

Staubimmissionsprognose nach TA Luft

einer geplanten Erweiterung eines Kiessandtagebaus in 97334 Sommerach

Auftraggeber: Heidelberger Sand und Kies GmbH
Berliner Straße 6
69120 Heidelberg

Berichts-Nr.: 1 – 20 – 05 – 490 – 3

Datum: 07.11.2022

Bericht

Auftraggeber: Heidelberger Sand und Kies GmbH
Berliner Straße 6
69120 Heidelberg

Auftragsgegenstand: Staubimmissionsprognose nach TA Luft einer geplanten Erweiterung eines Kiessandtagebaues in 97334 Sommerach

öko-control Berichtsnummer: 1 – 20 – 05 – 490 – 3

öko-control Bearbeiter: M.Sc. Christian Wölfer

Seiten/Anlagen: 50

Anlage 1	Immissionsraster
Anlage 2	Emissionen Umschlag
Anlage 3	Emissionen Fahrwege
Anlage 4	Berechnung AKTerm
Anlage 5	Rechenlaufprotokolle TALdia
Anlage 6	Rechenlaufprotokolle Austal3

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Aufgabenstellung	5
2 Beschreibung der Anlage.....	7
3 Örtliche Verhältnisse.....	8
4 Beurteilungsgrundlagen	9
4.1 Immissionswerte	9
4.2 Definition Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung	11
4.3 Bagatellmassenströme	13
5 Quellen und deren Emissionen.....	14
5.1 Umschlag	14
5.2 Abwehungen.....	22
5.3 Fahrwege	25
5.4 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen.....	31
5.5 Quellgeometrie.....	31
5.6 Zeitliche Charakteristik	31
6 Meteorologische Eingangsdaten.....	32
7 Ausbreitungsrechnungen	40
7.1 Programmsystem.....	40
7.2 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten	40
7.3 Berücksichtigung von Bebauung	43
7.4 Rechengebiet.....	44
8 Ergebnisse	45

9	Zusammenfassung	47
10	Regelwerke.....	48
11	Schlussbemerkung	50

1 Aufgabenstellung

Die Heidelberger Sand und Kies GmbH (HSK) plant, südlich der Ortslage Sommerach die Kiessandgewinnung Sommerach ausgehend vom aktuell genehmigten Abbaufeld (gemäß Plangenehmigung des Landkreises Kitzingen vom 26.04.2021) durch ein ca. 10 ha großes Abbaufeld (Erweiterungsfeld) nach Süden zu erweitern.

Es ist der Nachweis zu erbringen, dass die durch das Vorhaben verursachte Feinstaubkonzentrationen und Staubdepositionen sich nicht schädlich auf das Schutzbau Mensch auswirken.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wurde die öko-control GmbH Schönebeck mit der Ermittlung der vom Betrieb ausgehenden Emissionen und Immissionen beauftragt. Auf der folgenden Abbildung ist das Untersuchungsgebiet dargestellt.

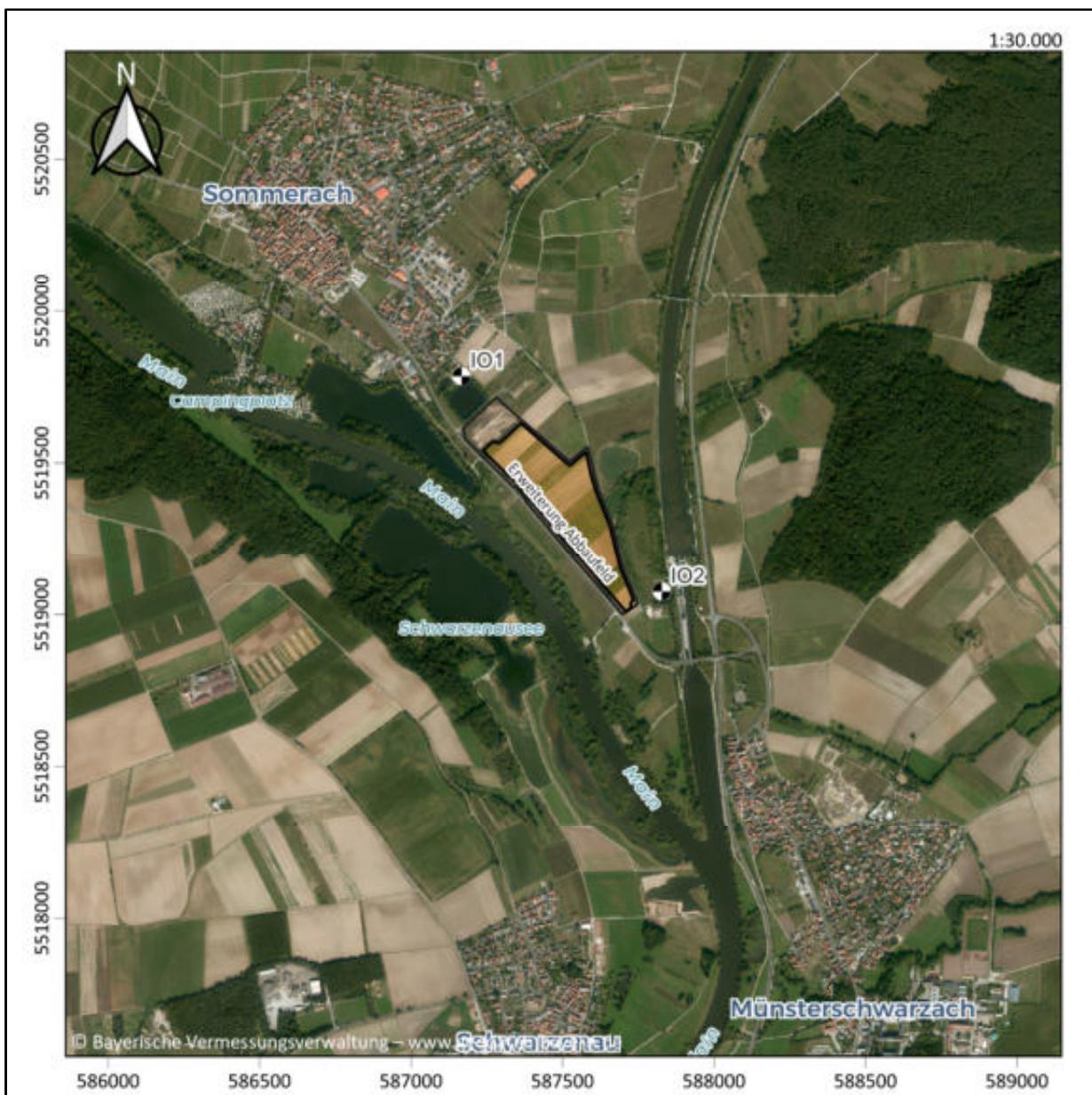


Abbildung 1: Standort des geplanten Kiessandtagebaus

2 Beschreibung der Anlage

Im Kiessandtagebau Sommerach, südöstlich der Ortschaft Sommerach im Landkreis Kitzingen, erfolgt derzeit der Kiesabbau in einem genehmigten Abbaufeld, welches nach Süden um eine ca. 10 ha große Abbaufläche erweitert werden soll.

Die Gewinnung soll zukünftig im genehmigten und geplanten Abbaufeld im Nassschnittverfahren mittels eines landgestützten Eimerkettenbaggers erfolgen, nach vorangegangenem Abtrag des Oberbodens (Mutterboden und Abraum) mittels Radlader. Das abgegrabene Material wird durch den Eimerkettenbagger auf ein Haufwerk abgeworfen und durch Radlader direkt auf Lkw verladen und abtransportiert. Am Standort erfolgt keine weitere Verarbeitung. Der Tagebausee wird dabei fortlaufend im Nassschnitt in südliche Richtung erweitert. Ausgekieste Bereiche werden voraussichtlich mit Boden (max. 300.000 Tonnen pro Jahr) aus dem Umland wieder verfüllt. Es ist mit einem Durchsatz von 300.000 Tonnen Kiessand pro Jahr über einen Abbauzeitraum von ca. 6 Jahren zu rechnen, wobei pro Jahr ca. 2 ha Fläche abgegraben werden. Die maximale Förderrate beträgt 500.000 Tonnen pro Jahr. Ab dem 7. Betriebsjahr erfolgt voraussichtlich nur noch eine Verfüllung des Restsees.

Im Rahmen der Prognose wird davon ausgegangen, dass die abgetragene Oberbodenschicht bestehenden aus Mutterboden (ca. 0,3 m Schichtdicke) und Abraum (ca. 0,7 m Schichtdicke) auf dem Anlagengelände zwischengelagert wird und zur Verfüllung bzw. Wiedernutzbarmachung eingesetzt wird.

Die Betriebszeiten der Anlage belaufen sich im Regelfall auf Montag bis Freitag von 6:00 bis 17:00 Uhr. Zur Absicherung von Bedarfsspitzen ist eine Ausweitung der Betriebszeiten auf Montag bis Freitag von 6:00 bis 20:00 Uhr und Samstag von 6:00 bis 14:00 Uhr geplant.

3 Örtliche Verhältnisse

Die Lage des zu beurteilenden Betriebs sowie dessen Umgebung können der Karte in Abbildung 1 entnommen werden. Die Koordinaten des geplanten Kiessandtagebaus (Mitte Erweiterungsfeld) im UTM-Netz sind die folgenden:

Rechtswert: 32587450

Hochwert: 5519400

Höhe: 195 m ü. NN

Der Kiessandtagebau befindet sich im Landschaftsraum *Mittleres Maintal*. Die im Schnitt 1 km breite Talsohle des Mains, in der häufig behindert durch Buhnen und Uferbefestigungen der Main leicht mäandriert, wird von der Volkacher Schlinge bis nach Würzburg von steilen Hängen begrenzt. Die Talsohle fällt von 195 auf 160 m ü. NN ab. Grünlandbereiche sind in der Talaue ange siedelt, während die Mainhänge für den Weinbau genutzt werden. Der Weinbau dominiert an den Mainhängen.

Der Kiessandtagebau befindet sich auf Talebene parallel zum Flusslauf des Mains zwischen den Ortschaften Sommerach und dem Ortsteil Gerlachshausen der Gemeinde Schwarzach am Main. Die nächstgelegene Wohnbebauung befindet sich in ca. 150 m Abstand nordwestlich zum geplanten Tagebau am Rand der Ortschaft Sommerach und 100 m östlich des geplanten Abbaufeldes im Bereich der Schleuse Gerlachshausen.

Relevante Immissionsorte bezüglich der Beurteilung von Immissionen sind Orte, an denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten (TA Luft Nr. 4.6.2.6). In Hinblick auf das Schutzgut Mensch sind die umliegenden Wohnhäuser zu bewerten. Die maßgeblichen Immissionsorte sind im Folgenden aufgeführt und in Abbildung 1 dargestellt:

- IO1 Ferienwohnungen, Fasanenweg 1, 97334 Sommerach
- IO2 Wohnhaus, Schweinfurter Str. 120, 97359 Schwarzach am Main

4 Beurteilungsgrundlagen

4.1 Immissionswerte

Zur Beurteilung der Staubimmissionen wird auf die Immissionswerte der TA Luft [1] und der 39. BImSchV [2] zurückgegriffen. Die TA Luft unterscheidet zwischen Immissionswerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Nr. 4.2) sowie Immissionswerten zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag (Nr. 4.3).

Tabelle 1: Immissionswerte für Stoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Stoff	Mittelungszeitraum	Konzentration bzw. Deposition
Schwebstaub PM ₁₀	Jahr	40 µg/m ³
Schwebstaub PM ₁₀	Tag	50 µg/m ³ ¹⁾
Schwebstaub PM _{2,5}	Jahr	25 µg/m ³ ²⁾
Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	Jahr	350 mg/(m ² · d)

1) Zulässige Überschreitungshäufigkeit pro Jahr: 35 Tage

2) Seit 2010 Zielwert; ab 2015 Grenzwert nach 39. BImSchV

Gemäß TA Luft, Punkt 4.2.2 und 4.3.2 gelten Immissionseinwirkungen der zu beurteilenden Anlage als vernachlässigbar gering, sofern die Kenngröße für die Zusatzbelastung durch Schwebstaub PM₁₀ einen Wert von 3,0 Prozent des Immissions-Jahreswertes nicht überschreitet bzw. die Kenngröße für die Zusatzbelastung durch Staubniederschlag einen Wert von 10,5 mg/(m² d) nicht überschreitet.

Wenn die in Tabelle 1 aufgeführten Immissionswerte unterschritten sind, ist der Schutz vor Gesundheitsgefahren bzw. erheblichen Belästigungen/Nachteilen für das Schutzgut Mensch sichergestellt.

Unter einem PM₁₀-Schwebstaub versteht man Staub mit einem aerodynamischen Durchmesser bis 10 µm. PM_{2,5} ist Staub dessen aerodynamischer Durchmesser 0 – 2,5 µm beträgt. Schwebstaub wirkt gesundheitsschädlich aufgrund der adsorbierten Stoffe und der Inhaltsstoffe, aber auch in Abhängigkeit von Form und Größe der Staubteilchen, da kleinere Staubteilchen generell tiefer in die Lunge gelangen als Größere.

Staubniederschlag (Deposition) ist die Ablagerung von Stoffen, die als trockener Staub zusammen mit Regenwasser oder als gasförmige Bestandteile aus der Luft auf Oberflächen wie Boden, Pflanzen, Gebäude und Gewässer gelangen. Da Staubniederschlag entweder an Regentropfen gebunden ist oder aus grobkörnigem Material besteht, wird er nur zu geringen Anteilen eingeatmet und beeinflusst nicht direkt die Gesundheit.

Bei der Ausbreitungsrechnung ist die Korngrößenverteilung des Staubes zu berücksichtigen. Dabei ist die Depositionsgeschwindigkeit des groben Staubes weitaus höher als die des feinen Staubes, d.h. feiner Staub wird sich weiter ausbreiten.

Die Sedimentationsgeschwindigkeit v_s und Depositionsgeschwindigkeit werden für jedes Partikel entsprechend seines aerodynamischen Durchmessers nach VDI 3782 Blatt 1 [5] bzw. VDI 3782 Blatt 5 [6] bestimmt.

Es gilt:

pm-1 ($\leq 2,5 \mu\text{m}$):	$v_s = 0 \text{ m/s}$	$v_d = 0,001 \text{ m/s}$
pm-2 ($> 2,5 \mu\text{m}$ und $\leq 10 \mu\text{m}$):	$v_s = 0 \text{ m/s}$	$v_d = 0,01 \text{ m/s}$
pm-u ($> 10 \mu\text{m}$):	$v_s = 0,06 \text{ m/s}$	$v_d = 0,07 \text{ m/s}$

4.2 Definition Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung

Die Vorbelastung ist diejenige Immissionsbelastung, die ohne den Beitrag der zu betrachtenden Anlage vorliegt. Die Zusatzbelastung ist derjenige Immissionsbeitrag, der durch die zu betrachtende Anlage hervorgerufen wird. Bei geplanten Anlagen handelt es sich um den zukünftigen Immissionsbeitrag, bei bestehenden Anlagen um den bereits vorhandenen. Die Gesamtbelastung ergibt sich wiederum aus der Addition der vorhandenen Belastung und der zu erwartenden Zusatzbelastung.

Emissionen bzw. Partikel entstammen einer Vielzahl von Quellen, so z.B. aus der Landwirtschaft, dem Straßenverkehr, dem Umschlag staubender Güter oder auch Industrie- und Kleinfeuerungsanlagen. Die Partikelimissionen an einem Ort setzen sich zusammen aus einer Hintergrundbelastung und der Belastung durch die jeweils lokalen Emittenten.

Zur Überwachung der Immissionssituation in Bayern werden fortlaufend Staubimmissionsmessungen durch das Bayrische Landesamt für Umwelt durchgeführt. Die Standorte sind so gewählt, dass sowohl eine Überwachung der Immissionsschwerpunkte als auch der Hintergrundbelastung in den Ballungsräumen und im ländlichen Raum gewährleistet ist. Für den Standort Sommerach werden die Messergebnisse aus der Darstellung der Jahresmittelwerte des Lufthygienischen Jahresberichts 2017 bis 2021 entnommen. Für den Standort wird eine vorstädtische Prägung in Ansatz gebracht. In den vergangenen fünf Jahren wurden an der Messstation *Würzburg/Kopfklinik* (Nr. L 6.5, vorstädtischer Hintergrund) die folgenden Werte ermittelt:

Tabelle 2: Messwerte Luftmessstation Würzburg/Kopfklinik

	PM ₁₀ in µg/m ³	PM _{2,5} in µg/m ³	Staubniederschlag in mg/(m ² ·d)
2017	16	12	42
2018	17	12	49
2019	15	9	59
2020	14	9	56
2021	14	8	-
Ø	15,2	10,0	51,2

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Hintergrundbelastung für den Anlagenstandort in der Größenordnung der aufgeführten Werte liegt. Da im Umkreis der zu betrachtenden Anlage keine weiteren Betriebe ansässig sind, die als Staubemittenten in Frage kommen sowie die Stationsmesswerte in einem vorstädtischen und somit dem Standort entsprechenden Umfeld ermittelt werden, ist eine Korrektur der Vorbelastung durch lokale Emittenten nicht erforderlich

4.3 Bagatellmassenströme

Unter Nummer 4.6.1.1 der TA Luft heißt es

„(...) Die Bestimmung der Immissionskenngrößen ist im Genehmigungsverfahren für den jeweils emittierten Schadstoff nicht erforderlich, wenn

- a) *Die nach Nummer 5.5 abgeleiteten Emissionen (Massenströme) die in Tabelle 7 festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten und*
- b) *Die nicht nach Nummer 5.5 abgeleiteten Emissionen (diffuse Emissionen) 10 von Hundert der in Tabelle 7 festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten,*

soweit sich nicht wegen der besonderen örtlichen Lage oder besonderer Umstände etwas anderes ergibt. Der Massenstrom nach Buchstabe a) ergibt sich aus der Mittelung über die Betriebsstunden einer Kalenderwoche mit dem bei bestimmungsgemäßen Betrieb für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen.“

Laut Nr. 4.6.1.1 der TA Luft [1] beträgt der Bagatellmassenstrom für Gesamtstaub (ohne Staubinhaltsstoffe) 1 kg/h, für die Staubfraktion PM₁₀ und PM_{2,5} (ohne Staubinhaltsstoffe) 0,8 kg/h bzw. 0,5 kg/h. Da es sich im vorliegenden Fall um eine diffuse Emission handelt, sind die angegebenen Bagatellmassenströme gemäß Nr. 4.6.1.1 der TA Luft [1] mit dem Faktor 0,1 zu multiplizieren.

5 Quellen und deren Emissionen

Durch den Betrieb der Anlage ist im Wesentlichen mit Staubfreisetzung durch folgende emissionsverursachende Vorgänge zu rechnen:

- Aufnahme und Abgabe mittels Radlader, Eimerkettenbagger
- Fahrvorgänge auf dem Betriebsgelände
- Beladung Lkw mit Kiessand, Abkippen und Verfüllung
- Haldenabwehung

5.1 Umschlag

Schüttgüter werden hinsichtlich Kornbeschaffenheit, Zusammenhalt, Schüttdichte und besonderer Eigenschaften eingeordnet. Die Neigung eines Gutes, bei dem Umschlag und der Lagerung Staubemissionen zu verursachen, wird von diesen Eigenschaften beeinflusst.

Der Gewichtungsfaktor a (dimensionslos) beschreibt die Neigung eines Stoffes zum Staufen. Man unterteilt in:

Tabelle 3: Werte für den Gewichtungsfaktor a

$a = \sqrt{10^5}$	Material stark staubend
$a = \sqrt{10^4}$	Material mittel staubend
$a = \sqrt{10^3}$	Material schwach staubend
$a = \sqrt{10^2}$	Staub nicht wahrnehmbar
$a = \sqrt{10^0}$	außergewöhnlich feuchtes/staubarmes Gut

Der Faktor a wird nach dem optischen Erscheinungsbild beim Umschlag des Schüttgutes festgelegt, wobei die Tabellen im Anhang B der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 [4] eine Orientierungshilfe geben.

Die Staubneigung und Schüttdichten der umgeschlagenen Materialien wurden entsprechend der Empfehlungen in [4] angesetzt (Tab. 4). Der Kiessand wird ausschließlich im Nassschnittverfahren abgebaut. Die Staubneigung des Kiessandes, gefördert durch den Eimerkettenbagger, wird daher als *außergewöhnlich feucht* betrachtet. Das abgebaute Material wird stellenweise nicht direkt verladen und kann in der Zwischenlagerung leicht abtrocknen. Daher wird angenommen, dass während der Verladung die Staubneigung des Kiessandes als *nicht wahrnehmbar staubend* charakterisiert werden kann [4]. Der durch Radlader abgetragene Oberboden wird im Rahmen einer *worst case* Betrachtung als trocken und somit *schwach staubend* in Ansatz gebracht.

Tabelle 4: Werte für den Gewichtungsfaktor a sowie Schüttdichten ρ_s

Material	Gewichtungsfaktor a für Staubneigung	Schüttdichte ρ_s
Kiessand	<i>außergewöhnlich feucht</i> $a = \sqrt{10^0}$ (direkt nach Abbau) <i>Staub nicht wahrnehmbar</i> $a = \sqrt{10^2}$ (Verladung)	1,8 t/m ³
Boden	<i>schwach staubend</i> $a = \sqrt{10^3}$	1,8 t/m ³

Bei der Ermittlung der Staubemissionen ist nach der VDI 3790-3 [4] zu verfahren. Bei Aufnahme- und Abwurfvorgängen ergeben sich die emittierten Staubmengen aus den einzelnen Emissionsfaktoren für die Gutaufnahme q_{Auf} in g/t_{Gut} und für die Gutabgabe q_{Ab} in g/t_{Gut} und den jeweils in der Zeiteinheit umgeschlagenen Gutmengen.

Die Emissionsfaktoren ergeben sich aus den folgenden Gleichungen:

$$q_{Auf} = q_{norm} \cdot \rho_s \cdot k_U \quad (1)$$

$$q_{Ab} = q_{norm,corr} \cdot \rho_s \cdot k_U \quad (2)$$

mit:

q_{norm} normierter Emissionsfaktor in (g/t_{Gut})·(m³/t)

$q_{norm,korr}$	normierter korrigierter Emissionsfaktor in $(g/t_{Gut}) \cdot (m^3/t)$
ρ_s	Schüttdichte der einzelnen Güter (t/m^3)
k_U	Umfeldfaktor, dimensionslos

Entsprechend dem Ort der Aufnahme des Gutes werden dimensionslose Umfeldfaktoren k_U verwendet, da Emissionsfaktoren die Umgebungsbedingungen wie Einhausungen, Absaugungen o.ä. gegebenenfalls nicht berücksichtigen. Die verwendeten Umfeldfaktoren sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Umfeldfaktoren (dimensionslos)

Ort der Emission	k_U
Lkw mit Abdeckplane, geöffnet	0,9
Halde	0,9

Die Bestimmung des normierten Emissionsfaktors q_{norm} ist davon abhängig, ob es sich um ein kontinuierliches Verfahren oder ein diskontinuierliches Verfahren handelt. Dabei ist q_{norm} für Aufnahmeprozesse nicht äquivalent der Abwurfmenge M , sondern verfahrensspezifisch gemäß des Diagramms 7 in [4] zu bestimmen.

$$\text{bei diskontinuierlichen Verfahren: } q_{norm} = a \cdot 2,7 \cdot M^{-0,5} \quad (3)$$

$$\text{bei kontinuierlichen Verfahren: } q_{norm} = a \cdot 83,3 \cdot \dot{M}^{-0,5} \quad (4)$$

mit:

a dimensionsloser Gewichtungsfaktor

M Abwurfmenge in t pro Hub (diskontinuierlich);

Für Materialaufnahme: Radlader $M= 100$ t

\dot{M} Mengenstrom in t/h

Für Eimerkettenbagger (kont. Abgabe auf Förderband): $\dot{M} = 175$ t/h

Der normierte korrigierte Emissionsfaktor $q_{norm,korr}$ ergibt sich aus der Gleichung:

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

mit:

k_H Auswirkungsfaktor zur Berücksichtigung der Abwurfhöhen

$k_{Gerät}$ Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Abwurf- oder Aufnahmegerätes

Der Auswirkungsfaktor k_H ergibt sich aus der folgenden Gleichung:

$$k_H = \left(\frac{H_{frei} + H_{Rohr} \cdot k_{Reib}}{2} \right)^{1,25} \quad (6)$$

mit:

H_{frei} freie Fallhöhe, i.d.R. zwischen 0,5 m und 1,0 m

H_{Rohr} Höhendifferenz, die das Gut im Beladerohr/Rutsche zurücklegt

k_{Reib} Faktor zur Berücksichtigung von Reibung und Neigung

Der Faktor $k_{Gerät}$ ist ein dimensionsloser empirischer Korrekturfaktor. Für ihn gilt:

Tabelle 6: Werte für Faktor $k_{Gerät}$

Gerät	$k_{Gerät}$
Greifer	2
diskontinuierliche Abwurfverfahren (Lkw, Schaufellader)	1,5
kontinuierlich arbeitende Beladegeräte (Förderband)	1

In Tabelle 7 sind die Emissionsmassenströme der geplanten Umschlagsprozesse aufgeführt. Dies beinhaltet Staubemission aus dem Nassschnitt mittels Eimerkettenbagger, die Kiessandverladung und Abgrabung der Oberböden Schicht mittels Radlader (Q1) sowie die Verfüllung ausgekippter Bereiche (Q4). Die Staubemission aus Abkippvorgängen von Oberbodenmaterial auf Halde H1 (siehe

Kap. 5.2) sowie die Aufnahme zur Wiederverfüllung wurden in den Quellen Q2 und Q3 gesondert modelliert. Detaillierte Angaben bzgl. der Quantifizierung der Staubemissionen sind in Anlage 2 aufgeführt. Für die Zusatzbelastung werden **6.950 g/h** Staub im Rahmen von Umschlagprozessen unter der Annahme einer Maximalförderrate von 500.000 t/a und parallelen Verfüllung emittiert (bezogen auf Jahresbetriebsstunden). Der Bagatellmassenstrom von 0,1 kg/h für diffuse Emissionen (siehe Kap. 4.3) wird somit bereits sicher überschritten. Demnach ist eine Bestimmung der Immissionskenngrößen mittels Ausbreitungsrechnung erforderlich.

Es werden im Weiteren die Abbausituationen mit der voraussichtlich höchsten Staubimmission betrachtet. Die Abgrabung erfolgt ausgehend vom bereits genehmigten Abbaufeld in südliche Richtung. Somit werden die folgenden Abbausituationen betrachtet:

- Szenario 1: Nassschnitt im Bestandsfeld (Q1), nördlicher Bereich der Kiessandabgrabung, ohne Verfüllung, 1. Betriebsjahr (siehe Abb. 2)
- Szenario 2: Nassschnitt im nördlichen Bereich der Erweiterungsfeldes (Q1) und parallele Verfüllung (Q4) im Bestandsfeld (siehe Abb. 3)
- Szenario 3: Nassschnitt im südlichen Bereich der Erweiterungsfeldes und parallele Verfüllung (Abb. 4)

Tabelle 7: Emissionsmassenströme Umschlag Zusatzbelastung im Plan-Zustand je Abbauszenario

Quelle	Durchsatz	Betriebsstunden	Emissionsmassenstrom	
Q1: Kiessandabbau und Abtragung Oberbodenschicht	536.000 t/a ¹⁾	2.640 h/a	6.388,5 kg/a	2.419,9 g/h
Q2: Abkippen Oberboden durch Radlader auf Halde H1 ²⁾	36.000 t/a		477,3 kg/a	180,8 g/h
Q3: Aufnahme Oberboden durch Radlader von Halde H1 ²⁾	36.000 t/a		498,0 kg/a	188,6 g/h
Q4: Verfüllung	336.000 t/a ³⁾		10.990,5 kg/a	4.163,1 g/h

1) Kiessandabbau und ca. 20.000 m² Oberbodenschicht pro Jahr bei einer mittleren Schichtdicke von einem Meter

- 2) Die Quellen Q2, Q3, H1 sind überlagert.
- 3) Verfüllmaterial und Oberbödenchicht



Abbildung 2: Emissionsquellen Umschlag (Q1, Q2) und Haldenabwehung (H1) - Szenario 1, gewählte Standorte sind Berechnungsannahmen



Abbildung 3: Emissionsquellen Umschlag (Q1, Q2, Q3, Q4) und Haldenabwehung (H1, H2) - Szenario 2, gewählte Standorte sind Berechnungsannahmen



Abbildung 4: Emissionsquellen Umschlag (Q1, Q2, Q3, Q4) und Haldenabwehung (H1, H2) - Szenario 3, gewählte Standorte sind Berechnungsannahmen

5.2 Abwehungen

Unter dem Begriff Abwehung bzw. Winderosion werden der Abtrag und die Verfrachtung von Material durch die angreifenden Windkräfte zusammengefasst. Die Freisetzung von Partikeln an der Oberfläche erfordert Windkräfte, die höher sind als die entgegenwirkenden Haltekräfte der Körner in der Schüttung.

Unterhalb einer Spitzenwindgeschwindigkeit von 5 m/s (gemessen in 10 m Höhe über Grund) tritt keine nennenswerte Abwehung auf [7]. Da hohe Windgeschwindigkeiten häufig auch mit Niederschlägen verbunden sind, verringert sich der jahresdurchschnittlich emissionswirksame Anteil der Abwehung. Bei ruhenden Halden liegt im Vergleich zu aktiven Halden nur eine geringe Staubemission vor. So wird bei Starkwindereignissen (> 5 m/s) abwehffähiges Material innerhalb kurzer Zeit ausgetragen, sodass die Haldenoberfläche an dieser Fraktion verarmt und die Emissionsraten entsprechend rückläufig sind. Verkrustungen des Materials aufgrund von Feuchtigkeitseinfluss und Setzungseffekten haben einen analogen Effekt.

Gemäß [4] bestimmt sich der Staubabtrag von Oberflächen feinkörniger Schüttungen durch die dimensionslose Kennzahl C_A , die als das Verhältnis der auf das Korn beim Böschungswinkel α einwirkenden Windkraft F'_w zur Haftkraft des Korns in der Schüttung F'_K definiert ist.

$$C_A = \frac{F'_w}{F'_K} \approx 0,1 \cdot \frac{v_w^2}{d_{50} \cdot k_f \rho_K \tan \alpha} \quad (7)$$

mit:

d_{50}	mittlere Korngröße in mm, hier: $d_{50} = 2$ mm für Kiessand und $d_{50} = 1$ mm für Boden und Abraum
k_f	dimensionsloser Korrekturfaktor für die Materialfeuchte, hier: $k_f = 3$ (feuchtes Material, Restfeuchte $\geq 6\%$) für Kiessand, $k_f = 1$ für Boden und Abraum
ρ_K	Korndichte in g/cm^3 , hier: $2,6 \text{ g/cm}^3$

v_w	Windgeschwindigkeit in m/s, gemäß Windklassenzeitreihe AKTerm
α	Böschungswinkel, hier: 35°

Je nach Oberflächenbeschaffenheit, Zusammensetzung und geometrischer Form der Schüttung ist die Kennzahl C_A bei gleicher Windgeschwindigkeit unterschiedlich groß und demgemäß auch der Staubabtrag am Lagergut. Bei $C_A \leq 1$ ist die Haftkraft des Korns in der Schüttung größer oder gleich der Windkraft, und es wird kein Feingut abgetragen. Für den technisch realen Bereich der Kennzahl $C_A \leq 7$ wird der flächenbezogene Staubabtrag q_L für i Windgeschwindigkeitsklassen wie folgt berechnet:

$$\bar{q}_L = \sum_{i=1}^n \left[\left(0,1 \cdot \frac{v_{w,i}^2}{d_{50} \cdot k_f \rho_K \tan \alpha} - 1 \right)^{1,6} \cdot \frac{w_i}{100} \right] \quad (8)$$

mit:

w_i	Anteil Windgeschwindigkeitsklassen in %; gemäß Windklassenzeitreihe AKTerm
-------	--

In Tabelle 8 sind die dimensionslosen Kennzahlen C_A je Windgeschwindigkeitsklasse der Windklassenzeitreihe der Station Bad Kissingen (AKTerm, repräsentatives Jahr, siehe Kap. 6) dargestellt. Im Bereich der Kiessandabgrabung liegen mit der Produkthalde Kiessand, Halde Verfüllmaterial und Halde Oberbodenschicht drei relevante Halden mit möglicher Abwehung vor. Für die Produkthalde liegt ein $C_A < 1$ vor. Somit ist die Haftkraft des Korns größer als die zu erwartende Windkraft am Standort. Daher ist keine relevante Emission von Feinstaub durch Haldenabwehungen zu erwarten. Für die Halden Oberbodenmaterial und Verfüllmaterial resultiert nach Gleichung (8) ein flächenbezogener Staubabtrag von 0,46 g/(m² d). Es wird angenommen, dass eine Jahresmenge abgegrabene Oberbodenschicht (ca. 36.000 t, Mutterboden und Abraum) im Laufe eines Kalenderjahres permanent auf dem Anlagengelände gelagert wird. Inputmaterialien im Bereich der Verfüllung werden in der Regel zeitnah eingebaut (mittels Radlader/Raupe). Im Rahmen der Ausbrei-

tungsrechnung wird daher angenommen, dass eine Tagesmenge angelieferter Schüttgüter im Bereich der Verfüllung (ca. 1.250 t) relevant zur Winderosion beitragen. Für die zwischengelagerten Mengen folgt eine abwehbare Fläche von ca. 6.950 m² für die Oberbodenhalde H1 (Trapezhalden, 150 m x 35 m x 5 m, Berechnungsannahme) und ca. 485 m² abwehbare Fläche für zwischengelagertes Verfüllmaterial H2 (Trapezhalden, 20 m x 16 m x 3 m, Berechnungsannahme). Mit einem flächenbezogenen Staubabtrag von $q_L = 0,46 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ folgt eine Staubemission von **134,5 g/h** durch Abwehung an der Oberfläche der Oberbodenhalde H1 bzw. **9,4 g/h** an der Halde mit zwischengelagerten Verfüllmaterial H2.

Tabelle 8: C_A je Windgeschwindigkeitsklasse

Windgeschwindigkeitsklassen i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
v _i in m/s	1	1,5	2	3	4,5	6	7,5	9	12
w _i in %	26,9	15,7	11,5	25,7	14,3	4,3	1	0,2	0
C _A – Produkthalde (Kiessand)	0,01	0,01	0,02	0,05	0,12	0,22	0,34	0,49	0,88
C _A – Oberboden (H1)	0,05	0,12	0,22	0,49	1,11	1,98	3,09	4,45	7,91
C _A – Verfüllmaterial (H2)	0,05	0,12	0,22	0,49	1,11	1,98	3,09	4,45	7,91

5.3 Fahrwege

Eine der wesentlichen Emissionsquellen ist das Befahren von befestigten und nicht befestigten Fahrwegen und Flächen. Einerseits werden Partikel durch die Bewegung der Räder und die Sogwirkung aufgewirbelt, andererseits wird das Material der Oberfläche zerkleinert, aber auch mit den Reifen verfrachtet. Auf dem Betriebsgelände ist von einem hohen Anteil an Schwerfahrzeugen in Form von Abtransporten von Kiessand durch Lkw (FW1) und Lkw-Lieferverkehr für Verfüllmaterial (FW 2) sowie Radladerfahrvorgängen im Bereich der Kiessandabgrabung (FW3) und Verfüllung (FW4) auszugehen, woraus sich ein hohes durchschnittliches Flottengewicht ergibt.

Die Quantifizierung der Emissionen für die Fahrt auf unbefestigten Fahrwegen (außerhalb öffentlicher Straßen) erfolgt gemäß den Vorgaben der VDI 3790 Blatt 4 [8]:

$$E = k_{Kgv} \cdot \left(\frac{s}{12} \right)^a \cdot \left(\frac{W}{2,7} \right)^b \cdot \left(1 - \frac{p}{365} \right) \cdot (1 - k_M) \quad (9)$$

mit:

E	Emissionsfaktor in g/(km · Fahrzeug)
k_{Kgv}	Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung
s	Feinkornanteil des Straßenmaterials in %
W	mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t
p	Anzahl von nassen Tagen mit ≥ 1 mm Niederschlag (gemäß [8])
k_M	Kennzahl für Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

Für die Quantifizierung der Emissionen bei der Fahrt auf befestigten Fahrwegen (außerhalb öffentlicher Straßen) gilt gemäß VDI 3790 Blatt 4 [8]:

$$E = k_{Kgv} \cdot (sL)^{0,91} \cdot (W \cdot 1,1)^{1,02} \cdot \left(1 - \frac{p}{365} \right) \cdot (1 - k_M) \quad (10)$$

mit

sL	Flächenbeladung des befestigten Fahrwegs in g/m
------	---

Im vorliegenden Fall wird angenommen, dass alle Fahrzeugbewegungen auf unbefestigten Oberflächen erfolgen.

Weiterhin beeinflusst die Fahrgeschwindigkeit die Staubentstehung auf Fahrwegen. Eine Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit führt zu einer Minderung der Staubemissionen und stellt somit eine Minderungsmaßnahme dar, die über die Kennzahl k_M in Gleichung (9) einfließt. Für die im Rahmen von [9] ausgewerteten Messreihen, bei einer mittleren Geschwindigkeit von 50 km/h, kann geschlussfolgert werden, dass bei einer Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit um rd. 10 km/h eine Maßnahmenwirksamkeit (k_M) von 15 % (0,15) resultiert [10]. Es wird angenommen, dass auf unbefestigten Fahrwegen eine Maximalgeschwindigkeit von 30 km/h erreicht wird. Der Basiswert für Gleichung (9) entspricht 50 km/h, somit wird eine Maßnahmenwirksamkeit von $k_M = 0,3$ in Ansatz gebracht.

Die motorbedingten Feinstaub-Emissionen werden auf Basis der Datenbank des Schweizer Bundesamtes für Umwelt BAFU [11] ermittelt. Aus dieser Datenbank lassen sich typische Angaben zu spezifischen Emissionsfaktoren (g/h) der Maschinen und Geräte des Offroad-Sektors ermitteln. Für Baumaschinen der Leistungsklasse 300 – 560 kW (Jahr 2015) wird im Mittel ein Emissionsfaktor von 1,6 g/h ausgegeben. Berücksichtigt wurden hierbei u.a. Walzenzüge, Planierraupen, Bagger, Lader, Kipper, Dumper und Lkw. Die Partikel aus Dieselmotoren haben überwiegend einen aerodynamischen Durchmesser von 0,1 – 0,2 µm und werden demzufolge komplett der PM_{2,5}-Fraktion zugeordnet. Die Staubemission aus Motoren wird entsprechend der Betriebsstunden der Baumaschinen (Radlader) über die gesamte Betriebszeit in Ansatz gebracht. Für Lkw-Transporte wird die Emission aus Motoren über die gesamte Betriebszeit verteilt, da bei den zu erwartenden stündlichen Lkw-Transporten davon auszugehen ist, dass permanent ein Motor aktiv ist.

In Anlage 3 sind die Emissionsdaten aufgrund von Staubaufwirbelungen tabellarisch zusammengefasst. Eine Zusammenfassung der Emissionsmassenströme für die betrachteten Szenarien (siehe Abb. 5 bis und Abb. 7) sind in Tabelle 10 dargestellt. In Tabelle 9 sind die Lkw-Anlieferungen bezogen auf die Jahresbetriebsstunden dargestellt. Im Rahmen einer *worst case* Betrachtung wird davon ausgegangen, dass je Lkw-Anfahrt eine Leerfahrt vorliegt, sodass die Gesamtzahl nicht

durch mögliche Lieferungen von Verfüllmaterial und Abtransport von Kiessand verringert werden, abweichend von den tatsächlich zu erwartenden Abläufen.

Tabelle 9: Lkw-Transporte

Material	Jahresdurchsatz	Nutzlast je Lkw	Lkw pro Jahr	Lkw pro Stunde bezogen auf Jahresbetriebsstunden
Kiessand	500.000 t/a	30 t	16.667	6,3
Verfüllmaterial	300.000 t/a		10.000	3,8

Tabelle 10: Emissionsmassenströme Fahrwege je Szenario

Abbausze- nario	Quelle	Fahrten pro Stunde	Länge Fahrweg in m (Hin-u. Rückfahrt)	Emissionsmassenstrom in g/h		
				PM _{2,5} ¹⁾	PM _{2,5-} PM ₁₀	> PM ₁₀
Szenario 1	FW1: Lkw Kiessand	6,3	500	120,5	1076,2	3502,7
	FW3: Radlader Verladung Kiessand	18,8	100	75,1	650,7	2117,6
Szenario 2	FW1: Lkw Kiessand	6,3	800	120,3	1074,0	3495,4
	FW2: Lkw Kiessand	3,8	500	46,3	404,9	1317,7
	FW3: Radlader Verladung Kiessand	18,8	100	46,7	407,7	1327,1
	FW4: Radlader/Raupe Verla- dung Kiessand	11,8		29,9	255,9	832,9
Szenario 3	FW1: Lkw Kiessand	6,3	500	75,8	671,2	2184,6
	FW2: Lkw Kiessand	3,8	800	73,2	647,8	2108,3
	FW3: Radlader Verladung Kiessand	18,8	100	46,7	407,7	1327,1
	FW4: Radlader/Raupe Verla- dung Kiessand	11,8		29,9	255,9	832,9

1) inklusive Emission aus Motoren



Abbildung 5: Emissionsquellen Fahrverkehr Szenario 1



Abbildung 6: Emissionsquellen Fahrverkehr Szenario 2

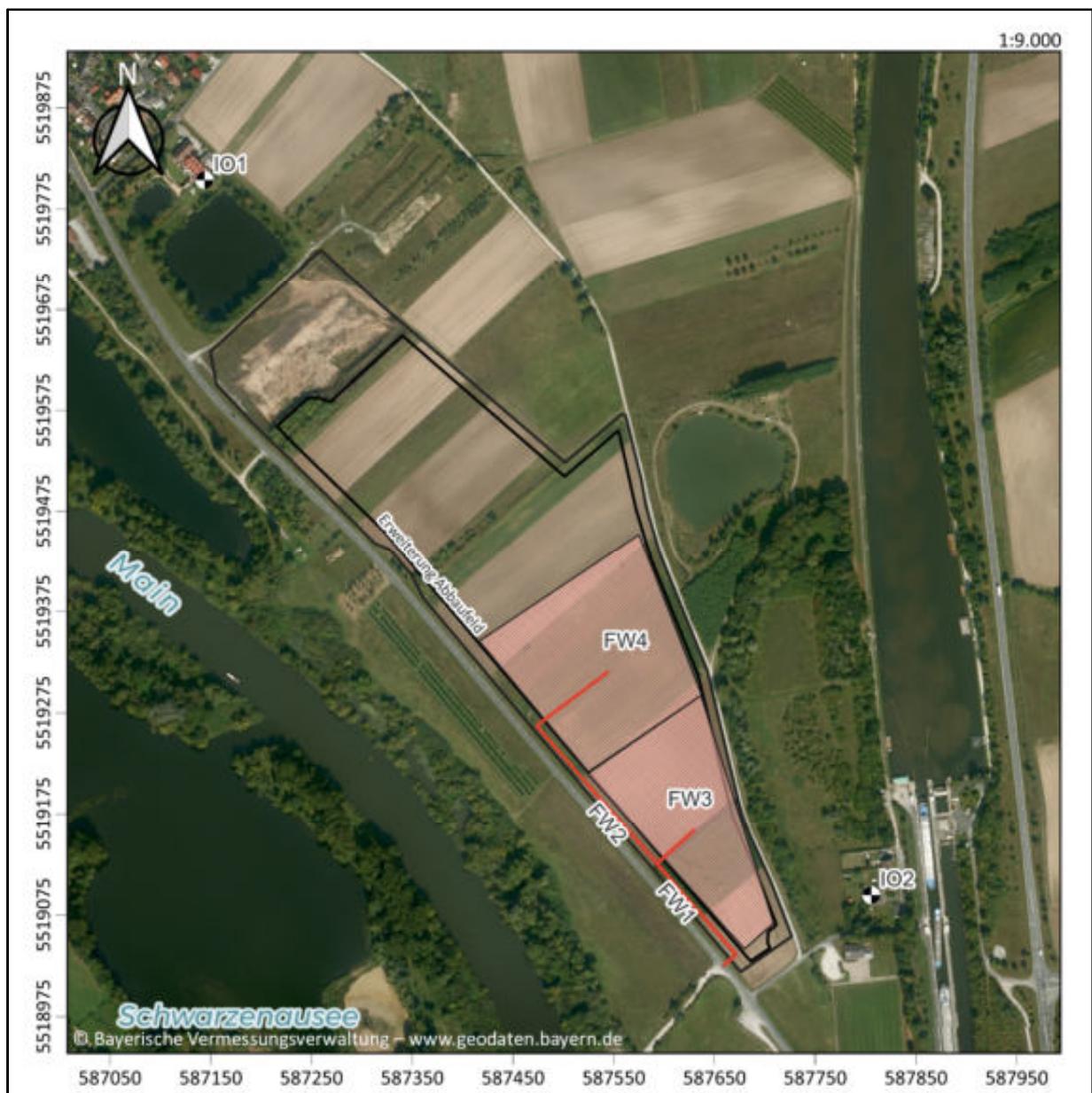


Abbildung 7: Emissionsquellen Fahrverkehr Szenario 3

5.4 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen

Für die Schüttgüter wird der Anteil des Feinstaubes bei Umschlagvorgängen mit 50 % der Gesamtstaubemission angesetzt. Die Partikel mit der Größe $\leq 2,5 \mu\text{m}$ gehen wiederum mit einem Anteil von 7,5 % in die Berechnungen ein [12].

5.5 Quellgeometrie

Emissionsquellen können hinsichtlich der Art ihrer Freisetzung in gefasste Quellen und diffuse Quellen unterteilt werden. Punktquellen sind üblicherweise gefasste Quellen. Hingegen werden die Emissionen aus Linien-, Flächen- und Volumenquellen meist diffus freigesetzt.

Im vorliegenden Fall wurden die Quellgeometrien anhand von Volumenquellen und vertikalen Flächenquellen angenähert:

- Umschlagsprozesse (Q1, Q2, Q3, Q4) – Volumenquelle, vertikale Ausdehnung 2 m
- Halden (H1, H2) – Volumenquelle, vertikale Ausdehnung 3 m bis 5 m
- Fahrwege (FW1, FW2, FW3, FW4) – vertikale Flächenquelle, vertikale Ausdehnung 1 m

5.6 Zeitliche Charakteristik

Die Emissionen werden entsprechend der Betriebszeiten gleichmäßig auf 2.640 h/a (Montag - Freitag, 6:00 bis 17:00 Uhr, bei 240 Betriebstagen pro Jahr) verteilt.

6 Meteorologische Eingangsdaten

Für die Berechnung von Emissionen im Umfeld einer Quelle sind die klimatischen Bedingungen am Standort der Quelle entscheidend. Dabei sind die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit von ausschlaggebender Bedeutung. Die meteorologischen Eingangsdaten müssen sowohl für das Untersuchungsgebiet als auch für die langjährigen Verhältnisse repräsentativ sein und können in Form einer meteorologischen Zeitreihe (AKTerm) mit Stundenmitteln von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Schichtungsstabilität oder in Form einer Ausbreitungsklassenstatistik (AKS), d.h. als Häufigkeitsverteilung von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilitätsklasse nach Klug/Manier vorliegen. Gemäß VDI 3783-13 [13] ist die Verwendung einer meteorologischen Zeitreihe vorzuziehen, da hiermit Korrelationen zwischen Emissionszeitgängen und Meteorologie berücksichtigt werden können. Weiterhin ermöglicht die Nutzung einer meteorologischen Zeitreihe die Berücksichtigung windinduzierter Quellen, sodass zeitlich unterschiedliche meteorologische Bedingungen und deren Einfluss auf die Ausbreitung einberechnet werden. So ist die Windgeschwindigkeit nachts üblicherweise geringer und es treten häufiger Inversionen als tagsüber auf. Geprägt wird das Klima in Gesamtdeutschland durch den Durchzug von Tiefdruckgebieten, deren Zugbahnen häufig von Südwest nach Nordost verlaufen. Dementsprechend lässt sich ein Vorherrschen von Winden aus Südwest bis West feststellen. Bei Hochdruckwetterlagen führt die Strömung aus dem Hochdruckgebiet über Mitteleuropa in Deutschland häufig zu Winden aus nordöstlichen Richtungen. Deshalb zeigen einige Messstationen neben der südwestlichen Hauptwindrichtung ein sekundäres Windrichtungsmaximum aus nordöstlicher bis östliche Richtung. Einige Windmessstandorte zeigen abweichend von diesen für ganz Deutschland typischen Windrichtungen ein regional geprägtes Windfeld.

Gemäß VDI 3783-20 [14] wird eine Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten umliegender Wetterstationen durchgeführt. In der VDI 3783-20 [14] wird über Bezugswindstationen folgendes ausgeführt:

„Unter Beachtung der geografischen Lage des Untersuchungsgebiets und seiner topografischen Strukturen werden anhand ihrer örtlichen Nähe aus der gesamten meteorologischen Datenbasis etwa drei bis vier Bezugswindstationen ausgewählt, auf die das Auswahlverfahren reduziert wird. Die Entfernung einer Bezugswindstation zum Rand des inneren Rechengebiets im Sinne der Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 sollte 70 km nicht überschreiten. Die Hinzuziehung weiter entfernt gelegener Bezugswindstationen ist zu begründen. Die Bezugswindstationen sollen Messdatensätze aus einem zusammenhängenden Zeitraum von mindestens fünf Jahren umfassen. Der Beginn des Zeitraums sollte zum Zeitpunkt der Bearbeitung nicht länger als 15 Jahre zurückliegen.“

Zur Übertragbarkeitsprüfung werden Messdaten der Stationen Bad Kissingen (DWD2597, ca. 45 km N), Würzburg (DWD5705, ca. 20 km WSW) und Bamberg (DWD282, ca. 51 km O) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) betrachtet. Die Windrichtungsverteilungen der einzelnen Stationen weisen im Vergleich geringe Differenzen auf und sind unterschiedlich geeignet, die Windverhältnisse am Standort zu repräsentieren (siehe Abb. 8). Mit Hilfe des prognostischen mesoskaligen Windfeldmodells METRAS-PCL [15] und den Windgeschwindigkeiten und Windrichtungsverteilung des ortsgenauen Testreferenzjahres des DWD als Antriebsdatensatz [16] wurde gemäß VDI 3783-16 [17] die Windrose für den geplanten Standort (Ersatzanemometerstandort) berechnet.

Aus dem Vergleich der Parameter zur Beschreibung der Windrichtungsverteilung lassen sich folgende Kriterien für die Bewertung einer zwölfeiligen Windrose mit einer prognostizierten standortbezogenen Windrose ableiten:

- *Gute Übereinstimmung* liegt vor, wenn das Hauptmaximum und das größte Nebenmaximum für die Bezugswindstation und der Erwartungswert jeweils im gleichen Sektor liegen
- *Hinreichende Übereinstimmung* liegt vor, wenn das Hauptmaximum und das größte Nebenmaximum für die Bezugswindstation und der Erwartungswert jeweils in benachbarten Sektoren liegen.

- *Keine Übereinstimmung* liegt vor, wenn das Hauptmaximum und das größte Nebenmaximum für die Bezugswindstation und der Erwartungswert nicht im jeweils gleichen oder in benachbarten Sektoren liegen

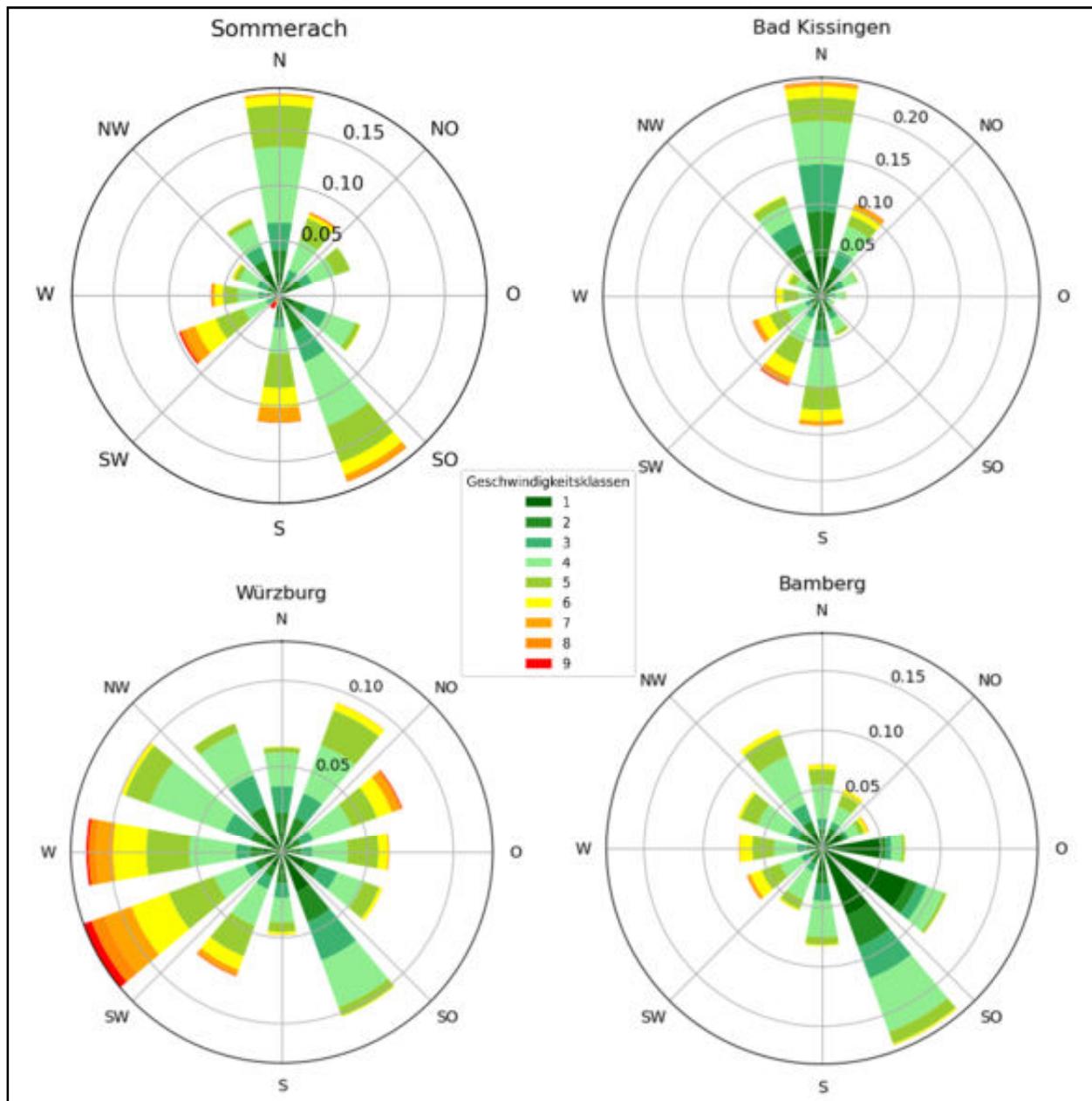


Abbildung 8: Windrosen der Stationen Bad Kissingen, Würzburg, Bamberg und die prognostizierte Windrose des Standorts in Sommerach

Ein Vergleich der Windrichtungsmaxima und der Windrichtungsminima der Bezugswetterstationen mit der prognostizierten Windrose für das Plangebiet entsprechend den Vorschriften der VDI 3783-20 [14] zeigt, dass das Windmaximum der Wetterstation Bad Kissingen mit dem prognostizierten Erwartungswert übereinstimmen (siehe Tab. 9). Zudem befinden sich die größten Nebenmaxima in benachbarten Windsektoren.

Tabelle 9: Vergleich Wetterstation mit Standort anhand von Windrichtungsminimum, Windrichtungsmaxima

Station	Hauptmaximum		Nebenmaximum		Hauptminimum	
Standort	N		SSO		SSW	
Bad Kissingen	N	Gute Übereinstimmung	S	Hinreichende Übereinstimmung	OSO	keine Übereinstimmung
Würzburg	SW	keine Übereinstimmung	SSO	Gute Übereinstimmung	S	keine Übereinstimmung
Bamberg	SSO	keine Übereinstimmung	NNW	keine Übereinstimmung	ONO	keine Übereinstimmung

Des Weiteren sollte die mittlere Windgeschwindigkeit am Standort vergleichbar zur gemessenen mittleren Windgeschwindigkeit der Wetterstation sein. Die mittlere Windgeschwindigkeit am Standort (Ersatzanemometer) beträgt 3,4 m/s, ermittelt aus den Datensätzen der ortsgenauen Testreferenzjahre des DWD [16]. Die Wetterstation Bad Kissingen weist im Vergleich dazu eine mittlere Windgeschwindigkeit von 2,5 m/s auf (siehe Tab. 10), skaliert durch die örtliche effektiven Rauigkeitslänge $z_{0,\text{eff}} = 0,260$ (nach [24]). Gemäß VDI 3783-20 [14] besteht für die Windmessstation Bad Kissingen eine *Hinreichende Übereinstimmung* der Windgeschwindigkeiten, da diese vom Erwartungswert um nicht mehr als $\pm 1,0$ m/s abweicht. Somit wird im vorliegenden Fall auf die AK-Term der Wetterstation Bad Kissingen zur Berechnung der lokalen Stoffausbreitung zurückgegriffen. Das Repräsentative Jahr wurde mittels des Verfahrens AKJahr der VDI 3783-20 [14] berechnet (Tab. 11, Anlage 4).

Tabelle 10: Vergleich der Windgeschwindigkeiten der Bezugswindstationen mit dem Erwartungswert

Station	Windgeschwindigkeit in m/s		Rauigkeit in m	Anemometer- höhe in m
Standort	3,4		0,260	10
Bad Kissingen	2,5	Hinreichende Übereinstimmung	0,058	10
Würzburg	2,6	Hinreichende Übereinstimmung	0,051	12
Bamberg	2,0	keine Übereinstimmung	0,114	10

Bei windschwacher und wolkenarmer Witterung können sich wegen der unterschiedlichen Erwärmung und Abkühlung der Erdoberfläche lokale, thermisch induzierte Zirkulationssysteme ausbilden. Besonders bedeutsam ist die Bildung von Kaltluft, die bei klarem und windschwachem Wetter nachts als Folge der Ausstrahlung vorzugsweise über Freiflächen (z.B. Wiesen) entsteht und der Geländeneigung folgend abfließt. Diese Kaltluftflüsse sammeln sich an Geländetiefpunkten zu Kaltluftseen an. Kaltluft fängt erst bei Geländeneigungen von mindestens 2 Grad (entspricht einem Höhenunterschied von mind. 3 m auf einer 100 m langen Strecke) an zu fließen. Im direkten Anlagenumfeld liegen nur wenige Freiflächen vor, welche als Kaltluftproduzenten in Frage kommen. Zudem unterbinden Baumreihen, Wälder und Bebauung gerichtete Kaltluftabflüsse. Ein signifikanter Einfluss auf die Richtungsverteilung des Windes wird für den Standort daher nicht angenommen.

Die effektive Anemometerhöhe für die Berechnungen wird entsprechend der mittleren Rauigkeitslänge z_0 ermittelt. Diese ist aus den Landesnutzungsklassen des CORINE-Katasters zu bestimmen. Die Rauigkeitslänge ist für ein kreisförmiges Gebiet um die Emissionsquelle festzulegen, dessen Radius das 15fache der Freisetzungshöhe beträgt. Gemäß Nr. 6, Anlage 2 der TA Luft [1] empfiehlt sich bei Quellhöhen unter 10 m ein Radius von mindestens 150 m. 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 nächstliegenden Tabellenwert zu runden. Die Berücksichtigung der Bodenrauigkeit erfolgt i.d.R. mit der an das Programm AUSTAL3 angegliederten, auf den Daten des CORINE-Katasters basierenden Software *LBM-DE2012*. Die Verdrängungshöhe d_0 gibt an, wie weit die theoretischen meteorologischen Profile auf Grund von Bewuchs oder Bebauung in der Vertikalen zu verschieben sind. Sie ist als das 6-fache der Rauigkeitslänge z_0 anzusetzen. Auf Grundlage des CORINE-Katasters von 2018 wurde eine mittlere Bodenrauigkeit von $z_0 = 0,1$ (vorrangig *nicht bewässertes Ackerland*) ermittelt. Für eine Bodenrauigkeit von $z_0 = 0,1$ resultiert gemäß [16] (Gleichung (11) und (12)) eine Ersatzanemometerhöhe von $h_a = 12,0$ m.

$$h_a = 6 \cdot z_0 + z_0 \left(\frac{h_{ref} - 6 \cdot z_0}{z_0} \right)^{p_s} \quad (11)$$

$$p_s = \frac{\ln \frac{h_{as} - 6 \cdot z_{0,m}}{z_{0,m}}}{\ln \frac{h_{ref} - 6 \cdot z_{0,m}}{z_{0,m}}} \quad (12)$$

mit:

h _a	Anemometerhöhe Rechenmodell
h _{as}	Anemometerhöhe Windmessstation
z _{0,m}	mittleren mesoskaligen z ₀ der Windmessstation nach [17], hier z _{0,m} = 0,094
h _{ref}	Referenzhöhe zur mesoskaligen Übertragung von Windgeschwindigkeiten über ebenem Gelände, hier h _{ref} = 100 m

Die Anemometerposition kann sich auf den Ort beziehen, an dem die meteorologischen Größen tatsächlich gemessen wurden, jedoch auch ein Ersatzort (Ersatzanemometerposition EAP) sein, der als repräsentativ für die gemessenen Größen angesehen werden kann. Dabei ist sicherzustellen, dass die Orographie der Anemometerumgebung keinen bzw. nur geringen Einfluss auf die Windverhältnisse hat, so dass der Wind gleichsinnig mit der freien Anströmwindrichtung dreht und

möglichst wenig von einer ungestörten Anströmung abweicht. Die VDI 3783-16 [17] liefert ein Verfahren zur Bestimmung einer EAP. Dieses Rechenverfahren ist objektiv und wird im folgenden Abschnitt kurz erläutert. Grundlage des Verfahrens ist das Vorliegen von Windfeldbibliotheken für alle Ausbreitungsklassen und Richtungssektoren.

1. Es werden nur Gitterpunkte im Innern des größten Rechengebiets ohne die drei äußeren Randpunkte betrachtet.
2. Gitterpunkte, an denen der Wind nicht mit jeder Drehung der Anströmrichtung gleichsinnig dreht oder an denen in mindestens einem der Windfelder der Wert von 0,5 m/s unterschritten wird, werden aussortiert. Die weiteren Schritte werden nur noch für die verbleibenden Gitterpunkte durchgeführt.
3. Für jeden Gitterpunkt werden das Gütemaß g_d (für die Windrichtung) und g_f (für die Windgeschwindigkeit) bestimmt.
4. Die Gütemaße g_d und g_f werden zu $g = g_f \cdot g_d$ zusammengefasst, wobei g immer im Intervall [0,1] liegt. Dabei bedeutet 0 keine und 1 die perfekte Übereinstimmung mit den eindimensionalen Referenzprofilen.
5. Innerhalb jedes einzeln zusammenhängenden Gebietes mit gleichsinnig drehender Windrichtung werden den Gütemaße g zu G aufsummiert.

In dem zusammenhängenden Gebiet mit der größten Summe von G wird der Gitterpunkt bestimmt, der den größten Wert von g aufweist und deren Ersatzanemometerhöhe in der standortbezogenen Modellebene liegt. Dieser Ort wird als EAP festgelegt. Mit dem Rechenprogramme TAL-Anemo welches im Rahmen der VDI 3783-16 [17] veröffentlicht wurde, wird dieses Verfahren softwaretechnisch umgesetzt.

Es wurde, gemäß dem o.g. beschriebenen Verfahren, ein EAP mit den UTM-Koordinaten **x: 33587755, y: 5521615** rd. 4.000 m nordwestlich zum geplanten Tagebau bestimmt.

Tabelle 11: Meteorologische Daten

Wetterstation	Bad Kissingen (DWD 2597)
Typ	AKTerm
Repräsentatives Jahr	31.12.2011 – 30.12.2012
Höhe ü. NN	282 m
Windgeberhöhe h_{as} über Grund	10 m
Entfernung zum Standort	ca. 45 km
UTM-Rechtswert	32577045
UTM-Hochwert	5563650

7 Ausbreitungsrechnungen

7.1 Programmsystem

Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit dem Programm IMMI 2021 der Firma Wölfel Messsysteme Software GmbH & Co durchgeführt. Die Berechnungen erfolgten entsprechend dem Referenzmodell AUSTAL3. Mittels des zum Programmsystem AUSTAL3 gehörenden diagnostischen Windfeldmodells ist es möglich, den Einfluss des Geländes und der Bebauung auf die Wind- und Ausbreitungsverhältnisse explizit zu berücksichtigen.

7.2 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Unebenheiten des Geländes wirken sich auf die meteorologischen Verhältnisse und damit auf die Ausbreitung von Partikeln und Rauchgasen aus. Gemäß Anhang 2 der TA Luft [1] sind Geländeunebenheiten zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Immissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Quellhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten.

Geländeunebenheiten können in der Regel mit Hilfe eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells (z. B. TALdia) berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 nicht flächig überschreitet ($< 0,2$) und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können.

Nach Kartenlage (siehe Abb. 7) sind im Rechengebiet Steigungen von bis zu 1:20 (0,05 – 0,2) flächig zu verzeichnen. Demnach gilt es die Geländeunebenheiten in der Ausbreitungsrechnung zu berücksichtigen. Zudem liegen im Rechengebiet Geländesteigungen von größer 1:5 zu einem kleinen Prozentsatz flächig vor. Die Anwendbarkeit eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells ist somit nicht von vornherein gegeben. Das formale Anwendungskriterium der Geländesteigung in der TA Luft [1] spiegelt jedoch nicht gleichzeitig die fachliche Anwendungsgrenze des diagnosti-

schen Windfeldmodells wieder. Durch Vergleichsrechnungen mit Windkanaldaten und durch verschiedene Validierungsuntersuchungen konnte die Anwendbarkeit des diagnostischen Windfeldmodells TALdia auch außerhalb des in der TA Luft [1] genannten Anwendungsbereiches nachgewiesen werden [19, 20]. Zur Prüfung der fachlichen Anwendbarkeit wird bei der Berechnung der Windfelder in der Protokolldatei ein maximaler Divergenzfehler ausgewiesen. Laut VDI 3781-13 [13] sind Windfelder bei Überschreitung des Wertes von 0,2 im Allgemeinen nicht für Ausbreitungsrechnungen geeignet ist. Im vorliegenden Fall liegt der maximale Divergenzfehler bei 0,016 (siehe Anlage 5). Zudem liegen die fraglichen Steigungen außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der Emissionsquellen bzw. der Immissionsorte. Insofern ist aus fachlicher Sicht die Anwendbarkeit des diagnostischen Windfeldmodells vertretbar.

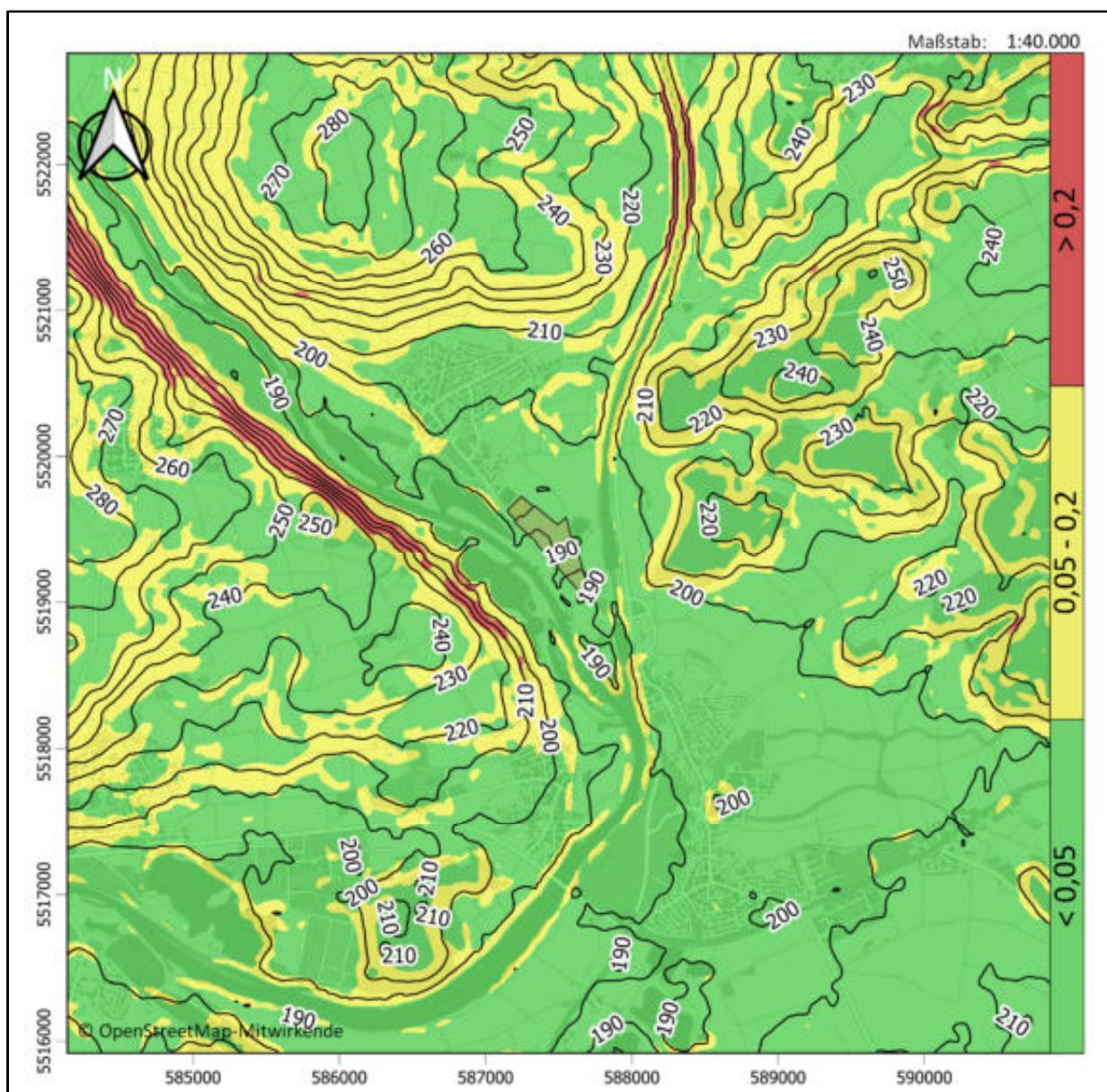


Abbildung 9: Geländesteigung im Rechengebiet

7.3 Berücksichtigung von Bebauung

Gebäudestrukturen haben in ihrer Umgebung einen lokalen Einfluss auf die bodennahen Strömungs- und Turbulenzverhältnisse. Befinden sich Emissionsquellen im Einflussbereich von Gebäuden, so wird die Verlagerung von Luftbeimengungen (und deren Verdünnung) maßgeblich durch diese gebäudeinduzierten Effekte mitbestimmt.

In der VDI 3783, Blatt 13 [13] heißt es:

„(...) Maßgeblich für die Beurteilung der Gebäudehöhen nach Buchstabe a) oder b) sind alle Gebäude, deren Abstand von der Emissionsquelle geringer ist als das 6fache der Schornsteinbauhöhe.“

Für die Ausbreitungsrechnung bzgl. der zu erwartenden Staubimmission ist nicht von einer Relevanz der Gebäudeumströmung auszugehen, da sich die maßgeblichen Wohnhäuser ausreichend weit (Abstand größer als das 6fache Quellhöhe) von der Anlage entfernt befinden. Eine Berücksichtigung gebäudeinduzierter Effekte auf das Windfeld erfolgt somit nicht.

7.4 Rechengebiet

Die Wahl des Rechengebietes bezüglich der Ausbreitung von Partikeln orientiert sich an den Anforderungen der TA Luft (Nr. 8, Anhang 2) [1]. Demnach ist das Rechengebiet als das Innere eines Kreises festzulegen, dessen Radius der 50-fachen Quellhöhe entspricht. Als kleinster Radius sind 1.000 m zu wählen.

Im vorliegenden Fall weist das Rechengebiet eine Maschenweite von 20 m x 20 m mit einer Gesamtausdehnung von 5.800 m x 3.800 m auf, welche die Mindestanforderungen einer Kreisfläche von 1.000 m Radius der TA Luft beinhaltet. Der Anlagenstandort befindet sich in der Mitte des Rechengebietes.

Die Konzentration an den Aufpunkten wurde als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe über dem Erdboden berechnet und ist damit repräsentativ für eine Aufpunkt-höhe von 1,5 m über Flur.

8 Ergebnisse

In den folgenden Tabellen sind die berechneten Immissionskenngrößen an den nächstgelegenen, maßgeblichen Immissionsorten zusammengefasst dargestellt. In Anlage 1 sind die jeweiligen Immissionsraster dargestellt. Anlage 6 beinhaltet die Rechenlaufprotokolle des Referenzmodells AUSTAL3.

Die Zusatzbelastung enthält bereits den Zuschlag für die statistische Unsicherheit lt. Rechenprotokoll der Ausbreitungsrechnungen. Zur Berechnung des Staubniederschlags werden die Depositionswerte der jeweiligen Korngrößenklassen addiert. Die Konzentration der Schwebstaubklasse PM₁₀ (aerodynamischer Durchmesser < 10 µm) besteht aus der Summe der Einzelwerte der Konzentration der Korngrößenklassen pm-1 (entspricht PM_{2,5}, aerodynamischer Durchmesser < 2,5 µm) und pm-2 (aerodynamischer Durchmesser 2,5 µm - 10 µm).

Tabelle 12: Ergebnisse Zusatzbelastung

		Zusatzbelastung			Gesamtbelastung			
		PM ₁₀ in µg/m ³	PM _{2,5} in µg/m ³	Staubdep. in mg/(m ² d)	PM ₁₀ in µg/m ³	PM _{2,5} in µg/m ³	Staubdep. in mg/(m ² d)	
IO1	Szenario 1	5,6	1,21	11,6	20,8	11,2	62,8	
IO2		0,2	0,10	0,3	15,4	10,1	51,5	
IO1	Szenario 2	7,4	1,61	15,3	22,6	11,6	66,5	
IO2		0,5	0,10	1,0	15,7	10,1	52,2	
IO1	Szenario 3	0,5	0,21	0,5	15,7	10,2	51,7	
IO2		6,0	1,11	25,8	21,2	11,1	77,0	
Immissionswert		1,2	0,75	10,5	40	25	350	
Vorbelastung					15,2	10,0	51,2	

Die Irrelevanzschwelle für die Feinstaubklassen PM₁₀ und PM_{2,5} sowie Gesamtstaubdeposition werden je Szenario am zu den Emissionsquellen nächstgelegenen Immissionsort überschritten. Eine Ermittlung der Gesamtbelastung ist somit erforderlich. Unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung für Feinstaub und Staubniederschlag (siehe Kap. 4.2) werden für die Gesamtbelastung mit maximal 22,6 µg/m³ Schwebstaub der Fraktion PM₁₀, 11,6 µg/m³ Schwebstaub der Fraktion PM_{2,5} sowie 77,0 mg/(m² d) die Jahresimmissionswerte aller betrachteten Stoffe an allen Immissionsorten sicher eingehalten.

Die TA Luft enthält neben den Immissionsgrenzwerten für die Jahresmittelwerte von PM₁₀ auch Immissionsgrenzwerte für den Kurzzeitwert (Tagesmittelwert), der nicht öfter als 35-mal im Kalenderjahr überschritten werden darf. Mit den vorliegenden Eingangsdaten und dem eingesetzten Berechnungsverfahren können direkt keine Kurzzeitwerte bestimmt werden. Laut Nr. 4.2 der TA Luft [1] gilt bei einem Jahresmittelwert der Staubfraktion PM₁₀ von unter 28 µg/m³ der Tagesmittelwert als eingehalten. Für das Vorhaben kann geschlussfolgert werden, dass bei einer Gesamtbelastung von maximal 22,6 µg/m³ (IO1) der Immissions-Tageswert für PM₁₀ eingehalten ist.

In Nr. 10 des Anhangs 2 der TA Luft [1] ist festgelegt, dass die statistische Unsicherheit im Rechengebiet bei Bestimmung des Immissionskennwertes 3 % des Jahresimmissionswertes nicht überschreiten darf. Mit einem maximalen Fehler von 0,07 % des Jahresimmissionswertes ist diese Bedingung an allen Immissionsorten erfüllt (siehe Tabelle 13).

Tabelle 13: Statistische Unsicherheit in % des Jahresimmissionswertes

Immissionsorte	Fehler PM ₁₀ in % des IW	Fehler PM _{2,5} in % des IW	Fehler Staubdep. in % des IW
IO1	0,02	0,01	0,01
IO2	0,07	0,02	0,07

9 Zusammenfassung

Die Heidelberger Sand und Kies GmbH (HSK) plant, südlich der Ortslage Sommerach die Kiessandgewinnung Sommerach ausgehend vom aktuell genehmigten Abbaufeld (gemäß Plangenehmigung des Landkreises Kitzingen vom 26.04.2021) durch ein ca. 10 ha großes Abbaufeld (Erweiterungsfeld) nach Süden zu erweitern.

Hierzu ist der Nachweis zu erbringen, dass die Feinstaubimmission und Staubdepositionen verursacht durch den Kiessandabbau sich nicht schädlich auf das Schutzbau Mensch auswirken.

Die Ergebnisse der hierzu durchgeföhrten Immissionsprognosen lauten unter den gegebenen Annahmen:

- Für die geplante Anlage wird eine Einhaltung der Jahres-Immissionswerte für Feinstaubklassen PM₁₀ (< 10 µm) und PM_{2,5} (< 2,5 µm) sowie die Gesamtstaubdeposition unter Einbeziehung der Vorbelastung an allen maßgeblichen Immissionsorten vorhergesagt.
- Eine Überschreitung des Tagesmittelwertes für PM₁₀ an mehr als 35 Kalendertagen pro Jahr ist nicht zu erwarten.

10 Regelwerke

- [1] TA-Luft, Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, Erste Allgemeine Verwaltungs-vorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz vom 18.08.2021
- [2] 39. BImSchV, Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissions-schutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen) vom 02.08.2010 (BGBl. I S. 1065)
- [3] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) vom 26. September 2002
- [4] VDI 3790-3, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, 2010
- [5] VDI 3782-1, Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Gaußsches Fahnenmodell zur Bestimmung von Immissionskenngrößen, 2016
- [6] VDI 3782-5, Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositions-parameter, 2006
- [7] Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen, 2013 Rev. 1, Bundesmi-nisterium für Wirtschaft, Familie und Jugend, 2013
- [8] VDI 3790-4, Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Fahrzeugbewegungen auf gewerblich-industriellem Betriebsgelände, 2018
- [9] Emission Factor Documentation for AP-42 Section 13.2.2, Unpaved Roads, Final Report, U.S. Environmental Protection Agency Office of Air Quality Planning Standards, Emission Factor and Inventory Group, 1998
- [10] Background Document for Revisions to Fine Fraction Ratios Used for AP-42 Fugitive Dust Emission Factors, Midwest Research Institute, 2006
- [11] BAFU, 2015: Non-road-Datenbank unter
<https://www.bafu.ad-min.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/non-road-datenbank.html>
- [12] Industrial Wind Erosion, AP-42, CH 13.2.5, U.S. Environmental Protection Agency Office of Air Quality Planning Standards, Emission Factor and Inventory Group, 2006

- [13] VDI 3783-13, Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft, 2010
- [14] VDI 3783-20, Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft, 2017
- [15] METRAS-PCL, Version 5.0.0, Universität Hamburg, 2017
- [16] Ortsgenaue Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere und extreme Witterungsverhältnisse, DWD, 2017
- [17] VDI 3783-16, Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft, 2020
- [18] Merkblatt – Bestimmung effektiver Rauigkeitslängen an Windmessstationen aus topographischer Karte (TK-Verfahren), DWD, 2019
- [19] Janicke, L.; Janicke, U., Weiterentwicklung eines diagnostischen Windfeldmodells für den anlagenbezogenen Immissionsschutz (TA Luft), UFOPLAN Förderkennzeichen 203 43 256, 2004
- [20] Bahmann, W.; Schmonsees, N.; Janicke, L., Studie zur Anwendbarkeit des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000 mit Windfeldmodell TALdia im Hinblick auf die Gebäudeeffekte bei Ableitung von Rauchgasen über Kühltürme und Schornsteine, VGB-Forschungsprojekt Nr. 262, 2006
- [21] Lageplan Abbaufeld - Entwurf HGN Beratungsges. mbH, 05/2022
- [22] Auszug aus Rahmenbetriebsplan - Entwurf HGN Beratungsges. mbH, 05/2022

11 Schlussbemerkung

Die öko-control GmbH verpflichtet sich, alle ihr durch die Erarbeitung des Gutachtens bekannt gewordenen Daten nur mit dem Einverständnis des Auftraggebers an Dritte weiterzuleiten.

Schönebeck, 07.11.2022

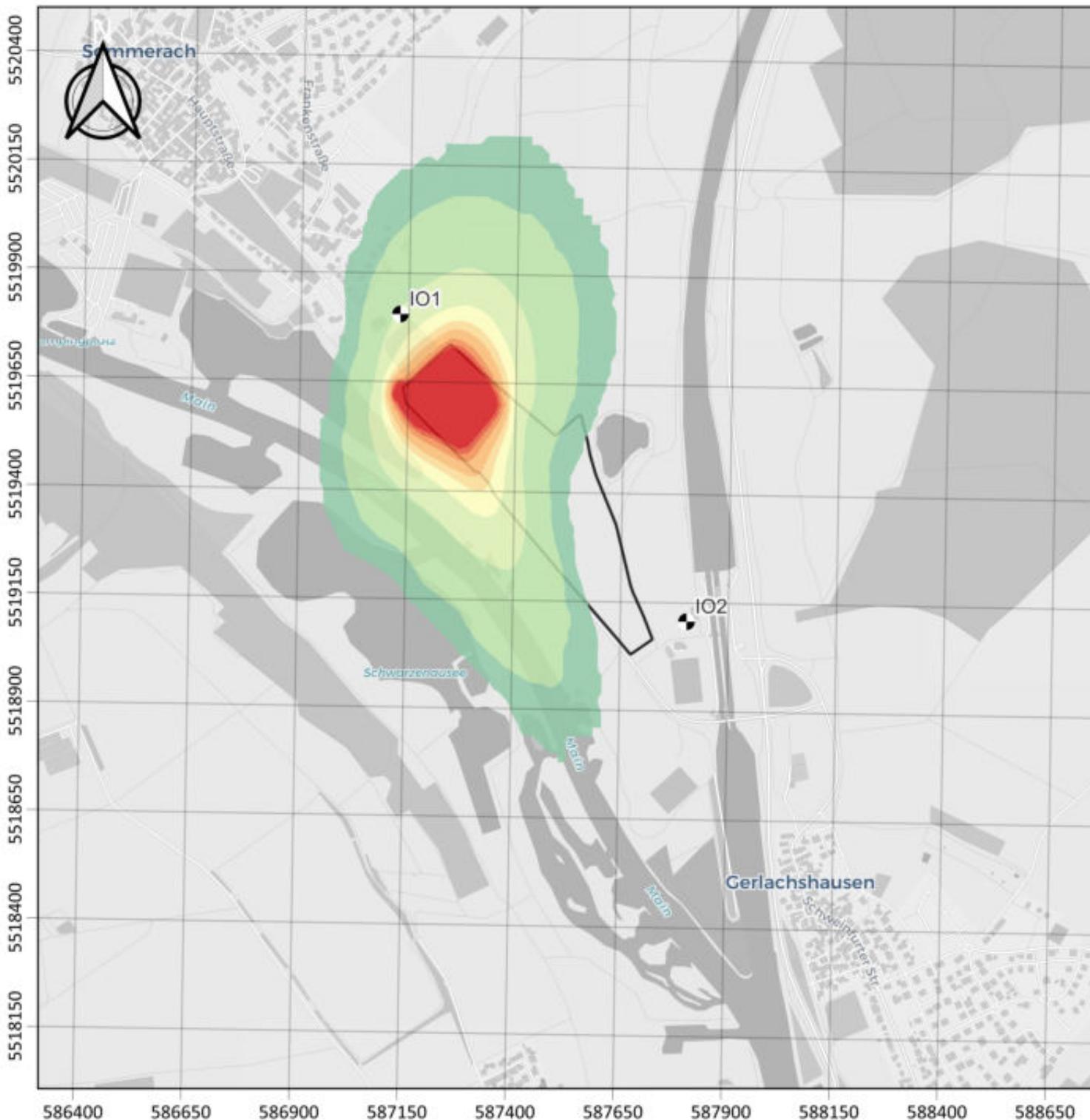


B.Sc. Josephine Speerschneider
-geprüft-



M.Sc. Christian Wölfer
-bearbeitet-

Anlage 1

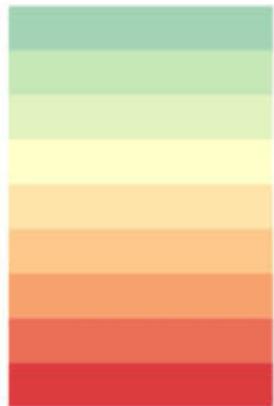


Staubimmissionsprognose Erweiterung
Kiessandabbau Sommerach
Berichtsnummer 1-20-05-490
Immissionsraster Zusatzbelastung
Szenario 1 - Feinstaub PM₁₀

Legende

PM₁₀ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

<= 1,2
1,2 - 2,0
2,0 - 5,0
5,0 - 10,0
10,0 - 15,0
15,0 - 20,0
20,0 - 30,0
30,0 - 40,0
40,0 - 50,0
> 50,0

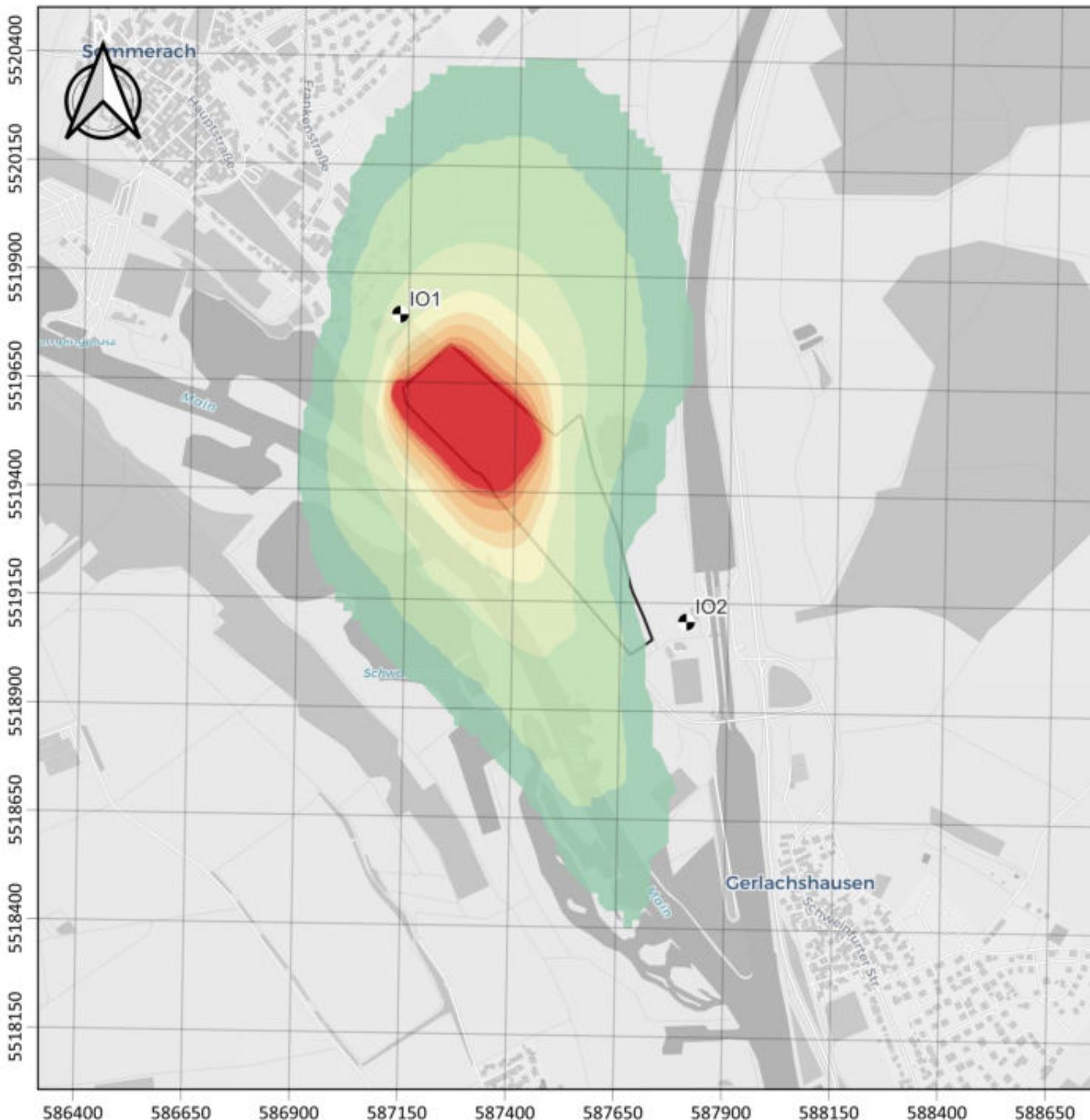


öko-control GmbH
Burgwall 13a
39218 Schönebeck



© OpenStreetMap-Mitwirkende

Maßstab: 1:20000

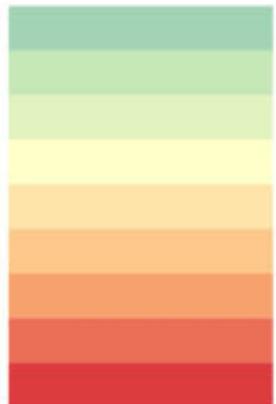


Staubimmissionsprognose Erweiterung
Kiessandabbau Sommerach
Berichtsnummer 1-20-05-490
Immissionsraster Zusatzbelastung
Szenario 2 - Feinstaub PM₁₀

Legende

PM₁₀ in µg/m³

<= 1,2
1,2 - 2,0
2,0 - 5,0
5,0 - 10,0
10,0 - 15,0
15,0 - 20,0
20,0 - 30,0
30,0 - 40,0
40,0 - 50,0
> 50,0

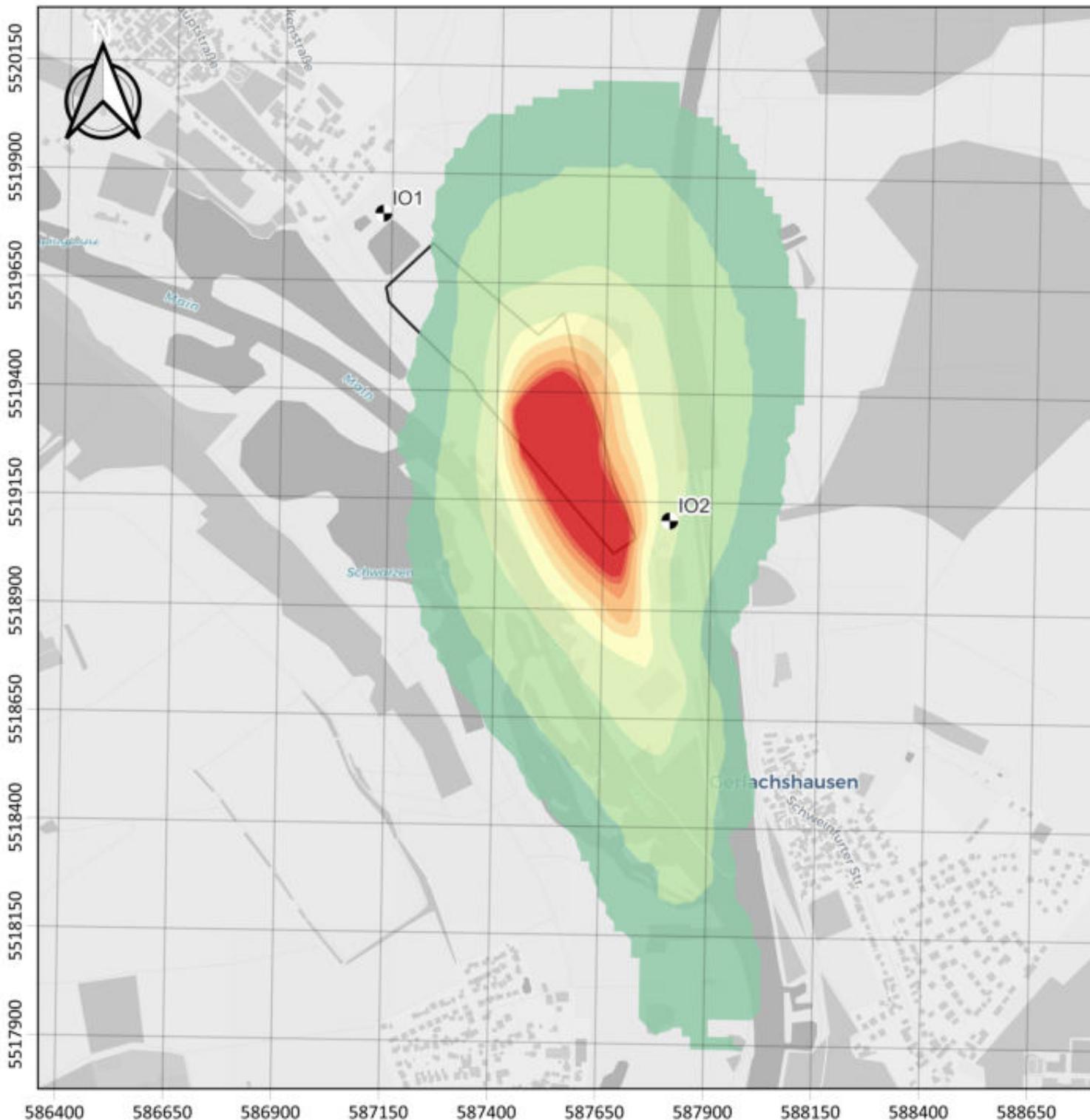


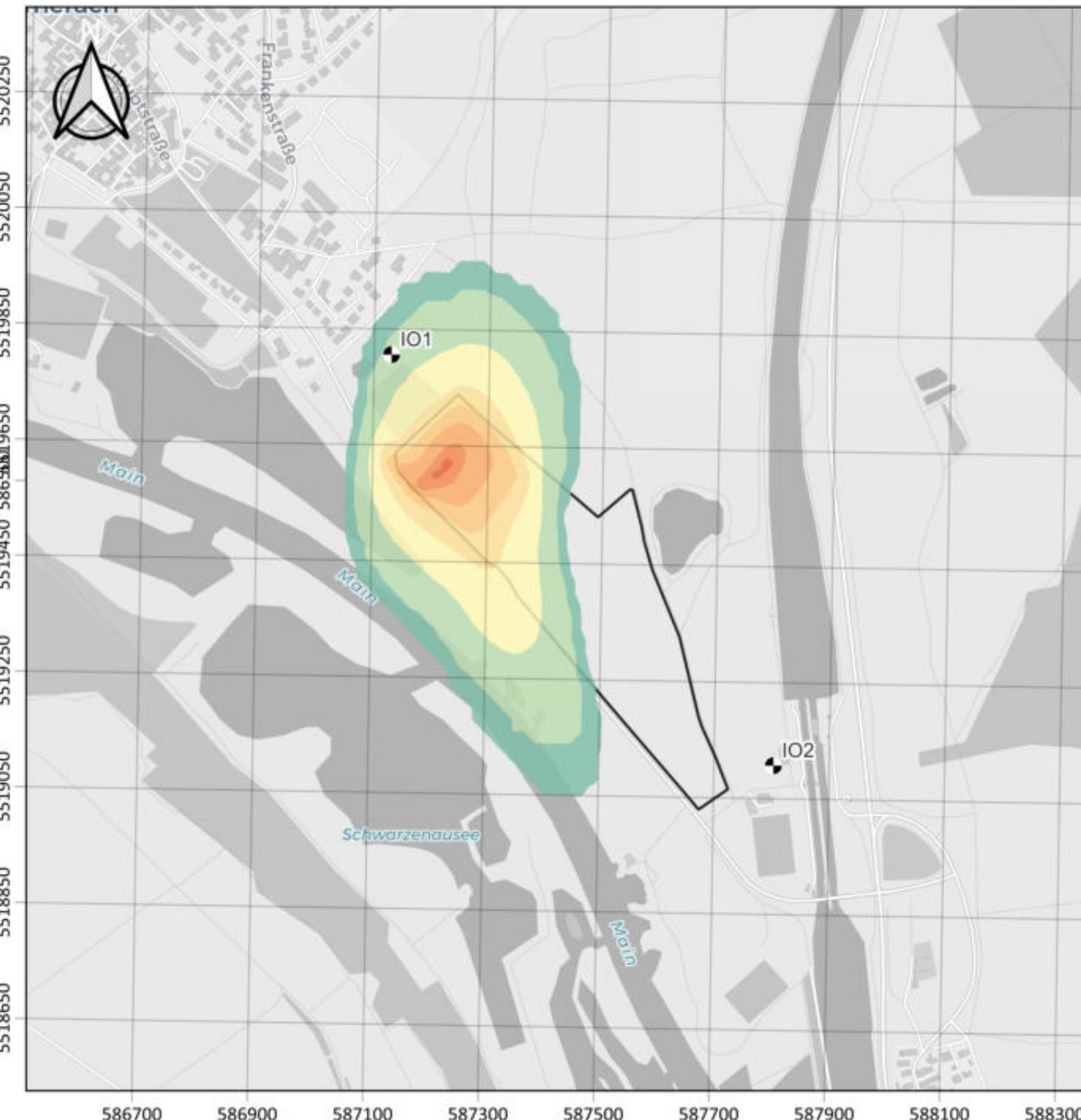
öko-control GmbH
Burgwall 13a
39218 Schönebeck



© OpenStreetMap-Mitwirkende

Maßstab: 1:20000





Staubimmissionsprognose Erweiterung
Kiessandabbau Sommerach
Berichtsnummer 1-20-05-490
Immissionsraster Zusatzbelastung
Szenario 1 - Feinstaub PM_{2.5}

Legende

PM_{2.5} in µg/m³

- <= 0,75
- 0,75 - 1,00
- 1,00 - 2,00
- 2,00 - 5,00
- 5,00 - 10,00
- 10,00 - 15,00
- 15,00 - 20,00
- 20,00 - 25,00
- 25,00 - 30,00
- > 30,00

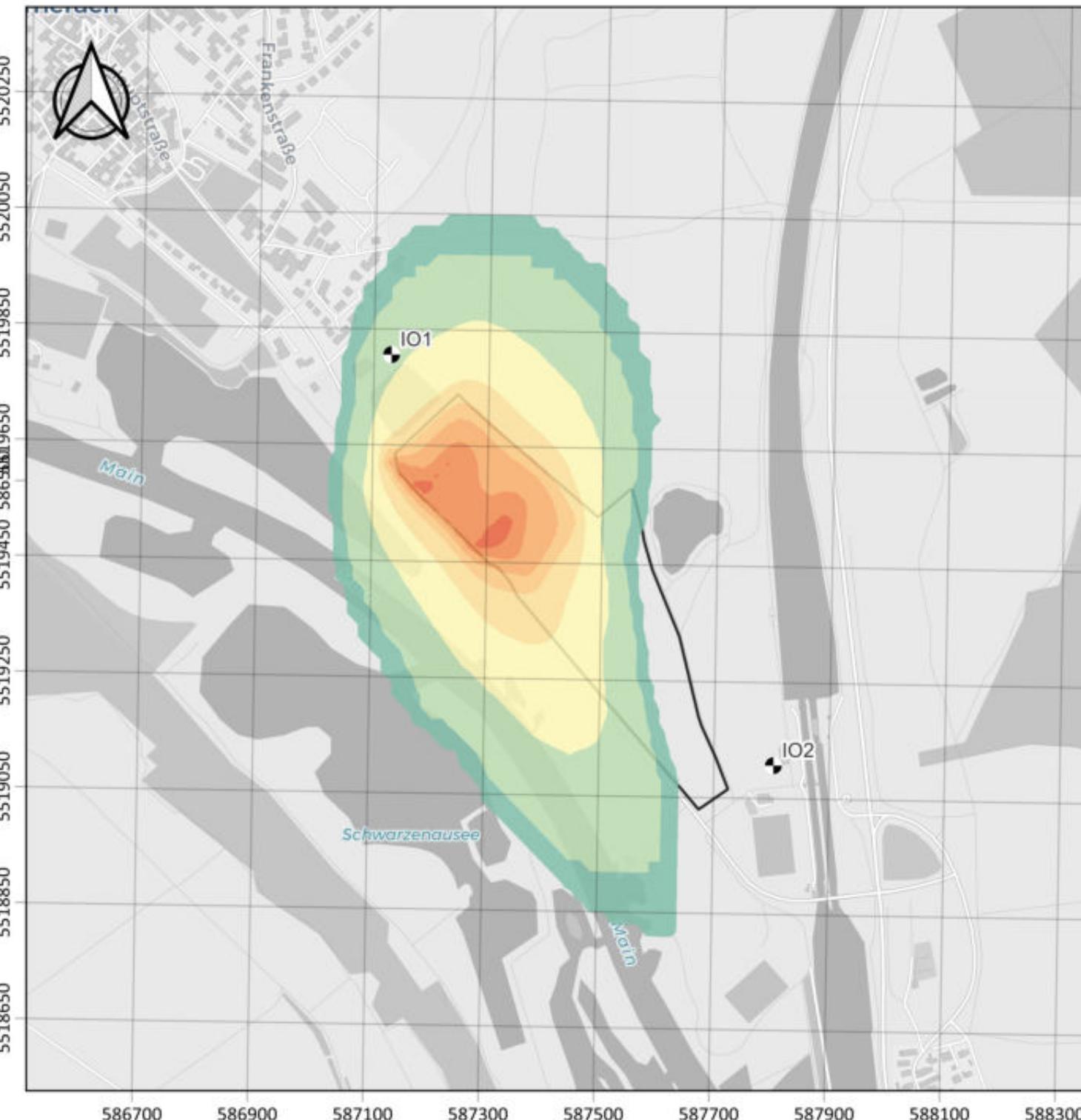


öko-control GmbH
Burgwall 13a
39218 Schönebeck



© OpenStreetMap-Mitwirkende

Maßstab: 1:15000

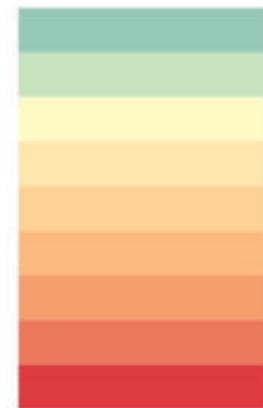


Staubimmissionsprognose Erweiterung
Kiessandabbau Sommerach
Berichtsnummer 1-20-05-490
Immissionsraster Zusatzbelastung
Szenario 2 - Feinstaub PM_{2,5}

Legende

PM_{2,5} in µg/m³

- <= 0,75
- 0,75 - 1,00
- 1,00 - 2,00
- 2,00 - 5,00
- 5,00 - 10,00
- 10,00 - 15,00
- 15,00 - 20,00
- 20,00 - 25,00
- 25,00 - 30,00
- > 30,00

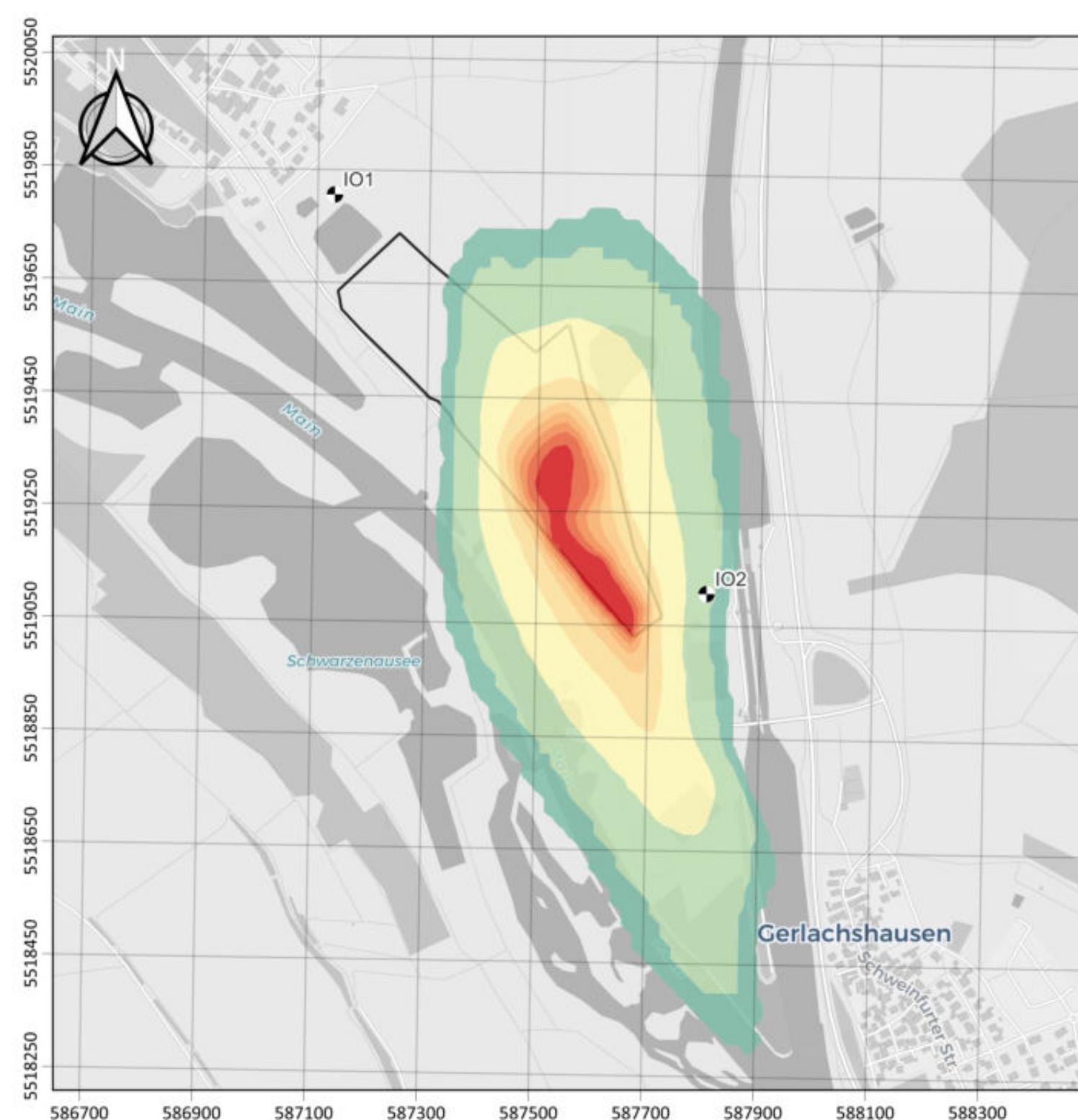


öko-control GmbH
Burgwall 13a
39218 Schönebeck



© OpenStreetMap-Mitwirkende

Maßstab: 1:15000



Staubimmissionsprognose Erweiterung
Kiessandabbau Sommerach
Berichtsnummer 1-20-05-490
Immissionsraster Zusatzbelastung
Szenario 3 - Feinstaub PM_{2,5}

Legende

PM_{2,5} in µg/m³

<= 0,75
0,75 - 1,00
1,00 - 2,00
2,00 - 5,00
5,00 - 10,00
10,00 - 15,00
15,00 - 20,00
20,00 - 25,00
25,00 - 30,00
> 30,00

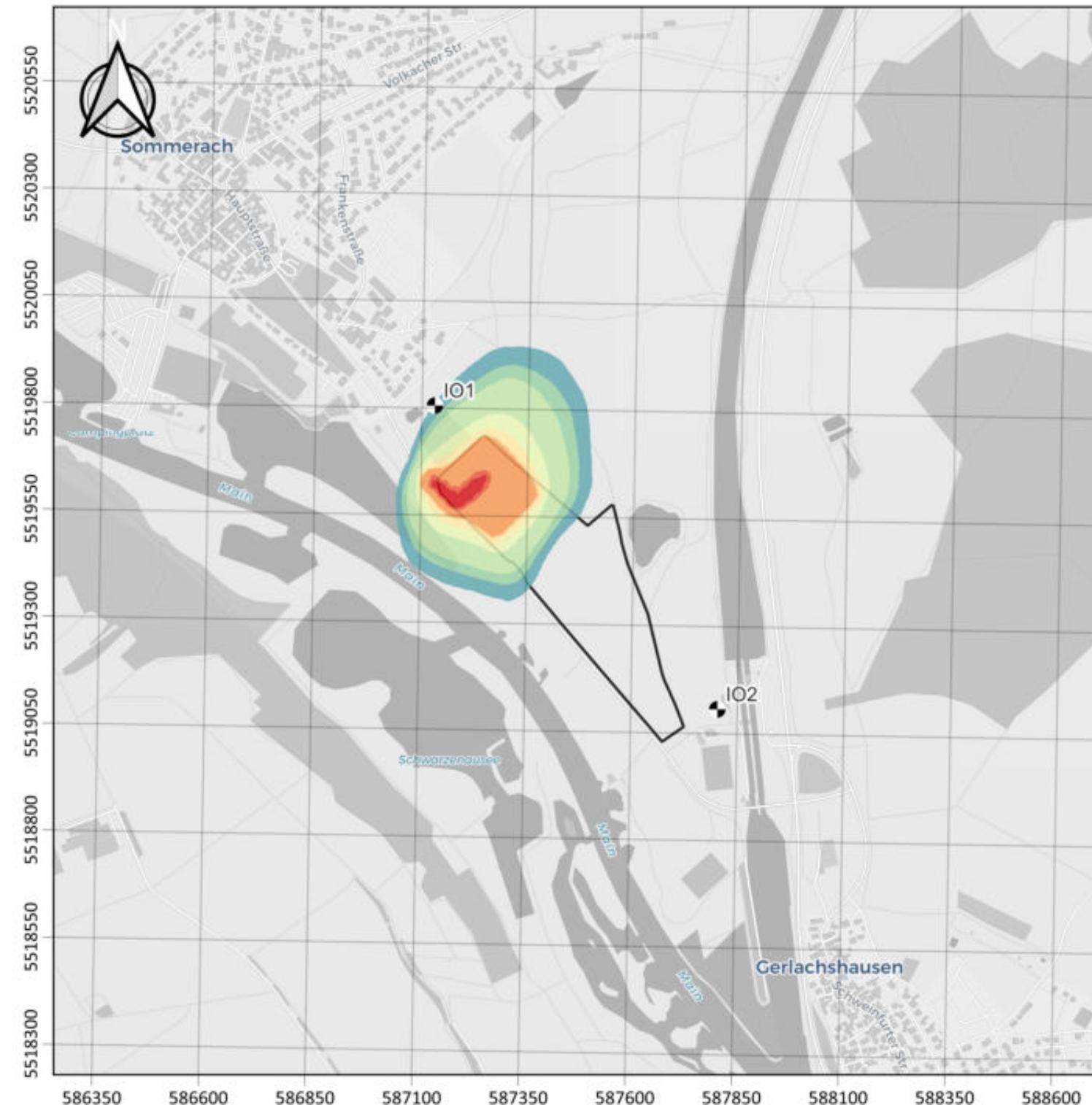


öko-control GmbH
Burgwall 13a
39218 Schönebeck



© OpenStreetMap-Mitwirkende

Maßstab: 1:15000



Staubimmissionsprognose Erweiterung
Kiessandabbau Sommerach
Berichtsnummer 1-20-05-490
Immissionsraster Zusatzbelastung
Szenario 1 - Staubdepositistion

Legende

Staubniederschlag in mg/(m² d)

<= 10,5
10,5 - 15,0
15,0 - 20,0
20,0 - 50,0
50,0 - 100,0
100,0 - 200,0
200,0 - 250,0
250,0 - 1000,0
1000,0 - 1500,0
> 1500,0

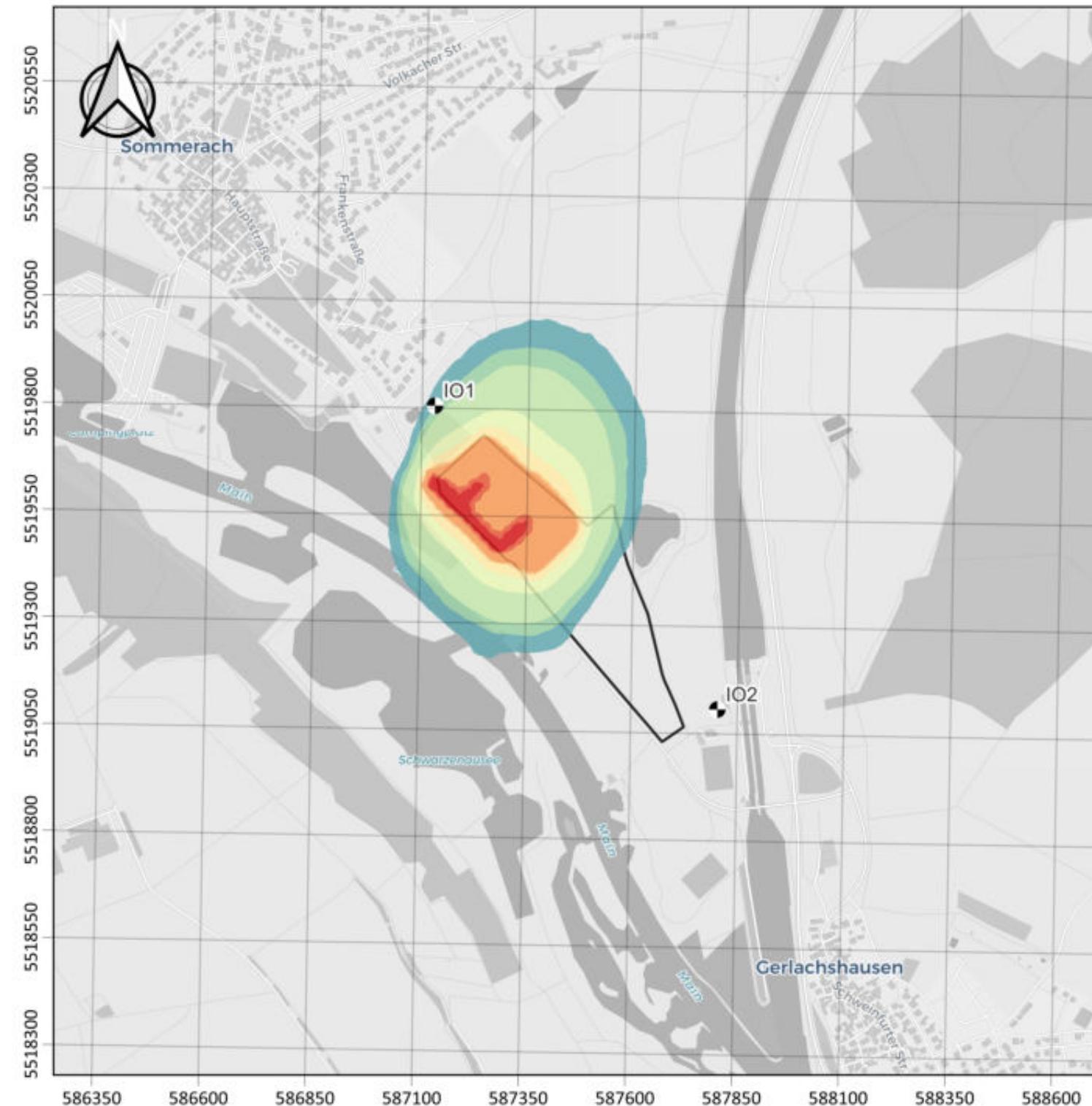


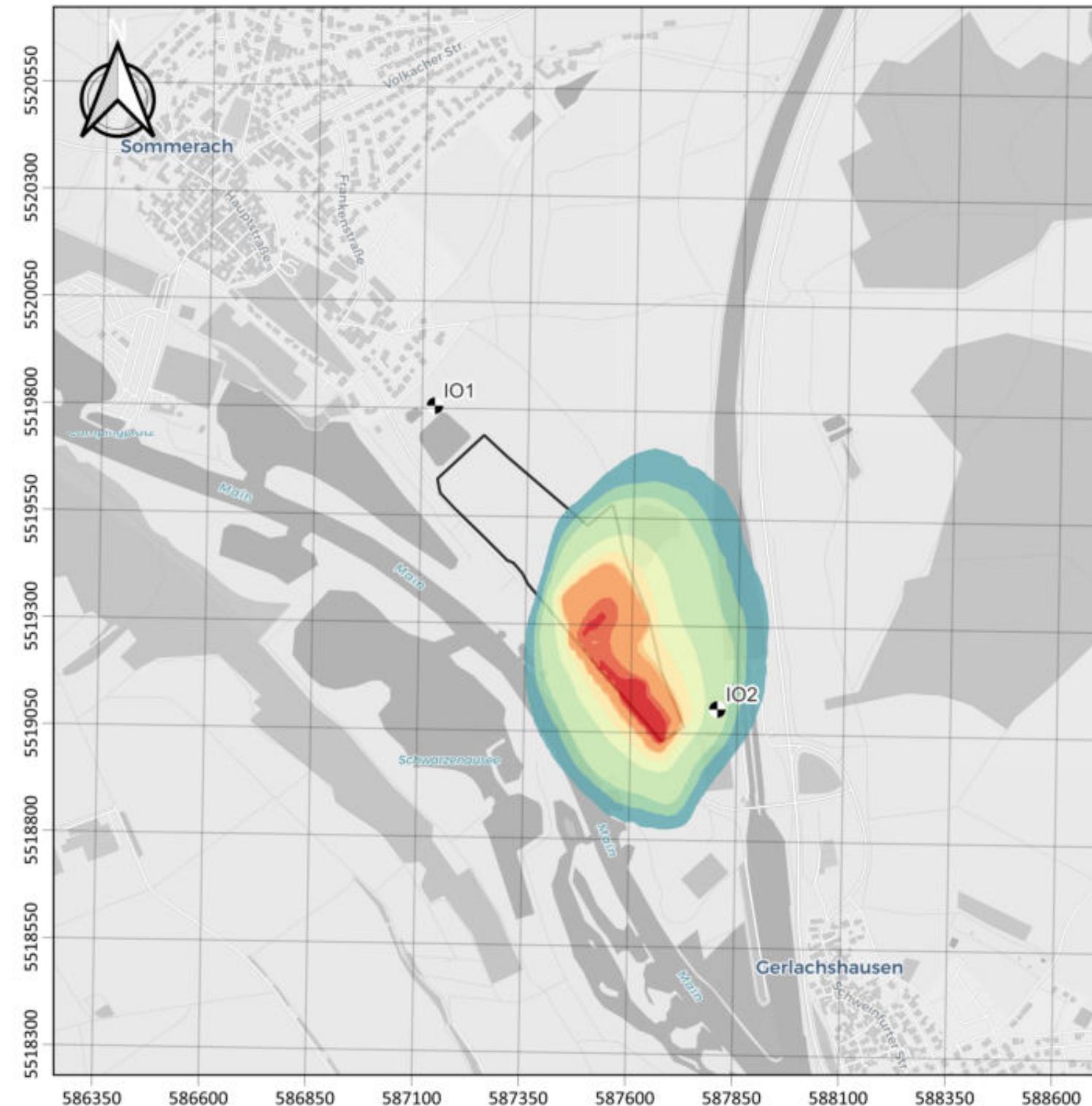
öko-control GmbH
Burgwall 13a
39218 Schönebeck



© OpenStreetMap-Mitwirkende

Maßstab: 1:20000



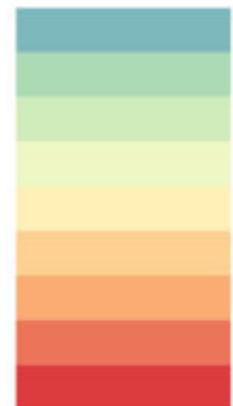


Staubimmissionsprognose Erweiterung
Kiessandabbau Sommerach
Berichtsnummer 1-20-05-490
Immissionsraster Zusatzbelastung
Szenario 3 - Staubdepositistion

Legende

Staubniederschlag in mg/(m² d)

<= 10,5
10,5 - 15,0
15,0 - 20,0
20,0 - 50,0
50,0 - 100,0
100,0 - 200,0
200,0 - 250,0
250,0 - 1000,0
1000,0 - 1500,0
> 1500,0



öko-control GmbH
Burgwall 13a
39218 Schönebeck



© OpenStreetMap-Mitwirkende

Maßstab: 1:20000

Anlage 2

Umschlag:

Volumen in m³	Schüttdichte in t/m³	Staubneig- ung	M in t M in t/h	q _{norm} in g/t _{gut} ·m³/t	H _{frei}	H _{Rohr}	k _{reib}	k _H	k _{gerät}	q _{norm,korr} in g/t _{gut} ·m³/t	k _u	q _{auf} in g/t _{gut}	q _{ab} in g/t _{gut}	q _m in g/t _{gut}	
	1,8	1,0	175,0	6,297	1	0	0	0,42	1,5	1,984	0,9	0	3,214	0	A
6	1,8	10,0	100	2,7							0,9	4,374	0	0	B
6	1,8	10,0	10,8	8,216	1	0	0	0,42	1,5	2,588	0,9	0	4,193	0	C
6	1,8	31,6	100	8,538							0,9	13,83	0	0	D
6	1,8	31,6	10,8	25,981	1	0	0	0,42	1,5	8,184	0,9	0	13,26	0	E
6	1,8	31,6	100	8,538							0,9	13,83	0	0	F
	1,8	31,6	30	15,588	1	0	0	0,42	1,5	4,91	0,9	0	7,954	0	G
6	1,8	31,6	100	8,538							0,9	13,83	0	0	H
6	1,8	31,6	10,8	25,981	1	0	0	0,42	1,5	8,184	0,9	0	13,26	0	I

Durchsatz m in t/a	Minderung k _m	Emission in kg/a	Wirkzeit in h/a	Gesamtst. in g/h	Umschlagprozess			BE
500000	0	1607,0	2640	608,7	A	Eimerkettenbagger wirft auf Halde (kont.)		
500000	0	2187,0	2640	828,4	B	Radlader nimmt auf		
500000	0	2096,5	2640	794,1	C	Radlader belädt Lkw		
36000	0	498,0	2640	188,6	D	Radlader gräbt Mutterboden/Abraum ab		
36000	0	477,3	2640	180,8	E	Radlader wirft auf Halde ab		
36000	0	498,0	2640	188,6	F	Radlader nimmt Oberboden auf (von Halde)		
300000	0	2386,2	2640	903,9	G	Lkw kippt ab		
300000	0	4149,6	2640	1571,8	H	Radlader nimmt Material zum Verfüllen auf		
336000	0	4454,7	2640	1687,4	I	Radlader kippt ab (Verfüllmaterial + Oberboden)		

Bemerkung: (A) Kiessand wird durch einen Eimerkettenbagger im Nassschnitt kontinuierlich abgegraben und auf eine Halde gegeben. (B) Der Kiessand wird durch einen Radlader aufgenommen und (C) auf Lkw verladen. (D) Die Oberbodenschicht wird durch Radlader abgegraben und (E) auf Halden zwischengelagert. (G) Verfüllmaterial wird durch Lkw angeliefert und auf dem Anlagengelände abgekippt. (H) Das Verfüllmaterial wird durch einen Radlader aufgenommen und (I) am Verfüllort abgekippt. (F) Zwischengelagerter Oberboden wird ebenfalls zur Wiederfüllung verwendet.

Anlage 3

Staubemission durch Fahrzeugbewegungen

Szenario 1:

FW1 Fahrwege Lkw Abtransport Kiessand												
Feinstaub	k _{Kgv}	a	b	s	p	W in t	k _M	Ein g/km pro Fahrt	Fahrstrecke in km	Transporte pro h	Massenstrom in g/h	Staub aus Motoren in g/h
PM2,5	42	0,9	0,45					23,552			118,949	1,6
PM10	422	0,9	0,45	4,8	120	25	0,3	236,645	0,5	10,1	1195,177	
PM30	1381	0,7	0,45					930,178			4697,869	

Feinstaub	Eingabewert in g/h
PM2,5	120,549
PM2,5 - PM10	1076,228
>PM10	3502,692

FW3 Fahrwege Radlader												
Feinstaub	k _{Kgv}	a	b	s	p	W in t	k _M	Ein g/km pro Fahrt	Fahrstrecke in km	Transporte pro h	Massenstrom in g/h	Staub aus Motoren in g/h
PM2,5	42	0,9	0,45					23,972			71,916	3,2
PM10	422	0,9	0,45	4,8	120	26	0,3	240,859	0,1	30	722,577	
PM30	1381	0,7	0,45					946,741			2840,223	

Feinstaub	Eingabewert in g/h
PM2,5	75,116
PM2,5 - PM10	650,661
>PM10	2117,646

Szenario 2:

FW1 Fahrwege Lkw Abtransport Kiessand												
Feinstaub	k _{Kgv}	a	b	s	p	W in t	k _M	Ein g/km pro Fahrt	Fahrstrecke in km	Transporte pro h	Massenstrom in g/h	Staub aus Motoren in g/h
PM2,5	42	0,9	0,45					23,552			118,702	1,6
PM10	422	0,9	0,45	4,8	120	25	0,3	236,645	0,8	6,3	1192,691	
PM30	1381	0,7	0,45					930,178			4688,097	

Feinstaub	Eingabewert in g/h
PM2,5	120,302
PM2,5 - PM10	1073,989
>PM10	3495,406

FW2 Fahrwege Lkw Lieferung Verfüllmaterial												
Feinstaub	k _{Kgv}	a	b	s	p	W in t	k _M	Ein g/km pro Fahrt	Fahrstrecke in km	Transporte pro h	Massenstrom in g/h	Staub aus Motoren in g/h
PM2,5	42	0,9	0,45					23,552			44,749	1,6
PM10	422	0,9	0,45	4,8	120	25	0,3	236,645	0,5	3,8	449,626	
PM30	1381	0,7	0,45					930,178			1767,338	

Feinstaub	Eingabewert in g/h
PM2,5	46,349
PM2,5 - PM10	404,877
>PM10	1317,712

FW3 Fahrwege Radlader Kiessandverladung												
Feinstaub	k _{Kgv}	a	b	s	p	W in t	k _M	Ein g/km pro Fahrt	Fahrstrecke in km	Transporte pro h	Massenstrom in g/h	Staub aus Motoren in g/h
PM2,5	42	0,9	0,45					23,972			45,067	1,6
PM10	422	0,9	0,45	4,8	120	26	0,3	240,859	0,1	18,8	452,815	
PM30	1381	0,7	0,45					946,741			1779,873	

Feinstaub	Eingabewert in g/h
PM2,5	46,667
PM2,5 - PM10	407,748
>PM10	1327,058

FW4 Fahrwege Radlader/Raupe Verfüllung												
Feinstaub	k _{Kgv}	a	b	s	p	W in t	k _M	Ein g/km pro Fahrt	Fahrstrecke in km	Transporte pro h	Massenstrom in g/h	Staub aus Motoren in g/h
PM2,5	42	0,9	0,45					23,552			28,287	1,6
PM10	422	0,9	0,45	4,8	120	26	0,3	236,645	0,1	11,8	284,214	
PM30	1381	0,7	0,45					930,178			1117,154	

Feinstaub	Eingabewert in g/h
PM2,5	29,887
PM2,5 - PM10	255,927
>PM10	832,94

Szenario 3:

FW1 Fahrwege Lkw Abtransport Kiessand													
Feinstaub	k _{Kgv}	a	b	s	p	W in t	k _M	E in g/km pro Fahrt	Fahrstrecke in km	Transporte pro h	Massenstrom in g/h	Staub aus Motoren in g/h	
PM2,5	42	0,9	0,45			120	25	0,3	23,552	0,5	6,3	74,189	1,6
PM10	422	0,9	0,45	4,8				236,645				745,432	
PM30	1381	0,7	0,45					930,178				2930,061	

Feinstaub	Eingabewert in g/h
PM2,5	75,789
PM2,5 - PM10	671,243
>PM10	2184,629

FW2 Fahrwege Lkw Lieferung Verfüllmaterial													
Feinstaub	k _{Kgv}	a	b	s	p	W in t	k _M	E in g/km pro Fahrt	Fahrstrecke in km	Transporte pro h	Massenstrom in g/h	Staub aus Motoren in g/h	
PM2,5	42	0,9	0,45			120	25	0,3	23,552			71,598	1,6
PM10	422	0,9	0,45	4,8				236,645				719,401	
PM30	1381	0,7	0,45					930,178				2827,741	

Feinstaub	Eingabewert in g/h
PM2,5	73,198
PM2,5 - PM10	647,803
>PM10	2108,34

FW3 Fahrwege Radlader Kiessandverladung													
Feinstaub	k _{Kgv}	a	b	s	p	W in t	k _M	E in g/km pro Fahrt	Fahrstrecke in km	Transporte pro h	Massenstrom in g/h	Staub aus Motoren in g/h	
PM2,5	42	0,9	0,45			120	26	0,3	23,972			45,067	1,6
PM10	422	0,9	0,45	4,8				240,859				452,815	
PM30	1381	0,7	0,45					946,741				1779,873	

Feinstaub	Eingabewert in g/h
PM2,5	46,667
PM2,5 - PM10	407,748
>PM10	1327,058

FW4 Fahrwege Radlader/Raupe Verfüllung													
Feinstaub	k _{Kgv}	a	b	s	p	W in t	k _M	E in g/km pro Fahrt	Fahrstrecke in km	Transporte pro h	Massenstrom in g/h	Staub aus Motoren in g/h	
PM2,5	42	0,9	0,45			120	26	0,3	23,972			28,287	1,6
PM10	422	0,9	0,45	4,8				240,859				284,214	
PM30	1381	0,7	0,45					946,741				1117,154	

Feinstaub	Eingabewert in g/h
PM2,5	29,887
PM2,5 - PM10	255,927
>PM10	832,94

Bemerkung: Für Lkw wird von einem mittleren Flottengewicht von 25 t ausgegangen (voll 40 t, leer 10 t, Nutzlast 30 t). Das Arbeitsgewicht der Radlader wurde den technischen Datenblättern entnommen. Der Parameter p – mittlere Regentage pro Kalenderjahr – wurde der Abbildung A1 der VDI 3790-4 entnommen.

Anlage 4

Bestimmung eines repräsentativen Jahr

Verfahren AKJahr

Bei dem Verfahren AKJahr werden absolute und relative Häufigkeiten an Stunden pro Jahr der 30°-Windrichtungssektoren, der Windgeschwindigkeitsklassen sowie der Ausbreitungsklassen und der 30°-Windrichtungssektoren der Nacht- und Schwachwinde für die einzelnen Jahre und im Mittel aller Jahre der Wetterstation Bad Kissingen gebildet.

Für die vier zu bewertenden Parameter wird erst der $\chi^2_{i,n}$ -Term für jedes Einzeljahr n wie folgt gebildet:

$$\chi^2_{i,n} = \sum_{j=1}^{m_i} \frac{(x_{i,j,n} - \bar{x}_{i,j,abs})^2}{\bar{x}_{i,j,abs}} \cdot \bar{x}_{i,j,rel} \quad (1)$$

Dabei ist

$$\bar{x}_{i,j,abs} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^N x_{i,j,n} \quad (2)$$

$$\bar{x}_{i,j,rel} = \frac{\bar{x}_{i,j,abs}}{8760} \quad (3)$$

Durch Summation der $\chi^2_{i,n}$ -Terme der verwendeten Parameter wird ein Gesamt- χ^2_n -Term für jedes Einzeljahr n gebildet. Jeder Parameter wird dabei, je nach Bedeutung für die Ausbreitungsrechnung, gewichtet. Somit ergibt sich:

$$\chi^2_n = \sum_{i=1}^4 \chi^2_i \cdot G_i \quad (4)$$

mit den Wichtungsfaktoren der einzelnen Parameter:

- Windrichtung: $G_1 = 0,36$
- Windgeschwindigkeit: $G_2 = 0,24$
- Nacht- und Schwachwindverteilung: $G_3 = 0,15$
- Ausbreitungsklasse: $G_4 = 0,25$

Danach erfolgt die Bewertung hinsichtlich der Trefferquote oder Sigma-Umgebung. Dafür wird für jede Klasse der zu bewertenden Parameter die Standardabweichung der vorliegenden Daten

gebildet und anschließend geprüft, ob die Häufigkeiten der Klassen der Parameter im folgenden Intervall (Sigma-Umgebung) enthalten sind:

$$(\bar{x}_{i,j,abs} - \sigma_{x,i,j}) < x_{i,j,n} < (\bar{x}_{i,j,abs} + \sigma_{x,i,j}) \quad (5)$$

mit $\sigma_{x,i,j} = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^N (\bar{x}_{i,j,abs} - x_{i,j,n})^2}$ (6)

Dabei ist $\sigma_{x,i,j}$ die Standardabweichung, ermittelt über den vieljährigen Gesamtzeitraum des Parameters i und der Parameterklasse j.

Die Trefferquote $TQ_{i,j,n}$ von $x_{i,j,n}$ wird mithilfe der Sigma-Umgebung gebildet und ist wie folgt definiert:

$$TQ_{i,j,n} = \begin{cases} 0 & x_{i,j,n} \notin (\bar{x}_{i,j,abs} - \sigma_{x,i,j}, \bar{x}_{i,j,abs} + \sigma_{x,i,j}) \\ 1 & x_{i,j,n} \in (\bar{x}_{i,j,abs} - \sigma_{x,i,j}, \bar{x}_{i,j,abs} + \sigma_{x,i,j}) \end{cases} \quad (7)$$

Dann wird die Trefferquote $TQ_{i,j,n}$ zu $TQ_{i,n}$ aufsummiert:

$$TQ_{i,n} = \sum_{j=1}^{m_i} TQ_{i,j,n} \quad (8)$$

Die Gesamttrefferquote jedes Einzeljahres wird dann mit Gleichung (9) berechnet. Dabei werden die gleichen Wichtungsfaktoren wie für Gleichung (4) verwendet:

$$TQ_n = \sum_{i=1}^4 TQ_{i,n} \cdot G_i \quad (9)$$

Danach wird für jedes Jahr und jede Beurteilungsgröße die zugehörige empirische Verteilungsfunktion $F(TQ_n)$ beziehungsweise $F(\chi^2_n)$ bestimmt. Die empirische Verteilungsfunktion ist definiert als:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x < x_1 \\ \sum_{j=1}^i p_j & x_i \leq x < x_{i+1} \quad i = 1, \dots, N-1 \\ 1 & x \geq x_N \end{cases} \quad (10)$$

mit p_j relative Häufigkeit der Trefferquote beziehungsweise χ^2 -Terme
des Kandidatenjahrs j ($j = 1, \dots, N$)
 $x_1 \leq \dots \leq x_N$ geordnete Trefferquoten beziehungsweise χ^2 -Terme

Nach dem für alle Kandidatenjahre und beide Größen die zugehörigen empirischen Verteilungsfunktionen ermittelt wurde, wird die abschließende Bewertungsgröße des Verfahrens gebildet:

$$BG_n = F(\chi^2_n) + (1 - F(TQ_n)) \quad (11)$$

Das repräsentative Jahr ist das Jahr, welches die geringste Beurteilungsgröße aufweist.

Ergebnisse

Die Berechnung hat für den Zeitraum 2010 bis einschließlich 2020 stattgefunden. Es wurden nicht nur Kalenderjahre betrachtet, sondern auch alle Zeiträume, die 365 Tage lang sind und in dem Berechnungszeitraum vollständig enthalten sind.

Das ermittelte repräsentatives Jahr beginnt am 31.12.2011. Die empirische Verteilungsfunktion besitzt für die Trefferquote des Jahres einen Wert von 0,994. Das bedeutet, dass 99,4 % der Kandidatenjahre eine schlechtere Trefferquote aufweisen. Die empirische Verteilungsfunktion der χ^2 -Terme nimmt für dieses Jahr den Wert 0,0135 an. Somit weisen 98,7 % der Kandidatenjahre einen schlechteren χ^2 -Term auf.

In den folgenden Abbildungen sind die berechneten χ^2 -Terme und Trefferquoten dargestellt. Weiter wurde auch die abschließende Beurteilungsgröße für alle Jahre abgebildet.

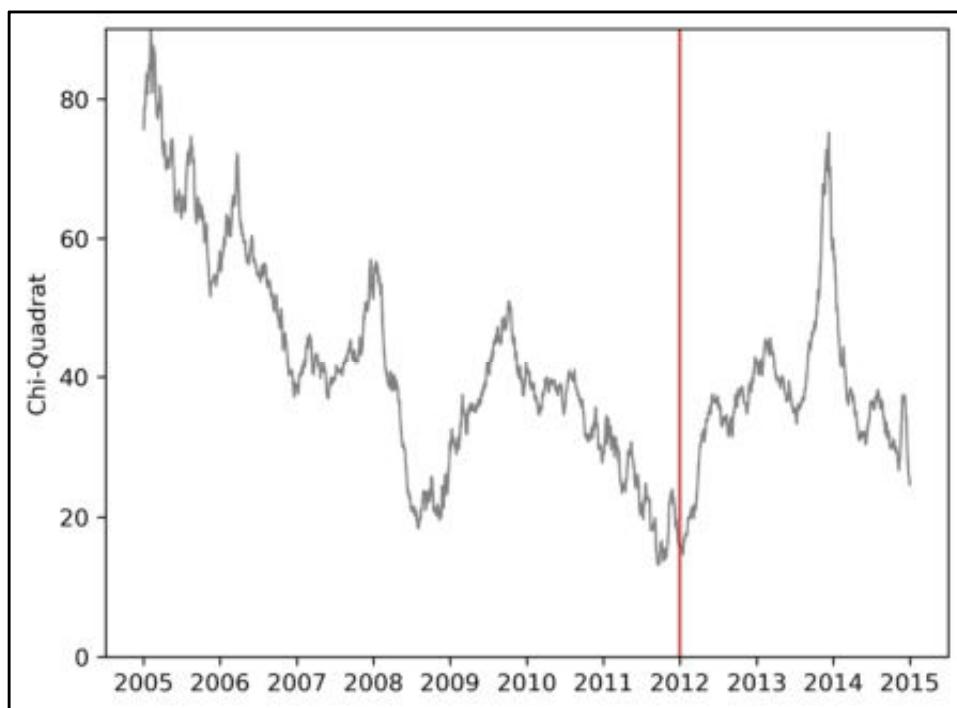


Abbildung A1: χ^2 -Terme aller Kandidatenjahre

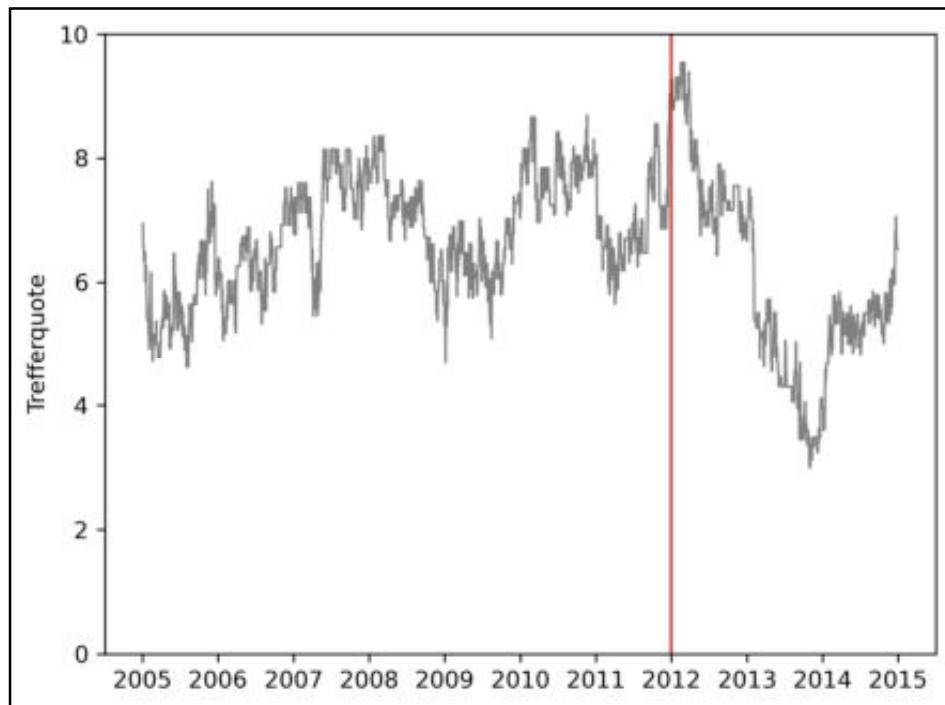


Abbildung A2: Trefferquoten aller Kandidatenjahre

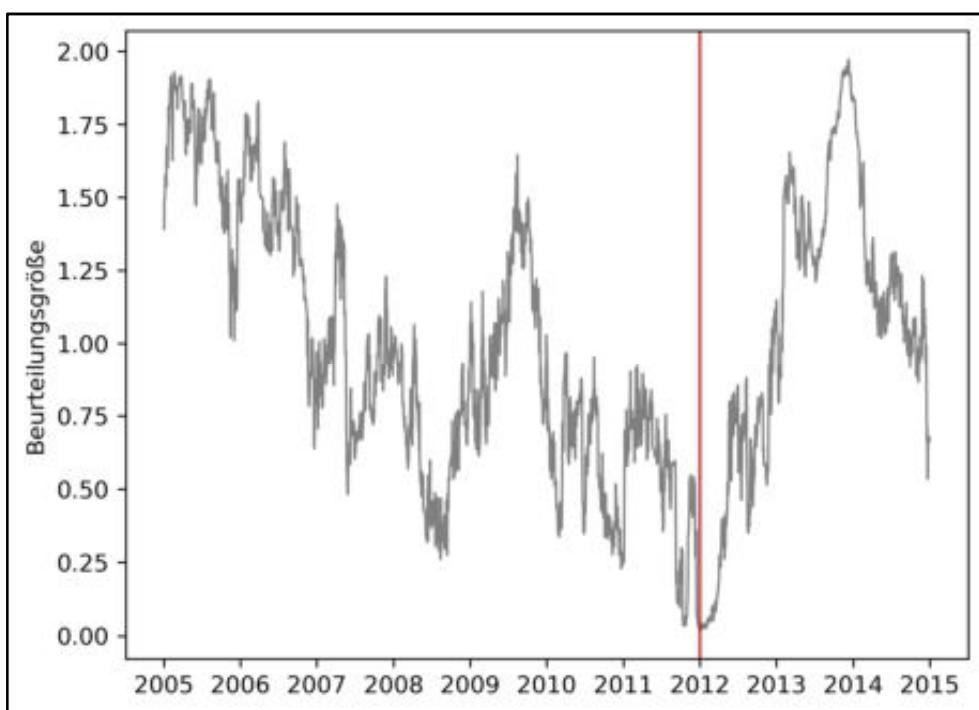


Abbildung A3: Gesamtbeurteilungsgröße aller Kandidatenjahre

Plausibilitätsprüfung

Das ermittelte repräsentative Jahr soll nun mit den Mittelwerten des Gesamtzeitraums verglichen werden. Dazu werden im Folgenden die Mittelwerte der vier Parameter (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse, Nacht- und Schwachwindverteilung) gemittelt über den Gesamtbetrachtungszeitraum mit denen des repräsentativen Jahres verglichen.

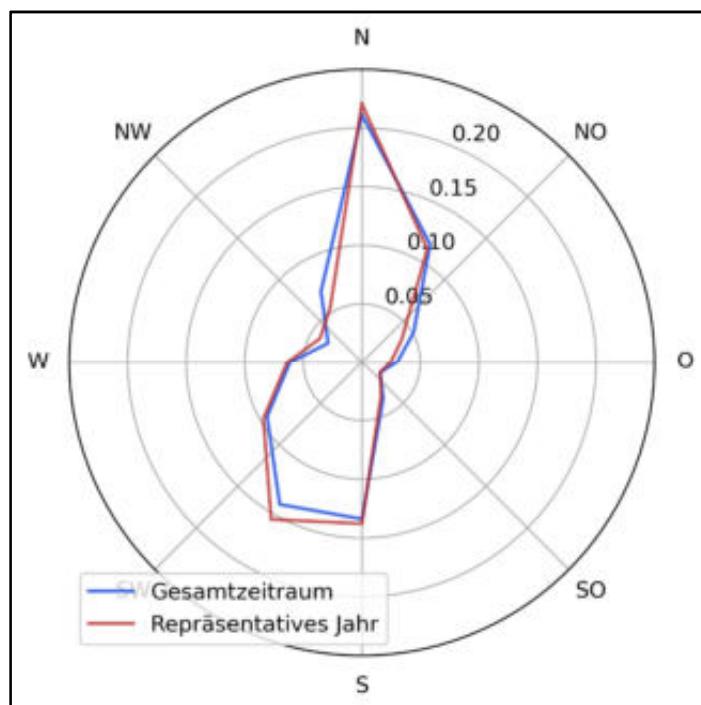


Abbildung A5: relative Windrichtungshäufigkeiten im Vergleich

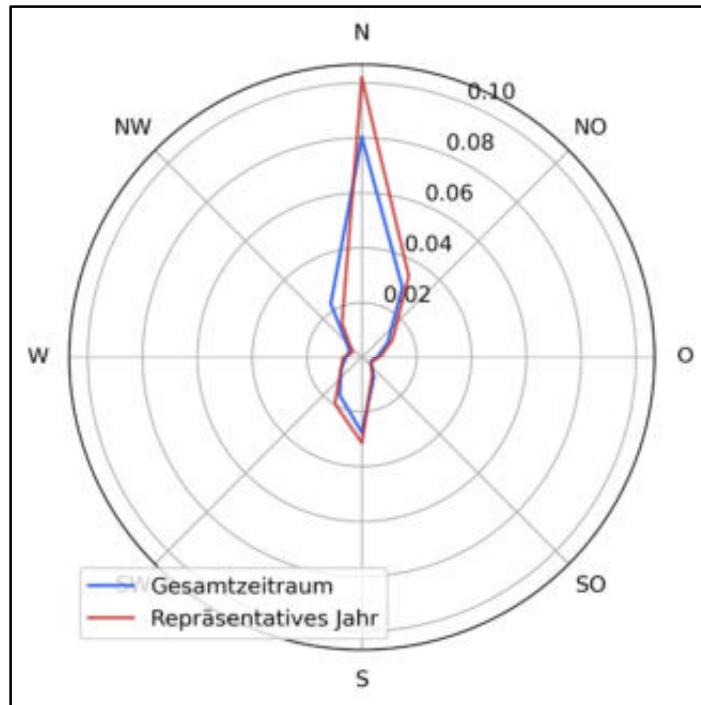


Abbildung A6: relative Häufigkeiten der Nacht- und Schwachwinde im Vergleich

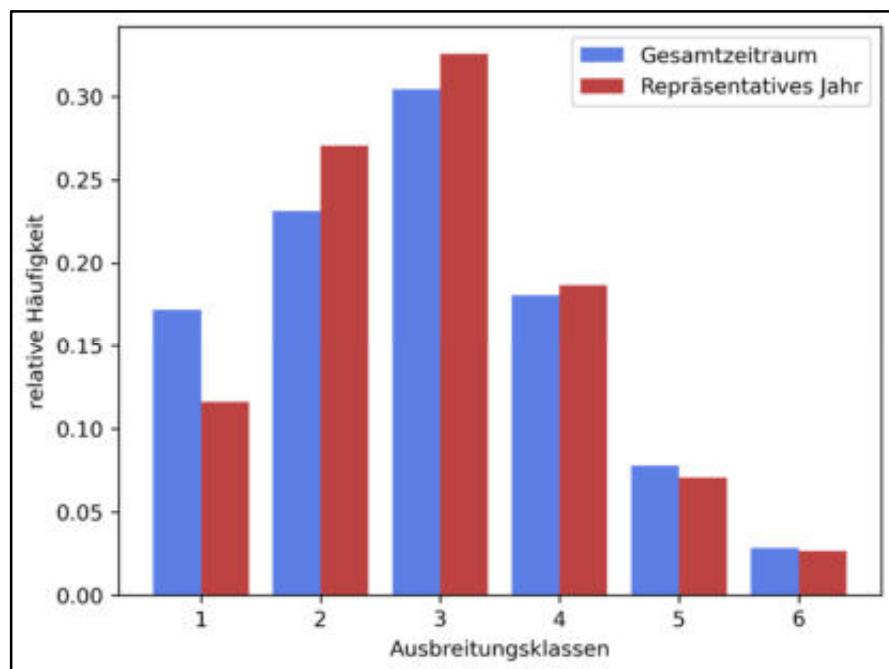


Abbildung A7: relative Häufigkeiten der Ausbreitungsklassen im Vergleich

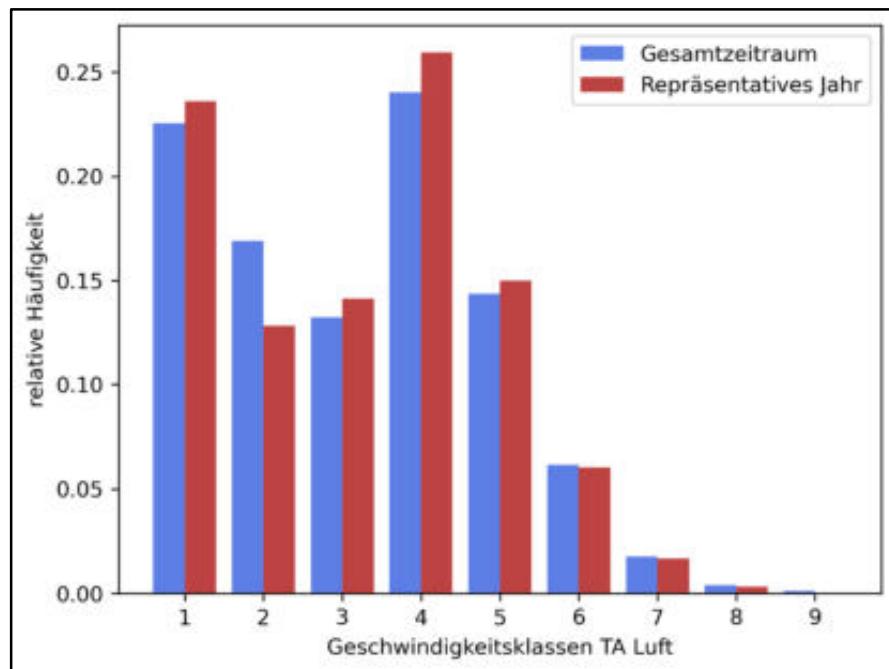


Abbildung A8: relative Häufigkeiten der Geschwindigkeitsklassen im Vergleich

Anhand der Abbildungen wird deutlich, dass das gewählte Jahr repräsentativ die mittleren Verhältnisse des Gesamtzeitraums darstellt. Bei den relativen Häufigkeiten der Nacht- und Schwachwinde sind geringe Abweichungen von den mittleren Verhältnissen auszumachen. Da die Nacht- und Schwachwinde im Hinblick auf die anderen Parameter (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse) die geringste Relevanz aufweist, kann dennoch angenommen werden, dass das gewählte Jahr die mittleren Verhältnisse repräsentativ darstellt.

Anlage 5

Rechenprotokoll TALdia:

2022-06-10 15:49:16 -----

TwnServer:E:/Simulationen/Sommerach/V1

TwnServer:-B~/lib

TwnServer:-w30000

2022-06-10 15:49:16 TALdia 3.1.2-WI-x: Berechnung von Windfeldbibliotheken.

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:50

Das Programm läuft auf dem Rechner "PC-WOELFER".

>>> Abweichung vom Standard (geänderte Einstellungsdatei austal.settings)!

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

```
> ti      "Sommerach_Staub"
> az      "E:\Simulationen\Sommerach\V1\austral.akterm"
> gh      "E:\Simulationen\Sommerach\V1\austral.top"
> ux      32582130.00
> uy      5515990.00
> xa      1625.4      ' Anemometerposition
> ya      5624.4
> ha      12.0
> qs      0
> os      "LOGPLURIS"
> x0      1509.42
> y0      1899.42
> dd      20.00
> nx      290
> ny      190
> z0      0.10      ' Rauhigkeitslänge extern bestimmt
> d0      0.60
> xq      4983.60  4993.21  5011.67  5030.13  5048.59  5067.05  5085.51  5103.97  5122.43  5140.89  5159.35
5177.81  5193.06  5278.09  5333.41  5059.04  5181.28  5273.98
> yq      3637.25  3642.59  3624.47  3606.36  3588.25  3570.13  3552.02  3533.90  3515.79  3497.68  3479.56
3461.45  3478.56  3373.05  3428.38  3590.11  3650.91  3363.21
> hq      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00      0.00      0.00      0.00
> aq      10.99    25.86    25.86    25.86    25.86    25.86    25.86    25.86    25.86    25.86    25.86    22.92
77.54    90.26    144.06   16.21    182.00
> bq      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
263.29    35.88    20.90    312.09
> cq      1.00      1.00      1.00      1.00      1.00      1.00      1.00      1.00      1.00      1.00      1.00      2.00
2.00      5.00      3.00      1.00
> wq      29.05    315.54   315.54   315.54   315.54   315.54   315.54   315.54   315.54   315.54   315.54   48.30
48.30    44.49    45.50    46.00    47.65    47.34
> pm-1    ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?
0.0001944 ?
> pm-2    ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?
0.0011111 ?
> pm-u    ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?
0.001306 ?
> pm25-1   ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?        ?
0.0001944 ?
```

```
> xp    5273.98 5000.28 5672.72
> yp    3363.21 3815.59 3117.48
> hp    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.
Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 16 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 17 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 18 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Steilheit des Geländes ist 0.55 (0.49).
Die Zeitreihen-Datei "E:\Simulationen\Sommerach\V1\zeitreihe.dmda" wird verwendet.
Die Angabe "az E:\Simulationen\Sommerach\V1\austral.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
Prüfsumme TALDIA abbd92e1
Prüfsumme SETTINGS d6aff74e
Prüfsumme SERIES 4fd527cc
2022-06-10 15:50:40 Restdivergenz = 0.011 (1018)
2022-06-10 15:52:04 Restdivergenz = 0.008 (1027)
2022-06-10 15:53:29 Restdivergenz = 0.016 (2018)
2022-06-10 15:54:55 Restdivergenz = 0.010 (2027)
2022-06-10 15:56:24 Restdivergenz = 0.012 (3018)
2022-06-10 15:57:53 Restdivergenz = 0.010 (3027)
2022-06-10 15:59:22 Restdivergenz = 0.009 (4018)
2022-06-10 16:00:50 Restdivergenz = 0.008 (4027)
2022-06-10 16:02:19 Restdivergenz = 0.008 (5018)
2022-06-10 16:03:47 Restdivergenz = 0.008 (5027)
2022-06-10 16:05:15 Restdivergenz = 0.008 (6018)
2022-06-10 16:06:44 Restdivergenz = 0.008 (6027)
Eine Windfeldbibliothek für 12 Situationen wurde erstellt.
Der maximale Divergenzfehler ist 0.016 (2018).
2022-06-10 16:06:45 TALdia ohne Fehler beendet.

Anlage 6

Rechenverlaufsprotokoll Austal3

Szenario 1:

2022-07-01 14:25:22 -----

TalServer:E:\Simulationen\Sommerach\V1

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.1.2-WI-x

Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2021

Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2021

Arbeitsverzeichnis: E:/Simulationen/Sommerach/V1

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

Das Programm läuft auf dem Rechner "PC-WOELFER".

>>> Abweichung vom Standard (geänderte Einstellungsdatei austal.settings)!

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

```
> ti      "Sommerach_Staub_S1"
> az      "E:\Simulationen\Sommerach\V1\ austal.akterm"
> gh      "E:\Simulationen\Sommerach\V1\ austal.top"
> ux      32582130.00
> uy      5515990.00
> xa      1625.4      ' Anemometerposition
> ya      5624.4
> ha      12.0
> qs      0
> os      "LOGPLURIS"
> x0      1509.42
> y0      1899.42
> dd      20.00
> nx      290
> ny      190
> z0      0.10      ' Rauhigkeitslänge extern bestimmt
> d0      0.60
> xq      4985.10  4994.70  5052.77  5111.95  5143.47  5142.27  5143.43
> yq      3637.75  3643.09  3585.07  3536.70  3512.55  3504.00  3512.64
```



```
> hq      0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00  
> aq     10.99  82.08  89.23 153.27 144.06 158.27 144.06  
> bq      0.00   0.00   0.00 140.40  35.88 184.55  35.88  
> cq      1.00   1.00   1.00   2.00   5.00   1.00   2.00  
> wq     29.05 315.03 44.05  45.66  46.00  46.00  46.00  
> pm-1    ?      ?      ?      ? 0.002806  ?      ?  
> pm-2    ?      ?      ?      ? 0.01589  ?      ?  
> pm-u    ?      ?      ?      ? 0.01869  ?      ?  
> pm25-1  ?      ?      ?      ? 0.002806  ?      ?  
> xp     5143.43 5000.28 5672.72  
> yp     3512.64 3815.59 3117.48  
> hp     1.50   1.50   1.50
```

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

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.

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

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

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

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

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

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

Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.

Die maximale Steilheit des Geländes ist 0.55 (0.49).

Die Zeitreihen-Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/zeitreihe.dmdna" wird verwendet.

Die Angabe "az E:\Simulationen\Sommerach\V1\austral.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae

Prüfsumme TALDIA abbd92e1

Prüfsumme SETTINGS d6aff74e

Prüfsumme SERIES b363283c

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"

TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 1)

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm-j00z" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm-j00s" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm-t35z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm-t35s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm-t35i" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm-t00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm-t00s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm-t00i" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm-depz" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm-deps" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm25"
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 1)
TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm25-j00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm25-j00s" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.1.2-WI-x.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
TMO: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm-zbps" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm25"
TMO: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm25-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V1/pm25-zbps" ausgeschrieben.

=====

Auswertung der Ergebnisse:

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

WARNING: 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 : 3.3063 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 5099 m, y= 3629 m (180, 87)

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

PM J00 : 206.0 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 5099 m, y= 3629 m (180, 87)
PM T35 : 432.3 µg/m³ (+/- 1.4%) bei x= 5059 m, y= 3589 m (178, 85)
PM T00 : 903.1 µg/m³ (+/- 1.2%) bei x= 5059 m, y= 3589 m (178, 85)
PM25 J00 : 28.3 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 5099 m, y= 3629 m (180, 87)

=====

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

=====

PUNKT	01	02	03
xp	5143	5000	5673
yp	3513	3816	3117
hp	1.5	1.5	1.5

=====

PM	DEP	0.2215 0.3%	0.0115 1.0%	0.0003 5.0%	g/(m ² *d)
PM	J00	53.0 0.2%	5.6 0.6%	0.2 2.5%	µg/m ³
PM	T35	150.3 1.7%	20.4 3.1%	0.6 22.6%	µg/m ³
PM	T00	360.1 2.0%	69.5 2.6%	3.5 10.4%	µg/m ³
PM25	J00	10.1 0.2%	1.2 0.6%	0.1 3.8%	µg/m ³

=====

2022-07-01 23:09:17 AUSTAL beendet.

Szenario 2:

2022-07-01 14:27:20 -----

TalServer:E:\Simulationen\Sommerach\V2

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.1.2-WI-x

Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2021

Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2021

Arbeitsverzeichnis: E:/Simulationen/Sommerach/V2

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

Das Programm läuft auf dem Rechner "PC-WOELFER".

>>> Abweichung vom Standard (geänderte Einstellungsdatei austal.settings)!

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

```
> ti      "Sommerach_Staub_S2"
> az      "E:\Simulationen\Sommerach\V2\ austal.akterm"
> gh      "E:\Simulationen\Sommerach\V2\ austal.top"
> ux      32582130.00
> uy      5515990.00
> xa      1625.4      ' Anemometerposition
> ya      5624.4
> ha      12.0
> qs      0
> os      "LOGPLURIS"
> x0      1509.42
> y0      1899.42
> dd      20.00
> nx      290
> ny      190
> z0      0.10      ' Rauhigkeitslänge extern bestimmt
> d0      0.60
> xq      4988.84 4998.80 5153.43 4988.59 4998.19 5056.26 5200.77 5240.37 5227.90 5240.32 5111.95
5133.35 5111.95 5240.32
```



> yq	3636.27	3641.26	3482.88	3635.76	3641.09	3583.08	3449.62	3436.76	3420.95	3436.85	3536.70
3610.35	3536.70	3436.85									
> hq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> aq	11.14	221.34	89.23	10.99	82.08	89.23	162.28	144.06	167.79	144.06	153.27
144.06											
> bq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	124.24	35.88	164.01	35.88	140.40
35.88											
> cq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	5.00	1.00	2.00	3.00
> wq	26.57	314.31	44.05	29.05	315.03	44.05	46.33	46.00	45.29	46.00	45.66
46.00											
> pm-1	?	?	?	?	?	?	?	0.002806	?	?	0.0001952
> pm-2	?	?	?	?	?	?	?	0.01589	?	?	0.001106
> pm-u	?	?	?	?	?	?	?	0.01869	?	?	0.001301
> pm25-1	?	?	?	?	?	?	?	0.002806	?	?	0.0001952
> xp	5240.32	5000.28	5672.72								
> yp	3436.85	3815.59	3117.48								
> hp	1.50	1.50	1.50								

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

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.

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

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

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

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

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

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

Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.

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

Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.

Die maximale Steilheit des Geländes ist 0.55 (0.49).

Die Zeitreihen-Datei "E:\Simulationen\Sommerach\V2\zeitreihe.dmda" wird verwendet.

Die Angabe "az E:\Simulationen\Sommerach\V2\austral.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae

Prüfsumme TALDIA abbd92e1

Prüfsumme SETTINGS d6aff74e

Prüfsumme SERIES 596babe4

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"

TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 1)

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm-j00z" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm-j00s" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm-t35z" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm-t35s" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm-t35i" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm-t00z" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm-t00s" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm-t00i" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm-depz" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm-deps" ausgeschrieben.

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm25"

TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 1)

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm25-j00z" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm25-j00s" ausgeschrieben.

TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.1.2-WI-x.

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

TMO: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm-zbpz" ausgeschrieben.

TMO: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm-zbps" ausgeschrieben.

TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm25"

TMO: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm25-zbpz" ausgeschrieben.

TMO: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V2/pm25-zbps" ausgeschrieben.

=====

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 : 3.6924 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 5059 m, y= 3589 m (178, 85)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

PM J00 : 214.0 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 5059 m, y= 3589 m (178, 85)

PM T35 : 492.7 µg/m³ (+/- 1.7%) bei x= 5039 m, y= 3589 m (177, 85)

PM T00 : 1116.1 µg/m³ (+/- 1.5%) bei x= 5059 m, y= 3589 m (178, 85)

PM25 J00 : 29.9 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 5179 m, y= 3509 m (184, 81)

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT	01	02	03
-------	----	----	----

xp	5240	5000	5673
----	------	------	------

yp	3437	3816	3117
----	------	------	------

hp	1.5	1.5	1.5
----	-----	-----	-----

PM	DEP	0.2450	0.4%	0.0151	1.3%	0.0010	4.7%	g/(m ² *d)
----	-----	--------	------	--------	------	--------	------	-----------------------

PM	J00	68.1	0.3%	7.3	0.7%	0.5	2.4%	µg/m ³
----	-----	------	------	-----	------	-----	------	-------------------

PM	T35	190.9	2.8%	25.6	8.7%	1.7	29.7%	µg/m ³
----	-----	-------	------	------	------	-----	-------	-------------------

PM	T00	491.3	2.6%	92.8	4.1%	8.8	10.6%	µg/m ³
----	-----	-------	------	------	------	-----	-------	-------------------

PM25	J00	13.5	0.2%	1.6	0.7%	0.1	2.6%	µg/m ³
------	-----	------	------	-----	------	-----	------	-------------------

2022-07-01 23:09:12 AUSTAL beendet.

Szenario 3:

2022-07-01 14:30:04 -----

TalServer:E:\Simulationen\Sommerach\V3

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.1.2-WI-x

Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2021

Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2021

Arbeitsverzeichnis: E:/Simulationen/Sommerach/V3

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

Das Programm läuft auf dem Rechner "PC-WOELFER".

>>> Abweichung vom Standard (geänderte Einstellungsdatei austal.settings)!

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

```
> ti      "Sommerach_Staub_S3"
> az      "E:\Simulationen\Sommerach\V3\ austal.akterm"
> gh      "E:\Simulationen\Sommerach\V3\ austal.top"
> ux      32582130.00
> uy      5515990.00
> xa      1625.4      ' Anemometerposition
> ya      5624.4
> ha      12.0
> qs      0
> os      "LOGPLURIS"
> x0      1509.42
> y0      1899.42
> dd      20.00
> nx      290
> ny      190
> z0      0.10      ' Rauhigkeitslänge extern bestimmt
> d0      0.60
> xq      5528.04  5539.87  5459.81  5528.04  5539.87  5338.16  5548.45  5390.00  5317.48  5418.17  5548.11
5390.22  5317.48  5317.48
```



> yq	3046.14	3056.82	3144.57	3046.14	3056.82	3279.83	3055.34	3233.95	3340.45	3328.68	3062.18
	3234.96	3340.45	3340.45								
> hq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> aq	15.93	118.79	49.02	15.93	300.70	87.69	43.05	136.63	144.06	16.21	38.64
	144.06										
> bq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	238.62	125.83	35.88	20.90	233.19	168.53
	35.88										
> cq	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	5.00	3.00	1.00	2.00
> wq	42.09	132.38	42.95	42.09	132.13	37.66	47.83	35.04	35.00	37.65	42.28
	35.00										
> pm-1	?	?	?	?	?	?	?	?	0.002806	0.0001944	?
> pm-2	?	?	?	?	?	?	?	?	0.01589	0.001111	?
> pm-u	?	?	?	?	?	?	?	?	0.01869	0.001306	?
> pm25-1	?	?	?	?	?	?	?	?	0.002806	0.0001944	?
> xp	5317.48	5000.28	5672.72								
> yp	3340.45	3815.59	3117.48								
> hp	1.50	1.50	1.50								

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

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.

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

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

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

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

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

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

Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.

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

Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.

Die maximale Steilheit des Geländes ist 0.55 (0.49).

Die Zeitreihen-Datei "E:\Simulationen\Sommerach\V3\zeitreihe.dmda" wird verwendet.

Die Angabe "az E:\Simulationen\Sommerach\V3\austral.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae

Prüfsumme TALDIA abbd92e1

Prüfsumme SETTINGS d6aff74e

Prüfsumme SERIES e322f1a2

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"

TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 1)

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm-j00z" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm-j00s" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm-t35z" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm-t35s" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm-t35i" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm-t00z" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm-t00s" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm-t00i" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm-depz" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm-deps" ausgeschrieben.

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm25"

TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 1)

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm25-j00z" ausgeschrieben.

TMT: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm25-j00s" ausgeschrieben.

TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.1.2-WI-x.

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

TMO: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm-zbpz" ausgeschrieben.

TMO: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm-zbps" ausgeschrieben.

TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm25"

TMO: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm25-zbpz" ausgeschrieben.

TMO: Datei "E:/Simulationen/Sommerach/V3/pm25-zbps" ausgeschrieben.

=====

Auswertung der Ergebnisse:

=====

DEP: Jahresmittel der Deposition



öko – control GmbH

Ingenieurbüro für Arbeitsplatz- und Umweltanalyse

Anlage – Bericht: 1 – 20 – 05 – 490 – 3

Seite XL von XL

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 : 4.0389 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 5479 m, y= 3129 m (199, 62)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

PM J00 : 310.6 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 5479 m, y= 3129 m (199, 62)

PM T35 : 702.3 µg/m³ (+/- 1.4%) bei x= 5479 m, y= 3129 m (199, 62)

PM T00 : 1706.0 µg/m³ (+/- 1.3%) bei x= 5539 m, y= 3049 m (202, 58)

PM25 J00 : 45.6 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 5479 m, y= 3129 m (199, 62)

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT	01	02	03
-------	----	----	----

xp	5317	5000	5673
----	------	------	------

yp	3340	3816	3117
----	------	------	------

hp	1.5	1.5	1.5
----	-----	-----	-----

PM	DEP	0.4351	0.3%	0.0005	6.4%	0.0255	1.0%	g/(m ² *d)
----	-----	--------	------	--------	------	--------	------	-----------------------

PM	J00	71.9	0.2%	0.5	2.8%	6.0	0.6%	µg/m ³
----	-----	------	------	-----	------	-----	------	-------------------

PM	T35	167.5	3.3%	1.1	20.0%	21.5	4.8%	µg/m ³
----	-----	-------	------	-----	-------	------	------	-------------------

PM	T00	477.9	3.0%	18.2	10.9%	47.6	2.9%	µg/m ³
----	-----	-------	------	------	-------	------	------	-------------------

PM25	J00	12.3	0.2%	0.2	2.5%	1.1	0.7%	µg/m ³
------	-----	------	------	-----	------	-----	------	-------------------

2022-07-01 23:03:52 AUSTAL beendet.