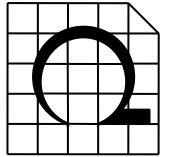


Abgrabung Papelter Hof, Bodendeponie der Klasse DK 0

Anhang

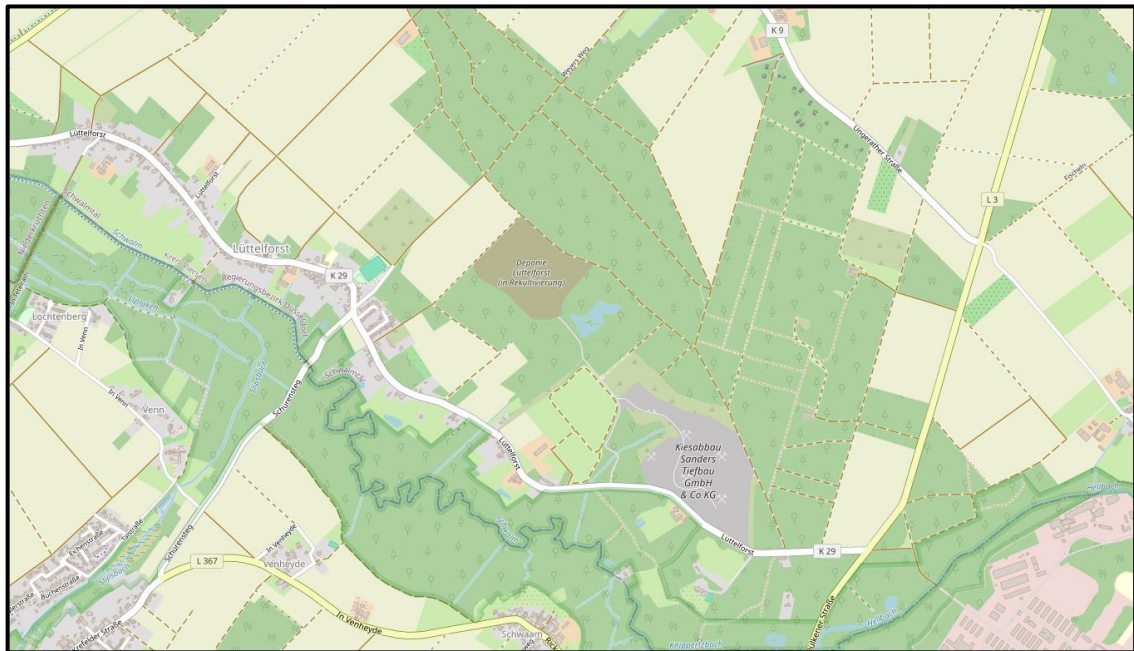
Sanders Tiefbau GmbH & Co. KG, Schwalmtal



Immissionsprognose Staub

Staubimmissionsprognose zur Errichtung einer Deponie DK0 am Standort Lüttelforst

Im Auftrag der Sanders Tiefbau GmbH & Co. KG



Bericht-Nr.: ACB-0624-236257/02

Dipl.-Met. David Yalcin

Dr.-Ing. Wolfgang Henry

25.06.2024

Diese Unterlage ist für den Auftraggeber bestimmt und darf nur insgesamt kopiert und verwendet werden. Bei Veröffentlichung dieser Unterlage (auch auszugsweise) hat der Auftraggeber sicherzustellen, dass die veröffentlichten Inhalte keine datenschutzrechtlichen Bestimmungen verletzen.

Titel: Staubimmissionsprognose zur Errichtung einer Deponie DK0 am Standort Lüttelforst

Auftraggeber: Sanders Tiefbau GmbH & Co. KG
Vogelsrather Weg 11
41366 Schwalmtal

Auftrag vom: 25.09.2023

Bericht-Nr.: ACB-0624-236257-02

Umfang: 58 Seiten mit 3 Anlagen

Datum: 25.06.2024

Bearbeiter: Dipl.-Met. David Yalcin
Dr.-Ing. Wolfgang Henry

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung	6
2 Beurteilungsgrundlagen und Schadstoff-Grenzwerte	7
3 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	9
4 Anlagen und Betriebsbeschreibung	10
4.1 Verfahrensbeschreibung.....	10
4.2 Eingesetzte Maschinen	14
4.3 Betriebszeiten	14
4.4 Kenndaten der Anlage.....	14
5 Emissionen.....	15
5.1 Beurteilungskriterien – Emissionsminderung und Emissionsbegrenzung	15
5.1.1 Anforderungen an den Stand der Emissionsminderungstechnik	16
5.1.2 Beurteilung des Anlagenkonzepts.....	20
5.2 Emissionsverursachende Vorgänge	21
5.2.1 Staubförmige Emissionen	21
5.3 Berechnung der Staubemissionsmassenströme für den Betrieb der Anlage..	29
5.3.1 Emissionen durch Umschlagvorgänge	30
5.3.2 Emissionen aus dem Fahrverkehr.....	32
5.3.3 Emissionen aus der Behandlung von Materialien	33
5.3.4 Emissionen aus den Motoren.....	33
5.4 Zusammenfassung und Beurteilung der Emissionen.....	35
6 Staubimmissionsprognose.....	36
6.1 Ausbreitungsmodell	36
6.2 Weitere Eingangsgrößen.....	40
7 Ergebnisse und Beurteilung.....	44
7.1 Beurteilungsorte.....	44
7.2 Zusatzbelastung durch den Betrieb der Anlage	45
7.3 Vorbelastung.....	49
7.4 Gesamtbelastung.....	51
7.5 Handlungsempfehlungen zur Vermeidung von Staubemissionen.....	52
8 Zusammenfassung	53

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Verwendete Unterlagen
Anlage 2: Protokolldatei der Ausbreitungsrechnung
Anlage 3: Meteorologisches Datenblatt

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Immissions-Grenzwerte für Feinstaub und Staubniederschlag (TA Luft [1])
Tabelle 2: Bagatellmassenströme nach TA Luft [1] Nr. 4.6.1.1
Tabelle 3: Übersicht der fünf Deponieabschnitte
Tabelle 4: Betriebszeiten und Gesamtdurchsatz
Tabelle 5: Faktor k_{gv} und Exponent a und b zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung auf unbefestigten Fahrwegen
Tabelle 6: Faktor k_{Kgv} zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung auf befestigten Fahrwegen
Tabelle 7: Konventionenwerte für verschiedene Flächenbeladungen
Tabelle 8: Werte für den Gewichtungsfaktor a
Tabelle 9: Emissionsfaktoren beim Brechen und Sieben in kg/t nach BUBE-Online [7]
Tabelle 10: Korngrößenverteilung bezogen auf TSP bzw. PM30
Tabelle 11: Angesetzte Partikelgrößenverteilung der diffusen Gesamtstaub-Emissionen
Tabelle 12: Staubklassenzuordnung nach Anhang 2 der TA Luft [1]
Tabelle 13: Eingangsdaten für die Prozessschritte bei der Aufnahme und Abwurf von Schüttgütern
Tabelle 14: Staubemissionen durch die Umschlagvorgänge von Schüttgütern
Tabelle 15: Staubemissionen durch Transportvorgänge des Anliefer- und Abholverkehrs, sowie der mobilen Einsatzgeräte auf dem Betriebsgelände
Tabelle 16: Abschätzung der motorbedingten Staubemissionen
Tabelle 17: Gesamtstaubemissionen aus der Anlage im derzeitigen und geplanten Betrieb
Tabelle 18: Bezeichnung der Staubemissionsquellen und Art der Quelle
Tabelle 19: Depositionsparameter für Stäube
Tabelle 20: Eigenschaften der Ausbreitungsklassen
Tabelle 21: Immissionswerte der anlagenbezogenen Staubzusatzbelastung für die beurteilungsrelevanten Kenngrößen nach TA Luft, JMW = Jahresmittelwert
Tabelle 22: Vorbelastungswerte für Feinstaub PM10 der ländlichen Hintergrundmessstation Mönchengladbach-Rheydt für die Jahre 2019 - 2023
Tabelle 23: Vorbelastungswerte für Staubniederschlag der Station Krefeld-Stahldorf für die Jahre 2018 - 2022
Tabelle 24: Gesamtbelastung Feinstaubimmissionen PM10 und Staubniederschlag, JMW=Jahresmittelwert

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Übersichtslageplan, Kartengrundlage: © OpenTopoMaps
- Abbildung 2: Anordnung der Bauabschnitte der geplanten Deponie
- Abbildung 3: Darstellung der Zufahrtsstraßen zur geplanten Deponie
- Abbildung 4: Karte mit Position der Staubemissionsquellen. Ausschnitt (700 m x 600 m), Kartengrundlage © OpenTopoMap
- Abbildung 5: Geländedarstellung, Anlagenstandort (roter Punkt) und Anemometerstandort (blauer Punkt) im Rechengebiet, Kartengrundlage © OpenTopoMap
- Abbildung 6: Windrichtungs-/Windgeschwindigkeitsverteilung am Standort Lüttelforst
- Abbildung 7: Häufigkeit der Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklassen, SynRepAKTerm für den Standort Lüttelforst
- Abbildung 8: Lageplan der Beurteilungspunkte, Kartengrundlage: © OpenTopoMap (CC-BY-SA),
- Abbildung 9: Anlagenbezogene Zusatzbelastung durch Feinstaub PM10 im Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für den derzeitigen Betrieb
- Abbildung 10: Anlagenbezogene Zusatzbelastung durch Staubniederschlag im Jahresmittel in $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ für den derzeitigen Betrieb

1 Aufgabenstellung

Die Fa. Sanders GmbH & Co. KG aus Schwalmthal plant, in der genehmigten Abgrabung (61/4 - 32 90 20 vom 06.12.1999) mit der Bezeichnung „Papelter Hof“ eine Deponie der Klasse 0 (DK0) zu errichten. Die geplante Deponie DK0 liegt auf dem Gebiet der Gemeinde Schwalmthal, Gemarkung Waldniel, Flur 65, Flurstück 81 tlw. Die Fläche der Basisabdichtung inkl. Böschung umfasst eine Fläche von ca. 11,97 ha.

Im Rahmen dieser immissionsschutzrechtlichen Begutachtung wurde eine Staubimmissionsprognose nach Anhang 2 der TA Luft [1] in Bezug auf die zu erwartenden Staubimmissionen durch das geplante Vorhaben (Errichtung einer Deponie DK0 am Standort Lüttelforst) in umliegender, schützenswerter Nachbarschaft erstellt.

Die durch den Betrieb der Deponie entstehenden staubförmigen Emissionen werden mit Hilfe der Emissionsfaktoren der Richtlinie VDI 3790 Blatt 3 „Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Lagerung, Umschlag und Transport“ [2] und VDI 3790 Blatt 4 „Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichem/industriellem Betriebsgelände“ [3]. Die Beurteilung erfolgt anhand der Regelungen der Nr. 4 der TA Luft [1].

Die vorliegende Untersuchung soll die Beurteilung ermöglichen, ob oder ggf. unter welchen Randbedingungen die durch den Betrieb der Anlage hervorgerufenen Immissionszusatzbelastungen im Umfeld der Anlage das Irrelevanzkriterium der TA Luft [1] jeweils nicht überschreiten bzw. ob die Immissionswerte nach TA Luft [1] eingehalten werden.

2 Beurteilungsgrundlagen und Schadstoff-Grenzwerte

Feinstaubkonzentration und Gesamtstaubdeposition

Die TA Luft [1] regelt die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftschadstoffe. In Tabelle 1 sind die relevanten in der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (TA Luft [1]) festgelegten Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und vor erheblichen Belästigungen aufgeführt.

Die TA Luft [1] unterscheidet zwischen der Vor- Zusatz- und Gesamtzusatzbelastung. Die Vorbelastung ist die ohne die Anlage vorhandene Luftschadstoffbelastung. Die Gesamtzusatzbelastung ist die von der Anlage ausgehende Belastung. Die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag aus dem Vorhaben. Im Fall einer Änderungsgenehmigung kann der Immissionsbeitrag des Vorhabens (Zusatzbelastung) negativ sein. Die Zusatzbelastung ergibt sich aus der Differenz der Gesamtzusatzbelastung aus dem zu genehmigenden Anlagenzustand („Plan-Fall“) und der Gesamtzusatzbelastung aus dem genehmigten Anlagenzustand („Ist-Fall“). Die Summe aus Vor- und Zusatzbelastung ist die prognostizierte Gesamtbelastung. Nach TA Luft [1] ist der Immissions-Jahreswert der Konzentrations- oder Depositionswert eines Stoffes gemittelt über ein Jahr.

Bei der Beurteilung nach den Immissionswerten der TA Luft [1] zum Schutz der menschlichen Gesundheit muss bei Überschreitung der Irrelevanzschwelle die Gesamtbelastung zur Beurteilung herangezogen werden, die zum einen die prognostizierte Zusatzbelastung der zu beurteilenden Anlage und zum anderen die Vorbelastung im Beurteilungsgebiet berücksichtigt.

Nach Ziffer 4.7.1 TA Luft [1] ist der für den jeweiligen Schadstoff angegebene Immissions-Jahreswert eingehalten, wenn die Summe aus Vorbelastung und Zusatzbelastung an den jeweiligen Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissions-Jahreswert ist.

Der Immissions-Tageswert nach Nr. 4.7.2 TA Luft [1] ist eingehalten, wenn:

- die Kenngröße für die Vorbelastung IJV (Immissions-Jahres-Vorbelastung) nicht höher ist als 90 Prozent des Immissions-Jahreswertes und
- die Kenngröße ITV (Immissions-Tages-Vorbelastung) die zulässige Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Tageswertes zu maximal 80 Prozent erreicht und
- wenn sämtliche für alle Aufpunkte berechneten Tageswerte ITZ (Immissions-Tages-Zusatzbelastung) nicht größer sind, als es der Differenz zwischen dem Immissions-Tageswert, ausgedrückt als Konzentration und dem Immissions-Jahreswert entspricht.

Die Bestimmung der Immissionskenngrößen nach 4.1 TA Luft [1] kann entfallen, wenn

- die ermittelten Emissionen die in Ziffer 4.6.1.1 der TA Luft [1] festgelegten Bagatellmassenströme unterschreiten (Tabelle 2),
- die Vorbelastung nach Ziffer 4.6.2.1 der TA Luft [1] gering ist oder
- die Gesamtzusatzbelastung nach Ziffer 4.2.2, 4.4.1, 4.4.3 und 4.5.2 der TA Luft [1] irrelevant ist.

Tabelle 1: Immissions-Grenzwerte für Feinstaub und Staubbiederschlag (TA Luft [1])

Stoff		Beurteilung	Mittelungszeitraum	Immissionsgrenzwert IJW*
PM10-Konzentration	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwert Gesamtbelastung	Jahr	40
		Grenzwert Gesamtbelastung	Tag	50 bei 35 zulässigen Überschreitungen pro Jahr
		Irrelevante Zusatzbelastung	Jahr	1,2 (3,0 % des IJW)
PM2,5-Konzentration	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwert Gesamtbelastung	Jahr	25
		Irrelevante Zusatzbelastung	Jahr	0,75 (3,0 % des IJW)
Staubbiederschlag	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Grenzwert Gesamtbelastung	Jahr	0,35
		Irrelevante Zusatzbelastung	Jahr	0,0105 (3,0 % des IJW)

* IJW = Immissions-Jahreswert

Feinstaub (PM10) besteht aus Partikeln mit einem Abscheidkriterium von 50 % bei einem Durchmesser von 10 μm . Diese Partikelfraktion gehört zur Gruppe der Schwebstäube und kann aufgrund der geringen Größe über die Atemwege aufgenommen werden. PM2,5 ist eine Teilmenge der PM10-Fraktion und wird als lungengängiger Feinstaub bezeichnet.

Staubbiederschlag (Deposition) hat aufgrund seiner Größe und der Bindung an Regentropfen keinen direkten Einfluss auf die Gesundheit. Er lagert sich jedoch dauerhaft an Oberflächen ab und hat damit einen indirekten Einfluss auf die Umwelt und einen belästigenden Aspekt.

Tabelle 2: Bagatellmassenströme nach TA Luft [1] Nr. 4.6.1.1

Stoff	Bagatellmassenstrom [kg/h]
Gesamtstaub ¹	1
Gesamtstaub (diffuse Emissionen) ²	0,1

1 für die nach Ziffer 5.5 der TA Luft abgeleiteten Emissionen

2 für die nach Ziffer 5.5 der TA Luft abgeleiteten Emissionen (diffuse Emissionen)

Die Bestimmung der Staub-Immissionskenngrößen bei diffusen Quellen ist nicht erforderlich, wenn der berechnete Emissionsmassenstrom der Gesamtanlage einen Bagatellmassenstrom von 0,1 kg/h nicht überschreitet (TA Luft Nr. 4.6.1.1 [1]). Der Massenstrom ergibt sich aus der Mittelung über die Betriebsstunden einer Kalenderwoche mit dem bei bestimmungsgemäßem Betrieb für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen.

Innerhalb des Einwirkungsbereiches einer Anlage sind die Immissionspunkte so festzulegen, dass eine Beurteilung der Gesamtbelastung an den Punkten mit der mutmaßlich höchsten

relevanten Belastung für nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter ermöglicht wird. Im Rahmen dieser Begutachtung werden schutzwürdige Nutzungen als Orte für den ständigen Aufenthalt von Personen definiert (Wohngebäude).

Ferner werden in der 39. BImSchV [4], Anhang 3 die Kriterien zur Beurteilung der Luftqualität in allen Gebieten und Ballungsräumen geregelt. Die Erhaltung der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Immissionswerte (Tabelle 1) wird an folgenden Punkten nicht beurteilt:

- an Orten innerhalb von Bereichen, zu denen die Öffentlichkeit keinen Zugang hat und in denen es keine festen Wohnunterkünfte gibt,
- auf dem Gelände von Arbeitsstätten, für die alle relevanten Bestimmungen über Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten,
- auf den Fahrbahnen der Straßen und, sofern Fußgänger und Fußgängerinnen für gewöhnlich dorthin keinen Zugang haben, auf dem Mittelstreifen der Straßen.

3 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Die Firma Sanders GmbH & Co. KG aus Schwalmtal plant die Errichtung einer Deponie DK0 im Kreis Viersen. Das Vorhaben liegt auf dem Gebiet der Gemeinde Schwalmtal, Gemarkung Waldniel, Flur 65. Das Vorhaben befindet sich in der landwirtschaftlichen Flur zwischen der Ortschaft Lüttelforst im Nordwesten und Waldflächen im Nordosten.

Die nächstgelegenen Wohnbebauungen befinden sich westlich in Lüttelforst (Ortsteil der Gemeinde Schwalmtal) direkt angrenzend an der K 29 sowie südlich in der Gemeinde Schwaam als Ortsteil der Mittelstadt Wegberg im Kreis Heinsberg (Abbildung 1).



Abbildung 1: Übersichtslageplan, Kartengrundlage: © OpenTopoMaps

4 Anlagen und Betriebsbeschreibung

4.1 Verfahrensbeschreibung

Derzeit erfolgt der Restabbau von Kies und Sand im Südosten der Abgrabung. Der Abbau von Kies und Sand wird beendet sein, wenn mit dem Bau der Deponie begonnen wird.

Es ist vorgesehen, die Deponie in insgesamt 5 Deponieabschnitte zu errichten. Dabei sollen die eingerichteten Deponieabschnitte ca. 20.000 m² bis 26.000 m² groß sein. Der erste Abschnitt liegt im Norden der Deponie. Hier sollen ca. 26.572 m² errichtet werden. Mit diesem ersten Betriebsabschnitt werden aus dem Speicherbecken und der Pumpenschacht hergestellt. Im Anschluss werden dann die Abschnitte 2 und 3 (24.754 m² und 23.416 m²) entlang der Ostböschung errichtet. Die Sickerwassererfassung erfolgt in diesen Abschnitten über zwei Sickerrohre. Abschließend werden die Deponieabschnitte 4 und 5 (20.120 m² und 24.795 m²) errichtet. Die folgende Abbildung 2 stellt die Anordnung der Bauabschnitte dar.

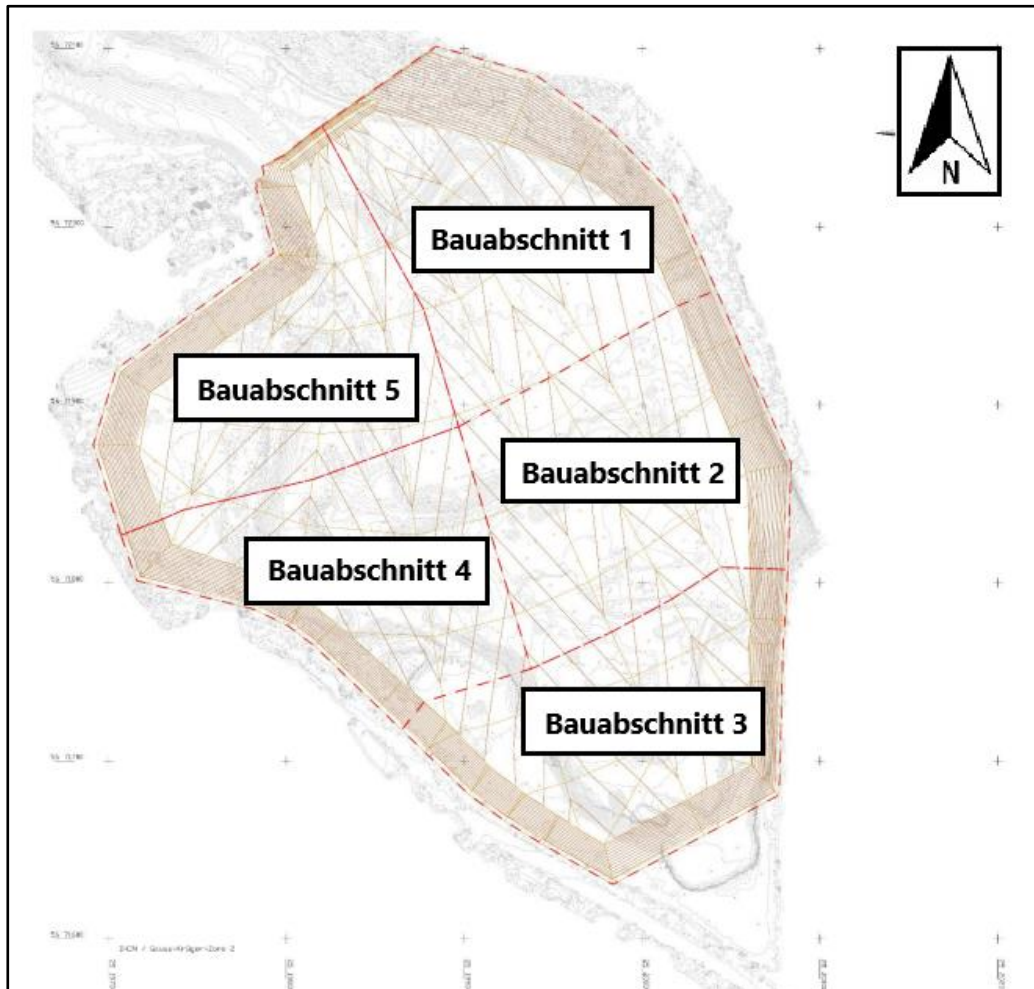


Abbildung 2: Anordnung der Bauabschnitte der geplanten Deponie

Bei der Errichtung eines Betriebsabschnittes werden zunächst die Profilierungsarbeiten für den jeweiligen Bauabschnitt durchgeführt. Anschließend erfolgt die Herstellung der Basisabdichtung und die Entwässerung. Abschließend geht der Bauabschnitt in Betrieb (Befüllung mit Deponat). Der erste Bauabschnitt hat ein Füllvolumen von 219.299 m³. Bei einer jährlichen Füllmenge von ca. 50.000 m³ ergibt das eine Laufzeit von ca. vier Jahren. In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die Betriebsabschnitte, die Basisflächen, und die Füllvolumen aufgelistet. Weiterhin sind die Betriebsdauern der einzelnen Betriebsabschnitte aufgelistet.

Tabelle 3: Übersicht der fünf Deponieabschnitte

Betriebsabschnitt	Basisfläche [m ²]	Berechnetes Volumen [m ³]	Volumen Entwässerungsschicht [m ³]	Füllvolumen [m ³]	Laufzeit [a]
1	26.572	227.271	7.972	219.299	4,25
2	24.754	293.801	7.425	286.376	5,75
3	23.416	222.137	7.025	215.112	4,25
4	20.120	216.467	6.036	210.431	4,25
5	24.795	349.787	7.439	342.848	6,75
	119.657	1.309.463	35.897	1.273.566	25,5 a

Der bestehende Anschluss an das öffentliche Verkehrsnetz (Anbindung der asphaltierten Zufahrt an die K 29) soll weiterhin genutzt werden. Die bestehende Zufahrt innerhalb des Standorts soll ebenfalls weiterhin genutzt werden. Die gesamte Wegstrecke von der Einmündung auf die K 29 bis zur Waage ist bereits auf einer Länge von etwa 350 m asphaltiert. Die weiteren internen Erschließungswege wurden mit einer Tragdeckschicht aus Schotter oder Kies befestigt. Im Bereich der Waage ist eine Lkw-Reifenwaschanlage vorhanden.

Die Abbildung 3 zeigt den Verlauf der Zufahrtstraßen zur geplanten Deponie.

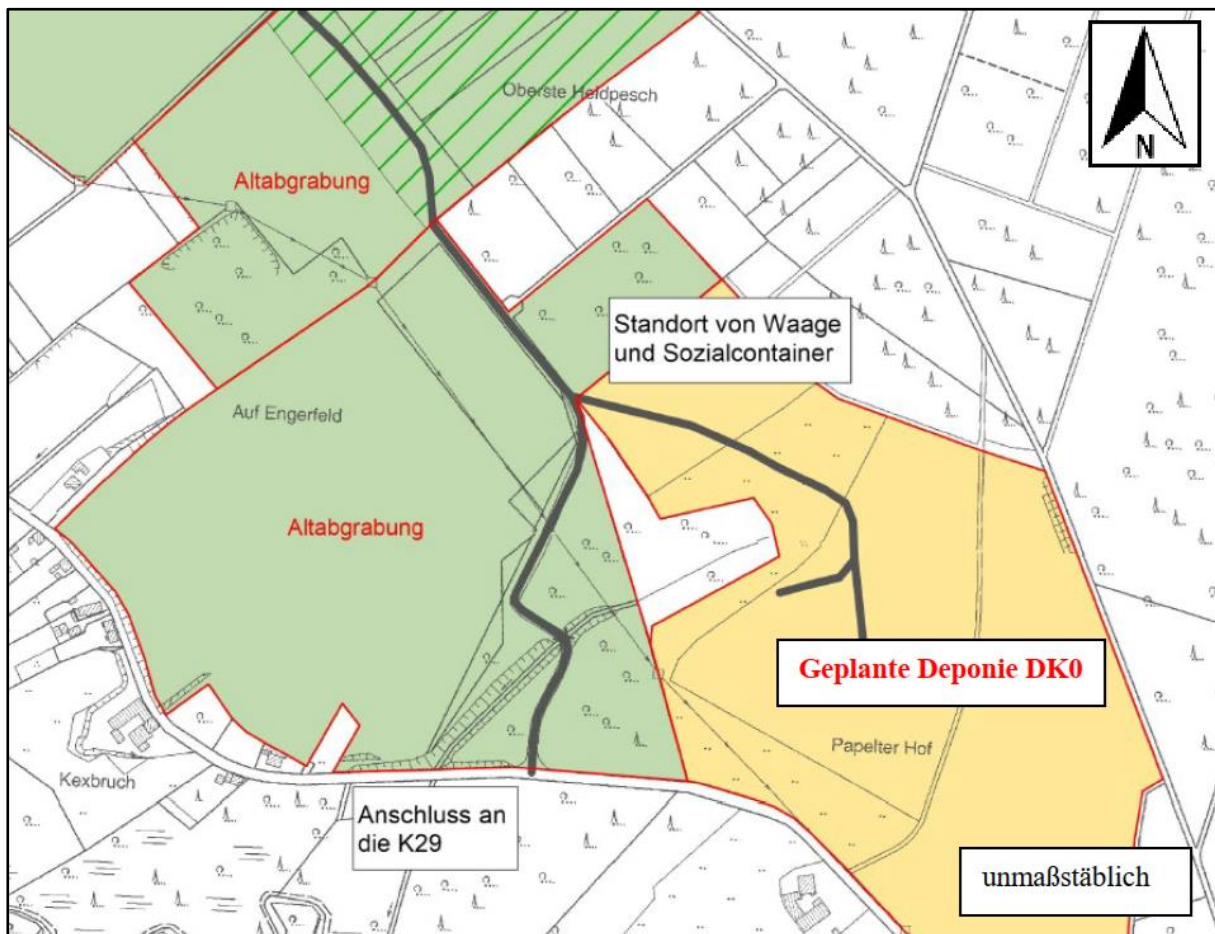


Abbildung 3: Darstellung der Zufahrtsstraßen zur geplanten Deponie

Vor der Errichtung des ersten Deponieabschnitts (Bauabschnitt 1; s. Abbildung 2) werden bereits die notwendigen passiven Entwässerungsgräben hergestellt. Diese sind notwendig, um das, in den vorhandenen Böschungen auftretende Zuströmwasser, aus dem Bereich der Basis fernzuhalten und diese Wässer abzuleiten und zu versickern. Die Errichtung des Folgeabschnittes wird erst dann ausgeführt, wenn die Notwendigkeit für weitere Füllvolumen gegeben ist. Damit bleibt die jetzige Situation in den ungenutzten Teilen der Grube längerfristig erhalten.

Die Anlieferung erfolgt nicht konstant über das Jahr verteilt. In Absprache mit dem Auftraggeber sind ca. 20 Anlieferungen pro Tag vorgesehen. Die Einbaumengen pro Tag schwanken jedoch sehr stark. Somit sind auch die Verkehrsbelastungen stark schwankend. Eingebaut werden die Anlieferungen mittels Radlader bzw. Raupe, damit ist kein Dauerbetrieb erforderlich.

Die Rekultivierung wird mit einer ca. 1 m dicken Bodenschicht durchgeführt. Es wird keine Oberflächenabdichtung hergestellt. Die Rekultivierung erfolgt abschnittsweise. Nach der Endverfüllung eines einzelnen Abschnitts erfolgt anschließend die Rekultivierung.

4.2 Eingesetzte Maschinen

Zum Betrieb der geplanten Deponie kommen folgende Maschinen zum Einsatz:

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| - 1 Hydraulikbagger (CAT 330) | Deponiebau |
| - 1 Radlader (CAT 950) | Umlagerung Material |
| - 1 Planierraupe (CAT D6) | Deponiebau |
| - 2 Lkw (Arocs 3-Achser) | Umlagerung Material/Deponiebaustoffe |

Zudem wird ein mobiler Brecher (Modell Kleemann Mobirex MR 110 EVO) und eine Siebmaschine (Model Powerscreen Warrior 1400x) am Standort betrieben. Der mobile Brecher und die Siebmaschine sollen im nordöstlichen Bereich der Deponie, in der tiefen Grube aufgestellt werden.

4.3 Betriebszeiten

Für den Betrieb der Deponie werden die in Kapitel 4.2 eingesetzten Maschinen eingesetzt. Es ist geplant, die Deponie Montag bis Freitag von 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr und Samstag von 07:00 Uhr bis 16:00 Uhr zu betreiben. An Feiertagen und Sonntagen, sowie in den Nachtstunden erfolgt kein Betrieb.

4.4 Kenndaten der Anlage

Die Beurteilungswerte nach TA Luft [1] sind Jahresimmissionsgrenzwerte, sodass von an jährlichem Füllvolumen von 50.000 m³ ausgegangen wird. Darüber hinaus wird konservativ der Bauabschnitt 4 betrachtet, da dieser den geringsten Abstand zu den nächstgelegenen Immissionsorten hat.

Die folgende Tabelle 4 fasst die wichtigsten Kenndaten der Anlage zusammen:

Tabelle 4: Betriebszeiten und Gesamtdurchsatz

Betriebszeiten allgemein	07:00 - 20:00 Uhr (Mo - Fr) u. 07:00 - 16:00 Uhr (Sa)
Füllvolumen jährlich	50.000 m ³ \cong 85.000 t/a
Anzahl Lkw pro Tag	ca. 20

Der anlagenbezogene Fahrverkehr setzt sich zusammen aus der Anlieferung des Verfüllmaterials sowie aus dem Fahrverkehr der firmeninternen Radlader, Planierraupe und Hydraulikbagger.

5 Emissionen

5.1 Beurteilungskriterien – Emissionsminderung und Emissionsbegrenzung

Gemäß allgemeinem Teil der TA Luft [1] gilt:

„5. Anforderungen zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen

5.1 Allgemeines

5.1.1 Inhalt und Bedeutung

Die folgenden Vorschriften enthalten

- *Emissionswerte, deren Überschreiten nach dem Stand der Technik vermeidbar ist,*
- *emissionsbegrenzende Anforderungen, die dem Stand der Technik entsprechen*
- *sonstige Anforderungen zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen,*
- *Verfahren zur Ermittlung der Emissionen und*
- *Anforderungen zur Ableitung von Abgasen*

Die Regelungen in Nummer 5.2 in Verbindung mit Nummer 5.3 sowie in Nummer 6.2 gelten für alle Anlagen. Soweit davon abweichende Regelungen in Nummer 5.4 festgelegt sind, gehen diese den jeweils betroffenen Regelungen in den Nummern 5.2, 5.3 oder 6.2 vor. Soweit in Nummer 5.4 Anforderungen an die Häufigkeit von Einzelmessungen enthalten sind, bleiben die Anforderungen an eine kontinuierliche Überwachung nach Nummer 5.3.3.2 unberührt. Soweit in Nummer 5.4 Rußzahlen, Massenverhältnisse, Emissionsgrade, Emissionsminderungsgrade oder Umsatzgrade für bestimmte Stoffe oder Stoffgruppen festgelegt sind, finden die Anforderungen für Massenkonzentrationen für diese Stoffe oder Stoffgruppen in Nummer 5.2 keine Anwendung. Soweit in Nummer 5.4 Bezugssauerstoffgehalte genannt werden, gelten diese auch für Anforderungen nach Nummer 5.2, soweit sie die gleichen Prozesse betreffen. Im Übrigen bleiben die in den Nummern 5.2, 5.3 oder 6.2 festgelegten Anforderungen unberührt. Das Emissionsminimierungsgebot nach Nummer 5.2.7 ist ergänzend zu beachten.

...

5.2 Allgemeine Anforderungen zur Emissionsbegrenzung

...“

5.1.1 Anforderungen an den Stand der Emissionsminderungstechnik

Anforderungen an das Anlagenkonzept im Hinblick auf den Stand der Technik zur Luftreinhaltung ergeben sich aus der TA Luft [1] (hier: v. a. Nr. 5.2.3, die mögliche Maßnahmen vorstellt, aus denen jeweils geeignete auszuwählen sind) sowie aus dem Merkblatt über die Besten Verfügbaren Techniken (BVT) zur Lagerung gefährlicher Substanzen und staubender Güter [5]. Weitere einschlägige Quellen sind u.a. die Richtlinien VDI 3790 und Blatt 3 [2], Blatt 4 [3], die für die Beurteilung herangezogen werden können.

5.1.1.1 Allgemeine Anforderungen bzgl. staubförmiger Emissionen bei Umschlag, Lagerung oder Bearbeitung von festen Stoffen (Nr. 5.2.3 TA Luft)

„5.2.3.1 Allgemeines

Alle Anlagen, in denen feste Stoffe be- oder entladen, gefördert, transportiert, bearbeitet, aufbereitet oder gelagert werden, sollen geeignete Anforderungen zur Emissionsminderung gestellt werden, wenn diese Stoffe auf Grund ihrer Dichte, Korngrößenverteilung, Kornform, Oberflächenbeschaffenheit, Abriebfestigkeit, Scher- und Bruchfestigkeit, Zusammensetzung oder ihres geringen Feuchtegehalts zu staubförmigen Emissionen führen können.

Bei der Festlegung dieser Anforderungen sind unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit insbesondere

- *die Art und Eigenschaften der festen Stoffe und ihrer Inhaltsstoffe (z. B. Gefährlichkeit und Toxizität im Sinne von § 4 GefStoffV, mögliche Wirkungen auf Böden und Gewässer, mögliche Bildung explosionsfähiger Staub-/Luftgemische, Staubneigung, Feuchte),*
- *das Umschlaggerät oder das Umschlagverfahren,*
- *der Massenstrom und die Zeitdauer der Emissionen,*
- *die meteorologischen Bedingungen,*
- *die Lage des Umschlagortes (z.B. Abstand zur Wohnbebauung)*

zu berücksichtigen.

Die Maßnahmen sind auch unter Beachtung ihrer möglichen Einwirkungen auf Wasser und Boden festzulegen.

5.2.3.2 Be- oder Entladen

Bei der Festlegung von Anforderungen an die Be- oder Entladung kommen folgende Maßnahmen in Betracht

Maßnahmen, bezogen auf das Umschlagverfahren

- *Minimierung der Fallstrecken beim Abwerfen (z.B. bei Schüttgossen durch Leitbleche oder Lamellen),*
- *selbsttätige Anpassung der Abwurfhöhen bei wechselnder Höhe der Schüttungen,*

- *Anpassung von Geräten an das jeweilige Schüttgut (z.B. bei Greifern Vermeidung von Überladung und Zwischenabwurf)*
- *sanftes Anfahren von Greifern nach der Befüllung,*
- *Rückführung von leeren Greifern in geschlossenem Zustand,*
- *Minimierung von Zutrimmarbeiten und Reinigungsarbeiten,*
- *Automatisierung des Umschlagbetriebes;*

Maßnahmen, bezogen auf das Umschlaggerät

- *regelmäßige Wartung der Geräte (z.B. bei Greifern Prüfung der Schließkanten auf Dichtheit zur Vermeidung von Rieserverlusten)*
- *vollständig oder weitgehend geschlossene Greifer zur Vermeidung oder Verminderung von Abwehungen von der Schüttgutoberfläche,*
- *Minimierung von Anhaftungen (insbesondere bei Greifern oder z.B. Einsatz straffbarer Verladebälge bei Senkrechtbeladern/Teleskoprohren),*
- *Schüttrohr mit Beladepfand und Absaugung,*
- *Konusaufsatz mit Absaugung bei Senkrechtbeladern,*
- *Reduzierung der Austrittsgeschwindigkeit bei Fallrohren durch Einbauten oder durch Einsatz von Kaskadenschurren,*
- *weitgehender Verzicht auf den Einsatz von Schleuderbändern außerhalb geschlossener Räume,*
- *Radlader möglichst nur bei befeuchteten oder nicht staubenden Gütern;*

Maßnahme, bezogen auf den Umschlagort

- *Vollständige oder weitgehend vollständige Einhausung (z.B. Tore oder Streifenvorhänge bei Ein- und Ausfahrten) von Einrichtungen zur Be- und Entladung von Fahrzeugen (z.B. von Füllstationen, Schüttgasse, Grabenbunkern und sonstigen Abwurfplätzen),*
- *Absaugung von Trichtern, Übergabestellen, Schüttgassen, Beladerohren (ausreichende Dimensionierung der Saugleistung),*
- *Verbesserung der Wirkung von Absaugungen (z.B. durch Leitbleche),*
- *Anwendung von Trichtern (z.B. mit Lamellenverschluss, Klappenboden, Pendel,*
- *Anwendung einer Wasservernebelung vor Austrittsöffnungen und Aufgabetrichtern,*
- *Windschutz bei Be- und Entladevorgängen im Freien,*
- *Verlängerung bei Verweilzeit des Greifers nach Abwurf am Abwurfort,*
- *Umschlagbeschränkungen bei hohen Windgeschwindigkeiten,*
- *Planung der Lage des Umschlagortes auf dem Betriebsgeländes;*

Maßnahmen, bezogen auf feste Stoffe

- Erhöhung der Materialfeuchte, ggf. unter Zusatz von Oberflächenentspannungsmitteln, soweit die Befeuchtung einer anschließenden Weiterbe- oder -verarbeitung, der Lagerfähigkeit oder der Produktqualität der umschlagenden Stoffe nicht entgegensteht,
- Einsatz von Staubbindemitteln,
- Pelletierung,
- Vereinheitlichung der Korngröße (Abtrennung des Feinstkornanteils),
- Verhinderung sperriger Verunreinigungen,
- Reduktion der Umschlagvorgänge.

5.2.3.3 Förderung oder Transport

Bei Transport mit Fahrzeugen sollen geschlossene Behältnisse (Silofahrzeuge, Container, Abdeckplanen) eingesetzt werden. Ansonsten sind bei Förderung und Transport auf dem Betriebsgelände geschlossene oder weitgehend geschlossene Einrichtungen (z.B. eingehauste Förderbänder, Becherwerke, Schnecken-, Schrauben- oder pneumatische Förderer) zu verwenden. Bei pneumatischer Förderung ist die staubhaltige Förderluft einer Entstaubungseinrichtung zuzuführen oder im Kreislauf zu fahren. Offene Förder- / Transporteinrichtungen (z.B. Förderbänder) sind soweit wie möglich zu kapseln oder einzuhausen.

Bei Befüllung von geschlossenen Transportbehältern mit festen Stoffen ist die Verdrängungsluft zu erfassen und einer Entstaubungseinrichtung zuzuführen.

Offene Übergabestellen sind zu befeuchten, soweit die Befeuchtung einer anschließenden Weiterbe- oder -verarbeitung, der Lagerfähigkeit oder der Produktqualität der umschlagenden Stoffe nicht entgegensteht. Alternativ sind die Übergabestellen zu kapseln; staubhaltige Luft ist einer Entstaubungseinrichtung zuzuführen.

Öffnungen von Räumen (z.B. Tore, Fenster), in denen feste Stoffe offen transportiert oder gehandhabt werden, sind möglichst geschlossen zu halten. Tore dürfen nur für notwendige Fahrzeugein- und ausfahrten geöffnet werden.

Können durch die Benutzung von Fahrzeugen staubförmige Emission entstehen, sind diese um Anlagenbereich mit einer Decke aus Asphaltbeton, aus Beton oder gleichwertigem Material zu befestigen, in ordnungsgemäßem Zustand zu halten und entsprechend dem Verschmutzungsgrad zu säubern. Es ist sicherzustellen, dass Verschmutzungen der Fahrwege durch Fahrzeuge nach Verlassen des Anlagenbereichs vermieden oder beseitigt werden. Dazu sind z.B. Reifenwaschanlagen, Kehrmaschinen, Überfahrroste oder sonstige geeignete Einrichtungen einzusetzen. Satz 1 findet regelmäßig keine Anwendung auf Fahrwegen innerhalb von Steinbrüchen und Gewinnungsstätten für Bodenschätze.

5.2.3.4 Bearbeitung oder Aufbereitung

Maschinen, Geräte, oder sonstige Einrichtungen zur Bearbeitung (z.B. zum Brechen, Mahlen, Sieben, Sichten, Mischen, Pelletieren, Brikettieren, Erwärmen, Trocknen, Abkühlen) von festen Stoffen sind zu kapseln oder mit einer Wirkung vergleichbaren Emissionsminderungstechniken auszurüsten.

Aufgabestellen und Abwurfstellen sind zu kapseln; staubhaltige Luft ist einer Entstaubungseinrichtung zuzuführen. Alternativ sind Aufgabestellen und Abwurfstellen zu befeuchten, soweit die Befeuchtung einer anschließenden Weiterbe- oder -verarbeitung, der Lagerfähigkeit oder der Produktqualität der umgeschlagenen Stoffe nicht entgegensteht.

Staubhaltiges Abgas aus den Bearbeitungsaggregaten ist zu erfassen und zu reinigen.

5.2.3.5 Lagerung

5.2.3.5.1 Geschlossene Lagerung

Bei der Festlegung von Anforderungen an die Lagerung ist grundsätzlich eine geschlossene Bauweise (z.B. als Silo, Bunker, Speicher, Halle, Container) zu bevorzugen. Sofern die Lagerung nicht vollständig geschlossen erfolgt, soll durch entsprechende Gestaltung der Geometrie der Lagerbehälter oder Lagerstätten sowie der Einrichtungen zur Zuführung oder Entnahme des Lagergutes die Staubentwicklung – insbesondere bei begehbaren Lagern – minimiert werden. Abgase aus Füll- oder Abzugsaggregaten sowie Verdrängungsluft aus Behältern sind zu erfassen und einer Entstaubungseinrichtung zuzuführen. Bei allen Füllvorrichtungen ist eine Sicherung gegen Überfüllen vorzusehen. Silo- und Containeraustragsöffnungen können z.B. über Faltenbälge mit kombinierter Absaugung und Kegelschluss entleert oder staubdicht verschlossen werden; ebenso ist der Einsatz von Zellenradschleusen in Verbindung mit Bandabzug oder pneumatischem Transport möglich.

5.2.3.5.2 Freilagerung

Bei der Festlegung von Anforderungen an die Errichtung oder den Abbau von Halden oder den Betrieb von Vergleichmäßigungsanlagen im Freien kommen folgende Maßnahmen in Betracht:

- *Abdeckung der Oberfläche (z.B. mit Matten),*
- *Begrünung der Oberfläche,*
- *Besprühung mit staubbindenden Mitteln bei Anlegung der Halde,*
- *Verfestigung der Oberfläche,*
- *Ausreichende Befeuchtung der Halden und der Übergabe- und Abwurfstellen, ggf. unter Zusatz von Oberflächenentspannungsmitteln, soweit die Befeuchtung einer anschließenden Weiterbe- oder -verarbeitung, der Lagerfähigkeit oder der Produktqualität der gelagerten Stoffe nicht entgegensteht.,*
- *Schüttung oder Abbau hinter Wällen,*

- Höhenverstellbare Förderbänder,
- Windschutzbepflanzungen
- Ausrichtung der Haldenlängsachse in Hauptwindrichtung,
- Begrenzung der Höhe von Halden,
- weitgehender Verzicht auf Errichtungs- oder Abbauarbeiten bei Wetterlagen, die Emissionen besonders begünstigen (z.B. langanhaltende Trockenheit, Frostperioden, hohe Windgeschwindigkeiten).

Durch Überdachung; Umschließung oder Kombination beider Maßnahmen kann eine derartige Lagerung einschließlich Nebeneinrichtungen – unter Berücksichtigung von Nummer 5.2.3.1 Absatz 2 – in eine teilweise oder vollständig geschlossene Lagerung überführt werden.

5.2.3.6 Besondere Inhaltsstoffe

Bei festen Stoffen, die Stoffe nach Nummer 5.2.2 Klasse I oder II, nach Nummer 5.2.5 Klasse I oder nach Nummer 5.2.7 enthalten oder an denen diese Stoffe angelagert sind, sind die wirksamsten Maßnahmen anzuwenden, die sich aus den Nummern 5.2.3.2 bis 5.2.3.5 ergeben; die Lagerung soll entsprechend Nummer 5.2.3.5.1 erfolgen. Satz 1 findet regelmäßig keine Anwendung, wenn die Gehalte der besonderen Inhaltsstoffe in einer durch Siebung mit einer Maschenweite von 5 mm von den Gütern abtrennbaren Feinfraktionen jeweils folgende Werte, bezogen auf die Trockenmasse, nicht überschreiten:

- Stoffe nach Nummer 5.2.2 Klasse I, Nummer 5.2.7.1.1 Klasse I oder Nummer 5.2.7.1.2: 50 mg/kg
- Stoffe nach Nummer 5.2.2 Klasse II, Nummer 5.2.7.1.1 Klasse II oder Nummer 5.2.7.1.3: 0,50 g/kg
- Stoffe nach Nummer 5.2.7.1.1 Klasse III: 5,0 g/kg“

5.1.2 Beurteilung des Anlagenkonzepts

Unter Berücksichtigung der in 5.1.1 genannten Vorgaben der TA Luft [1] stellen aus gutachterlicher Sicht folgende Maßnahmen den Stand der Technik dar. Diese werden demgemäß im Anlagenbetrieb vorgesehen und im vorliegenden Gutachten berücksichtigt:

Umschlag

- Minimierung der Abwurfhöhen
- manuelle Befeuchtung bei sichtbarer Staubentwicklung nach betriebstechnischer Möglichkeit
- Vermeidung unnötiger Umschlagvorgänge

Lagerung

- Sofortige Verdichtung und Verfestigung der angelieferten Materialien

Transport

- Regelmäßige Reinigung des asphaltierten Fahrweges
- Bedarfsgerechte Befeuchtung der befestigten und unbefestigten Betriebsstraßen (bei sichtbarer Staubentwicklung)
- Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit auf max. 20 km/h

5.2 Emissionsverursachende Vorgänge

Die Entstehung von Staubemissionen bei Lagerung, Umschlag und Transport von Materialien werden von den Einflussgrößen Materialeigenschaft, Umgebungsbedingungen wie z.B. meteorologischen Einflüssen und Anlageneinflüssen bestimmt. Die Berechnung der Emissionen erfolgt auf Basis der Richtlinie VDI 3790, Blatt 3 [2] und VDI 3790, Blatt 4 [3]. Mit Hilfe der in der Richtlinie genannten Emissionsfaktoren können Staubemissionsmassenströme in Abhängigkeit, der in jeder Anlage vorhandenen individuellen Einflussgrößen berechnet werden. Dabei sind berechneten Massenströme oft sehr konservativ, weil Umschlagsstoffe hinsichtlich ihres Staubfreisetzungsverhaltens stark variieren. So werden die tatsächlichen Verhältnisse in der Regel überschätzt.

Im vorliegenden Kapitel erfolgt eine Emissionsbetrachtung aus lufthygienischer Sicht. Dabei erfolgt die Betrachtung auf mögliche Emissionen durch den Betrieb der Anlage. Darüber hinaus werden die mobilen Einsatzgeräte zum Betrieb der Anlage in die Emissionsbetrachtung mit inkludiert.

Dabei kommen folgende emissionsrelevante Betriebsvorgänge in Betracht:

- Lagerung und Umschlag
- Fahrverkehr auf dem Betriebsgelände inkl. der mobilen Einsatzgeräte
- Staubabwehungen vom Fahrweg und von den Halden durch Winderosion

5.2.1 Staubförmige Emissionen

Zur Abschätzung der diffusen Staubemissionen sind neben den Umschlagvorgängen der stauenden Materialien auch die Fahrvorgänge auf dem Betriebsgelände zu betrachten.

Generell werden folgende Vorgänge berücksichtigt.

- Lkw Fahrten auf dem Betriebsgelände,
- Interne Fahrten (Radlader etc.) auf dem Betriebsgelände,
- Entladen von Material vom Lkw (bei der Verfüllung),
- Betrieb der Siebanlage und des mobilen Brechers

5.2.1.1 Staubaufwirbelung durch Fahrvorgänge

Bei Transportvorgängen auf dem Betriebsgelände können Emissionen durch Staubaufwirbelung aus dem Fahrverkehr entstehen. Dabei sind die Staubemissionen auf unbefestigten Wegen deutlich höher als auf befestigten Fahrwegen.

Befestigte oder geschotterte Oberflächen emittieren beim Befahren dieser Wege deutlich weniger Staub, da an diesen Oberflächen nur der Staub aufgewirbelt werden kann, der vorher durch Verschmutzung oder Verwehung auf die Fahrbahn gebracht wurde.

Die Zufahrt zum Grundstück erfolgt über die K 29 (s. Abbildung 3). Der gesamte Weg von der Einmündung der K 29 bis zur Waage auf der Deponie ist asphaltiert. Von der Waage bis zur Deponie wird ein geschotterter Weg aus Schotter oder Kies angelegt.

Unbefestigte Fahrstrecken

Die durch die Fahrbewegungen auf unbefestigten Fahrwegen verursachten Staubemissionen, werden gemäß der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4 [3] wie folgt abgeschätzt.

$$q_T = k_{Kgv} * \left(\frac{S}{12}\right)^a * \left(\frac{W}{2,7}\right)^b * \left(1 - \frac{p}{365}\right) * (1 - k_M)$$

wobei

q_T	Emissionsfaktor aufgrund von Fahrbewegungen in g/(m*Fahrzeug)
k_{Kgv}	Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung (Tabelle 5)
a	korngrößenabhängiger Exponent (Tabelle 5)
b	Exponent (Tabelle 5)
S	Feinkornanteil des Straßenmaterials in % gemäß VDI 3790, Blatt 3 (Tabelle 8)
W	mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t
p	Anzahl der Tage pro Jahr mit mehr als 1 mm Niederschlag
k_M	Kennzahl für die Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

Tabelle 5: Faktor k_{gv} und Exponent a und b zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung auf unbefestigten Fahrwegen

Korngröße [μm]	PM2,5	PM10	PM30
k_{gv}	42	422	1.381
a	0,9	0,9	0,7
b	0,45	0,45	0,45

Da die Niederschlagshäufigkeit regional sehr unterschiedlich sein kann, wird die Niederschlagshäufigkeit gemäß VDI 3790, Blatt 4 [3] mit 135 Tagen pro Jahr Niederschlag angesetzt.

Niederschlag und Befeuchtung

Erfolgt eine Befeuchtung von unbefestigten Fahrwegen, kann gemäß VDI 3790, Blatt 4 [3] eine Kennzahl zur Maßnahmenwirksamkeit k_M von 0,5 für manuelle Befeuchtung (z.B. mit Tankfahrzeug mindestens alle 3 Stunden mit 3 l/m²) und bis zu 0,8 für automatische Befeuchtungssysteme, die eine dauerhafte und gleichmäßige Befeuchtung der Fahrwege sicherstellen, angegeben werden.

Fahrgeschwindigkeit

Die Gleichung der VDI 3790, Blatt 4 [3] für unbefestigte Fahrwege bezieht sich auf eine Fahrgeschwindigkeit von 50 km/h. Für unbefestigte Fahrwege kann eine Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit um 10 km/h eine Abnahme des Staubentwicklungspotenzials um ca. 15 % angenommen werden. Bezogen auf 50 km/h werden analog die Emissionen bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h um ca. 30 % (entspricht $k_M = 0,3$), von 20 km/h um ca. 40 % (entspricht $k_M = 0,4$) und von 10 km/h ca. 50 % (entspricht $k_M = 0,5$) verringert.

Befestigte Fahrstrecken

Die Staubemissionen, die durch die Fahrbewegungen auf befestigten Fahrwegen verursacht werden, können gemäß der VDI 3790, Blatt 4 [3] wie folgt abgeschätzt werden:

$$q_T = k_{Kgv} * (sL)^{0,91} * (W * 1,1)^{1,02} * \left(1 - \frac{p}{3 * 365}\right) * (1 - k_M)$$

wobei

q_T	Emissionsfaktor aufgrund von Fahrbewegungen in g/(m*Fahrzeug)
k_{Kgv}	Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung (Tabelle 6)
sL	mittlere Beladung der Straßenoberfläche mit einer Kornfraktion < 75 µm in g/m ²
W	mittleres Gewicht der Fahrzeugflotte in t,
p	Anzahl der Tage pro Jahr mit mehr als 1 mm Niederschlag
k_M	Kennzahl für die Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

Die nachfolgende Tabelle 6 enthält Berechnungsgrößen zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung nach VDI 3790, Blatt 4 [3].

Tabelle 6: Faktor k_{Kgv} zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung auf befestigten Fahrwegen

Korngröße [µm]	PM2,5	PM10	PM30
k_{Kgv}	0,15	0,62	3,23

Die Flächenbeladung s_L ist die Menge an Staub mit Korngrößen < 75 µm pro Flächeneinheit auf einem befestigten Fahrweg. Für die Flächenbeladung s_L gibt es folgende Anhaltswerte [3]:

Tabelle 7: Konventionswerte für verschiedene Flächenbelastungen

Verschmutzung s_L	Konventionswert in g/m^2
gering*	1
mäßig	5
hoch	60

* keine sichtbare Staubaufwirbelung durch Fahrzeuge auf trockenem Fahrweg

Niederschlag und Befeuchtung

Gemäß VDI 3790, Blatt 4 [3] ist die Befeuchtung von befestigten Fahrwegen primär als Maßnahme zur Reduzierung der Flächenbelastung s_L anzusehen und kann entsprechend über diese berücksichtigt werden.

Fahrgeschwindigkeit

Die Gleichung der VDI 3790, Blatt 4 [3] für befestigte Fahrwege bezieht sich auf eine Fahrgeschwindigkeit von ca. 30 km/h. Weiterhin wird für befestigte Fahrwege angegeben, dass bei einer Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit um jeweils ca. 10 km/h eine Kennzahl zur Maßnahmenwirksamkeit k_M von 0,2 angesetzt werden kann.

Kehren

Durch Kehren von befestigten Fahrwegen wird die Straßenverschmutzung dauerhaft entfernt. Gemäß VDI 3790, Blatt 4 [3] kann diese Maßnahme daher über die Reduzierung der Flächenbelastung s_L berücksichtigt werden.

Die Minderung staubförmiger Emissionen kann durch Kombination von Maßnahmen deutlich verbessert werden. Hierbei gilt zu beachten, dass jahresbedingt nicht alle Maßnahmen gleichermaßen umgesetzt werden können. Das Abspülen von Verkehrswegen in Frostperioden ist in der Regel nicht möglich, könnte aber für solche Zeiträume z.B. durch das Kehren ersetzt werden. In diesem Beispiel wird im Sinne der Berechnung für längere Zeiträume jedoch nicht die höhere Reduzierung, sondern eine zeitliche Kontinuität erreicht. Bei der Kombination von n verschiedenen Maßnahmen mit den Kennzahlen $k_{m,l}$ ($l = 1$ bis n) ergibt sich die Kennzahl als Summe aller Maßnahmen zu:

$$(1 - k_{m \text{ Gesamt}}) = \prod_{l=1}^n (1 - k_{m,l})$$

und somit:

$$k_{m \text{ Gesamt}} = 1 - \prod_{l=1}^n (1 - k_{m,l})$$

5.2.1.2 Materialumschlag

Bei der Aufnahme und beim Abkippen von Material entstehen diffuse Staubemissionen. Dazu zählen unter anderem:

- Aufnahme von Material mit dem Radlader oder Hydraulikbagger;
- Abgabe von Material auf die Siebanlage und den mobilen Brecher durch den Hydraulikbagger;
- Abkippen von Lkw bei der Verfüllung
- Umverteilung von Material mit dem Radlader auf der Deponie

Bei der Einschätzung der Staubneigung des Materials beim Umschlag muss gemäß VDI Richtlinie 3790, Blatt 3 [2] der Faktor $a = \sqrt{10^n}$ bestimmt werden. Dieser wird entsprechend dem optischen Erscheinungsbild beim Umschlag des Schüttgutes festgelegt, wobei die Tabellen im Anhang B der VDI Richtlinie 3790, Blatt 3 [2] Orientierungshilfen geben:

Tabelle 8: Werte für den Gewichtungsfaktor a

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	$\sqrt{10^0}$

Es kann davon ausgegangen werden, dass das überwiegend bindige Deponat, welches nicht mehr anderweitig zu Bauzwecke genutzt werden kann, erdfeucht angeliefert wird. Für die Berechnung des Staubneigungsfaktors (Gewichtungsfaktor zur Berücksichtigung der Stoffe hinsichtlich ihrer Neigung zum Stauben) wird gemäß VDI 3790, Blatt 3 somit angenommen:

$$\text{Verfüllung: } a = \sqrt{10^0}$$

Für den Betrieb der Siebanlage und des mobilen Brechers wird konservativ der Staubneigungsfaktor

$$a = \sqrt{10^3}$$

angenommen.

Die Schüttdichte schwankt stark mit der Zusammensetzung und dem Feuchtigkeitsgehalt und wird im vorliegenden Fall als mittlere Schüttdichte mit $\rho_s = 1,7 \text{ t/m}^3$ angenommen.

Hinweis: Die mittlere Schüttdichte von Erde & Steine schwankt zwischen 1,5 - 1,8 t/m³. Die mittlere Schüttdichte von Kies schwankt zwischen 1,5 - 1,9 t/m³

5.2.1.3 Emissionsfaktoren für Umschlagvorgänge

Bei der Aufnahme des Guts ist mit Staubemissionen zu rechnen, deren Höhe in erster Näherung jedoch nicht proportional einer geförderten Masse ist, sondern vor allem von der Verfahrensweise abhängt.

Für die Berechnung der Emissionsfaktoren für die Umschlagvorgänge sind die folgenden mathematischen Beziehungen gemäß VDI 3790, Blatt 3 [2] zu berücksichtigen.

Individueller Emissionsfaktor für die Aufnahme von Schüttgütern:

$$q_{Auf} = q_{Norm} * \rho_s * k_u \left[\frac{g}{t_{Gut}} \right]$$

Individueller Emissionsfaktor für den Abwurf von Schüttgütern:

$$q_{Ab} = q_{Norm,korr} * \rho_s * k_u \left[\frac{g}{t_{Gut}} \right]$$

mit:

$$q_{Norm,korr} = q_{Norm} * \left(\frac{H_{frei} + H_{Rohr} * k_{Reib}}{2} \right)^{1,25} * 0,5 * k_{Gerät} \left[\frac{g}{t_{Gut}} * \frac{m^3}{t} \right]$$

wobei

q_{Norm}	normierter Emissionsfaktor in $g/t_{Gut} * m^3/t$
ρ_s	Schüttdichte in t/m^3 gemäß Anhang B der VDI 3790, Blatt 3
k_u	Umweltfaktor (dimensionslos) gemäß Tabelle 6 der VDI 3790, Blatt 3 [2]
$k_{Gerät}$	empirischer Korrekturfaktor gemäß Tabelle 4 der VDI 3790, Blatt 3 [2]
H_{frei}	freie Fallhöhe in m , vertikaler Fallweg des Guts nach dem Verladen eines Ladegeräts
H_{Rohr}	Höhendifferenz in m , vertikaler Höhenunterschied, den das Gut im Beladerohr oder auf einer Rutsche zurücklegt
k_{Reib}	Faktor zur Berücksichtigung von Neigung und Reibung im Rohr (dimensionslos) gemäß Tabelle 5 der VDI 3790, Blatt 3 [2]
$q_{Norm,korr}$	normierter, korrigierter Emissionsfaktor in $g/t_{Gut} * m^3/t$. Auf die tatsächliche Abwurfhöhe und die Umschlagart korrigierter Emissionsfaktor q_{Norm}

Dabei gilt:

$H_{Rohr} > 0$	nur für Schüttrohre ohne Beladepfopf und für Rutschen
$H_{Rohr} = 0$	für alle anderen Verfahren

Die Emissionsfaktoren q_{Norm} aus den aufgeführten Gleichungen können aus dem Diagramm in Bild 7 aus der VDI 3790, Blatt 3 [2] unter Verwendung der Aufnahmemethode und in Abhängigkeit von der Neigung des jeweiligen Stoffs zum Stauben abgelesen werden. Alternativ können auch die untenstehenden Gleichungen zur Berechnung der Emissionsfaktoren q_{Norm} für ein diskontinuierliches und kontinuierliches Abwurfverfahren verwendet werden. In diesem Fall sind adäquate Abwurfmassen sowie der Gewichtungsfaktor a anzusetzen.

Bei diskontinuierlichen Abwurfverfahren gilt:

$$q_{Norm} \approx a * 2,7 * M^{-0,5} \left[\frac{g}{t_{Gut}} * \frac{m^3}{t} \right]$$

Bei kontinuierlichen Abwurfverfahren gilt:

$$q_{Norm} \approx a * 83,3 * \dot{M}^{-0,5} \left[\frac{g}{t_{Gut}} * \frac{m^3}{t} \right]$$

wobei

a	Gewichtungsfaktor gemäß Tabelle 8
M	Abwurfmasse diskontinuierlicher Verfahren in t/Hub
\dot{M}	Massenstrom kontinuierlicher Absetzverfahren in t/h

5.2.1.4 Staubemission durch Winderosion

Unter Winderosion versteht man den Abtrag, Transport und die Ablagerung von Bodenmaterial durch die Schubkräfte des Windes. Der Wind kann hauptsächlich an Flächen angreifen, die nicht bewachsen, nicht befestigt und ungeschützt dem Wind ausgesetzt sind.

Der Transport von Bodenpartikeln durch den Wind erfolgt durch drei unterschiedliche Prozesse. Durch Reptation werden besonders große Partikel an der Oberfläche transportiert. Der Begriff der Saltation beschreibt den springenden Transport bis in Höhen von wenigen dcm. Bei freiwerdendem Material von leicht erodierbaren Flächen (Abrasion), können Partikel losgelöst werden und mit dem Wind abtransportiert werden (Suspension).

Der Staubabtrag bei der offenen Lagerung von Schuttgütern kann mit Hilfe der VDI Richtlinie 3790, Blatt 3 [2] berechnet werden:

$$\bar{q}_L = \sum_{i=1}^n 5 * \left(0,1 * \frac{v_{Wi}^2}{d_{50} * \rho_k * k_f * \tan \alpha} - 1 \right)^{1,60} * \frac{\omega_i}{100}$$

wobei

\bar{q}_L	flächenbezogener Emissionsfaktor in $g * m^{-2} * h^{-1}$ (Jahresmittelwert)
v_{Wi}	Windgeschwindigkeit in m/s mit der Häufigkeit ω_i in %
d_{50}	mittlere Korngröße in mm
ρ_k	Korndichte in g/cm^3

k_f Korrekturfaktor für die Materialfeuchte zwischen $k = 1$ (trocken) und $k = 3$ (feucht, sofern Feuchtigkeit $> 3\%$)

α Böschungswinkel der Schüttung

Nennenswerte Emissionen von Haldenoberflächen treten erst bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten auf. Unterhalb einer Spitzengeschwindigkeit von 5 m/s (gemessen in 10 m Höhe) treten keine nennenswerten Winderosionen auf. Da hohe Windgeschwindigkeiten häufig mit Niederschlägen (Frontdurchgänge) verbunden sind, verringert sich der jahresdurchschnittliche emissionswirksame Anteil an Erosion. Bei Jahresmittelwerten der Windgeschwindigkeit von unter 2 bis 3 m/s (in 10 m Höhe), kann der Anteil der Winderosion gemäß VDI 3790, Blatt 2, an der Gesamtemission vernachlässigt werden. Die mittlere Windgeschwindigkeit am Standort beträgt 3,2 m/s in 10 m Höhe (s. Anlage 3) sodass die auftretenden Staubemissionen durch Winderosionen der Haldenoberflächen vernachlässigt werden können. Zudem erfolgt der Deponiebau zu großen Anteilen in Tieflage und die Randflächen der Deponie sind bereits mit einer kleinen Verwallung (1 bis 2 m) versehen. Der Wall ist mit Gehölzen bestanden. Die Gehölze schirmen die aktiven Betriebsflächen und damit auch die Halden hinsichtlich Erosionen ab.

5.2.1.5 Staubemissionen aus der Bearbeitung

Ein geeigneter Ansatz zur Berücksichtigung der Staubemissionen aus Brech- und Siebmaschinen ist in der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 1 [6] und der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 [2] nicht gegeben. Es liegt daher im Ermessensbereich des Gutachters, einen geeigneten Ansatz zu wählen. Eine Möglichkeit ist die Berücksichtigung eines zusätzlichen kontinuierlichen Abwurfs des Materials mit einer Abwurfhöhe von z.B. 0,5 m.

Ein weiteres Hilfsmittel zur Beurteilung der Staubemissionen aus der Behandlung von Materialien ist die BUBE-Online Fachhilfe [7] aus dem Jahr 2006. In diesem Hilfsmittel sind für das Brechen/Schreddern und Sieben Emissionsfaktoren angegeben. In der folgenden Tabelle 9 werden die Emissionsfaktoren für die Brech- und Siebvorgänge von trockenen Materialien angegeben.

Tabelle 9: Emissionsfaktoren beim Brechen und Sieben in kg/t nach BUBE-Online [7]

Verfahren - Art	Emissionsfaktor in kg/t
Brechen / Vorbrechen von festen nassen Stoffen	0,005
Brechen / Vorbrechen von festen trockenen Stoffen	0,025
Sieben / Klassifizieren von festen nassen Stoffen	0,003
Sieben / Klassifizieren von festen trockenen Stoffen	0,015
Nachbrechen von festen nassen Stoffen	0,03
Nachbrechen von festen trockenen Stoffen	0,015

Im vorliegenden Fall wird konservativ die Aufbereitung des Deponats der Emissionsfaktor für das Brechen von trockenen Stoffen herangezogen.

5.3 Berechnung der Staubemissionsmassenströme für den Betrieb der Anlage

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Emissionsparameter zur Berechnung der Staubemissionsmassenströme für die Umschlagvorgänge auf dem Betriebsgelände sowie auch die Fahrvorgänge auf dem Betriebsgelände aufgeführt.

In der VDI 3790, Blatt 3 [2] werden nur Formeln zur Berechnung des Gesamtstaubes angegeben, nicht aber für PM10 und PM2,5. Nach der VDI 3790, Blatt 3 [2] sind Stäube Verteilungen fester Stoffe in Gasen und weisen einen Durchmesser von bis zu 500 µm auf.

Zur Beurteilung des Anteils an Feinstaub in den Fraktionen PM10 und PM2,5 am Gesamtstaub (TSP, ggf. auch PM30) wird die Veröffentlichung „Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen 2013, Revision 1“ [8] herangezogen.

Die folgende Tabelle 10 gibt auszugsweise aus [8] die Verhältnisse zwischen den Korngrößenfraktionen in den Staubemissionen verschiedener Prozesse wieder.

Tabelle 10: Korngrößenverteilung bezogen auf TSP bzw. PM30

Sektor / Emissionsquelle / Aspekt	TSP	PM30	PM10	PM2,5	Literaturquelle
Straßen mit nicht staubendem Belag					
generell	k.A.	100 %	19 %	4,7 %	[AP-42 13.02.01 2011]
Reifenabrieb	100 %	k.A.	60 %	42 %	[Schmidt 2011], aus [EMEP/CORINAIR 2007]
Bremsabrieb	100 %	k.A.	98 %	39 %	[Schmidt 2011], aus [EMEP/CORINAIR 2007]
Straßen mit staubendem Belag und off-road Straßen					
Unbefestigte Straßen generell	k.A.	100 %	30 %	3 %	[VDI 3790, 3], [AP-42 13.02.02 2006]
Abfallwirtschaft					
Staubende Abfälle/Materialumschlag auf Deponien	100 %	k.A.	47 %	15 %	[Umweltbundesamt, 2011], aus [Winiwarter 2007]

Die in Tabelle 10 angegebenen Korngrößenverteilungen sind überschätzend für die nach VDI 3790, Blatt 3 [2] berechnete Gesamtstaubemission.

Die Ausbreitungsrechnung für eine Korngrößenklasse ist mit dem Emissionsmassenstrom der betreffenden Korngrößenklasse durchzuführen. Für die Berechnung der Deposition des gesamten Staubes sind die Depositionswerte der Korngrößenklassen zu addieren. Die Einzelwerte der Konzentration für PM10 bestehen aus der Summe der Einzelwerte der Konzentration der Korngrößenklassen 1 und 2. Somit wird Partikel (PM10) durch die Korngrößenklassen 1 und 2; die Einzelwerte der Konzentration von Partikel (PM2,5) werden durch die Korngrößenklasse 1 repräsentiert.

Die Korngrößenverteilung der einzelnen Quellen ist nicht bekannt. Für die Umschlagvorgänge wird daher der Anteil des Feinstaubes < 10 µm (PM10) mit 25 % an den Gesamtstaubemissionen, der Feinstaubanteil < 2,5 µm (PM2,5) mit 5 % an den Gesamtstaubemissionen angesetzt [8].

Tabelle 11: Angesetzte Partikelgrößenverteilung der diffusen Gesamtstaub-Emissionen

Partikelgröße [µm]	Klassifizierung	Anteil [%]
≤ 2,5	PM2,5	5
≤ 10	PM10	25
> 10	> PM10	75

Nach Anhang 2 der TA Luft [1] entsprechen die in Tabelle 11 angegebenen Klassifizierungen der Partikelgrößen die folgenden Staubklassen:

Tabelle 12: Staubklassenzuordnung nach Anhang 2 der TA Luft [1]

Staubklasse nach TA Luft	Bezeichnung	Anteil [%]
1	pm-1	5
2	pm-2	25
3, 4	pm-u	75

Bei einer Überschreitung der Bagatellgrenzen ist in der Regel die Bestimmung der Immissionskenngrößen im Genehmigungsverfahren für Schadstoffe, für die Immissionswerte in den Nummern 4.2 bis 4.5 festgelegt sind, erforderlich. Sie kann entfallen, wenn die Vorbelastung nach Ziffer 4.6.2.1 der TA Luft [1] gering ist oder die Zusatzbelastung nach Ziffer 4.2.2, 4.4.1, 4.4.3 und 5.5.2 der TA Luft [1] irrelevant ist.

5.3.1 Emissionen durch Umschlagvorgänge

Die Anlieferung des Verfüllmaterials erfolgt per Lkw von der Einmündung der K 29 über die interne Erschließungsstraße auf der Deponie. In Absprache mit dem Auftraggeber werden konservativ von 20 Anlieferungen von Deponat mit Lkw ausgegangen. Damit ergeben sich bei

300 Betriebstagen ca. 6.000 Fahrten pro Jahr. Die Anlieferung des Verfüllmaterials erfolgt Montag bis Freitag von 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr und Samstag von 07:00 bis 16:00 Uhr.

Bei einem Schaufelinhalt des Radladers von 4,5 m³ und des Hydraulikbaggers von 1,5 m³ sowie einer mittleren Schüttdichte von 1,7 t/m³ ergibt sich eine mittlere Abwurfmasse des Radladers von 7,7 t und des Hydraulikbaggers von 2,6 t pro Abwurf.¹

Schlussendlich wird nach Absprache mit dem Auftraggeber angenommen, dass 30.000 t/a des anliefernden Deponats behandelt wird. Die restlichen 55.000 t Deponat im Jahr werden zur direkten Verfüllung verbracht. Weiterhin wird in Absprache mit dem Auftraggeber angenommen, dass abgekippte Deponat mit der Planierraupe verteilt wird und der Radlader nur überwiegend zur Umlagerung der Materialien zum Einsatz kommt. Es wird konservativ angenommen, dass 60% der Materialien umgelagert werden.

Die verwendeten Eingangsdaten zur Abschätzung der Emissionen durch die Umschlagvorgänge auf dem Betriebsgrundstück sind in Tabelle 13 dargestellt:

Tabelle 13: Eingangsdaten für die Prozessschritte bei der Aufnahme und Abwurf von Schuttgütern

	Abwurf- masse M [t/Hub] bzw. [t/h]	q _{norm} [g/t _{gut} * m ³ /t]	k _U -	ρ _s [t/m ³]	k _{Ge- rät} -	H _{frei} -	k _H -	q _{norm,kor r} [g/t _{gut} * m ³ /t]	q/a [g/t _{gut}]
Abwurf Lkw zur direkten Verfüllung	14,2	0,72	0,9	1,7	1,5	1,5	0,70	0,38	0,57
Aufnahme Radlader der direkten Verfüllung	100	0,27	0,9	1,7	-	-	-	-	0,41
Abwurf Radlader der direkten Verfüllung	7,7	0,97	0,9	1,7	1,5	1,5	0,70	0,51	0,78
Abwurf Lkw zur Behandlung	14,2	0,72	0,9	1,7	1,5	1,5	0,7	0,38	0,57
Aufnahme Hydraulikbagger zur Behandlung	100	0,27	0,9	1,7	-	-	-	-	0,41
Abwurf Hydraulikbagger zur Siebanlage	2,6	1,67	0,9	1,7	1,5	0,5	0,18	0,22	0,34
Kontinuierlicher Abwurf Siebmaschine zum Brecher	300	152,08	0,9	1,7	1,0	0,5	0,18	13,44	20,57
Kontinuierlicher Abwurf m Brecher	300	152,08	0,9	1,7	1,0	1,0	0,42	31,97	48,92
Aufnahme Radlader des gebrochenen Deponats	100	0,27	0,9	1,7	-	-	-	-	0,41
Abwurf Radlader des gebrochenen Deponats	7,7	0,97	0,9	1,7	1,5	1,5	0,7	0,51	0,78

Daraus ergeben sich die in der Tabelle 14 zusammengestellten Emissionen für die Umschlagvorgänge:

Die Zutrimmung des Deponats zur Verfestigung mit der Planierraupe wird nicht als Emissionsquelle angenommen. Dagegen wird konservativ angenommen, dass 60% des Deponats zur direkten Verfüllung mit dem Radlader umgelagert wird.

Tabelle 14: Staubemissionen durch die Umschlagvorgänge von Schüttgütern

Emissionsrelevanter Vorgang	Gesamtstaubemission [kg/a]	Emission [kg/h] TA Luft-Staubklassen		
		PM-1	PM-2	PM-u
Abwurf Lkw zur direkten Verfüllung	32	0,0004	0,0016	0,0061
Aufnahme Radlader der direkten Verfüllung	14	0,0002	0,0007	0,0026
Abwurf Radlader der direkten Verfüllung	26	0,0003	0,0013	0,0049
Abwurf Lkw zur Behandlung	17	0,0002	0,0009	0,0033
Aufnahme Hydraulikbagger zur Behandlung	12	0,0059	0,0236	0,0885
Abwurf Hydraulikbagger zum mobilen Brecher	10	0,0049	0,0194	0,0728
Kontinuierlicher Abwurf m. Brecher zur Siebmaschine	617	0,2938	1,1753	4,4072
Kontinuierlicher Abwurf der Siebmaschine	1.468	0,0688	2,7952	104822
Aufnahme Radlader des gebrochenen Deponats	12	0,0059	0,0236	0,0885
Abwurf Radlader des gebrochenen Deponats	12	0,0056	0,0223	0,0835

5.3.2 Emissionen aus dem Fahrverkehr

Die Beurteilung von Fahrten auf den unbefestigten Fahrwegen auf dem Betriebsgelände können gemäß VDI 3790 Blatt 3 [2] bestimmt werden. Dabei findet auch die Anzahl an Tagen mit natürlichem Niederschlag über 1 mm Anwendung.

Es werden die fahrbedingten Staubemissionen, inklusive der Aufwirbelung durch die Fahrbewegung, des Motorabgases und des Bremsen- und Reifenabriebs berechnet.

Die einfache Fahrstrecke des anliefernden und abholenden Verkehrs (Lkw) zum Betriebsgelände wird 345 m abgeschätzt. Auf dem Betriebsgelände wird eine Fahrstrecke des Lkw zur direkten Verfüllung konservativ mit 600 m angenommen. Der Fahrstrecke der anliefernden Lkw zur Behandlung des Deponats wird mit 200 m angenommen. Die einfache Fahrstrecke für die Beschickung der mobilen Brechanlage wird mit 10 m angenommen. Für sonstige interne Fahrten (Zutrimmung) wird konservativ eine Fahrstrecke von 100 m abgeschätzt und für die Zutrimmung des gebrochenen Deponats wird eine Fahrstrecke von 500 m angenommen.

Der Schaufelinhalt der mobilen Einsatzgeräte wird mit 4,5 m³ (Radlader) bzw. 1,5 m³ (Hydraulikbagger) angenommen. Bei einer Dichte des Schüttguts von 1,7 t/m³ errechnen sich ca. 7,7 t bzw. 2,6 t Material pro Umschlagvorgang auf dem Betriebsgelände.

Die Staubemissionen durch Fahrbewegungen auf dem sind in der folgenden Tabelle 15 dargestellt.

Tabelle 15: Staubemissionen durch Transportvorgänge des Anliefer- und Abholverkehrs, sowie der mobilen Einsatzgeräte auf dem Betriebsgelände

Emissionsrelevanter Vorgang	W	q _{UF}	q _{UF}	q _{UF}	Fahrten pro Jahr	Fahrweg [m]	Emissionen PM2,5 [kg/h]	Emissionen PM10 [kg/h]	Emissionen PM30 [kg/h]
		PM2,5	PM10	PM30					
	[t]	[g/km]	[g/km]	[g/km]					
Anlieferung Lkw Verfüllung (befestigte Straße)	40	19,5	196,1	770,6	3.873	600	0,0116	0,1052	0,3424
Rückfahrt Lkw (befestigte Straße)	20	14,3	143,5	564,1	3.873	600	0,0085	0,0770	0,2506
Anlieferung Lkw Verfüllung (Deponie)	40	19,5	196,1	770,6	2.113	200	0,0021	0,0191	0,0623
Rückfahrt Lkw Verfüllung (Deponie)	20	14,3	143,5	564,1	2.113	200	0,0015	0,0140	0,0456
Fahrverkehr Radlader Verfüllung	23	15,2	152,8	600,8	4.286	100	0,0017	0,0151	0,0492
Fahrverkehr Radlader gebrochenes Deponat	23	15,2	152,8	600,8	2.338	500	0,1482	1,3405	4,3629
Beschickung mobiler Brecher	35	18,4	184,6	725,7	5.769	10	0,0088	0,0799	0,2601

5.3.3 Emissionen aus der Behandlung von Materialien

Gemäß Kapitel 5.2.1.5 Tabelle 9 werden die Emissionsfaktoren zum Brechen sowie zum Sieben/Klassifizieren von Gestein auf die Aufbereitung des Deponats angewendet. Bei einer Durchsatzleistung der mobilen Aufbereitungsanlagen von 30.000 t/a ergeben sich konservativ an Gesamtstaub insgesamt 750 kg/a für den Brecher und 450 kg/a für die Siebmaschine.

5.3.4 Emissionen aus den Motoren

Die Motoremissionen aus den Transportfahrzeugen können nach HBEFA 4.2 [9] abgeschätzt werden. Zur Beschreibung der Fahrweise auf dem Betriebsgelände wurden die Verkehrssituation „Agglo/Erschließung/30/Stop&Go“ berücksichtigt. Als Bezugsjahr wurde das Jahr 2020 angesetzt (konservative Annahme, da in Zukunft mit geringeren Emissionen zu rechnen ist).

Für die während des Betriebes von laufenden Motoren ausgehenden Partikelemissionen an PM wird gemäß HBEFA 4.2 ein Emissionsfaktor von 0,08192 g/km für den Lkw Verkehr angenommen. Innerörtliche stop&go Situationen stellen das von HBEFA vorgehende worst-case-Verkehrsszenario dar – die so berechnete Staubemissionen kann damit als konservative Abschätzung angesehen werden. Für den Betrieb des Radladers wird im Sinne einer konservativen Abschätzung ein dreifach höherer Emissionsfaktor von 0,24576 g/km angesetzt. Die Emissionsansätze und die berechneten motorbedingten Staubemissionen sind in der Tabelle 16 zusammengefasst:

Tabelle 16: Abschätzung der motorbedingten Staubemissionen

Emissionsrelevanter Vorgang	Gesamtkilometer [km]	Motoremissionen [g/km]	Emissionen [kg/a]
Fahrvorgänge LKW	9.210	0,08192	0,8
Fahrvorgänge Radlader/Hydraulikbagger	1.655	0,24576	0,4

Die motorbedingten Partikelemissionen für den schweren Nutzverkehr (Snf) bewegen sich mehr als drei Größenordnungen unter dem der verkehrsbedingten Staubaufwirbelung. Die motorbedingten Partikelemissionen können daher vernachlässigt werden.

Als weiterer potenziell relevanter Schadstoff werden aus den Motoren Stickoxide (NO_x) emittiert. Der für den schweren Nutzverkehr resultierende Emissionsfaktor beträgt nach [9] 6,9 g/km. Für den Betrieb des Radladers wird im Sinne einer konservativen Abschätzung ein dreifach höherer Emissionsfaktor angesetzt. Damit ergeben sich unter Zugrundelegung der in Tabelle 16 aufgezeigten Gesamtkilometer insgesamt ca.98 kg/a NO_x-Emissionen. Bezogen auf die Betriebszeit der Deponie entspricht die NO_x-Emissionen weniger als 0,1 kg/h. Damit liegt der Massenstrom der diffusen NO_x-Emissionen weit unter dem zugehörigen Bagatellmassenstrom der TA Luft (1,5 kg/h). Nach Nr. 4.1 c) der TA Luft ist daher die Ermittlung der NO₂-Zusatzbelastung nicht erforderlich.

5.4 Zusammenfassung und Beurteilung der Emissionen

In der Tabelle 17 sind die aus Kapitel 5.3 berechneten Emissionen für alle Emissionsquellen angegeben.

Tabelle 17: Gesamtstaubemissionen aus der Anlage im derzeitigen und geplanten Betrieb

Emissionsrelevanter Vorgang	Gesamtemissionen	
	[kg/a]	[kg/h]
Fahrverkehr	6.105	0,70
Umschlag von Schuttgütern	2.219	0,25
Aufbereitung	1.200	0,14

Die ermittelten diffusen Staubemissionsmassenströme liegen je Jahresstunde bei 1,1 kg/h im geplanten Betrieb. Der Emissionsmassenstrom liegt damit bereits im Jahresmittel und daher auch in der Kalenderwoche mit den aus lufthygienischer Sicht ungünstigsten Betriebsbedingungen über dem Bagatellmassenstrom (gemäß Nr. 4.6.1.1 der TA Luft [1]) für diffuse Staubemissionen von 0,1 kg/h. Daher ist eine Betrachtung der Zusatzbelastung für Gesamtstaub notwendig, sodass geprüft werden kann, ob die Irrelevanzkriterien bzw. Immissionswerte der TA Luft [1] eingehalten werden können. Der Bagatellmassenstrom für gefasste Quellen wird gemäß Nr. 4.6.1.1 der TA Luft [1] unterschritten.

6 Staubimmissionsprognose

6.1 Ausbreitungsmodell

Rechenmodell

Die Ausbreitungsrechnung wird mit der Software LASAT V3-4-24 [10] durchgeführt. Die während des Rechenlaufs der Ausbreitungsrechnung erzeugte Protokolldatei ist in Anlage 2 beigefügt. LASAT (Lagrange Simulation von Aerosol-Transport) ist ein Modell zur Berechnung der Ausbreitung von Spurenstoffen in der Atmosphäre. LASAT ist ein Episodenmodell, d.h. es berechnet den zeitlichen Verlauf der Stoffkonzentration in einem vorgegebenen Rechengebiet, wobei alle für die Ausbreitung wichtigen Größen als Zeitreihe vorgegeben werden. Bei einer Ausbreitung wird für eine Gruppe repräsentativer Stoffteilchen der Transport und die turbulente Diffusion durch einen Zufallsprozess simuliert.

Bei der Berechnung mit LASAT erfolgt die Ausbreitungsrechnung mit einem Lagrange'schen Partikelmodell zur Bestimmung der Konzentrationsverteilung einer jeden Jahresstunde nach VDI 3945, Blatt 3 [11]. Dabei wird die Bewegung der Partikel im Rechengitter simuliert. Das Ergebnis ist hinsichtlich seiner statistischen Sicherheit von der Anzahl der Simulationsteilchen anhängig. Durch die Auswahl einer ausreichend hohen Qualitätsstufe (hier: Quellstärke 8 Partikel pro Sekunde), wird die Anzahl der Simulationspartikel vergrößert und die statistische Unsicherheit reduziert.

Rechengebiet

Die Größe des Rechengebiets wird mit 4.000 m (x-Richtung) x 4.000 m (y-Richtung) gewählt. Es genügt damit den Anforderungen der TA Luft [1] Nr. 4.6.2.5, wonach das Rechengebiet einen Radius vom 50-fachen der Schornsteinhöhe bzw. im vorliegenden Fall bei Quellhöhen < 20 m einen Radius von mindestens 1 km haben soll. Die Ausdehnung des Rechengebiets wurde so gewählt, dass der Standort der Meteorologie im Rechengebiet enthalten ist. Die Zellgröße beträgt 5 m x 5 m. Ort und Betrag der Immissionsmaxima und die Höhe der Zusatzbelastung an den relevanten Immissionsorten können bei diesem Ansatz mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden.

Das Vertikalgitter in Bodennähe wurde mit 3 m Schritten aufgelöst. Die Konzentration an den Aufpunkten wurde als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden berechnet, sie ist damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur.

Die so für das Volumen einer Berechnungszelle berechneten Mittelwerte gelten als Punktwerte für die darin enthaltenden Aufpunkte.

Modellierung der Emissionsquellen

Im Sinne der räumlichen Abbildung in der Ausbreitungsrechnung werden folgende Emissionsquellen bzw. Quellbereiche (Tabelle 18 und Abbildung 4) definiert:

Tabelle 18: Bezeichnung der Staubemissionsquellen und Art der Quelle

Nr.	Bezeichnung/Beschreibung	Quellentyp
Q1	Verkehrsfläche Lkw befestigte Straße	Linienquelle
Q2	Verkehrsfläche Lkw/Baumaschinen Betriebsgelände	Linienquelle
Q3	Verkehrsfläche Lkw/Baumaschinen zum Brecher	Linienquelle
Q4	mobiler Brecher/mobile Siemaschine	Flächenquelle
Q5	Umschlagvorgänge Lkw/Baumaschinen	Flächenquelle

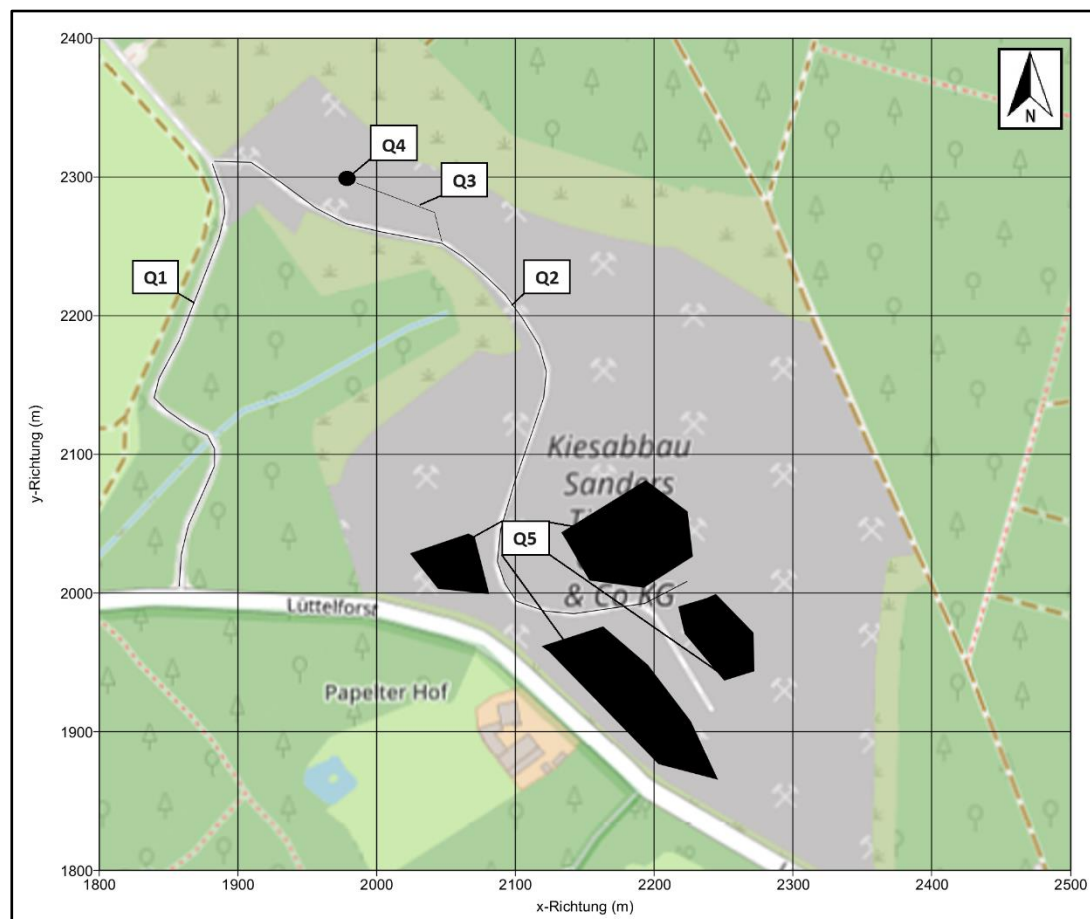


Abbildung 4: Karte mit Position der Staubemissionsquellen. Ausschnitt (700 m x 600 m), Kartengrundlage © OpenTopoMap

Bei der Ausbreitungsrechnung für Stäube sind Depositionen (Anhaften eines Staubteilchens, sobald es eine Oberfläche berührt) und Sedimentation (Absinken der Staubteilchen aufgrund der Gravitation) zu berücksichtigen.

Zur Modellierung der Depositionseigenschaften für die Immissionsprognose gemäß Anhang 2 der TA Luft [1] werden die Depositionsparameter gemäß Tabelle 19 verwendet. Die Berechnungsergebnisse basieren auf der Modellierung der trockenen und nassen Deposition.

Der nach unten gerichtete Massenstrom am Erdboden auf Grund trockener Deposition F_d hängt von der Spurenstoffkonzentration über dem Erdboden c_0 ab:

$$F_d = v_d * c_0.$$

Die nasse Deposition F_w wird proportional zur gesamten Spurenstoffmasse in der Luftsäule über dem Ort (x, y) gesetzt (in der Gleichung werden zur Vereinfachung der Lesbarkeit die Orts- und Zeitvariablen weggelassen):

$$F_w = \Lambda * \int_0^{\infty} c(z) dz$$

Diesem Ansatz liegt die Vorstellung zu Grunde, dass ein Regentropfen nach dem Verlassen der Regenwolke beim Fall durch die Spurenstoffwolke den Spurenstoff irreversibel und proportional zur Konzentration des Spurenstoffes in der Luft absorbiert und am Erdboden deponiert. Der Proportionalitätsfaktor hat die Dimension einer inversiven Zeit und wird als Auswaschrates Λ bezeichnet. Die Auswaschrates berechnet sich wie folgt:

$$\Lambda = c_w (I/I_r)^{\alpha_w} * \Lambda_r$$

Hierbei ist I die Niederschlagsintensität in mm/h , $I_r = 1 mm/h$ die Referenzniederschlagsintensität, $\Lambda_r = 1/s$ die Referenz-Auswaschrates und c_w der Auswaschfaktor.

Die Depositionsparameter für Stäube betragen wie folgt:

Tabelle 19: Depositionsparameter für Stäube

Klasse	Korngröße [μm]	Sedimentationsgeschwindigkeit [m/s]	Depositionsgeschwindigkeit [m/s]	Auswaschfaktor [1/s]	Auswaschexponent -
1	kleiner 2,5	0,00	0,001	$0,3 * 10^{-4}$	0,8
2	2,5 bis 10	0,00	0,01	$1,5 * 10^{-4}$	0,8
3	10 bis 50	0,04	0,05	$4,4 * 10^{-4}$	0,8
4	größer 50	0,15	0,20	$4,4 * 10^{-4}$	0,8
unbekannt	-	0,06	0,07	$4,4 * 10^{-4}$	0,8

Die (Gesamt-) Deposition d ergibt sich aus der Summe der nassen und trockenen Deposition.

Zeitliche Charakteristik der Emissionen

Die Emissionen werden mit der Ausnahme der vernachlässigbar zu den Gesamtemissionen beitragenden und daher nicht mitberücksichtigten Winderosionen ausschließlich während der Betriebszeit der Anlage werktags (Mo - Fr: 07:00 bis 20:00 Uhr) und Samstag 07:00 bis 16:00 Uhr freigesetzt. Daher werden als mögliche Emissionszeit für den Betrieb der Anlage 300 Tage im Jahr angesetzt.

Für den Betrieb des mobilen Brechers und der mobilen Siebmaschine werden bei einer maximalen Durchsatzleistung von 300 t/h insgesamt 30 Tage² im Jahr mit einer Betriebszeit von 3,5 Stunden pro Tag angesetzt.

Rauigkeitslänge

Die Rauigkeitslänge beschreibt die Unebenheit der Erdoberfläche und wird angegeben, um die Wirkung der Bodenreibung zu beschreiben. Die Rauigkeit wird durch bodennahe Hindernisse wie z.B. Sträucher, Bäume und Gebäude erhöht. Eine geringe Rauigkeit besitzen demnach bedeckungsfreie Flächen wie z.B. Seen, Wiesen oder Flugplätze.

Für die mittlere Rauigkeitslänge z_0 weist die TA Luft [1] in Anhang 2, Tabelle 15 neun Klassenwerte 0,01 m bis 2,00 m zu. Um die Bodenrauigkeit im Untersuchungsgebiet abzuleiten, werden die Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters (engl. „**C**oordination of **I**nformation on the **E**nvironment“) verwendet.

Gemäß TA Luft ist die mittlere Rauigkeit im Umkreis vom 10-fachen der höchsten Emissionsquelle (mindestens jedoch 10 m) zu verwenden. Setzt sich ein Gebiet aus Flächenstücken mit unterschiedlicher Bodenrauigkeit zusammen, so ist die mittlere Rauigkeitslänge durch arithmetische Mittelung mit Wichtung entsprechend dem jeweiligen Flächenanteil zu bestimmen und anschließend auf den nächstgelegenen Tabellenwert aus der TA Luft, Anhang 2 zu runden.

Die auf Basis von Geländenutzungsdaten errechneten und auf den nächstgelegenen Tabellenwert gerundete mittlere Rauigkeitslänge wird unter Berücksichtigung aller Emissionsquellen auf $z_0 = 0,5 \text{ m}$ festgelegt.

Die Verdrängungshöhe d_0 ergibt sich nach Nr. 9.6 in Anhang 2 der TA Luft und gibt an, wie weit die theoretischen Profile aufgrund von Bewuchs oder Bebauung in der Vertikalen z zu verschieben sind. Die Verdrängungshöhe ist als das 6-fache der Rauigkeitslänge z_0 anzusetzen, bei dichter Bebauung als das 0,8 fache der mittleren Bebauungshöhe. Im vorliegenden Fall ergibt sich die Verdrängungshöhe aus z_0 zu $d_0 = z_0 * 6$. Unterhalb von d_0 ist die Windgeschwindigkeit bis zum Wert Null bei $z = 0$ linear zu interpolieren; alle anderen meteorologischen Parameter sind konstant zu halten.

² Die Betriebszeit des mobilen Brechers und der Siebmaschine wird auf das repräsentative Jahr verteilt.

6.2 Weitere Eingangsgrößen

Berücksichtigung von Bebauung und Gelände

Bebauung:

Die Berücksichtigung der Gebäude im Rahmen einer Ausbreitungsrechnung erfolgt gemäß TA Luft in Abhängigkeit der Parameter Quellhöhe (bzw. Schornsteinhöhe), Gebäudehöhe und den entsprechenden Abständen zwischen Quellen und Gebäuden. Für den Fall boden- und gebäudenaher sowie diffuser Emissionen sind in der TA Luft keine Regelungen getroffen, so dass eine eindeutige Vorgehensweise aus dem Anhang 2 der TA Luft nicht abgeleitet werden kann.

In der vorliegenden Immissionsprognose finden hauptsächlich bodennahe diffuse Emissionen statt und diese beschränken sich auf die Fläche, die durch das Betriebsgelände begrenzt ist.

Gebäudeeinflüsse führen bei bodennahen Emissionen zu zusätzlicher Verdünnung durch Turbulenz an Gebäudekanten. Im Sinne einer konservativen Betrachtungsweise werden die Gebäude nicht modelliert.

Gelände:

In Abbildung 5 wird die Geländehöhe des Rechengebiets mit der Angabe des Anemometerstandort aufgeführt. Das Betriebsgrundstück liegt südöstlich Gemeinde Lüttelforst. Die Deponie befindet sich selbst in ca. 75 m Höhe ü. NN. In direkter Umgebung der Deponie ist das Gelände wenig strukturiert. Das Gelände wird in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt.

Das mit dem mesoskaligen Windfeldmodell LPRWND berechnete Windfeld hat eine maximale Divergenz von 0,007 und erfüllt somit die Anforderungen an die Divergenzfreiheit nach VDI 3783, Blatt 13 [12] (maximale zulässige Divergenz = 0,050). Eine Überprüfung mit einem erheblich aufwändigerem prognostischen Windfeldmodell erscheint daher aus gutachterlicher Sicht für nicht verhältnismäßig.

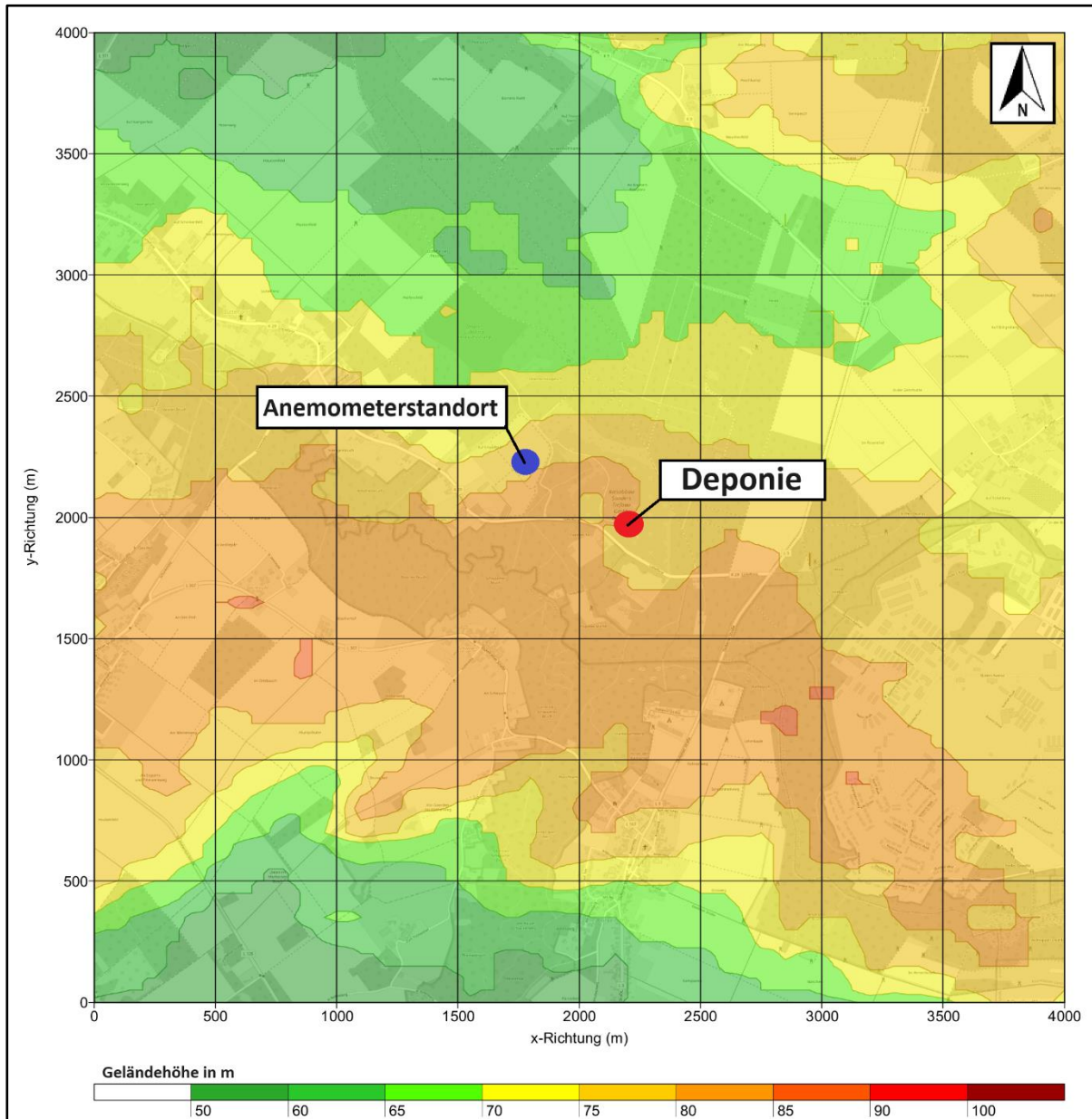


Abbildung 5: Geländedarstellung, Anlagenstandort (roter Punkt) und Anemometerstandort (blauer Punkt) im Rechengebiet, Kartengrundlage © OpenTopoMap

Meteorologie

Für die Beurteilung der Schadstoffausbreitung sind für das Untersuchungsgebiet räumlich und zeitlich repräsentative meteorologische Daten zu verwenden, da das Ausbreitungsverhalten freigesetzter Luftschadstoffe maßgeblich durch die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung, sowie durch die thermische Stabilität (Turbulenzzustand der Atmosphäre) bestimmt wird. Dabei kennzeichnet die Windverteilung die horizontalen Austauschbedingungen, während die thermische Stabilität den vertikalen Austausch bestimmt und durch Ausbreitungsklassen beschrieben wird. Die Ausbreitungsklassen sind somit ein Maß für das „Verdünnungsvermögen“ der Atmosphäre. Die Eigenschaften der Ausbreitungsklassen sind in Tabelle 20 beschrieben:

Tabelle 20: Eigenschaften der Ausbreitungsklassen

Ausbreitungsklasse	Atmosphärischer Zustand, Turbulenz
I	sehr stabile atmosphärische Schichtung, ausgeprägte Inversionswetterlage, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
II	stabile atmosphärische Schichtung, Inversionswetterlage, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
III ₁	stabile bis neutrale atmosphärische Schichtung, zumeist windiges Wetter
III ₂	leicht labile atmosphärische Schichtung
IV	mäßig labile atmosphärische Schichtung
V	sehr labile atmosphärische Schichtung, starke vertikale Durchmischung der Atmosphäre

Datengrundlage:

Die meteorologischen Eingangsdaten liegen in Form einer synthetischen repräsentativen Ausbreitungsklassenzeitreihe (SynRepAKTerm) vor. In dieser ist der stündliche Verlauf der wesentlichen meteorologischen Einflussgrößen Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse über den Zeitraum eines Jahres für einen bestimmten Standort berechnet. Bei der Erstellung der Zeitreihe werden topographische und meteorologisch-statistische Informationen, sowie Ergebnisse von Modellrechnungen zusammengeführt. Dabei werden dynamisch bedingte Einflüsse des Geländes, z. B. Täler und Höhenzüge, auf das bodennahe Windklima erfasst. Regional auftretende Besonderheiten, wie nächtliche Kaltluftabflüsse bei windschwachen Strahlungswetterlagen, werden in die Auswertung mit einbezogen.

Die für die Ausbreitungsrechnung verwendete synthetische repräsentative AKTerm für den Standort Lüttelforst (GK-Bezugspunkt: 2519500 / 5672000) wurde mit dem prognostischen mesoskaligen Modell METRAS PC erstellt. Das Datenblatt zur verwendeten meteorologischen Zeitreihe ist in Anlage 3 abgebildet. Die verwendete SynRepAKTerm ist repräsentativ für das zu untersuchende Beurteilungsgebiet.

Meteorologische Verhältnisse:

Die Windrichtung- und Windgeschwindigkeitsverteilung am Standort Lüttelforst weist ein ausgeprägtes Primärmaximum aus südwestlichen Richtungen auf (Abbildung 6). Windgeschwindigkeiten über 6 m/s sind hauptsächlich aus südwestlichen Richtungen zu erwarten. Die mittlere Windgeschwindigkeit an diesem Standort beträgt 3,2 m/s.

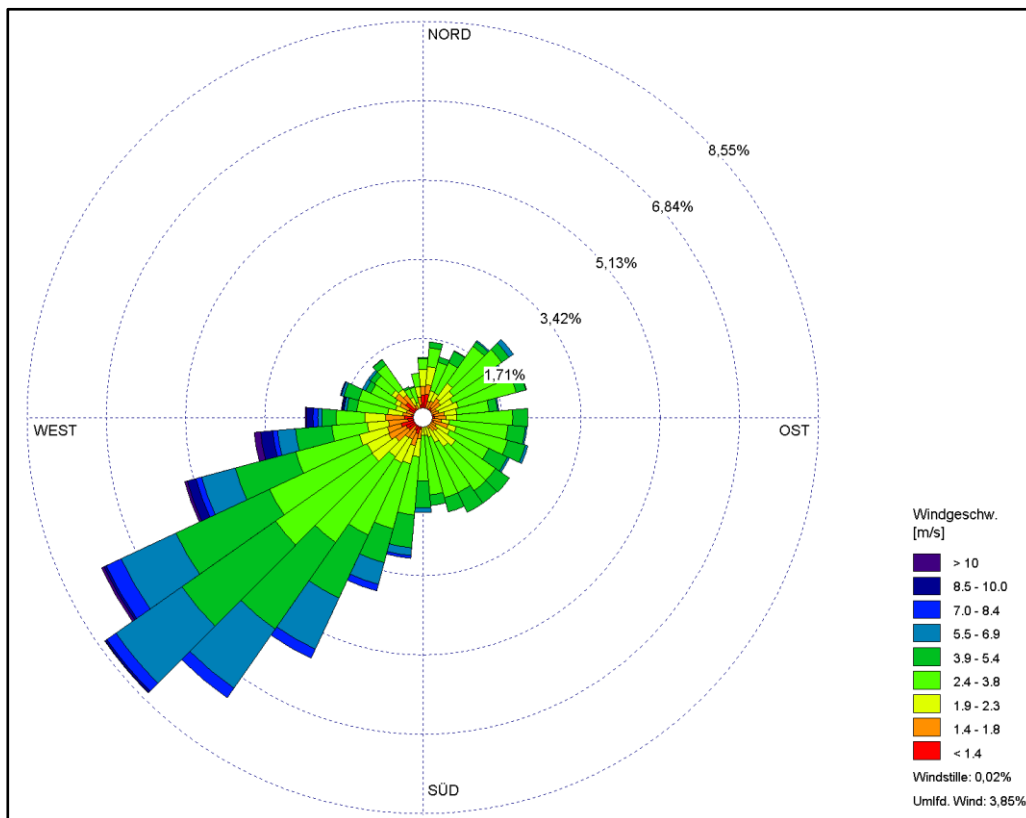


Abbildung 6: Windrichtungs-/Windgeschwindigkeitsverteilung am Standort Lüttelforst

Abbildung 7 zeigt die Häufigkeiten der Windgeschwindigkeitsklassen und der Ausbreitungsklassen nach TA Luft [1].

Für die Ausbreitung von Luftschadstoffen ist neben der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung auch die Konvektion, d.h. der vertikale Austausch von Luftmassen von entscheidender Bedeutung. Aufgrund der Sonneneinstrahlung werden bodennahe Luftschichten erwärmt und steigen aufgrund ihrer geringen Luftdichte auf. Gleichzeitig sinken die umgebenden kälteren Luftschichten wegen ihrer höheren Luftdichte ab, werden erwärmt und steigen wieder nach oben auf. Bestimmte Wetterlagen (Inversionswetterlagen) erschweren oder verhindern den Vertikalaustausch. Unterhalb dieser Zonen sind sowohl Druck- als auch die Temperaturgradienten minimal, die Konvektion wird verhindert und es findet kein Austausch von Luftmassen statt. Der vertikale Austausch wird durch Ausbreitungsklassen nach Klug-Manier parametrisiert. Die Klassen I und II treten ca. 24 % der Jahresstunden auf und kennzeichnen ungünstige Ausbreitungsbedingungen, wie sie z.B. bei Inversionswetterlagen vorliegen. Unbedeutend häufiger sind die Ausbreitungsklassen III und höher zu erwarten. Diese Ausbreitungsklassen sind durch neutrale (66 %) und labile (10 %) atmosphärische Schichtungen

gekennzeichnet und begünstigen das Verdünnungsvermögen der Atmosphäre.

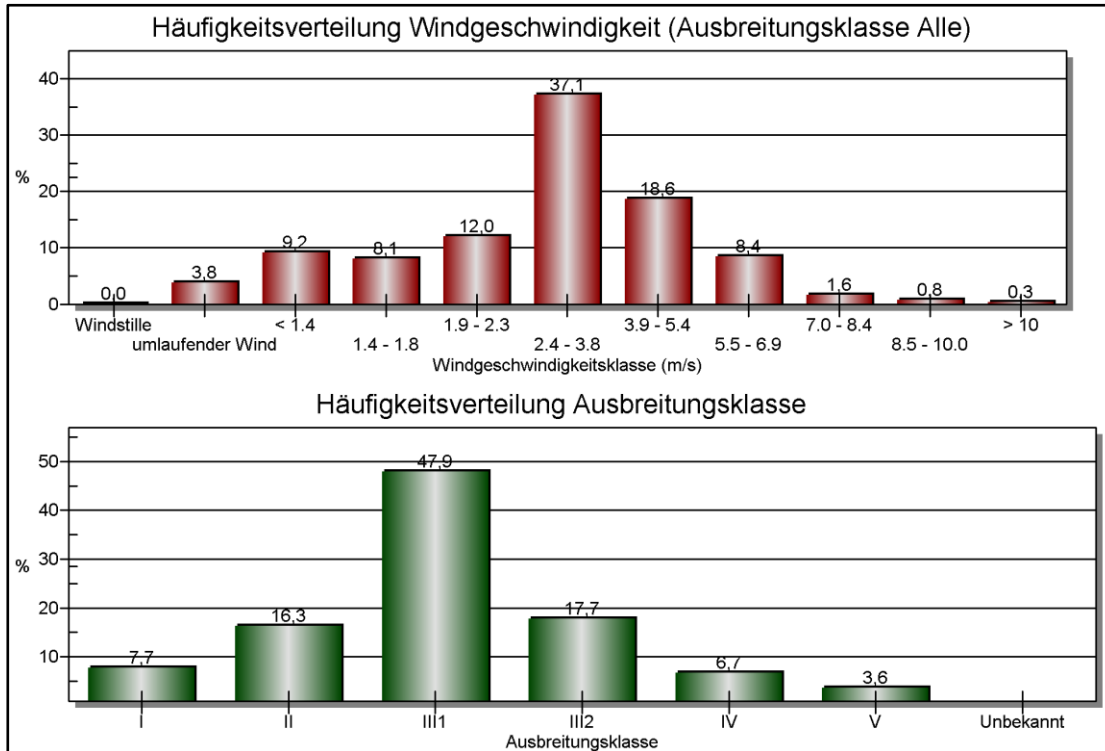


Abbildung 7: Häufigkeit der Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklassen, SynRepAKTerm für den Standort Lüttelforst

7 Ergebnisse und Beurteilung

7.1 Beurteilungsorte

Die Immissionsorte stellen nach Nr. 4.6.2.6 TA Luft [1] die nächstgelegenen, nicht nur vorübergehend exponierten Schutzgüter dar. Für die vorliegende Schadstoffimmissionsprognose werden die nächstliegenden Beurteilungspunkte betrachtet, welches sich westlich und nördlich des Betriebsgrundstücks befinden. Wohngebiete, die weiter entfernt liegen, sind geringeren Immissionen ausgesetzt als an den ausgewählten Standorten. In Abbildung 8 sind die Immissionsorte aufgeführt, die für eine nähere Betrachtung ausgewählt wurden (Beurteilungspunkte nach Nr. 4.6.2.6 der TA Luft [1]).

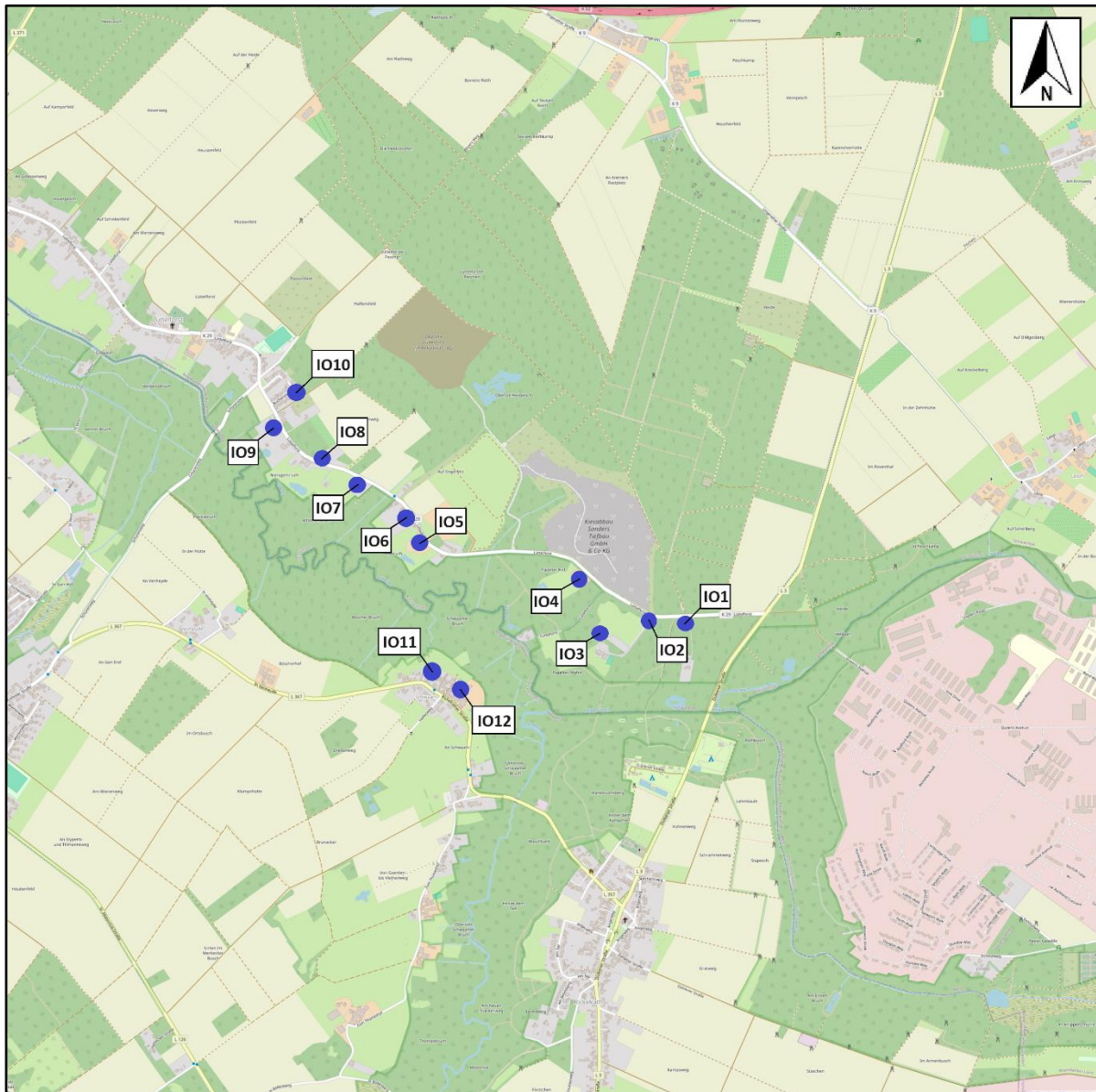


Abbildung 8: Lageplan der Beurteilungspunkte, Kartengrundlage: © OpenTopoMap (CC-BY-SA),

7.2 Zusatzbelastung durch den Betrieb der Anlage

Nachfolgend werden die Zusatzbelastungen, die durch den Betrieb der Deponie entstehen, dargestellt. Die Staubimmissionsprognose wurde für die gemäß TA Luft festgelegten Kenngrößen durchgeführt. Die Abbildung 9 zeigt die Ergebnisse der Immissionsprognose für die Zusatzbelastung an Schwebstaub (PM₁₀) der Deponie im geplanten Betrieb. Emittierender Feinstaub aus dem Betrieb der Anlage breitet sich aufgrund der Quellkonfiguration und der geringen Quelhöhe zunächst eher gleichmäßig in alle Richtungen aus und folgt im weiteren Verlauf den Hauptwindrichtungen. Das Immissionsmaximum befindet sich in Quellnähe. Die

Staubimmissionen nehmen mit zunehmender Entfernung von der Quelle schnell ab. Für Staubniederschlag gelten vergleichbare kausale Zusammenhänge (Abbildung 10).

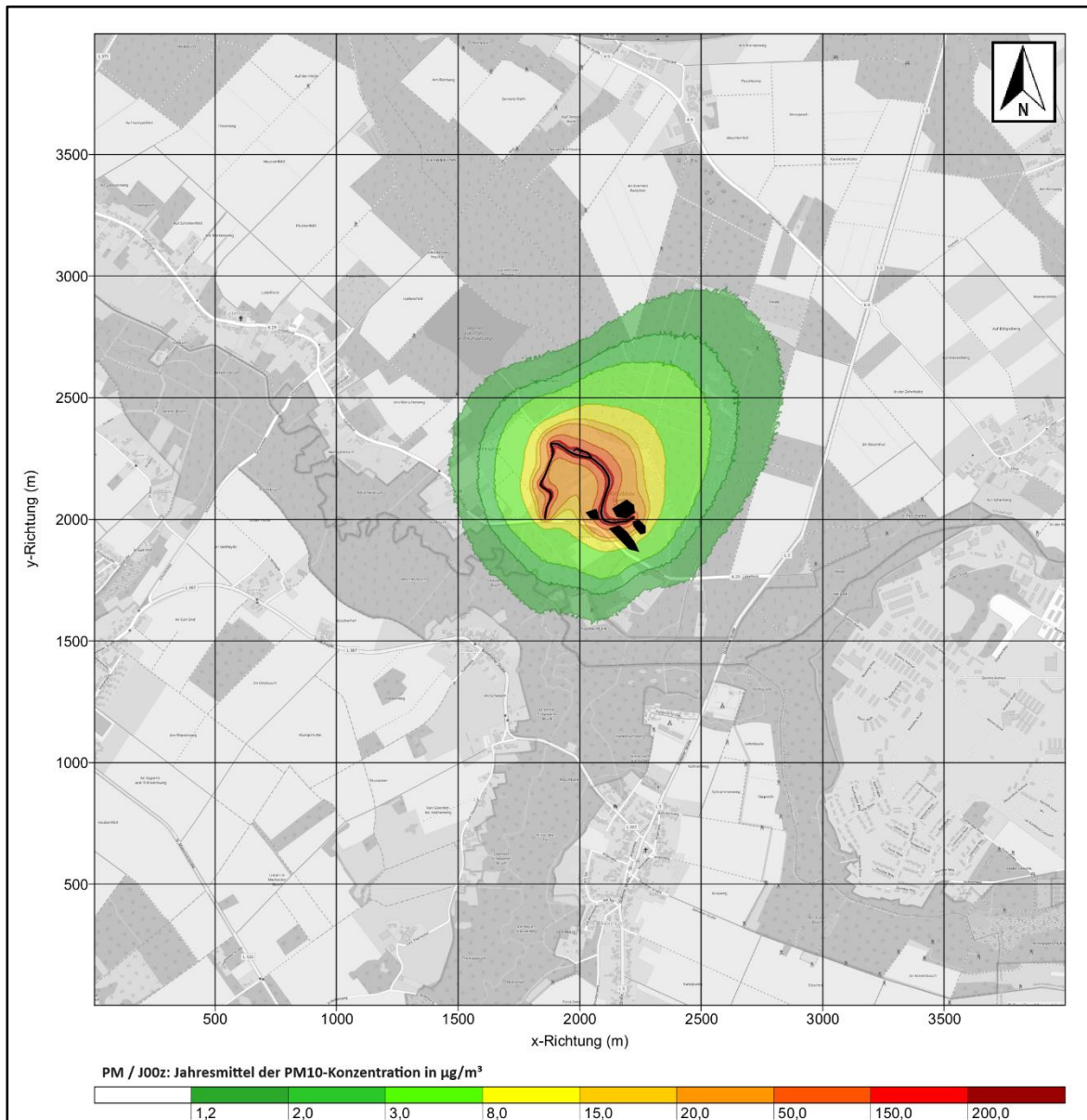


Abbildung 9: Anlagenbezogene Zusatzbelastung durch Feinstaub PM10 im Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

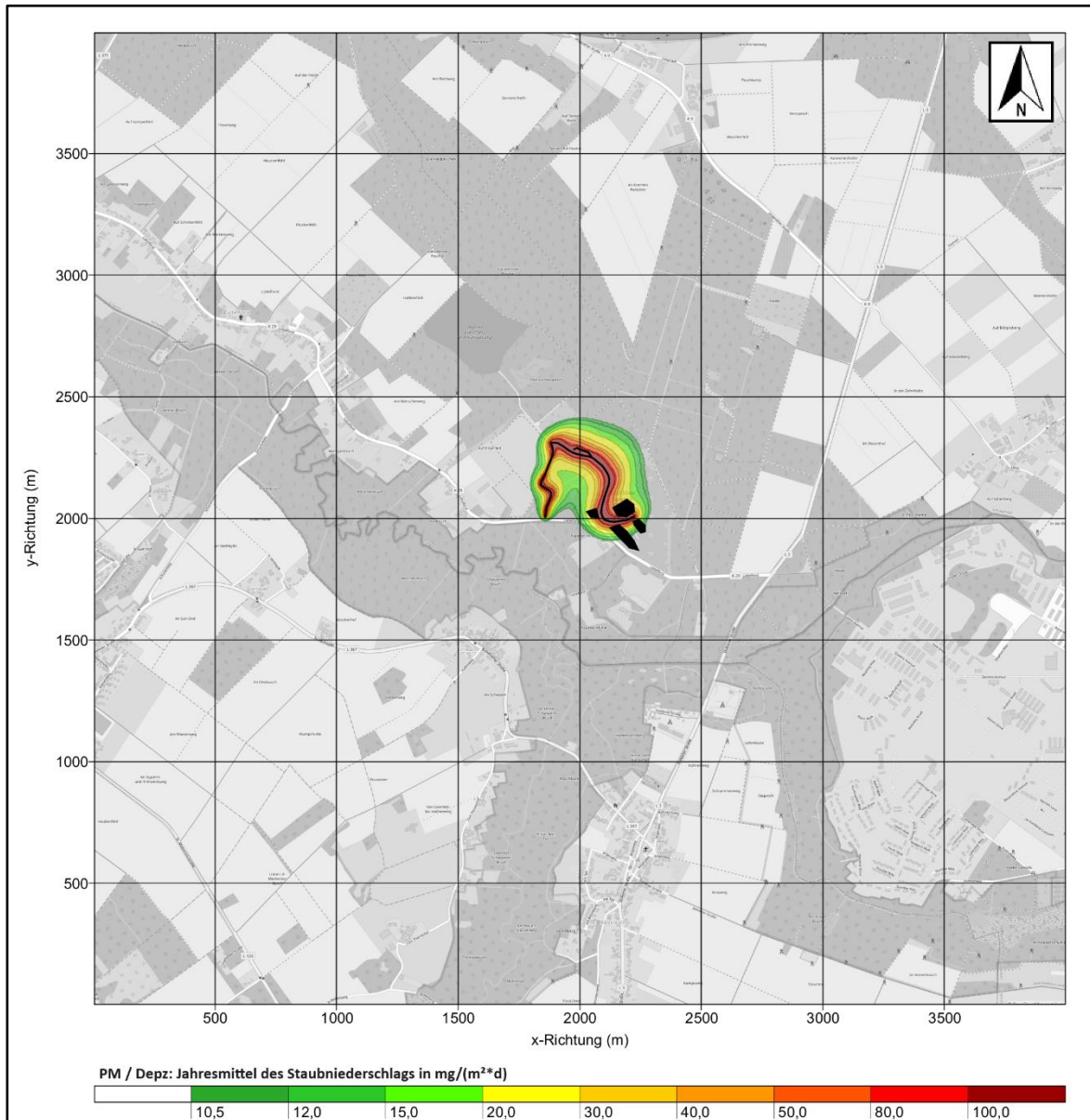


Abbildung 10: Anlagenbezogene Zusatzbelastung durch Staubniederschlag im Jahresmittel in mg/(m²*d)

In der Tabelle 21 und sind die Immissionskonzentrationen der Zusatzbelastung für PM10 und Staubbiederschlag an den ausgewählten Immissionsorten für den geplanten Betrieb dargestellt.

Tabelle 21: Immissionswerte der anlagenbezogenen Staubzusatzbelastung für die beurteilungsrelevanten Kenngrößen nach TA Luft, JMW = Jahresmittelwert

Beurteilungspunkt	Feinstaub (PM10) JMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwerts von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Staubbiederschlag [$\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$]
IO 1	1,0	0	0,7
IO 2	1,4	0	1,0
IO 3	1,6	0	1,2
IO 4	12,2	29	11,5
IO 5	1,3	0	0,9
IO 6	1,2	0	0,8
IO 7	0,7	0	0,4
IO 8	0,4	0	0,3
IO 9	0,3	0	0,2
IO 10	0,3	0	0,2
IO 11	0,5	0	0,4
IO 12	0,6	0	0,4
Irrelevanzschwelle	1,2	-	10,5

Für Staubbiederschlag ist das Irrelevanzkriterium für den Beurteilungspunkte IO4 geringfügig überschritten, sodass die Vorbelastung anhand von Messwerten des Lufthygienischen Landesüberwachungssystem Nordrhein-Westfalen ermittelt werden muss und in das Untersuchungsgebiet übertragen wird. Für alle anderen Beurteilungspunkte wird das Irrelevanzkriterium für Staubbiederschlag unterschritten. Damit ist die Prüfung gemäß TA Luft 4.3.1.2 an diesen Beurteilungsorten abgeschlossen. Die Irrelevanzschwelle für Feinstaub PM10 wird an den Beurteilungsorten IO2 bis IO6 überschritten, sodass ebenfalls die Vorbelastung zur Ausweisung der Gesamtbelastung zu berücksichtigen ist. Für die übrigen Beurteilungspunkte wird das Irrelevanzkriterium unterschritten.

Die Summe aus Vor- und Gesamtzusatzbelastung ist die prognostizierte Gesamtbelastung.

7.3 Vorbelastung

Um eine Aussage zur Gesamtimmissionsbelastung im Untersuchungsgebiet treffen zu können, sind Daten zur Schadstoffvorbelastung (im vorliegenden Fall PM10-Vorbelastung) nötig. Diese Hintergrund-Immissionskonzentrationen stellen eine Überlagerung von Immissionsanteilen aus bereits vorhandenen Quellen, wie z.B. Kleinf Feuerungsanlagen, Industrie Gewerbe und regionalem Verkehr dar. Die Ermittlung der großräumigen Hintergrundbelastung erfolgt durch Ausweisung von Messdaten des lufthygienischen Landesüberwachungssystem Nordrhein-Westfalen. In Anlehnung an die Anforderungen der TA Luft Nr. 4.6.2.1, wird die Vorbelastung aus den letzten 5 verfügbaren Messjahren von für das Untersuchungsgebiet repräsentativen Stationen ermittelt.

Als für das Plangebiet repräsentativ einzustufende Messstation gilt die vorstädtische Hintergrundstation Mönchengladbach-Rheydt. Die Station steht am südwestlichen Rand des Mönchengladbacher Vorortes Rheydt auf einer Grünfläche neben einer Schule. Die BAB A61 verläuft etwa 1,5 km westlich der Station von Nord nach Süd. Das gesamte Stationsumfeld besteht aus Wohnbebauung.

Die folgenden PM10 Vorbelastungswerte für 2019 - 2023 werden zur Ausweisung der Gesamtbelastung herangezogen (Tabelle 22):

Tabelle 22: Vorbelastungswerte für Feinstaub PM10 der ländlichen Hintergrundmessstation Mönchengladbach-Rheydt für die Jahre 2019 - 2023

Jahr	Feinstaub PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwerts von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2019	17	4
2020	16	1
2021	16	1
2022	16	3
2023	14	0
Mittelwert	16	2

Für Staubniederschlag wird die nächstgelegene Station Krefeld Stahldorf herangezogen. Die folgenden Vorbelastungswerte für Staubniederschlag für 2018 - 2022 werden zur Ausweisung der Gesamtbelastung herangezogen (Tabelle 23):

Tabelle 23: Vorbelastungswerte für Staubniederschlag der Station Krefeld-Stahldorf für die Jahre 2018 - 2022

Jahr	Staubniederschlag [mg/(m²*d)]
2018	106
2019	124
2020	145
2021	111
2022	181
Mittelwert	133

7.4 Gesamtbelastung

Aus der Addition von großräumiger Vorbelastung und Gesamtzusatzbelastung ergeben sich für die Immissionsorte die in Tabelle 24 dargestellten Immissionswerte für die Gesamtbelastung an Feinstaubimmissionen und Staubniederschlag.

Tabelle 24: Gesamtbelastung Feinstaubimmissionen PM10 und Staubniederschlag, JMW=Jahresmittelwert

Beurteilungspunkt	Feinstaub (PM10) JMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwerts von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Staubniederschlag JMW [$\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]
IO 2	17	2	-
IO 3	18	2	-
IO 4	28	31	145
IO 5	16	2	-
IO 6	16	2	-
Immissionsgrenzwert	40	35	350

Unter Berücksichtigung der großräumigen Vorbelastung und der Zusatzbelastung werden die Grenzwerte für den Jahresmittelwert der Feinstaubimmissionen (PM10) und Staubniederschlag an allen Immissionsorten sicher eingehalten.

Der Kurzzeitgrenzwert für die Anzahl der zulässigen Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wird ebenfalls an allen Immissionsorten unterschritten.

Die Staubemissionen auf den Fahrwegen sowie der Umschlag der staubenden Güter auf dem Betriebsgelände stellen die Hauptemissionen der Gesamtanlage dar. In der lufthygienischen Immissionsprognose wurde in konservativer Weise nur eine Reduzierung der Fahrtgeschwindigkeit auf 20 km/h auf dem Gelände der Deponie als Emissionsminderungsmaßnahme angenommen. Aus gutachterlicher Sicht wäre eine Befeuchtung der Fahrwege sowie regelmäßiges Kehren eine erfolgsversprechende Variante, um Staubemissionen wirksam einzuschränken. Während die Befeuchtung unbefestigter Fahrwege über längere Zeiträume wirksam bleibt, trocknen befestigte Fahrwege in der Regel deutlich schneller ab. Somit versteht sich die Befeuchtung von befestigten Fahrwegen primär als Maßnahme zum Abspülen von Verschmutzungen (in Kombination mit Kehren) auch wenn die Staubeinstehung an einer frisch befeuchteten Straße meist gänzlich unterbunden ist.

7.5 Handlungsempfehlungen zur Vermeidung von Staubemissionen

Aus gutachterlicher Sicht werden folgende Staubminderungsmaßnahmen empfohlen:

1. Bei starkem Wind sind Umschlagstätigkeiten möglichst zu vermeiden.
2. Die freie Fallhöhe der Schuttgüter bei der Entladung und beim Umschlag ist zu minimieren.
3. Sofern bei anhaltender Trockenheit Staubimmissionen durch den Fahrverkehr entstehen können, ist eine Befeuchtung der Fahrwege vorzunehmen.
4. Die Geschwindigkeit für den anliefernden Verkehr sowie der betrieblichen Fahrzeuge entlang der Fahrwege auf dem Betriebsgelände ist auf 20 km/h zu beschränken.
5. Die generellen organisatorischen Maßnahmen zur Staubminderung für den Gesamtbetrieb sind in Form einer Betriebsanweisung unter Benennung der dafür verantwortlichen Personen verbindlich für das Betriebspersonal zu regeln. Die verantwortliche Person muss insbesondere für die Sicherstellung „verhaltensbedingter Staubminderungsmaßnahmen“, weisungsbefugt sein.

Die Betriebsanweisung muss insbesondere folgende Punkte regeln:

- a) Zeitpunkt und Einsatzort gezielter Reinigungs- und Befeuchtungsmaßnahmen
- b) Verhaltensregeln beim Umschlag (z.B. Anpassen der Abwurfhöhe, bedarfsgerechte Befeuchtung)
- c) Allgemeine Geschwindigkeitsbeschränkung auf dem Betriebsgelände
- d) Regelmäßige Kontrolle des Betriebsgeländes (z.B. Verunreinigungsgrad, Trockenheit der Fahrwege)
- e) Veranlassung von Befeuchtungsmaßnahmen
- f) Die Betriebsanweisung ist vom Betreiber zu erstellen und ist dem verantwortlichen Personal zu erläutern.
- g) Die Unterweisung ist durch das Personal mit Unterschrift zu bestätigen

Die Nebenbestimmungen der bisherigen Bescheide sind weiterhin einschlägig und bleiben unverändert weiter bestehen. Die Betreiberpflichten gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 1 und 2 BImSchG können bei antragsmäßiger Errichtung und antragsmäßigem Betrieb sowie unter Berücksichtigung der Auflagenvorschläge als erfüllt angesehen werden.

8 Zusammenfassung

Die Fa. Sanders GmbH & Co. KG aus Schwalmthal plant, in der genehmigten Abgrabung (61/4 - 32 90 20 vom 06.12.1999) mit der Bezeichnung „Papelter Hof“ eine Deponie der Klasse 0 (DK0) zu errichten. Die geplante Deponie DK0 liegt auf dem Gebiet der Gemeinde Schwalmthal, Gemarkung Waldniel, Flur 65, Flurstück 81 tlw. Die Fläche der Basisabdichtung inkl. Böschung umfasst eine Fläche von ca. 11,97 ha.

Im Rahmen dieser immissionsschutzrechtlichen Begutachtung wurde eine Staubimmissionsprognose nach Anhang 2 der TA Luft in Bezug auf die zu erwartenden Staubimmissionen durch das geplante Vorhaben (Errichtung einer Deponie DK0 am Standort Lüttelforst) in umliegender, schützenswerter Nachbarschaft erstellt.

Für die Prognose der staubförmigen Immissionen in die Umgebung der Deponie waren die Emissionen aus Transport- und Umschlagvorgängen sowie der Betrieb der Aufbereitungsanlagen auf dem Betriebsgelände in der zu genehmigenden Anlage zu berücksichtigen. Anhand der Jahresmittelwerte der Schadstoffe sowie gegebenenfalls Tagesmittelwerten wurde die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte überprüft.

Die Schadstoffimmissionssituation durch den geplanten Betrieb der Anlage wurde mit dem Lagrange'schen Partikelmodell LASAT berechnet. Als Immissionsorte wurden 12 Beurteilungspunkte um das Plangebiet gewählt.

Die Ergebnisse der Immissionsprognosen zeigten, dass die gesetzlichen Jahresmittelgrenzwerte für Feinstaub und Staubdeposition sicher eingehalten werden können. Der prognostizierte Kurzzeitgrenzwert für PM10 für die Anzahl der zulässigen Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes von 50 µg/m³ wurde an allen Immissionsorten unterschritten.

Nach dem Ergebnis der Prüfung ist bei antrags- und ordnungsmäßigem Betrieb unter Beachtung der lufthygienischen Auflagenvorschläge, dass die Pflichten des Betreibers genehmigungsbedürftiger Anlagen gemäß § 5 BImSchG in Bezug auf die untersuchten lufthygienischen Belange erfüllt werden.

Insbesondere sind schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft durch das Vorhaben nicht zu erwarten und es wird Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen getroffen, insbesondere durch die dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen.

Eine abschließende Bewertung obliegt der zuständigen Genehmigungsbehörde.

Greifenberg, 25.06.2024

ACCON GmbH



i.A. Dipl.-Met. David Yalcin



Dr.-Ing. Wolfgang Henry

Anlage 1: Verwendete Unterlagen

- [1] *Neufassung der Ersten Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), vom 18.08.2021, GMBI 2021 Nr. 48-54, S. 1050, 2021.*
- [2] *Verein Deutscher Ingenieure, VDI 3790, Blatt 3 "Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern", Januar 2010.*
- [3] *Verein Deutscher Ingenieure, VDI 3790, Blatt 4 "Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichen/industriellem Betriebsgelände", September 2018.*
- [4] *39. BImSchV - Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes,, vom 2. August 2010, BGBl. I Nr. 40 vom 05.08.2010 S. 1065.*
- [5] *Umweltbundesamt (2005) BVT-Merkblatt über die besten verfügbaren Techniken zur Lagerung gefährlicher Substanzen und staubender Güter (mit ausgewählten Kapiteln in deutscher Übersetzung), Januar 2005.*
- [6] *Verein Deutscher Ingenieure, VDI 3790, Blatt 1 "Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Grundlagen", Juli 2015.*
- [7] *BUBE-Online, Betriebliche Umweltdatenberichtserstattung. Fachhilfe zur Emissionsberechnung (11. BImSchV). Emissionsspektrum und Emissionsfaktoren., 2016.*
- [8] *Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen 2013, Revision 1, Österreich 2013.*
- [9] *Umweltbundesamt, "HBEFA - Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs", Version 4.2, Januar 2021.*
- [10] *Ingenieurbüro Janicke Gesellschaft für Umwelphysik Lagrange-Simulation von Aerosol-Transport (LASAT) - Ein Programmsystem zur Berechnung von Schadstoffausbreitung in der Atmosphäre, V 3-4-24, Ingenieurbüro Janicke.*
- [11] *Verein Deutscher Ingenieure, VDI 3945, Blatt 3: "Umweltmeteorologie Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Partikelmodell", Düsseldorf; 09/2000.*
- [12] *Verein Deutscher Ingenieure, VDI 3783, Blatt 13 "Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft", 2010.*

Anlage 2: Protokolldatei der Ausbreitungsrechnung

```
[ICL version = 1700]
[compile options = /O3 /Qopenmp /fp:source]
lasat_3.4.24 2020-08-18 09:21:11
2024-06-24 12:55:40 -----
Arguments:
c:/Projekte/236257_Sanders/work/
-----
TMN initialising locks, buffer count = 0
MST initializing thread 0
TMN_3.4.1 2020-08-18 09:21:02 8e9525ab
MST initializing thread 1
MST starting background service
MST running MstServer

Dispersion Model LASAT, Version 3.4.24-64WI17-m4
Copyright (c) L. Janicke, 1989-2020

Licence/K: ACCON GmbH, Greifenberg
Working directory: c:/Projekte/236257_Sanders/work/

Program is running on RYZEN-2
64 processors available, 64 used

Program creation date: 2020-08-18 09:21:11
MST_3.4.24 2020-08-18 09:20:46
GRD_3.4.11 2020-08-18 09:20:53
BDS_3.4.8 2020-08-18 09:20:57
reading grid.def ...
... grid.def evaluated
GRD: surface of grid (0,0) : 53.00 <= 73.24 <=86.00
GRD: creating grda100.dmna ...
GRD: creating grda200.dmna ...
GRD: creating grda300.dmna ...
GRD: creating grda400.dmna ...
PRM_3.4.22 2020-08-18 09:20:59
reading param.def ...
... param.def evaluated
reading substances.def|stoffe.def ...
... 2 species (1 groups) defined
```

```
reading sources.def|quellen.def ...
... 47 sources (1 groups) defined
reading emissions.def|staerke.def ...
... 47 emission definitions read
registering time series from variable.def ...
... time series registered
PTL_3.4.1 2020-08-18 09:21:01
MOD_3.4.1 2020-08-18 09:20:56
PRF_3.4.24 2020-08-18 09:20:58
BLM_3.4.18 2020-08-18 09:20:49
WND_3.4.24 2020-08-18 09:20:50
DMK_3.4.17 2020-08-18 09:21:08
WLB_3.4.23 2020-08-18 09:21:05
DOS_3.4.12 2020-08-18 09:20:47
SRC_3.4.7 2020-08-18 09:21:01
WRK_3.4.20 2020-08-18 09:21:03
PPM_3.4.4 2020-08-18 09:20:58
DTB_3.4.12 2020-08-18 09:20:48
MNP_3.4.1 2020-08-18 09:21:01
reading monitor.def ...
12 monitor points defined
2024-06-24 12:55:41 time: [00:00:00,01:00:00]
reading meteo.def|wetter.def ...
... meteo.def evaluated
registering time series from meteo.def ...
... time series registered
...
Total Emissions:
      gas.pm-1 : 3.170521e+06 g
      gas.pm-2 : 2.224160e+07 g

2024-06-25 08:20:34 program lasat finished
2024-06-25 08:20:34 =====
```

Anlage 3: Meteorologisches Datenblatt

