

Staubimmissionen
Gutachten
zum Sand- und Kiesabbau

in
24963 Jerrishoe
am Standort in der
Gemarkung Jerrishoe, Flur 4, Flurstück 1

- Kreis Schleswig-Flensburg -

im Auftrag der
Moje GbR
Ansprechpartner Herr Oke Andresen
Bi de Eek 24
24983 Handewitt
Tel. 0173-9640055

INGENIEURBÜRO PROF.
DR.
OLDENBURG GMBH

Immissionsprognosen (Gerüche, Stäube, Gase, Schall) · Umweltverträglichkeitsstudien
Landschaftsplanung · Bauleitplanung · Genehmigungsverfahren nach BImSchG
Berichtspflichten · Beratung · Planung in Lüftungstechnik und Abluftreinigung

Bearbeiter: M.Sc. agr. Marie Schnakenberg

E-Mail-Adresse: marie.schnakenberg@ing-oldenburg.de

Tel: 04779 92 500 0

Fax: 04779 92 500 29

Büro Niedersachsen:
Osterende 68
21734 Oederquart
Tel: 04779 92 500 0
Fax: 04779 92 500 29

Büro Mecklenburg-Vorpommern:
Molkereistraße 9/1
19089 Crivitz
Tel. 03863 522 94 0
Fax 03863 52 294 29

www.ing-oldenburg.de

Gutachten 24.074

2. April 2024

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Zusammenfassende Beurteilung	2
2 Problemstellung	3
3 Aufgabe	4
4 Vorgehen	4
5 Das Vorhaben.....	5
5.1 Das Umfeld des Vorhabens	5
6 Emissionen und Immissionen.....	5
6.1 Ausbreitungsrechnung	5
6.1.1 Rechengebiet	6
6.1.2 Winddaten	7
6.1.3 Bodenrauigkeit	8
6.1.4 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten.....	10
6.1.5 Statistische Unsicherheit	10
6.2 Ermittlung der Emissionsgrößen	11
6.2.1 Staubemissionen aus dem Fahrverkehr	12
6.2.2 Dieselmotoremissionen	16
6.2.3 Staubemissionen aus Umschlag & Aufbereitung.....	17
6.2.4 Staubabwehungen.....	22
6.2.5 Zusammenfassung der Staubemissionen.....	23
6.2.6 Quellkonfiguration	24
6.3 Staubimmissionen	27
6.3.1 Ergebnisse und Beurteilung.....	27
6.3.2 Vorsorge nach TA Luft	31
7 Verwendete Unterlagen.....	32
8 Anhang A	33
8.1 Staubimmissionen Gesamtstaub und PM10, Szenario 1.....	33
8.2 Staubimmissionen Gesamtstaub und PM10, Szenario 2.....	35

1 Zusammenfassende Beurteilung

Die Moje GbR plant auf dem Flurstück 1 in der Flur 4 der Gemarkung Jerrishoe den Abbau von Sand und Kies im Nassverfahren. Die ca. 13,8 ha große Fläche befindet sich im nordöstlichen Außenbereich von 24963 Jerrishoe, westlich der Ortslage Tarp.

Der Abbau soll in drei Abschnitten, beginnend im Osten, durchgeführt werden. Die Erschließung des Plangebiets soll über einen nördlich gelegenen landwirtschaftlichen Weg erfolgen, der vorher bereits als Zufahrt zu einer ehemaligen Sand- und Kiesabbaufläche nördlich der Planfläche genutzt wurde. Die innere Erschließung zum 1. Abbauabschnitt soll über eine Fahrtrasse entlang des nördlichen Knicks erfolgen. Pro Jahr sollen durchschnittlich ca. 102.800 t Rohstoffe gefördert und vermarktet werden.

Das Vorhaben wird Staubemissionen verursachen. Im Ergebnis der durchgeführten Ausbreitungsrechnungen zeigt sich unter den gegebenen Annahmen bei Realisierung des Vorhabens Folgendes:

- Der Grenzwert nach Nr. 4.3.1 der TA Luft 2021 von $0,35 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ Gesamtbelastung durch Staubdeposition (PM_{10}) im Jahresmittel wird an allen Immissionsorten im Umfeld des Vorhabens eingehalten.
- Der Grenzwert nach Nr. 4.2 der TA Luft 2021 von $40 \text{ } \mu\text{g m}^{-3}$ Gesamtbelastung durch Feinstaubkonzentration der PM_{10} -Fraktion im Jahresmittel wird an allen Immissionsorten im Umfeld des Vorhabens eingehalten. Weiterhin beträgt die Gesamtbelastung weniger als $28 \text{ } \mu\text{g m}^{-3}$ im Jahresmittel, so dass nach Nr. 4.2 der TA Luft 2021 auch der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert als eingehalten gilt.
- Der Grenzwert nach Nr. 4.2 der TA Luft 2021 von $25 \text{ } \mu\text{g m}^{-3}$ Gesamtbelastung durch Feinstaubkonzentration der $\text{PM}_{2,5}$ -Fraktion wird an allen Immissionsorten im Umfeld des Vorhabens eingehalten.

Das Gutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

Oederquart, den 02. April 2024


(Prof. Dr. sc. agr. Jörg Oldenburg)




(M.Sc. agr. Marie Schnakenberg)

2 Problemstellung

Die Moje GbR plant auf dem Flurstück 1 in der Flur 4 der Gemarkung Jerrishoe den Abbau von Sand und Kies im Nassverfahren. Die ca. 13,8 ha große Fläche befindet sich im nordöstlichen Außenbereich von 24963 Jerrishoe, westlich der Ortslage Tarp. Die Planfläche wird aktuell als landwirtschaftliche Ackerfläche genutzt. Direkt nördlich an die Planfläche angrenzend befindet sich eine ehemalige Sand- und Kiesabbaufläche.

Der Abbau soll in drei Abschnitten, beginnend im Osten, durchgeführt werden. Die Erschließung des Plangebiets soll über einen nördlich gelegenen landwirtschaftlichen Weg erfolgen, der vorher bereits als Zufahrt zur ehemaligen Sand- und Kiesabbaufläche genutzt wurde. Die innere Erschließung zum 1. Abbaubereich soll über eine Fahrtrasse entlang des nördlichen Knicks erfolgen. Pro Jahr sollen durchschnittlich ca. 102.800 t Rohstoffe gefördert und vermarktet werden.

Eine Übersicht über die Lage des Vorhabens gibt die Abb. 1 wieder.

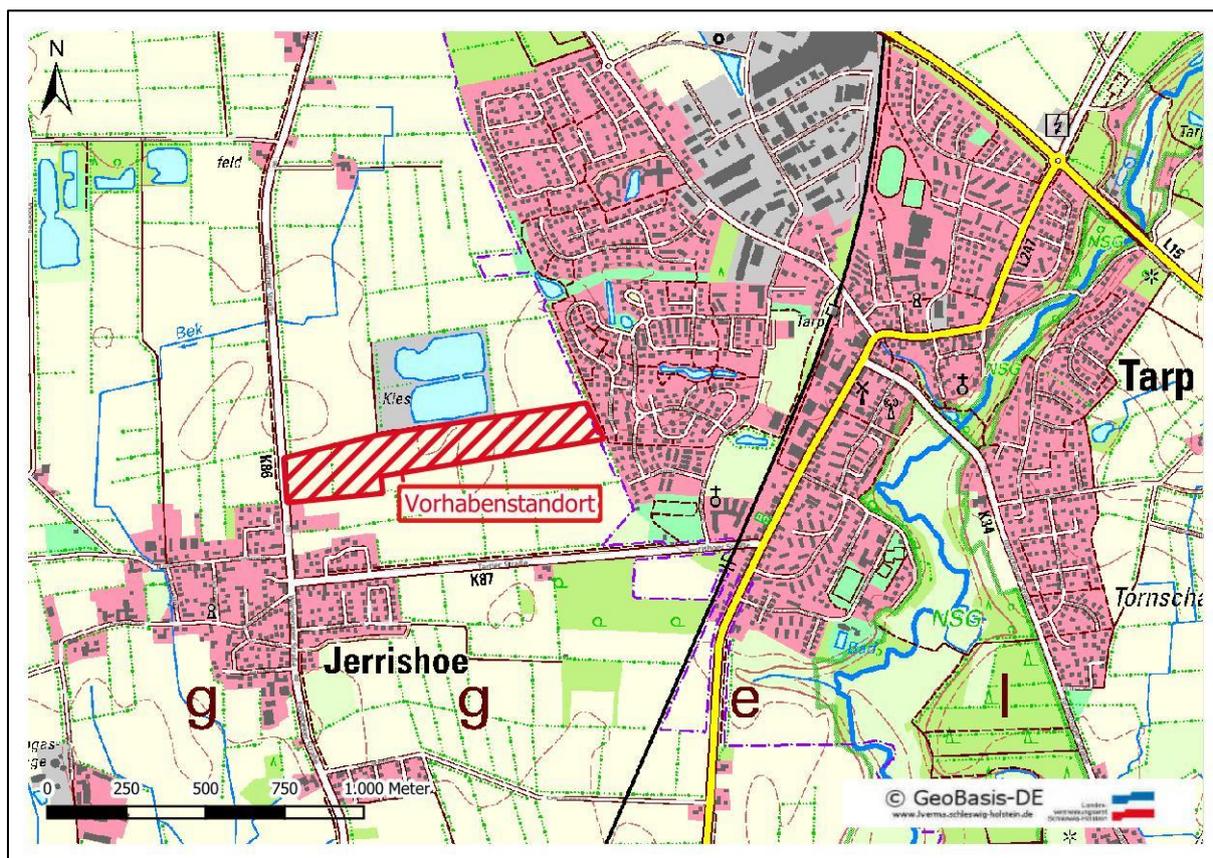


Abb. 1: Lage des Vorhabenstandortes (rot schraffiert) im Außenbereich von Jerrishoe.

Die aus dem geplanten Sand- und Kiesabbau stammenden Staubemissionen können im Umfeld des Vorhabens zu Belästigungen führen und werden hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Umgebung im Sinne der TA Luft 2021 betrachtet.

Ziel des Gutachtens ist es, die möglichen Staubemissionen der geplanten Anlagen im Sinne der TA Luft 2021 zu betrachten und festzustellen, wie sich diese auf das Umfeld auswirken können.

3 Aufgabe

Es soll gutachterlich Stellung genommen werden zu den Fragen:

1. Ist das Vorhaben aus Sicht der damit verbundenen Staubimmissionen in der geplanten Form genehmigungsfähig?
2. Unter welchen technischen Voraussetzungen ist das Vorhaben evtl. genehmigungsfähig?

4 Vorgehen

1. Die Ortsbesichtigung des fraglichen Standortes und des Umfeldes fand durch Frau B.^{MO} Louise Kiffen und Frau M.Sc. ^{agr.} Marie Schnakenberg von der Ingenieurbüro Prof. Dr. Oldenburg GmbH am 13. Februar 2024 statt. Der Vorhabenstandort und das Umfeld wurden besichtigt und die örtlichen Gegebenheiten dokumentiert. Mit Herrn Andresen, Frau Lorenzen vom Planungsbüro Pro Regione und Herrn Jaspersen vom Willy Peper Kies- und Mörtelwerk sowie einem seiner Kollegen wurde das Vorhaben besprochen. Die auf dem Ortstermin ermittelten Informationen und die zur Verfügung gestellten Unterlagen sind Grundlage dieses Gutachtens.
2. Die Bewertung der Immissionshäufigkeiten für Staub wurde nach der TA Luft 2021 mit dem von den Landesbehörden der Bundesländer empfohlenen Berechnungsprogramm AUSTAL Version 3.2.1 WI-x mit der Bedienungsfläche P&K_AST, Version 3.2.1.840 auf Basis der entsprechenden Ausbreitungsklassenzeitreihe für Wind vom Deutschen Wetterdienst/von der IFU GmbH, ergänzt um die Niederschlagsdaten (bezogen von der IFU GmbH, da das Umweltbundesamt für Jahrgänge nach 2015 bisher keine Niederschlagsdaten zur Verfügung stellen kann), vorgenommen.

5 Das Vorhaben

Die Moje GbR plant auf dem Flurstück 1 in der Flur 4 der Gemarkung Jerrishoe den Abbau von Sand und Kies im Nassverfahren. Die ca. 13,8 ha große Fläche befindet sich im nordöstlichen Außenbereich von 24963 Jerrishoe. Die Planfläche wird aktuell als landwirtschaftliche Ackerfläche genutzt.

Der Abbau soll in drei Abschnitten, beginnend im Osten, durchgeführt werden. Die Erschließung des Plangebiets soll über einen nördlich gelegenen landwirtschaftlichen Weg erfolgen, der vorher bereits als Zufahrt zur ehemaligen Sand- und Kiesabbaufäche genutzt wurde. Die innere Erschließung zum 1. Abbauabschnitt soll über eine Fahrtrasse entlang des nördlichen Knicks erfolgen. Über einen Zeitraum von schätzungsweise 20 Jahren sollen insgesamt ca. 2.056.000 t Rohstoffe (d.h. durchschnittlich 102.800 t im Jahr) gefördert und vermarktet werden.

5.1 Das Umfeld des Vorhabens

Der Vorhabenstandort liegt im Außenbereich von Jerrishoe. Die Planfläche grenzt im Südwesten an die Ortslage von Jerrishoe und im Osten an die Ortslage von Tarp an. Nördlich der Planfläche befindet sich eine ehemalige Sand- und Kiesabbaufäche. Das sonstige Umfeld wird durch landwirtschaftlich genutzte Ackerflächen geprägt.

6 Emissionen und Immissionen

Staubemissionen treten an Abbaufächen und Umschlagsplätzen in unterschiedlicher Ausprägung aus verschiedenen Quellen auf (z.B. bei der Gewinnung der Rohstoffe, bei Bearbeitungs- und Umschlagsprozessen und bei Transportvorgängen).

6.1 Ausbreitungsrechnung

Insbesondere aufgrund der Nähe des Vorhabenstandortes zur nächsten Wohnbebauung ist eine genauere Analyse der zu erwartenden Immissionen notwendig. Die Ausbreitungsrechnung wurde mit dem von den Landesbehörden der Bundesländer empfohlenen Berechnungsprogramm AUSTAL Version 3.2.1 WI-x mit der Bedienungsoberfläche P&K_AST, Version 3.2.1.840 von Petersen & Kade (Hamburg) durchgeführt. Die Ausbreitungsrechnung erfolgte gemäß Anhang 2 der TA Luft 2021.

Die Immissionsprognose zur Ermittlung der zu erwartenden Immissionen im Umfeld eines Vorhabens (Rechengebiet) basiert

1. auf der Einbeziehung von meteorologischen Daten (Wind- & Regendaten) unter
2. Berücksichtigung der Bodenrauigkeit des Geländes und
3. auf angenommenen Emissionsmassenströmen und effektiven Quellhöhen (emissionsrelevante Daten).

6.1.1 Rechengebiet

Das Rechengebiet für eine Emissionsquelle ist nach Anhang 2, Nr. 8 der TA Luft 2021 das Innere eines Kreises um den Ort der Quelle, dessen Radius das 50-fache der Schornsteinbauhöhe (bzw. Quellbauhöhe) beträgt. Bei mehreren Quellen ergibt sich das Rechengebiet aus der Summe der einzelnen Rechengebiete. Gemäß Nr. 4.6.2.5 der TA Luft 2021 beträgt der Radius des Beurteilungsgebietes bei Quellhöhen kleiner 20 m über Flur mindestens 1.000 m. Weiterhin ist gemäß Anhang 2, Nr. 8 der TA Luft 2021 die horizontale Maschenweite so zu wählen, dass sie die Schornsteinbauhöhe nicht übersteigt. In Entfernungen größer als die 10-fache Schornsteinhöhe kann die Maschenweite proportional größer gewählt werden.

Im vorliegenden Fall beträgt die maximale Quellhöhe ca. 4 m. Es wurde nahe des Emissionsschwerpunktes um einen Referenzpunkt mit den Koordinaten (32) 524.400 (Ost) und 6.057.140 (Nord) ein geschachteltes Rechengitter gelegt. Für die Berechnung der Immissionen wurden Kantenlängen von 40 m, 20 m, 10 m, 5 m und 2,5 m verwendet. Die Maschenweite nimmt mit der Entfernung zum Emissionsschwerpunkt zu. Es wurde ein Rechengebiet mit den Maßen 3.000 m in West-Ost-Richtung und 3.000 m in Nord-Süd-Richtung berechnet und betrachtet.

Aus hiesiger Sicht sind die gewählten Rasterweiten bei den gegebenen Abständen zwischen Quellen und Immissionsorten ausreichend, um die Immissionsmaxima mit hinreichender Sicherheit bestimmen zu können.

Die Schachtelung des Rechengitters stellt eine ausreichende statistische Genauigkeit der Berechnung auch im größeren Abstand zum Emissionsschwerpunkt sicher.

6.1.2 Winddaten

Die am Standort vorherrschenden Winde verfrachten die an den Emissionsorten entstehenden Staubemissionen in die Nachbarschaft.

In der Regel gibt es für den jeweils zu betrachtenden Standort keine rechen-technisch verwertbaren, statistisch abgesicherten Winddaten. Damit kommt im Rahmen einer Immissionsprognose der Auswahl der an unterschiedlichen Referenzstandorten vorliegenden, am ehesten geeigneten Winddaten eine entsprechende Bedeutung zu.

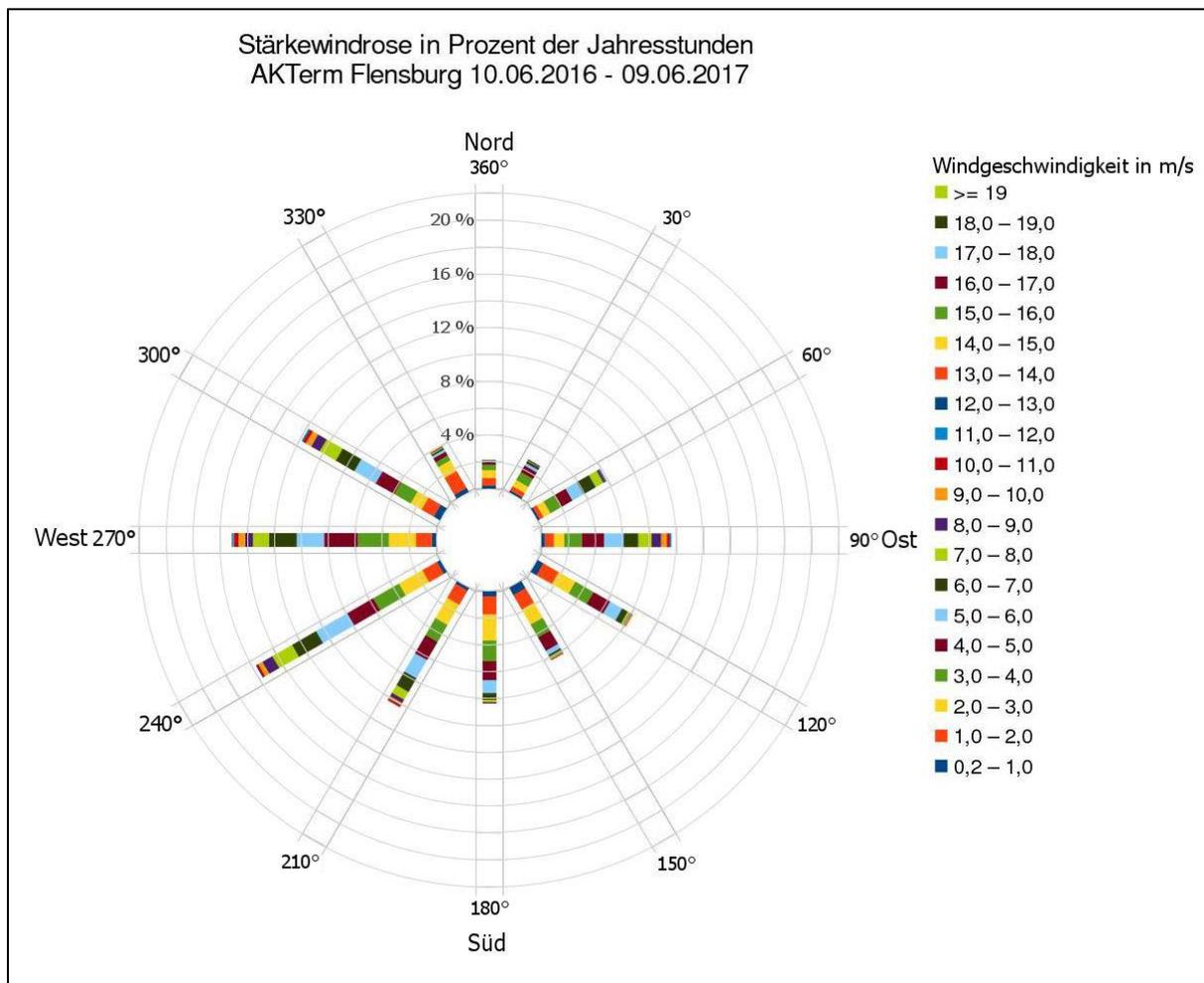


Abb. 2: Exemplarische Stärkewindrose vom Standort Flensburg.

Aufgrund der relativen Nähe des Vorhabenstandortes zur Station Flensburg (ca. 12,5 km nördlich) sowie aufgrund einer in der Region bereits durchgeführten Übertragbarkeitsprüfung einer Ausbreitungszeitreihe (AKTerm) bzw. einer Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) nach TA Luft 2002 für einen Standort bei Jörl (Deutscher Wetterdienst, 2018) ca. 10 km südwestlich des Vorhabenstandortes mit dem Ergebnis Flensburg erscheint auch in diesem Fall die Verwendung der Ausbreitungsklassenzeitreihe der Station Flensburg plausibel.

Zwischen den genannten Standorten befinden sich keine das Windfeld signifikant beeinflussenden Höhenzüge oder Tallagen. Es kann daher von einer vergleichbaren Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung ausgegangen werden.

Wie in der Norddeutschen Tiefebene allgemein üblich, stellt die Windrichtung Südwest das primäre Maximum und die Windrichtung Nord das Minimum dar, weil eine Ablenkung der Luftströmungen infolge mangelnder Höhenzüge oder der Geländeausformung in der Regel nicht stattfindet. Die Verfrachtung der Emissionen erfolgt daher am häufigsten in Richtung Nordost (siehe Abb. 2).

Es wurde im Folgenden mit der Ausbreitungsklassenzeitreihe, ergänzt um die entsprechenden Niederschlagsdaten zur Berechnung der nassen Deposition (AKTermN) mit dem repräsentativen Jahr 10.06.2016 bis 09.06.2017 aus dem Bezugszeitraum 2010 bis 2021 der Station Flensburg gerechnet.

6.1.3 Bodenrauigkeit

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 bei der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt. Sie ist aus den Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) (vgl. Tabelle 15 Anhang 2 TA Luft 2021) zu bestimmen. Für die Bestimmung der Rauigkeitslänge ist in Anhang 2, Nr. 6 der TA Luft 2021 Folgendes festgelegt:

„Die Rauigkeitslänge ist für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein festzulegen, dessen Radius das 15-fache der Freisetzungshöhe (tatsächlichen Bauhöhe des Schornsteins), mindestens aber 150 m beträgt. Setzt sich dieses Gebiet aus Flächenstücken mit unterschiedlicher Bodenrauigkeit zusammen, so ist eine mittlere Rauigkeitslänge durch arithmetische Mittelung mit Wichtung entsprechend dem jeweiligen Flächenanteil zu bestimmen und anschließend auf den nächstgelegenen Tabellenwert zu runden.

Für eine vertikal ausgedehnte Quelle ist als Freisetzungshöhe ihre mittlere Höhe zu verwenden. Bei einer horizontal ausgedehnten Quelle ist als Ort der Schwerpunkt ihrer Grundfläche zu verwenden. Bei mehreren Quellen ist für jede ein eigener Wert der Rauigkeitslänge und daraus der Mittelwert zu berechnen, wobei die Einzelwerte mit dem Quadrat der Freisetzungshöhe gewichtet werden.

Es ist zu prüfen, ob sich die Landnutzung seit Erhebung der Daten wesentlich geändert hat oder eine für die Immissionsprognose wesentliche Änderung zu erwarten ist.

Variiert die Bodenrauigkeit innerhalb des zu betrachtenden Gebietes sehr stark, ist der Einfluss des verwendeten Wertes der Rauigkeitslänge auf die berechneten Immissionsbeiträge zu prüfen."

Aufgrund der im Zeitablauf räumlichen Variabilität der Emissionsquellen innerhalb der Abbaufäche können für die Berechnung der Bodenrauigkeit keine genauen Quellpositionen bestimmt werden. Aus diesem Grund wird stattdessen die komplette Abbaufäche als eine große Flächenquelle berücksichtigt. Aufgrund der Größe dieser Fläche würde ein einzelner 150 m-Radius mit dem Schwerpunkt der Grundfläche als Ort nur einen Teil der Quelle erfassen. Daher wird in diesem Fall für die Berechnung der Bodenrauigkeit stattdessen ein Radius von 150 m um die Abbaufäche herumgezogen.

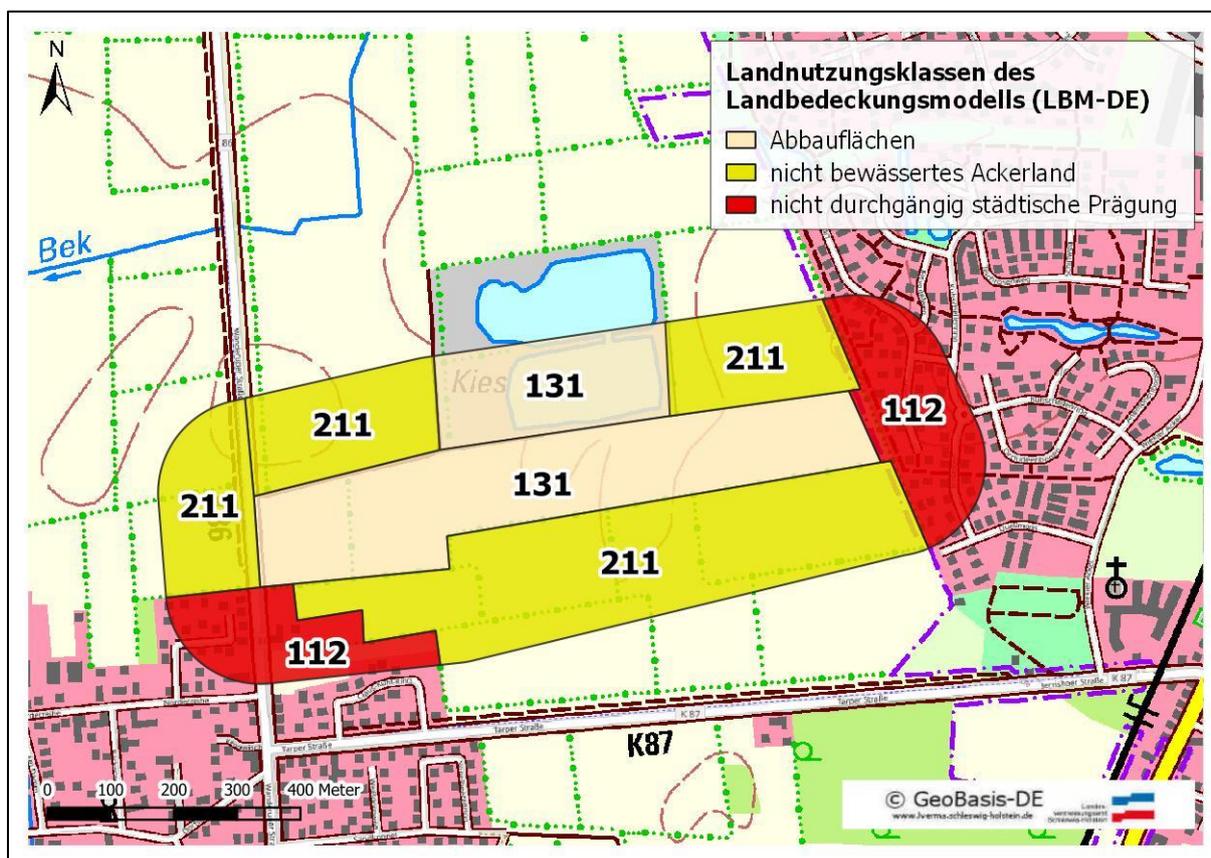


Abb. 3: Landnutzungsklassen entsprechend dem LBM-DE-Kataster im Bereich des Bauvorhabens.

In Abbildung 3 und Tabelle 1 ist das Herleiten der Rauigkeitslänge dargestellt.

Tabelle 1: Berechnung der Rauigkeitslänge für die Gesamtbelastung nach Abb. 3

Quelle	$z_0^{1)}$ in m	$FH^{2)}$ in m	FH^2	$z_0 \cdot FH^2$
Sandabbaufläche	0,17	2	4	0,68
gemittelte z_0 in m ($\Sigma(z_0 \cdot FH^2) / \Sigma(FH^2)$):			0,17	

Legende:

- 1) Mittlere Rauigkeitslänge der jeweiligen Quelle.
- 2) Freisetzungshöhe der jeweiligen Quelle nach TA Luft 2021, d.h. die tatsächliche Bauhöhe bei Punktquellen bzw. die mittlere Höhe bei vertikal ausgedehnten Quellen.

Nach Tabelle 1 beträgt die Rauigkeitslänge im Umfeld des Vorhabenstandortes 0,17 m. Für die erforderliche Ausbreitungsrechnung in AUSTAL wird entsprechend Tabelle 1 die Rauigkeitslänge auf den nächstgelegenen Tabellenwert der Landnutzungsklassen von 0,2 m aufgerundet (nach Anhang 2, Nr. 6 der TA Luft 2021) und angewendet (Tabelle 1 und Abbildung 3).

Den Winddaten vom DWD Messstandort Flensburg ist für die Rauigkeitslänge von 0,2 m eine Anemometerhöhe von 14,5 m zugewiesen.

6.1.4 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Nach Anhang 2, Nr. 12 der TA Luft 2021 ist bei Ausbreitungsrechnungen in der Regel der Einfluss des Geländes zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten, die dabei über eine Strecke zu bestimmen sind, die dem zweifachen der Quellhöhe entsprechen.

Im vorliegenden Fall werden diese Steigungen nicht erreicht, ein digitales Geländemodell wurde daher nicht berücksichtigt.

6.1.5 Statistische Unsicherheit

Der Stichprobenfehler der durch die Ausbreitungsrechnung ermittelten Jahresmittelwerte darf gem. Anhang 2, Nr. 10 der TA Luft 2021 einen Wert von 3 % nicht überschreiten. In einem solchen Fall wäre die Genauigkeit der Rechnung durch Erhöhung der Partikelzahl zu erhöhen. Die diesem Gutachten zu Grunde liegenden Ausbreitungsrechnungen wurden in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3783 Blatt 13 mit der Qualitätsstufe +2 des Berechnungsprogramms durchgeführt und erfüllen die Vorgaben der TA Luft 2021.

6.2 Ermittlung der Emissionsgrößen

Für die nachfolgenden Betrachtungen ist es notwendig, zunächst die aus dem geplanten Sand- und Kiesabbau anfallenden Staubemissionen näher zu bestimmen. Die Berechnung erfolgt hierbei nach den Vorgaben der VDI-Richtlinien 3790 Blatt 3 sowie 3790 Blatt 4.

Da sich sowohl in unmittelbarer Nähe zum östlichen Bereich wie auch zum westlichen Bereich der Abbaufäche Immissionsorte (Bebauung, an der Personen sich nicht nur vorübergehend aufhalten) befinden, werden im Folgenden zwei verschiedene Szenarien (1. Abbau im östlichsten Bereich, 2. Abbau im westlichsten Bereich) betrachtet und berechnet.

Der Abbau soll in drei Abschnitten erfolgen, beginnend im östlichen Bereich der Fläche. Der Oberboden wird abschnittsweise abgeschoben. Danach werden Sand und Kies bis zu einer Tiefe von ca. 3 m unter Geländeoberkante mittels Bagger bzw. Seilbagger gefördert. Diese erste Phase wird als Trockenabbau bezeichnet, wobei der Begriff sich nur auf die Abbautechnik, nicht auf den Feuchtegehalt des abgebauten Materials bezieht. Da das Grundwasser weniger als einen Meter unter Geländeoberkante steht, ist bereits in der Trockenabbauphase von einem hohen Feuchtegehalt des Materials auszugehen.

Anschließend beginnt der Nassabbau mittels Saugbagger bis zu einer Tiefe von voraussichtlich 9-14 m. Ab diesem Zeitpunkt ist wegen der Feuchte des Materials und der Art des Abbaus nicht mehr von relevanten Staubemissionen durch die Förderung auszugehen.

In den folgenden Berechnungen wird konservativ unterstellt, dass der Abbau ausschließlich im Trockenverfahren erfolgt (tatsächlich wird schätzungsweise nur ein Viertel der Abbaumenge im Trockenabbau gefördert).

Nach dem Abbau werden die Rohkiessande durch Siebanlagen aufbereitet bzw. klassiert und die getrennten Fraktionen anschließend auf Halden zwischengelagert. Die Siebanlagen und Halden sollen dabei immer einen Mindestabstand von 130 m zum jeweils nächstgelegenen Wohnhaus einhalten.

Der Abtransport des Materials soll mittels Sattelzug (40-Tonner, Zuladung ca. 24 t) über einen unbefestigten Wirtschaftsweg nördlich der Planfläche erfolgen. Interne Umschlagsvorgänge, wie z.B. die Beschickung der Siebanlagen und die Verladung des Materials auf LKW, sollen durch Radlader (mittleres Gewicht ca. 23 t, Schaufelvolumen mindestens 3,5 m³) vorgenommen werden.

Die Nettoabbaufäche umfasst insgesamt ca. 12,34 ha. Bei einer Abbautiefe von ca. 14 m ergibt sich unter Berücksichtigung eines Abbauverlustes von schätzungsweise 30 % eine Gesamtabbaumenge von 1.209.320 m³, entsprechend ca. 2.056.000 t Rohstoffen. Der Abbau soll voraussichtlich über einen Zeitraum von ca. 20 Jahren erfolgen, so dass von einer jährlichen Abbaumenge von ca. 102.800 t Rohstoffen ausgegangen werden kann. Im Sinne einer worst-case Analyse wird für die folgenden Berechnungen von einer Menge von 123.000 t pro Jahr (Sicherheitszuschlag von ca. 20 %) ausgegangen.

Alle Arbeitsvorgänge (Abbau, Aufbereitung, Umschlag und Abtransport des Materials) sollen innerhalb der vorgesehenen Betriebszeiten von 7:00 - 17:00 Uhr montags bis freitags sowie 7:00 – 12:00 Uhr an Samstagen stattfinden.

6.2.1 Staubemissionen aus dem Fahrverkehr

Bei der Berechnung der Staubemissionen aus dem innerbetrieblichen Fahrzeugverkehr wird zwischen befestigten und unbefestigten Fahrwegen unterschieden. Im vorliegenden Fall sind alle innerbetrieblichen Fahrwege unbefestigt. Die Staubemissionen, die beim Befahren von unbefestigten Wegen entstehen, können nach Nr. 6.1 der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4 unter Berücksichtigung von Niederschlägen und weiteren Minderungsmaßnahmen wie folgt abgeschätzt werden:

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

mit:

q_{uF}	=	Emissionsfaktor auf Grund von Fahrbewegungen auf unbefestigten Fahrwegen [g km ⁻¹ Fahrzeug ⁻¹]
k_{Kgv}	=	korngrößenabhängiger Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung [dimensionslos]; s. Tabelle 1, VDI 3790 Blatt 4
a, b	=	Exponenten [dimensionslos]; s. Tabelle 1, VDI 3790 Blatt 4
s	=	Feinkornanteil des Straßenmaterials [%]; s. Tabelle 2, VDI 3790 Blatt 4
W	=	mittlere Masse der Fahrzeugflotte [t]
p	=	Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm natürlichem Niederschlag
k_M	=	Kennzahl für die Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen; s. Nr. 7.1, VDI 3790 Blatt 4

Die so berechneten Emissionsfaktoren umfassen dabei Staubemissionen durch die Aufwirbelung von Straßenmaterial und Verschmutzungen sowie Emissionen durch Bremsen- und Reifenabrieb. Dieselmotoremissionen sind nicht enthalten und werden im Kapitel 6.2.2 gesondert berücksichtigt.

Bei der Berechnung der Emissionsfaktoren für den Fahrverkehr muss zwischen dem innerbetrieblichen Verkehr durch Radlader, den Fahrwegen der LKW für den Abtransport von Rohstoffen und dem PKW-Verkehr bei An- und Abfahrten von Mitarbeitern unterschieden werden.

Nach Tab. 2, VDI 3790 Blatt 4 kann von einem Feinkornanteil von 4,8 % (für Werkstraßen in der Sand- und Kiesverarbeitung) ausgegangen werden.

Nach Auswertung der täglichen Niederschlagsdaten der DWD-Messstation Flensburg wurde im repräsentativen Jahr (10.06.2016 - 09.06.2017) an 138 Tagen mindestens 1 mm Niederschlag gemessen.

Im Sinne einer konservativen Abschätzung der Emissionen werden weitere Minderungsmaßnahmen, wie beispielsweise eine Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit oder eine (in diesem Fall bei Trockenheit vorgesehene) Befeuchtung der Fahrwege in der Berechnung der Emissionen nicht in Ansatz gebracht.

Unter Berücksichtigung der Gleichung (1) und der getroffenen Annahmen ergeben sich folgende Emissionsfaktoren für die einzelnen Staubfraktionen aus dem Fahrverkehr auf dem Gelände der geplanten Sand- und Kiesabbaufäche:

Tabelle 2: Berechnung der Emissionsfaktoren für den Verkehr auf unbefestigten Wegen

	Einheit	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM ₃₀ ²⁾	
k _{Kgv} (gem. Tab. 1, VDI-RL 3790 Blatt 4) ³⁾	[-]	42	422	1.381	
a (gem. Tab. 1, VDI-RL 3790 Blatt 4) ⁴⁾	[-]	0,9	0,9	0,7	
b (gem. Tab. 1, VDI-RL 3790 Blatt 4) ⁴⁾	[-]	0,45	0,45	0,45	
Feinkornanteil s (gem. Tab 2, VDI-RL 3790 Blatt 4)	[%]	4,8			
Durchschnittliches Fahrzeuggewicht ¹⁾ (W)	LKW	[t]	28		
	Radlader	[t]	23		
	PKW	[t]	1,8		
Tage pro Jahr mit mind. 1 mm Niederschlag (p)	[d a ⁻¹]	138			
Kennzahl für Emissionsminderungsmaßnahmen (k _M)	[-]	-			
Emissionsfaktor	LKW	[g km ⁻¹ Fzg ⁻¹]	32,81	329,61	1.295,62
	Radlader	[g km ⁻¹ Fzg ⁻¹]	30,03	301,69	1.185,86
	PKW	[g km ⁻¹ Fzg ⁻¹]	9,54	95,86	376,81

Legende:

¹⁾ Das durchschnittliche Fahrzeuggewicht W ergibt sich aus der Mittelung der Fahrzeuggewichte bei voller Beladung und bei Leerfahrt.

²⁾ Äquivalenz zu Gesamtstaub.

³⁾ k_{Kgv} = korngößenabhängiger Faktor zur Berücksichtigung der Korngößenverteilung [dimensionslos]; s. Tabelle 1, VDI 3790 Blatt 4

⁴⁾ a,b = dimensionslose Exponenten; s. Tabelle 1, VDI 3790 Blatt 4

Pro Jahr sollen durchschnittlich ca. 102.800 t Sand von der geplanten Abbaufäche abtransportiert werden. Im Sinne einer worst-case Analyse wird für die folgenden Berechnungen von einer Menge von 123.000 t pro Jahr (Sicherheitszuschlag von ca. 20 %) ausgegangen. Ausgehend von 300 Arbeitstagen (insges. 2.750 Betriebsstunden: montags-freitags jeweils 10 h, samstags 5 h) im Jahr ergibt sich damit pro vollem Arbeitstag eine Menge von ca. 448 t Rohstoffen, für deren Abtransport ca. 19 LKW-Fahrten notwendig sind.

Die Zufahrt zur geplanten Sand- und Kiesabbaufäche erfolgt über einen bereits vorhandenen Wirtschaftsweg nördlich der Planfläche, der zur westlich gelegenen Wanderuper Straße (K 86) führt. Die weitere Zuwegung zum jeweiligen Abbaubereich soll über eine Fahrtrasse entlang des nördlichen Knicks verlaufen. Da der Sandabbau in mehreren Abschnitten von Osten nach Westen erfolgen soll, wird der Fahrtweg der LKW zum Verladebereich mit zunehmender Abbauzeit kürzer werden. In der folgenden Ausbreitungsrechnung wird für den Abbau im östlichen Bereich der Planfläche (Szenario 1) konservativ mit einer Streckenlänge von 850 m (300 m Wirtschaftsweg + 550 m Fahrtrasse entlang des nördlichen Knicks) gerechnet und für den Abbau im westlichen Bereich (Szenario 2) mit einer Streckenlänge von 150 m je Einzelstrecke.

Für die An- und Abfahrten der Mitarbeiter (2-3 Personen pro Arbeitstag) mit Privat-PKW wird von denselben Streckenlängen ausgegangen.

Neben den An- & Abfahrten der LKW sowie Mitarbeiter-PKW müssen außerdem die Fahrbewegungen der Maschinen auf den Abbaufächen berücksichtigt werden. Die in diesem Fall zum Einsatz kommenden Maschinen/Geräte sind ein Ketten- und ein Seilbagger, zwei Radlader, zwei mobile Siebanlagen und ein Haldenband sowie ein Saugbagger (schwimmend). Von diesen Maschinen werden nur die Radlader relevante Emissionen durch Fahrbewegungen verursachen. Sie werden zum innerbetrieblichen Transport, zur Beschickung der Siebanlagen sowie zum Verladen der Rohstoffe eingesetzt. Im Vorfeld des Nassabbaus werden die Radlader darüber hinaus zum Abschieben des Oberbodens und anfänglich auch zum Trockenabbau eingesetzt.

Ausgehend von einer Abbaumenge von 448 t Rohstoffen pro Tag und einer Transportkapazität der Radlader von ca. 6 t (Schaufelvolumen von $3,5 \text{ m}^3$ x Schüttdichte von $1,7 \text{ t m}^{-3}$), wird eine Anzahl von ca. 75 Einzelfahrten nötig, um das Material einmal vollständig umzuschlagen. Der erste Umschlagsvorgang ist dabei das Verbringen des Rohkiessandes zu den Siebanlagen für

die Aufbereitung. Nach der Klassierung werden die nun nach Korngrößenfraktionen aufgetrennten Rohstoffe bis zur Vermarktung auf Halden zwischengelagert. Für die Sandfraktionen sind ca. 2 Tage Zwischenlagerzeit notwendig, bis das Material auf eine vermarktungsfähige Feuchte abgetrocknet ist. Der letzte Umschlagsvorgang ist die Verladung des Materials von der Halde auf die abtransportierenden LKW.

Im Folgenden sollen auf Basis dieser Annahmen und mithilfe der in Tab. 2 berechneten Emissionsfaktoren die aus den Fahrbewegungen resultierenden Emissionsmassenströme für Staub, aufgeschlüsselt für die einzelnen Betriebsbereiche (bzw. Quellen in der folgenden Ausbreitungsrechnung), ermittelt werden.

Tabelle 3: Emissionsmassenströme für Staub aus Fahrbewegungen; aufgegliedert nach Quellposition in der Ausbreitungsrechnung

Vorgang	Wegstrecke [m]	Häufigkeit pro Tag	Tage pro Jahr	Emissionsmassenstrom [g s ⁻¹]			Emissionszeit ³⁾ [h a ⁻¹]
				PM _{2,5}	PM ₁₀ ¹⁾	PM ₃₀ ²⁾	
Zufahrt Szenario 1⁴⁾							
An- & Abfahrten LKW	2x300	19	300	0,01039	0,10438	0,41028	2.750
An- & Abfahrten Mitarbeiter PKW	2x300	3	300	0,00048	0,00479	0,01884	2.750
Fahrtrasse in den östlichen Teil der Fläche (Szenario 1)⁴⁾							
An- & Abfahrten LKW	2x550	19	300	0,01905	0,19136	0,75218	2.750
An- & Abfahrten Mitarbeiter PKW	2x550	3	300	0,00087	0,00879	0,03454	2.750
Zufahrt Szenario 2⁵⁾							
An- & Abfahrten LKW	2x150	19	300	0,00519	0,05219	0,20514	2.750
An- & Abfahrten Mitarbeiter PKW	2x150	3	300	0,00024	0,00240	0,00942	2.750
Abbaubereich							
Radladerfahrten (innerbetrieblicher Transport aus Abbaubereich zur Aufbereitung)	220	75	300	0,01376	0,13827	0,54352	2.750
Bereich Aufbereitung, Halden und Umschlag							
Radladerfahrten (Beschickung der Siebe mit Rohkiessand etc)	250	75	300	0,01564	0,15713	0,61764	2.750
Radladerfahrten (Verladung der Rohstoffe auf LKW)	150	75	300	0,00938	0,09428	0,37058	2.750
An- & Abfahrten LKW-Fahrten	150	19	300	0,00260	0,02609	0,10257	2.750

¹⁾ In der PM₁₀-Fraktion ist die PM_{2,5}-Fraktion enthalten.

²⁾ Äquivalenz zu Gesamtstaub. In der PM₃₀-Fraktion ist die PM₁₀-Fraktion enthalten.

³⁾ Da für die genannten emissionsrelevanten Vorgänge grundsätzlich kein exakter Zeitpunkt angegeben werden kann, werden für die Ausbreitungsrechnung die aus den jeweiligen Vorgängen anfallenden Staubemissionen gleichmäßig auf die jährlichen Betriebsstunden verteilt. Bei 300 Betriebstagen jährlich und Betriebszeiten von Mo-Fr 7-17 Uhr und Sa 7-12 Uhr ergeben sich 2.750 Betriebsstunden im Jahr.

⁴⁾ Je nachdem in welchem Bereich der ca. 13 ha großen Fläche zum jeweiligen Zeitpunkt abgebaut wird, ist eine unterschiedlich lange Fahrstrecke zurückzulegen, um von der Zufahrt aus in den jeweils aktuellen Abbaubereich zu kommen.

Der Abbau soll von Osten nach Westen erfolgen, die Länge der Strecke verringert sich somit mit dem Fortschritt des Abbaus. Im Szenario 1 wird vom Abbau im östlichsten Bereich ausgegangen und entsprechend eine maximale Streckenlänge zugrunde gelegt.

- 5) Im Szenario 2 wird vom Abbau im westlichen Bereich der Fläche ausgegangen und entsprechend nur ein kurzer Zufahrtsweg in der Berechnung berücksichtigt.

6.2.2 Dieselmotoremissionen

Wie bereits ausgeführt, sind in den im vorherigen Abschnitt nach VDI 3790 Blatt 4 berechneten Emissionsfaktoren für den Fahrverkehr die Partikelemissionen aus Dieselabgasen nicht enthalten, weshalb diese hier gesondert berücksichtigt werden.

Die Dieselmotoremissionen für die Bagger, die Radlader und die Siebmaschinen werden auf Basis der Non-Road-Datenbank des Schweizer Bundesamtes für Umwelt (BAFU) ermittelt. Aus dieser Datenbank lassen sich typische Angaben zu den Emissionen von Maschinen und Geräten des Offroad-Sektors (z.B. Baumaschinen) entnehmen. Konservativ wird von einem minimalen Partikelfilteranteil der Maschinenflotte ausgegangen und das Bezugsjahr 2015 verwendet. Da motorische Verbesserungsmaßnahmen inzwischen zu einem Rückgang der Emissionen geführt haben, liegt dieser Ansatz auf der sicheren Seite.

Konservativ wird von einem durchgängigen Betrieb aller Maschinen und Aggregate während der Betriebszeiten (insgesamt 2.750 Jahresstunden) ausgegangen, was zu einer deutlichen Überschätzung der tatsächlichen Emissionen aus Dieselabgasen führt.

Die Dieselmotoremissionen werden vollständig in Form von Feinstaub (PM_{2,5}) freigesetzt.

Tabelle 4: Feinstaubemissionen aus Dieselmotorabgasen (Non-Road-Bereich); aufgegliedert nach Quellposition in der Ausbreitungsrechnung

Gerät	Typ-Bezeichnung der BAFU-Datenbank	Betriebszeit	Emissionsfaktor	Emissionsmassenstrom PM _{2,5}	
		[h a ⁻¹]	[kg h ⁻¹]	[kg a ⁻¹]	[g s ⁻¹]
Abbaubereich					
Radlader	Lader aller Art (Leistungsklasse 130-300 kW)	2.750	0,0103	28,33	0,00286
Raupenbagger	Raupenbagger (Leistungsklasse 75-130 kW)	2.750	0,0139	38,23	0,00386
Seilbagger	Seilbagger (Leistungsklasse 75-130 kW)	2.750	0,0094	25,85	0,00261
Saugbagger	Notstromaggregate/ Generatoren ¹⁾ (Leistungsklasse 130-300 kW)	2.750	0,0124	34,1	0,00344
Bereich Aufbereitung, Halden und Umschlag					
Radlader	Lader aller Art (Leistungsklasse 130-300 kW)	2.750	0,0103	28,33	0,00286
Siebanlagen	Holzhacker ²⁾ (Leistungsklasse 75-130 kW)	2x 2.750	0,011	60,5	0,00611

¹⁾ Der Saugbagger wird durch ein externes Dieselaggregat mit Strom versorgt.

²⁾ Da für Siebanlagen keine Daten vorhanden sind, wird in nächster Annäherung auf die Daten anderer Aufbereitungsaggregate, hier Holzhacker, zurückgegriffen.

Zur Bestimmung der Dieselmotoremissionen der LKW wird auf Daten des österreichischen Umweltbundesamtes zurückgegriffen (veröffentlicht 2023, Datenbasis 2021). Demnach liegen die direkten Partikelemissionen durch Sattelzüge (40 t) bei 0,013 g pro Fahrzeugkilometer.

Tabelle 5: Feinstaubemissionen aus Dieselmotorabgasen (LKW); aufgegliedert nach Quellposition in der Ausbreitungsrechnung

Fahrzeug	Emissionsfaktor	Strecke	Häufigkeit pro Tag	Tage pro Jahr	Emissionsmassenstrom PM _{2,5}		Emissionszeit ³⁾
	[g km ⁻¹]				[m]	[g a ⁻¹]	
Zufahrt bei Abbau im westlichsten Bereich							
Sattelzug (40 t)	0,013	2x150	19	300	22,23	0,000002	2.750
Zufahrt bei Abbau im östlichsten Bereich							
Sattelzug (40 t)	0,013	2x300	19	300	44,46	0,000004	2.750
Fahrtrasse in den östlichen Teil der Fläche ⁴⁾							
Sattelzug (40 t)	0,013	2x550	19	300	81,51	0,000008	2.750
Bereich Aufbereitung, Halden und Umschlag							
Sattelzug (40 t)	0,013	150	19	300	11,12	0,000001	2.750

6.2.3 Staubemissionen aus Umschlag & Aufbereitung

Zur Ermittlung der Emissionsfaktoren für die Aufnahme und den Abwurf von Schüttgütern können die Vorgaben der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 herangezogen werden. Hierbei werden die normierten Emissionsfaktoren für kontinuierliche und diskontinuierliche Aufnahme- und Abwurfverfahren gemäß VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 nach Nr. 7.2.2.1 wie folgt berechnet:

$$(2) \quad \text{kontinuierlich} \quad q_{norm} = a \times 83,3 \times M'^{-0,5}$$

$$(3) \quad \text{diskontinuierlich} \quad q_{norm} = a \times 2,7 \times M^{-0,5}$$

mit:

$$q_{norm} = \text{normierter Emissionsfaktor in [g t}_{Gut}^{-1} \times \text{m}^3 \text{t}^{-1}]$$

$$a = \text{Gewichtungsfaktor des Stoffs auf Grund seiner Neigung zum Stauben (nach Tabelle 3 in Verbindung mit Anhang B der VDI 3790 Blatt 3)}$$

$$M' = \text{Durchsatz [t pro h]}$$

$$M = \text{Abwurfmasse [t pro Schüttvorgang]}$$

Aufnahme von Schüttgütern

Die Emissionen für die Aufnahme staubender Güter werden nach Nr. 7.2.2.3 der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 wie folgt abgeschätzt:

$$(4) \quad q_{Auf} = q_{norm} \times \rho_s \times k_U$$

mit:

q_{Auf} = individueller Emissionsfaktor für Aufnahme [g/t_{Gut}]

q_{norm} = normierter Emissionsfaktor in [g t_{Gut}⁻¹ x m³ t⁻¹]

ρ_s = Schüttdichte [t m⁻³]

k_U = Umfeldfaktor [dimensionslos] (s. Tabelle 6, VDI 3790 Blatt 3)

Abwurf von Schüttgütern

Gemäß Ziff. 7.2.2.5 errechnet sich der Emissionsfaktor für den Abwurf von Schüttgütern (q_{Ab}) anhand folgender Gleichung:

$$(5) \quad q_{Ab} = q_{norm,korr} \times \rho_s \times k_U$$

mit

$$(5a) \quad q_{norm,korr} = q_{norm} \times k_H \times 0,5 \times k_{Gerät}$$

und

$$(5b) \quad k_H = \left(\frac{H_{frei} + H_{Rohr} \times k_{Reib}}{2} \right)^{1,25}$$

Abkürzungen/Formelzeichen:

H_{Rohr} = Fallhöhe Schüttrohr [m]

H_{frei} = Freie Fallhöhe [m]

k_H = Auswirkungsfaktor

k_{Reib} = Faktor zur Berücksichtigung von Neigung und Reibung im Rohr (s. Tabelle 5, VDI 3790 Blatt 3)

$k_{Gerät}$ = Empirischer Korrekturfaktor (s. Tabelle 4, VDI 3790 Blatt 3)

ρ_s = Schüttdichte [t m⁻³]

k_U = Umfeldfaktor [dimensionslos] (s. Tabelle 6, VDI 3790 Blatt 3)

Aus den oben genannten Gleichungen lassen sich die Emissionsfaktoren der einzelnen Arbeitsvorgänge berechnen.

In den VDI-Richtlinien 3790 Blatt 1-3 werden nicht alle für die Berechnungen erforderlichen Eingangsparameter vorgegeben. Die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg hat eine

Arbeitshilfe zur Ermittlung von Emissionsfaktoren diffuser Stäube bereitgestellt, die im Folgenden zusätzlich als Erkenntnisquelle herangezogen wird (LUBW, 2021).

Zu berücksichtigende Umschlagsprozesse sind das Aufnehmen von Material mittels Radlader oder Bagger sowie das Abkippen des Materials bei Aufgabe in die Siebanlagen, zur Zwischenlagerung auf Halden und bei der Verladung auf LKW sowie der Abwurf von Förder- bzw. Ausstragsbändern.

Die eingesetzten Radlader haben ein Schaufelvolumen von mind. 3,5 m³, so dass bei einer Schüttdichte des Materials von 1,7 t m⁻³ von einer Abwurfmasse von ca. 6 t ausgegangen werden kann.

Bei dem geplanten Abbau von Sanden und Kiesen wird das Material nass gefördert und erdfeucht aufbereitet, weshalb von sehr geringen Staubemissionen durch diese Vorgänge ausgegangen werden kann. Dies gilt ebenso für vorangehenden Trockenabbau wie für den nachfolgenden Nassabbau, weil das Grundwasser weniger als einen Meter unter Geländeoberkante steht. Als Gewichtungsfaktor für die Staubneigung des Materials ist daher ein Wert von $\sqrt{10^0}$ („außergewöhnlich feuchtes/staubarmes Gut“) zu verwenden. Da die Rohstoffe nach der Klassierung noch zwischengelagert werden, kann es bis zum Abtransport zu einer oberflächlichen Abtrocknung des Materials und damit zu einer etwas erhöhten Staubneigung bei der Verladung kommen. Hierfür wird als Gewichtungsfaktor der Staubneigung ein Wert von $\sqrt{10^2}$ („Staub nicht wahrnehmbar“) angesetzt.

Eine Reduktion der Staubemissionen durch Einhausungen oder sonstige Abschirmungen wird gemäß VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 durch Umfeldfaktoren berücksichtigt, deren Zahlenwert zwischen 0 und 1 liegt und als linearer Faktor in die Emissionsberechnung eingeht. In Tab. 6 der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 und ergänzend dazu in Tab. 7.3 der LUBW-Arbeitshilfe sind Umfeldfaktoren für eine Reihe von Geräten, Fahrzeugen und Einhausungen aufgeführt. In diesem Fall wird überwiegend ein Umfeldfaktor von 0,9 (für Halde bzw. LKW) verwendet, lediglich für die Aufgabe des Materials in den Aufgabebunker der Siebanlagen wird ein etwas geringerer Umfeldfaktor von 0,8 angewandt.

Anhand der o.g. Gleichung 4 in Verbindung mit Gleichung 3 lassen sich die Emissionsfaktoren für die Aufnahmeprozesse berechnen:

Tabelle 6: Berechnung der Emissionsfaktoren für die Aufnahmevorgänge

Vorgang	Staubneigung (α)	Masse (M)	Schüttdichte (ρ_s)	Umfeldfaktor	Emissionsfaktor
	[]	[t Hub ⁻¹]	[t m ⁻³]	[]	[g t ⁻¹]
Aufnahme Rohkiessande (nass-feucht) Bagger	$\sqrt{10^0}$	3,4	1,7	0,9	2,24
Aufnahme Rohkiessande/ Sand/Kies (nass-feucht) Radlader	$\sqrt{10^0}$	6	1,7	0,9	1,69
Aufnahme Sand/Kies (ange- trocknet von Halde) Radlader	$\sqrt{10^2}$	6	1,7	0,9	16,86

Für die Abwürfe aus den Schaufeln der Radlader und Bagger sowie von den Austragsbändern der Siebe wird nach den Vorschlägen des LUBW (2021) konventionell eine Abwurfhöhe von 1 m im freien Fall angesetzt. Da keine Beladerohre eingesetzt werden, entfällt die Berücksichtigung von H_{Rohr} und k_{Reib} .

Ein geeigneter Ansatz zur Berücksichtigung der Staubemissionen aus Aufbereitungsaggregaten ist in der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 nicht vorgeben. Gemäß dem Vorschlag des LUBW (2021) werden die Emissionen durch die Aufbereitung/Klassierung des Materials als zusätzlicher kontinuierlicher Abwurf mit einer Abwurfhöhe von 0,5 m berücksichtigt.

Anhand der o.g. Gleichung 5 in Verbindung mit den Gleichungen 5a und 5b sowie der Gleichungen 2 und 3 lassen sich die Emissionsfaktoren für die Abwurfvorgänge wie folgt berechnen.

Tabelle 7: Berechnung der Emissionsfaktoren für die Abwurfvorgänge

	Einheit	Vorgang				
		Abwurf Bagger	Abwurf in Aufgabebetrichter	Abwurf bei Verladung auf LKW	Klassierung Siebanlage	Abwurf von Austrags-/Haldbändern
Staubneigung (α)	[]	$\sqrt{10^0}$	$\sqrt{10^0}$	$\sqrt{10^2}$	$\sqrt{10^0}$	$\sqrt{10^0}$
Abwurfmasse (M)	[t Hub ⁻¹]	3,4	6	6	-	-
Durchsatz pro Stunde (M')	[t h ⁻¹]	-	-	-	150	150
Mittlere Schüttdichte (ρ_s)	[t m ⁻³]	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Abwurfhöhe (H_{frei})	[m]	1	1	1	0,5	1
Empirischer Korrekturfaktor ($k_{Gerät}$)	[]	1,5	1,5	1,5	1	1
Umfeldfaktor (k_U)	[]	0,9	0,8	0,9	1	0,9
Emissionsfaktor (q_{Ab})	[g t⁻¹]	0,71	0,47	5,32	1,02	2,19

Mithilfe der in Kapitel 6.2 bzw. 6.2.1 näher ausgeführten Annahmen und den in den Tabellen 6 und 7 berechneten Emissionsfaktoren lassen sich für die Umschlagsprozesse die Emissionsmassenströme nur in Bezug auf Gesamtstaub berechnen.

Die VDI 3790 Blatt 3 macht jedoch keine Angaben zu den PM_{10} - und $PM_{2,5}$ -Anteilen bezogen auf den Gesamtstaub bei Umschlagsvorgängen, weshalb hierfür andere Erkenntnisquellen herangezogen werden müssen.

Nach der österreichischen Technischen Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen (BMDW, 2013) betragen die Anteile der Feinstaubfraktionen am Gesamtstaub für Erdaushub und Baumaterial bei Umschlagsprozessen 20 % für PM_{10} und 10 % für $PM_{2,5}$. Diese Werte werden im Folgenden verwendet.

In Tabelle 8 werden die aus den Umschlags- und Bearbeitungsvorgängen resultierenden Emissionsmassenströme für Staub, aufgeschlüsselt für die einzelnen Betriebsbereiche (bzw. Quellen in der folgenden Ausbreitungsrechnung), aufgeführt.

Tabelle 8: Emissionsmassenströme für Staub aus Umschlags- & Bearbeitungsprozessen für die einzelnen Betriebsbereiche

Vorgang	Menge	Tage pro Jahr	Emissionsmassenstrom [g s ⁻¹]			Emissionszeit ³⁾
	[t d ⁻¹]		PM _{2,5}	PM ₁₀ ¹⁾	PM ₃₀ ²⁾	[h a ⁻¹]
Abbaubereich						
Aufnahme Rohkiessande (Bagger)	448	300	0,00279	0,00558	0,02788	2.750
Abwurf Rohkiessande (Bagger)	448	300	0,00088	0,00177	0,00884	2.750
Aufnahme Rohkiessande (Radlader)	448	300	0,00210	0,00421	0,02103	2.750
Bereich Aufbereitung, Halden und Umschlag						
Abwurf in Aufgabetrichter (Bagger)	448	300	0,00058	0,00117	0,00585	2.750
Klassierung	448	300	0,00127	0,00254	0,01269	2.750
Abwurf von den Austragsbändern	448	300	0,00273	0,00545	0,02725	2.750
Abwurf vom Haldenband	448	300	0,00273	0,00545	0,02725	2.750
Aufnahme klassiertes Material (Radlader)	448	300	0,02098	0,04196	0,20981	2.750
Verladung auf LKW	448	300	0,00662	0,01324	0,06620	2.750

¹⁾ In der PM_{10} -Fraktion ist die $PM_{2,5}$ -Fraktion enthalten.

²⁾ Äquivalenz zu Gesamtstaub. In der PM_{30} -Fraktion ist die PM_{10} -Fraktion enthalten.

³⁾ Bei 300 Betriebstagen jährlich und Betriebszeiten von Mo-Fr 7-17 Uhr und Sa 7-12 Uhr ergeben sich 2.750 Betriebsstunden im Jahr.

6.2.4 Staubabwehungen

Bei der Lagerung von Schüttgütern kann es zu sog. Haldenabwehungen kommen. Relevante Abwehungen treten nach der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 jedoch nur bei freistehenden Halden ohne nennenswerte Strömungshindernisse auf, da Bewuchs und/oder Bebauung die Windgeschwindigkeit in Bodennähe sehr stark reduzieren. Weiterhin wird die Höhe der Staubemission durch Windabwehungen neben den vorliegenden Windverhältnissen auch von der Art und den Eigenschaften des gelagerten Materials beeinflusst. Denn nur wenn genügend abwehungsfähiges Material vorhanden ist, kann ein Staubabtrag stattfinden, was bedeutet, dass sich die Emissionsrate im Lauf der Zeit verringert.

Nach der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 1 kommt es unterhalb einer Windgeschwindigkeit von ca. 4 m/s bis 5 m/s (gemessen in 10 m Höhe) praktisch zu keinen Abwehungen. Da andererseits erhöhte Windgeschwindigkeiten nicht selten mit Niederschlägen verbunden sind, wird der erosionsrelevante Anteil des Staubs wieder vermindert. Für die im vorliegenden Fall für den Standort als repräsentativ heranzuziehenden Winddaten des Messstandortes Flensburg ergibt sich anhand der verwendeten Winddaten des repräsentativen Jahres (10.6.2016 - 9.6.2017) eine mittlere Windgeschwindigkeit von $3,9 \text{ m s}^{-1}$. Dies spricht dafür, dass die zu erwartenden Winderosionen von der Abbaufäche auf Grund der vorhandenen Windgeschwindigkeiten vernachlässigbar gering sind.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den im Bereich der geplanten Anlage zwischengelagerten Sanden und Kiesen um Materialien handelt, die aufgrund ihrer grobkörnigen Struktur und dem damit verbundenen höheren Partikelgewicht wenig bis gar nicht windanfällig sind. Aufgrund der Feuchte des Materials und der der Lagerung vorausgehenden Klassierung ist außerdem nicht damit zu rechnen, dass zum Zeitpunkt der Zwischenlagerung noch genügend abwehungsfähiges Material (Schluff etc.) in den Rohstoffen enthalten ist, um einen relevanten windinduzierten Staubabtrag zu ermöglichen.

Somit sind aus hiesiger Sicht Haldenabwehungen aus der geplanten Abbaufäche als irrelevant gering zu beurteilen und es findet keine gesonderte Berücksichtigung im Rahmen der Ausbreitungsrechnung statt.

6.2.5 Zusammenfassung der Staubemissionen

In der folgenden Tabelle 9 werden die in diesem Kapitel berechneten Emissionsmassenströme aus den einzelnen Vorgängen für die jeweilige Quelle in der Ausbreitungsrechnung aufsummiert.

Tabelle 9: Zusammenstellung der Staubemissionen je Quelle

Quelle	Vorgänge	PM _{2,5}	PM ₁₀ ¹⁾	PM ₃₀ ²⁾	Emissionszeit ³⁾
		[g s ⁻¹]	[g s ⁻¹]	[g s ⁻¹]	[h a ⁻¹]
Zufahrt Szenario 1 ⁴⁾	Fahrbewegungen von LKW und Mitarbeiter-PKW, Dieselemissionen LKW	0,010874	0,109174	0,429124	2.750
Fahrtrasse (Szenario 1) ⁴⁾	Fahrbewegungen von LKW und Mitarbeiter-PKW, Dieselemissionen LKW	0,019928	0,200158	0,786728	2.750
Zufahrt Szenario 2 ⁵⁾	Fahrbewegungen von LKW und Mitarbeiter-PKW, Dieselemissionen LKW	0,005432	0,054592	0,214562	2.750
Abbaubereich	Fahrbewegungen von Radladern, Aufnahme und Abwurf von Rohkiessanden (Bagger bzw. Radlader), Dieselmotoremissionen von Radlader und Baggern	0,032300	0,162600	0,614040	2.750
Bereich Aufbereitung, Halden und Umschlag	Fahrbewegungen von Radladern und LKW, Umschlagsvorgänge (Radlader), Klassierung, Abwurf von Austrags- und Haldenbändern, Verladung auf LKW, Dieselmotoremissionen von Radlader, Sieben und LKW	0,071511	0,356281	1,448811	2.750

1) In der PM₁₀-Fraktion ist die PM_{2,5}-Fraktion enthalten.

2) Äquivalenz zu Gesamtstaub. In der PM₃₀-Fraktion ist die PM₁₀-Fraktion enthalten.

3) Bei 300 Betriebstagen jährlich und Betriebszeiten von Mo-Fr 7-17 Uhr und Sa 7-12 Uhr ergeben sich 2.750 Betriebsstunden im Jahr.

4) Je nachdem in welchem Bereich der ca. 13 ha großen Fläche zum jeweiligen Zeitpunkt abgebaut wird, ist eine unterschiedlich lange Fahrstrecke zurückzulegen, um von der Zufahrt aus in den jeweils aktuellen Abbaubereich zu kommen. Der Abbau soll von Osten nach Westen erfolgen, die Länge der Strecke verringert sich somit mit dem Fortschritt des Abbaus. Im Szenario 1 wird vom Abbau im östlichsten Bereich ausgegangen und entsprechend eine maximale Streckenlänge zugrunde gelegt.

5) Im Szenario 2 wird vom Abbau im westlichen Bereich der Fläche ausgegangen und entsprechend nur ein kurzer Zufahrtsweg in der Berechnung berücksichtigt.

Da nur während der Betriebszeiten Staub aus dem Vorhaben emittiert wird, werden die Staubemissionen im Rahmen der Ausbreitungsrechnung anhand einer zeitabhängigen Betrachtung (Zeitreihe) berücksichtigt. Hierbei werden die entsprechenden Emissionswerte der Tabelle 9 ebenso wie die für jede Stunde des Jahres vorliegenden Wind- und Niederschlagswerte als Stundenwerte eines gesamten Jahres in der Zeitreihe berücksichtigt.

6.2.6 Quellkonfiguration

Da der Sandabbau von Osten ausgehend über mehrere Jahrzehnte erfolgen soll, wird sich der Emissionsschwerpunkt des Sandabbaus im Laufe der Zeit zunehmend nach Westen verschieben. Die Emissionen aus dem Sandabbau sind daher keinen genauen Quellpositionen innerhalb der Abbaufäche zuzuordnen, weil die Bereiche in denen gearbeitet wird zeitlich variabel sind. Im Sinne einer konservativen Analyse soll in der hier durchgeführten Ausbreitungsrechnung die Emissionsquelle des Sandabbaus nahe der nächstgelegenen Immissionsorte modelliert werden, um für diese die maximale Belastung zu bestimmen. Da sich sowohl östlich als auch südwestlich der Planfläche Wohnhäuser in unmittelbarer Nähe befinden, werden hierfür zwei verschiedene Szenarien in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt:

- 1.) Der Sandabbau findet im östlichen Bereich der Planfläche statt, wodurch die Immissionen an den östlich der Planfläche gelegenen Wohnhäusern (Ortschaft Tarp) maximiert werden. Dieses Szenario spiegelt die Situation in den ersten Jahren des Sandabbaus wider. Es fallen lange Zufahrtwege über die Sandabbaufäche an.
- 2.) Der Sandabbau findet im westlichen Bereich der Planfläche statt, wodurch die Immissionen an den Wohnhäusern südwestlich der Planfläche (Ortschaft Jerrishoe) maximiert werden. In diesem Szenario ist der Sandabbau schon weit fortgeschritten und es fallen nur noch kurze Zufahrtwege an.

Tabelle 10: Liste der Quelldaten, Koordinaten

Quelle	Quellform ¹⁾	Koordinaten ²⁾								
		Xq ³⁾	Yq ⁴⁾	Hq ⁵⁾	Aq ⁶⁾	Bq ⁷⁾	Cq ⁸⁾	Wq ⁹⁾	Vq ¹⁰⁾	Dq ¹¹⁾
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[m s ⁻¹]	[m]
Szenario 1: Sandabbau Ost										
Zufahrt	V	-423	-29	0,1	300	6	1	13,4	-	-
Fahrtrasse	V	-135	35	0,1	555	6	1	8,9	-	-
Abbaubereich	V	529	26	0,1	34	109	2	23,7	-	-
	V	495	19	0,1	34	113	2	23,7	-	-
	V	460	14	0,1	34	113	2	23,6	-	-
Bereich Aufbereitung, Halden und Umschlag	V	397	8	0,1	60	100	4	23,7	-	-
Szenario 2: Sandabbau West										
Zufahrt	V	-426	-29	0,1	147,7	7,2	3	12,6	-	-
Abbaubereich	V	-406	-168	0,1	135	142	3	6,9	-	-
Bereich Aufbereitung, Halden und Umschlag	V	-329	-105	0,1	53,9	96	3	7	-	-

Legende:

- 1) P = Punktquelle, sL = stehende Linienquelle, sF = stehende Flächenquelle, V = Volumenquelle.
- 2) Für die Berechnung wurde folgender Koordinaten-Nullpunkt festgelegt: (32) 524.400 Ost; 6.057.140 Nord; basierend auf dem UTM-Koordinatensystem. Der Mittelpunkt befindet sich in der Nähe des Bauvorhabens.
- 3) X-Koordinate der Quelle, Abstand vom Nullpunkt in m (Standardwert 0 m = Mitte des Rechengitters).
- 4) Y-Koordinate der Quelle, Abstand vom Nullpunkt in m (Standardwert 0 m = Mitte des Rechengitters).
- 5) Höhe der Quelle (Unterkante) über dem Erdboden in m.
- 6) X-Weite: Ausdehnung der Quelle in x-Richtung in m.
- 7) Y-Weite: Ausdehnung der Quelle in y-Richtung in m.

- 8) Z-Weite: vertikale Ausrichtung der Quelle in m.
- 9) Drehwinkel der Quelle um eine vertikale Achse durch die linke untere Ecke (Standardwert 0 Grad).
- 10) Abluftgeschwindigkeit in m s^{-1} zur Berechnung der mechanischen Abgasfahnenüberhöhung (VDI-Richtlinie 3782, Blatt 3, Juni 1985). Sie berechnet sich aus dem Kamindurchmesser und dem Abgasvolumenstrom.
- 11) Durchmesser der Quelle in m.
 - ⁴⁾ Die Aufbereitungsaggregate sollen planmäßig immer einen Mindestabstand von 130 m zur umliegenden Wohnbebauung einhalten, weshalb die Siebanlagen in der folgenden Ausbreitungsrechnung als gesonderte Quelle innerhalb des aktiven Bereichs berücksichtigt wurden.

Die relative Lage der Emissionsaustrittsorte (Koordinaten X_q und Y_q in Tabelle 10) ergibt sich aus der Entfernung von einem im Bereich der Betriebsstätte festgelegten Fixpunkt und der Quellhöhe (Koordinaten C_q in Tabelle 10).

Entscheidend für die Ausbreitung der Emissionen ist die Form und Größe der Quelle. Entsprechend der Vorgaben unter Nr. 5.5.2 sowie in Anhang 2, Nr. 11 der TA Luft 2021 wird die Ableitung der Emissionen über Schornsteine (Punktquelle) dann angenommen, wenn nachfolgende Bedingungen für eine freie Abströmung der Emissionen erfüllt sind:

- a) eine Schornsteinhöhe von 10 m über dem Grund und
- b) eine den Dachfirst um 3 m überragende Kaminhöhe bezogen auf eine Dachneigung von 20° und [...]
- c) keine wesentliche Beeinflussung durch andere Strömungshindernisse (Gebäude, Vegetation, usw.) im weiteren Umkreis um die Quelle. Dieser Abstand wird für jedes Hindernis als das Sechsfache seiner Höhe bestimmt; vgl. hierzu auch VDI 3783 Blatt 13 (VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13, Januar 2010).

Wenn die zuvor genannten Bedingungen nicht erfüllt werden können, so gilt, dass bei Quellkonfigurationen, bei denen die Höhe der Emissionsquellen größer als das 1,2-fache der Gebäude ist, die Emissionen über eine Höhe von $h_q/2$ bis h_q gleichmäßig zu verteilen sind. Entsprechend der Publikation des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW, 2018) beginnt also die Ersatzquelle in Höhe der halben Quellhöhe über Grund und erstreckt sich nochmals um den Wert der halben Quellhöhe in die Vertikale.

Liegen Quellhöhen vor, die kleiner als das 1,2-fache der Gebäude sind, sind die Emissionen über den gesamten Quellbereich (0 m bis h_q) zu verteilen: Es wird eine stehende Linienquelle mit Basis auf dem Boden eingesetzt.

Die übrigen diffusen Emissionsquellen werden als stehende Flächenquellen bzw. Volumenquellen mit einer Ausdehnung über die gesamte Gebäudehöhe bei einer Basis auf der Grundfläche angesetzt. Durch diese Vorgehensweise können Verwirbelungen im Lee der Quelle näherungsweise berücksichtigt werden (LANUV NRW, 2018).

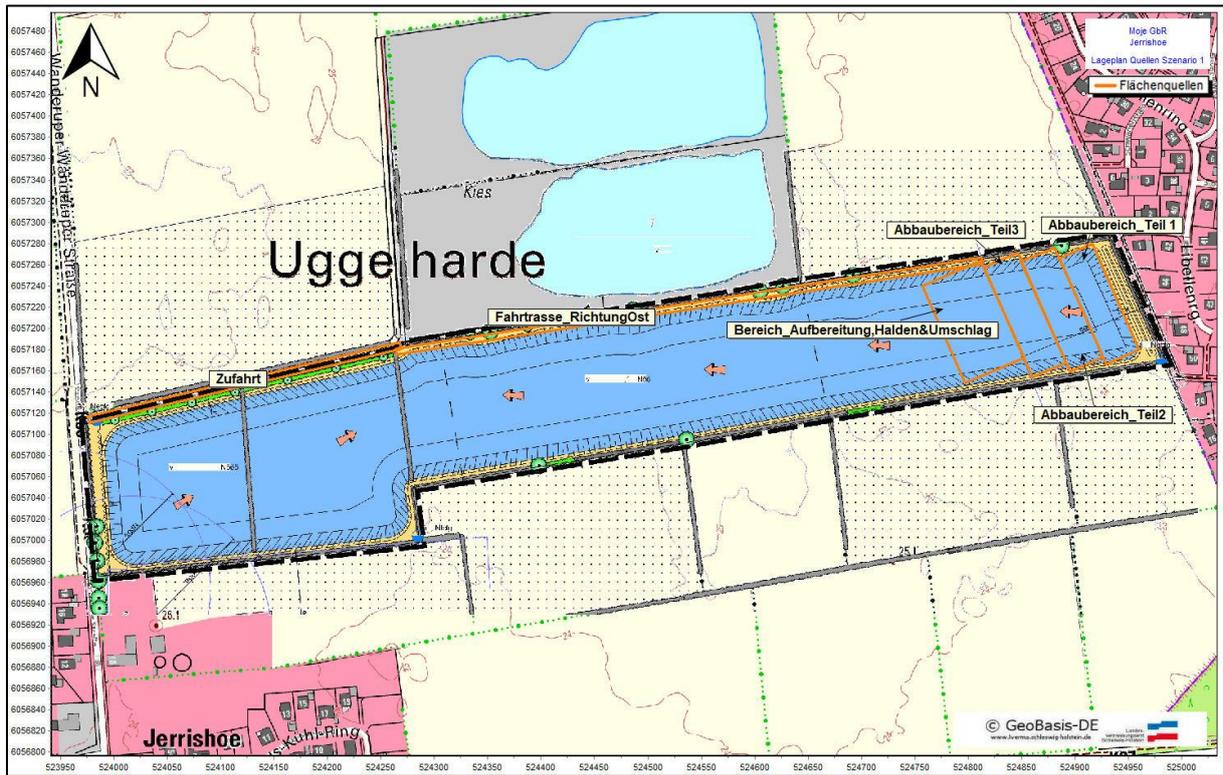


Abb. 4: Quellenplan nach Tab. 10 für das Szenario 1 (Maßstab 1: ~ 7.000)

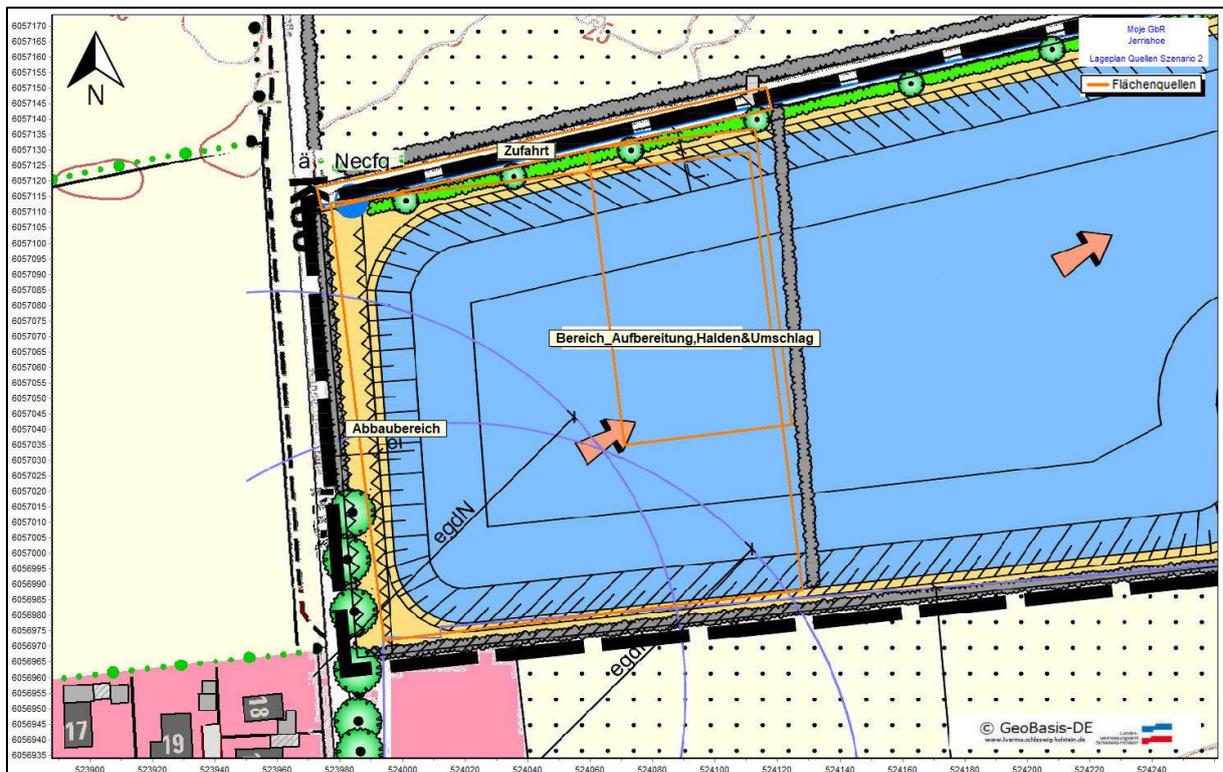


Abb. 5: Quellenplan nach Tab. 10 für das Szenario 2 (Maßstab 1: ~ 2.400).

6.3 Staubimmissionen

Die folgende Tabelle 11 gibt einen Überblick über die Immissionswerte für Staub zum Schutz der menschlichen Gesundheit bzw. zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder Nachteilen nach Tab. 1 bzw. 2 der TA Luft 2021.

Tabelle 11: Immissionswerte für Staub nach Tab. 1 bzw. Tab. 2 der TA Luft 2021

Schadstoff	Immissionswert	Mittelungszeitraum
PM _{ges}	0,35 g m ⁻² d ⁻¹	Jahr
PM ₁₀	40 µg m ⁻³ 50 µg m ⁻³ *)	Jahr 24 Stunden*)
PM _{2,5}	25 µg m ⁻³	Jahr

*) Für den auf 24 Stunden bezogenen Immissionswert sind maximal 35 Überschreitungen im Jahr zulässig. Weiterhin gilt der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert bei einem Jahreswert von unter 28 µg m⁻³ als eingehalten.

Im Folgenden wird die Gesamtbelastung durch Staubbiederschlag bzw. durch Feinstaubkonzentration im Umfeld des Vorhabens bestimmt.

6.3.1 Ergebnisse und Beurteilung

Zur Ermittlung der Immissionsbelastung im Umfeld des geplanten Sand- und Kiesabbaus wird neben den Emissionen aus dem Vorhaben außerdem die allgemeine Hintergrundbelastung im Umfeld berücksichtigt.

Staubdeposition

Gemäß den vorliegenden Ergebnissen der lufthygienischen Überwachung in Schleswig-Holstein (LLUR, 2022) liegen die Messwerte für die Staubdeposition am Messstandort Eggebek (ca. 5 km südlich des Vorhabenstandortes) bei 0,06 g m⁻² d⁻¹. Um den Immissionswert von 0,35 g m⁻² d⁻¹ nicht zu überschreiten, muss daher eine Gesamtzusatzbelastung von 0,29 g m⁻² d⁻¹ durch das Vorhaben eingehalten werden.

Wie in den Abbildungen 6 und 7 zu erkennen ist, wird dieser Wert in beiden betrachteten Szenarien an allen Immissionsorten im Umfeld des Vorhabens eingehalten.

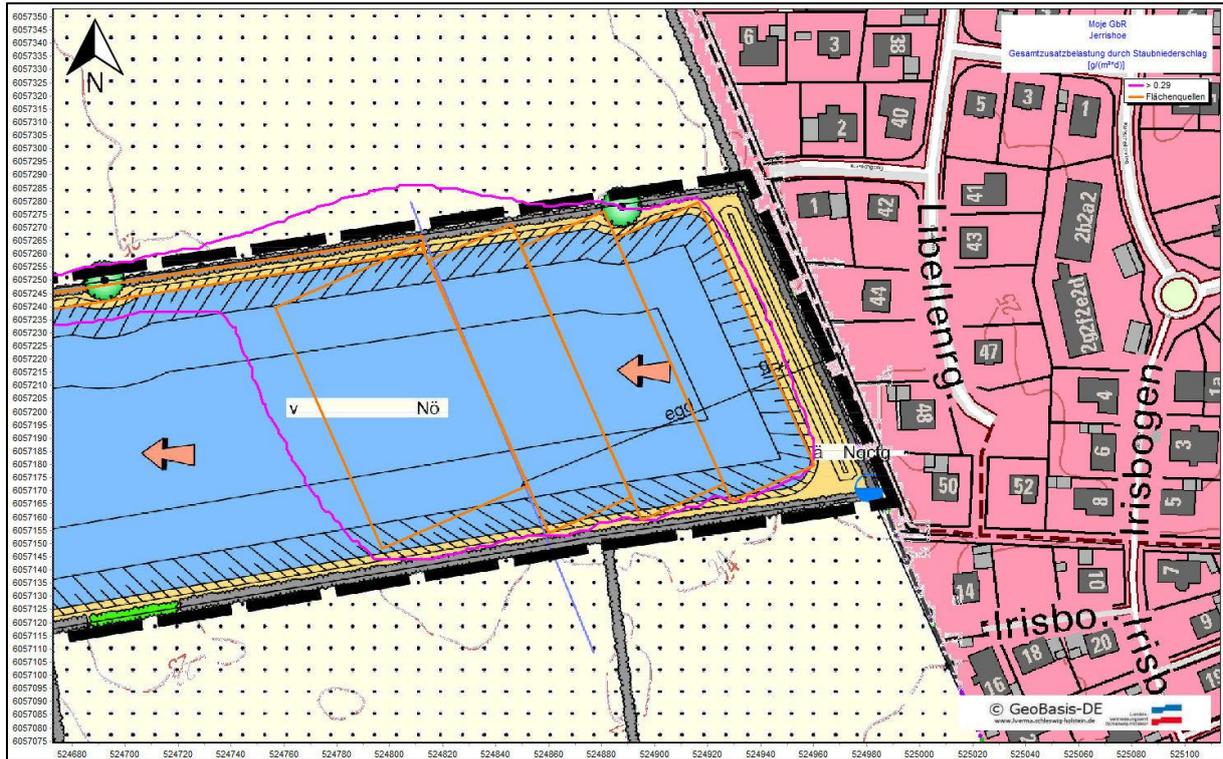


Abb. 6: Isoliniendarstellung der Gesamtzusatzbelastung durch Staubniederschlag bei $0,29 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ im Szenario 1. Maßstab 1: ~ 2.800

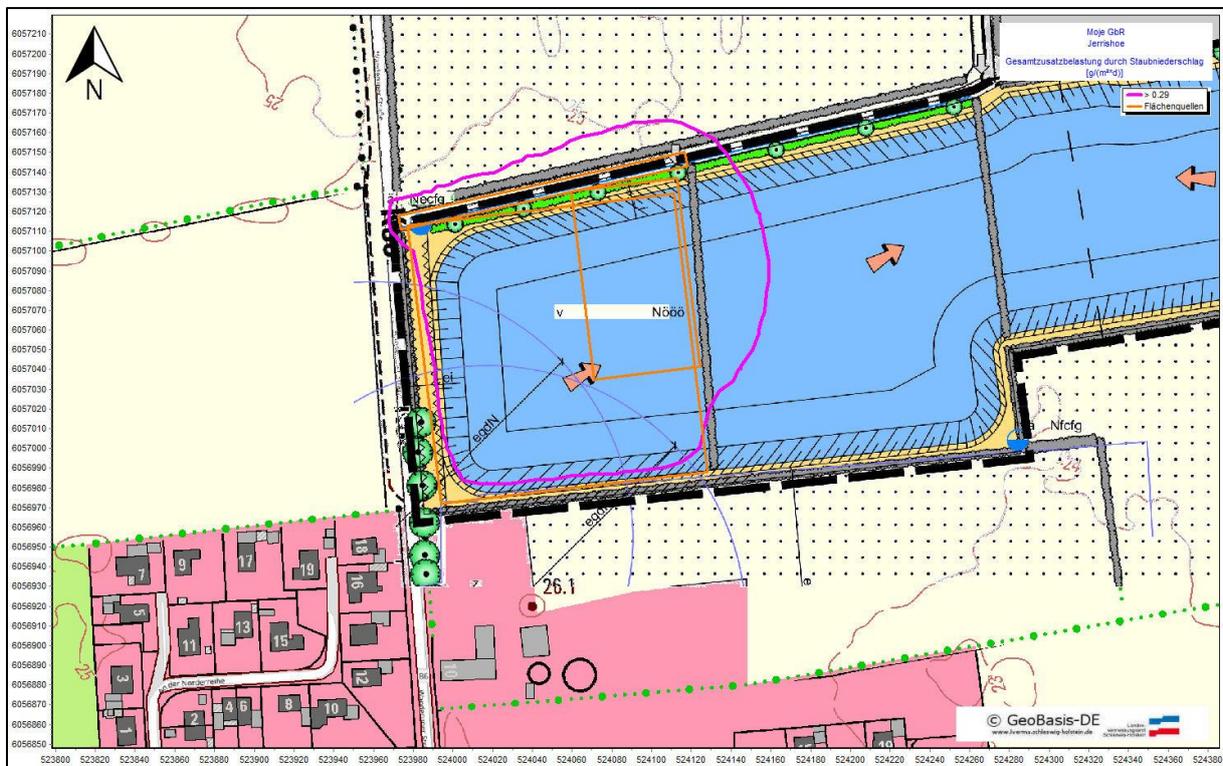


Abb. 7: Isoliniendarstellung der Gesamtzusatzbelastung durch Staubniederschlag bei $0,29 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ im Szenario 2. Maßstab 1: ~ 3.800

PM₁₀-Konzentration

Gemäß den vorliegenden Ergebnissen der lufthygienischen Überwachung in Schleswig-Holstein (LLUR, 2022) liegen die Messwerte für die Staubkonzentration der PM₁₀-Fraktion am Messstandort Eggebek bei $13 \mu\text{g m}^{-3}$. Um den Immissionswert von $40 \mu\text{g m}^{-3}$ nicht zu überschreiten, muss daher eine Gesamtzusatzbelastung von $27 \mu\text{g m}^{-3}$ durch das Vorhaben eingehalten werden.

Der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert gilt darüber hinaus bei einem Jahreswert von unter $28 \mu\text{g m}^{-3}$ als eingehalten. Bei einer Hintergrundbelastung von $13 \mu\text{g m}^{-3}$ wäre dies bei einer Gesamtzusatzbelastung von max. $14 \mu\text{g m}^{-3}$ durch das Vorhaben der Fall.

Die Ergebnisse der durchgeführten Ausbreitungsrechnungen sind in den Abbildungen 8 und 9 dargestellt.

Wie aus den Abbildungen zu erkennen ist, wird eine Gesamtzusatzbelastung von $14 \mu\text{g m}^{-3}$ und somit eine Gesamtbelastung von $28 \mu\text{g m}^{-3}$ an allen Immissionsorten im Umfeld des Vorhabens eingehalten.

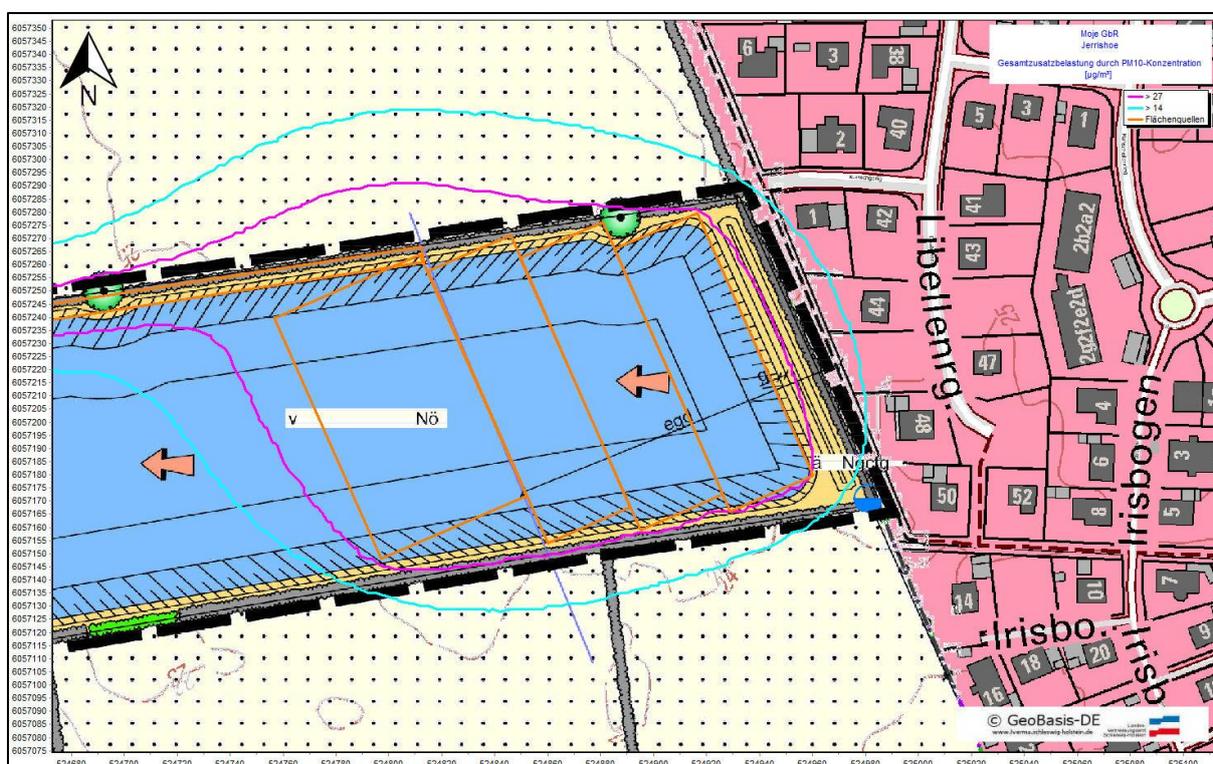


Abb. 8: Isolinien­darstellung der Gesamtzusatzbelastung im Jahresmittel bei PM₁₀-Konzentrationen von $27 \mu\text{g m}^{-3}$ und $14 \mu\text{g m}^{-3}$ im Szenario 1.
Maßstab 1: ~ 2.800

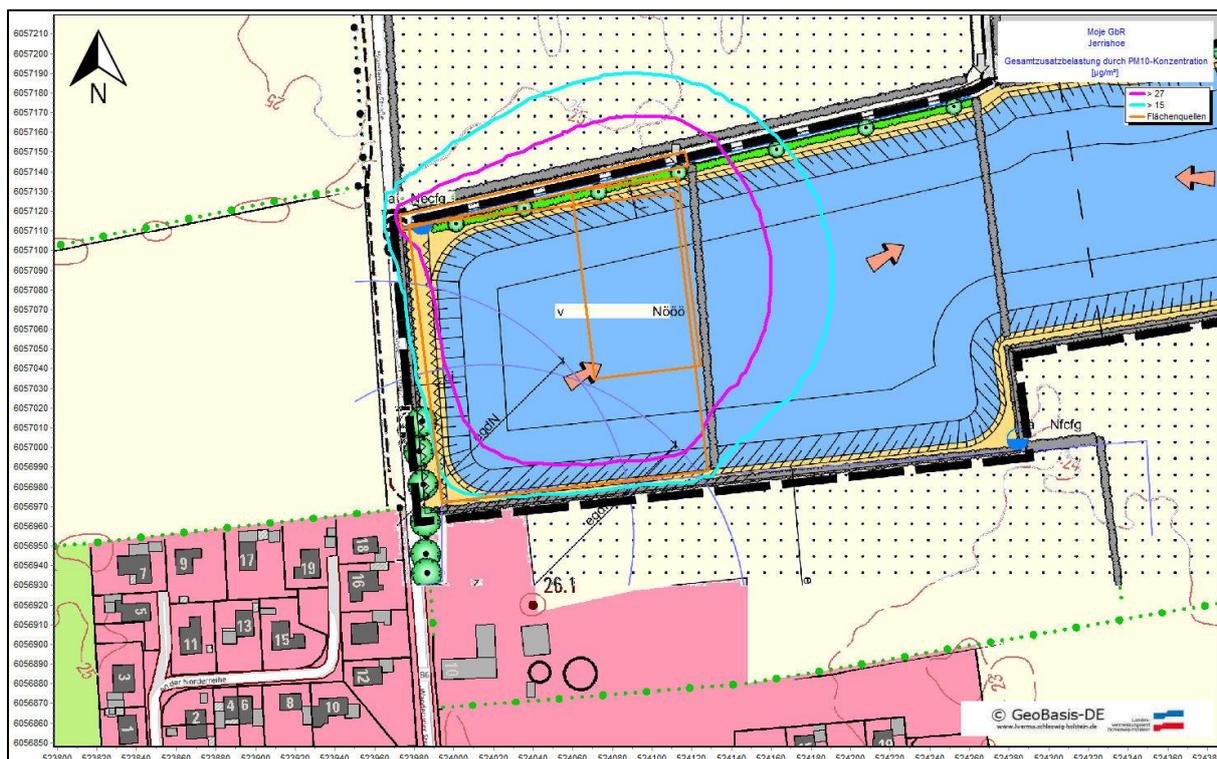


Abb. 9: Isoliniendarstellung der Gesamtzusatzbelastung im Jahresmittel bei PM_{10} -Konzentrationen von $27 \mu\text{g m}^{-3}$ und $14 \mu\text{g m}^{-3}$ im Szenario 2.
Maßstab 1: ~ 3.800

$PM_{2,5}$ -Konzentration

Gemäß den vorliegenden Ergebnissen der lufthygienischen Überwachung in Schleswig-Holstein (LLUR, Jahresübersicht 2020) liegen die Messwerte für die Staubkonzentration der PM_{10} -Fraktion am Messstandort Eggebek bei $8 \mu\text{g m}^{-3}$. Um den Immissionswert von $25 \mu\text{g m}^{-3}$ nicht zu überschreiten, muss daher eine Gesamtzusatzbelastung von $17 \mu\text{g m}^{-3}$ durch das Vorhaben eingehalten werden.

Da dieser Wert bereits durch die Gesamtzusatzbelastung an PM_{10} unterschritten wird und die $PM_{2,5}$ -Fraktion in der PM_{10} -Fraktion enthalten ist, ist eine Überschreitung des Grenzwertes für $PM_{2,5}$ offensichtlich ausgeschlossen und bedarf keiner weiteren Prüfung.

6.3.2 Vorsorge nach TA Luft

Nach Nr. 5.1.1 gelten die Regelungen der Nr. 5.2 in Verbindung mit 5.3 sowie der Nr. 6.2 für alle Anlagen. Soweit in Nr. 5.4 hiervon abweichende Regelungen festgelegt sind, gehen diese den betroffenen Regelungen der Nr. 5.2, 5.2 oder 6.2 vor. Weiterhin ist bei einer Begrenzung der Massenkonzentration in Nr. 5.4 der entsprechende Massenstrom aus Nr. 5.2 in der Regel nicht anzuwenden.

Für die hier vorliegende Anlage finden sich in Nr. 5.4 der TA Luft 2021 keine entsprechenden anlagenspezifische Regelungen, weswegen die Regelungen der Nr. 5.2 in Verbindung mit 5.3 sowie der Nr. 6.2 heranzuziehen sind.

Nach Ziff. 5.2.1 TA Luft 2021 dürfen die im Abgas enthaltenen staubförmigen Emissionen

- a) einen Massenstrom von max. $0,20 \text{ kg h}^{-1}$ oder
- b) eine Massenkonzentration von max. 20 mg m^{-3} nicht überschreiten.

Auch bei Einhaltung oder Unterschreitung eines Massenstroms von $0,20 \text{ kg h}^{-1}$ darf im Abgas eine Massenkonzentration von $0,15 \text{ g m}^{-3}$ nicht überschritten werden.

Bei Emissionsquellen, die den Massenstrom $0,40 \text{ kg/h}$ überschreiten, darf im Abgas die Massenkonzentration 10 mg/m^3 nicht überschritten werden.

Im vorliegenden Fall ist auf Grund der Art der Emissionsquellen (Fahrwege, Ladeplätze) als windinduzierte Quellen eine Berechnung eines entsprechenden Abgasstroms nicht möglich. In diesem Fall sind stattdessen die Regelungen der Nr. 5.2.3 der TA Luft 2021 über die Emissionen bei Umschlag, Lagerung oder Bearbeitung von festen Stoffen heranzuziehen und die dort beschriebenen Anforderungen bzw. Minderungsmaßnahmen, sofern möglich und verhältnismäßig, umzusetzen.

7 Verwendete Unterlagen

- AUSBREITUNGSKLASSENZEITREIHE der Station Flensburg für das repräsentative Jahr 10.06.2016 – 09.06.2017 für den Prüfzeitraum 2010 bis 2021 vom Deutschen Wetterdienst, ergänzt um die zugehörigen Niederschlagsdaten (geliefert von der IfU GmbH, Frankenberg).
- AUSZÜGE AUS DER DIGITALEN TOPOGRAFISCHEN KARTE (DTK5) über dem kritischen Bereich im Umfeld des Vorhabenstandortes bei Jerrishoe.
- BAFU – SCHWEIZER BUNDESAMT FÜR UMWELT. Non-Road-Datenband, zuletzt geändert Juli 2022. Online unter: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/non-road-datenbank.html>
- BMDW (2013). Diffuse Staubemissionen – Technische Grundlagen. Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort, Wien.
- BMU - BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2021). TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 18. August 2021
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2018): Qualifizierte Prüfung (QPR) der Übertragbarkeit einer Ausbreitungszeitreihe (AKTerm) bzw. einer Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) nach TA Luft 2002 auf einen Standort bei 24992 Jörl. Gutachten-Nr. KU 1 HA / 0575-18 vom Juni 2018.
- LANUV NRW (2018). Leitfaden zur Prüfung und Erstellung von Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft (2002) und der Geruchsimmissions-Richtlinie (2008) mit AUSTAL2000, LANUV-Arbeitsblatt 36. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen.
- LLUR – LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2022). Luftqualität in Schleswig-Holstein – Jahresübersicht 2020 – Lufthygienische Überwachung Schleswig-Holstein.
- ÖSTERREICHISCHES UMWELTBUNDESAMT (2023). Emissionsfaktoren für Verkehrsmittel – Emissionskennzahlen Datenbasis 2021. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/mobilitaet/mobilitaetsdaten/emissionsfaktoren-verkehrsmittel>
- VDI-RICHTLINIE 3782 BLATT 3 (Juni 1985). Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre, Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. Berlin, Beuth Verlag GmbH.
- VDI-RICHTLINIE 3783 BLATT 13 (Januar 2010). Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. Berlin, Beuth Verlag GmbH.
- VDI-RICHTLINIE 3790 BLATT 1 (Juli 2015). Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Grundlagen. Berlin, Beuth-Verlag GmbH.
- VDI-RICHTLINIE 3790 BLATT 3 (Januar 2010). Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. Berlin, Beuth-Verlag GmbH
- VDI-RICHTLINIE 3790 BLATT 4 (September 2018). Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichem/industriellem Betriebsgelände. Berlin, Beuth-Verlag GmbH.

8 Anhang A

8.1 Staubimmissionen Gesamtstaub und PM10, Szenario 1

2024-03-26 17:01:22 AUSTAL gestartet

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

=====
Modified by Petersen+Kade Software , 2023-08-15
=====

Arbeitsverzeichnis: C:/TempPuKast/ast3591/erg0004

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-15 10:31:12
Das Programm läuft auf dem Rechner "OLDENBURG-5149".

=====
===== Beginn der Eingabe =====
> settingspath "C:\Program Files (x86)\P&K\P&K AST\ austal.settings"
> AZ "aktermn_flensburg_16-17_2010-2021.akterm"
> HA 14.5
> Z0 0.2
> QS 2
> XA -300
> YA 250
> RI ?
> UX 524400
> UY 6057140
> X0 290 -590 -700 -840 -1480
> Y0 -75 -365 -505 -805 -1565
> NX 164 280 162 102 75
> NY 118 142 92 66 75
> DD 2.5 5 10 20 40
> NZ 0 0 0 0
> XQ -423 -135 529 397 495 460
> YQ -29 35 26 8 19 14
> HQ 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1
> AQ 300 555 34 60 34 34
> BQ 6 6 109 100 113 113
> CQ 1 1 2 4 2 2
> WQ 13.4 8.9 23.7 23.7 23.7 23.6
> PM-u ? ? ? ? ?
> PM-2 ? ? ? ? ?
> PM-1 ? ? ? ? ?
===== Ende der Eingabe =====

Anzahl CPUs: 4

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

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

Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.

Die Zeitreihen-Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/zeitreihe.dmna" wird verwendet.

Die Angabe "az aktermn_flensburg_16-17_2010-2021.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL d4279209

Prüfsumme TALDIA 7502b53c

Prüfsumme SETTINGS d0929e1c

Prüfsumme SERIES 6d99ccff

Gesamtniederschlag 833 mm in 1044 h.

=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"

TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 8)

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-depz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-deps01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-wetz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-wets01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-dryz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-drys01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-depz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-deps02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-wetz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-wets02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-dryz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-drys02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-depz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-deps03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-wetz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-wets03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-dryz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-drys03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-j00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-j00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35i04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00i04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-depz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-deps04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-wetz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-wets04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-dryz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-drys04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-j00z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-j00s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t35i05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-t00i05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-depz05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-deps05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-wetz05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-wets05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-dryz05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3591/erg0004/pm-drys05" ausgeschrieben.

TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.2.1-WI-x.

Auswertung der Ergebnisse:

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

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

Maximalwerte, Deposition

PM DEP : 2.4434 g/(m²*d) (+/- 0.5%) bei x= 406 m, y= 121 m (1: 47, 79)
 PM DRY : 2.4388 g/(m²*d) (+/- 0.5%) bei x= 406 m, y= 121 m (1: 47, 79)
 PM WET : 0.0053 g/(m²*d) (+/- 0.7%) bei x= 414 m, y= 84 m (1: 50, 64)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

PM J00 : 145.6 µg/m³ (+/- 0.3%) bei x= 411 m, y= 76 m (1: 49, 61)
 PM T35 : 299.7 µg/m³ (+/- 2.6%) bei x= 419 m, y= 74 m (1: 52, 60)
 PM T00 : 1204.2 µg/m³ (+/- 3.0%) bei x= 441 m, y= 34 m (1: 61, 44)

2024-03-26 17:56:31 AUSTAL beendet.

8.2 Staubimmissionen Gesamtstaub und PM10, Szenario 2

2024-03-26 08:49:33 AUSTAL gestartet

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

Modified by Petersen+Kade Software, 2023-08-15

Arbeitsverzeichnis: C:/TempPuKast/ast3588/erg0004

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-15 10:31:12
 Das Programm läuft auf dem Rechner "OLDENBURG-5149".

===== Beginn der Eingabe =====
 > settingspath "C:\Program Files (x86)\P&K\P&K AST\austral.settings"
 > AZ "aktermn_flensburg_16-17_2010-2021.akterm"
 > HA 14.5
 > Z0 0.2
 > QS 2
 > XA 0
 > YA 0
 > RI ?
 > UX 524400
 > UY 6057140
 > X0 -510 -670 -860 -1000 -1480
 > Y0 -265 -425 -545 -725 -1565
 > NX 142 126 110 76 75
 > NY 132 124 96 68 75

```
> DD 2.5 5 10 20 40
> NZ 0 0 0 0
> XQ -426 -406 -329
> YQ -29 -168 -105
> HQ 0.1 0.1 0.1
> AQ 147.7 135 53.9
> BQ 7.2 142 96
> CQ 1 2 4
> WQ 12.6 6.9 7
> PM-u ? ? ?
> PM-2 ? ? ?
> PM-1 ? ? ?
```

===== Ende der Eingabe =====

Anzahl CPUs: 4

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

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

Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.

Die Zeitreihen-Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/zeitreihe.dmna" wird verwendet.

Die Angabe "az aktermn_flensburg_16-17_2010-2021.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL d4279209

Prüfsumme TALDIA 7502b53c

Prüfsumme SETTINGS d0929e1c

Prüfsumme SERIES b7b4df94

Gesamtniederschlag 833 mm in 1044 h.

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"

TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 8)

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-j00z01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-j00s01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35z01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35s01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35i01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00z01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00s01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00i01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-depz01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-deps01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-wetz01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-wets01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-dryz01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-drys01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-j00z02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-j00s02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35z02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35s02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35i02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00z02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00s02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00i02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-depz02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-deps02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-wetz02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-wets02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-dryz02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-drys02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-j00z03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-j00s03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35z03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35s03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35i03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00z03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00s03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00i03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-depz03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-deps03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-wetz03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-wets03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-dryz03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-drys03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-j00z04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-j00s04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35z04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35s04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35i04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00z04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00s04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00i04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-depz04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-deps04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-wetz04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-wets04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-dryz04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-drys04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-j00z05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-j00s05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35z05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35s05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t35i05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00z05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00s05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-t00i05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-depz05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-deps05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-wetz05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-wets05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-dryz05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "C:/TempPuKast/ast3588/erg0004/pm-drys05" ausgeschrieben.
 TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.2.1-WI-x.

=====

Auswertung der Ergebnisse:

=====

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

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

Maximalwerte, Deposition

=====

PM DEP : 2.4141 g/(m²*d) (+/- 0.4%) bei x= -306 m, y= -46 m (1: 82, 88)
 PM DRY : 2.4085 g/(m²*d) (+/- 0.4%) bei x= -306 m, y= -46 m (1: 82, 88)
 PM WET : 0.0057 g/(m²*d) (+/- 0.5%) bei x= -301 m, y= -44 m (1: 84, 89)

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

PM J00 : 148.1 µg/m³ (+/- 0.2%) bei x= -306 m, y= -46 m (1: 82, 88)
 PM T35 : 311.2 µg/m³ (+/- 2.8%) bei x= -296 m, y= -39 m (1: 86, 91)
 PM T00 : 1279.6 µg/m³ (+/- 2.1%) bei x= -281 m, y= -91 m (1: 92, 70)

=====

2024-03-26 09:47:35 AUSTAL beendet.

Anmerkung: da die Emissionen zeitabhängig variabel sind, wurden hierfür Zeitreihen den mit den Stundenwerten in Ansatz gebracht. Diese Werte erscheinen im Rechenlaufprotokoll als ?. Ein Abdruck dieser Werte ist wegen des Umfangs nicht sinnvoll, die Daten können ggf. von uns digital zur Prüfung übermittelt werden.