Staubimmissionsprognose

Betreiber: **Kalkwerke H. Oetelshofen GmbH & Co. KG**

Hahnenfurth 5

42327 Wuppertal

Antragssteller: **Iseke GmbH & Co. KG**

Hahnenfurth 5

42327 Wuppertal

Berichtsverfasser: **Ramm Ingenieur GmbH**

Zamenhofstr. 12

42109 Wuppertal

Projekt Nr.: **4245**

Wuppertal, 14.05.2018

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung und Ausgangssituation 4

2 Literaturverzeichnis 5

3 Vorgehensweise 7

4 Beschreibung der Luftschadstoffsituation 8

5 Beschreibung der Örtlichkeit 9

6 Ausbreitungsparameter 12

6.1 Programmsystem 12

6.2 Rechengebiet 12

6.3 Winddaten 12

6.4 Bebauung 13

6.5 Geländeunebenheiten 14

6.6 Statistische Unsicherheit 15

6.7 Emissionen 15

6.7.1 SKW-Verkehr aus der Grube hin zur zu erweiternden Halde 18

6.7.2 Materialabwurf durch SKW 19

6.7.3 Einbringen des Materials durch Raupe 21

6.7.4 Verdichten des Materials durch Walzenverdichter 21

6.7.5 Fahrwege von Raupe und Walzenverdichter 22

6.7.6 Winderosion 23

7 Beurteilung der Ergebnisse 24

8 Qualität der Prognose 27

9 Zusammenfassung 28

10 Anhang 29

10.1 Emissionsberechnungen 29

10.1.1 SKW-Verkehr aus der Grube hin zur zu erweiternden Halde 29

10.1.2 Materialabwurf durch SKW 30

10.1.3 Einbringen des Materials durch Raupe 32

10.1.4 Verdichten des Materials durch Walzenverdichter 33

10.1.5 Fahrwege von Raupe und Walzenverdichter....35
10.1.6 Winderosion....36
10.2 Rasterdarstellungen 39
10.2.1 $PM_{2,5}$....39
10.2.2 PM_{10} 40
10.2.3 Staubniederschlag....41
10.3 AUSTAL2000-Log-Dateien 42
10.3.1 Rechnung 1: PM_{10} und Staubniederschlag 42
10.3.2 Rechnung 2: $PM_{2,5}$....45

Anlage 1:	Qualifizierte Prüfung der Übertragbarkeit einer Zeitreihe von Ausbreitungsklassen (AK-Term) nach der TA Luft (Stand 2002) auf einen Standort in 42327 Wuppertal-Vohwinkel, Gz.: KU1 EM / 0647-2018, Deutscher Wetterdienst, 18.04.2018 (15 Seiten)	15 Seiten
Anlage 2:	Institut für Kalk- und Mörtelforschung, Prüfbericht WA-Nr. 119/05, 26.08.2005	1 Seiten
Anlage 3:	Chemische Untersuchung von natürlich anstehendem Boden: Lösslehm, Auftragsnummer 0800072, 01.09.2000	4 Seiten
Anlage 4:	Bericht über die Ermittlung der Immissionskennsgrößen für Schwebstaub (PM-10) und Staubniederschlag im Rahmen des Genehmigungsverfahrens „Erweiterung des Kalksteinbruchs“, ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co., ANECO-Auftrags-Nr.: 05 0395 P, 28.11.2006	34 Seiten
Anlage 5:	Vorbelastung LANUV	2 Seiten

1 Aufgabenstellung und Ausgangssituation

Die Firma Kalkwerke H. Oetelshofen GmbH & Co. KG betreibt in der Hahnenfurth 5, 42327 Wuppertal-Vohwinkel einen Kalksteintagebau.

Der eigene Abraum wurde bisher auf drei Außenhalden verbracht. Die Halde „Oetelshofen“ hat ihre vorläufige Endausdehnung bereits erreicht. Die beiden Halden „Schöller“ und „Holthauser Heide“ erreichen voraussichtlich Ende 2018 ihre Endausdehnung. Eine darauffolgend angestrebte Innenverkippung in die Grube Osterholz ist nach neuen Erkenntnissen über das Verhältnis von brauchbarem Material zu Abraum erst zu einem späterem Zeitpunkt möglich.

Aufgrund dessen plant die Fa. Iseke die Erweiterung der bestehenden Halde „Oetelshofen“ in westlicher Richtung. Zudem soll ein Lärm- und Sichtschutzwall von 5 m Höhe errichtet werden, welcher die Außenkante der Halde „Oetelshofen“ in Richtung Westen verlängert.

Die Ramm Ingenieur GmbH wurde damit beauftragt, eine Staubimmissionsprognose als Teil eines Planfeststellungsverfahrens mit integrierter Umweltverträglichkeitsuntersuchung zu erstellen.

In dieser Staubimmissionsprognose werden die vom geplanten Vorhaben ausgehenden Immissionen mit Hilfe einer Ausbreitungsrechnung rechnerisch ermittelt. Die Ergebnisse werden nach der TA Luft [1] bewertet.

2 Literaturverzeichnis

Unter Verwendung folgender Gesetzte, Verordnungen, Richtlinien und sonstiger Unterlagen in ihrer jeweils gültigen Fassung erfolgt die Ermittlung und Beurteilung der Luftschadstoffimmissionen:

[1] TA Luft	Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) im Entwurf vom 07.04.2017
[2] 39. BImSchV	Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen, vom 02.08.2010
[3] IKM-Köln	Institut für Kalk- und Mörtelforschung, Prüfbericht WA-Nr. 119/05, 26.08.2005
[4] Dipl. Ing. J.U. Kügler	Chemische Untersuchung von natürlich anstehendem Boden: Lösslehm, Auftragsnummer 0800072, 01.09.2000
[5] ANECO	Bericht über die Ermittlung der Immissionskennsgrößen für Schwebstaub (PM-10) und Staubniederschlag im Rahmen des Genehmigungsverfahrens „Erweiterung des Kalksteinbruchs“, ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co., ANECO-Auftrags-Nr.: 05 0395 P, 28.11.2006
[6] AUSTAL2000	Programmbeschreibung zu Version 2.6.11.WI-x, Ing.-Büro Janicke im Auftrag des UBA, 2016
[7] VDI 3945 Blatt 3	Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell. VDI Düsseldorf, März 1996, Beuth Verlag, Berlin.
[8] Merkblatt 56	Leitfaden zur Erstellung von Immissionsprognosen mit Austal2000 im Genehmigungsverfahren nach TA Luft und der Geruchsimmissions-Richtlinie, Merkblatt 56, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 2006
[9] QPR	Qualifizierte Prüfung der Übertragbarkeit einer Zeitreihe von Ausbreitungsklassen (AK-Term) nach der TA Luft (Stand 2002) auf einen Standort in 42327 Wuppertal-Vohwinkel, Gz.: KU1 EM / 0647-2018, Deutscher Wetterdienst, 18.04.2018
[10] VDI 3790 Blatt 3	Umweltmeteorologie: Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern, Januar 2010

[11] Kummer et al.	Ermittlung des PM_{10}-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschuttaufbereitungsanlagen, In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 70 (2010) Nr. 11/12, S. 478-482
[12] MüllerBBM	Immissionsprognose für eine Musterdeponie, Bericht-Nr. M128625/04 für das Bayerische Landesamt für Umwelt, vom 25.07.2017
[13] U.S. EPA	United States Enviromental Protection Agency, AP-42: Compilation of Air Emissions Factors, Chapter 13.2.5: Industrial Wind Erosion, Januar 1995
[14] LANUV NRW	Bericht über die Luftqualität im Jahr 2016, vom 24.03.2017

Vom federführenden Ingenieurbüro „Prof. Dr. Ing. Stoll & Partner Ingenieurgesellschaft mbH“ (folgend SST) wurden folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Planerische Mitteilung zur Erörterung des Untersuchungsrahmens
- Niederschrift zum Scoping-Termin am 01.09.2017: Erweiterung der Abraumhalde Oetelshofen Az.: 52.05-HO-Z-128
- Ablaufplanung für den Aufbau der Erweiterungshalde, Projektnummer 1718207 vom 19.03.2018
- Angaben zum von der Ramm Ingenieur GmbH aufgestellten worst-case-Szenario (s. Anhang 10.1)

3 Vorgehensweise

Als Ermittlungs- und Berechnungsgrundlage zur Beurteilung von Luftschadstoffen dient die TA Luft.

Die auf ein Beurteilungsgebiet einwirkende Luftschadstoffbelastung gliedert sich in folgende Kenngrößen:

- Vor- oder Hintergrundbelastung verursacht durch benachbarte Emittenten aus Industrie, Gewerbe, Verkehr etc.
- Zusatzbelastung durch das Vorhaben selbst
- Gesamtbelastung = Summe aus Vor- oder Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung

Nach der TA Luft ist die Zusatzbelastung einer Anlage als irrelevant einzustufen, wenn die zusätzliche Immission durch die zu genehmigende Anlage eine Irrelevanzschwelle unterschreitet. Derartige Zusatzbelastungen haben keinen nennenswerten Einfluss auf die vorhandene Belastung. Eine Ermittlung der Vorbelastung kann demnach entfallen.

Kann die Irrelevanz nicht nachgewiesen werden, ist die Vorbelastung zu bestimmen und die Gesamtbelastung zu bilden. Diese wird mit den geltenden Grenzwerten der TA Luft verglichen.

Als Zusatzbelastung wird der Betrieb, der zur Erweiterung der Halde notwendig ist, bewertet. Hierzu gehört die Befüllung der SKW (Schwerkraftwagen) mit Material aus der Grube, der Fahrweg zur Halde Oetelshofen, der Abwurf des Materials, die Verbringung und Verdichtung des Materials sowie Abwehungen des Windes auf der Fläche der erweiterten Halde.

Zur Bestimmung der Luftschadstoffbelastung durch die geplante Haldenerweiterung wurde eine Ausbreitungsrechnung entsprechend Anhang 3 der TA Luft durchgeführt.

Zur Beurteilung wird das Immissionsmaximum je Immissionskenngröße im Rechengebiet herangezogen. In den Fällen, bei denen sich das Immissionsmaximum auf dem Betriebsgelände befindet, wird nach TA Luft 4.6.2.6 dort, wo Schutzgüter nicht nur vorrübergehend exponiert sind, die höchste Immission bestimmt.

4 Beschreibung der Luftschadstoffsituation

Der relevante Luftschadstoff, welcher von diesem Kalksteintagebau ausgeht, ist Staub. Dieser wird unterschieden in Schwebstaub als Konzentration und Staubniederschlag als Deposition. Staubinhaltstoffe gemäß TA Luft 4.5.1 sind hier aufgrund des geogenen Ursprungs des Materials nicht von Relevanz. Frühere Messungen vom Institut für Kalk- und Mörtelforschung [3] und von Dipl. Ing. J. U. Kügler [4] belegen, dass diese Staubinhaltstoffe nach TA Luft 5.2.3.6 unter den Relevanzgrenzen des Satz 2 liegen. Durch die Fa. ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. wurde der Quarzgehalt im Schwebstaub untersucht [5]. Es wurde festgestellt, dass dieser unter der Nachweisgrenze liegt, sodass auf eine Betrachtung dieses Stoffes verzichtet wird.

Ein Großteil des Staubes, welcher vom Regelbetrieb ausgeht, wird im Tagebau selbst in großer Tiefe freigesetzt, sodass er sich wenig in die Umgebung ausbreitet. Zudem dienen die Abraumhalden als zusätzlicher Schutz vor einer Staubausbreitung. Relevant sind Staubquellen, welche Staub nahe der Oberfläche freisetzen. Die Staubquellen sind allesamt diffus und oberflächennah. Dies ergibt typischerweise hohe Staubkonzentrationen und Staubdepositionen in unmittelbarer Nähe zum Tagebau. Eine weiträumige Verfrachtung findet nicht statt.

Zur Bewertung der Staubimmissionen sind die Immissionskenngrößen für Schwebstaub und Staubniederschlag zu bestimmen und mit den Immissionsrichtwerten der TA Luft zu vergleichen. Die Ermittlung der Immissionskenngrößen kann entfallen, wenn

- die Bagatellmassenströme unterschritten werden
- die Vorbelastung gering ist
- die Zusatzbelastung die Irrelevanzschwelle einhalten kann.

Im vorgelegten Fall werden sowohl die Bagatellmassenströme von 0,1 kg/h Staub bei diffusen Quellen (TA Luft Nr. 4.6.1.1) als auch die Irrelevanzschwellen von 1,2 µg/m³ für PM_{10} (TA Luft Nr. 4.2.2), 0,75 µg/m³ für $PM_{2,5}$ (39. BImSchV in Anlehnung an die Irrelevanzschwelle der TA Luft Nr. 4.2.2 für PM_{10}) und 0,0105 µg/(m²d) für Staubniederschlag (TA Luft Nr. 4.3.2) überschritten.

Die nächstgelegene Messstation des LANUV NRW für PM_{10} befindet sich in 3 km Entfernung und liegt an einer stark befahrenen Straße (VWEL – Wuppertal-Gathe). Diese Messstation

liefert keine repräsentative Vorbelastung für den Haldenstandort. Die nächstgelegene Messstation des LANUV NRW für $PM_{2,5}$ liegt etwa 13 km in östlicher Richtung entfernt. Die Station misst den städtischen Hintergrund, liegt jedoch im Lee von Wuppertal, wohingegen der Haldenstandort im Luv von Wuppertal liegt. Dies in Verbindung mit der hohen Entfernung von 13 km führt dazu, dass keine eindeutige Repräsentativität vorliegt. Der Staubniederschlag wird weder in direkter Nähe zum Haldenstandort, noch im Stadtgebiet von Wuppertal oder den angrenzenden Städten Haan und Solingen gemessen. Somit liegen hier keine Vorbelastungswerte vor, die zeigen könnten, dass die Vorbelastung gering ist.

Die oben genannten Gründe führen dazu, dass eine Ausbreitungsrechnung für den Luftschadstoff Staub für das geplante Vorhaben durchgeführt werden soll.

Die Betriebszeiten sind werktags von 6:00 bis 22:00 Uhr. Es wird ein ganzjähriger Betrieb modelliert.

5 Beschreibung der Örtlichkeit

Der Kalksteintagebau mit der Halde Oetelshofen befindet sich im äußersten Westen Wuppertals bei der Ortslage Dornap. Auf dem ausgedehnten Gelände befinden sich sowohl die Grube Osterholz wie auch die drei Abraumhalden.

Im Südosten des Tagesbaus befindet sich der Ortskern des Wuppertaler Stadtteils Vohwinkel. Im Nordosten wird ein weiterer Tagebau von einem Fremdbetrieb bewirtschaftet. In westlicher Richtung befindet sich eine Mischung aus forstlich und landwirtschaftlich genutzter Fläche.

Die Siedlungen Schöller und Osterholz befinden sich im möglichen Einwirkungsbereich des Tagebaus. Weiterhin befinden sich einzelne, in alle Himmelsrichtungen verteilte, Wohnhäuser in direkter Umgebung des Tagebaus.

Der Tagebau und seine Umgebung sind in Abbildung 1 dargestellt:

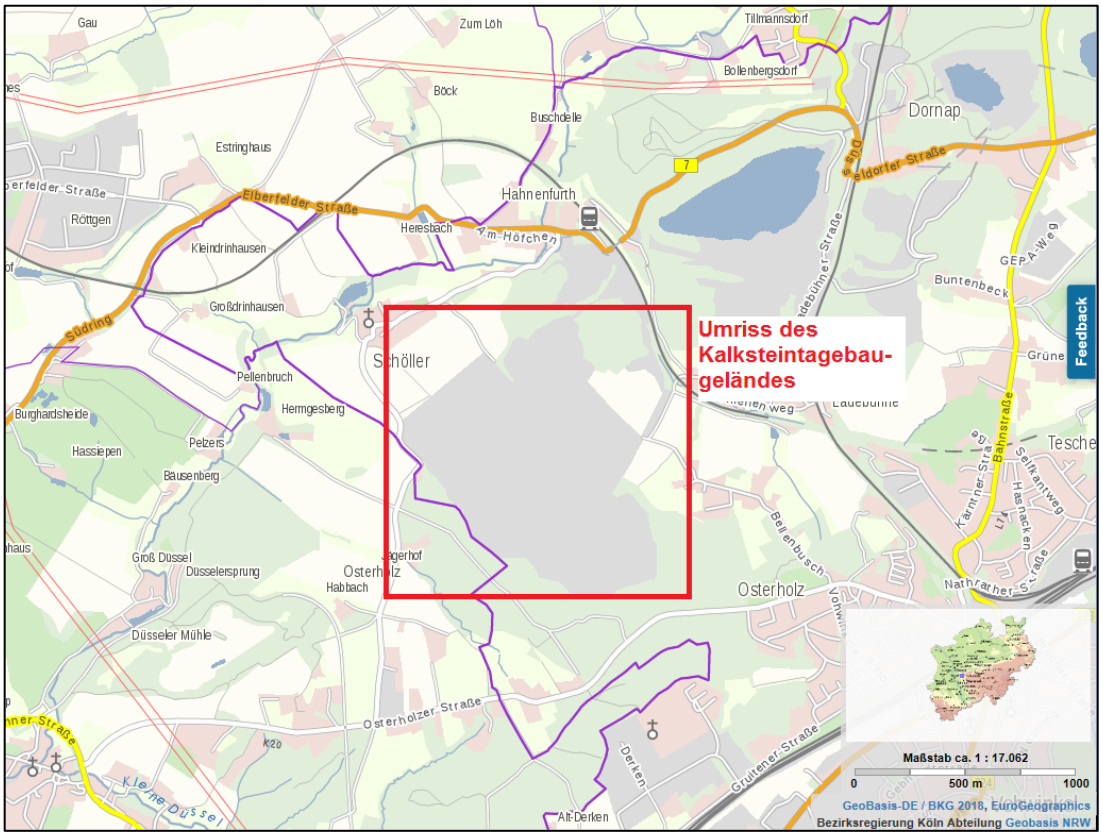


Abbildung 1: Lageplan des Kalksteintagebaus der Fa. Iseke GmbH & Co. KG

Die gewählten und mit der Bezirksregierung Düsseldorf abgestimmten Immissionsaufpunkte sind in Abbildung 2 dargestellt und in Tabelle 1 aufgelistet.

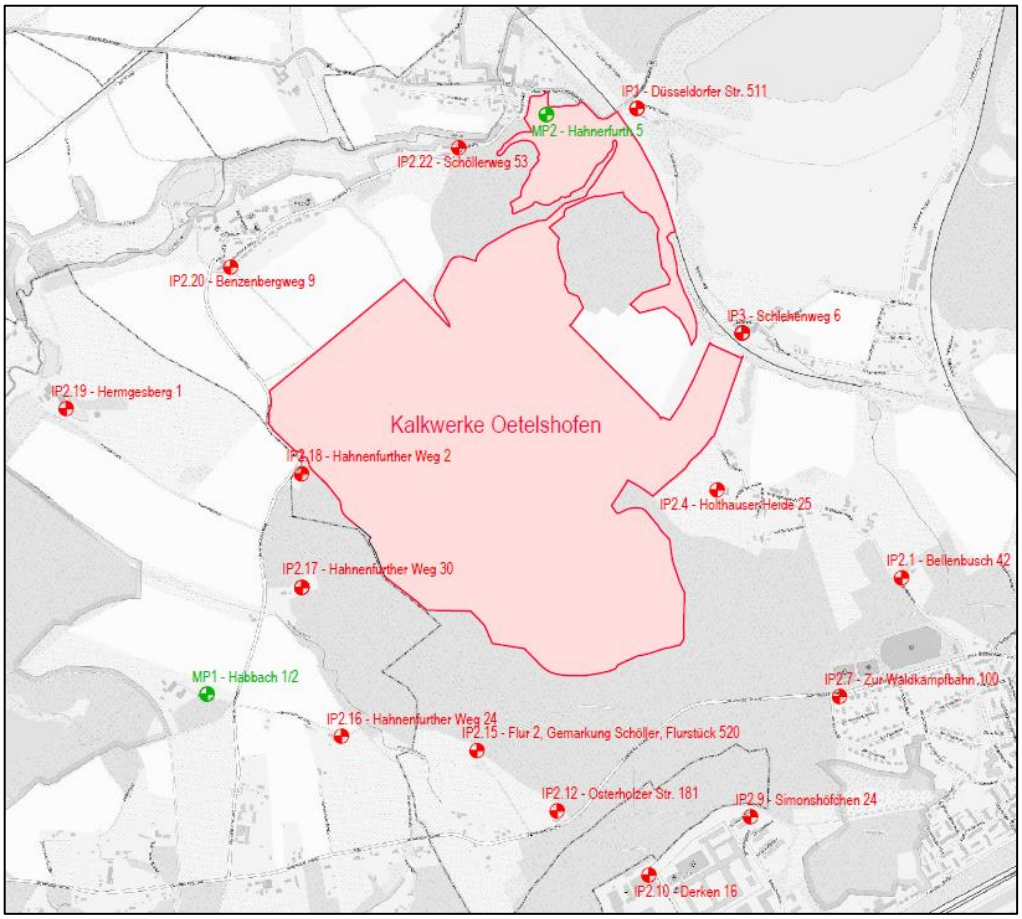


Abbildung 2: Immissionsaufpunkte in rot, Messpunkte der Vorbelastung in grün

Tabelle 1: Immissionsaufpunkte

IP-Nr.	Bezeichnung
IP1	Düsseldorfer Str. 511
IP3	Schlehenweg 6
IP2.1	Bellenbusch 42
IP2.4	Holthauser Heide 25
IP2.7	Zur Waldkampfbahn 100
IP2.9	Simonshöfchen 24
IP2.10	Derken 16
IP2.12	Osterholzer Str. 181
IP2.15	Gemarkung Schöller, Flur 2, Flurstück 250
IP2.16	Hahnenfurther Weg 24
IP2.17	Hahnenfurther Weg 30
IP2.18	Hahnenfurther Weg 2
IP2.19	Hermgesberg 1
IP2.20	Benzenbergweg 9
IP2.22	Schöllerweg 53

6 Ausbreitungsparameter

6.1 Programmsystem

Für die Berechnung der Immissionen von luftverunreinigenden Stoffen wurde das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 in der Version 2.6.11-WI-x nach TA Luft Anhang 3 verwendet [6]. Die Ausbereitungsrechnung wurde mit der Software IMMI Version 2017 durchgeführt. IMMI erfüllt die Anforderungen des Anhangs 3 der TA Luft und der VDI 3945 Blatt 3 [7].

6.2 Rechengebiet

Als Rechengebiet wurde ein Rechteck mit den Kantenlängen von 3.468 m (West-Ost) x 3.817 m (Süd-Nord) definiert. Das Rechengebiet wurde gemäß Anhang 3 Nr. 7 der TA Luft so gewählt, dass der Radius eines Kreises um den Ort der Quelle mindestens 1 km aufweist. Um den Zielort gemäß Kapitel 2.4.3 in das Rechengebiet einzubeziehen, wurde das Rechengebiet in y-Richtung (Nord) etwas vergrößert. Die Schrittweite des Rasters, welches über dem Rechengebiet liegt, wurde auf 16 m gesetzt, um eine hohe Auflösung der Ergebnisse zu garantieren.

Da ausschließlich bodennahe diffuse Emissionsquellen vorhanden sind, reicht das Rechengebiet aus gutachterlicher Sicht aus, um die Immissionsmaxima bestimmen zu können.

6.3 Winddaten

Entsprechend den Anforderungen des Anhangs 3 der TA Luft sind zur Modellierung der Luftschadstoffsituation meteorologische Daten zu verwenden. Im Merkblatt 56 im Leitfaden NRW [8] wird empfohlen, für Ausbreitungsrechnungen vorrangig meteorologische Zeitreihen (AK-Term) zu verwenden.

Da in der Regel für den zu betrachtenden Anlagenstandort keine rechentechnisch verwertbaren statistisch abgesicherten Winddaten vorliegen, sind Daten zu verwenden, die für den Standort der Anlage repräsentativ sind.

Hierzu wird auf die Möglichkeit zurückgegriffen, einen Zielort im Rechengebiet zu bestimmen, auf den die Zeitreihe einer nahegelegenen Bezugswindstation übertragbar ist.

Der Deutsche Wetterdienst beschreibt für den vorliegenden Standort den Zielort mit den UTM-Koordinaten 32N 362652 5680430 [9]. Die Messstation „Lüdenscheid-Schule“ des LANUV NRW ist mit hinreichender Genauigkeit auf den Anlagenstandort übertragbar. Den

Berechnungen liegt die AK-Term dieser Wind-Messstation aus dem Jahr 1989 zugrunde (s. Abbildung 3).

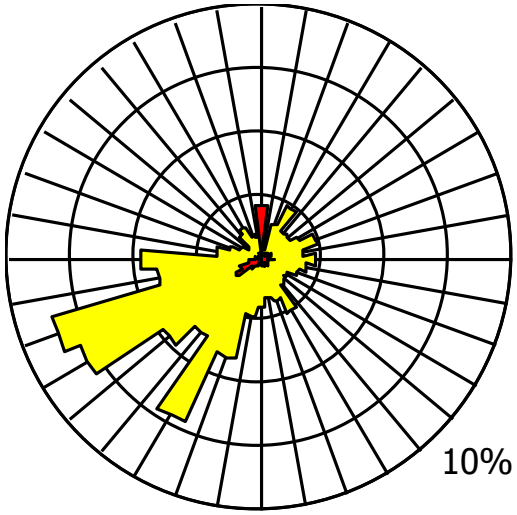


Abbildung 3: Windrose der Häufigkeiten pro Sektor als Flächendiagramm (rot: Schwachwindsituationen bis 1,0 m/s) der Wind-Messstation Lüdenscheid-Schule aus dem Jahr 1989

Lokale Änderungen des Windfeldes, wie z.B. Kaltluftabflüsse oder Flurwinde treten am Anlagenstandort nicht auf [9].

6.4 Bebauung

Grundsätzlich sind die Einflüsse von Bebauungen auf Immissionen zu berücksichtigen. Die TA Luft legt gemäß Anhang 3 Nr. 10 fest, wann und wie Gebäudeeinflüsse zu berücksichtigen sind und zeigt die Grenzen des diagnostischen Windfeldmodells auf.

Die Emissionsquellen befinden sich in einem Kalksteintagebau, in dessen Nahbereich nur wenige Gebäude stehen. Da es sich nur um diffuse, bodennahe Emissionsquellen handelt, befinden sich die Gebäude nicht in relevanter Nähe. Diese beschreibt die TA Luft als sechsfache Schornsteinhöhe. Bei Überschreiten dieser erfolgt die Berücksichtigung von Gebäuden und Bewuchs über Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe.

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 bei der Ausbreitungsrechnung beschrieben und ist aus den Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters (s. Tabelle 14 Anhang 3 der TA Luft) zu bestimmen. Auf Basis von Geländenutzungsdaten für einen Bereich mit einem Radius von ca. 250 m (Industrie- und Gewerbeflächen, Wohnbe-

bauung sowie Mischwälder, Eisenbahnstrecken und Straßen) um den Emissionsschwerpunkt wurde die Rauigkeitslänge softwareintern berechnet und auf den nächstgelegenen Tabellenwert $z_0 = 1$ aufgerundet.

Die Verdrängungshöhe d_0 ergibt sich nach Nr. 8.6 in Anhang 3 der TA Luft im vorliegenden Fall aus z_0 zu $d_0 = 1 \cdot 6 = 6$.

6.5 Geländeunebenheiten

Der Anhang 3 der TA Luft verweist darauf, dass bei Ausbreitungsrechnungen der Einfluss des Geländes zu berücksichtigen ist, wenn innerhalb des Rechengebietes deutliche Höhendifferenzen von mehr als 1:20 (5 %) auftreten. Dies ist vorliegend der Fall.

In einem Tagebau treten deutlich höhere Steigungen auf, die sich auf große Gebiete inklusive Grube und Abraumhalden sowohl in die Tiefe als auch in die Höhe relativ zur Geländeoberfläche der Umgebung ausdehnen. Die Immissionsermittlung ist bei einem solchen Gelände gemäß den Kriterien der TA Luft nicht mit einem diagnostischen Windfeldmodell, wie z.B. dem in AUSTAL2000 integrierten TALdia, möglich.

Das Merkblatt 56 im Leitfaden NRW [8] sieht für solche Fälle folgende Möglichkeiten:

1) Nutzung eines prognostischen Windfeldmodells
2) Berechnung der Immissionsbelastung für ein ebenes Gelände und Multiplikation der Immissionen mit dem Faktor 10
3) Maximalabschätzung der Emissionsdaten
4) Durchführung von einjährigen Windmessungen am Anlagenstandort

Nach Abstimmung mit der Bezirksregierung Düsseldorf wurde entschieden, die Berechnung für ein ebenes Gelände durchzuführen und die Immissionen mit dem Faktor 10 zu multiplizieren. So wird der Einfluss des Geländes, unter der Annahme, dass der Einfluss auf die Immissionen in keinem Fall größer als 10 ist, berücksichtigt.

Dieser Faktor überschätzt die Immissionen in den meisten Fällen deutlich, weshalb er zeitgleich als Sicherheitsfaktor für die Emissionen aus Kapitel 6.7 gesehen werden kann.

6.6 Statistische Unsicherheit

Die gemäß TA Luft Anhang 3 Nr. 9 geforderte statistische Unsicherheit beträgt für alle betrachteten Stoffe weniger als 3 vom Hundert des Jahres-Immissionswertes. Hierzu war eine Berechnung mit der Qualitätsstufe -4 ausreichend.

In der VDI 3783 Blatt 13 ist festgehalten, dass an den Orten der maximalen Immissionen eine Überschätzung der Immissionen auftritt. Die hier auftretenden Immissionen werden allesamt durch bodennahe diffuse Staubquellen erzeugt und bewirken demnach auf dem Betriebsgelände die Immissionsmaxima.

Den ermittelten Immissionen an den Immissionsaufpunkten nach Kapitel 5 wird die statistische Unsicherheit hinzuaddiert.

6.7 Emissionen

Folgende emissionsverursachenden Vorgänge (EV) stehen in Verbindung mit der Erweiterung der Halde Oetelshofen:

1) SKW-Verkehr aus der Grube hin zur zu erweiternden Halde
2) Materialabwurf durch SKW
3) Einbringen des Materials durch Raupe
4) Verdichten des Materials durch Walzenverdichter
5) Fahrwege von Raupe und Walzenverdichter
6) Winderosion

Der Tagebaubetrieb und alle dazugehörigen Tätigkeiten, wie SKW-Verkehr, Sprengungen, Brechen und Sieben etc. wurde mit dem Plangenehmigungsbescheid vom 24.05.2006 genehmigt.

Die beantragte Haldenerweiterung wird als Zusatzbelastung zum jetzigen Betrieb modelliert. Daher beginnt der SKW-Fahrweg auf der derzeitigen Betriebsgrenze, sodass nur der zusätzliche Fahrweg betrachtet wird. Die SKW werden in der Grube beladen. Dieser Vorgang wird nicht mitbetrachtet, da er zum Regelbetrieb des genehmigten Tagebaus zählt.

Die Abbildung 4 zeigt die geplante Haldenerweiterung:

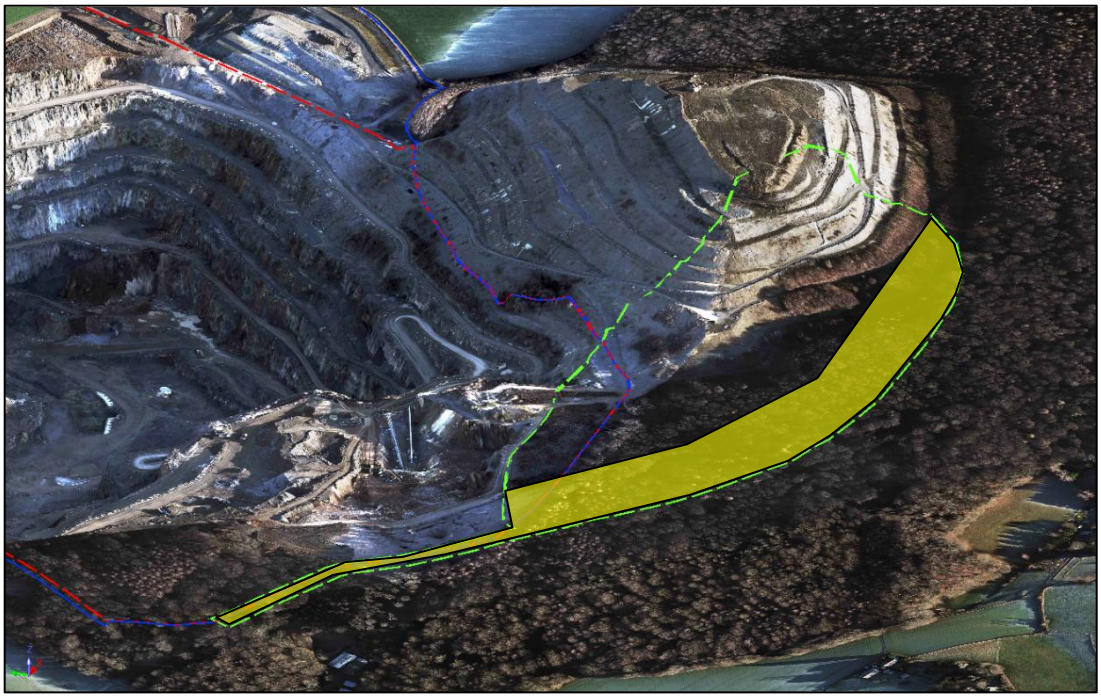


Abbildung 4: Geplante Haldenerweiterung mit worst-case-Szenario, rote Linie: Abbaugrenze, blaue Linie: Genehmigungsgrenze, grüne Linie: geplante Haldenerweiterung, gelb transparente Fläche: worst-case-Szenario. Quelle: SST, Planungsstand: 19.03.2018

Das Vorhaben befindet sich nahe der sich südlich des Tagebaus befindenden Immissionsaufpunkte. Bei der Errichtung des Außenwalls der Halde Oetelshofen inklusive des Lärmschutzwalls werden die Staubemissionen mit größtmöglicher Nähe zu den Immissionsaufpunkten freigesetzt. Daher wird die Errichtung des Außenwalls inklusive des Lärmschutzwalls als worst-case-Szenario modelliert (gelb transparente Fläche in Abbildung 4). Es werden etwa zwei Monate benötigt, um diesen Bauabschnitt fertigzustellen. Im worst-case-Szenario wird konservativ davon ausgegangen, dass dieser Bauabschnitt ganzjährig Staubemissionen freisetzt.

Die Abbildung 5 zeigt die modellierten Emissionsquellen:

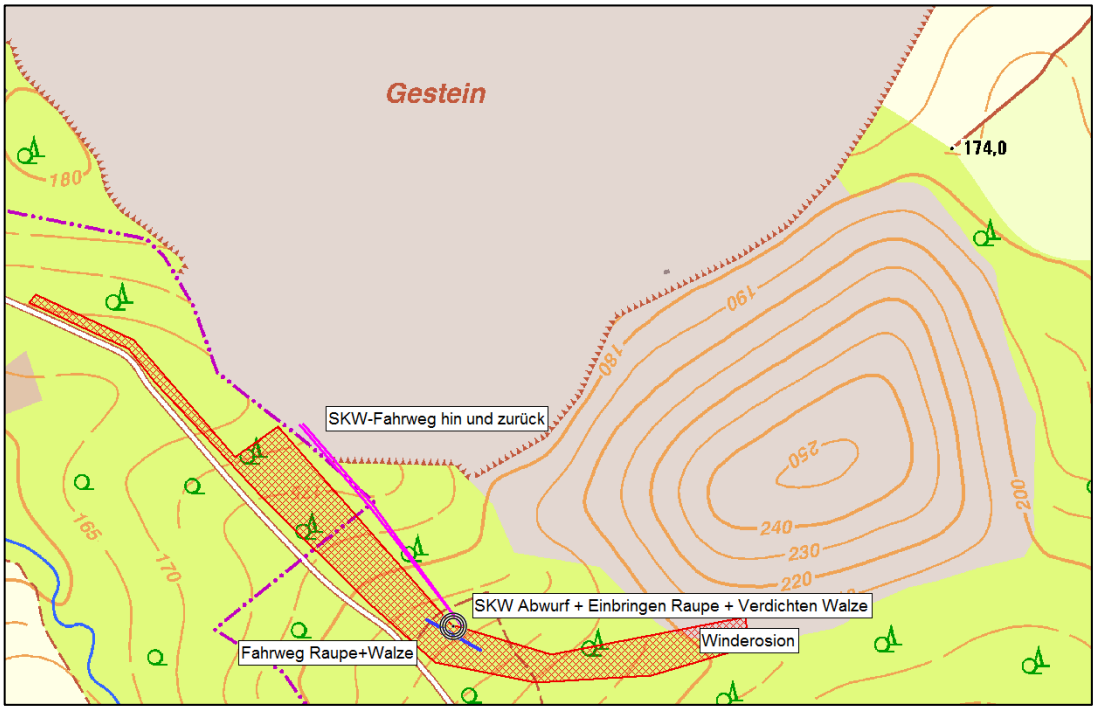


Abbildung 5: Emissionsquellenplan: rote Fläche=Winderosion; schwarzer Kreis=SKW Abwurf, Einbringen Raupe und Verdichten Walze; blaue Linie=Fahrweg Raupe und Walze; pinke Linie=SKW-fahrweg hin und zurück

Die Korngrößenverteilung wird je nach emissionsverursachendem Vorgang unterschiedlich gesetzt. Tabelle 2 zeigt dies:

Tabelle 2: Korngrößenverteilungen, EV = Emissionsverursachender Vorgang, $PM_{2,5}$ = Feinstaub < 2,5µm, TSP = Gesamtstaub, PM_{10} = Feinstaub < 10µm

EV	Korngrößenverteilung in %				Korngrößenklassen nach TA Luft Anhang 3 Tabelle 13 in %		
	$PM_{2,5}$	PM_{10}	TSP	>PM_{10}	Klasse 1 ≙ pm-1	Klasse 2 ≙ pm-2	Klasse 3/4 ≙ pm-u
1	3	27	100	-	3	27	70
2	5	25	-	75	5	20	75
3	5	25	-	75	5	20	75
4	5	25	-	75	5	20	75
5	3	27	100	-	3	27	70
6	7,5	50	-	50	7,5	42,5	50

Die Korngrößenverteilung der EV 1 und 5 beruhen auf der VDI 3790 Blatt 3 [10]. Für die EV 2-4 wird üblicherweise auf die Ausarbeitung von Kummer et al. [11] verwiesen, in welcher die Korngrößenverteilung einer Bauschuttaufbereitungsanlage untersucht wurde. Auch eine für das Bayerische Landesamt für Umwelt in Auftrag gegebene Immissionsprognose für eine Musterdeponie [12] legt diese Werte zugrunde. Die Korngrößenverteilung der Winderosion beruht auf einer Ausarbeitung der U.S. Enviromental Protection Agency [13]. Die Immissionsprognose für eine Musterdeponie bezieht sich ebenfalls auf diese Quelle als Grundlage.

Die Depositionsgeschwindigkeit der Stäube und partikelgebundenen Komponenten wurde gemäß Kapitel 4 Anhang 3 der TA Luft berechnet.

Eine Abgasfahnenerhöhung gemäß Kapitel 6 Anhang 3 TA Luft wurde nicht berücksichtigt, da keine gefassten Quellen existieren.

Die Ermittlung der Staubemissionen erfolgt mit Hilfe der für diese Emissionsermittlung gängigen und anerkannten VDI 3790 Blatt 3 „Umweltmeteorologie: Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern“.

AUSTAL2000 begrenzt die Anzahl möglicher Stoffe, die zeitgleich berechnet werden können, weshalb in diesem Fall zwei Rechnungen durchgeführt wurden. In Rechnung 1 werden PM_{10} und die Gesamtstaubdeposition berechnet. In Rechnung 2 wird $PM_{2,5}$ berechnet. Im Anhang befinden sich die AUSTAL2000-log-Dateien beider Rechenläufe.

6.7.1 SKW-Verkehr aus der Grube hin zur zu erweiternden Halde

Das im Tagebau geförderte Material wird auf dem Betriebsgelände durch SKW transportiert. Zur geplanten Haldenerweiterung gehört der zusätzliche Fahrweg außerhalb des derzeit genehmigten Bereiches zur Zusatzbelastung. Auf dieser Strecke emittieren die SKW Staub in Form von Abgasen, Reifenabrieb und Aufwirbelungen von Staub. Die Emissionen können mit der Gleichung 15 aus der VDI 3790 Blatt 3 zusammengefasst berechnet werden:

$$q_T = k_{Kgv} \cdot (\frac{S}{12})^a \cdot (\frac{W}{2,7})^b \cdot (1 - \frac{p}{365}) \qquad \text{(Gleichung 15)}$$

q_T = Emissionsfaktor aufgrund von Fahrbewegungen in g/(m · Fahrzeug)

k_{Kgv} = Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung

a = korngrößenabhängiger Exponent

b = korngrößenabhängiger Exponent

S = Feinkornanteil des Straßenmaterials in %

W = mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t

p = Anzahl der Tage pro Jahr mit mehr als 0,3 mm natürlicher Niederschlag

Diese Gleichung berücksichtigt die Niederschläge im Jahresmittel.

Die Berechnung für die geplante Haldenerweiterung befindet sich im Anhang Nr. 10.1.1.

Durch diesen emissionsverursachenden Vorgang werden die in Tabelle 3 genannten Staubmengen emittiert:

Tabelle 3: Staub-Massenstrom des SKW-Verkehrs

Klassen nach TA Luft Anhang 3 Tabelle 13	Korngrößen	AUSTAL2000 Parameter	Massenstrom [g/(h · km)]
Klasse 1	< 2,5 µm	pm-1	138
Klasse 2	2,5 – 10 µm	pm-2	1.381
Klasse 3/4	> 10 µm	pm-u	4.885

Die Korngrößenverteilung ist für die Klassen 3 und 4 nicht bekannt, weshalb hier gemäß TA Luft der Wert 0,07 m/s für die Depositionsgeschwindigkeit v_d und 0,06 m/s für die Sedimentationsgeschwindigkeit v_s angesetzt wird. Hierfür wird der AUSTAL2000-Parameter pm-u genutzt, der für solche Fälle vorgesehen ist.

6.7.2 Materialabwurf durch SKW

Das von den SKW transportierte Material wird dort abgekippt, wo es durch Raupe und Walze eingebracht wird. Der exakte Ort variiert je nach Stadium der Aufschüttung des Außenwalls. Daher wird ein mittlerer Abwurfsort modelliert.

Der diskontinuierliche Materialabwurf durch SKW lässt sich durch Gleichung 10 der VDI 3790 Blatt 3 beschreiben. Diese setzt sich aus Gleichung 7b, 11 und 12 der VDI 3790 Blatt 3 zusammen:

$$q_{ab} = q_{norm,korr} \cdot \rho_S \cdot k_U \qquad \text{(Gleichung 10)}$$

ρ_S = Schüttdichte in t/m³

k_U = Umfeldfaktor

$q_{norm,korr} = q_{norm} \cdot k_H \cdot 0{,}5 \cdot k_{Gerät}$ (Gleichung 11)

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

a = Gewichtungsfaktor zur Berücksichtigung der Stoffe hinsichtlich ihrer Neigung zum Stauben

M = Abwurfmasse diskontinuierlicher Verfahren t/Hub

k_H = Auswirkungsfaktor $(\frac{H_{frei}+H_{Rohr} \cdot k_{Reib}}{2})^{1,25}$ (Gleichung 12)

H_{frei} = freie Fallhöhe in m

H_{Rohr} = Höhendifferenz in m

k_{Reib} = Faktor zur Berücksichtigung von Neigung und Reibung im Rohr

$k_{Gerät}$ = empirischer Korrekturfaktor

Die Berechnung für die geplante Haldenerweiterung befindet sich im Anhang Nr. 10.1.2.

Durch diesen emissionsverursachenden Vorgang werden die in Tabelle 4 genannten Staubmengen emittiert:

Tabelle 4: Staub-Massenstrom des Materialabwurfs durch SKW

Klassen nach TA Luft Anhang 3 Tabelle 13	Korngrößen	AUSTAL2000 Parameter	Massenstrom [g/h]
Klasse 1	< 2,5 µm	pm-1	26
Klasse 2	2,5 – 10 µm	pm-2	105
Klasse 3/4	> 10 µm	pm-u	392

Die Korngrößenverteilung ist für die Klassen 3 und 4 nicht bekannt, weshalb hier gemäß TA Luft der Wert 0,07 m/s für die Depositionsgeschwindigkeit v_d und 0,06 m/s für die Sedimentationsgeschwindigkeit v_s angesetzt wird. Hierfür wird der AUSTAL2000-Parameter pm-u genutzt, der für solche Fälle vorgesehen ist.

6.7.3 Einbringen des Materials durch Raupe

Eine Raupe bringt das von SKW abgekippte Material in die Halde ein. Der exakte Ort variiert je nach Stadium der Aufschüttung des Außenwalls. Daher wird ein mittlerer Einbringort modelliert.

Das Einbringen von Material wird gemäß Gleichung 10 der VDI 3790 Blatt 3 berechnet. Die Berechnung erfolgt wie in Kapitel 6.7.2 beschrieben, jedoch wurde anstelle der Gleichung 7b die Gleichung 7a für kontinuierliche Abwurfverfahren genutzt:

$$q_{norm} = a \cdot 83{,}3 \cdot \dot{M}^{-0{,}5} \qquad \text{(Gleichung 7a)}$$

Die Berechnung für die geplante Haldenerweiterung befindet sich im Anhang Nr. 10.1.3.

Durch diesen emissionsverursachenden Vorgang werden die in Tabelle 5 genannten Staubmengen emittiert:

Tabelle 5: Staub-Massenstrom durch Einbringen des Materials mittels Raupe

Klassen nach TA Luft Anhang 3 Tabelle 13	Korngrößen	AUSTAL2000 Parameter	Massenstrom [g/h]
Klasse 1	< 2,5 µm	pm-1	1
Klasse 2	2,5 – 10 µm	pm-2	4
Klasse 3/4	> 10 µm	pm-u	13

Die Korngrößenverteilung ist für die Klassen 3 und 4 nicht bekannt, weshalb hier gemäß TA Luft der Wert 0,07 m/s für die Depositionsgeschwindigkeit v_d und 0,06 m/s für die Sedimentationsgeschwindigkeit v_s angesetzt wird. Hierfür wird der AUSTAL2000-Parameter pm-u genutzt, der für solche Fälle vorgesehen ist.

6.7.4 Verdichten des Materials durch Walzenverdichter

Das mittels Raupe eingebrachte Material wird durch einen Walzenverdichter verdichtet. Der exakte Ort variiert je nach Stadium der Aufschüttung des Außenwalls. Daher wird ein mittlerer Einbringort modelliert.

Das Verdichten von eingebrachtem Material wird gemäß Gleichung 10 der VDI 3790 Blatt 3 berechnet. Die Berechnung erfolgt wie in Kapitel 6.7.2 beschrieben, jedoch wurde anstelle der Gleichung 7b die Gleichung 7a für kontinuierliche Abwurfverfahren genutzt:

$$q_{norm} = a \cdot 83{,}3 \cdot \dot{M}^{-0{,}5} \qquad \text{(Gleichung 7a)}$$

Die detaillierte Berechnung für die geplante Haldenerweiterung befindet sich im Anhang Nr. 10.1.4.

Durch diesen emissionsverursachenden Vorgang werden die in Tabelle 5 genannten Staubmengen emittiert:

Tabelle 6: Staub-Massenstrom durch Verdichten des Materials durch Walzenverdichter

Klassen nach TA Luft Anhang 3 Tabelle 13	Korngrößen	AUSTAL2000 Parameter	Massenstrom [g/h]
Klasse 1	< 2,5 µm	pm-1	0,1
Klasse 2	2,5 – 10 µm	pm-2	0,5
Klasse 3/4	> 10 µm	pm-u	1,7

Die Korngrößenverteilung ist für die Klassen 3 und 4 nicht bekannt, weshalb hier gemäß TA Luft der Wert 0,07 m/s für die Depositionsgeschwindigkeit v_d und 0,06 m/s für die Sedimentationsgeschwindigkeit v_s angesetzt wird. Hierfür wird der AUSTAL2000-Parameter pm-u genutzt, der für solche Fälle vorgesehen ist.

6.7.5 Fahrwege von Raupe und Walzenverdichter

Raupe und Walzenverdichter werden im Wechsel betrieben, sodass eine gemeinsame Emissionsquelle modelliert wird. Der exakte Fahrweg variiert je nach Stadium der Aufschüttung des Außenwalls. Daher wird eine beispielhafte Strecke modelliert. Es ist davon auszugehen, dass Raupe und Walzenverdichter quasistationär arbeiten, weshalb die hier modellierte Strecke konservativ anzusehen ist.

Die Emissionen können mit der Gleichung 15 aus der VDI 3790 Blatt 3 berechnet werden, wie in Kapitel 6.7.1 beschrieben.

Die Berechnung für die geplante Haldenerweiterung befindet sich im Anhang Nr. 10.1.5.

Durch diesen emissionsverursachenden Vorgang werden die in Tabelle 7 genannten Staubmengen emittiert:

Tabelle 7: Staub-Massenstrom des Verkehrs durch Raupe und Walzenverdichter

Klassen nach TA Luft Anhang 3 Tabelle 13	Korngrößen	AUSTAL2000 Parameter	Massenstrom [g/(h · km)]
Klasse 1	< 2,5 µm	pm-1	17
Klasse 2	2,5 – 10 µm	pm-2	165
Klasse 3/4	> 10 µm	pm-u	506

Die Korngrößenverteilung ist für die Klassen 3 und 4 nicht bekannt, weshalb hier gemäß TA Luft der Wert 0,07 m/s für die Depositionsgeschwindigkeit v_d und 0,06 m/s für die Sedimentationsgeschwindigkeit v_s angesetzt wird. Hierfür wird der AUSTAL2000-Parameter pm-u genutzt, der für solche Fälle vorgesehen ist.

6.7.6 Winderosion

Durch die „Lagerung von Schüttgütern“ können gemäß VDI 3790 Blatt 3 Abwehungen, hier Winderosion genannt, zu Staubemissionen führen. Da bei einer Aufschüttung einer Halde ständig neues Material auf die Haldenoberfläche gebracht wird, kann davon ausgegangen werden, dass stets abwehfähiges Material an der Haldenoberfläche vorhanden ist. Es wird für die gesamte Fläche des Außenwalls eine Winderosion modelliert, die nach Gleichung 6 der VDI 3790 Blatt 3 berechnen werden kann:

$$q_L = 5 \cdot (C_A - 1)^{1,60} \qquad \text{(Gleichung 6)}$$

$$C_A = 0{,}1 \cdot \frac{v_W^2}{d_{50} \cdot \rho_K \cdot k_f \cdot \tan\alpha} \qquad \text{(Gleichung 5)}$$

v_W = Windgeschwindigkeit in m/s

d_{50} = mittlere Korngröße in mm

k_f = Korrekturfaktor für Materialfeuchte zwischen 1 und 3

ρ_K = Korndichte in g/cm³

α = Böschungswinkel in °

Für $C_A < 1$ ist die Haftkraft des Korns in der Schüttung größer oder gleich der Windkraft, weshalb keine Winderosion entsteht.

Der Staubabtrag $\overline{q}_L$ nach Gleichung 6a wird für die neun Windgeschwindigkeitsklassen nach TA Luft Anhang 3 Tabelle 18 berechnet und im Fall von $C_A > 1$ summiert.

$$\overline{q}_L = \sum_{i=1}^{n} 5 \cdot (C_A - 1)^{1,6} \cdot \frac{W_i}{100} \qquad \text{(Gleichung 6a)}$$

$\overline{q}_L$ = Staubabtrag in g/h · m²

W_i = Anteil der Windgeschwindigkeitsklasse in %

Die Berechnung für die geplante Haldenerweiterung befindet sich im Anhang Nr. 10.1.6.

Durch diesen emissionsverursachenden Vorgang werden die in Tabelle 8 genannten Staubmengen emittiert:

Tabelle 8: Staub-Massenstrom durch Winderosion

Klassen nach TA Luft Anhang 3 Tabelle 13	Korngrößen	AUSTAL2000 Parameter	Massenstrom [g/(h · km²)]
Klasse 1	< 2,5 µm	pm-1	932
Klasse 2	2,5 – 10 µm	pm-2	5283
Klasse 3/4	> 10 µm	pm-u	6215

Die Korngrößenverteilung ist für die Klassen 3 und 4 nicht bekannt, weshalb hier gemäß TA Luft der Wert 0,07 m/s für die Depositionsgeschwindigkeit v_d und 0,06 m/s für die Sedimentationsgeschwindigkeit v_s angesetzt wird. Hierfür wird der AUSTAL2000-Parameter pm-u genutzt, der für solche Fälle vorgesehen ist.

7 Beurteilung der Ergebnisse

Die TA Luft sieht für Staubimmissionen folgende Immissionswerte und Irrelevanzschwellen vor:

Tabelle 9: Immissionskenngrößen und Irrelevanzschwellen für Staubimmissionen, StN=Staubniederschlag nach TA Luft Nr. 4.2.1 und Nr. 4.3.1

Luftschadstoff	Immissionswerte	Irrelevanzschwelle	Einheit
Feinstaub ($PM_{2,5}$)	25	0,75	µg/m³
Feinstaub (PM_{10})	40	1,2	µg/m³
Staubniederschlag (StN)	0,35	0,0105	µg/(m² · d)

Die berechneten Staubimmissionen an den in Tabelle 1 genannten Immissionsaufpunkten sind in Tabelle 10 dargestellt. Es ist anzumerken, dass die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung, wie in Kapitel 6.5 beschrieben, mit dem Faktor 10 multipliziert wurden.

Tabelle 10: Zusatzbelastung an den Immissionsaufpunkten, StN=Staubniederschlag

IP-Nr.	Bezeichnung	Zusatzbelastung		
		$PM_{2,5}$	PM_{10}	StN
IP1	Düsseldorfer Str. 511	0	1,12	0,007
IP3	Schlehenweg 6	0	1,08	**0,012**
IP2.1	Bellenbusch 42	0	1,1	0,009
IP2.4	Holthauser Heide 25	**1,07**	**4,21**	**0,03**
IP2.7	Zur Waldkampfbahn 100	0	1,09	0,0099
IP2.9	Simonshöfchen 24	0	1,1	0
IP2.10	Derken 16	0	1,11	0,006
IP2.12	Osterholzer Str. 181	0	**2,13**	**0,014**
IP2.15	Gemarkung Schöller, Flur 2, Flurstück 250	**1,04**	**10,37**	**0,08**
IP2.16	Hahnenfurther Weg 24	**1,05**	**6,28**	**0,05**
IP2.17	Hahnenfurther Weg 30	**1,05**	**6,25**	**0,05**
IP2.18	Hahnenfurther Weg 2	0	**3,19**	**0,019**
IP2.19	Hermgesberg 1	0	1,13	0
IP2.20	Benzenbergweg 9	0	1,12	0,007
IP2.22	Schöllerweg 53	0	1,13	0

Die in Tabelle 9 genannten Irrelevanzschwellen werden an einigen Immissionsaufpunkten nicht eingehalten (rot markiert). Somit muss in diesen Fällen die Vorbelastung ermittelt und der Zusatzbelastung hinzuaddiert werden.

In den Jahren 2005 bis 2006 führte das ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. Vorbelastungsmessungen für PM_{10} und Staubniederschlag am Anlagenstandort durch [5]. Die Messungen werden weiterhin als repräsentativ angesehen, da die Hintergrundbelastung für Feinstaub an zwei LANUV-Messstationen vom Typ „Verkehr“ (VWEL) und „städtischer Hintergrund“ (WULA) in Wuppertal abnehmende Tendenzen zeigen (s. Anlage 5). Der Schwebstaub ist um etwa ein Drittel zurückgegangen. Daher sind die durchgeführten Messungen aufgrund ihres Alters als konservativ einzuschätzen. Die Ermittlung der Gesamtbelastung durch Addition von Zusatzbelastung und Vorbelastung liegt somit auf der sicheren Seite.

Die Messpunkte der Vorbelastungsmessungen sind in Abbildung 2 grün gekennzeichnet. Messpunkt 1 wird für die Immissionsaufpunkte IP2.7, IP2.9, IP2.10, IP2.12, IP2.15, IP2.16, IP2.17, IP2.18 und IP2.19 herangezogen. Messpunkt 2 entspricht der Vorbelastung der Immissionsaufpunkte IP1, IP3, IP2.1, IP2.4, IP2.20 und IP2.22.

In den Vorbelastungsmessungen der Anlage wurde kein $PM_{2,5}$ ermittelt. Die nächstgelegene LANUV-Messstation steht in Wuppertal-Langerfeld (WULA) und repräsentiert den „städti-

schen Hintergrund“. An dieser Messstation wurden 11 µg/m³ $PM_{2,5}$ im Jahr 2016 gemessen. Da sich diese Station jedoch in etwa 13 km Entfernung zum Anlagenstandort befindet und demnach nicht direkt repräsentativ ist, wird als Vorbelastung für $PM_{2,5}$ der höchste in NRW gemessene Jahresmittelwert angesetzt, der 18 µg/m³ im Jahr 2016 betrug und in Düsseldorf an der Corneliusstraße (DDCS) gemessen wurde [14].

In Tabelle 11 sind die so ermittelten Gesamtbelastungen dargestellt:

Tabelle 11: Gesamtbelastungen an den Immissionsaufpunkten, Vorbelastungsermittlung am Standort durch ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co., $PM_{2,5}$ und PM_{10} in µg/m³, StN in µg/(m² · d)

IP-Nr.	Zusatzbelastung			Vorbelastung			Gesamtbelastung		
	$PM_{2,5}$	PM_{10}	StN	$PM_{2,5}$	PM_{10}	StN	$PM_{2,5}$	PM_{10}	StN
IP1	0	1,12	0,007	-	-	-	-	-	-
IP3	0	1,08	**0,012**	-	-	0,216	-	-	0,23
IP2.1	0	1,1	0,009	-	-	-	-	-	-
IP2.4	**1,07**	**4,21**	**0,03**	18,0	28,7	0,216	19,1	32,9	0,25
IP2.7	0	1,09	0,0099	-	-	-	-	-	-
IP2.9	0	1,1	0	-	-	-	-	-	-
IP2.10	0	1,11	0,006	-	-	-	-	-	-
IP2.12	0	**2,13**	**0,014**	-	15,1	0,075	-	17,2	0,09
IP2.15	**1,04**	**10,37**	**0,08**	18,0	15,1	0,075	19,0	25,5	0,16
IP2.16	**1,05**	**6,28**	**0,05**	18,0	15,1	0,075	19,1	21,4	0,13
IP2.17	**1,05**	**6,25**	**0,05**	18,0	15,1	0,075	19,1	21,4	0,13
IP2.18	0	**3,19**	**0,019**	-	15,1	0,075	-	18,3	0,09
IP2.19	0	1,13	0	-	-	-	-	-	-
IP2.20	0	1,12	0,007	-	-	-	-	-	-
IP2.22	0	1,13	0	-	-	-	-	-	-

Die ermittelten Gesamtbelastungen durch die geplante Haldenerweiterung zeigen, dass alle Immissionswerte (s. Tabelle 9) eingehalten werden und die geplante Haldenerweiterung somit hinsichtlich der Staubemissionen genehmigungsfähig ist.

8 Qualität der Prognose

Die Qualität der Prognose bewegt sich im Rahmen der Qualität der zugrundeliegenden Daten und Rechenverfahren. Das verwendete Ausbreitungsrechnerprogramm IMMI 2017 der Fa. Wölfel GmbH + Co., Höchberg, verwendet das seitens der Bundesregierung zur Anwendung der TA Luft bereitgestellte Rechenmodell AUSTAL2000.

Die Geländeeinflüsse wurden durch einen Sicherheitsfaktor von 10 auf die ermittelten Immissionen berücksichtigt.

Die Ausbreitung von Staub wurde mit einer Qualitätsstufe von -4 bei möglichen -4 bis +4 berechnet.

9 Zusammenfassung

Die Firma Iseke GmbH & Co. KG betreibt in der Hahnenfurth 5, 42327 Wuppertal-Vohwinkel einen Kalksteintagebau.

Es ist eine Erweiterung der bestehenden Halde „Oetelshofen" in westlicher Richtung geplant. Zudem soll ein Lärm- und Sichtschutzwall von 5 m Höhe errichtet werden, welcher die Außenkante der Halde „Oetelshofen" in Richtung Westen verlängert.

Die Ramm Ingenieur GmbH wurde damit beauftragt eine Staubimmissionsprognose als Teil eines Planfeststellungsverfahrens mit integrierter Umweltverträglichkeitsuntersuchung zu erstellen.

Im Rahmen der Prognose über die Ausbreitung von Staubemissionen wird nachgewiesen, dass durch die geplante Haldenerweiterung keine Grenzwerte überschritten werden und somit Genehmigungsfähigkeit besteht.

Diese Begutachtung gilt nur im Zusammenhang mit den vorgenannten Beschreibungen und Aussagen. Wesentliche betriebliche oder bauliche Änderungen machen diese Beurteilung hinfällig und eine erneute Begutachtung erforderlich.

Das Gutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

Wuppertal, den 14.05.2018

Die Sachverständige	Der Sachbearbeiter
Dipl.-Phys. Danuta Maciejewski	Thomas Retny, M. Sc.

10 Anhang

10.1 Emissionsberechnungen

10.1.1 SKW-Verkehr aus der Grube hin zur zu erweiternden Halde

Gleichung: $q_T = k_{Kgv} \cdot (\frac{S}{12})^a \cdot (\frac{W}{2,7})^b \cdot (1 - \frac{p}{365})$

Grundlage: VDI 3790 Blatt 13 Gleichung 15

Angenommene Parameter:

k_{Kgv} = gemäß Tabelle 7 der VDI 3790 Blatt 3

a = gemäß Tabelle 7 der VDI 3790 Blatt 3

b = gemäß Tabelle 7 der VDI 3790 Blatt 3

S = gemäß Tabelle 8 der VDI 3790 Blatt 3: Steinbruch (Transportweg von/zur Grube)

W = Weg von Grube zur Halde: Leergewicht SKW + Volle Beladung = $31\text{t} + 40\text{t} = 71\text{t}$

Weg von Halde zur Grube: Leergewicht SKW ohne Beladung = 31 t

$$\frac{71\text{ t} + 31\text{ t}}{2} = 51\text{ t}$$

p = 180 Tage mit mehr als 0,3 mm Niederschlag im Durchschnitt von 2007 – 2017, ermittelt aus Messdaten der DWD-Messstation Wuppertal-Buchenhofen. Die Fahrwege werden bei Trockenheit bewässert, sodass davon ausgegangen werden kann, dass das Material ganzjährig feucht ist und demnach p=365 entspricht, wodurch die Emissionen Null ergeben. Als konservative Betrachtung wird mit p=300 gerechnet.

Rechnung nach Korngrößenverteilung:

$PM_{2,5}$: $q_T = 0{,}042 \cdot (\frac{8{,}3}{12})^{0{,}9} \cdot (\frac{51}{2{,}7})^{0{,}45} \cdot \left(1 - \frac{300}{365}\right) = 0{,}02\ \frac{g}{m \cdot Fhz} = 20{,}1 \frac{g}{km \cdot Fhz}$

PM_{10}: $q_T = 0{,}42 \cdot \left(\frac{8{,}3}{12}\right)^{0{,}9} \cdot (\frac{51}{2{,}7})^{0{,}45} \cdot \left(1 - \frac{300}{365}\right) = 0{,}2\ \frac{g}{m \cdot Fhz} = 201{,}4\ \frac{g}{km \cdot Fhz}$

PM_{30}: $q_T = 1{,}38 \cdot (\frac{8{,}3}{12})^{0{,}7} \cdot (\frac{51}{2{,}7})^{0{,}45} \cdot \left(1 - \frac{300}{365}\right) = 0{,}71 \frac{g}{m \cdot Fhz} = 712{,}4\ \frac{g}{km \cdot Fhz}$

Ein SKW benötigt 20 Minuten für den Weg hin und zurück. Es sind 4 SKW im Einsatz. Pro Stunde treten demnach maximal 12 SKW-Fahrten auf:

$PM_{2,5}$: $20{,}1\ \frac{g}{km \cdot Fhz} \cdot 12\ \frac{Fhz}{h} = 242\ \frac{g}{h \cdot km}$

PM_{10}: $201{,}4\ \frac{g}{km \cdot Fhz} \cdot 12\ \frac{Fhz}{h} = 2417\ \frac{g}{h \cdot km}$

PM_{30}: $712{,}4\ \frac{g}{km \cdot Fhz} \cdot 12\ \frac{Fhz}{h} = 8549\ \frac{g}{h \cdot km}$

IMMI berechnet die Immissionen automatisch auf die vollen 8.760 Jahresstunden. Die Betriebszeiten sind werktags von 06:00 bis 22:00 Uhr, wodurch die Emissionsmassenströme noch mit den Faktoren 16h/24h = 2/3 für die Betriebsstunden pro Tag und 6/7 für Werktags multipliziert werden:

$PM_{2,5}$: $q_T = 242\ \frac{g}{h \cdot km} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{7} = 138\ \frac{g}{h \cdot km}$ entspricht pm-1

PM_{10}: $q_T = 2417\ \frac{g}{h \cdot km} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{7} = 1381\ \frac{g}{h \cdot km}$ entspricht pm-2

PM_{30}: $q_T = 8549\ \frac{g}{h \cdot km} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{7} = 4885\ \frac{g}{h \cdot km}$ entspricht pm-u

Der SKW-Fahrweg ist als Linienquelle modelliert, die eine Eingabe in g/h · km erfordert. Die in IMMI modellierte Linienquelle hat eine Länge von 524 m.

10.1.2 Materialabwurf durch SKW

Gleichungen der VDI 3790:

$q_{ab} = q_{norm,korr} \cdot \rho_S \cdot k_U$ Gleichung 10

$q_{norm,korr} = q_{norm} \cdot k_H \cdot 0{,}5 \cdot k_{Gerät}$ Gleichung 11

$q_{norm} = a \cdot 2{,}7 \cdot M^{-0{,}5}$ Gleichung 7b

$k_H = (\frac{H_{frei} + H_{Rohr} \cdot k_{Reib}}{2})^{1{,}25}$ Gleichung 12

Angenommene Parameter:

ρ_S = Angabe von SST: 2 t/m³

k_U = gemäß Tabelle 6 der VDI 3790 Blatt 3: Halde = 0,9

a = gemäß Tabelle 3 der VDI 3790 Blatt 3 Anhang B: (mittel) staubend $= \sqrt{10^4}$

M = Die maximale Ladung der SKW beträgt 40 t, demnach beträgt M = 40 t/Hub

$k_{Gerät}$ = gemäß Tabelle 6 der VDI 3790 Blatt 3: LKW = 1,5

H_{frei} = Angabe von SST: 2,5 m

H_{Rohr} = findet hier keine Anwendung = 0

k_{Reib} = findet hier keine Anwendung = 0

Rechnung:

$$q_{ab} = q_{norm,korr} \cdot \rho_S \cdot k_U$$

$$q_{ab} = ((a \cdot 2{,}7 \cdot M^{-0{,}5}) \cdot ((\frac{H_{frei}+H_{Rohr} \cdot k_{Reib}}{2})^{1{,}25}) \cdot 0{,}5 \cdot k_{Gerät}) \cdot \rho_S \cdot k_U$$

$$q_{ab} = \left((\sqrt{10^4} \cdot 2{,}7 \cdot 40^{-0{,}5}) \cdot \left(\left(\frac{2{,}5+0 \cdot 0}{2}\right)^{1{,}25}\right) \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}5\right) \cdot 2 \cdot 0{,}9 = 76{,}17\ \text{g}$$

Ein SKW benötigt 20 Minuten für den Weg hin und zurück. Es sind 4 SKW im Einsatz. Demnach treten 12 Abwurfvorgänge pro Stunde auf:

$$q_{ab} = \frac{76{,}17\ \text{g}}{\text{Abwurf}} \cdot \frac{12\ \text{Abwurf}}{\text{h}} = 914{,}1\ \frac{\text{g}}{\text{h}}$$

IMMI berechnet die Immissionen automatisch auf die vollen 8.760 Jahresstunden. Die Betriebszeiten sind werktags von 06:00 bis 22:00 Uhr, wodurch die Emissionsmassenströme noch mit den Faktoren 16h/24h = 2/3 für die Betriebsstunden pro Tag und 6/7 für Werktags multipliziert werden:

$$q_{ab} = 914{,}1\ \frac{\text{g}}{\text{h}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{7} = 522\ \frac{\text{g}}{\text{h}}$$

Gemäß Tabelle 2 aus Kapitel 6.7 wird dieser Massenstrom auf die Korngrößenklassen nach AUSTAL2000 aufgeteilt:

$PM_{2,5}$: $q_{ab} = 522 \frac{g}{h} \cdot 0{,}05 = 26{,}1 \frac{g}{h}$ entspricht pm-1

PM_{10}: $q_{ab} = 522 \frac{g}{h} \cdot 0{,}20 = 104{,}5 \frac{g}{h}$ entspricht pm-2

$PM_{>10}$: $q_{ab} = 522 \frac{g}{h} \cdot 0{,}75 = 392{,}0 \frac{g}{h}$ entspricht pm-u

10.1.3 Einbringen des Materials durch Raupe

Gleichungen der VDI 3790:

$q_{ab} = q_{norm,korr} \cdot \rho_S \cdot k_U$ Gleichung 10

$q_{norm,korr} = q_{norm} \cdot k_H \cdot 0{,}5 \cdot k_{Gerät}$ Gleichung 11

$q_{norm} = a \cdot 83{,}3 \cdot \dot{M}^{-0{,}5}$ Gleichung 7a

$k_H = (\frac{H_{frei} + H_{Rohr} \cdot k_{Reib}}{2})^{1{,}25}$ Gleichung 12

Angenommene Parameter:

ρ_S = Angabe von SST: 2 t/m³

k_U = gemäß Tabelle 6 der VDI 3790 Blatt 3: Halde = 0,9

a = gemäß Tabelle 3 der VDI 3790 Blatt 3 Anhang B: (mittel) staubend $= \sqrt{10^4}$

$\dot{M}$ = 480 t/h, da 12 SKW jeweils 40 t/h abkippen

$k_{Gerät}$ = gemäß Tabelle 6 der VDI 3790 Blatt 3: kontinuierlich arbeitende Geräte = 1

H_{frei} = 0,5 m, da Material bodennah verschoben wird

H_{Rohr} = findet hier keine Anwendung = 0

k_{Reib} = findet hier keine Anwendung = 0

Rechnung:

$$q_{ab} = q_{norm,korr} \cdot \rho_S \cdot k_U$$

$$q_{ab} = ((a \cdot 2{,}7 \cdot M^{-0{,}5}) \cdot ((\frac{H_{frei} + H_{Rohr} \cdot k_{Reib}}{2})^{1{,}25}) \cdot 0{,}5 \cdot k_{Gerät}) \cdot \rho_S \cdot k_U$$

$$q_{ab} = \left(\left(\sqrt{10^4} \cdot 83{,}3 \cdot 480^{-0{,}5} \right) \cdot \left(\left(\frac{0{,}5 + 0 \cdot 0}{2} \right)^{1{,}25} \right) \cdot 0{,}5 \cdot 1 \right) \cdot 2 \cdot 0{,}9 = 60{,}49 \ \frac{g}{h}$$

IMMI berechnet die Immissionen automatisch auf die vollen 8.760 Jahresstunden. Die Betriebszeiten sind werktags von 06:00 bis 22:00 Uhr, wodurch die Emissionsmassenströme noch mit den Faktoren 16h/24h = 2/3 für die Betriebsstunden pro Tag und 6/7 für Werktags multipliziert werden. Zudem ist die Raupe abwechselnd mit dem Walzenverdichter in Betrieb, weshalb beide Maschinen die halbe Betriebszeit arbeiten:

$$q_{ab} = 60{,}49 \ \frac{g}{h} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{7} \cdot \frac{1}{2} = 17{,}3 \ \frac{g}{h}$$

Gemäß Tabelle 2 aus Kapitel 6.7 wird dieser Massenstrom auf die Korngrößenklassen nach AUSTAL2000 aufgeteilt:

$PM_{2,5}$: $q_{ab} = 17{,}3 \ \frac{g}{h} \cdot 0{,}05 = 0{,}9 \ \frac{g}{h}$ entspricht pm-1

PM_{10}: $q_{ab} = 17{,}3 \ \frac{g}{h} \cdot 0{,}20 = 3{,}5 \ \frac{g}{h}$ entspricht pm-2

$PM_{>10}$: $q_{ab} = 17{,}3 \ \frac{g}{h} \cdot 0{,}75 = 13{,}0 \ \frac{g}{h}$ entspricht pm-u

10.1.4 Verdichten des Materials durch Walzenverdichter

Gleichungen der VDI 3790:

$$q_{ab} = q_{norm,korr} \cdot \rho_S \cdot k_U \qquad \text{Gleichung 10}$$

$$q_{norm,korr} = q_{norm} \cdot k_H \cdot 0{,}5 \cdot k_{Gerät} \qquad \text{Gleichung 11}$$

$$q_{norm} = a \cdot 83{,}3 \cdot \dot{M}^{-0{,}5} \qquad \text{Gleichung 7a}$$

$$k_H = (\frac{H_{frei} + H_{Rohr} \cdot k_{Reib}}{2})^{1{,}25} \qquad \text{Gleichung 12}$$

Angenommene Parameter:

ρ_S = Angabe von SST: 2 t/m³

k_U = gemäß Tabelle 6 der VDI 3790 Blatt 3: Halde = 0,9

a = gemäß Tabelle 3 der VDI 3790 Blatt 3 Anhang B: (mittel) staubend $= \sqrt{10^4}$

$\dot{M}$ = 480 t/h, da 12 SKW jeweils 40 t/h abkippen, die verdichtet werden

$k_{Gerät}$ = gemäß Tabelle 6 der VDI 3790 Blatt 3: kontinuierlich arbeitende Geräte = 1

H_{frei} = 0,1 m, da Material bodennah verdichtet wird, wobei in der Regel keine Staubentwicklung auftritt

H_{Rohr} = findet hier keine Anwendung = 0

k_{Reib} = findet hier keine Anwendung = 0

Rechnung:

$$q_{ab} = q_{norm,korr} \cdot \rho_S \cdot k_U$$

$$q_{ab} = ((a \cdot 2{,}7 \cdot M^{-0{,}5}) \cdot ((\frac{H_{frei} + H_{Rohr} \cdot k_{Reib}}{2})^{1{,}25}) \cdot 0{,}5 \cdot k_{Gerät}) \cdot \rho_S \cdot k_U$$

$$q_{ab} = \left((\sqrt{10^4} \cdot 83{,}3 \cdot 480^{-0{,}5}) \cdot \left(\left(\frac{0{,}1 + 0 \cdot 0}{2} \right)^{1{,}25} \right) \cdot 0{,}5 \cdot 1 \right) \cdot 2 \cdot 0{,}9 = 8{,}09 \ \frac{g}{h}$$

IMMI berechnet die Immissionen automatisch auf die vollen 8.760 Jahresstunden. Die Betriebszeiten sind werktags von 06:00 bis 22:00 Uhr, wodurch die Emissionsmassenströme noch mit den Faktoren 16h/24h = 2/3 für die Betriebsstunden pro Tag und 6/7 für Werktags multipliziert werden. Zudem ist die Raupe abwechselnd mit dem Walzenverdichter in Betrieb, weshalb beide Maschinen die halbe Betriebszeit arbeiten:

$$q_{ab} = 8{,}09 \ \frac{g}{h} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{7} \cdot \frac{1}{2} = 2{,}3 \ \frac{g}{h}$$

Gemäß Tabelle 2 aus Kapitel 6.7 wird dieser Massenstrom auf die Korngrößenklassen nach AUSTAL2000 aufgeteilt:

$PM_{2,5}$: $q_{ab} = 2{,}3\ \frac{g}{h} \cdot 0{,}05 = 0{,}1\ \frac{g}{h}$ entspricht pm-1

PM_{10}: $q_{ab} = 2{,}3\ \frac{g}{h} \cdot 0{,}20 = 0{,}5\ \frac{g}{h}$ entspricht pm-2

$PM_{>10}$: $q_{ab} = 2{,}3\ \frac{g}{h} \cdot 0{,}75 = 1{,}7\ \frac{g}{h}$ entspricht pm-u

10.1.5 Fahrwege von Raupe und Walzenverdichter

Gleichung: $q_T = k_{Kgv} \cdot (\frac{S}{12})^a \cdot (\frac{W}{2{,}7})^b \cdot (1 - \frac{p}{365})$

Grundlage: VDI 3790 Blatt 13 Gleichung 15

Angenommene Parameter:

Raupe und Walzenverdichter (jeweils eine Maschine) arbeiten im Wechsel am gleichen Ort und weisen in etwa dieselben Fahrwege auf. Beide Maschinen werden als eine Emissionsquelle modelliert.

k_{Kgv} = gemäß Tabelle 7 der VDI 3790 Blatt 3

a = gemäß Tabelle 7 der VDI 3790 Blatt 3

b = gemäß Tabelle 7 der VDI 3790 Blatt 3

S = gemäß Tabelle 8 der VDI 3790 Blatt 3: Steinkohletagebau - Arbeits- und Bewegungsflächen des Schürfbaggers

W = Gewicht Raupe: 21,5 t

Gewicht Walzenverdichter: 32,76 t

$$\frac{(21{,}5\ \text{t} + 32{,}76\ \text{t})}{2} = 27{,}13\ \text{t}$$

p = 180 Tage mit mehr als 0,3 mm Niederschlag im Durchschnitt von 2007 – 2017, ermittelt aus Messdaten der DWD-Messstation Wuppertal-Buchenhofen. Die Fahrwege werden bei Trockenheit bewässert, sodass davon ausgegangen werden kann, dass das Material ganzjährig feucht ist und demnach p=365 entspricht, wodurch die Emissionen Null ergeben. Als konservative Betrachtung wird mit p=300 gerechnet.

Rechnung nach Korngrößenverteilung:

PM$_{2,5}$: $q_T = 0{,}042 \cdot (\frac{17}{12})^{0,9} \cdot (\frac{27{,}13}{2{,}7})^{0,45} \cdot \left(1 - \frac{300}{365}\right) = 0{,}03 \ \frac{g}{m \cdot Fhz} = 28{,}9 \ \frac{g}{km \cdot Fhz}$

PM$_{10}$: $q_T = 0{,}42 \cdot (\frac{17}{12})^{0,9} \cdot (\frac{27{,}13}{2{,}7})^{0,45} \cdot \left(1 - \frac{300}{365}\right) = 0{,}3 \ \frac{g}{m \cdot Fhz} = 289 \ \frac{g}{km \cdot Fhz}$

PM$_{30}$: $q_T = 1{,}38 \cdot (\frac{17}{12})^{0,7} \cdot (\frac{27{,}13}{2{,}7})^{0,45} \cdot \left(1 - \frac{300}{365}\right) = 0{,}9 \ \frac{g}{m \cdot Fhz} = 886 \ \frac{g}{km \cdot Fhz}$

Es ist maximal eine Maschine (Fhz) pro Stunde in Betrieb. Der Faktor Fhz beträgt 1.

IMMI berechnet die Immissionen automatisch auf die vollen 8.760 Jahresstunden. Die Betriebszeiten sind werktags von 06:00 bis 22:00 Uhr, wodurch die Emissionsmassenströme noch mit den Faktoren 16h/24h = 2/3 für die Betriebsstunden pro Tag und 6/7 für Werktags multipliziert werden:

PM$_{2,5}$: $q_T = 28{,}9 \ \frac{g}{h \cdot km} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{7} = 16{,}5 \ \frac{g}{h \cdot km}$ entspricht pm-1

PM$_{10}$: $q_T = 289 \ \frac{g}{h \cdot km} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{7} = 165 \ \frac{g}{h \cdot km}$ entspricht pm-2

PM$_{30}$: $q_T = 886 \ \frac{g}{h \cdot km} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{7} = 506 \ \frac{g}{h \cdot km}$ entspricht pm-u

Der Fahrweg von Raupe und Walzenverdichter ist als Linienquelle modelliert, die eine Eingabe in g/h · km erfordert. Die in IMMI modellierte Linienquelle hat eine Länge von 63 m.

10.1.6 Winderosion

Gleichung: $\overline{q}_L = \sum_{i=1}^{n} 5 \cdot (C_A - 1)^{1,6} \cdot \frac{W_i}{100}$ (Gleichung 6a)

Grundlage: VDI 3790 Blatt 13 Gleichung 6a aufbauend auf Gleichung 5

Angenommene Parameter:

Der Staubabtrag wird für die in Tabelle 12 genannten Windgeschwindigkeitsklassen berechnet:

Tabelle 12: Windgeschwindigkeitsklassen

Klasse	Windgeschwindigkeit v_W	Häufigkeit W in %
1	1	12,82
2	1,5	6,05
3	2	15,14
4	3	30,23
5	4,5	19,73
6	6	9,52
7	7,5	4,87
8	9	1,31
9	12	0,34

Bestimmung von C_A

$$C_A = 0{,}1 \cdot \frac{v_W^2}{d_{50} \cdot \rho_K \cdot k_f \cdot \tan\alpha}$$

v_W = s. Tabelle 12

d_{50} = Angabe von SST: mittlerer Korndurchmesser zwischen 3,5 und 6,5. Als konservative Annahme wird 3,5 genutzt

k_f = als konservative Annahme = 1 (trocken)

ρ_K = 2 g/cm³

α = 60 °

Klasse 1: $C_A = 0{,}1 \cdot \frac{1}{3{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \tan 60} = 0{,}04$

Klasse 2: $C_A = 0{,}1 \cdot \frac{1{,}5}{3{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \tan 60} = 0{,}1$

Klasse 3: $C_A = 0{,}1 \cdot \frac{2}{3{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \tan 60} = 0{,}18$

Klasse 4: $C_A = 0{,}1 \cdot \frac{3}{3{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \tan 60} = 0{,}4$

Klasse 5: $C_A = 0{,}1 \cdot \frac{4{,}5}{3{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \tan 60} = 0{,}9$

Klasse 6: $C_A = 0{,}1 \cdot \frac{6}{3{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \tan 60} = 1{,}6$

Klasse 7: $C_A = 0{,}1 \cdot \frac{7{,}5}{3{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \tan 60} = 2{,}5$

Klasse 8: $C_A = 0{,}1 \cdot \frac{9}{3{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \tan 60} = 3{,}6$

Klasse 9: $C_A = 0{,}1 \cdot \frac{12}{3{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \tan 60} = 6{,}4$

Der Staubabtrag nach Gleichung 6a wird demnach für die Klassen 6-9 berechnet:

Klasse 6: $$\overline{q}_L = 5 \cdot \left(0{,}1 \cdot \frac{6^2}{3{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \tan 60} - 1\right)^{1{,}6} \cdot \frac{9{,}52}{100} = 0{,}002 \ \frac{g}{h \cdot m^2}$$

Klasse 7: $$\overline{q}_L = 5 \cdot \left(0{,}1 \cdot \frac{7{,}5^2}{3{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \tan 60} - 1\right)^{1{,}6} \cdot \frac{4{,}87}{100} = 0{,}005 \ \frac{g}{h \cdot m^2}$$

Klasse 8: $$\overline{q}_L = 5 \cdot \left(0{,}1 \cdot \frac{9^2}{3{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \tan 60} - 1\right)^{1{,}6} \cdot \frac{1{,}31}{100} = 0{,}003 \ \frac{g}{h \cdot m^2}$$

Klasse 9: $$\overline{q}_L = 5 \cdot \left(0{,}1 \cdot \frac{12^2}{3{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \tan 60} - 1\right)^{1{,}6} \cdot \frac{0{,}34}{100} = 0{,}003 \ \frac{g}{h \cdot m^2}$$

In der Summe der Klassen 6-9 ergibt sich: $\overline{q}_L = 0{,}0125 \ \frac{g}{h \cdot m^2}$

IMMI berechnet die Immissionen automatisch auf die vollen 8.760 Jahresstunden. Die Winderosion ist nicht an Betriebszeiten gekoppelt, weshalb hier die vollen Jahresstunden modelliert werden.

<u>Rechnung nach Korngrößenverteilung:</u>

Gemäß Tabelle 2 aus Kapitel 6.7 wird dieser Massenstrom auf die Korngrößenklassen nach AUSTAL2000 aufgeteilt:

$PM_{2,5}$: $\overline{q}_L = 0{,}0125 \ \frac{g}{h \cdot m^2} \cdot 0{,}075 = 0{,}0009 \ \frac{g}{h \cdot m^2}$

PM_{10}: $\overline{q}_L = 0{,}0125 \ \frac{g}{h \cdot m^2} \cdot 0{,}425 = 0{,}005 \ \frac{g}{h \cdot m^2}$

$PM_{>10}$: $\overline{q}_L = 0{,}0125 \ \frac{g}{h \cdot m^2} \cdot 0{,}5 = 0{,}006 \ \frac{g}{h \cdot m^2}$

Die Winderosion ist als Flächenquelle modelliert, die eine Eingabe in g/h · km² erfordert. Die in IMMI modellierte Flächenquelle hat eine Fläche von 0,028 km². Entsprechend ergeben sich folgende Massenströme:

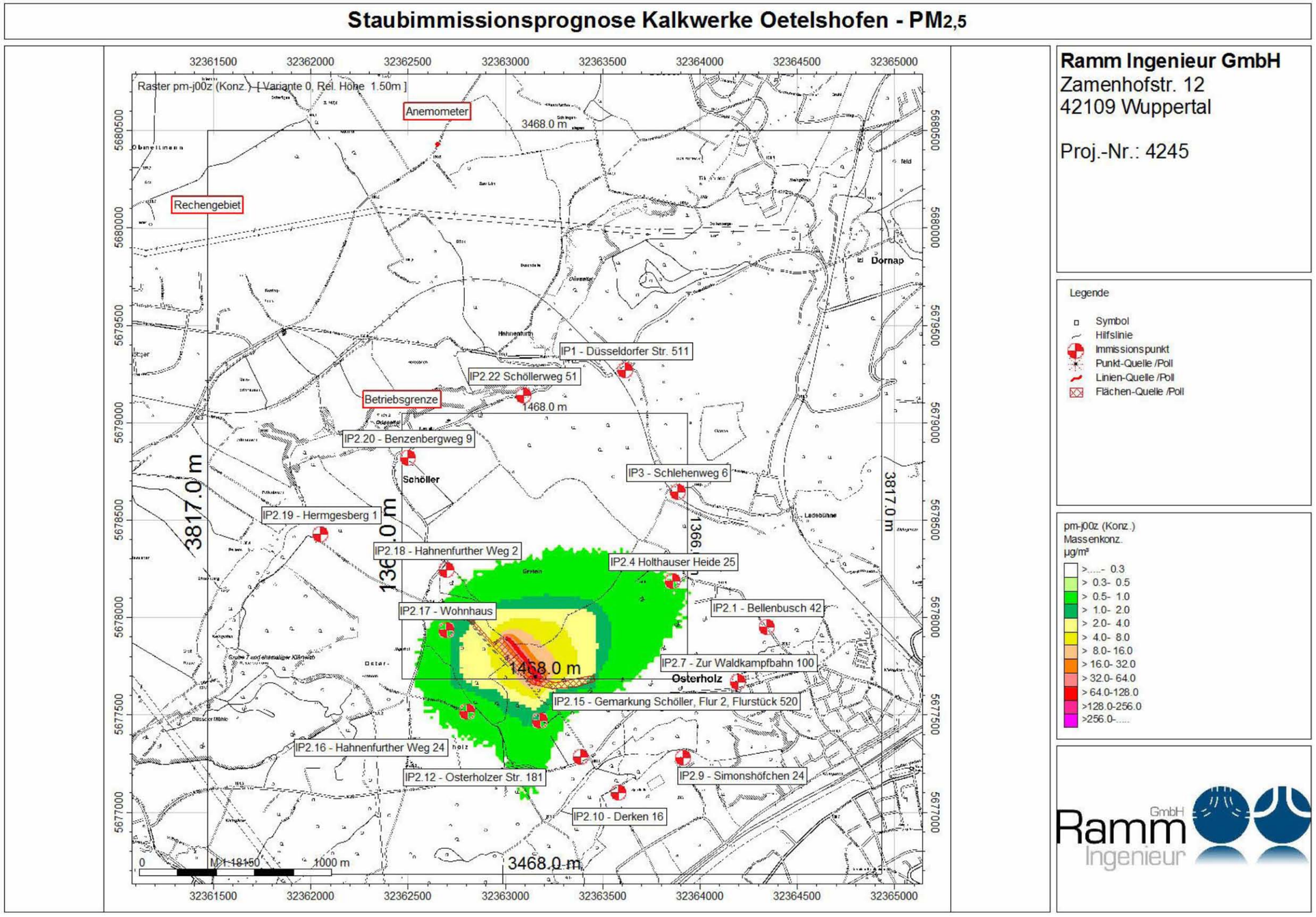
$PM_{2,5}$: $\overline{q}_L = 932 \ \frac{g}{h \cdot km^2}$ entspricht pm-1

PM_{10}: $\overline{q}_L = 5283 \ \frac{g}{h \cdot km^2}$ entspricht pm-2

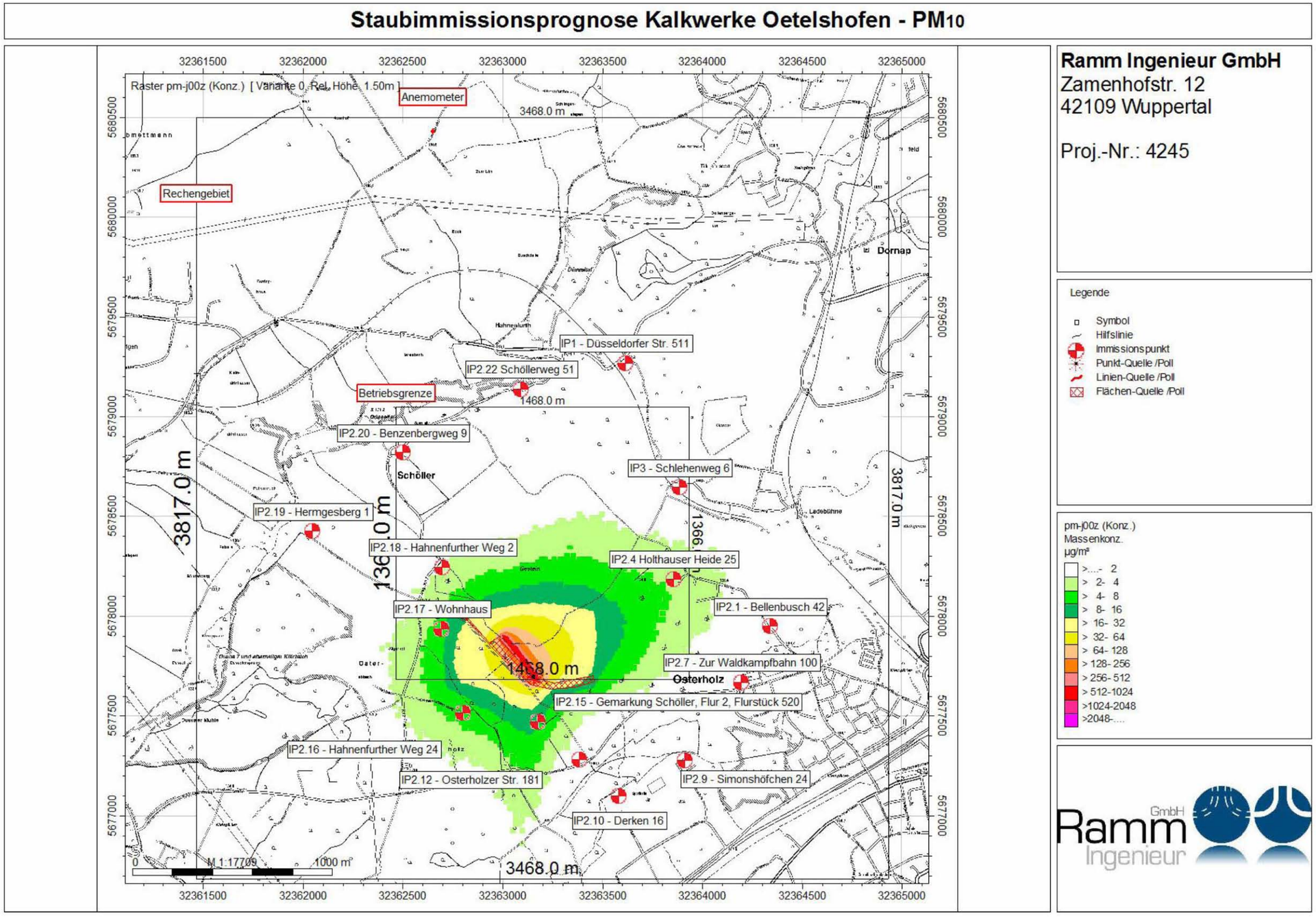
$PM_{>10}$: $\overline{q}_L = 6215 \ \frac{g}{h \cdot km^2}$ entspricht pm-u

10.2 Rasterdarstellungen

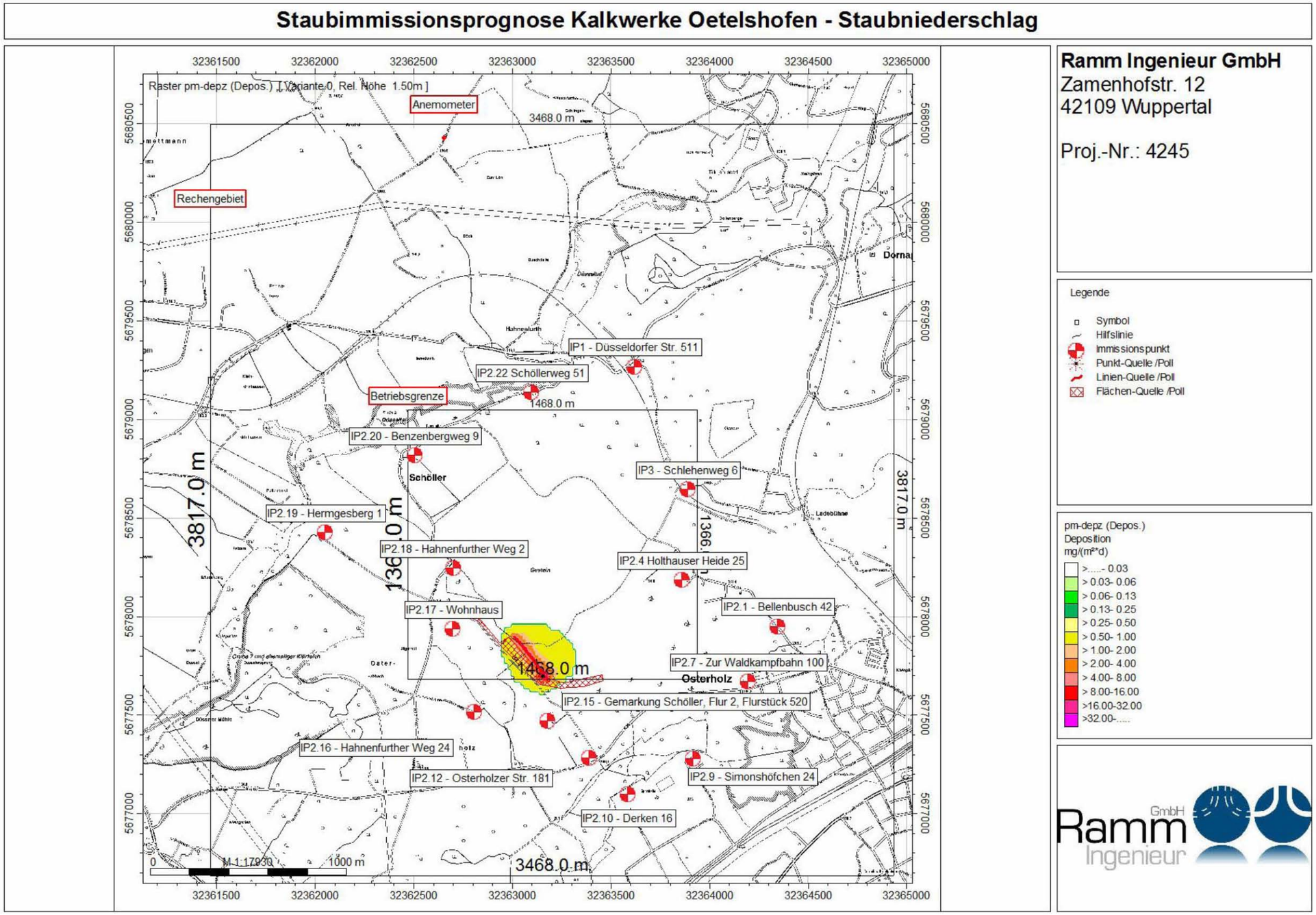
10.2.1 $PM_{2,5}$



10.2.2 PM_{10}


Staubimmissionsprognose Kalkwerke Oetelshofen - PM10
Raster pm-j00z (Konz.) [Variante 0 , Rel. Höhe: 1.50m]
Anemometer
3468.0 m
Rechengebiet
IP1 - Düsseldorfer Str. 511
IP2.22 Schöllerweg 51
1468.0 m
Betriebsgrenze
IP2.20 - Benzenbergweg 9
Schöller
IP3 - Schlehenweg 6
IP2.19 - Hermgesberg 1
IP2.18 - Hahnenfurther Weg 2
IP2.4 Holthauser Heide 25
IP2.17 - Wohnhaus
IP2.1 - Bellenbusch 42
IP2.7 - Zur Waldkampfbahn 100
Osterholz
IP2.15 - Gemarkung Schöller, Flur 2, Flurstück 520
IP2.16 - Hahnenfurther Weg 24
IP2.12 - Osterholzer Str. 181
IP2.9 - Simonshöfchen 24
IP2.10 - Derken 16
Dornap
3817.0 m
1366.0 m
M 1:17709
1000 m
32361500
32362000
32362500
32363000
32363500
32364000
32364500
32365000
5680500
5680000
5679500
5679000
5678500
5678000
5677500
5677000
Ramm Ingenieur GmbH
Zamenhofstr. 12
42109 Wuppertal
Proj.-Nr.: 4245
Legende
Symbol
Hilfslinie
Immissionspunkt
Punkt-Quelle /Poll
Linien-Quelle /Poll
Flächen-Quelle /Poll
pm-j00z (Konz.)
Massenkonz.
µg/m³
>....- 2
> 2- 4
> 4- 8
> 8- 16
> 16- 32
> 32- 64
> 64- 128
> 128- 256
> 256- 512
> 512-1024
>1024-2048
>2048-....

10.2.3 Staubniederschlag



10.3 AUSTAL2000-Log-Dateien

10.3.1 Rechnung 1: PM_{10} und Staubniederschlag

```
2018-05-07 14:04:28 -----------------------------------------------------------
TalServer:C:\Users\IMMI\Desktop\4245 KWO

  Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x
  Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
  Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

  Arbeitsverzeichnis: C:/Users/IMMI/Desktop/4245 KWO

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
Das Programm läuft auf dem Rechner "W7-RAMM-IMMI".

============================= Beginn der Eingabe ============================
> ti      "KWO_Staubprognose"
> as      "C:\Users\IMMI\Desktop\4245 KWO\austal2000.aks"
> ux      32359990.00       ' Nullpunkt Rechtswert
> uy      5675990.00        ' Nullpunkt   Hochwert
> xa      2662.0            ' Anemometerposition
> ya      4440.0
> ha      10.0
> qs      -4
> x0        1469.00
> y0         685.00
> dd          16.00
> nx      216
> ny      238
> xq       3170.61    3167.80        3171.55        3139.63      3011.02              3083.30              3175.31
3085.81              2734.70
> yq       1699.24    1703.93        1701.11        1710.51      1909.59              1825.29              1704.87
1827.81              1646.42
> hq         0.00       0.00           0.00           0.00         0.00                 0.00                 0.00                 0.00
0.00
> aq           0.00       0.00           0.00          63.47       111.04                151.55               152.07
109.03               734.05
> bq         0.00       0.00           0.00           0.00         0.00                 0.00                 0.00                 0.00
395.59
> cq         0.00       0.00           0.00           0.00         0.00                 0.00                 0.00                 0.00
0.00
> wq           0.00       0.00           0.00         330.77       310.61               307.38               126.05
130.66               0.00
> pm-1       0.007250   0.0002500         3.333E-05        0.0002909      0.004259                   0.005814
0.005833             0.004183             0.007354
> pm-2       0.02903    0.0009722         0.0001278        0.002912       0.04260                    0.05814
0.05834              0.04183              0.04168
> pm-u     0.1088     0.003611       0.0004806      0.008924     0.1507               0.2056               0.2063
0.1479               0.04904
> xp        2734.70  2060.70   2513.75   3105.50   3629.68   3901.38   3871.95   4355.68   4207.70   3928.02
3594.17  3400.44  3188.63  2816.03  2711.26  2708.71
> yp        1646.42  2433.52   2826.79   3145.23   3275.65   2653.33   2193.16   1957.23   1675.72   1284.94
1106.28  1289.55  1478.40  1521.78  2252.90  1944.10
> hp       1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50
1.50   1.50
============================= Ende der Eingabe ==============================
```

```
Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (7e0adae7) wird verwendet.
Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.485 m.
Der Wert von z0 wird auf 1.50 m gerundet.

1: KWO
2:
3: TA LUFT
4: JAHR
5: ALLE FäLLE
In Klasse 1: Summe=1196
In Klasse 2: Summe=1656
In Klasse 3: Summe=3420
In Klasse 4: Summe=1210
In Klasse 5: Summe= 668
In Klasse 6: Summe= 425
Statistik "C:\Users\IMMI\Desktop\4245 KWO\austal2000.aks" mit Summe=8575.0000 normiert.

Prüfsumme AUSTAL   524c519f
Prüfsumme TALDIA   6a50af80
Prüfsumme VDISP    3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme AKS      611f5367

========================================================================

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: Datei "C:/Users/IMMI/Desktop/4245 KWO/pm-j00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/IMMI/Desktop/4245 KWO/pm-j00s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/IMMI/Desktop/4245 KWO/pm-depz" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/IMMI/Desktop/4245 KWO/pm-deps" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.
========================================================================

Auswertung der Ergebnisse:
==========================

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

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

Maximalwerte, Deposition
========================
```

```
PM      DEP : 6.2768 g/(m²*d) (+/-  0.1%) bei x= 3173 m, y= 1701 m (107, 64)
================================================================================

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m
=======================================
PM      J00 : 266.4 µg/m³ (+/-  0.1%) bei x= 3173 m, y= 1701 m (107, 64)
PM      T35 :   n.v.
PM      T00 :   n.v.
================================================================================

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung
======================================================
PUNKT                 01           02           03           04           05           06           07           08
09           10           11           12           13           14           15           16
xp                  2735         2061         2514         3106         3630         3901         3872         4356
4208         3928         3594         3400         3189         2816         2711         2709
yp                  1646         2434         2827         3145         3276         2653         2193         1957
1676         1285         1106         1290         1478         1522         2253         1944
hp                   1.5          1.5          1.5          1.5          1.5          1.5          1.5          1.5
1.5          1.5          1.5          1.5          1.5          1.5          1.5
------------+------------------+------------------+------------------+------------------+------------------+------------------+------------------+-----
------------+------------------+------------------+------------------+------------------+------------------+------------------+------------------+-----
------------
PM      DEP     0.0077  4.2%     0.0004 14.2%     0.0006 11.9%     0.0004 14.3%     0.0006 13.6%     0.0011  8.6%
0.0032  5.3%     0.0008  9.9%     0.0009  9.9%     0.0004 12.2%     0.0005 10.3%     0.0013  7.4%     0.0080  3.8%
0.0043  4.7%     0.0018  6.5%     0.0048  4.5%  g/(m²*d)
PM      J00       1.0  3.3%       0.1 13.0%       0.1 11.8%       0.1 12.6%       0.1 11.7%       0.1  8.4%       0.4  5.2%
0.1  9.6%       0.1  8.7%       0.1 10.0%       0.1 10.7%       0.2  6.6%       1.0  3.7%       0.6  4.7%       0.3  6.3%
0.6  4.1%  µg/m³
================================================================================

2018-05-07 14:29:05 AUSTAL2000 beendet.
```

10.3.2 Rechnung 2: $PM_{2,5}$

```
2018-05-07 14:37:56 -----------------------------------------------------------
TalServer:\\RAMM-SERVER\Projektdaten\4245 - KWO_Staubprognose\4. Ausarbeitungen\4.4 Gutachten-Prognosen\Prognose\Ergebnisse 05.07\PM2,5

  Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x
  Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
  Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

  Arbeitsverzeichnis: //RAMM-SERVER/Projektdaten/4245 - KWO_Staubprognose/4. Ausarbeitungen/4.4 Gutachten-Prognosen/Prognose/Ergebnisse 05.07/PM2,5

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
Das Programm läuft auf dem Rechner "W7-RAMM-17".

============================ Beginn der Eingabe ============================
> ti      "KWO_Staubprognose"
> as            "\\RAMM-SERVER\Projektdaten\4245 - KWO_Staubprognose\4. Ausarbeitungen\4.4 Gutachten-Prognosen\Prognose\Ergebnisse 05.07\PM2,5\austal2000.aks"
> ux      32359990.00       ' Nullpunkt Rechtswert
> uy      5675990.00        ' Nullpunkt   Hochwert
> xa      2662.0            ' Anemometerposition
> ya      4440.0
> ha      10.0
> qs      -4
> x0        1469.00
> y0        685.00
> dd         16.00
> nx      216
> ny      238
> xq       3170.61    3167.80        3171.55        3139.63      3011.02              3083.30              3175.31
3085.81              2734.70
> yq       1699.24    1703.93        1701.11        1710.51      1909.59              1825.29              1704.87
1827.81              1646.42
> hq        0.00      0.00          0.00          0.00        0.00              0.00              0.00              0.00
0.00
> aq          0.00       0.00           0.00          63.47       111.04              151.55              152.07
109.03              734.05
> bq        0.00      0.00          0.00          0.00        0.00              0.00              0.00              0.00
395.59
> cq        0.00      0.00          0.00          0.00        0.00              0.00              0.00              0.00
0.00
> wq          0.00       0.00           0.00          330.77       310.61              307.38              126.05
130.66              0.00
> pm-1       0.007250     0.0002500          3.333E-05          0.0002909       0.004259                    0.005814
0.005833              0.004183              0.007354
> xp        2734.70  2060.70   2513.75   3105.50   3629.68   3901.38   3871.95   4355.68   4207.70   3928.02
3594.17   3400.44   3188.63   2816.03   2711.26   2708.71
> yp        1646.42  2433.52   2826.79   3145.23   3275.65   2653.33   2193.16   1957.23   1675.72   1284.94
1106.28   1289.55   1478.40   1521.78   2252.90   1944.10
> hp       1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50   1.50
1.50   1.50
============================ Ende der Eingabe ============================

Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
```

```
Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (7e0adae7) wird verwendet.
Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.485 m.
Der Wert von z0 wird auf 1.50 m gerundet.

1: KWO
2:
3: TA LUFT
4: JAHR
5: ALLE FäLLE
In Klasse 1: Summe=1196
In Klasse 2: Summe=1656
In Klasse 3: Summe=3420
In Klasse 4: Summe=1210
In Klasse 5: Summe= 668
In Klasse 6: Summe= 425
Statistik "\\RAMM-SERVER\Projektdaten\4245 - KWO_Staubprognose\4. Ausarbeitungen\4.4 Gutachten-
Prognosen\Pr°ÿW" mit Summe=8575.0000 normiert.

Prüfsumme AUSTAL   524c519f
Prüfsumme TALDIA   6a50af80
Prüfsumme VDISP    3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme AKS      611f5367

========================================================================

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: Datei "//RAMM-SERVER/Projektdaten/4245 - KWO_Staubprognose/4. Ausarbeitungen/4.4 Gutachten-
Prognosen/Prognose/Ergebnisse 05.07/PM2,5/pm-j00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "//RAMM-SERVER/Projektdaten/4245 - KWO_Staubprognose/4. Ausarbeitungen/4.4 Gutachten-
Prognosen/Prognose/Ergebnisse 05.07/PM2,5/pm-j00s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "//RAMM-SERVER/Projektdaten/4245 - KWO_Staubprognose/4. Ausarbeitungen/4.4 Gutachten-
Prognosen/Prognose/Ergebnisse 05.07/PM2,5/pm-depz" ausgeschrieben.
TMT: Datei "//RAMM-SERVER/Projektdaten/4245 - KWO_Staubprognose/4. Ausarbeitungen/4.4 Gutachten-
Prognosen/Prognose/Ergebnisse 05.07/PM2,5/pm-deps" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.
========================================================================

Auswertung der Ergebnisse:
==========================

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

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

Maximalwerte, Deposition
```

```
========================
PM      DEP : 0.0061 g/(m²*d) (+/-  0.2%) bei x= 3173 m, y= 1701 m (107, 64)
================================================================================

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m
======================================
PM      J00 :  49.7 µg/m³ (+/-  0.1%) bei x= 3173 m, y= 1701 m (107, 64)
PM      T35 :   n.v.
PM      T00 :   n.v.
================================================================================

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung
======================================================
PUNKT                 01           02           03           04           05           06           07           08
09           10           11           12           13           14           15           16
xp                  2735         2061         2514         3106         3630         3901         3872         4356
4208         3928         3594         3400         3189         2816         2711         2709
yp                  1646         2434         2827         3145         3276         2653         2193         1957
1676         1285         1106         1290         1478         1522         2253         1944
hp                   1.5          1.5          1.5          1.5          1.5          1.5          1.5          1.5
1.5          1.5          1.5          1.5          1.5          1.5          1.5
------------+----------------+----------------+----------------+----------------+----------------+----------------+----------------+-----
------------+----------------+----------------+----------------+----------------+----------------+----------------+----------------+-----
-----------
PM      DEP     0.0000  4.4%     0.0000 21.5%     0.0000 14.2%     0.0000 16.1%     0.0000 16.9%     0.0000 13.4%
0.0000  8.1%     0.0000 12.5%     0.0000 12.0%     0.0000 15.2%     0.0000 13.7%     0.0000  8.5%     0.0000
4.8%     0.0000  6.0%     0.0000 11.7%     0.0000  5.7%  g/(m²*d)
PM      J00       0.1  3.5%       0.0 16.8%       0.0 12.5%       0.0 13.4%       0.0 16.3%       0.0 10.1%       0.1
6.5%       0.0  9.7%       0.0  9.4%       0.0 12.1%       0.0 10.1%       0.0  7.5%       0.1  3.8%       0.1  4.9%
0.0  7.8%       0.1  4.8%  µg/m³
================================================================================

2018-05-07 14:52:24 AUSTAL2000 beendet.
```