öko – control GmbH

Ingenieurbüro für Arbeitsplatz- und Umweltanalyse

Staubimmissionsprognose

für eine Anlage zur zeitweiligen Lagerung und Behandlung von Abfällen

in 34369 Hofgeismar

Auftraggeber: Fuhrunternehmen Heiko Grandjot
Carl-Friedrich-Benz-Straße 2
34369 Hofgeismar

Berichts-Nr.: 1 – 20 – 05 – 124 – 3

Datum: 30.07.2021

öko-control GmbH
Burgwall 13a · 39218 Schönebeck (Elbe)
Telefon: 03928 42738 · Fax: 03928 42739
E-Mail: info@oeko-control.com

Bericht

Auftraggeber:	Fuhrunternehmen Heiko Grandjot Carl-Friedrich-Benz-Straße 2 34369 Hofgeismar
Auftragsgegenstand:	Staubimmissionsprognose für eine Anlage zur zeitweiligen Lagerung und Behandlung von Abfällen in 34369 Hofgeismar
öko-control Berichtsnummer:	1 – 20 – 05 – 124 – 3
öko-control Bearbeiter:	M.Sc. C. Wölfer
Seiten/Anlagen:	37

Anlage 1	Lageplan Emissionsquellen
Anlage 2	Emissionen Umschlag
Anlage 3	Emissionen Fahrwege
Anlage 4	Immissionsraster
Anlage 5	Rechenlaufprotokolle
Anlage 6	QPR
Anlage 7	Stellungnahme zum Geländeeinfluss

öko-control GmbH
Burgwall 13a · 39218 Schönebeck (Elbe)
Telefon: 03928 42738 · Fax: 03928 42739
E-Mail: info@oeko-control.com

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 Aufgabenstellung 5

2 Beschreibung der Anlage 7

3 Beurteilungsgrundlagen 9

3.1 Immissionswerte 9

3.2 Definition Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung 11

4 Örtliche Verhältnisse 13

5 Quellen und deren Emissionen 15

5.1 Umschlag 15

5.2 Abwehungen 20

5.3 Fahrwege 21

5.4 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen 24

5.5 Quellgeometrie 24

5.6 Zeitliche Charakteristik 24

6 Ausbreitungsparameter und Meteorologische Eingangsdaten 25

7 Ausbreitungsrechnungen 29

7.1 Programmsystem 29

7.2 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten 29

7.3 Berücksichtigung von Bebauung 30

7.4 Rechengebiet 31

8 Ergebnisse 32

9 Zusammenfassung 34

10 Regelwerke 35

11 Schlussbemerkung 37

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant auf den Flurstücken 104/23 und 104/19 der Gemarkung Hofgeismar, Flur 5 die Errichtung eines Entsorgungshofs zur zeitweiligen Lagerung und Behandlung von Abfällen. Pro Jahr sollen 100.000 t mineralischer Abfall und sonstige Abfälle sowie 20.000 t Grünschnitt und Altholz eingelagert und mittels Shredder bzw. Brecher und Siebanlagen verarbeitet werden.

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

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wurde die öko-control GmbH Schönebeck als eine nach § 29b (BImSchG) zugelassene Messstelle mit der Ermittlung der vom Betrieb ausgehenden Emissionen und Immissionen beauftragt. Auf der folgenden Abbildung ist das Untersuchungsgebiet dargestellt.

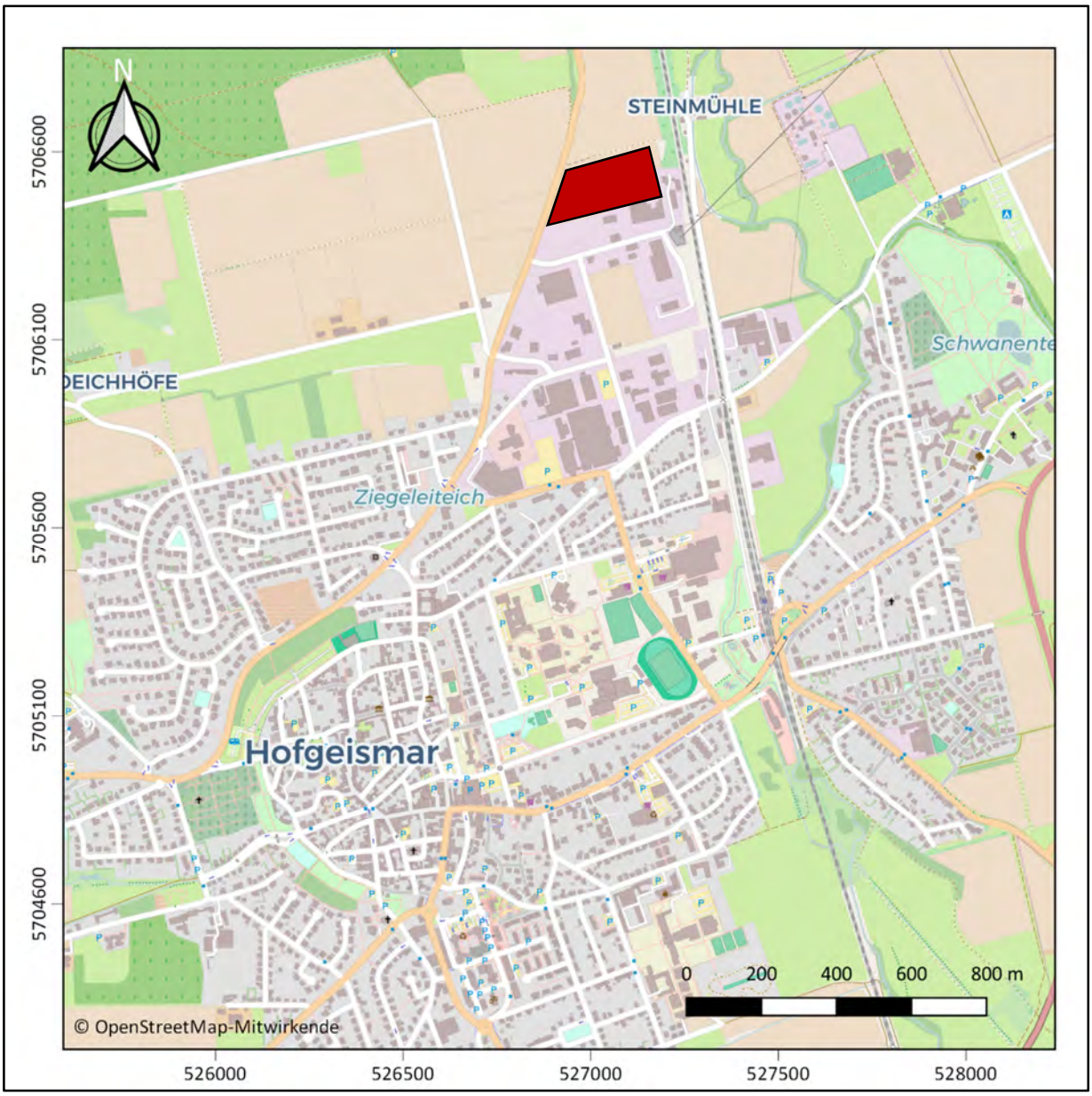


Abbildung 1: Standort des geplanten Entsorgungshofs in 34369 Hofgeismar in UTM Koordinaten (rot markiert)

2 Beschreibung der Anlage

Der Auftraggeber plant auf den Flurstücken 104/23 und 104/19 der Gemarkung Hofgeismar, Flur 5 einen Entsorgungs- und Recyclinghof zu errichten. Die geplante Durchsatzleistung soll 120.000 Tonnen pro Jahr betragen. Davon sollen maximal 20.000 Tonnen Altholz und Grünschnitt pro Jahr zwischengelagert und mittels Shredder mechanisch zerkleinert werden. Des Weiteren ist die Annahme von 100.000 Tonnen mineralischer Abfallstoffe pro Jahr geplant. Dabei handelt es sich um Bauschutt und Straßenkehricht sowie Wertstoffe wie Papier, Glas und Altmetall. Für angelieferten Bauschutt ist die Weiterverarbeitung mittels mobiler Prallbrecheranlage und Siebanlage vorgesehen.

An baulichen Einrichtungen werden die Flächenbefestigungen mit entsprechender Entwässerung, eine Lkw-Waage und Schüttboxen errichtet. Die Zwischenlagerung und Verarbeitung soll in einer Kalthalle mit 10 m hohen Traufdach in separaten Boxen erfolgen, wobei in den nördlichen Schüttboxen Baustoffe bzw. mineralische Abfälle gelagert und verarbeitet sowie nicht weiter verwertete Materialen zwischengelagert werden sollen (Glas, Papier, Altmetall etc.), in den mittleren und südlichen Kalthallen Grünschnitt/Altholz verarbeitet und angeliefert werden sollen (siehe Abb. 2). Mittels LKW angelieferte Materialen werden hierbei direkt in den dafür vorgesehenen Boxen abgekippt. Für die Umschlagvorgänge auf dem Betriebsgelände ist der Einsatz von maximal 3 Radladern sowie eines Baggers geplant. Zudem ist die Errichtung von zwei geschlossenen Hallen (Halle 1 und Halle 2) geplant. Halle 1 soll hierbei als Werkstatt und Lagerhalle zur Verfügung stehen. In Halle 2 ist zudem die Errichtung einer Schlammtrocknungsanlage mit dazugehörigen Abluftkamin geplant. Durchschnittlich beträgt die Zuladung der LKW bei Anlieferung und Abholung in der Kategorie der schweren mineralischen Abfälle ca. 25 t (8.000 Fahrten/Jahr) und den leichten Abfällen wie Grünschnitt ca. 15 t (ca. 2667 Fahrten/Jahr). Die gleichen Mengen werden pro Kalenderjahr wieder abtransportiert. Zur Abholung vorgesehene Materialen werden in Abrollcontainer gelagert und durch Containertausch abgeholt bzw. direkt auf Lkw verladen.

Zur Minderung der Schallimmissionen ist die Errichtung einer 4 m hohen Schallschutzwand am östlichen Rand des Betriebsgeländes geplant.

Die geplanten Betriebszeiten belaufen sich auf Montag bis Freitag von 7:00 bis 20:00 Uhr. Ein Betrieb zur Nachtzeit ist nicht vorgesehen.

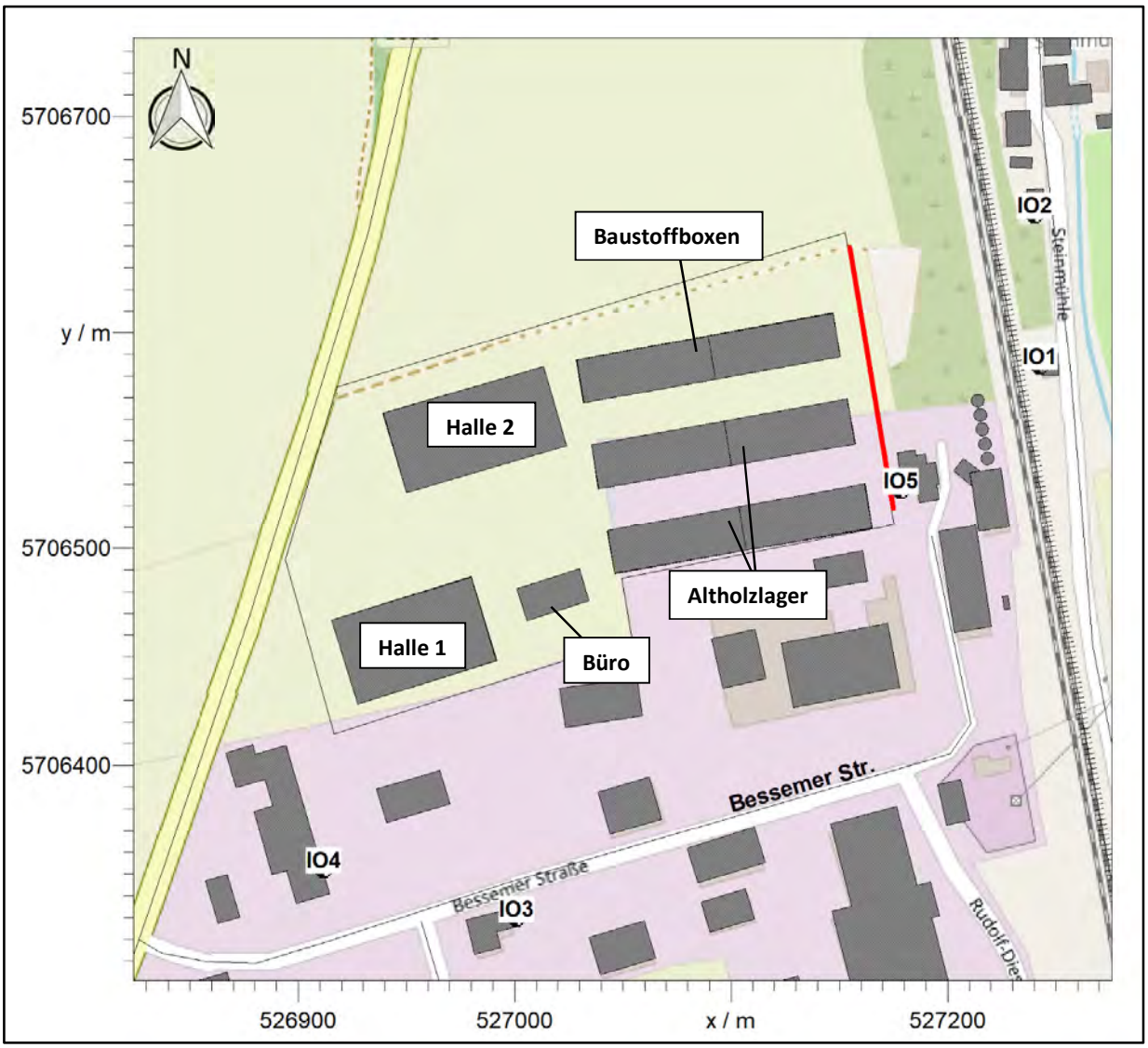


Abbildung 2: Betriebsgelände des geplanten Recyclinghofs in 34369 Hofgeismar

3 Beurteilungsgrundlagen

3.1 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 3: Immissionswerte für Stoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Stoff	Mittelungszeitraum	Konzentration bzw. Deposition
Schwebstaub PM_{10}	Jahr	40 µg/m³
Schwebstaub PM_{10}	Tag	50 µg/m³ 1)
Schwebstaub $PM_{2,5}$	Jahr	25 µg/m³ 2)
Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	Jahr	0,35 g/(m² · 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 PM_{10} einen Wert von 3,0 vom Hundert 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 gemäß Nr. 4.2.1 bzw. Nr. 4.3.1 der TA Luft und § 4 der 39. BImSchV der Schutz vor Gesundheitsgefahren bzw. erheblichen Belästigungen/Nachteilen sichergestellt.

Unter einem PM_{10}-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 (≤ 2,5 µm):	v_s = 0 m/s	v_d = 0,001 m/s
pm-2 (> 2,5 µm und ≤ 10 µm):	v_s = 0 m/s	v_d = 0,01 m/s
pm-u (> 10 µm):	v_s = 0,06 m/s	v_d = 0,07 m/s

3.2 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 setzt sich zusammen aus der Vorbelastung und der Zusatzbelastung durch die betrachtete Anlage.

Zur Überwachung der Immissionssituation in Hessen werden seit 1976 fortlaufend Schwebstaubimmissionsmessungen durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) 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. In den vergangenen fünf Jahren wurden an der nächstgelegenen Messstation Bad Arolsen (ländliches Gebiet) folgende Werte ermittelt:

Tabelle 2: Messwerte Bad Arolsen (2016-2020)

	PM_{10} in mg/m³	$PM_{2,5}$ in µg/m³	Staubniederschlag[1)] in mg/(m²·d)
2016	13,8	10,4	50
2017	14,7	10,6	56
2018	15,0	11,4	71
2019	11,7	8,7	70
2020	10,1	7,2	-
Ø	**13,1**	**9,7**	**61,8**

1) Station Kassel als städtischer Hintergrund

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Hintergrundbelastung für den Anlagenstandort in der Größenordnung dieser Werte liegt.

Da im Umkreis der zu betrachtenden Anlage weitere Betriebe ansässig sind, von denen ebenfalls potentielle Immissionen ausgehen, muss diese Vorbelastung entsprechend berücksichtigt werden. Da keine genauen Angaben über den Betrieb der benachbarten Anlagen vorliegen, wird zur Abschätzung derer Emissionen bzw. Immissionen mit einer Beaufschlagung der Hintergrundbelastung (Messstation *Bad Arolsen*) von 5 µg/m³ für PM_{10}-Immissionen und 4 für $PM_{2,5}$-Immissionen (80 % des PM_{10}-Anteils) gerechnet. Für die Staubdeposition wird ein örtlicher Aufschlag von 20 mg/(m²·d) (ca. 30 % Hintergrundbelastung) vergeben. Demzufolge ergeben sich Werte für die Hintergrundbelastung von **18,1 µg/m³** und **13,7 µg/m³** für PM_{10} und $PM_{2,5}$-Staub sowie **81,6 mg/(m²·d)** für den Staubniederschlag. Diese Werte entsprechen in etwa der Hintergrundbelastung eines Standortes mit Industriecharakter (z.B. Luftmessstation *Wetzlar*).

4 Örtliche Verhältnisse

Die Lage des zu beurteilenden Betriebes sowie dessen Umgebung können der topografischen Karte in Abbildung 1 entnommen werden. Die Koordinaten des Betriebs im UTM-Netz betragen in circa:

Rechtswert	32527116
Hochwert	5706557
Höhe	163 m ü. NN

Hofgeismar liegt in der Hofgeismarer Rötsenke, etwa 21 km nordnordwestlich von Kassel. Es befindet sich unmittelbar südöstlich des Hofgeismarer Stadtwaldes zwischen Trendelburg im Norden und Grebenstein im Süden direkt oberhalb der Einmündung der Lempe in die Esse. Das Gemeindegebiet erstreckt sich zwischen 124 m (an der Esse) und 392 m ü. NN (im Hofgeismarer Stadtwald auf dem Heuberg; mit Fernsehturm), die Kernstadt liegt auf durchschnittlich 165 m Höhe.

Der geplante Anlagenstandort liegt innerhalb eines Gewerbegebietes im Norden der Stadt Hofgeismar. Die Umgebung zeichnet sich durch welliges Gelände aus, wobei der nordwestliche und nordöstliche Bereich überwiegend bewaldet bzw. durch landwirtschaftliche Nutzflächen geprägt ist und durch kleinere bis mittlere urbane Strukturen durchbrochen wird. Weiter in Richtung Süden befinden sich mehrere Gewerbebetriebe sowie Wohngebiete.

Relevante Immissionsorte bezüglich der Beurteilung von Immissionen sind Orte, an denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten (TA Luft 4.6.2.6). In Hinblick auf das Schutzgut Mensch sind die umliegenden Wohnhäuser bzw. Büroräume (IO5) zu bewerten. Die maßgeblichen Immissionsorte sind im Folgenden aufgeführt und in Abbildung 3 hervorgehoben:

- IO1 Steinmühle 3
- IO2 Steinmühle 4
- IO3 Bessemer Str. 6
- IO4 Bessemer Str. 1
- IO5 Bessemer Str. 7

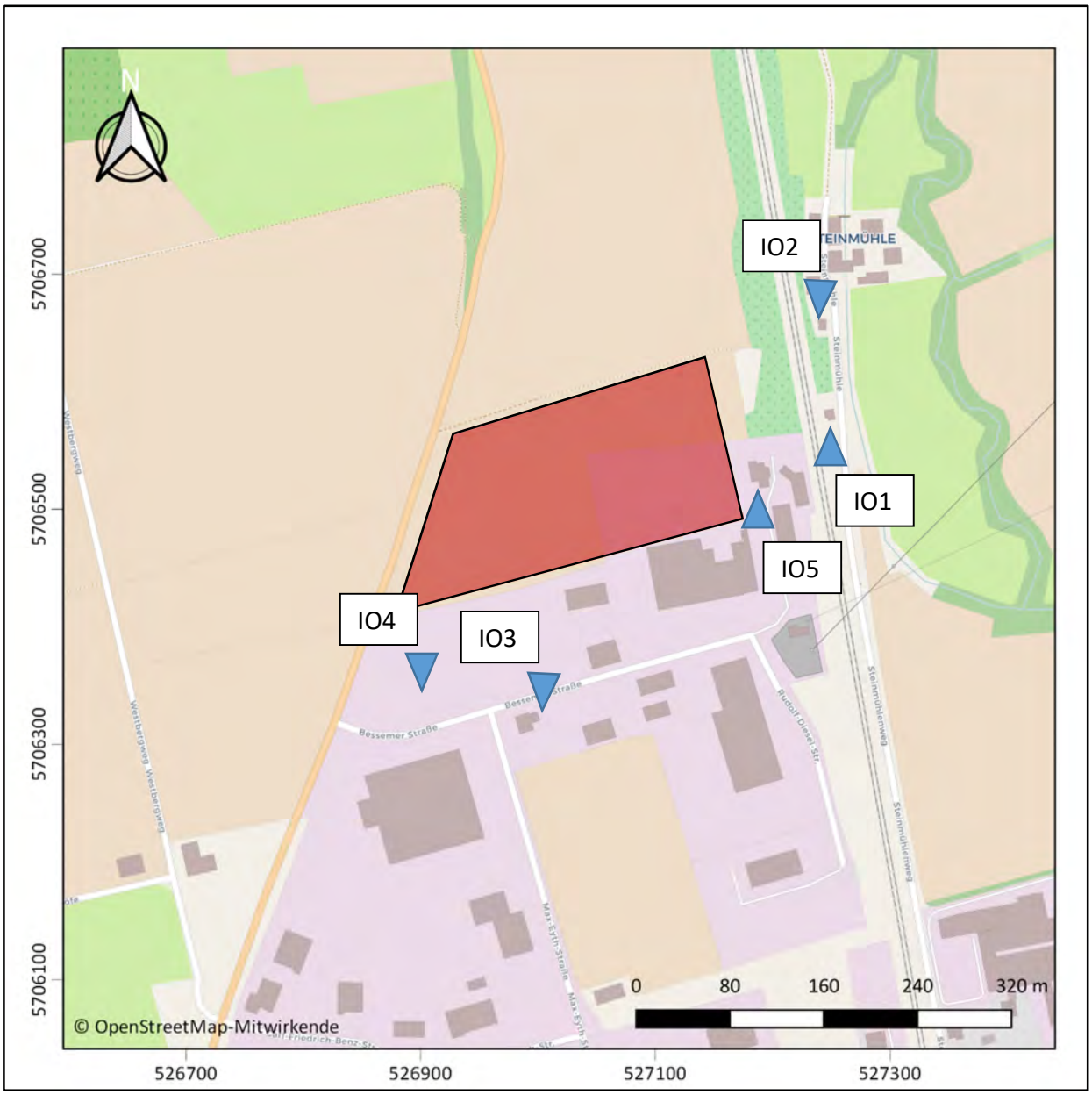


Abbildung 3: Lage der Immissionsorte (blau) in UTM Koordinaten

5 Quellen und deren Emissionen

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

- Aufnahme und Abgabe mittels Radlader, Bagger
- Anlieferung und Abkippen von Material vom Lkw
- Betrieb des Prallbrechers, Siebanlage und Schredder
- Beladen von LKW
- Fahrvorgänge auf dem Betriebsgelände

In Abbildung 2 sind alle berücksichtigten Emissionsquellen dargestellt.

5.1 Umschlag

Gemäß der DIN ISO 3435 [3] werden Schüttgüter 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 Stauben. 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 der umgeschlagenen Materialien wird, soweit möglich, dem Tabellenanhang der VDI 3790 Blatt 3 [4] entnommen. Mineralische Materialien werden in dieser Richtlinie mit Staubneigungen von nicht wahrnehmbar staubend bis schwach staubend eingestuft. Konservativ wird den mineralischen Abfällen eine Staubneigung von *schwach staubend* ($\sqrt{10^3}$) unterstellt (vgl. [10]). Althölzer bzw. Grünschnitt werden mit einer Staubneigung von *nicht wahrnehmbar staubend* ($\sqrt{10^2}$) berücksichtigt. Für die am Standort gelagerten Metallwertstoffe, Schlämme sowie Glas wird angenommen, dass keine relevanten Staubemissionen durch Umschlagprozesse zu erwarten sind. Im Rahmen einer *worst case* Betrachtung wird jedoch angenommen, dass die Gesamtjahresmenge mineralischer Abfälle (100.000 t) als schwach staubendes Material weiterverarbeitet wird.
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} *(g/t$_{Gut}$)* und für die Gutabgabe q_{Ab} *(g/t$_{Gut}$)* und den jeweils in der Zeiteinheit umgeschlagenen Gutmengen.

Die Emissionsfaktoren ergeben sich aus den folgenden Gleichungen:

$$q_{Auf} = q_{norm} \cdot \rho_s \cdot k_U \tag{1}$$

$$q_{Ab} = q_{norm,korr} \cdot \rho_s \cdot k_U \tag{2}$$

mit:

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

Die Schüttdichten der einzelnen Güter ρ_s werden dem Anhang A der VDI 3790, Blatt 3 [4] entnommen oder abgeschätzt bzw. in Absprache mit dem Betreiber ermittelt. Im vorliegenden Fall liegt die mittlere Schüttdichte für mineralische Wertstoffe bei rd. ρ_s = 1,6 t/m³ sowie für Altholz bei rd. ρ_s = 0,3 t/m³.

Entsprechend dem Ort der Aufnahme des Gutes werden dimensionslose Umfeldfaktoren k_U verwendet, da die ermittelten Emissionsfaktoren die Umgebungsbedingungen wie Einhausungen, Absaugungen o.ä. nicht berücksichtigen. Die verwendeten Umfeldfaktoren sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Umfeldfaktoren (dimensionslos)

Ort der Emission	k_U
Lkw mit Abdeckplane, geöffnet	0,9
Halde	0,9
Schüttbox	0,2 [1]

1) einsitig geöffnete Kalthalle; aus gutachterlicher Sicht Emission stark gemindert im Vergleich zu offenen Halden

Die Bestimmung des normierte Emissionsfaktors q_{norm} ist davon abhängig, ob es sich um ein kontinuierliches Verfahren oder ein diskontinuierliches Verfahren handelt.

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

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

mit:

a dimensionsloser Gewichtungsfaktor

M Abwurfmenge in t pro Hub (diskontinuierlich) bzw. in t pro Stunde (kontinuierlich)

Im vorliegenden Fall sind alle Umschlagprozesse diskontinuierlich.

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

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

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:

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

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 5: Werte für Faktor $k_{Gerät}$

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

Für die Emissionen, hervorgerufen durch Zerkleinerungs- und Siebprozesse mineralischer Materialien mittels Prallbrecher und Siebanlage, wird gemäß [16] ein mittlerer Gesamtstaub-Emissionsfaktor von 25 g/t (Brecher) bzw. 14 g/t (Siebanlage) zugrunde gelegt. Für Schredder- und Siebprozesse von Altholz und Grünschnitt wird ein Emissionsfaktor von 15 g/t angesetzt [7]. Diese Faktoren berücksichtigen einen 5 bis 7-maligen Materialumschlag (Aufgabe mit dem Radlader, Förderband, Brechen, Sieben, Abgabe von Band auf Halde usw.).

Im vorliegenden Fall wird bei einer Umschlagmenge von 120.000 t/a, ein Emissionsmassenstrom von **2907,4 g/h** durch Umschlags- und Verarbeitungsprozesse emittiert. Detaillierte Angaben bzgl. der Quantifizierung der Staubemissionen sind in Anlage 2 aufgeführt.

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. 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) abwehfähiges Material innerhalb kurzer Zeit ausgetragen, sodass die Haldenoberfläche an dieser Fraktion verarmt und die Emissions-raten entsprechend rückläufig sind. Verkrustungen des Materials aufgrund von Feuchtigkeitseinfluss und Setzungseffekten haben einen analogen Effekt. Bei Jahresmittelwerten der Windgeschwindigkeiten von unter 3 m/s (in 10 m Höhe), kann der Anteil der Winderosion an der Gesamtemission vernachlässigt werden [7].

In [7] sind in Abhängigkeit der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit Emissionsfaktoren für die Winderosion angegeben. Der Erwartungswert der Windgeschwindigkeit innerhalb des Prüfgebietes liegt bei rd. 3,5 m/s. Da im vorliegenden Fall die Lagerflächen nahezu komplett umschlossen sind (Schüttboxen seitlich geöffnet), wird davon ausgegangen, dass vom geplanten Betriebsgelände keine relevanten Staubemissionen durch Abwehung zu erwarten sind.

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 Betriebsstraßen ist von einem hohen Anteil an Schwerfahrzeugen (Lkw, Radlader, Bagger) auszugehen, woraus sich ein hohes durchschnittliches Flottengewicht ergibt.

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

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

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

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

$$E = k_{Kgv} \cdot (sL)^{0,91} \cdot (W \cdot 1,1)^{1,02} \cdot \left(1 - \frac{p}{365}\right) \cdot (1 - k_M) \qquad (8)$$

mit

sL Flächenbeladung des befestigten Fahrwegs in g/m

Bei trockenen Verhältnissen bringt bereits eine geringe Erhöhung des Feuchtigkeitsgehalts der Fahrbahnoberfläche eine deutliche Verringerung der Staubemissionen. Dadurch kann eine Emissionsminderung gegenüber trockenen Verhältnissen von ca. 50 % erreicht werden. Bei Niederschlagsereignissen können die Befeuchtungsmaßnahmen entsprechend ausgesetzt werden

Die motorbedingten Emissionen werden auf Basis der Datenbank des Schweizer Bundesamtes für Umwelt BAFU [13] ermittelt. Aus dieser Datenbank lassen sich typische Angaben zu spezifischen Emissionsfaktoren (kg/h) der Maschinen und Geräte des Offroad-Sektors ermitteln. Für Baumaschinen der Leistungsklasse 300 – 560 kW (Jahr 2020) wird im Mittel ein Emissionsfaktor von 0,0013 kg/h ausgegeben. Berücksichtigt wurden hierbei u.a. Walzenzüge, Planierraupen, Bagger, Lader, Kipper, Dumper und Lkw. Für Radlader, Bagger, Siebmaschine und Brecher wird dieser Emissionswert jeweils über die gesamte Betriebszeit angesetzt. Durch das hohe Aufkommen von Lkw-Transporten (ca. 5 pro Stunde) wird auch für die Lkw-Fahrwege eine Emission über die gesamte Betriebszeit angenommen. 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.

In Anlage 3 sind die Emissionsdaten aufgrund von Staubaufwirbelungen tabellarisch zusammengefasst. Im vorliegenden Fall sind alle Fahrwege als befestigt zu erachten.

Tabelle 6: Emissionsmassenströme „Fahrwege“

Bereich	Länge Fahrweg in m (Hin-u. Rückfahrt)	Anzahl Fahrten pro Stunde	Emissionsmassenstrom in g/h		
			$PM_{2,5}$	PM_{10}	TSP
FW 1: Fahrweg Lkw mineralische Abfälle	350	2,4	15,5	64,0	333,2
FW 2: Fahrweg Lkw Grünschnitt Altholz	350	0,8	5,2	21,3	111,1
FW 3: Fahrweg Bagger und Radlader [1]	50	50	36,7	121,292	631,894

1) als Flächenquelle modelliert

5.4 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen

Für die Schüttgüter wird der Anteil des Feinstaubes bei Umschlagsvorgängen mit 25 % der Gesamtstaubemission angesetzt. Die Partikel mit der Größe ≤ 2,5 µm gehen wiederum mit einem Anteil von 50 % in die Berechnungen ein [16].
Für die Staubemissionen aus der Abwehung wird ein Anteil von 50 % PM_{10} angesetzt, wovon wiederum 50 % der Fraktion $PM_{2,5}$ µm zugeordnet wurden [7].

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 Volumen- (Umschlagsprozesse mit vertikale Ausdehnung von 10 m, Fahrweg Radlader/Bagger mit vertikale Ausdehnung von 1 m) und vertikale Flächenquellen (Fahrwege LKW mit vertikale Ausdehnung von 1 m) angenähert.

5.6 Zeitliche Charakteristik

Die Emissionen werden gleichmäßig auf 3.380 h/a (Montag – Freitag, 7.00 – 20.00) Uhr verteilt.

6 Ausbreitungsparameter und 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 [11] 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 östlicher Richtung. Einige Windmessstandorte zeigen abweichend von diesen für ganz Deutschland typischen Windrichtungen ein regional geprägtes Windfeld.

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.

Die Freiflächen nördlich des Standorts sind solche Kaltluftproduzenten, d.h. bei windschwachen Strahlungswetterlagen werden sich bodennahe Emissionen in Abhängigkeit von vorhandenen Hindernissen zusammen mit den Kaltluftflüssen hangabwärts ausbreiten. Kaltluft fängt erst bei Geländeneigungen von mindestens 1 bis 2 Grad (entspricht einem Höhenunterschied von 1 bis 3 m auf einer 100 m langen Strecke) an zu fließen. Jedoch können Kaltluftabflüsse bereits durch kleine Hindernisse wie Häuser und Bäume bereits völlig zum Erliegen kommen. Ein signifikanter Einfluss auf die Richtungsverteilung des Windes durch Kaltluftflüsse wird für den Standort daher nicht angenommen, da sämtliche Immissionsorte in östlicher bzw. südlicher Richtung gelegen sind und somit Kaltluftabflüsse durch die Bebauung verhindert werden.

Im Rahmen einer qualifizierten Prüfung meteorologischer Daten (QPR siehe Anlage 6) wurde die Station *Hofgeismar* (Kennung 94420) als ausreichend repräsentativ für den zu betrachtenden Standort gewählt [10].

„(…) Insgesamt lässt der Standort aufgrund der geografischen Lage in Verbindung mit der Oro- und Topografie eine Windrichtungsverteilung bzw. Windspektrumsmerkmale erwarten, die einer Binnenland-Station entsprechen. Das Gelände und die Nutzungen im beurteilungsrelevanten Gebiet geben Anlass zu der Annahme, dass die regionalen Windverhältnisse durch die lokalen bodennahen Einflüsse in der Standortumgebung modifiziert werden. Hier kommen vorwiegend moderate lokale Einflüsse auf die regionalen Verhältnisse und die vorhandene Oro- bzw. Topografie zum tragen. Nennenswerte Kaltluftabflüsse treten aufgrund geringer Reliefenergie nicht auf…

Im Vergleich der Erwartungswerte für Schwachwindhäufigkeiten und mittlere Windgeschwindigkeiten zeigt sich unter Berücksichtigung der Rauigkeitsverhältnisse, dass der Stationsstandort in Hofgeismar die besten Übertragungseigenschaften aufweist.“

Tabelle 7: Meteorologische Daten

Wetterstation	Hofgeismar
Typ	AKTerm
Repräsentatives Jahr	01.01.2009 – 31.12.2009
Primäres Maximum (Windrichtungsverteilung)	300°
Sekundäres Maximum	220°
Minimum (Windrichtungsverteilung)	360°
Höhe ü. NN	258 m
Windgeberhöhe über Grund	10 m
Entfernung zum Standort	ca. 2 km

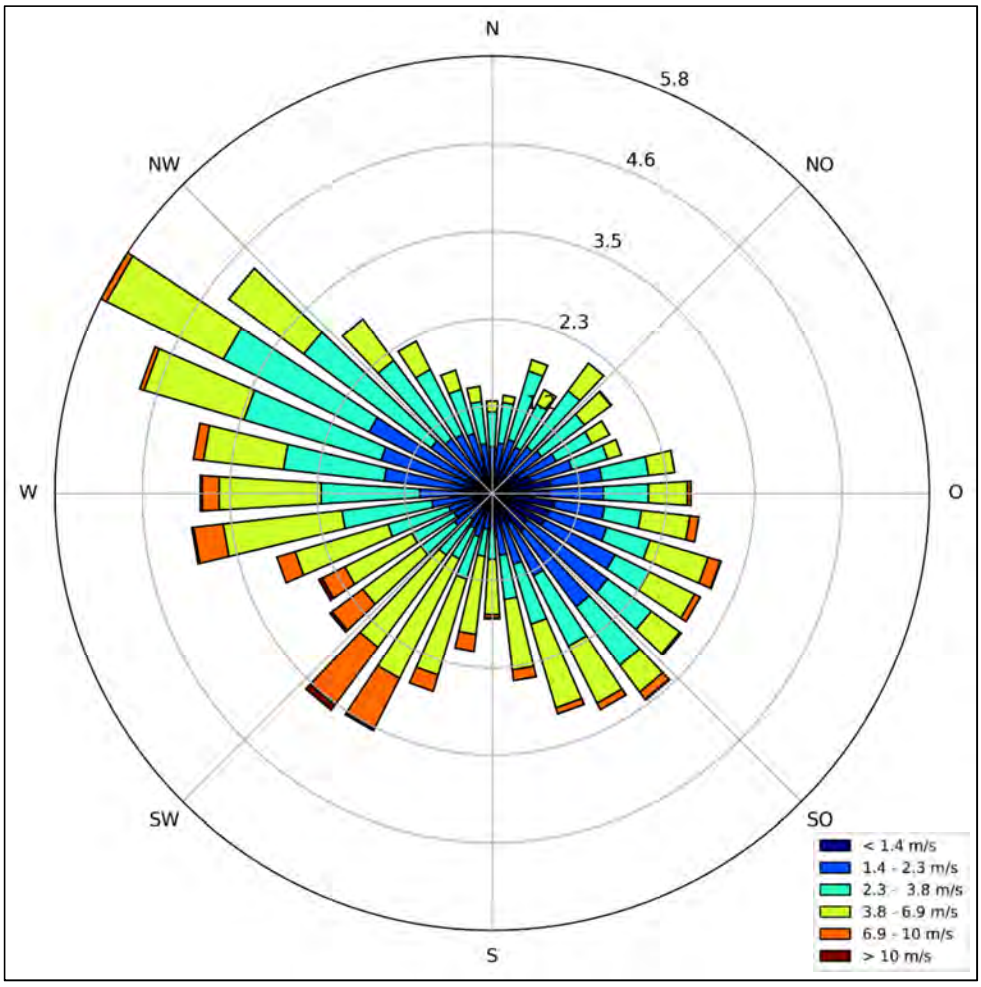


Abbildung 4: Windrosen der Stationen Hofgeismar (01/2009-12/2009)

Die Anemometerposition kann sich auf den Ort beziehen, an dem die meteorologischen Größen tatsächlich gemessen wurden, jedoch auch ein Ersatzort sein, der als repräsentativ für die gemessenen Größen angesehen werden kann. Für Rechnungen in ebenem Gelände kann die Anemometerposition an eine beliebige Stelle im Rechengebiet gesetzt werden, da in diesem Fall die meteorologischen Profile standortunabhängig sind.

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 den Schornstein bzw. Emissionsschwerpunkt festzulegen, dessen Radius das 10fache der Bauhöhe des Schornsteins beträgt. Gemäß [12] empfiehlt sich bei Quellhöhen unter 20 m ein Radius von mindestens 200 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 AUSTAL2000 angegliederten, auf den Daten des CORINE-Katasters basierenden Software *rl_inter*. Es ist zu prüfen, ob sich die Landnutzung seit Erhebung des Katasters wesentlich geändert hat.

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.

Die Bodenrauigkeit am Standort in Hofgeismar wurde innerhalb eines Umkreises von ca. 200 m mit 0,5 bestimmt. Grundsätzlich ist von einem Wechsel zwischen *nicht bewässertem Ackerland* (z_0 = 0,05) und *nicht durchgängig städtischer Prägung* (z_0 = 1,0) auszugehen. Für eine Bodenrauigkeit von z_0 = 0,5 wird in der AKTerm eine Anemometerhöhe von 7,7 m angegeben.

7 Ausbreitungsrechnungen

7.1 Programmsystem

Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit dem Programm IMMI 2020 der Firma Wölfel Messsysteme Software GmbH & Co durchgeführt. Die Berechnungen erfolgten entsprechend dem Referenzmodell AUSTAL2000. Mittels des zum Programmsystem AUSTAL2000 gehörenden diagnostischen Windfeldmodells ist es möglich, den Einfluss des Geländes und der Bebauung auf die Wind- und Ausbreitungsverhältnisse explizit zu berücksichtigen.
Die Qualitätsstufe, mit der die Berechnungen durchgeführt wurden sind, betrug +2.

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 3 der TA Luft sind Geländeunebenheiten zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7fachen der Schornsteinbauhöhe 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 überschreitet und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können.

Gemäß [9] wird der Einfluss der Geländeunebenheiten auf die Ausbreitungsrechnung bereits durch die vorhandenen Wetterdaten abgebildet. Eine explizite Berücksichtigung von Geländeunebenheiten erfolgt somit nicht (siehe Anlage 7).

„(…) Die Ausbreitungsberechnungen können ohne die Windfeldberechnungen erfolgen, da der Geländeeinfluss bereits in der AKTerm abgebildet ist.“ [9]

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 [11] 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.“

Im vorliegenden Fall handelt es sich ausschließlich um boden- und gebäudenahe, diffuse Emissionen. Für Emissionsquellen dieser Art werden in Anhang 3 der TA Luft keine Regelungen getroffen. Um dennoch eine sachgerechte Beurteilung der Gebäudeeinflüsse vornehmen zu können, wurden die Gebäude im Modell zwar nicht explizit aufgerastert, vielmehr noch wurden sämtliche Emissionsquellen in Form von Volumenquellen bzw. vertikal ausgedehnten Flächenquellen modelliert. Hierbei wird der verstärkten vertikalen Durchmischung in Lee der am Standort vorhandenen, quellnahen Gebäude Rechnung getragen. In vielen Fällen wird hiermit die Immission im Nahbereich stark überschätzt (Empfehlung gemäß dem Seminar „Ausbreitungsrechnung als Bestandteil der Immissionsprognose nach TA Luft“, 22.05.2019, Bildungszentrum Essen).
Durch die bodennahe Freisetzung ist zudem nicht mit gebäudeinduzierten Downwash-Effekten zurechnen. Außerdem sind nahelegende Immissionsorte frei anströmbar (z.B. IO5) wohingegen weiter entfernte Immissionsorte (z.B. IO1) sicher außerhalb der Turbulenzfelder umgebener Gebäude liegen.

7.4 Rechengebiet

Die Wahl des Rechengebietes bezüglich der Ausbreitung von Partikeln orientiert sich an den Anforderungen der TA Luft (Nr. 7, Anhang 3). Demnach ist das Rechengebiet als das Innere eines Kreises festzulegen, dessen Radius der 50-fachen Schornsteinbauhöhe entspricht. Als kleinster Radius sind 1.000 m zu wählen.

Im vorliegenden Fall weist das Rechengebiet eine Maschenweite von 2 m x 2 m mit einer Gesamtausdehnung von 285 m x 285 m, um eine Mindestauflösung von 5 Rechenrastern zwischen nächstem Immissionsort und dem Plangebiet vorweisen zu können. Die Ausdehnung des Rechengebietes gewährleistet, dass das Plangebiet in seiner gesamten Ausdehnung berücksichtigt wird sowie der Nähe zwischen Plangebiet und Emissionsquellen Rechnung getragen wird.

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 Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur.

8 Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die berechneten Immissionskenngrößen an den nächstgelegenen, maßgeblichen Immissionsorten zusammengefasst dargestellt. In Anlage 4 sind die jeweiligen Immissionsraster dargestellt. Anlage 5 beinhaltet die Rechenlaufprotokolle des Referenzmodells AUSTAL2000. 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 PM_{10}-Konzentration besteht aus der Summe der Einzelwerte der Konzentration der Korngrößenklassen pm-1 und pm-2.

Tabelle 8: Ergebnisse Zusatzbelastung

Immissionsorte	Zusatzbelastung			Gesamtbelastung		
	PM_{10} in µg/m³	$PM_{2,5}$ in µg/m³	Staubdep. in mg/(m² d)	PM_{10} in µg/m³	$PM_{2,5}$ in µg/m³	Staubdep. in mg/(m² d)
IO1	3,2	1,9	39,1	21,3	15,6	120,9
IO2	2,1	1,1	23,1	20,8	15,8	104,9
IO3	0,6	0,3	4,4	18,7	14,3	86,2
IO4	0,6	0,3	4,9	18,7	14,3	86,7
IO5	11,3	4,8	152,8	29,4	18,5	234,6
Immissionswerte	**1,2**	**0,75**	**10,5**	**40**	**25**	**350**

Die höchsten Belastungen treten in unmittelbarer Nähe zur Vorhabenfläche bzw. der Emissionsquellen auf. Die Irrelevanzschwelle wird mit Ausnahme von Immissionsort IO3 und IO4 an allen Immissionsorten und für alle zu betrachtenden Größen überschritten. Unter Berücksichtigung der Vorbelastung werden in der Gesamtbelastung die Jahres-Immissionswerte für Feinstaubkonzentrationen der Klassen PM_{10} und $PM_{2,5}$ sowie Gesamt-Staubniederschlag sicher unterschritten.

Die TA Luft enthält neben den Immissionsgrenzwerten für die Jahresmittelwerte von PM_{10} auch Immissionsgrenzwerte für den Kurzzeitwert (Tagesmittelwert) von PM_{10}, 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.

In der TA Luft (Kommentierung Nr. 4.7.2) heißt es weiterhin:

„Ebenfalls als eingehalten gilt der Immissions-Tages-Wert, wenn eine – nicht näher beschriebene Auswertung zeigt, dass die zulässige Überschreitungshäufigkeit (z.B. 35 für PM10) eingehalten ist (…)“

In [15] wird basierend auf mehrjährigen PM_{10}-Messungen ein statistischer Zusammenhang zwischen dem PM_{10}-Jahresmittelwert und der Anzahl an Überschreitungstagen des Immissionswertes für den Tag abgeleitet. Danach kann bei einem PM_{10}-Jahresmittel unter 30 µg/m³ davon ausgegangen werden, dass die zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen eingehalten wird.

Für das geplante Mehrfamilienhaus kann somit auf Grundlage der in [16] dargestellten Zusammenhänge geschlussfolgert werden, dass bei einer Gesamtbelastung von maximal 29,4 µg/m³ (IO5) der Immissions-Tageswert eingehalten ist.

In Nr. 9 des Anhangs 3 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 kleiner als 0,1 % des PM_{10}-Jahresimmissionswertes (IO5) ist diese Bedingung erfüllt.

9 Zusammenfassung

Der Auftraggeber plant auf den Flurstücken 104/23 und 104/19 der Gemarkung Hofgeismar, Flur 5 einen Entsorgungshof zur zeitweiligen Lagerung und Behandlung von Abfällen zu errichten. Pro Jahr sollen 100.000 t mineralischer Abfall und sonstige Abfälle sowie 20.000 t Grünschnitt und Altholz eingelagert und mittels Shredder bzw. Brecher und Siebanlagen verarbeitet werden.

Hierzu ist der Nachweis zu erbringen, dass die Feinstaubimmission und Staubdepositionen verursacht durch die geplante Deponie sich nicht schädlich auf das Schutzgut Mensch auswirken.

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

- Für alle geplanten Abbauabschnitte wird eine Einhaltung der Immissionswerte für PM_{10}, $PM_{2,5}$ und Staubdeposition unter Einbeziehung der Hintergrundbelastung an allen maßgeblichen Immissionsorten vorhergesagt.
- Eine Überschreitung des Tagesmittelwertes für PM_{10} an mehr als 35 Kalendertagen pro Jahr ist nicht zu erwarten.

10 Regelwerke

[1] TA-Luft, Technische Anleitung zur Reinhaltung des Luft, Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetzt vom 24.07.2002

[2] 39. BImSchV, Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen) vom 02.08.2010 (BGBl. I S. 1065)

[3] DIN ISO 3435, Stetigförderer; Klassifizierung und Symbolisierung von Schüttgütern, 1979

[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 - Depositionsparameter, 2006

[7] Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen, 2013 Rev. 1, Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, 2013

[8] VDI 3790 Blatt 4, Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Fahrzeugbewegungen auf gewerblich-industriellem Betriebsgelände, 2018

[9] Stellungnahme zum Geländeeinfluss und seiner Modellierung, Prüfung der Notwendigkeit des Einsatzes eines prognostischen Windfeldmodells für den Standort Hofgeismar (Kassel), argusim UMWELT CONSULT André Förster, 2017

[10] Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten gemäß VDI Richtlinie 3783 Blatt 20 für ein Prüfgebiet bei Hofgeismar (Kassel), argusim UMWELT CONSULT André Förster, 2017

[11] VDI 3783-13, Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft, 2010

[12] Ermittlung des PM10-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschuttaufbereitungsanlagen, Kummer et al.

[13] BAFU, 2015: Non-road-Datenbank unter

https://www.bafu.ad-min.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/non-road-datenbank.html

[14] Leitfaden zur Erstellung von Immissionsprognosen mit AUSTAL2000 in Genehmigungsverfahren nach TA Luft und der Geruchsimmissionsrichtlinie – Merkblatt 56, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, 2006

[15] Immissionsschutzbegutachtungen, Grundlagen Teil 1: Immissionsprognosen, Ausbreitungsrechnungen mit AUSTAL2000, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 2015

[16] „PM10 – Anzahl Überschreitungen Tagesmittel-Grenzwert versus Jahresmittelwert“, Texte 69 / 2013, Umweltbundesamt für Mensch und Umwelt, 2013

[17] Bund-Länder-Kooperation VKoopUIS: Fachhilfe für BUBE online – Betriebliche Umweltdatenberichtserstattung – Emissionsspektren und Emissionsfaktoren für die Berechnung von Emissionen 11. BImSchV, Stand 20.12.2012

[18] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) vom 26. September 2002, zuletzt geändert am 2. Juli 2013 (BGBl. I S. 1943)

[19] Lageplan

[20] Erläuterungsbericht

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, 30.07.2021

Dipl.-Ing. M. Hüttenberger
-geprüft-

M.Sc. Christian Wölfer
-bearbeitet-

_____Anlage 1_____

öko-control GmbH
Burgwall 13a · 39218 Schönebeck (Elbe)
Telefon: 03928 42738 · Fax: 03928 42739
E-Mail: info@oeko-control.com

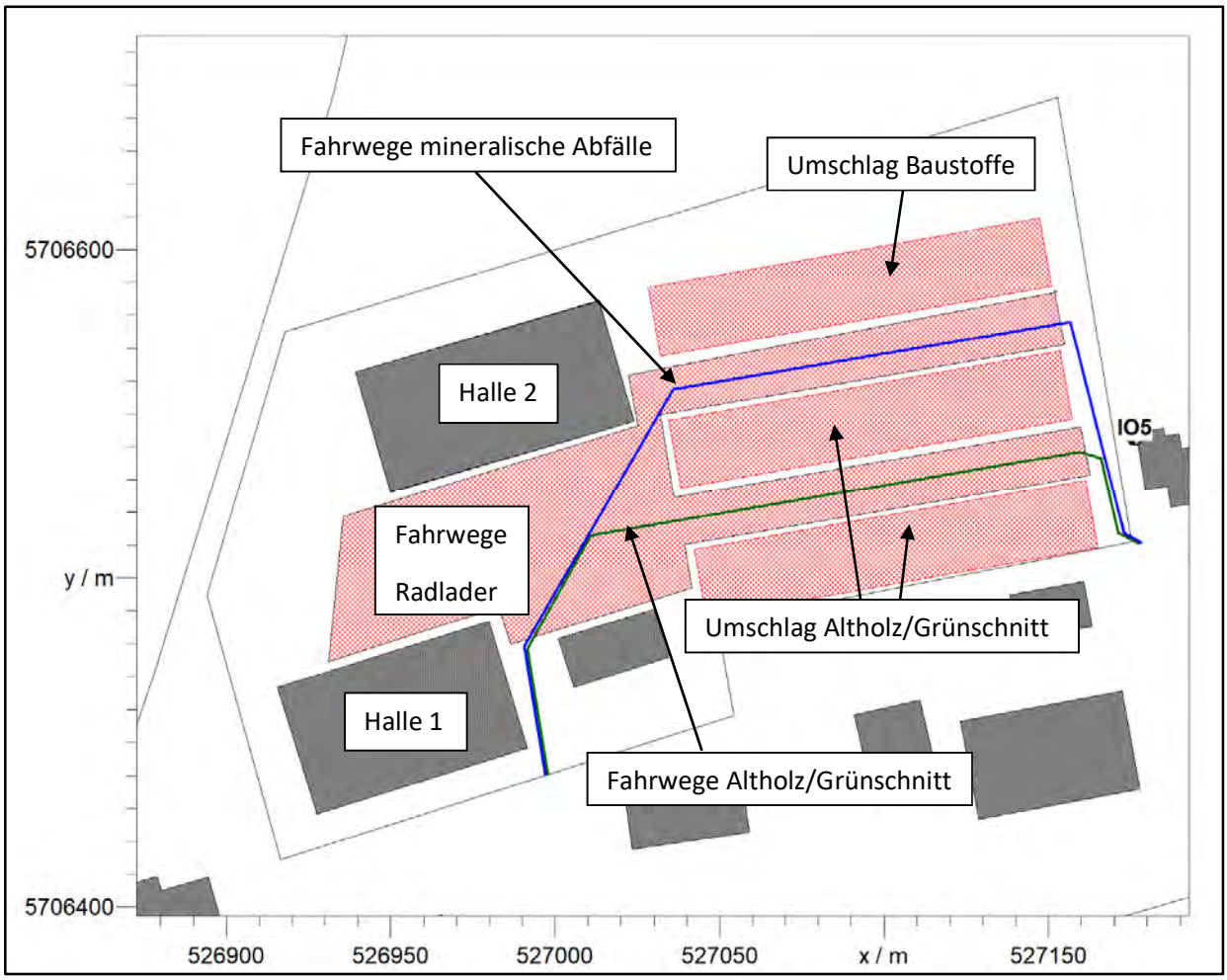


Abbildung A1: Lageplan Emissionsquellen (Volumenquellen rot schraffiert) in UTM-Koordinaten

_____Anlage 2_____

öko-control GmbH
Burgwall 13a · 39218 Schönebeck (Elbe)
Telefon: 03928 42738 · Fax: 03928 42739
E-Mail: info@oeko-control.com

Mineralische Abfälle

Volumen m³	Schütt-dichte t/m³	Staubneig-ung	M in t	qnorm in g/t_gut * m³/t	H_frei	H_Rohr	k_reib	kH	k_gerät	qnorm,korr in g/t_gut * m³/t	ku	q_auf in g/t_gut	q_ab in g/t_gut	Umschlag-Prozess
	1,6	31,6	**25**	**17,076**	3	0	0	**1,66**	1,5	**21,26**	0,2	**0**	**6,803**	A
3	1,6	31,6	**4,8**	**38,971**						**0**	0,2	**12,471**	**0**	B
3	1,6	31,6	**4,8**	**38,971**						**0**	0,2	**12,471**	**0**	C
	1,6	31,6										**40**	**0**	D
3	1,6	31,6	**4,8**	**38,971**	1	0	0	**0,42**	1,5	**12,276**	0,2	**0**	**3,928**	E
3	1,6	31,6	**4,8**	**38,971**	1	0	0	**0,42**	1,5	**12,276**	0,9	**0**	**17,677**	F

Menge V m³/a	Menge m t/a	Emission kg/a	Wirkzeit h/a	M in g/h	Minderung	M in g/h
62500	100000	680,3	3380	201,3	0	**201,3**
62500	100000	1247,1	3380	369,0	0	**73,8**
62500	100000	1247,1	3380	369,0	0	**369,0**
62500	100000	4000,0	3380	1183,4	0	**1183,4**
62500	100000	392,8	3380	116,2	0	**116,2**
62500	100000	1767,7	3380	523,0	0	**523,0**
					Gesamt	**644,0**
					PMU	**483,022**
					PM10	**80,5037**
					PM2,5	**80,5037**

	ABC	D	CEF	Gesamt
Gesamt	**644,0**	**1183,4**	**1008,2**	**2835,6**
PMU	**483,022**	**887,57**	**756,1243**	**2126,7**
PM10	**80,5037**	**147,93**	**126,0207**	**354,5**
PM2,5	**80,5037**	**147,93**	**126,0207**	**354,5**

	Umschlag-Prozess
A	Abkippen vom LKW
B	Radlader nimmt 20 % der Masse auf zum Verteilen
C	Radlader nimmt auf
D	Sieben und Brechen
E	Abkippen auf Halde
F	Beladen LKW/Container

Bemerkung: (A) Laut Vorhabenbeschreibung werden jeweils 25 t Material angeliefert und auf die Halde innerhalb der jeweiligen Schüttboxen abgekippt. (B) Es wird davon ausgegangen, dass das angeliefert Material mittels Radlader auf der Halde verteilt wird. (C) Zum Verarbeiten wird durch einen Radlader/Bagger Material aufgenommen (D) und in den Prallbrecher bzw. Siebanlage gegeben. Staubemission durch Materialaufgabe, Verarbeitung (sieben und brechen) sowie Ausgabe sind bereits Emissionsmassenstrom von 40 g/t (Brecher 25 g/t, Siebanlage 15 g/t, kein ku). (E) Verarbeitete Materialen werden aufgehaldet bzw. in Schüttboxen gegeben. (C) Zum Abtransport werden die Material aufgenommen und (F) auf LKW oder Container verladen.

Altholz/Grünschnitt

Volumen m³	Schütt-dichte t/m³	Staubneig-ung	M in t	qnorm in g/t_gut * m³/t	H_frei	H_Rohr	k_reib	kH	k_gerät	qnorm,korr in g/t_gut * m³/t	ku	q_auf in g/t_gut	q_ab in g/t_gut	Umschlag-Prozess
	0,3	10,0	**15**	**6,971**	3	0	0	**1,66**	1,5	**8,679**	0,2	**0**	**0,521**	A
3	0,3	10,0	**0,9**	**28,46**						**0**	0,2	**1,708**	**0**	B
3	0,3	10,0	**0,9**	**28,46**						**0**	0,2	**1,708**	**0**	C
3	0,3	10,0	**0,9**	**28,46**								**15**	**0**	D
3	0,3	10,0	**0,9**	**28,46**	1	0	0	**0,42**	1,5	**8,965**	0,9	**0**	**2,421**	E
3	0,3	10,0	**0,9**	**28,46**	1	0	0	**0,42**	1,5	**8,965**	0,9	**0**	**2,421**	F

Menge V m³/a	Menge m t/a	Emission kg/a	Wirkzeit h/a	M in g/h	Minderung	M in g/h				
66666,667	20000	10,4	3380	3,1	0	**3,1**		A	Abkippen vom LKW	
66666,667	20000	34,2	3380	10,1	0	**2,0**		B	Radlader nimmt 20 % der Masse auf zum Verteilen	
66666,667	20000	34,2	3380	10,1	0	**10,1**		C	Radlader nimmt auf	
66666,667	20000	300,0	3380	88,8	0	**17,8**		D	Schreddern und Sieben	
66666,667	20000	48,4	3380	14,3	0	**14,3**		E	Abkippen auf Halde	
66666,667	20000	48,4	3380	14,3	0	**14,3**		F	Beladen LKW	
					Gesamt	**15,2**	**17,8**	**38,8**	**35,9**	
					PMU	**11,408**	**13,314**	**29,1**	**26,9**	
					PM10	**1,90133**	**2,2189**	**4,84**	**4,5**	
					PM2,5	**1,90133**	**2,2189**	**4,84**	**4,5**	
						ABC	D	CEF	Gesamt je Holzlager	

Bemerkung: (A) Laut Vorhabenbeschreibung werden jeweils 15 t Material angeliefert und auf die Halde innerhalb der jeweiligen Schüttboxen abgekippt. (B) Es wird davon ausgegangen, dass das angeliefert Material mittels Radlader auf der Halde verteilt wird. (C) Zum Verarbeiten wird durch einen Radlader/Bagger Material aufgenommen (D) und in den Schredder bzw. Siebanlage gegeben. (D) Staubemission durch Materialaufgabe, Verarbeitung (shreddern) sowie Ausgabe sind bereits Emissionsmassenstrom von 15 g/t. (E) Verarbeitete Materialen werden aufgehaldet bzw. in Schüttboxen gegeben. (C) Zum Abtransport werden die Material aufgenommen und (F) auf LKW oder Container verladen.

_____Anlage 3_____

öko-control GmbH
Burgwall 13a · 39218 Schönebeck (Elbe)
Telefon: 03928 42738 · Fax: 03928 42739
E-Mail: info@oeko-control.com

Fahrwege Radlader									
Feinstaub	**k_Kgv**	**sL**	**p**	**W in t**	**k_M**	**E in g/km pro Fahrt**	**Fahrstrecke in km**	**Anzahl Fahrten**	**Massenstrom in g/h**
PM2,5	0,15	5	135	22	0	14,672	0,05	50	36,68
PM10	0,62					60,646			151,615
PM30	3,23					315,947			789,868

Fahrwege LKW - Mineralische Abfälle									
Feinstaub	**k_Kgv**	**sL**	**p**	**W in t**	**k_M**	**E in g/km pro Fahrt**	**Fahrstrecke in km**	**Anzahl Fahrten**	**Massenstrom in g/h**
PM2,5	0,15	5	135	27,5	0	18,423	0,35	2,4	15,475
PM10	0,62					76,147			63,963
PM30	3,23					396,7			333,228

Fahrwege LKW - Altholz/Grünschnitte									
Feinstaub	**k_Kgv**	**sL**	**p**	**W in t**	**k_M**	**E in g/km pro Fahrt**	**Fahrstrecke in km**	**Anzahl Fahrten**	**Massenstrom in g/h**
PM2,5	0,15	5	135	27,5	0	18,423	0,35	0,8	5,158
PM10	0,62					76,147			21,321
PM30	3,23					396,7			111,076

öko-control GmbH
Burgwall 13a · 39218 Schönebeck (Elbe)
Telefon: 03928 42738 · Fax: 03928 42739
E-Mail: info@oeko-control.com

_____Anlage 4_____

öko-control GmbH
Burgwall 13a · 39218 Schönebeck (Elbe)
Telefon: 03928 42738 · Fax: 03928 42739
E-Mail: info@oeko-control.com

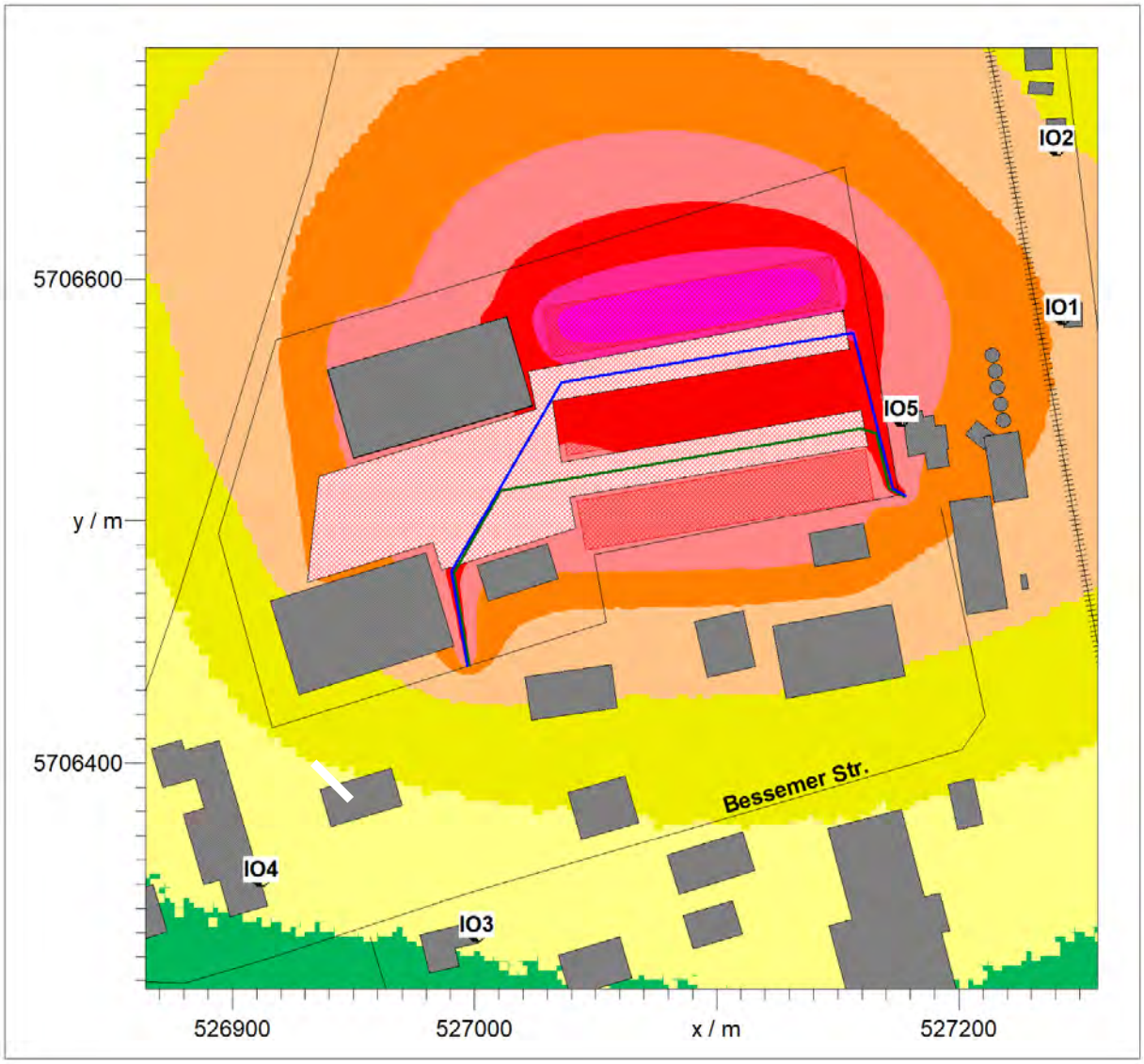
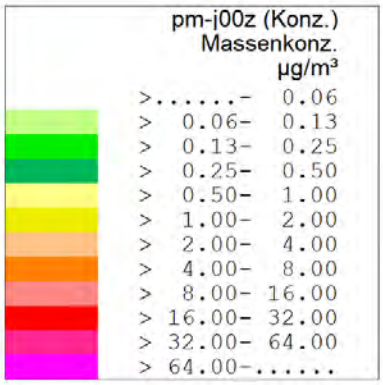


Abbildung A2: Immissionsraster Zusatzbelastung - PM_{10} in µg/m³



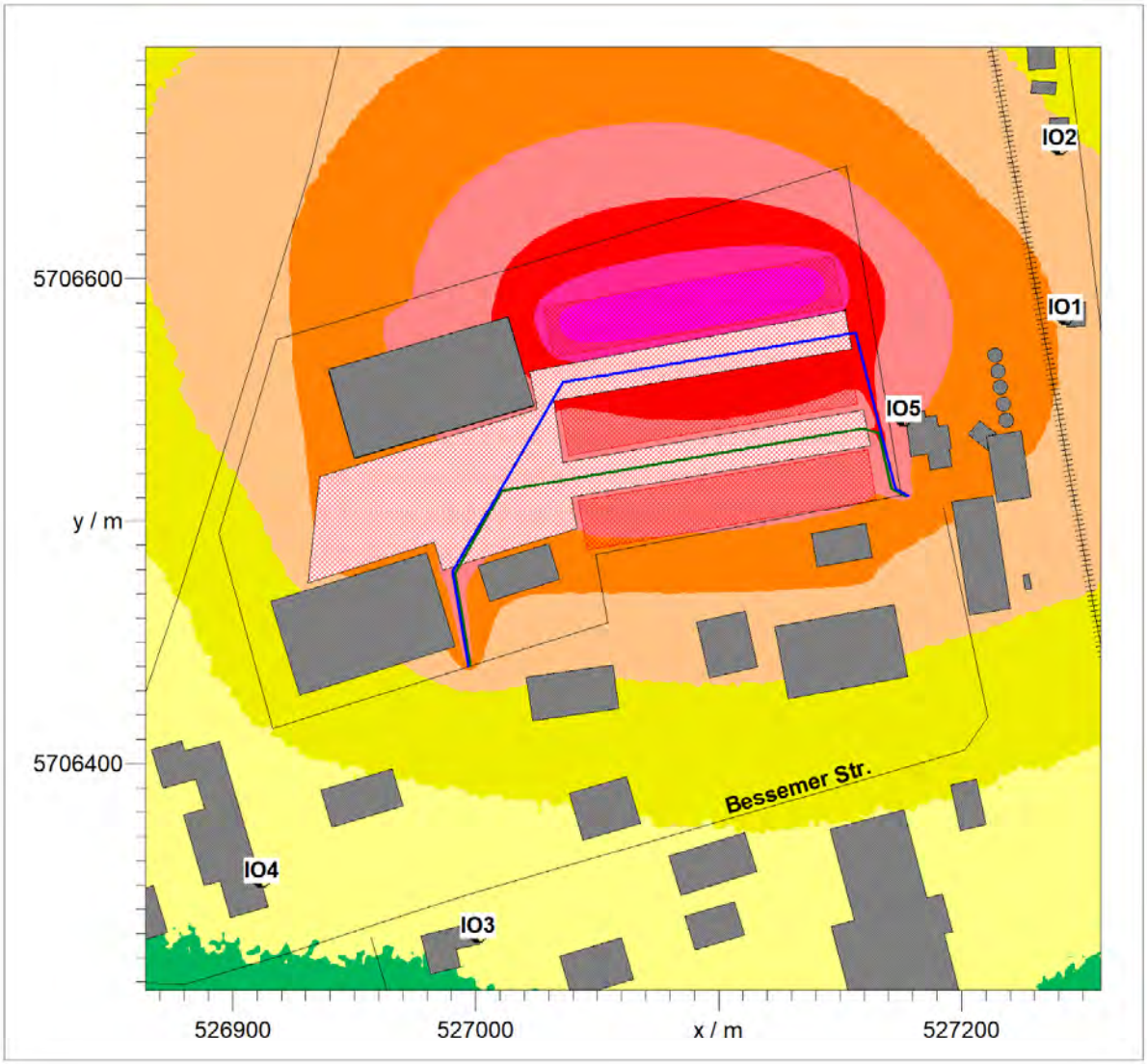
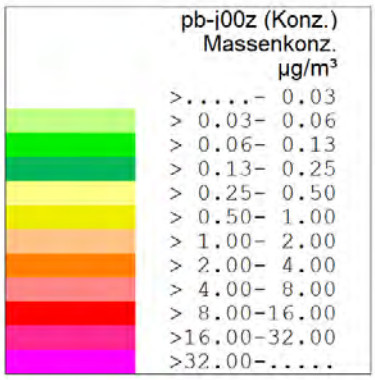


Abbildung A3: Immissionsraster Zusatzbelastung – $PM_{2,5}$ in µg/m³



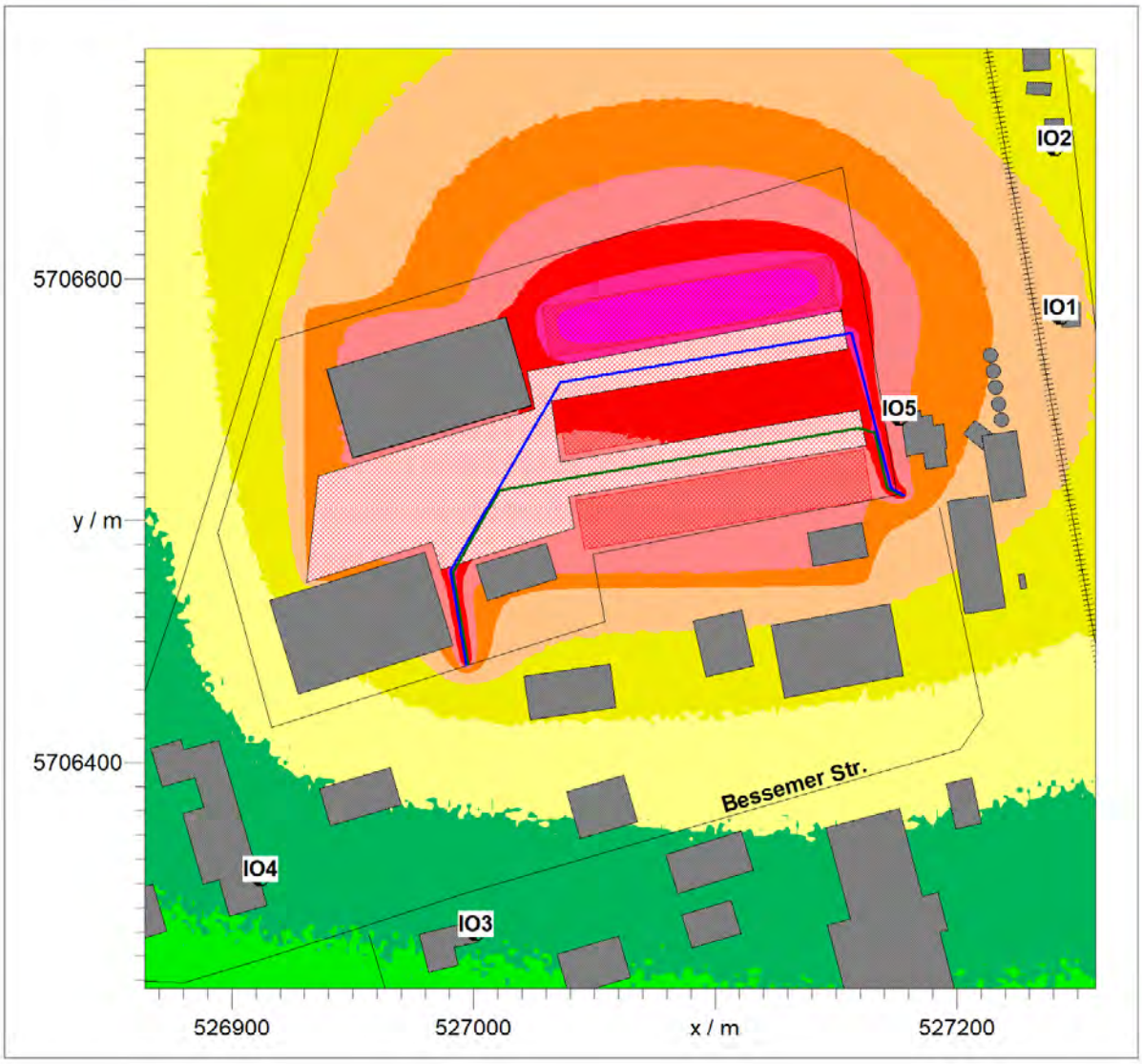
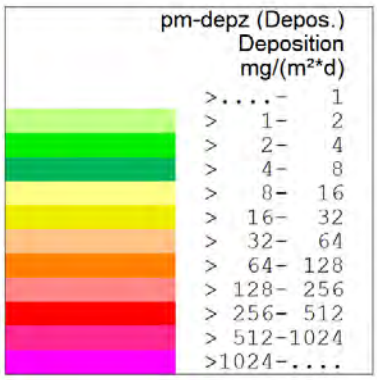


Abbildung A4: Immissionsraster Zusatzbelastung – Staubdeposition in mg/(m² d)



_____Anlage 5_____

öko-control GmbH
Burgwall 13a · 39218 Schönebeck (Elbe)
Telefon: 03928 42738 · Fax: 03928 42739
E-Mail: info@oeko-control.com

```
2021-05-17 13:48:00 -----------------------------------------------------------
TalServer:E:\Simulationen\Hofgeismar\2021_max

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

  Arbeitsverzeichnis: E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
Das Programm läuft auf dem Rechner "PC-WOELFER".

>>> Abweichung vom Standard (geänderte Einstellungsdatei austal2000.settings)!

============================ Beginn der Eingabe ============================
> ti     "Hofgeismar_Staub2021_max"
> az     "E:\Simulationen\Hofgeismar\2021\Neuer Ordner\austal2000.akterm"
> ux     32524150.00
> uy     5704800.00
> xa     2800.0          ' Anemometerposition
> ya     1800.0
> ha     7.7
> qs     2
> x0     2711.00
> y0     1499.00
> dd     2.00
> nx     200
> ny     200
> z0     0.50            ' Rauhigkeitslänge extern bestimmt
> d0     3.00
> xq     2847.73   2841.50   2860.85   3009.48   3016.04   3021.29   2847.07   2840.51   2885.79   3006.52
3022.93   2881.93   2888.16   2896.04   2781.04
> yq     1640.38   1678.47   1712.94   1738.55   1736.58   1713.59   1640.06   1679.12   1757.59   1777.94
1713.59   1767.77   1727.39   1687.99   1674.60
> 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
> aq     38.59   39.53   150.81   6.85   23.57   7.05   39.61   90.59   122.44   66.40   6.02
120.87   120.87   120.87   231.63
> bq     0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00
20.99   20.99   20.99   112.94
> cq     1.00   1.00   1.00   1.00   1.00   1.00   1.00   1.00   1.00   1.00   1.00
10.00   10.00   10.00   1.00
> wq     99.30   60.68   9.78   343.29   282.87   332.23   99.53   60.01   9.57   284.30   330.63
10.07   10.07   10.07   0.00
> pm-1   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?
?   ?   ?
> pm-2   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?
?   ?   ?
> pm-u   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?
?   ?   ?
> pb-1   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?   ?
?   ?   ?
> xp     2781.04  3092.86  3090.40  2851.05  2761.92  3026.33
> yp     1674.60  1785.36  1855.08  1530.09  1552.75  1743.56
> hp     1.50  1.50  1.50  1.50  1.50  1.50
============================ Ende der Eingabe ============================

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

Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
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 Zeitreihen-Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
Die Angabe "az E:\Simulationen\Hofgeismar\2021\Neuer Ordner\austal2000.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f
Prüfsumme TALDIA 6a50af80
Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS a5050d11
Prüfsumme SERIES 700e5d3b

==========

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pm-j00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pm-j00s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pm-t35z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pm-t35s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pm-t35i" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pm-t00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pm-t00s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pm-t00i" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pm-depz" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pm-deps" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pb"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pb-j00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pb-j00s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pb-depz" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pb-deps" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
TMO: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pm-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pm-zbps" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pb"
TMO: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pb-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "E:/Simulationen/Hofgeismar/2021_max/pb-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 : 1.3221 g/(m²*d) (+/-  0.4%) bei x= 2930 m, y= 1786 m (110,144)
PB      DEP : 3852.5 µg/(m²*d) (+/-  0.5%) bei x= 2926 m, y= 1786 m (108,144)
================================================================================

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m
=======================================
PM      J00 :  82.8 µg/m³ (+/-  0.2%) bei x= 2922 m, y= 1786 m (106,144)
PM      T35 : 178.5 µg/m³ (+/-  2.9%) bei x= 2916 m, y= 1784 m (103,143)
PM      T00 : 506.2 µg/m³ (+/-  2.3%) bei x= 2892 m, y= 1786 m ( 91,144)
PB      J00 : 41.903 µg/m³ (+/-  0.2%) bei x= 2934 m, y= 1788 m (112,145)
================================================================================

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung
======================================================
PUNKT              01          02          03          04          05          06
xp               2781        3093        3090        2851        2762        3026
yp               1675        1785        1855        1530        1553        1744
hp                1.5         1.5         1.5         1.5         1.5         1.5
----------+----------------+----------------+----------------+----------------+----------------
PM      DEP     0.0414  2.0%     0.0384  1.7%     0.0227  2.0%     0.0042  4.7%     0.0047  4.6%     0.1514  0.9%  g/(m²*d)
PM      J00       3.2  0.9%       3.8  0.8%       2.1  1.0%       0.6  2.0%       0.6  1.9%      11.2  0.5%  µg/m³
PM      T35      11.2 10.0%      13.3  7.0%       7.5  6.4%       2.3 15.8%       2.5 11.6%      33.6  4.0%  µg/m³
PM      T00      29.9  4.5%      59.1  5.8%      23.2  9.3%      11.8  8.7%      15.4  6.8%      86.2  4.5%  µg/m³
PB      DEP     113.8  2.3%     164.0  2.2%      97.0  2.9%      24.2  5.4%      28.1  4.7%     411.5  1.2%  µg/(m²*d)
PB      J00     1.249  1.0%     1.932  0.8%     1.093  1.1%     0.291  2.2%     0.327  2.0%     4.777  0.5%  µg/m³
================================================================================

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

2021-05-17 17:31:29 AUSTAL2000 beendet.
```

_____Anlage 6_____

öko-control GmbH
Burgwall 13a · 39218 Schönebeck (Elbe)
Telefon: 03928 42738 · Fax: 03928 42739
E-Mail: info@oeko-control.com

argusim UMWELT CONSULT André Förster

Immissionsprognosen
Emissionsprognosen
Schornsteinhöhenberechnungen
Umweltmeteorologie
Meteorologische
Übertragbarkeitsprüfungen

Gutachten

Übertragbarkeitsprüfung
meteorologischer Daten gemäß
VDI Richtlinie 3783 Blatt 20 für
ein Prüfgebiet bei

Hofgeismar (Kassel)

im Auftrag von
Firma
öko-control GmbH
Burgwall 13a
39218 Schönebeck / Elbe

Proj. U17-1-625-Rev00
02.02.2017

Von der IHK Berlin öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für die Berechnung der Ausbreitung von Gerüchen und Luftschadstofffen

Dipl.-Met. André Förster
Weserstraße 17
10247 Berlin

Tel.: +49 30 61621538 - Fax.: +49 30 61621543 - foerster@argusim.de - www.argusim.de

Gutachten	:	Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten gemäß VDI Richtlinie 3783 Blatt 20
Prüfstandort	:	Hofgeismar (Kassel)
Auftraggeber	:	Firma öko-control GmbH Burgwall 13a 39218 Schönebeck / Elbe
Auftrag vom	:	24.01.2017
Bestelldaten	:	per Mail Frau Hüttenberger
Auftragnehmer	:	argusim UMWELT CONSULT Weserstraße 17 10247 Berlin
Bearbeiter	:	Dipl.-Met. Andre Förster
Datenbereit-stellung / Qualitätsprüfung	:	Dipl.-Met. Wolfram Bahmann ArguSoft GmbH & Co. KG Dorfstraße 5 d 24857 Borgwedel
Projekt-Nr.	:	U17-1-625-Rev00
Stand	:	02.02.2017
Umfang	:	27 Seiten insgesamt inklusive Deckblatt und Anhang
Archiv-Code:	:	

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 5

1 Vorgehensweise und verwendete Unterlagen 6

2 Windverhältnisse im Prüfgebiet 7

2.1 Allgemeine Erläuterungen 7

2.2 Beschreibung des Prüfgebietes 8

2.3 Erwartete Lage der Häufigkeitsmaxima und -minima 13

3 Prüfung der Übertragbarkeit 14

3.1 Fazit der Prüfung 19

4 Hinweise 21

Anhang 22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lokale topografische Situation 9
Abbildung 2: Naturräumliche Einordnung des Standortes 9
Abbildung 3: Orografische Situation des Prüfgebietes 10
Abbildung 4: Gebietsparameter 12
Abbildung 5: Standort, Ersatzanemometerposition, synthetische Windverteilung 14
Abbildung 6: Standort und Stationsauswahl 15
Abbildung 7: theoretische Windspektren 16
Abbildung 8: Gemessene Windspektren 17
Abbildung 9: Beurteilungsgebiet als Prüfgebiet 19
Abbildung 10: Synthetische und resultierende Windrose für das Prüfgebiet 20

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Prüfung der Übertragbarkeit 18

Bildquellenverzeichnis

Topografische Karten
in den Maßstäben 1:25.000; 1:50.000; 1:100.000; 1:200.000; 1:500.000; 1:1.000.000 des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (WMS Dienste). Copyright: Geobasis-DE / BKG 2012.

Kartendarstellungen
Selbst erstellt unter Verwendung von QGIS in Verbindung mit den topografischen Kartengrundlagen.

Luftbilder
Selbst erstellt unter Verwendung von QGIS in Verbindung mit Google Earth Tile Map Server

Orografische Kartenbasis
Fernerkundungsdaten der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) NASA and DLR sowie ASTER-GDEM im Koordinatensystem WGS84.

Geländerasterkarten / Steigungsrasterkarten / Schummerung
Selbst erstellt unter Verwendung von GRASS GIS in Verbindung mit den Datensätzen des SRTM sowie ASTER-GDEM und einer Koordinatentransformation in DHDN / Gauss-Krüger 3. Streifen.

Höhenlinien (Vektordaten)
Selbst erstellt unter Verwendung von AUSTAL View und den Datensätzen des SRTM und der Koordinatentransformation in DHDN / Gauss-Krüger 3. Streifen.

Rauigkeitskarte
Selbst erstellt unter Verwendung von GRASS GIS in Verbindung mit den Datensätzen des CORINE2006 Katasters.

Windgeschwindigkeitskarte
Selbst erstellt unter Verwendung von QGIS in Verbindung mit den Datensätzen des Statistischen Windfeldmodells (SWM) des Deutschen Wetterdienstes.

Begriffe
www.argusim.de > Informatives > Glossar Gutachten

Zusammenfassung

Die Firma öko-control GmbH beauftragte die argusim UMWELT CONSULT im Rahmen immissionstechnischer Berechnungen für genehmigungsbedürftige bzw. nicht genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne des BImSchG [1] bzw. der 4. BImSchV [2] mit der Prüfung der Übertragbarkeit von Daten der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen von einem vorgegebenen Messort auf den Standort

Hofgeismar (Kassel).

Die Prüfung erfolgt entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 zur Übertragbarkeitsprüfung [15]. Die regionale und individuelle Lage stützt für die Ersatzanemometerposition im Prüfgebiet die Annahme eines primären Maximums zwischen Westsüdwest und Westnordwest und eines sekundären Maximums zwischen Ostsüdost und Südsüdost.Die Auswertung der Erwartungswerte für Windrichtung und Windgeschwindigkeit ergibt, dass die Daten der Station

Hofgeismar (MM 94420)

mit hinreichender Genauigkeit, d. h. im Sinne der Aufgabenstellung gemäß TA Luft, Anhang 3 [3], übertragbar sind.

Für Ausbreitungsrechnungen [4], [5], [6], [7] am vorgegebenen Standort unter Verwendung eines diagnostischen Windfeldes empfehlen wir, das Anemometer (in AUSTAL2000) am ausgewiesenen Standort (siehe Kapitel 2.3) zu positionieren und ggf. das Rechengitter zu vergrößern, d.h. an die zu erfassenden orografischen Strukturen anzupassen. Bei einer Ausbreitungsrechnung mit Geländehöhen und/ oder Gebäuden sind weiterhin die entsprechenden Anforderungen von AUSTAL2000 bzw. des jeweiligen Berechnungsverfahrens zu beachten. Relevante Kaltluftabflüsse sind bei der vorliegenden Struktur nicht zu erwarten.

1 Vorgehensweise und verwendete Unterlagen

Die Prüfung der Übertragbarkeit folgt gemäß VDI Richtlinie 3783 Blatt 20 [15] für den Regelfall unter

- Festlegung der zu erwartenden Windrichtungsverhältnisse,
- Festlegung der zu erwartenden Windgeschwindigkeitsverhältnisse,
- Auswertung der Rauigkeits- und Steigungsverhältnisse,
- im Prüfgebiet und
- Ermittlung der räumlichen Übertragbarkeitseigenschaften verfügbarer Bezugsmessstationen und
- statistischer Bestimmung eines repräsentativen Jahres der Station mit hinreichenden Übertragungseigenschaften.

Für Sonderfälle erfolgt weiterhin die Einbeziehung und Beurteilung maßgebender Einflüsse lokaler Windsysteme.

Zur Bearbeitung werden folgende Datengrundlagen herangezogen:

- topografische Karten,
- Luftbilder,
- Karte der Naturräumlichen Haupteinheiten Deutschlands [8],
- Karten und Texte des Bundesamt für Naturschutz; Landschaftssteckbriefe [9],
- Messreihen verfügbarer Bezugswindstationen,
- Regionale statistische Erwartungswerte für Windparameter [10], [11], [12],
- synthetische Windstatistiken [17],
- Kaltluftmodellrechnung [18].

2 Windverhältnisse im Prüfgebiet

2.1 Allgemeine Erläuterungen

Entsprechend meteorologischen Grunderkenntnissen bestimmt die großräumige Luftdruckverteilung die vorherrschende Richtung des Höhenwindes in einer Region. Im Jahresmittel ergeben sich hieraus für Deutschland häufige südwestliche bis westliche Windrichtungen. Das Geländerelief hat jedoch einen erheblichen Einfluss sowohl auf die Windrichtung infolge Ablenkung oder Kanalisierung als auch auf die Windgeschwindigkeit durch Effekte der Windabschattung oder Düsenwirkung.

Außerdem modifiziert die Beschaffenheit des Untergrundes (Freiflächen, Wald, Bebauung, Wasserflächen) die lokale Windgeschwindigkeit, in geringem Maße aber auch die lokale Windrichtung infolge unterschiedlicher Bodenrauigkeit.

Bei windschwachem und wolkenarmem Wetter können wegen der unterschiedlichen Erwärmung und Abkühlung der Erdoberfläche thermisch induzierte Zirkulationssysteme wie z. B. Flurwinde sowie Berg- und Talwinde entstehen. Besonders bedeutsam ist die Bildung von Kaltluft, die nachts bei klarem und windschwachem Wetter als Folge der Ausstrahlung vorzugsweise an Wiesenhängen entsteht und der Hangneigung folgend – je nach dem Gefälle und der aerodynamischen Rauigkeit mehr oder weniger langsam – abfließt. Diese Kaltluftflüsse haben in der Regel nur eine geringe vertikale Erstreckung (bis zu ca. 100 m) und sammeln sich an Geländetiefpunkten zu Kaltluftseen an.

Die genannten lokalen Windsysteme können im Allgemeinen durch Messungen am Standort nachgewiesen, im Falle von nächtlichen Kaltluftflüssen aber auch durch Modellrechnungen [18] erfasst werden.

Deutschland gehört vollständig zur gemäßigten Klimazone Mitteleuropas im Bereich der Westwindzone und befindet sich im Übergangsbereich zwischen dem maritimen Klima in Westeuropa und dem kontinentalen Klima in Osteuropa. Ein Prüfgebiet innerhalb Deutschlands liegt somit ganzjährig in der außertropischen Westwindzone. Die vorwiegend westlichen Luftströmungen treffen im Bereich der Mittelgebirge bzw. Alpen auf Hindernisse, so dass dann entsprechende Leitwirkungen zu erwarten sind.

2.2 Beschreibung des Prüfgebietes

Das Prüfgebiet ist der gemäß VDI Richtlinie 3783 Blatt 20 [15] beschriebene Zielbereich. Dabei kann es sich im ein Gebiet mit vorgegebener räumlichen Ausdehnung oder um eine lokale Ortsposition handeln.

Ortsposition:	Hofgeismar (Kassel)
Rechts- /Hochwert [m]:	3.527.200 / 5.708.400
Höhe über NHN [m]:	ca. 160 m
Quellhöhe:	bodennah
Position:	Am nördlichen Rand der Stadt Hofgeismar (Landkreis Kassel in Hessen; siehe Abbildung 1)
Prüfgebiet:	Erweitertes Rechengebiet gemäß TA Luft aufgrund von Windfeldberechnungen
Naturraum [8]:	Westliches Mittelgebirge: Westhessisches Berg- und Beckenland nahe Unteres Weserbergland und Oberes Weser-Leinebergland (Abbildung 2)
Landschaft [9]:	Westhessische Senke (http://www.bfn.de/0311_landschaft.html?landschaftid=34300)

Damit lassen sich für das Prüfgebiet folgende Eigenschaften ableiten:

Gelände:	Welliges Gelände mit vorwiegend geringen bis moderaten Steigungen.
Umgebungscharakter:	Ländlich am Rand kleinstädtischer Strukturen mit vereinzelten Waldstücken; kein urbaner Ballungsraum.
Wind:	Der Standort befindet sich im Einflussbereich verschiedener Höhenlagen der Mittelgebirge, so dass Leitwirkungen zu erwarten sind, die durchaus durch Überlagerungen geprägt sind. Die lokale Situation wird aufgrund der Position in einer orografischer Senke geprägt.

Für die Angabe der Standortparameter wird grundsätzlich das Gauss-Krüger-Koordinatensystem im 3. Meridianstreifen (Ellipsoid Bessel, Datum Potsdam) verwendet; unabhängig davon, ob das Projektgebiet in einem anderen nativen Streifen liegt.

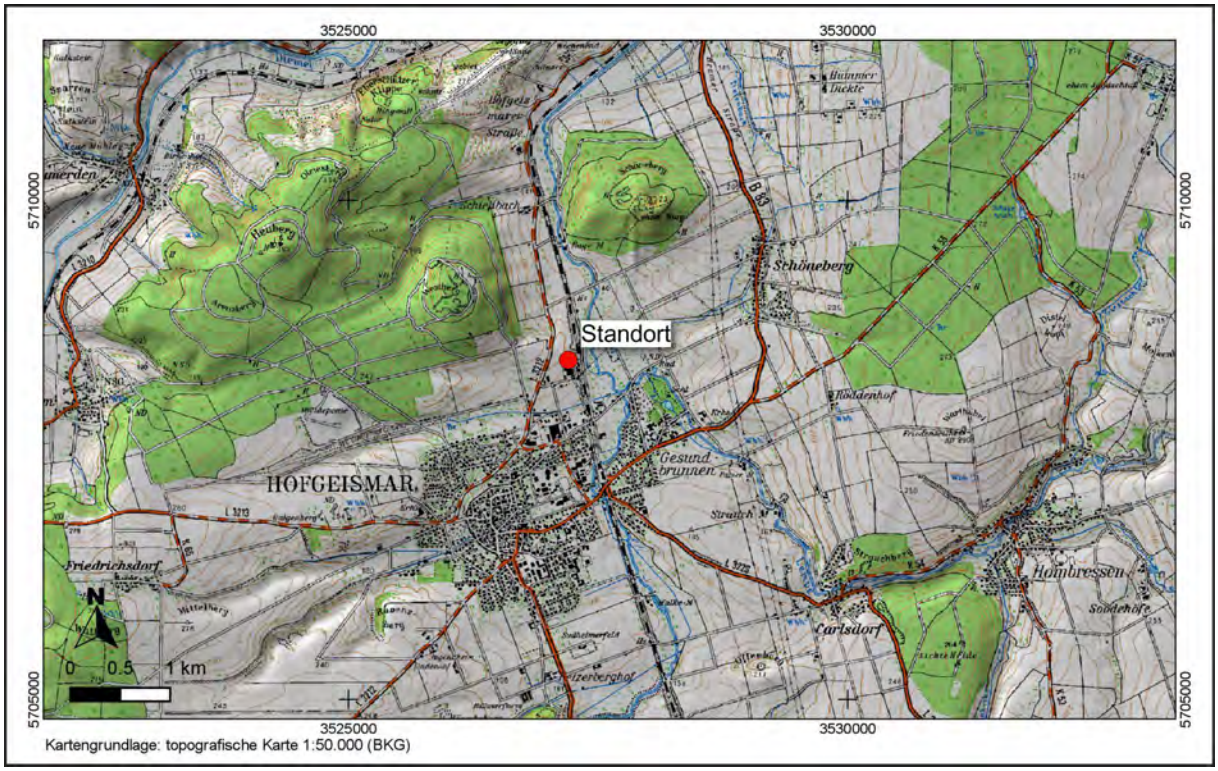


Abbildung 1: Lokale topografische Situation

Abbildung 2: Naturräumliche Einordnung des Standortes

Der Abbildung 3 kann die regionale und lokale orografische Situation des Standortes entnommen werden.

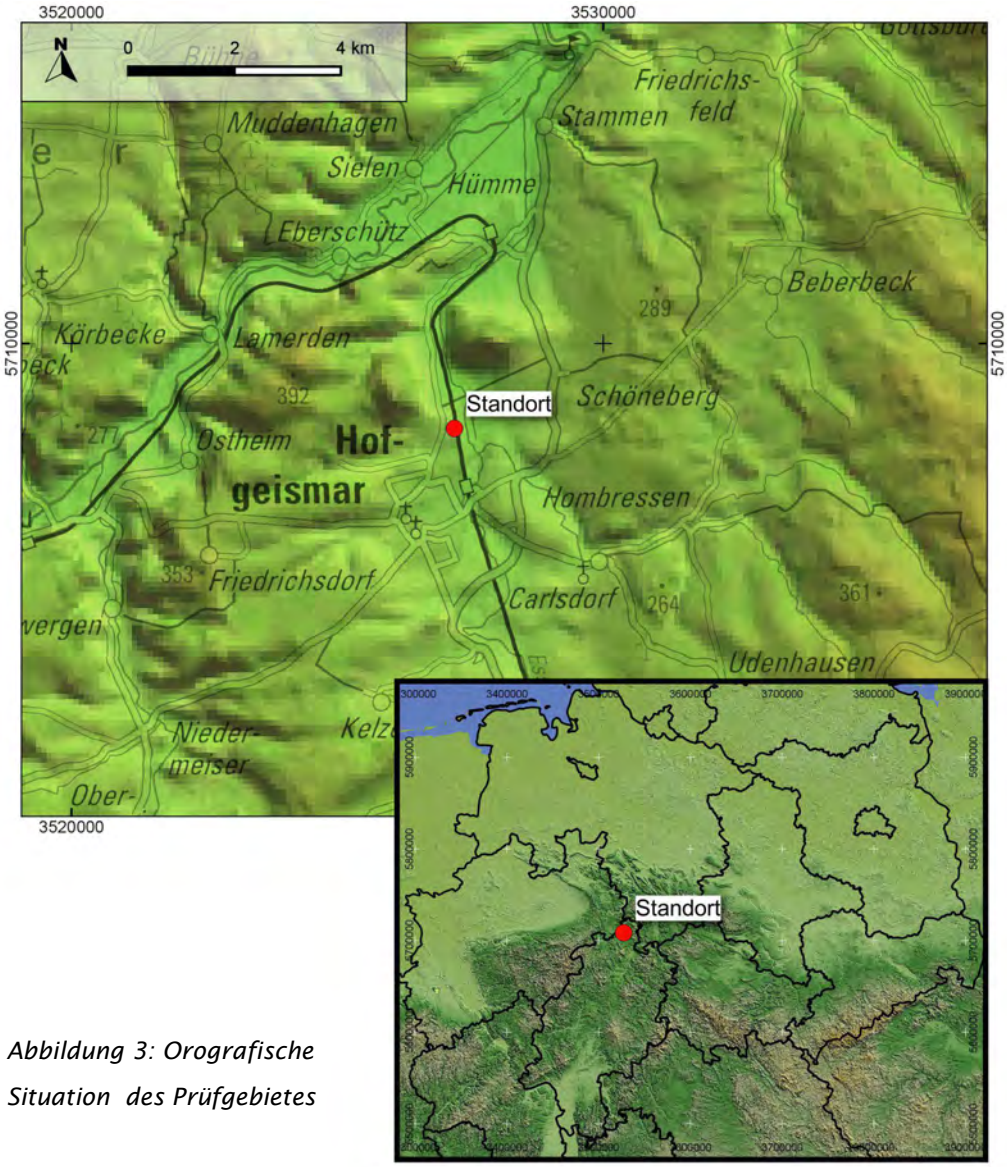


Abbildung 3: Orografische Situation des Prüfgebietes

Individuelle Verhältnisse und Fazit

Insgesamt lässt der Standort aufgrund der geografischen Lage in Verbindung mit der Oro- und Topografie eine Windrichtungsverteilung bzw. Windspektrums-Merkmale erwarten, die einer Binnenland-Station entsprechen. Das Gelände und die Nutzungen im beurteilungsrelevanten Gebiet geben Anlass zu der Annahme, dass die regionalen Windverhältnisse durch die lokalen bodennahen Einflüsse in der Standortumgebung modifiziert werden. Hier kommen vorwiegend moderate lokale

Einflüsse auf die regionalen Verhältnisse durch die vorhandene Oro- bzw. Topografie zum tragen. Nennenswerte Kaltluftabflüsse treten aufgrund geringer Reliefenergie nicht auf.

Regional befindet sich der Standort in einer höher gelegenen welligen Ebene zwischen Solling und Rothaargebirge. In Bezug auf das Hauptmaximum sind daher übergeordnete Verhältnisse zu erwarten, die primär durch nordwestliche und südsüdwestliche Windrichtungen dominiert werden können. Dementsprechend liegt ein hohes Potential für ein Nebenmaximum aus südöstlichen Sektoren vor (Abbildung 3).

Der Abbildung 1 kann die lokale Situation am Standort entnommen werden. Es ist zu erkennen, dass die orografischen Verhältnisse prägend sind, die aus der Position am Rand der Senke um die Esse resultieren. In Verbindung mit der Schneise zwischen Schöneberg und Westberg werden lokal eher nordnordwestliche und südsüdwestliche Maxima unterstützt.

Aus topografischer Sicht kann festgestellt werden, dass grundlegend ein Wechsel von Rauigkeiten maßgebend ist, der sich z.B. aus dem Wechsel von bebauten bzw. bewaldeten Bereichen zu landwirtschaftlichen Flächen ergibt. Hier ist zu erkennen, dass das direkte Umfeld durch die Randlage von hohen Rauigkeitswerten (Bebauung (z0 = 1,0 m) neben Feldflächen (z0 = 0,05 m) geprägt wird. Die Anordnung und der Flächen niedriger Rauigkeitsklassen unterstützt bedingt die o.g. Windrichtungsverhältnisse (siehe Abbildung 4; [19]).

Die Abbildung 4 zeigt die Steigungsverhältnisse im standardisiertem 100 m horizontal aufgelösten Raster. Es ist zu erkennen, dass der maßgebende Geländeeinfluss im zu erwartenden Rechengebiet [3] vorwiegend im Gültigkeitsbereich für das diagnostische Windfeldmodell TALdia liegt [3].

Die Abbildung Abbildung 4 zeigt die Windgeschwindigkeitsverhältnisse im Jahresmittel, die mit dem Statistischen Windfeldmodell (SWM) des DWD im 1 km x 1 km Raster berechnet wurden. Es sind Windgeschwindigkeiten zu erwarten, die in Kuppenlagen ca. 3,5 m/s im Jahresmittel betragen. Für die Niederung sind Werte von unter 3,0 m/s typisch [11]. Dies kann als Anhaltspunkt für Erwartungswerte in der Standortumgebung angenommen werden.

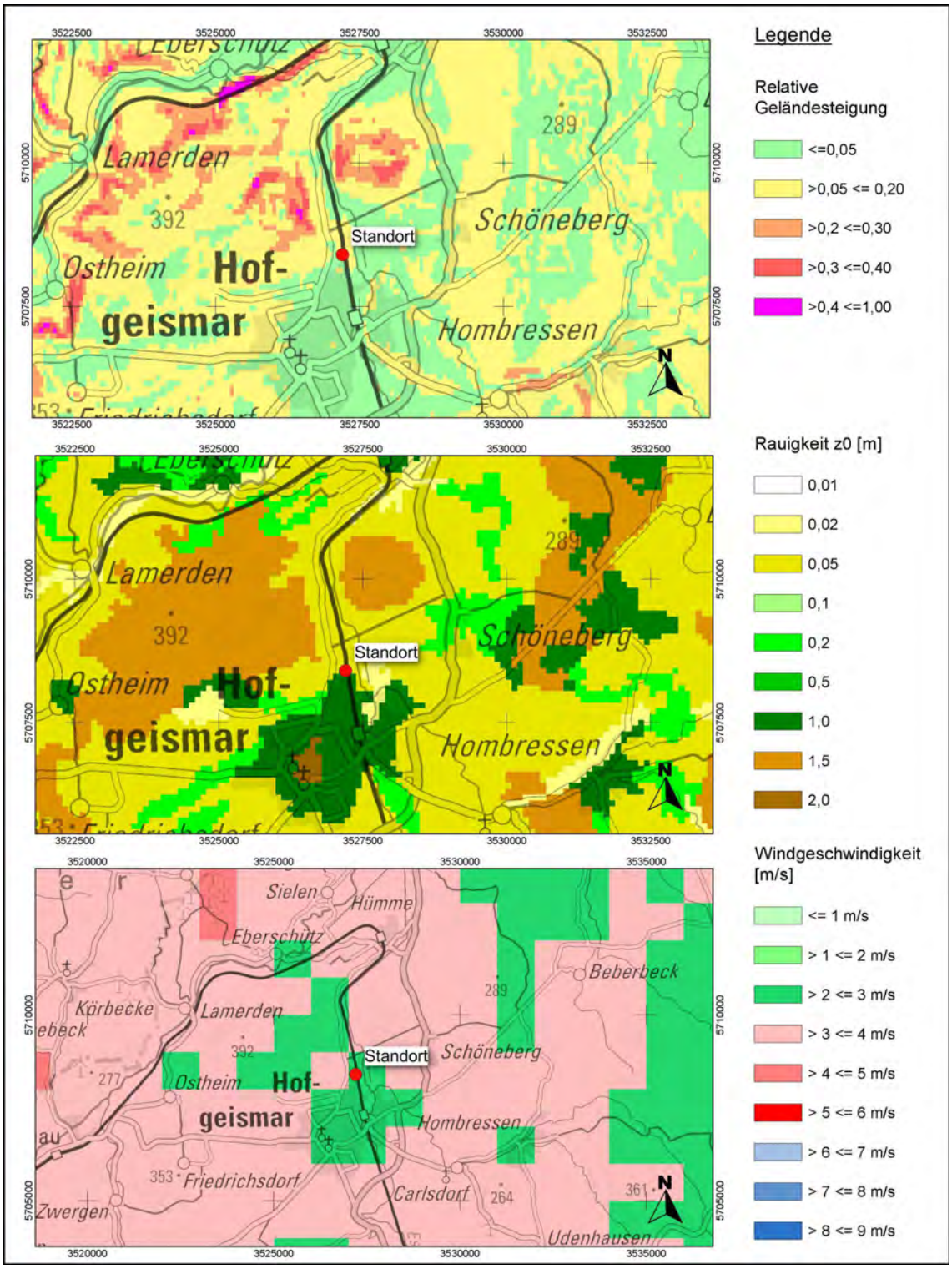


Abbildung 4: Gebietsparameter

2.3 Erwartete Lage der Häufigkeitsmaxima und -minima

Die berechnungsrelevante Umgebung um den Standort ist durch geringe bis moderate Steigungen eines welligen Geländes gekennzeichnet, so dass die regional typischen Windverhältnisse in bodennahen Bereichen modifiziert werden können. Um die orografischen Verhältnisse erfassen zu können, ist im Rahmen der Berechnungen mit AUSTAL2000 die Verwendung eines Windfeldmodells in Verbindung mit einem digitalen Geländemodell zu empfehlen. Hierzu ist die Auswahl einer Ersatzanemometerposition im Prüfgebiet erforderlich, auf die demzufolge die eigentliche Übertragbarkeitsprüfung erfolgt. Es wird unter zu Hilfenahme von synthetischen Windverteilungen (Abbildung 5) [17] in Verbindung mit den Vorgaben der TA Luft [3] nach einer geeigneten Position gesucht, die eine theoretische Windverteilung aufweist, die vorhandenen Stationsdaten ähnlich ist. Die Abbildung 5 zeigt die theoretische Windverteilung in Verbindung mit der Lage des Standortes und der Ersatzanemometerposition (EAP). Diese befindet sich in einer Kuppenlage ca. 4 km westlich vom Standort entfernt.

Die vorhergehend beschriebenen regionalen und Eigenschaften in Verbindung mit den Erkenntnissen synthetischer Windrosen [17] an der EAP stützen die Annahme eines primären Maximums zwischen Westsüdwest und Westnordwest und eines sekundären Maximums zwischen Ostsüdost und Südsüdost. Anhand der vorliegenden Windrichtungsverteilungen verschiedener benachbarter Stationen in Verbindung mit der beschriebenen Orografie und Topografie kann festgestellt werden, dass wenig Stationsdaten vorliegen, die hinreichende Übertragungs-einschaften aufweisen.

Hierbei wird aufgrund der regionalen Windrichtungshäufigkeiten, die aus den allgemeinen Großwetterlagen resultieren davon ausgegangen, dass abweichend zu den synthetischen Windrosen das Maximum auch über deutliche westnordwestliche Anteile verfügt und das Nebenmaximum deutlicher ausgeprägt ist.

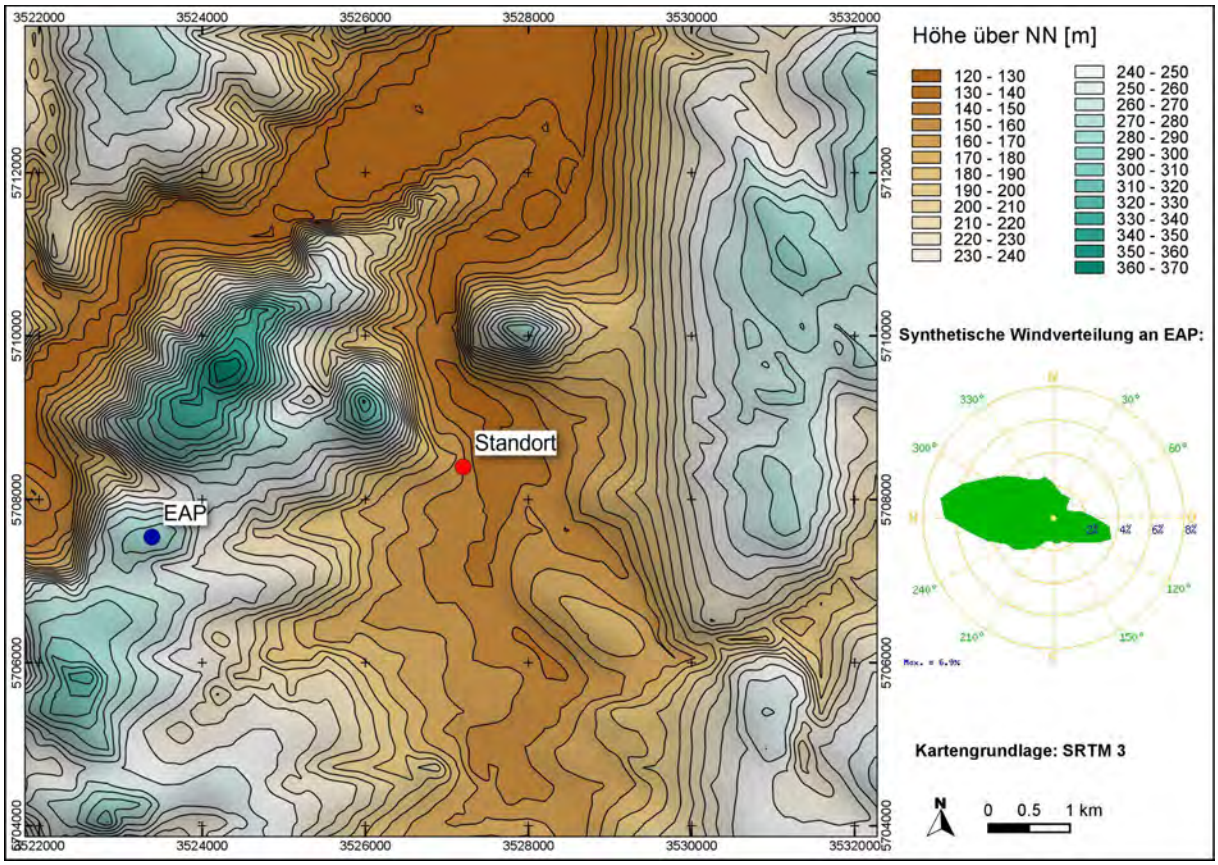
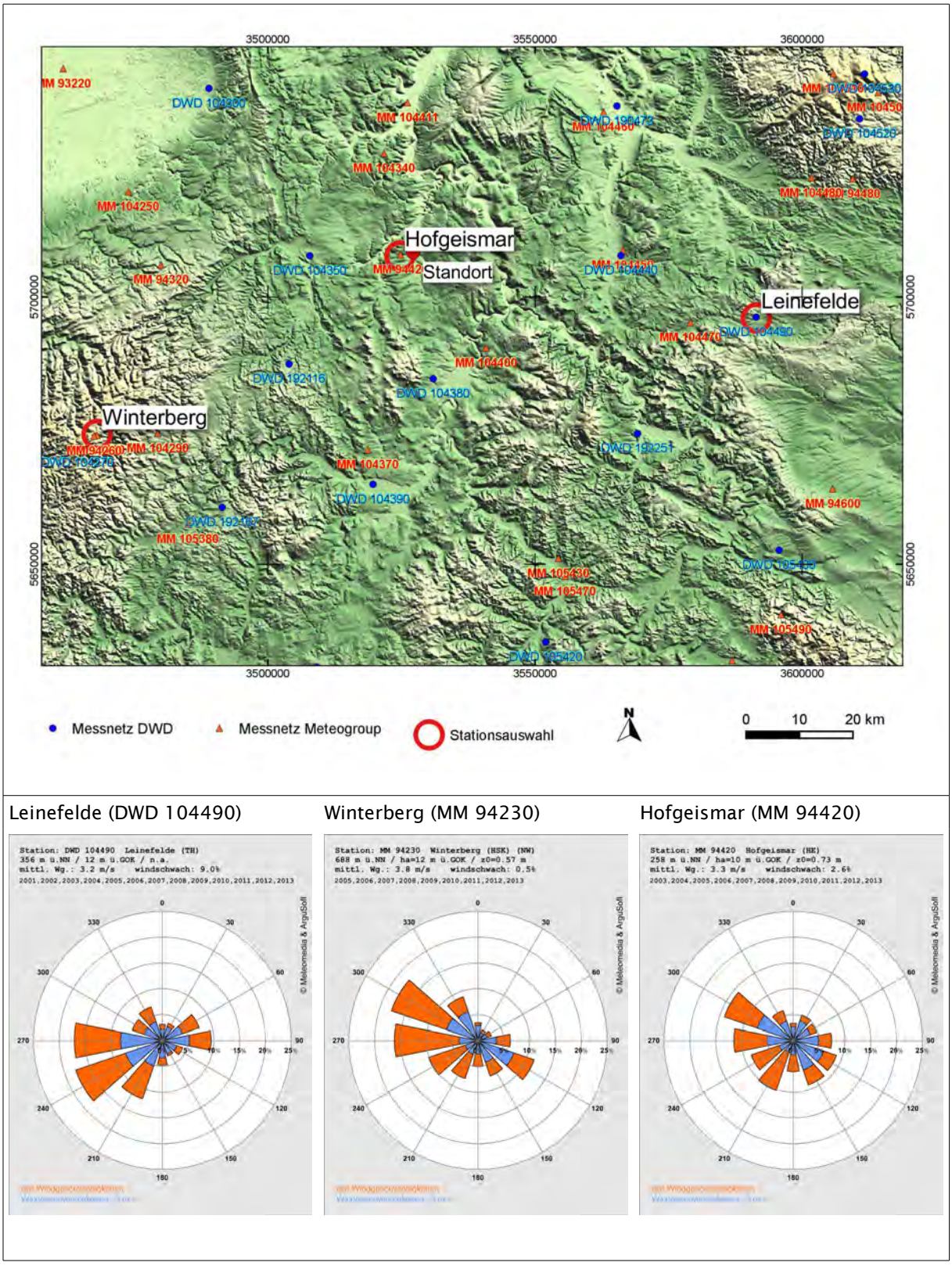


Abbildung 5: Standort, Ersatzanemometerposition, synthetische Windverteilung

3 Prüfung der Übertragbarkeit

Zur Prüfung werden insgesamt die Stationen gemäß Abbildung 6 betrachtet. Die Vorauswahl der Stationen deckt die Bereiche im regional relevanten Umkreis um den Standort ab. Die aus den Daten der ausgewählten Stationen (Abbildung 6; markiert) resultierenden Windverteilungen und -spektren werden als engere Auswahl zur Prüfung herangezogen. Die übrigen Stationen wurden aus der Betrachtung genommen, da die bisher beschriebenen Anforderungen im Vergleich nicht ausreichend erfüllt werden, bzw. näher gelegene Stationen vergleichbare oder bessere Übertragungseigenschaften aufweisen.

Die theoretischen Windspektren die aus den Daten des Statistischen Windfeldmodells des DWD [10], [11], [13] resultieren, sind in der Abbildung 7 dargestellt. Die gemessenen Windspektren können der Abbildung 8 entnommen werden.



Leinefelde (DWD 104490) | Winterberg (MM 94230) | Hofgeismar (MM 94420)

Abbildung 6: Standort und Stationsauswahl

Vergleich der theoretischen Windspektren des Statistischen Windfeldmodells (SWM) anhand der Dichtefunktion der Weibull-Verteilung für Windgeschwindigkeiten (statistische Werte):

$$P(v) = \frac{k}{c}\left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^{k}}$$

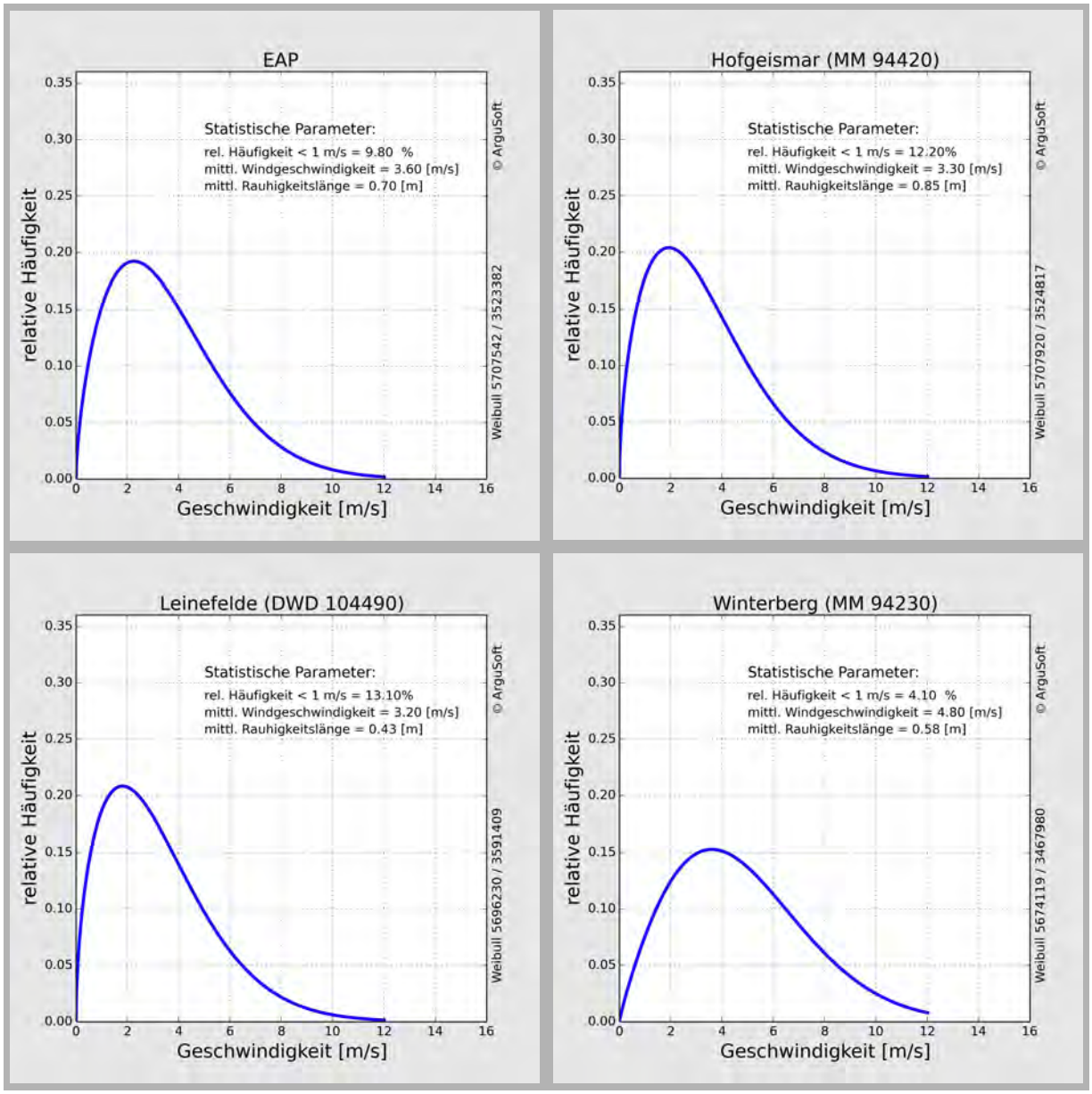


Abbildung 7: theoretische Windspektren

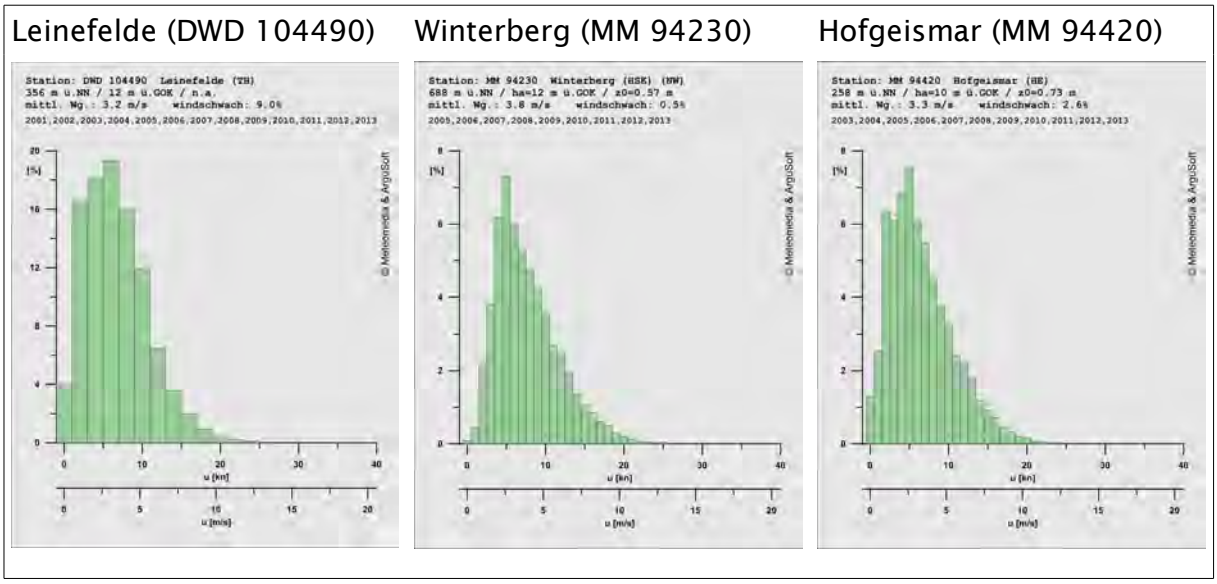


Abbildung 8: Gemessene Windspektren

Die Tabelle 1 stellt die im Rahmen der Übertragbarkeitsprüfung ermittelten Erwartungswerte mit den Istwerten der ausgewählten Stationen gegenüber. Dabei wird ein dreistufiges Bewertungsschema in Bezug auf die Anwendbarkeit in der Ausbreitungsrechnung angesetzt (Übertragbarkeitseigenschaften der Windrichtungsverteilung). Dabei sind u.a.

- Windgeschwindigkeit SWM: Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in 10 m über Bezugsniveau
- Windgeschwindigkeit gemessen: in Anemometerhöhe
- Schwachwindhäufigkeit SWM: Häufigkeit der Windgeschwindigkeit <1 m/s
- Rauigkeit: Rauigkeit nach dem CORINE2006-Kataster im Untersuchungsradius von ca. 1,5 km

Station	Prüfgebiet / Erwartungswerte	Leinefelde (DWD 104490)	Winterberg (MM 94230)	Hofgeismar (MM 94420)
Koordinaten RW / HW [m]	3.523.380 5.707.540	3.591.409 5.696.230	3.467.980 5.674.119	3.524.818 5.707.920
Höhe über NN [m]	ca. 300	356	688	258
Windgeberhöhe über GOK [m]	-	12	12	10
Lage bzgl. Standort	EAP : 4 km W	65 km OSO	65 km SW	2,5 km W
Zeitraum [Jahre]	-	2001 - 2014	2005 - 2014	2003 - 2014
Maxima (1. / 2.)	WSW-WNW/ OSO-SSO	2 / 1	2-3 / 3	3 / 3
Minima (1. / 2.)	NNW-NNO / SSO-SSW	3 / 3	3 / 3	3 / 3
Windgeschwindig-keit SWM [m/s]	3,6	3,2	4,8	3,3
gemessen [m/s]	-	3,2	3,8	3,3
Schwachwind-häufigkeit SWM [%]	9,8	13,1	4,1	12,2
gemessen [%]		9,0	0,5	2,6
Rauigkeit [m]	0,7	0,43	0,58	0,85

Tabelle 1: Prüfung der Übertragbarkeit

Güte der Übereinstimmung

3: ausreichende Übereinstimmung 2: geringe Abweichung 1: keine Übereinstimmung

Anmerkung:

Die Schwachwindhäufigkeiten der Messreihen und mittleren Windgeschwindigkeiten weichen systembedingt von den statistischen Angaben in der o. g. Tabelle (SWM) ab, die primär dem Strukturvergleich zwischen Anlagenstandort und Standort der Wetterstationen dienen. Die Rauigkeiten können von den Angaben der Stationsdaten (Abbildung 6 und 7) abweichen, wenn diese über Sektoren- und Lauflängen gewichtet wurden.

3.1 Fazit der Prüfung

Die Auswertung der Windrichtungsverteilungen ergibt ausreichende Übereinstimmungen mit den Erwartungswerten für die Stationen Winterberg und Hofgeismar. Im Vergleich der Erwartungswerte für Schwachwindhäufigkeiten und mittlere Windgeschwindigkeiten zeigt sich unter Berücksichtigung der Rauigkeitsverhältnisse, dass der Stationsstandort in Hofgeismar die besten Übertragungseigenschaften aufweist. Zur Überprüfung der Wirkung orografischer Einflüsse (Kanalisierung zwischen Schöneberg und Westberg) wurde eine Testrechnung mittels TALdia (25 m Gelände- und Rechenraster) durchgeführt. Im Ergebnis kann für das Prüfgebiet (Abbildung 9) festgestellt werden, dass die schwächeren Winde bis ca. 2 m/s deutlich die Kanalisierung wiedergeben und bei höheren Windgeschwindigkeiten der übergeordnete Wind an Dominanz gewinnt. Grundsätzlich zeigen die Ergebnisse ähnliche Charakteristiken der herangezogenen synthetischen Windrosen, wobei Abweichungen bekannterweise modellbedingt (FITNAH, Windrosenatlas Hessen) nicht untypisch sind. Die nahe gelegene Station Hofgeismar gibt die regionale und lokale Situation gut wieder. Das Messniveau ist hinreichend, was anhand der guten Übereinstimmung zwischen SWM- und Messdaten zu erkennen ist.

Abbildung 9: Beurteilungsgebiet als Prüfgebiet

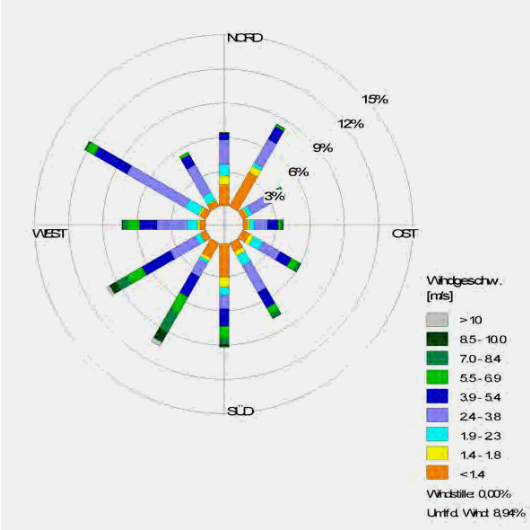


Abbildung 10: Synthetische und resultierende Windrose für das Prüfgebiet

In Bezug auf die in der Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft gestellten Anforderungen kann somit der Stationsstandort **Hofgeismar (MM 94420)** als hinreichend repräsentativ angesehen werden.

Empfehlungen und Einschränkungen

Für Ausbreitungsrechnungen [4], [5], [6], [7] am vorgegebenen Standort unter Verwendung eines diagnostischen Windfeldes empfehlen wir, das Anemometer (in AUSTAL2000) am ausgewiesenen Standort (siehe Kapitel 2.3) zu positionieren und ggf. das Rechengitter zu vergrößern, d.h. an die zu erfassenden orografischen Strukturen anzupassen. Bei einer Ausbreitungsrechnung mit Geländehöhen und/ oder Gebäuden sind weiterhin die entsprechenden Anforderungen von AUSTAL2000 bzw. des jeweiligen Berechnungsverfahrens zu beachten. Relevante Kaltluftabflüsse sind bei der vorliegenden Struktur nicht zu erwarten.

4 Hinweise

Die Unterzeichner bestätigen, dieses Gutachten unabhängig jeglicher Weisung und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt zu haben.

Als Grundlage für die Feststellungen und Aussagen der Sachverständigen dienen die vorgelegten und im Gutachten erwähnten Unterlagen sowie die Auskünfte der Beteiligten. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfungsumfang. Ein auszugsweises Vervielfältigen des Gutachtens ist ohne die Genehmigung der Verfasser nicht zulässig.

Berlin, 02.02.2017

Erstellt durch:

Dipl.-Met. André Förster

Von der Industrie- und Handelskammer zu Berlin
Dipl.-Meteorologe
André Förster
Sachverständiger für
Berechnung der Ausbreitung
von Gerüchen und
Luftschadstoffen
öffentlich bestellt und vereidigt

Datenlieferung durch:

Dipl.-Met. Wolfram Bahmann
Argusoft GmbH & Co. KG

Anhang

I Grundlagen

II Grafische Darstellung der Windrichtungsverteilungen und Windgeschwindigkeiten

III Topografische Karte 1:250.000

I Grundlagen

[1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I Nr. 71 vom 04.10.2002, ... 23.10.2007 S. 2470 07) Gl.-Nr.: 2129-8

[2] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung Fassung vom 14. März 1997 (BGBl. I 1997 S. 504, S. 548; 1998 S. 723... 23.10.2007 S. 2470 07) Gl.-Nr.: 2129-8-4

[3] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) - – Juli 2002 –

[4] VDI 3945 Blatt 3, Umweltmeteorologie Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Partikel-modell“ (September 2000)

[5] Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x; Copyright (c) Umweltbundesamt, Berlin, 2002-2014; Copyright (c) Janicke Consulting, Dunum, 1989-2014

[6] Die Entwicklung des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000G; Lutz Janicke, Ulf Janicke, August 2004; Ingenieurbüro Janicke, Alter Postweg 21, 26427 Dunum, ISSN 1439-8222

[7] Entwicklung einer modellgestützten Beurteilungssystems für den anlagenbezogenen Immissionsschutz von Dr. Lutz Janicke, Dr. Ulf Janicke, Ingenieurbüro Janicke, Dunum, Im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin Februar 2003

[8] Meynen, Schmidthülsen (1959 - 1962) Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Bodenforschung Selbstverlag Bad Godesberg

[9] Landschaftssteckbriefe Texte gemäß BfN Website [9] http://www.bfn.de/0311_schutzw_landsch.html; Karten gemäß CD des LANIS-BUND, Bundesamt für Naturschutz (BfN)

[10] Digitale Weibull-Daten (Skalen- und Formparameter) für die gesamte BRD im 1-km-Raster, Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung, Zentrales Gutachtenbüro

[11] Digitale Winddaten in 10 m über Grund für die gesamte BRD im 1-km-Raster; Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung, Zentrales Gutachtenbüro; Rasterpunkte mit Windgeschwindigkeitswerten in zehntel Meter

[12] Gerth u. Christoffer: Windkarten von Deutschland, Meteorol. Z. N.F. 3, Heft 2, S. 67-77

[13] Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund des jeweiligen Bundeslandes;

Statistisches Windfeldmodell (SWM) im 200 m-Raster; Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung, Rasterflächen mit Windgeschwindigkeitswerten in zehntel Meter

[14] Verfahrensbeschreibung zur Übertragung von Windmessdaten vom Messort auf einen anderen Standort; "Qualifizierte Prüfung (QPR) der Übertragbarkeit einer Ausbreitungszeitreihe (AKTerm) bzw. einer Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) nach TALuft 2002 auf einen Standort"; Dipl.-Met. J. Hessel, Dipl.-Met. J. Namyslo; Deutscher Wetterdienst 2007

[15] VDI 3783 Blatt 20 – ENTWURF: Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft; September 2015.

[16] Die Bodennahen Windverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland; Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 147; 2. vollständig neu überarbeitete Auflage von Christoffer und Ulbricht-Eissing, 1989

[17] Hessen Windrosen-Atlas Hessen Version 2.1, Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV) Mainzer Str. 80, 65189 Wiesbaden; http://windrosen.hessen.de/viewer.htm

[18] Kaltluftabflüsse bei Immissionsprognosen Schriftenreihe, Heft 27/2012; Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie; Freistaat Sachsen

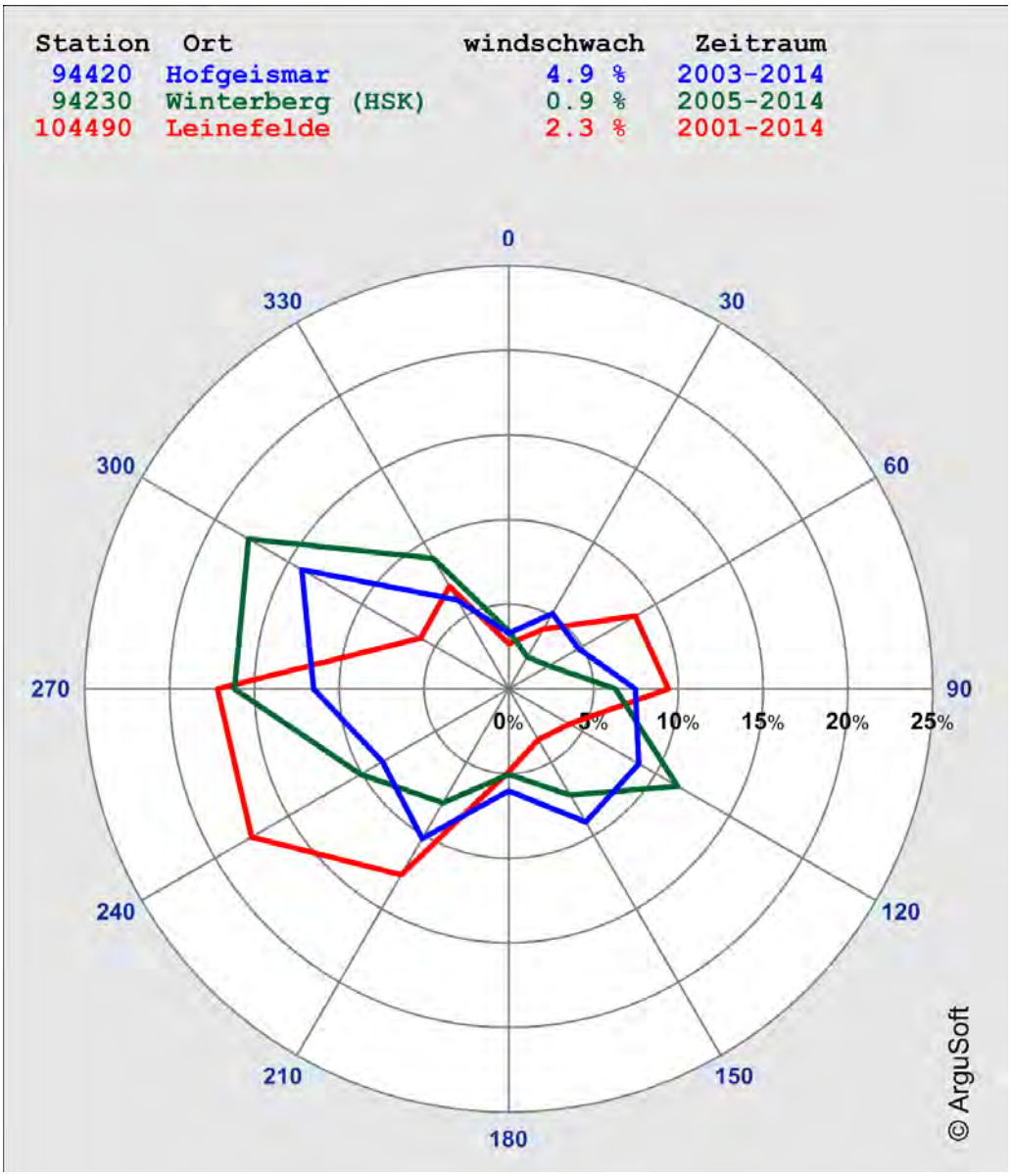
[19] Daten zur Bodenbedeckung der Bundesrepublik Deutschland des Statistischen Bundesamtes, Wiesbaden

[20] Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebenden Anemometerhöhe; Verfahrensbeschreibung gemäß DWD; Joachim Namyslo, DWD Offenbach

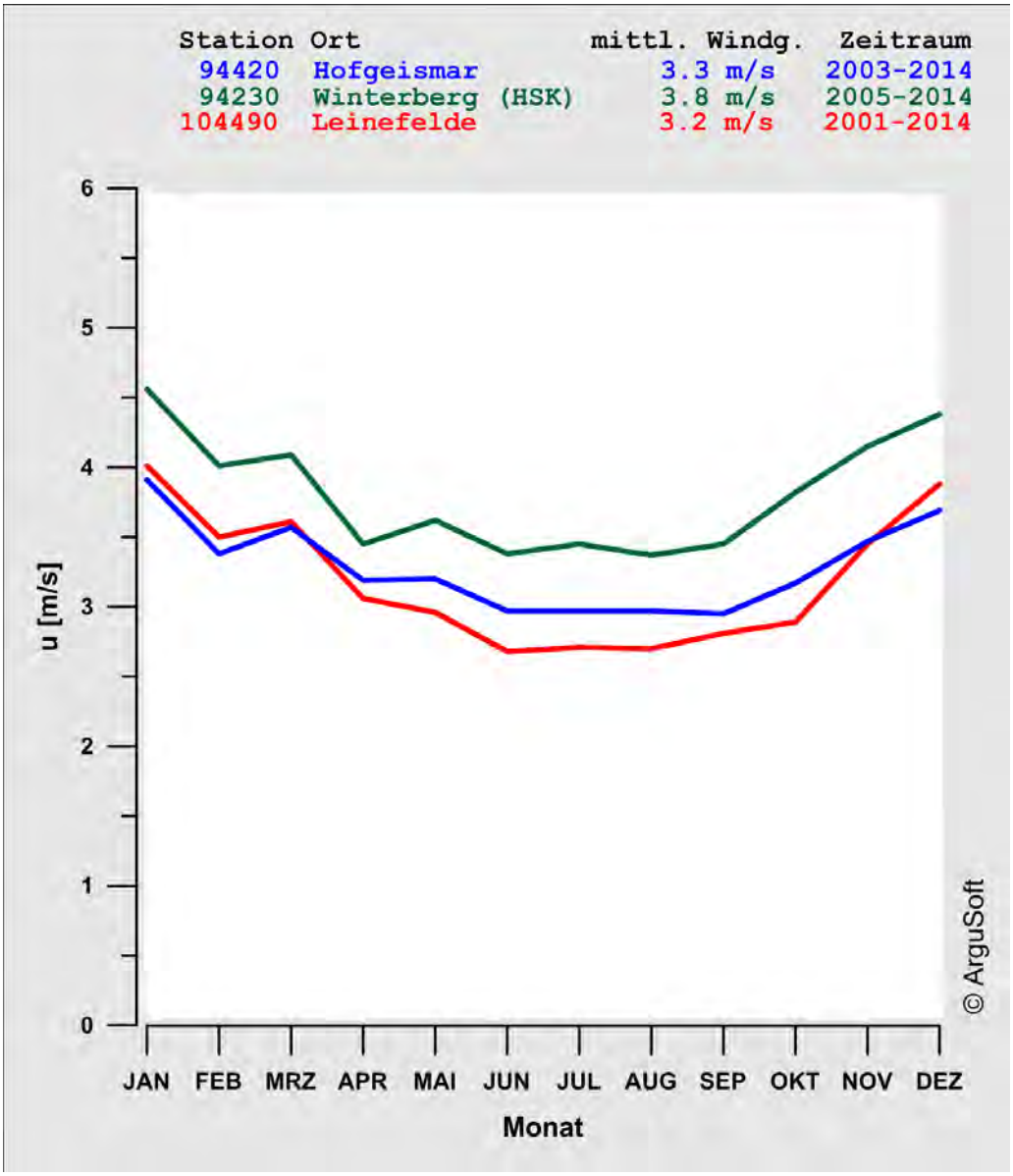
[21] Katalog der Großwetterlagen Europas (1881 – 1992) nach Paul Hess und Helmut Brezowski; 5., verbesserte und ergänzte Auflage; F.-W. Gerstengarbe und P.C. Werner unter Mitarbeit von U. Rüge; Potsdam, Offenbach a. M., 1999

II Grafische Darstellung der Windrichtungsverteilungen und Windgeschwindigkeiten

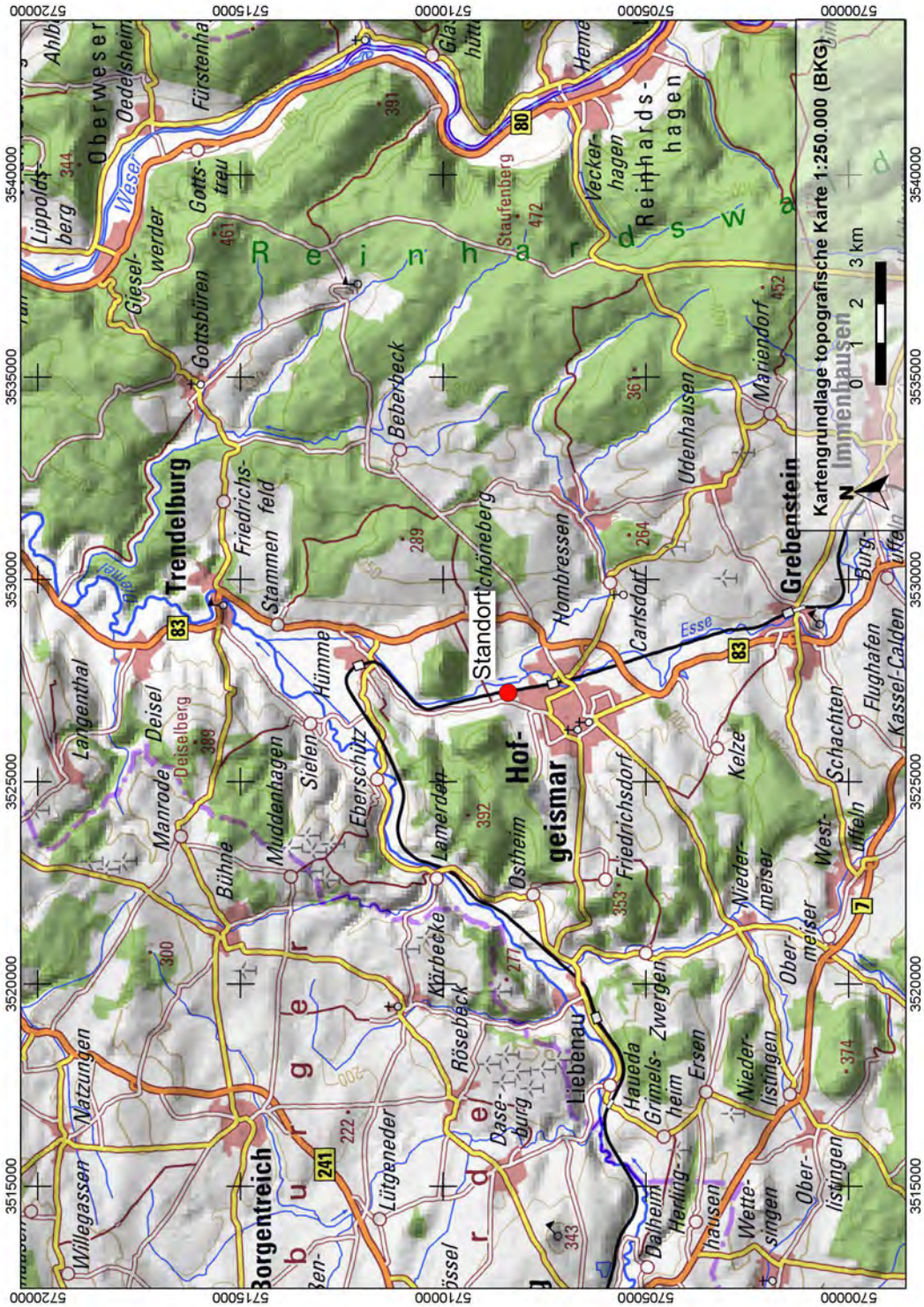
Mittlere Stationswindrosen



Mittlere Jahresgänge der Windgeschwindigkeit



III Auszug aus der topografischen Karte



argusim UMWELT CONSULT André Förster

Immissionsprognosen
Emissionsprognosen
Schornsteinhöhenberechnungen
Umweltmeteorologie
Meteorologische
Übertragbarkeitsprüfungen

Stellungnahme zum Geländeeinfluss und seiner Modellierung

Prüfung der Notwendigkeit des Einsatzes eines prognostischen Windfeldmodells für den **Hofgeismar (Kassel)**

im Auftrag von
Firma
öko-control GmbH
Burgwall 13a
39218 Schönebeck / Elbe

Proj. U17-1-625-Nachtrag
14.02.2017

Von der IHK Berlin öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für die Berechnung der Ausbreitung von Gerüchen und Luftschadstofffen

Dipl.-Met. André Förster
Weserstraße 17
10247 Berlin

Tel.: +49 30 61621538 - Fax.: +49 30 61621543 - foerster@argusim.de - www.argusim.de

Titel	:	**Stellungnahme zum Geländeeinfluss und seiner Modellierung** Prüfung der Notwendigkeit des Einsatzes eines prognostischen Windfeldmodells
Prüfstandort	:	Hofgeismar (Kassel)
Auftraggeber	:	Firma öko-control GmbH Burgwall 13a 39218 Schönebeck / Elbe
Auftrag vom	:	13.07.2016
Bestelldaten	:	per Mail Frau Hüttenberger
Auftragnehmer	:	argusim UMWELT CONSULT Weserstraße 17 10247 Berlin
Bearbeiter	:	Dipl.-Met. Wolfram Bahmann
Qualitätsprüfung	:	Dipl.-Met. André Förster
Projekt-Nr.	:	U17-1-625-Nachtrag
Stand	:	14.02.2017
Umfang	:	10 Seiten insgesamt inklusive Deckblatt und Anhang

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 4

1 Verwendete Unterlagen 4

2 Repräsentative meteorologische Daten für den Standort 4

3 Berücksichtigung des Geländeeinflusses 5

Anhang I: Grundlagen 10

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geländesteigung in gestuftem Gitter auf Basis DGM25 6
Abbildung 2: Übersicht der Geländeschnitte im DGM25 7
Abbildung 3: Auswertung Geländeschnitte 8
Abbildung 4: Resultierende Standort-Windrose mittels TALdia 9

Zusammenfassung

Die Firma öko-control GmbH beauftragte die argusim UMWELT CONSULT im Rahmen einer Immissionsprognose zur Notwendigkeit des Einsatzes eines prognostischen Windfeldmodells Stellung zu nehmen.

Diese Prüfung erfolgt vor dem Hintergrund einer zu erstellenden Ausbreitungsrechnung nach TA Luft mit dem Ausbreitungsmodell für Luftbeimengungen AUSTAL2000 [4], [5], [6].

1 Verwendete Unterlagen

Zur Durchführung der Arbeiten wurden folgende maßgebende Unterlagen herangezogen:

- Digitales Geländemodell DGM25
- Rechner für Geländesteigung in AUSTAL View

2 Repräsentative meteorologische Daten für den Standort

Die Ausbreitung von Luftbeimengungen wird wesentlich von den meteorologischen Parametern Windrichtung, Windgeschwindigkeit und die atmosphärischen Turbulenz der Atmosphäre bestimmt. Hierzu ist eine Zeitreihe der meteorologischen Parameter Windrichtung, Windgeschwindigkeit und der sog. Ausbreitungsklasse für ein zeitlich repräsentatives Jahr heranzuziehen. Im Rahmen der Übertragbarkeitsprüfung Proj. U17-1-625-Rev00 wurde die Verwendung der Daten der Station Hofgeismar (MM 94420) empfohlen. Dabei wurde ein Windfeld mittels des diagnostischen Modells TALdia berechnet und die am Standort resultierende Windverteilung ermittelt. Aus dieser meteorologischen Zeitreihe wurde eine AKTERM mit Übertragung der Ausbreitungsklasse erzeugt, die auch für die Station Hofgeismar ermittelt wurde. Die Konservativität dieser Annahme wurde überprüft. Somit kann diese Zeitreihe in dem in der Übertragbarkeitsprüfung dargestellten Prüfgebiet verwendet werden, da die Windverteilung dort hineinreichend homogen ist. Die Ausbreitungs-

berechnungen können dann ohne die Windfeldberechnungen erfolgen, da der Geländeeinfluss bereits in der AKTERM abgebildet ist. Wird die AKTERM von Hofgeismar direkt verwendet, hat eine Windfeldberechnung im Vorfeld der Ausbreitungsrechnung zu erfolgen, wobei die Ersatzanemomerposition zu berücksichtigen ist, die in der Übertragbarkeitsprüfung angegeben wird.

3 Berücksichtigung des Geländeeinflusses

Nach Nr. 11, Anhang 3 der TA Luft [3] müssen in der Ausbreitungsrechnung die Geländestrukturen berücksichtigt werden, falls innerhalb des Rechengebietes Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Dieses Kriterium wird im Beurteilungsgebiet erfüllt.

Gemäß Anhang 3, Nr. 11 der TA Luft können Geländeunebenheiten mit Hilfe des im Ausbreitungsmodells AUSTAL2000 integrierten diagnostischen Windfeldmodells TALdia berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 nicht überschreitet. Falls die Geländesteigung deutlich größer ist, kann es zu einem Abreißen der Strömung an Geländekanten kommen, die vom diagnostischen Windfeldmodell aufgrund der dort enthaltenen Modellphysik nicht abgebildet werden können.

Die Geländesteigung im näheren Untersuchungsgebiet ist in Abbildung 1 dargestellt. Betrachtungsrelevante zusammenhängende Zonen, in denen die Steigung deutlich über 1:5 liegt, gibt es nur im Bereich der Geländeerhebungen nordwestlich (Westberg) und und nördlich (Schöneberg) des Standorts. Deshalb können nur dort Leewirbeleffekte auftreten.

Aufgrund der Quellhöhen (meist unter 25 m) darf angenommen werden, dass die Immissionsmaxima im Umkreis von weniger als 500 m auftreten. Bei den im Untersuchungsgebiet zu erwartenden Windrichtungsverteilungen (siehe Abbildung 4), ist davon auszugehen, dass sich die Immissionen vergleichsweise gleichmäßig ausbreiten, da die Windverteilung am Standort keine signifikante Richtungsprägung aufweist.

In einem ungestuften Rechengitter, dessen innere Zellen 25 m groß sind, liegen Steigungen über 0,3, die von strömungsseitiger Relevanz in Bezug auf die Immissionssituation sein können, an die dem Standort zugewandten Hängen der o.g. Geländeerhebungen. Bei Abständen zwischen 500 m und 1.500 m und

Höhenunterschieden von 10 m bis 240 m zwischen Grund und Position der Steigungsfelder können theoretisch Leewirbeleffekte auftreten, die allerdings keine Relevanz aufweisen, weil diese die Emissions- und Immissionsbereiche nicht beeinflussen.

Die Auswertung der Kavitationszone (-15° gegenüber der Horizontalen; Abbildung 3) [8] zeigt, dass die Emissionen außerhalb des Bereiches liegt, in dem eine Rückströmung maßgebend sein kann. Bei Betrachtung des Profils zeigt sich weiterhin, dass quasi kaum Raum für Kavitationszonen zu erwarten ist. Damit können sich auch keine Leewirbel mit großer räumlichen Ausdehnung ausbilden. Für Bereiche mit höheren Steigungen, die in niedrigeren Niveaus liegen, verringert sich weiterhin das Einflusspotential, da sich die Kavitationszone vom Standort entfernt. Der Abbildung 2 ist die Geländeübersicht für 3 Geländequerschnitte auf Basis des DGM25 zu entnehmen.

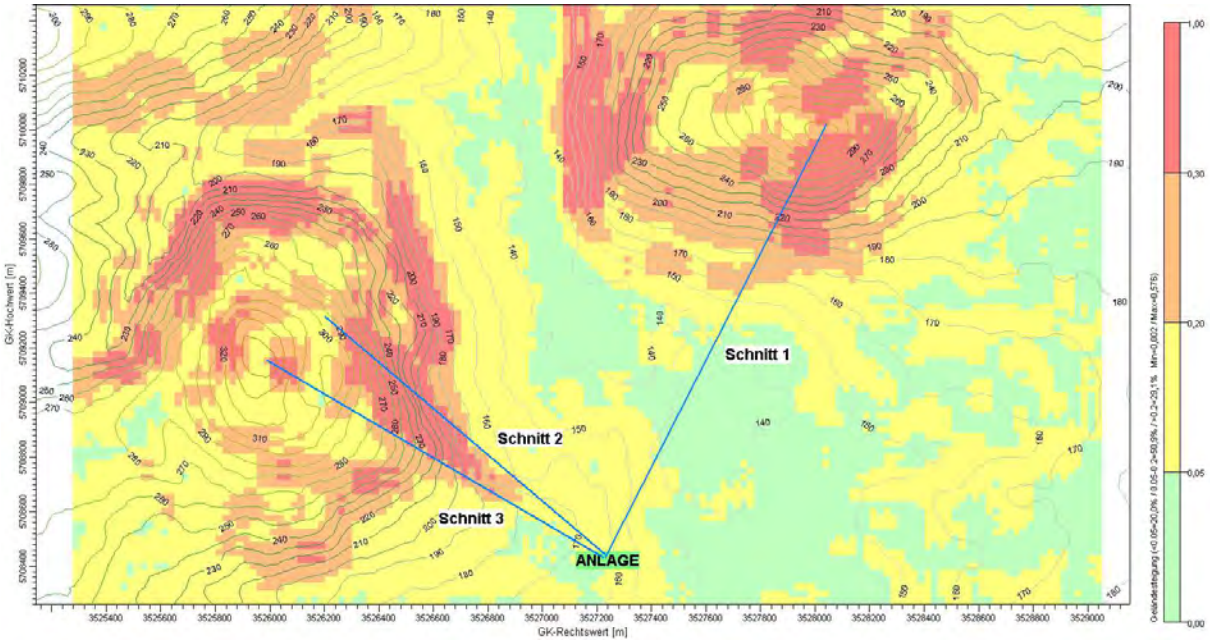


Abbildung 1: Geländesteigung in gestuftem Gitter auf Basis DGM25

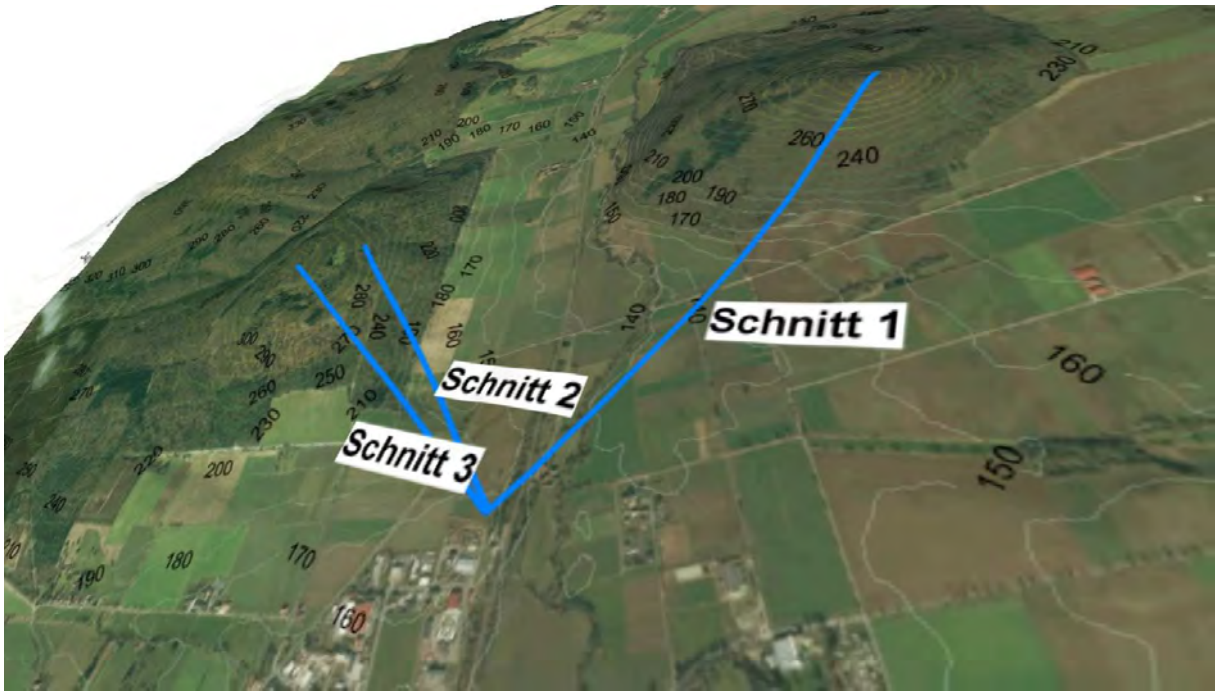


Abbildung 2: Übersicht der Geländeschnitte im DGM25

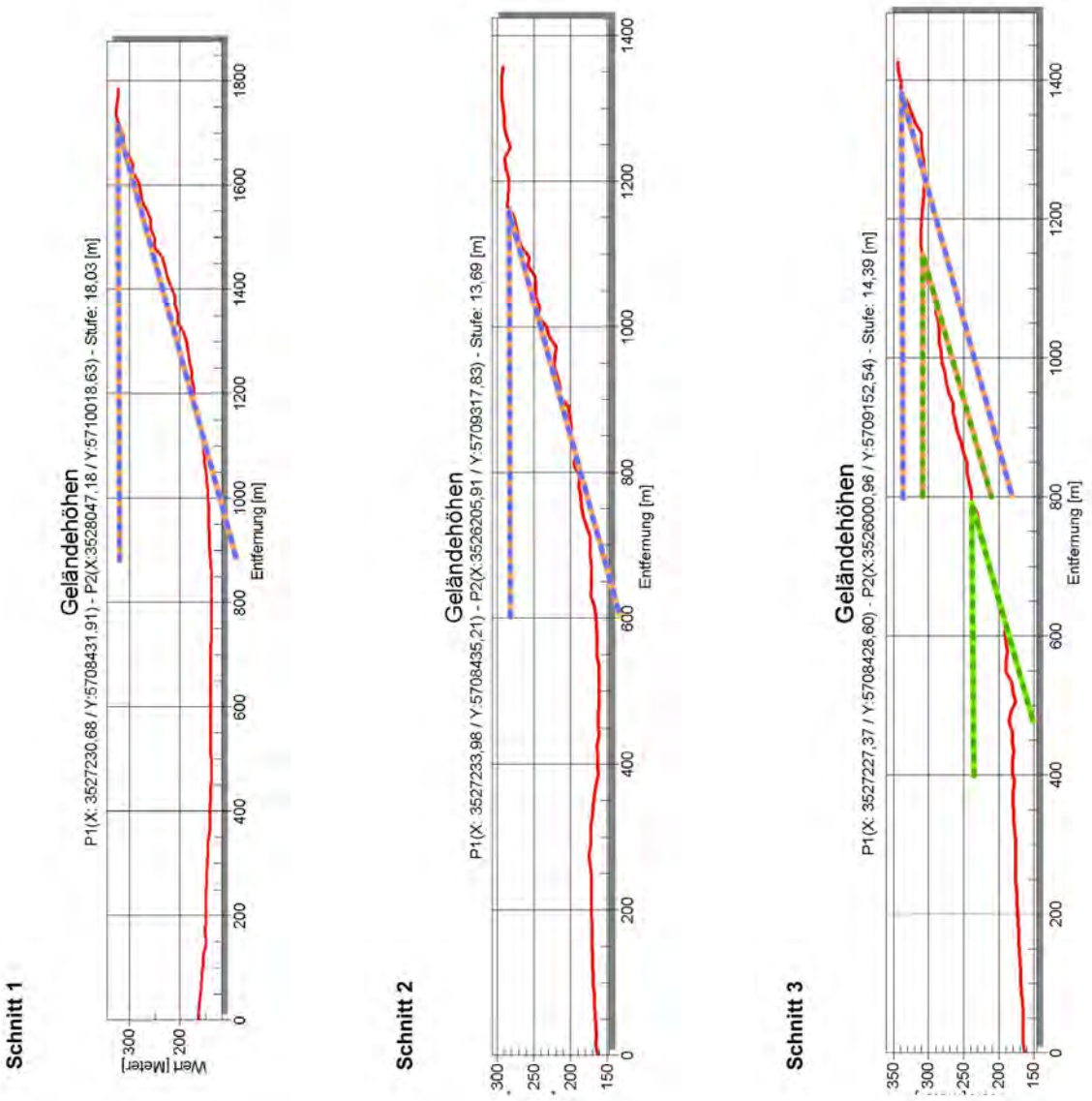


Abbildung 3: Auswertung Geländeschnitte

Die grafische Auswertung (Abbildung 3) bestätigt, dass Geländeeinflüsse außerhalb des Gültigkeitsbereiches von TALdia in Quell- und Immissionsbereichen nicht relevant sind. Damit ergibt sich außerhalb des Abbaugebietes im Vergleich zu Berechnungen mittels eines diagnostischen Windfeldmodells kein weiterer Erkenntnisgewinn bei Berechnungen mittels eines prognostischen Windfeldmodells, da die Um- und Überströmung der Orografie hinreichend zur Berechnung der

ausbreitungsrelevanten Windverhältnisse ist. Ein prognostisches Windfeld würde daher innerhalb dieser „Um- und Überströmungszonen“, die Situation in vergleichbarer Weise darstellen.

Der Wortlaut des Anhang 3, Nr. 11 der [3] TA Luft schließt die Verwendung des diagnostischen Windfeldmodells nicht aus. Es werden lediglich die Randbedingungen angegeben, unter denen das Modell üblicherweise ohne Einschränkungen verwendet werden kann. Aus Erfahrung der Verfasser ist im vorliegenden Fall der Einsatz des diagnostischen Windfeldmodells möglich.

Es lässt sich für die Immissionssituation im potenziellen Rechengebiet [3] trotz vereinzelter erhöhter Steigungen nicht ableiten, dass die Verwendung eines prognostischen Windfeldes zwingend ist, da die Eigenschaften eines diagnostischen Windfeldes akzeptabel sind und entsprechend problematische Zonen sich nur in den quellfernen Bereichen befinden.

Der Einsatz eines prognostischen Modells führt im Vergleich zum Aufwand daher zu keinem relevanten Erkenntnisgewinn in Bezug auf die Immissionssituation. Unter Verwendung eines geschachtelten Rechengitters kann im Nahbereich mit einer Auflösung von 25 m gearbeitet werden.

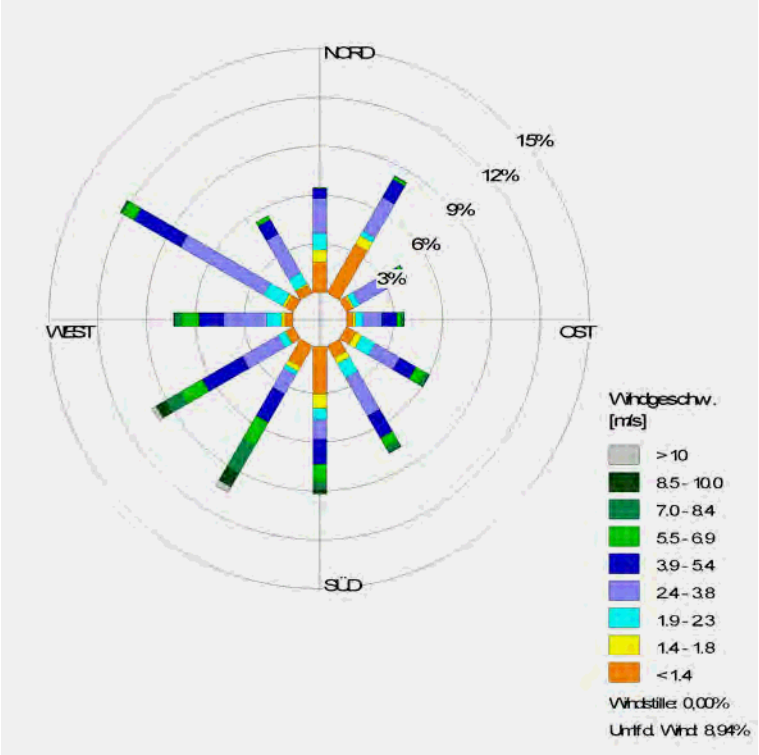


Abbildung 4: Resultierende Standort-Windrose mittels TALdia

Anhang I: Grundlagen

[1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I Nr. 71 vom 04.10.2002, ... 23.10.2007 S. 2470 07) Gl.-Nr.: 2129-8

[2] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung Fassung vom 14. März 1997 (BGBl. I 1997 S. 504, S. 548; 1998 S. 723... 23.10.2007 S. 2470 07) Gl.-Nr.: 2129-8-4

[3] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) - – Juli 2002 –

[4] Richtlinie VDI 3945 Blatt 3, Umweltmeteorologie Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Partikelmodell“ (September 2000)

[5] Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.4.7-WI-x; Copyright (c) Umweltbundesamt, Berlin, 2002-2007; Copyright (c) Janicke Consulting, Dunum, 1989-2007

[6] Die Entwicklung des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000G; Lutz Janicke, Ulf Janicke, August 2004; Ingenieurbüro Janicke, Alter Postweg 21, 26427 Dunum, ISSN 1439-8222

[7] Entwicklung einer modellgestützten Beurteilungssystems für den anlagenbezogenen Immissionsschutz von Dr. Lutz Janicke, Dr. Ulf Janicke, Ingenieurbüro Janicke, Dunum, Im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin Februar 2003

[8] Richtlinie VDI 3782 Blatt 3; Ausbreitung luftfremder Stoffe in der Atmosphäre; Schornsteinhöhe und Berücksichtigung unebener Geländeform; August 1981.