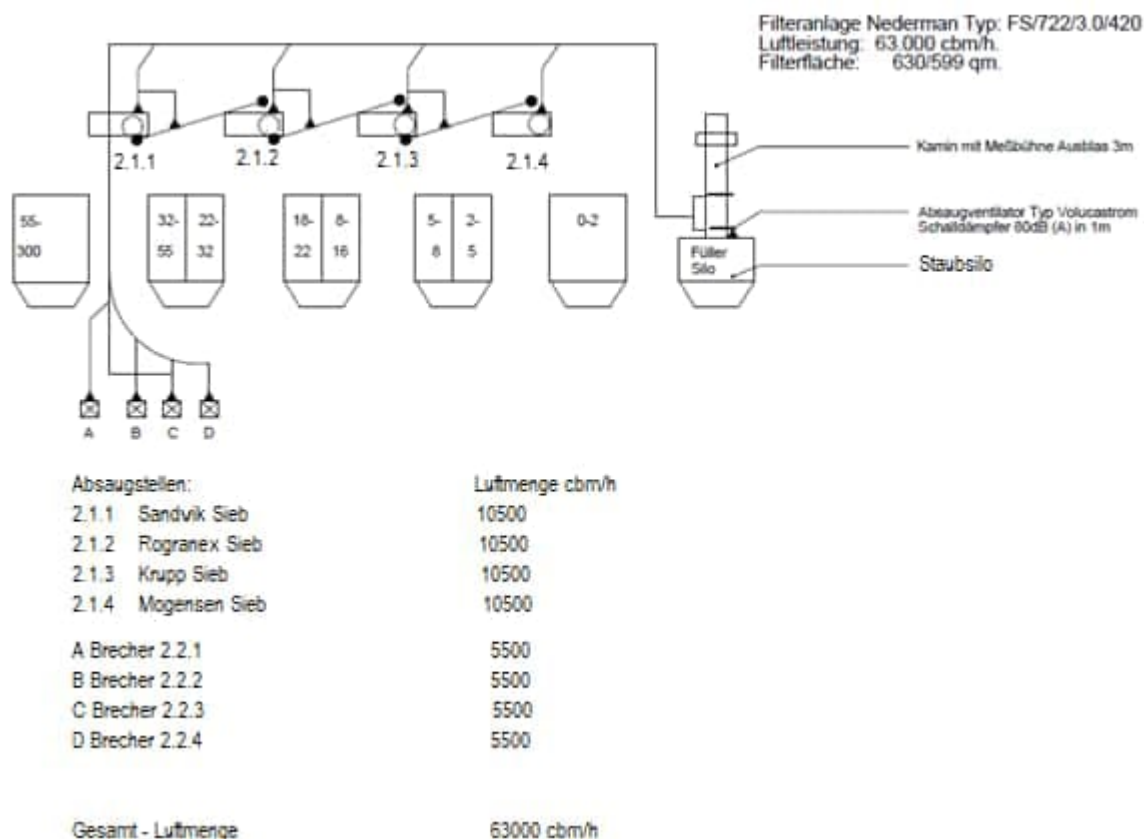


## 4 Luftreinhaltung

### 4.1 Vorgesehene Maßnahmen zur Vermeidung von Emissionen

Es besteht am Standort ein genehmigter Betrieb für die stationären Sieb- und Brechanlagen, die hier umgesetzten Maßnahmen sind eng mit dem Abbau und der Erweiterung verbunden. Aus diesem Grund werden hier alle umgesetzten Maßnahmen aufgeführt.

Die Klassieranlage wurde vollständig verschlossen:



Auf das neue Staubsilo wurde eine neue Filteranlage mit einer Luftleistung von ca. 63000 cbm/h montiert. Es handelt sich um eine Schlauchfilteranlage auf einem geschlossenen, ca.50-70 cbm fassenden Staubsilo.

b) Die Klassieranlage wurde vollständig verschlossen:



c) Die Fahrwege wurden teilweise neu asphaltiert.



d) Die Fahrwege werden konitnuierlich mit Wasserfahrzeugen bewässert.



## **4.2 Angaben zu Emissionen luftfremder Stoffe jeder Emissionsquelle**

### **Staub**

Das Immissionschutzgutachten Staub beachtet alle am Standort stattfindenden Betriebsprozesse von der Gewinnung, dem Transport und der Aufbereitung des gewonnenen Gesteins. Es wurden Staubmessungen durchgeführt, deren Ergebnisse im Staubgutachten bewertet wurden – vgl. Anhang4\_2\_a.

### **Abgase**

Die eingesetzten mobilen Geräte (Radlader, Bagger, Dumper) sind mit modernen Motoren ausgerüstet. Die Verbrennungsabgase werden als Schadstoff freigesetzt. Die Freisetzung findet je nach Einsatzort auf dem Gelände punktuell statt.

## **4.3 Maßnahmen zur Verminderung von Staubemissionen**

Die unter 4.1 genannten Maßnahmen tragen im Wesentlichen zur Reduzierung der Emissionen statt.

Eine Anlage im Sinne der 17. BImSchV liegt nicht vor, daher sind keine Angaben zu machen.

#### **4.4 Angaben zur Abgaserfassung und Abgasableitung**

Derartige Anlagen sind nicht vorhanden, daher sind keine Angaben zu machen.

#### **4.5 Maßnahmen zur Messung und Überwachung der Emissionen**

Die Entstaubungsanlagen werden nach Herstellermaßgaben und auf Anweisung des Betriebsleiters regelmäßig gewartet und die Wartung und Vorfälle dokumentiert. Durch eine dafür zugelassene und externe Überwachungsstelle wird die Wirkungsweise der Entstaubungsanlage im 3-Jahreszyklus überwacht.

#### **4.6 Betrachtung der Immissionen der Anlage, soweit im Rahmen des Gutachtens nach Nr. 1 des Anhangs 2 zu dieser Checkliste erforderlich**

Ein immissionsfachliches Gutachten wird in Anhang 4\_2\_a angehängt.

#### **4.7 Angabe, ob eine Anlage i. S. d. § 2 des Treibhausgas-Emissionshandelsgesetzes (TEHG) vorliegt.**

Trifft nicht zu.

Müller-BBM Industry Solutions GmbH  
Niederlassung Berlin  
Körnerstraße 48c  
12157 Berlin

Telefon +49(30)217975 0  
Telefax +49(30)217975 35

[www.mbbm-ind.com](http://www.mbbm-ind.com)

M.Sc. Stefan Proft  
Telefon +49(30)217975 686  
[stefan.proft@mbbm-ind.com](mailto:stefan.proft@mbbm-ind.com)

23. Januar 2025  
M166910/01 Version 2 PRF/PRF

## Staubimmissionsprognose

**Bayer. Wald Granitwerke  
K.A. Thiele GmbH & Co. KG**

**Bericht Nr. M166910/01**

Auftraggeber:	Bayer. Wald Granitwerke K.A. Thiele GmbH & Co. KG Werk Schönberg Saunstein 3 94513 Schönberg
Berichtsversion:	M166910/01 Version 2 vom 23.01.2025 ersetzt Version 1 vom 22.06.2022
Bearbeitet von:	M.Sc. Stefan Proft
Berichtsumfang:	Insgesamt 60 Seiten, davon 56 Seiten Textteil, 4 Seiten Anhang

Müller-BBM Industry Solutions GmbH  
Niederlassung Berlin  
HRB München 86143  
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:  
Joachim Bittner,  
Manuel Männel,  
Dr. Alexander Ropertz

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>1 Situation und Aufgabenstellung</b>	<b>6</b>
<b>2 Beurteilungsgrundlagen</b>	<b>7</b>
2.1 Abgrenzung der zu betrachtenden Stoffe	7
2.2 Immissionswerte nach TA Luft 2021	7
2.3 Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV	9
2.4 Weitere Beurteilungsgrundlagen	9
<b>3 Örtliche Situation</b>	<b>12</b>
<b>4 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung</b>	<b>15</b>
<b>5 Emission</b>	<b>16</b>
5.1 Emissionen und Ableitbedingungen	16
5.2 Angesetzte Betriebszeiten und Betriebszustände	24
5.3 Beurteilung der Emissionen anhand der Bagatellmassenströme	24
5.4 Modellierung der Emissionsquellen	25
5.5 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen	27
5.6 Überhöhung	28
<b>6 Meteorologische Eingangsdaten</b>	<b>29</b>
6.1 Auswahlkriterien und Eignung	29
6.2 Beschreibung der meteorologischen Eingangsdaten	29
<b>7 Transmission</b>	<b>34</b>
7.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung	34
7.2 Rauigkeitslänge	35
7.3 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände	35
7.4 Verwendetes Ausbreitungsmodell	36
7.5 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit	36
7.6 Stoffspezifische Parameter für die Ausbreitungsrechnung	37
<b>8 Immission</b>	<b>38</b>
8.1 Beurteilungsrelevante Nutzungen/Beurteilungspunkte	38
8.2 Immissions-Gesamtzusatzbelastung	39
8.3 Vor-/Hintergrundbelastung	46
8.4 Gesamtbelastung	49

<b>9</b>	<b>Auflagenvorschläge zum Staubimmissionsschutz</b>	<b>52</b>
<b>10</b>	<b>Grundlagen des Berichts (Literatur)</b>	<b>54</b>
	<b>Anhänge</b>	<b>57</b>

## Änderungsdokumentation

Neue Version		Vorgängerversion		Änderung(en)
Datei	Datum	Datei	Datum	
Version 2	23.01.2025	Version 1	22.06.2022	<p>Aktualisierung des Gutachtens aufgrund der Vorlage eines aktualisierten abschnittswisen Abbauplans. Dadurch redaktionelle Änderungen hinsichtlich des geplanten abschnittswisen Abbaus sowie einer geringfügigen Verkleinerung der geplanten Erweiterungsfläche (u. a. Hinzufügen des Abbauplans in Kap. 3).</p> <p>Dadurch keine relevanten Änderungen auf die hier dargelegten Ergebnisse.</p>

## Zusammenfassung

Die Hötzelsberger Hartsteinwerk M. Thiele GmbH & Co. KG hat im Ortsteil Hötzelsberg, 94530 Auerbach, einen Steinbruch zum Abbau von Granitgestein sowie Anlagen zur weiteren Verarbeitung des gewonnenen Rohgesteins (Hartsteinwerk Hötzelsberg) betrieben und am 10.09.2014 einen Antrag auf immissionsschutzrechtliche Genehmigung zur wesentlichen Änderung nach § 16 Abs. 1 BImSchG durch Erweiterung des Abbaugebietes um 6,4 ha nach Osten hin beim Landratsamt Deggendorf gestellt. Zum 01.04.2015 ging die Antragstellerin im Zuge der Rechtsnachfolge in die Bayer. Wald Granitwerke K. A. Thiele GmbH & Co. KG (Bayer. Wald Granitwerke) über, welche das Hartsteinwerk Hötzelsberg aktuell betreibt.

Gemäß vorliegendem Schreiben des Landratsamts Deggendorf vom 15.06.2016 [27] wurden im Zuge des Genehmigungsverfahrens die Antragsunterlagen [25] in der Zeit vom 10.12.2014 bis zum 09.01.2015 zur Einsichtnahme ausgelegt.

Im Hinblick auf das Gutachten zur Luftreinhaltung (Müller-BBM Bericht Nr. M109344/01 vom 27.08.2013 [26]) wurde eine Ergänzung des Berichts in folgenden Punkten gefordert:

- Zusätzliche Berücksichtigung von Quarzfeinstaub,
- Formulierung von Auflagenvorschlägen (Anforderungs- und Maßnahmenkatalog) zur Aufnahme in den Genehmigungsbescheid.

Das im Jahr 2014 im Zuge des Genehmigungsverfahrens eingereichte lufthygienische Gutachten [26] war daher im Hinblick auf die zusätzlich geforderten Inhalte und Aussagen zu überarbeiten bzw. zu ergänzen. Da seit dem 01.12.2021 die geänderte TA Luft 2021 [5] gültig ist, wurden die Ausbreitungsrechnungen auf die aktuelle TA Luft 2021 angepasst.

Die Immissionsprognose für staubförmige Luftschadstoffe ergab folgendes:

- Der Immissionswert für Schwebstaub PM<sub>10</sub> nach Ziffer 4.2.1 TA Luft 2021 [5] (40 µg/m<sup>3</sup>) wird an allen Immissionsorten deutlich unterschritten.
- Nach TA Luft 2021 [5] Ziffer 4.2.1 wird mit der ermittelten maximalen Gesamtbelastung von 26,7 µg/m<sup>3</sup> die maximale Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelwertes (35/a) PM<sub>10</sub> sicher unterschritten.
- Der Immissionswert nach Ziffer 4.2.1 TA Luft 2021 [5] und der 39. BImSchV [3] für Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> (25 µg/m<sup>3</sup>) wird an allen Immissionsorten deutlich unterschritten.
- Der Immissionswert für Staubniederschlag nach Ziffer 4.3.1 TA Luft 2021 von 0,35 g/(m<sup>2</sup>×d) wird an allen Immissionsorten deutlich unterschritten.
- Der in Kapitel 2.4 aus dem Bericht des LAI in Verbindung mit dem des UBA hergeleitete konservative Immissionswert für Quarzfeinstaub PM<sub>4</sub> (1,1 µg/m<sup>3</sup>) wird an allen Immissionsorten sicher unterschritten.



M.Sc. Stefan Proft

Telefon +49(30)217975-674

Projektverantwortlicher



Dipl.-Ing. Eduard Wensauer

Telefon +49(89)85602-324

Qualitätssicherung

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.



**DAkkS**

Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14119-01-00

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für den in der  
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Die Hötzelsberger Hartsteinwerk M. Thiele GmbH & Co. KG hat im Ortsteil Hötzelsberg, 94530 Auerbach, einen Steinbruch zum Abbau von Granitgestein sowie Anlagen zur weiteren Verarbeitung des gewonnenen Rohgesteins (Hartsteinwerk Hötzelsberg) betrieben und am 10.09.2014 einen Antrag auf immissionsschutzrechtliche Genehmigung zur wesentlichen Änderung nach § 16 Abs. 1 BImSchG durch Erweiterung des Abbaugebietes um 6,4 ha nach Osten hin beim Landratsamt Deggendorf gestellt. Zum 01.04.2015 ging die Antragstellerin im Zuge der Rechtsnachfolge in die Bayer. Wald Granitwerke K. A. Thiele GmbH & Co. KG (Bayer. Wald Granitwerke) über, welche das Hartsteinwerk Hötzelsberg aktuell betreibt.

Gemäß vorliegendem Schreiben des Landratsamts Deggendorf vom 15.06.2016 [27] wurden im Zuge des Genehmigungsverfahrens die Antragsunterlagen [25] in der Zeit vom 10.12.2014 bis zum 09.01.2015 zur Einsichtnahme ausgelegt. Während der Einwendungsfrist bis zum 23.01.2015 gingen beim Landratsamt Deggendorf insgesamt 29 Einwendungen ein, bei denen es sich zu einem großen Teil um Beschwerden über den Bestandsbetrieb handelte. In der Folge wurden vom Betreiber an den Anlagen verschiedene Änderungen vorgenommen, um Verbesserungen hinsichtlich bestimmter geäußerter Beschwerden zu erreichen.

Weiterhin wurden von der Genehmigungsbehörde mit Schreiben vom 15.06.2016 [27] die Beanstandungen der verschiedenen, im Zuge des Genehmigungsverfahrens gehörten Fachstellen zu den im Rahmen des Genehmigungsverfahrens eingereichten Begutachtungen mitgeteilt.

Im Hinblick auf das Gutachten zum Staubimmissionsschutz (Müller-BBM Bericht Nr. M109344/01 vom 27.08.2013 [26]) wurde eine Ergänzung des Berichts in folgenden Punkten gefordert:

- Zusätzliche Berücksichtigung von Quarzfeinstaub,
- Formulierung von Auflagenvorschlägen (Anforderungs- und Maßnahmenkatalog) zur Aufnahme in den Genehmigungsbescheid.

Das im Jahr 2014 im Zuge des Genehmigungsverfahrens eingereichte staubtechnische Gutachten [26] ist daher im Hinblick auf die zusätzlich geforderten Inhalte und Aussagen zu überarbeiten bzw. zu ergänzen. Da seit dem 01.12.2021 die geänderte TA Luft 2021 [5] gültig ist, sind die Ausbreitungsrechnungen auf die aktuelle TA Luft 2021 anzupassen.

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens für die geplante Erweiterung wurde die Müller-BBM GmbH mit der Erstellung einer Staubimmissionsprognose nach TA Luft 2021 in Verbindung mit VDI 3783 Blatt 13 beauftragt.

Das vorliegende Gutachten enthält alle Angaben zu den spezifischen Quellen- und Ausbreitungsdaten, die der Berechnung zugrunde liegen, sowie eine Darstellung der aus der Anlage resultierenden Immissionen.

## 2 Beurteilungsgrundlagen

### 2.1 Abgrenzung der zu betrachtenden Stoffe

Im vorliegenden Fall sind als mögliche luftverunreinigende Stoffe (Staub-)Partikel<sup>1</sup> (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>)<sup>2</sup> sowie Gesamtstaub (als Leitgröße für Staubbiederschlag ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe) zu betrachten. Des Weiteren wird Quarzfeinstaub in die Betrachtung einbezogen<sup>3</sup>.

### 2.2 Immissionswerte nach TA Luft 2021

Grundlage der Beurteilung ist die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft 2021 [5]).

Eine Betrachtung von Immissionskenngrößen ist nach Nr. 4.1 der TA Luft 2021 nicht erforderlich

- a) bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021),
- b) bei einer geringen Vorbelastung (Nr. 4.6.2.1 TA Luft 2021) oder
- c) bei irrelevanten Gesamtzusatzbelastungen.

In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, es sei denn, trotz geringer Massenströme nach Buchstabe a) oder geringer Vorbelastung nach Buchstabe b) liegen hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 vor.

Eine irrelevante Gesamtzusatzbelastung nach Buchstabe c) liegt im Hinblick auf die vorliegend untersuchten Stoffe dann vor, wenn diese in Bezug auf Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und auf Staubbiederschlag drei Prozent des Immissionswertes nicht überschreitet.

Neben den auf die Gesamtzusatzbelastung (d. h. die Immissionsbeiträge der Gesamtanlage) zu beziehenden Irrelevanzkriterien der Nr.4.1 TA Luft 2021, bei denen die Ermittlung von Immissionskenngrößen nicht erforderlich ist, sind in Nrn. 4.2.2, 4.3.1.2, 4.4.3, 4.5.2 TA Luft 2021 Irrelevanzkriterien für die Zusatzbelastung (d. h. die vorhabenbedingte Änderung der Immission) gegeben, bei denen ein Vorhaben auch bei Überschreitung der Immissionswerte durch die Gesamtbelastung zulässig ist.

- 
- <sup>1</sup> In den zitierten Beurteilungsgrundlagen werden z. T. die Begriffe Schweb- oder Feinstaub genannt. Im Folgenden wird unabhängig davon einheitlich der Begriff Partikel verwendet.
  - <sup>2</sup> PM<sub>10</sub>: Particulate Matter <10 µm; Staubteilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser  $d_{50}$  <10 µm; PM<sub>2,5</sub> analog.
  - <sup>3</sup> Da für Quarz im Staubbiederschlag keine (abgeleitete) Beurteilungsgrundlage vorliegt, wurde von einer Betrachtung abgesehen.

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

- a) die nach Nummer 5.5 abgeleiteten Emissionsmassenströme die in Tabelle 1 festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten und
- b) die nicht nach Nummer 5.5 abgeleiteten Emissionen (diffuse Emissionen) 10 Prozent der in Tabelle 2 festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten,

soweit sich nicht wegen der besonderen örtlichen Lage oder besonderer Umstände etwas anderes ergibt.

Die Massenströme nach Buchstabe a) ergeben sich aus der Mittelung über die Betriebsstunden einer Kalenderwoche mit dem bei bestimmungsgemäßem Betrieb für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen. Bei der Ermittlung der Massenströme nach den Buchstaben a) und b) sind Emissionen der gesamten Anlage einzubeziehen.

Bei einer Änderungsgenehmigung kann darüber hinaus von der Bestimmung der Immissionskenngrößen für die Gesamtzusatzbelastung abgesehen werden, wenn sich die Emissionen an einem Stoff durch die Änderung der Anlage nicht ändern oder sinken und keine Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass sich durch die Änderung die Immissionen erhöhen oder die Ermittlung der Zusatzbelastung ergibt, dass sich durch die Änderung die Immissionen nicht erhöhen (vernachlässigbare Zusatzbelastung).

Die im Sinne dieser Regelung zur Beurteilung potenziell zu Grunde zu legenden Emissions- und Immissionswerte sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

Tabelle 1. Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021, Tabelle 7.

Komponente	Bagatellmassenstrom [kg/h]
Gesamtstaub (nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen)	1,0
Partikel (PM <sub>10</sub> ) (nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen)	0,8
Partikel (PM <sub>2,5</sub> ) (nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen)	0,5

Tabelle 2. Bagatellmassenströme für nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen.

Komponente	Bagatellmassenstrom [kg/h]
Staub (nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen)	0,10
Partikel (PM <sub>10</sub> ) (nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen)	0,08
Partikel (PM <sub>2,5</sub> ) (nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen)	0,05

Tabelle 3. Immissionswerte (Mittelung über 1 Jahr) und Irrelevanzkriterien nach TA Luft 2021.

Immissionswerte gem. Nr.	Stoffe/Stoffgruppe	Immissionswert IJW	Irrelevanzkriterium Nr. 4.1 TA Luft, Gesamtzusatzbelastung	Kriterium für Genehmigungsfähigkeit bei Überschreitung, Zusatzbelastung
4.2.1	Partikel (PM <sub>10</sub> )	40 µg/m <sup>3</sup>	3 % des IJW	3,0 % des IJW
4.2.1	Partikel (PM <sub>2,5</sub> )	25 µg/m <sup>3</sup>	3 % des IJW	3,0 % des IJW
4.3.1	Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35 g/(m <sup>2</sup> × d)	3 % des IJW	10,5 mg/(m <sup>2</sup> × d)

Neben den Jahresmittelwerten sind in der TA Luft 2021 für Partikel (PM<sub>10</sub>) zudem Kurzzeitwerte mit maximal zulässigen Überschreitungshäufigkeiten festgelegt:

Tabelle 4. Immissionswerte (Mittelung über 24 Stunden) nach TA Luft 2021.

Immissionswerte gem. Nr.	Stoffe/Stoffgruppe	Immissionswerte ITW	zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr	Irrelevanzkriterien gem. Nr.
4.2.1	Partikel (PM <sub>10</sub> )	50 µg/m <sup>3</sup>	35 <sup>1)</sup>	-

<sup>1)</sup> Bei einem Jahreswert von unter 28 µg/m<sup>3</sup> gilt der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert als eingehalten.

Damit gilt gemäß Fußnote zur Tabelle 1 der TA Luft 2021, dass die zulässige Überschreitungshäufigkeit für Partikel (PM<sub>10</sub>) eingehalten ist, wenn ein Jahreswert von 28 µg/m<sup>3</sup> in der Gesamtbelastung unterschritten wird.

### 2.3 Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV

Die Immissionswerte der EU-Luftqualitätsrichtlinie sind mit der 39. BImSchV [3] in nationales Recht überführt worden. Mehrheitlich sind die entsprechenden Beurteilungsmaßstäbe auch in die TA Luft 2021 [5] (hier: Partikel PM<sub>10</sub> sowie PM<sub>2,5</sub>) übernommen worden, so dass immissionsseitig sowohl mit als auch ohne Anlagenbezug eine im Wesentlichen homogene Beurteilungsgrundlage existiert.

### 2.4 Weitere Beurteilungsgrundlagen

Zur Einschätzung der Quarzfeinstaubimmissionen muss hilfsweise ein immissionsseitiger Beurteilungsmaßstab abgeleitet werden, da weder in der TA Luft noch in der 39. BImSchV für Quarzfeinstaub ein Immissionswert für das Schutzgut Mensch festgelegt ist.

#### *Herleitung Beurteilungswert gemäß LAI/UBA*

In dem Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) aus 2004 [30] werden für krebserzeugende Luftschadstoffe, für die keine Immissionswerte festgelegt sind, u. a. Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung nach TA Luft abgeleitet.

Grundlage dieser Betrachtung bildet das Einzelstoffrisiko von  $4,5 \times 10^{-5}$  analog zu dem festgeschriebenen Immissionswert für Benzol (Nr. 4.2.1 TA Luft 2002)<sup>4</sup>, das fortan als zulässiges Risiko bezeichnet wird. Für die betrachteten Luftschadstoffe wurde – soweit vorhanden – auf ein unit risk bei  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zurückgegriffen und – entsprechend dem Vorgehen bei Benzol – das Einzelstoffrisiko durch dieses dividiert. [30].

Im Rahmen eines Projektes des UBA zur Bewertung von krebserzeugenden Stoffen für die TA Luft [31] wurde<sup>5</sup> pro  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ein Risiko von  $2,8 \times 10^{-5}$  oder  $4 \times 10^{-5}$  abgeleitet.

In Anwendung des in LAI 2004 [30] dargestellten Herleitungswegs und der Angaben in [31] wird entsprechend ein Beurteilungswert (Jahresmittelwert) von  $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw.  $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt.<sup>6</sup>

#### Herleitung Beurteilungswert aus AGW

In dem o. g. Bericht des LAI aus 2004 wird mit Asbest ein krebserzeugender Luftschadstoff betrachtet, der in festem Aggregatzustand emittiert wird, für den auch – wie für Quarzfeinstaub ein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) festgelegt ist. Aus dem Verhältnis des AGW und des Immissionsjahreswertes für Asbest kann daher ebenfalls ein Immissionsjahreswert für Quarzfeinstaub abgeleitet werden.

Für die alveolengängige Fraktion (A-Staub) am quarzhaltigen Staub finden sich in der TRGS 559 [32] folgende Arbeitsplatzgrenzwerte:

Tabelle 5. *Arbeitsplatzgrenzwerte* (Quarzgrenzwert) nach TRGS 559 [32].

Bezeichnung	Arbeitsplatzgrenzwert	Spitzenbegrenzung/ Überschreitungsfaktor	Bemerkung
Quarzgrenzwert:	$0,05 \text{ mg}/\text{m}^3$	8	AGS
Alveolengängige Fraktion (A-Staub)			

AGS = Ausschuss für Gefahrstoffe

In der TRGS 910 [33] wird für Asbest eine Akzeptanzkonzentration von  $10.000 \text{ F}/\text{m}^3$  und in dem LAI Bericht [30] ein Orientierungswert von  $220 \text{ F}/\text{m}^3$  festgelegt. Legt man dieses Verhältnis zu Grunde (ca. Faktor 45), ergibt sich unter Berücksichtigung des Arbeitsplatzgrenzwertes für Quarz (s. u.) ein Beurteilungswert von im Jahresmittel  $0,0011 \text{ mg}/\text{m}^3$  (entspricht  $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

<sup>4</sup> Benzol: Immissionswert von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei einem Unit Risk von  $9 \times 10^{-6}$  bei  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \geq 4,5 \times 10^{-5}$

<sup>5</sup> Unter Annahme einer Knickfunktion

<sup>6</sup> Quarz (z. B.):  $4,5 \times 10^{-5} / (4 \times 10^{-5} \text{ bei } 1 \mu\text{g}/\text{m}^3) = 1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

## *Fazit Herleitung Beurteilungswert*

Der konservativere Beurteilungswert für Quarzfeinstaub, der aus dem Bericht des LAI in Verbindung mit dem des UBA hergeleitet wurde, von im Jahresmittel  $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  entspricht im vorliegenden Fall dem aus dem Arbeitsplatzgrenzwert hergeleiteten Beurteilungswert. Im Folgenden wird dieser daher für das Schutzgut Mensch herangezogen.

## *Vorgeschlagenes Irrelevanzkriterium*

In dem LAI-Bericht wird auch für die Sonderfallbetrachtung ein Irrelevanzkriterium analog TA Luft von 3,0 % als sachgerecht beschrieben. Für die Aufpunkte mit Bewertung nach TA Luft wird daher ein Irrelevanzkriterium von 3,0 % des hergeleiteten Immissionswertes vorgeschlagen.

### 3 Örtliche Situation

Das Steinbruchgelände in Hötzelsberg befindet sich in etwa 500 m ost-nordöstlich der Ortschaft Auerbach. Nord-nordöstlich und südöstlich des Standortes liegen Wohnbebauungen der Ortschaften Mapferding (nördlich), Reiperding (ost-nord-östlich) und Hötzelsberg (ost-südöstlich). Die nächstgelegene Wohnbebauung (Wochenendhaus) befindet sich in einem Abstand von ca. 40 m südlich der vorgesehenen Abbaugrenze. Weitere Wohnbebauung schließt sich südlich in einer Entfernung von ca. 130 m innerhalb der Ortschaft Hötzelsberg an.

Der Steinbruch wird nach Süden hin durch offene Flächen mit überwiegender landwirtschaftlicher Nutzung begrenzt. In Richtung Westen, Norden und Osten schließt sich ein Forstgebiet (Altret) an. Von Osten nach Westen, nördlich des Steinbruchs verläuft der Mapferdinger Bach in Richtung Auerbach.

Die Erschließung des Steinbruchs über das regionale Verkehrsnetz erfolgt über eine Strecke von ca. 200 m über die örtliche Gemeindestraße, die an die von Auerbach nach Mapferding verlaufende Bundesstraße B 533 anbindet.

Die orographische Situation am Steinbruch ist im Wesentlichen durch das Abbaugelände geprägt. Unabhängig von der sich ändernden orographischen Situation im Bereich des Steinbruchs fällt das Gelände in alle Richtungen ab. An der beantragten oberen Abbaugrenze liegen Höhen von 440 bis 470 m ü. NN (südliche Grenze), 430 bis 400 m ü. NN (östliche Grenze) und 400 bis 420 m ü. NN (nördliche Grenze) vor [28]. Die westliche Grenze des bestehenden Abbaueinzugsgebietes weist Höhen von ca. 430 m ü. NN aus. Die geplante obere Abbaugrenze wird mit einem bepflanzten Wall mit einer Höhe von 2 m abgegrenzt.

Die Ortschaft Hötzelsberg im Ost-Südosten des Steinbruchs weist Höhen von ca. 440 bis 450 m ü. NN aus. In Richtung Mapferdinger Bach fällt das Gelände auf 390 bis 400 m ü. NN und fällt in der Ortschaft Auerbach auf Höhen von ca. 320 bis 350 m ü. NN. Der Anlagenumgriff kann damit als orographisch gegliedert betrachtet werden.

Eine Darstellung des Standortes in der topographischen Karte als auch des Steinbruchs mit Ausweisung der geplanten Abbaugrenzen im Lageplan kann den nachstehenden Abbildungen entnommen werden.



Abbildung 1. Darstellung der Lage des Steinbruchs in der topographischen Karte. Der Standort der Anlage ist blau markiert. Kartengrundlage: © DTK Bayern [29].

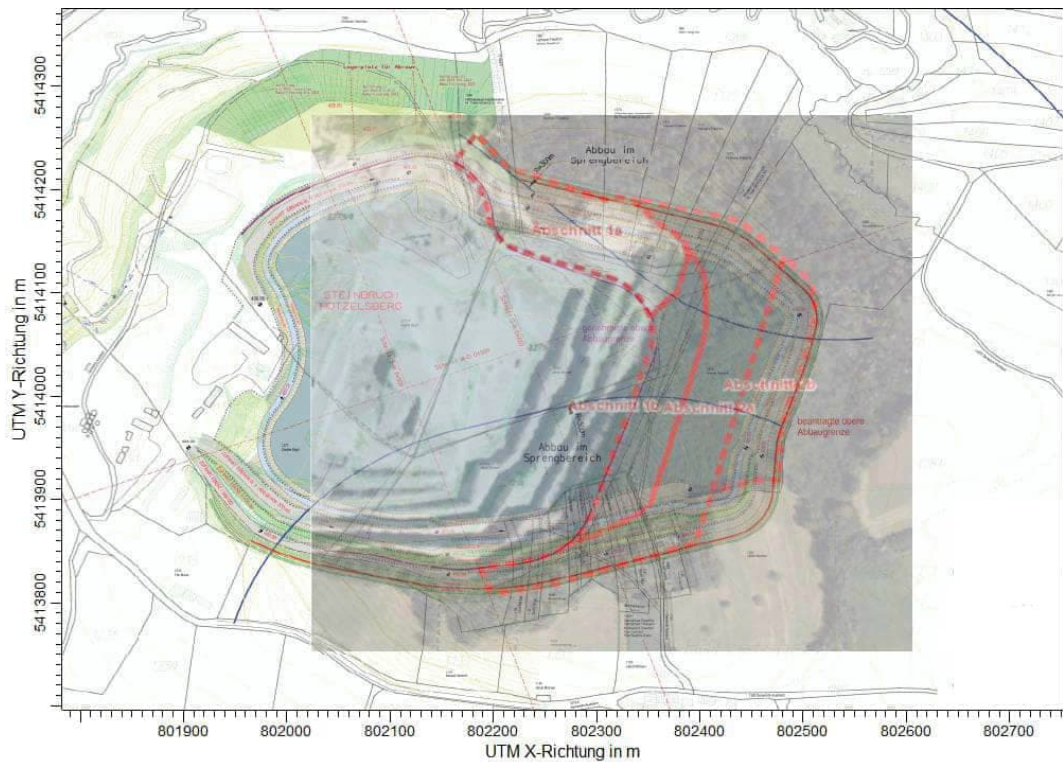


Abbildung 2. Ausschnitt aus dem Lageplan zum Vorhaben (genordet) [28] und [38].

\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\166\M166910\M166910\_01\_Ber\_2D.DOCX:24. 01. 2025

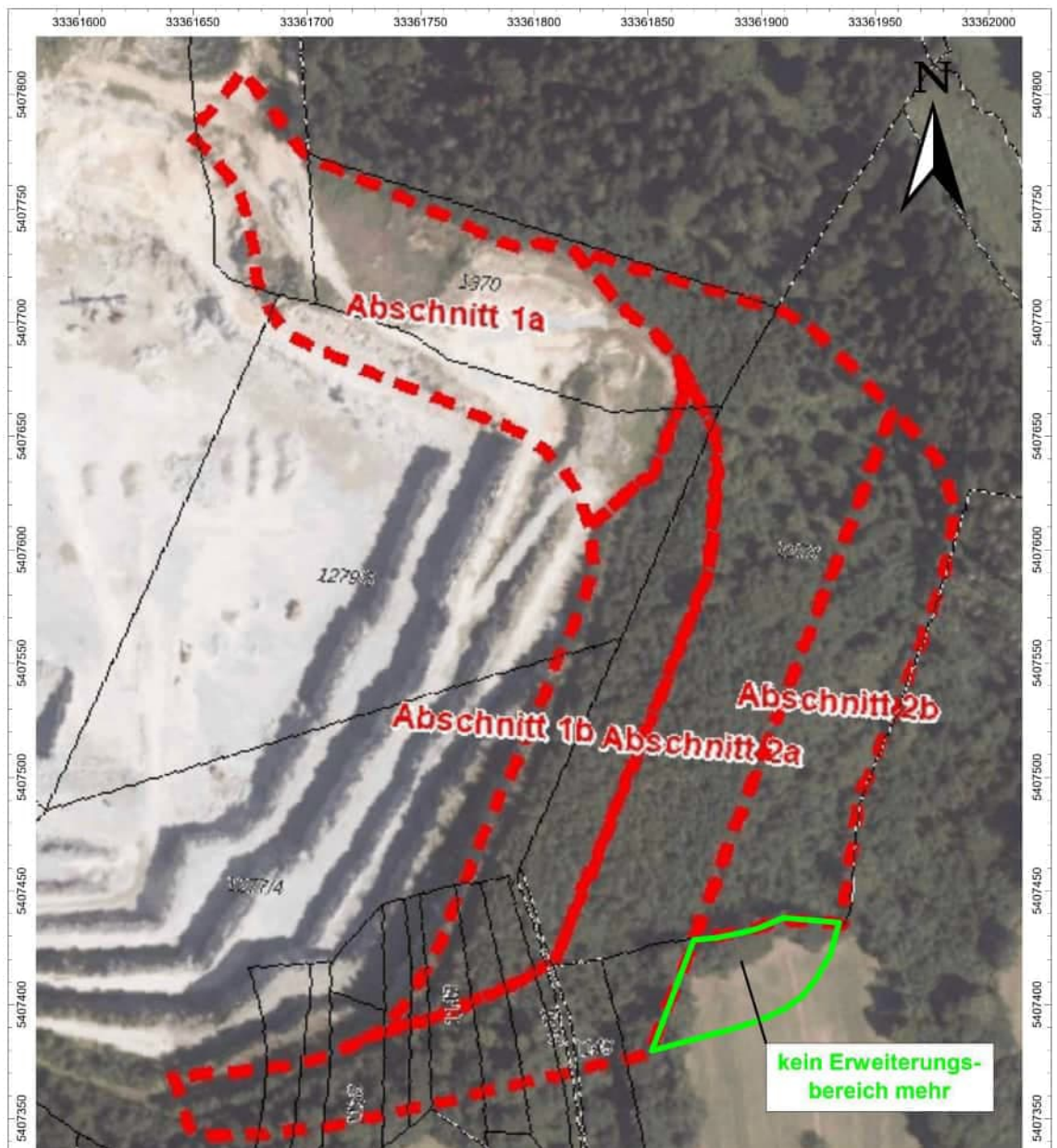


Abbildung 3. Erweiterungsfläche, unterteilt in Abbauabschnitte sowie aus dem Erweiterungs-  
umfang entfernter Bereich im Südosten, Grundlage: vom Betreiber zur Verfügung gestellte  
Abbildung [38].

Zuerst wird der Abschnitt 1a und 1b abgebaut und dann weitergehend die Abschnitte  
2a und 2b. Dies wird mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

Durch die im Jahr 2025 vorgesehene Herausnahme einer kleineren Teilfläche im  
südöstlichen Bereich der Erweiterungsfläche (siehe grüne Fläche in Abbildung 3),  
ergeben sich keine relevanten Änderungen der Ergebnisse der Ausbreitungsberechnungen  
aus dem Jahr 2022.

## 4 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung

Die Herauslösung des Gesteins aus der Abbauwand erfolgt durch Sprengung. Für erforderliche Bohrungen kommt ein Bohrgerät zum Einsatz. Das durch die Sprengung gelöste Material wird von der Sprenghalde mit einem Hydraulik-Hochlöffelbagger auf einen Schwermkraftwagen (Muldenkipper, SKW) verladen. Der SKW transportiert das Material zum bestehenden Brechwerk.

Anschließend wird das Material auf die gewünschten Korngrößen gebrochen und klassiert. Die klassierten Kornfraktionen werden in entsprechenden Siloanlagen oder auf Halden im Bereich der Brech- und Klassieranlage zwischengelagert, bevor sie auf Lkw verladen und abtransportiert werden.

Für das Brechwerk liegt eine gesonderte BImSchG-Genehmigung vor, welche die Staubemissionen des Brechwerks bereits berücksichtigt.

Nach Angaben des Betreibers werden je Jahr von 350.000 t bis 450.000 t Rohgestein abgebaut<sup>7</sup>. Je Sprengvorgang werden 20.000 bis 30.000 t Rohgestein abgesprengt. Im Weiteren werden – einem konservativen Ansatz folgend – die maximale Menge an abgebautem Rohgestein (450.000 t/a) und die minimale Menge je Sprengvorgang (20.000 t/Sprengung) zur Ermittlung der aus dem Betrieb resultierenden Staubemissionen herangezogen.

Eine Haldenlagerung im Bereich der geplanten Erweiterungsfläche ist nicht vorgesehen.

Der Steinbruchbetrieb findet nach Angaben des Betreibers von Montag bis Freitag von 06:00 bis 19:00 Uhr statt. In Abhängigkeit zur Witterung wird der Steinbruch – insbesondere in den Wintermonaten – nicht betrieben. Im Rahmen der Immissionsprognose wird von insgesamt 3.250 Betriebsstunden je Jahr ausgegangen.

---

<sup>7</sup> Korndichte 2,7 t/m<sup>3</sup> gemäß Betreiberangaben

## 5 Emission

### 5.1 Emissionen und Ableitbedingungen

#### 5.1.1 Emissionsverursachende Betriebsvorgänge

Die emissionsverursachenden Betriebsvorgänge (EBV) sind im Folgenden im Wesentlichen nach den gehandhabten Stoffen (hier: nur Granitgestein) zusammengefasst.

Als emissionsrelevante Vorgänge der vorgesehenen Erweiterung sind

- motorbedingte und nicht motorbedingte (Aufwirbelung durch Fahrbewegungen) Emissionen der mobilen Maschinen und Transporte,
- Umschlag des abgesprengten Rohgesteins,
- und Sprengungen

zu betrachten.

#### 5.1.2 Angesetzte Emissionsminderungsmaßnahmen

Nach Betreiberangaben sind umfangreiche Emissionsminderungsmaßnahmen geplant. Im Zuge der Anlagenplanung werden bei der Emissionsabschätzung im Einzelnen folgende Emissionsminderungsmaßnahmen berücksichtigt:<sup>8</sup>

- *Be- und Entladung*
  - *Minimierung der Fallstrecke beim Abwerfen*
  - *Vermeidung von Überladung und somit Zwischenabwurf*
  - *Bei Bedarf: Berieselung/Bedüsung beim Umschlag*
- *Transport*
  - *Bei Trockenheit/Bedarf: regelmäßige Befeuchtung der Fahrflächen*
- *Lagerung*
  - *Bei Bedarf: Erhöhung der Materialfeuchte durch Beregnung während der kurzzeitigen Zwischenlagerung nach der Sprengung*

Diese am Standort zu verwirklichenden Maßnahmen zur Reduktion staubförmiger Emissionen nach dem Stand der Technik entsprechend TA Luft 2021 Nr. 5.2.3, VDI 3790 Blatt 3 [8] und LAI [11] sind umzusetzen.

#### 5.1.3 Berechnungsgrundlagen

Als Berechnungsgrundlage für diffuse Staubemissionen können die Richtlinien VDI 3790 Blatt 3 [8] sowie VDI 3790 Blatt 4 [9] herangezogen werden.

---

<sup>8</sup> Weitere Minderungsmaßnahmen, die nicht direkt in Emissionsansätze einfließen wie die Anpassung von Geräten an das jeweilige Schüttgut, wurden nicht aufgelistet.

Berechnet wird dabei die Emissionskomponente Gesamtstaub, welche nach VDI 3790 Blatt 1 [6] als „Partikel festen Aggregatzustands mit einer Sinkgeschwindigkeit von  $\leq 10 \text{ cm/s}$ “ definiert ist und aus Stäuben mit einem Durchmesser von bis zu  $500 \mu\text{m}$  bestehen kann. Konservativ wird der berechnete Gesamtstaub in Anlehnung an die VDI 3790 Blatt 4 [9] komplett der Fraktion  $< 75 \mu\text{m}$  zugeordnet.

#### 5.1.4 Emissionen aus Umschlagvorgängen

##### Aufnahmevorgänge

Für die Materialaufnahme wird in der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 [8] Gleichung (1) angegeben:

$$q_{\text{Auf}} = a \cdot 2,7 \cdot \frac{1}{\sqrt{M'}} \cdot \rho_S \cdot k_U \quad (1)$$

Es bedeuten:

$q_{\text{Auf}}$	Emissionsfaktor in $\text{g/t}_{\text{Gut}}$
$a = \sqrt{10^n}$	dimensionsloser Gewichtungsfaktor, der die Neigung des Schüttgutes zur Staubentwicklung berücksichtigt; $n = 0$ (staubarmes Gut), 2, 3, 4 oder 5 (stark staubend) <sup>9</sup> .
$M'$	abhängig von der Verfahrensweise
$\rho_S$	Schüttdichte in $\text{t/m}^3$
$k_U$	Umfeldfaktor (dimensionslos)

##### Abwurfvorgänge

Die Staubemission beim diskontinuierlichen Abkippen eines Schüttgutes lässt sich mit Hilfe der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3 rechnerisch wie folgt abschätzen:

$$q_{\text{Ab}} = a \cdot 2,7 \cdot \frac{1}{\sqrt{M}} \cdot \left( \frac{H_{\text{frei}}}{2} \right)^{1,25} \cdot 0,5 \cdot k_{\text{Gerät}} \cdot \rho_S \cdot k_U \quad (2)$$

Es bedeuten:

$q_{\text{Ab}}$	Emissionsfaktor in $\text{g/t}_{\text{Gut}}$
$a = \sqrt{10^n}$	wie Gleichung (1)
$M$	Abwurfmenge in $\text{t/Abwurf}$
$H_{\text{frei}}$	freie Fallhöhe in $\text{m}$

<sup>9</sup> außergewöhnlich feuchtes/staubarmes Gut ( $n = 0$ ), Staub nicht wahrnehmbar ( $n = 2$ ), schwach staubend ( $n = 3$ ), (mittel) staubend ( $n = 4$ ), stark staubend ( $n = 5$ ); der Exponent  $n$  wird entsprechend dem optischen Erscheinungsbild beim Umschlag des Schüttgutes festgelegt, wobei die Tabellen im Anhang B der VDI-Richtlinie 3790 eine Orientierungshilfe geben.

$k_{\text{Gerät}}$	empirischer Korrekturfaktor (dimensionslos)
$\rho_s$	wie Gleichung (1)
$k_U$	Umfeldfaktor (dimensionslos)

Eine Sprengung in einem Steinbruch für Kalkgestein (bei Schwachwind bis Windstille) ist in Abbildung 4 fotografisch dokumentiert. Der Zeitabstand zwischen den ersten fünf Aufnahmen beträgt jeweils ca. 5 – 10 s. Der Zeitabstand von der ersten bis zur letzten Aufnahme beträgt ca. 2 min.

Aus Abbildung 4 ist zu erkennen, dass die Staubentwicklung erst beim Zusammenstürzen der Gesteinshalde eintritt:

- 1. Aufnahme: vor Sprengung,
- 2. Aufnahme: Explosion, das Gestein wird abgesprengt, es erfolgt eine kurzzeitige Staubausschlagung aus den Bohrlöchern
- 3. Aufnahme: die abgesprengten Brocken fallen zusammen, die Staubentstehung erfolgt am Boden
- ab 4. Aufnahme: die Staubwolke steigt auf, verteilt sich im Steinbruch und löst sich auf.

Der Vorgang ist damit z. B. dem Abkippen von Gesteinsbruch von der Ladefläche eines Transporters prinzipiell vergleichbar, nur dass eben die Fallhöhe und die Gesteinsmenge jeweils wesentlich größer sind. Zur Abschätzung der Staubemissionen bei der Sprengung wird daher ebenfalls Gleichung (2) herangezogen.



Abbildung 4. Sprengung von Kalkgestein in einem Steinbruch; schwach windig.

### *Staubungsneigung*

Die beobachtete Staubentwicklung dürfte im wesentlichen Grobstaub sein, konsistent hiermit verblieb die entstehende Staubwolke hauptsächlich innerhalb des Steinbruchs.

Hier wird analog zum Umschlag des abgesprengten Rohgesteins  $n = 3$  angesetzt. Die gewählte Staubungsneigung liegt innerhalb der Bandbreite der Angaben in der Arbeitshilfe „Ermittlung von Emissionsfaktoren“ des LUBW von April 2020.<sup>10</sup>

Der aus den Sprenglöchern ausgeblasene und im Zuge der Bohrungen entstehende Staub wird hierunter subsummiert. Als mittlere Fallhöhe wird eine Höhe von 20 m angenommen.

Auf Grundlage der o. g. Gleichungen (1) und (2) können die aus dem Umschlag und den Sprengungen resultierenden Staubemissionen berechnet werden.

Der nachstehenden Tabelle kann eine zusammenfassende Darstellung der Staubemissionen differenziert nach den Vorgängen Aufnahme, Abwurf und Sprengung entnommen werden.

*Hinweis:*

*Es kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass die Emissionsberechnung gemäß VDI 3790 Blatt 3 (auch mit den im Anhang aufgeführten Staubneigungsklassen) als sehr konservativ einzustufen ist. Diese wurde ursprünglich für den Schüttgutumschlag in Häfen entwickelt und zielt im Wesentlichen auf organische und anorganische Massenschüttgüter ab mit weitestgehend homogenen Eigenschaften bzgl. Stückigkeit, Schüttdichte etc. Aufgrund fehlender Berechnungsvorschriften wird diese Richtlinie auch bei Materialien mit anderen Eigenschaften bzgl. Staubungsneigung und der Stückigkeit angewendet. Meist kommt es bei der Übertragung auf andere Materialien also zu einer deutlichen Überschätzung der Emissionen. Die Materialien sind teilweise selbst nicht staubemittierend und es handelt sich häufig auch nicht um durchgängig „loses Fördergut in schüttbarer Form“, sondern – vor allem vor einer potentiellen Verarbeitung – um grobe Brocken, Blöcke und Steine.*

---

<sup>10</sup> Hinweis: Diese Arbeitshilfe beruht diesbezüglich auf Umfrageergebnissen und – soweit ersichtlich – nicht auf messtechnischen Erkenntnissen. Diese Angaben bieten somit einen Überblick über das Spektrum der im Rahmen von Staub-Immissionsprognosen verwendeten Eingangsdaten. Eine sachlich und fachlich fundierte Erkenntnisquelle stellt sie aus unserem Verständnis daher jedoch nicht dar.

Tabelle 6. Emissionsmodellierung (nach VDI 3790 Bl. 3) Umschlagvorgänge (Aufnahme/Abwurf).

**Aufnahme**

Vorgang	Dichte [Mg/m³]	k <sub>U</sub>	n	a	q <sub>Norm/a</sub> [g/t]	Umschlag [Mg/a]	Emissionen [kg/a]	Betriebsstunden [h/a]	Emissionen [kg/h <sub>Betrieb</sub> ]
Bagger Aufnahme Rohgestein aus Sprengung	2,7	0,9	3	32	0,66	450.000	9.336	3.250	2,9

**Abwurf diskontinuierlich**

Vorgang	Dichte [Mg/m³]	k <sub>U</sub>	n	a	q <sub>Norm/a</sub> [g/t]	k <sub>Gerät</sub>	Fallhöhe [m]	Abwurfmenge [Mg]	Umschlag [Mg/a]	Emissionen [kg/a]	Betriebsstunden [h/a]	Emissionen [kg/h <sub>Betrieb</sub> ]
Bagger Abwurf Rohgestein aus Sprengung auf SKW	2,7	0,9	3	32	0,63	1,5	1	11	450.000	8.959	3.250	2,8
Sprengung	2,7	0,9	3	32	0,62	1,5	20	20.000	450.000	8.805	22	400

Es ergibt sich eine Gesamtemission an Staub durch die Aufnahme/Abgabe von 27.100 kg/a.

Für die Ermittlung der Quarzfeinstaubemissionen wird auf die Analysen des petrographischen Gutachtens [37] zurückgegriffen. Darin wurde u. a. der Quarzfeinstaubanteil in Gesteinsproben des Gesteinsabbaus des Auftraggebers ermittelt. Es wurde ein Quarzanteil von 40 % ausgewiesen. Dieser Anteil wird vollständig der Feinstaubfraktion PM<sub>2,5</sub> (hier: 5 % der Gesamtstaubemission, siehe auch Kapitel 5.5) zugeordnet. Daher ergibt sich eine Gesamtemission an Quarzfeinstaub durch die Aufnahme/Abgabe von 542 kg/a.

**5.1.5 Emissionen aus Lagervorgängen**

Wichtige Einflussfaktoren für die Emissionen aus der Lagerung von Einsatzmaterialien bedingt durch Winderosion sind die bodennahe Windgeschwindigkeit und Windrichtung, die Häufigkeit bestimmter Windgeschwindigkeiten, die Größe der dem Windangriff ausgesetzten Fläche, die Korngröße und Korngrößenverteilung und die Eigenschaften des abgelagerten Materials (u. a. Feuchte, Konsistenz). Aufgrund der Instationarität der Emission (bei einem Starkwindereignis wird der abwehbare Materialanteil ausgeblasen und die Emissionsrate sinkt dann schnell ab) ist die jährliche Staubemission stark von der standorttypischen Windgeschwindigkeitsverteilung abhängig.

Das abgesprengte Rohgestein lagert vor Abtransport durch die SKW im Bereich des Abbaugebietes. Es kann davon ausgegangen werden, dass das frisch gesprengte Rohgestein noch zu größeren Teilen erdfeucht und grobkörnig ist. In Verbindung mit der nur kurzfristigen Zwischenlagerung sind hier keine relevanten Staubemissionen durch Abwehungen anzunehmen.

Emissionen durch Abwehungen werden daher vernachlässigt.

### 5.1.6 Emissionen aus Transportvorgängen

#### Unbefestigte Fahrwege

Die Staubemissionen, die durch die Fahrbewegungen auf unbefestigten Fahrwegen verursacht werden, können gemäß der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 4 [9] wie folgt abgeschätzt werden:

$$q_{uF} = k_{Kgv} \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{2,7}\right)^b \cdot \left(1 - \frac{p}{365}\right) \cdot (1 - k_M) \quad (3)$$

Es bedeuten:

- $q_{uF}$  Emissionsfaktor in g/(km × Fahrzeug)
- $k_{Kgv}$  Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung, s. Tabelle 7
- $a, b$  Exponenten, siehe Tabelle 7
- $s$  Feinkornanteil des Straßenmaterials in %
- $W$  mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t
- $p$  Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm natürlichem Niederschlag
- $k_M$  Kennzahl für die Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

Die nachfolgende Tabelle 7 enthält Berechnungsgrößen zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung nach VDI 3790 Blatt 4 für Transportvorgänge.

Tabelle 7. Faktor  $k_{Kgv}$  und Exponenten  $a$  und  $b$  zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung für unbefestigte Fahrwege [9].

Korngröße [µm]	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>30</sub>
$k_{Kgv}$	42	422	1.381
$a$	0,9	0,9	0,7
$b$	0,45	0,45	0,45

Die nachfolgende Tabelle 8 enthält Berechnungsgrößen zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung nach VDI 3790 Blatt 4.

Tabelle 8. Faktor  $k_{Kgv}$  zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung für befestigte Fahrwege [9].

Korngröße [µm]	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>30</sub>
$k_{Kgv}$	0,15	0,62	3,23

Beim Fahrverkehr im Steinbruch können grundsätzlich Emissionen durch Staubaufwirbelungen entstehen. Bei trockener Witterung werden die Fahrwege gemäß Angaben des Anlagenbetreibers befeuchtet.

Bei ausreichendem Niederschlag bzw. Bewässerung der Fahrwege treten keine sichtbaren Fahrwegemissionen auf.

Der nachstehenden Abbildung kann eine Darstellung eines nassen Fahrweges in einem Steinbruch entnommen werden.



Abbildung 5. Fahrverkehr in einem Steinbruch, bei nassen unbefestigten Fahrwegen sind keine sichtbaren Staubemissionen feststellbar [26].

Es ist ersichtlich, dass es zu keinen sichtbaren Staubemissionen durch Fahrbewegungen kommt. Analog zur fotografischen Darstellung sind die Fahrwege des Steinbruchs Hötzensberg unbefestigt ausgeführt.

Die Fahrwege werden jahresdurchgängig bewässert bzw. sind als feucht anzusehen. Der vierte Term der o. g. Gleichung 3 beträgt damit Null, woraus wiederum keine relevanten Staubemissionen durch Fahrbewegungen resultieren. Analog zu dem Gutachten zum Staubimmissionsschutz (Müller-BBM Bericht Nr. M109344/01 vom 27.08.2013 [26] werden daher keine relevanten Staubemissionen durch den Transportverkehr auf unbefestigten Straßen angenommen.

#### *Motorbedingte Emissionen*

Der Betrieb der SKW als auch der Bagger sowie der Bohrmaschine sind mit motorbedingten Staubemissionen verbunden. Die Abschätzung der von den eingesetzten Maschinen ausgehenden Partikelemissionen erfolgt anhand der maximal zulässigen Schadstoffemissionen für mobile Maschinen und Geräte gemäß Richtlinie 97/68/EG

[10]. Die motorbedingten Emissionen werden vollständig der Feinstaubfraktion PM-2,5 zugeordnet.

Tabelle 9. Motorenbedingte Staubemissionen.

Bezeichnung	Nennleistung	Abgasnorm <sup>1)</sup>	durchschn. Leistung	Emissionsfaktor Partikel (PM)	Lastfaktor	PM-Emissionen <sup>2)</sup>		Betriebsstunden
	[kW]		[kW]	[g/kWh]		[kg/a]	[g/h <sub>Betrieb</sub> ]	
Hydraulik-Hochlöffelbagger R974	395	EU-III A	198	0,20	0,25	40	19,8	2.000
Hydraulik-Hochlöffelbagger R964	258	EU-I	129	0,54	0,25	44	34,8	1.250
Großlochbohrmaschine CM-470	131	EU-I	131	0,54	0,8	184	56,6	3.250
SKW (Muldenkipper) Komatsu 605	552	EU-I	442	0,54	0,4	238	119,2	2.000
SKW (Muldenkipper) Euclid R60	492	EU-I	394	0,54	0,4	133	106,3	1.250

<sup>1)</sup> Abgasnormwerte nach 97/68/EG.

<sup>2)</sup> motorbedingte Emissionen können vollständig der PM-2,5 Fraktion zugeordnet werden.

Quarzfeinstaub ist bei den motorenbedingten Staubemissionen nicht zu erwarten.

## 5.2 Angesetzte Betriebszeiten und Betriebszustände

Die Emissionen wurden über Zeitreihen für die genannten Betriebszeiten für einen Zeitraum von insgesamt 3.250 Betriebsstunden je Jahr abgebildet.

Die Sprengungen wurden über einen Zeitraum von insgesamt 22 Stunden (eine Stunde je Sprengvorgang) in einer Zeitreihe dargestellt.

## 5.3 Beurteilung der Emissionen anhand der Bagatellmassenströme

Als Grundlage für die Feststellung der Ermittlungspflichten bei der Prüfung, ob der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen sichergestellt ist, werden nachfolgend die oben dargestellten Emissionsmassenströme derjenigen Quellen, die neu entstehen oder geändert werden, den Bagatellmassenströmen nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021 gegenübergestellt. Zu beurteilen sind die mittleren stündlichen Emissionen in der Kalenderwoche mit den aus lufthygienischer Sicht ungünstigsten Betriebsbedingungen.

Die berechnete Jahresemission von insgesamt 27.738 kg/a ist vollständig auf nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen zurückzuführen.

Tabelle 10. Vergleich der zu erwartenden Emissionen in der durchschnittlichen Betriebsstunde mit den Bagatellmassenströmen nach Tabelle 7 Nr. 4.6.1.1 TA Luft (Staub (ohne Berücksichtigung Staubinhaltsstoffe)).

	<b>Bagatell- massenstrom</b>	<b>Emissions- massenstrom</b>
	<b>[kg/h]</b>	<b>[kg/h]</b>
Staub (nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen)	0,1	243,5
Partikel (PM <sub>10</sub> ) (nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen)	0,08	162,5
Partikel (PM <sub>2,5</sub> ) (nicht nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 abgeleitete Emissionen)	0,05	20,5

Da keine geringen Emissionsmassenströme bzgl. der Staubemissionen vorliegen, ist es gemäß Nr. 4.6.1.1 TA Luft 2021 erforderlich, die Immissions-Kenngrößen für Staub zu bestimmen.

#### 5.4 Modellierung der Emissionsquellen

Für die nach Nr. 5.3 erforderliche Ausbreitungsrechnung wurden folgende Emissionsquellen definiert.

Tabelle 11. Emissionsquellen.

<b>Nr.</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Bemerkung</b>
<b>QUE_1</b>	Transport_1_Ebene_1	Fahrverkehr
<b>QUE_2</b>	Transport_2_Ebene_1	Fahrverkehr
<b>QUE_3</b>	Transport_3_Ebene_1	Fahrverkehr
<b>QUE_4</b>	Transport_4_Ebene_1	Fahrverkehr
<b>QUE_5</b>	Transport_5_Ebene_1	Fahrverkehr
<b>QUE_6</b>	Transport_6_Ebene_1	Fahrverkehr
<b>QUE_7</b>	Transport_7_Ebene_1	Fahrverkehr
<b>QUE_8</b>	Transport_8_Ebene_1	Fahrverkehr
<b>QUE_9</b>	Transport_9_Ebene_1	Fahrverkehr
<b>QUE_10</b>	Transport_10_Ebene_1	Fahrverkehr
<b>QUE_11</b>	Transport_11_Ebene_1	Fahrverkehr
<b>QUE_12</b>	Transport_12_Ebene_1	Fahrverkehr
<b>QUE_13</b>	Transport_allgemein	Interner Fahrverkehr
<b>QUE_15</b>	Sprengung	Sprengung 22h/a
<b>QUE_16</b>	Umschlag	Umschlag abgesprengtes Gestein

In der nachfolgenden Tabelle sind die Eingabedaten der Quellen für die Ausbreitungsberechnung zusammengefasst.

Tabelle 12. Eingabedaten diffuse Quellen für die Ausbreitungsrechnung; UTM 32U.

Quelle	x-Koordinate	y-Koordinate	Höhe	Länge	Breite	Vertikale Ausdehnung	Winkel
	xq [m]	yq [m]	hq [m]	aq [m]	bq [m]	cq [m]	wq [°]
QUE_1	801902	5413954	-	125	-	0 – 1,5	309,5
QUE_2	801984	5413860	-	200	-	0 – 1,5	346,6
QUE_3	802179	5413814	-	80	-	0 – 1,5	8,9
QUE_4	802259	5413827	-	200	-	0 – 1,5	16,0
QUE_5	802451	5413882	-	120	-	0 – 1,5	78,7
QUE_6	802475	5413999	-	93,42	-	0 – 1,5	71,0
QUE_7	802507	5414086	-	100	-	0 – 1,5	139,5
QUE_8	802431	5414150	-	227,19	-	0 – 1,5	166,9
QUE_9	802209	5414202	-	68,93	-	0 – 1,5	144,4
QUE_10	802155	5414242	-	150	-	0 – 1,5	191,8
QUE_11	802010	5414213	-	80	-	0 – 1,5	222,3
QUE_12	801951	5414157	-	70	-	0 – 1,5	289,6
QUE_13	801974	5414092	-	150	-	0 – 1,5	243,3
QUE_15	802321	5413914	1,5	120	230	-	-17,4
QUE_16	802321	5413914	1,5	120	230	-	-17,4

Detailangaben zu den Emissionsquellen können der .log-Datei im Anhang entnommen werden.

In der nachfolgenden Abbildung ist die räumliche Lage der im Rahmen der Ausbreitungsrechnung berücksichtigten Quellen dargestellt. Je nach Abbauebene werden sich die SKW nicht nur am Rand des Abbaugebiets bewegen. Im Sinne einer konservativen Abschätzung wurden die Verkehrswege an den Rand des Steinbruchs gelegt.

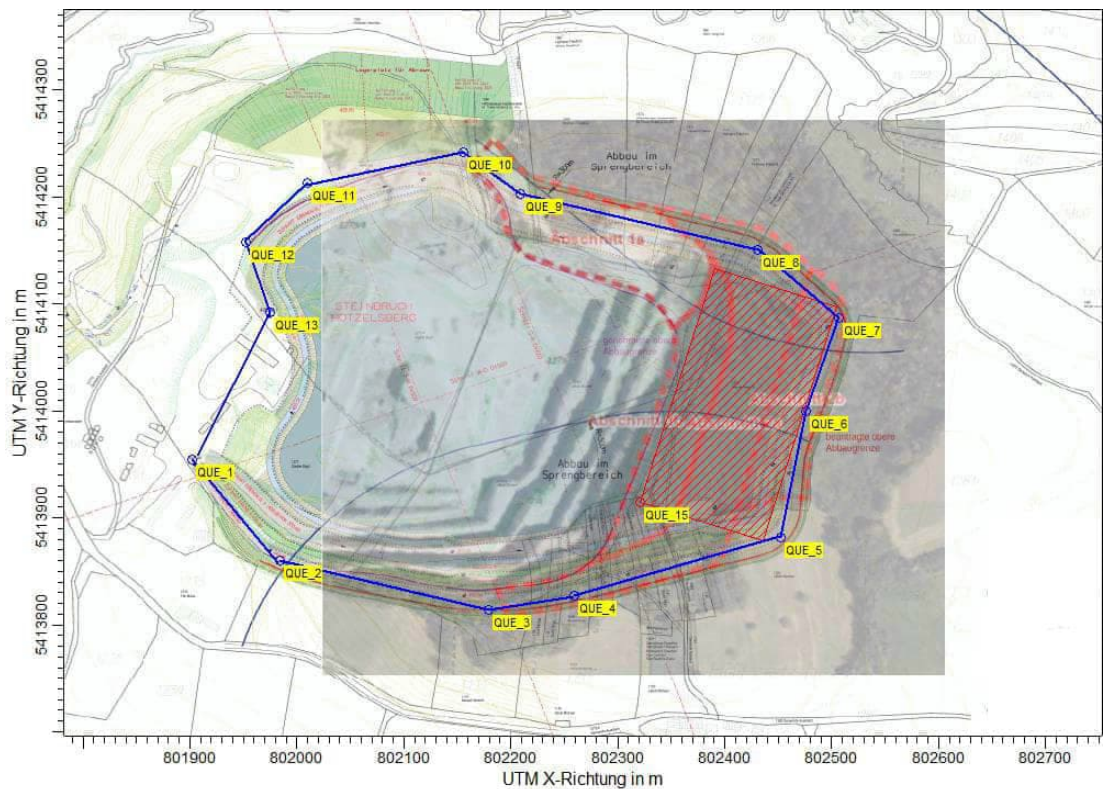


Abbildung 6. Emissionsquellen im Bereich der Anlage. Kartengrundlage: [28] und [38].

### 5.5 Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen

Bei der Ausbreitungsrechnung für Partikel sind Deposition (= Ablagerung der Staubteilchen aufgrund ihrer Affinität zu Oberflächen) und Sedimentation (= Ablagerung der Staubteilchen aufgrund der Schwerkraft) zu berücksichtigen.

#### *Umschlag- und Sprengvorgänge*

Für die abgeschätzten diffusen Emissionen aus Umschlag- und Sprengvorgängen wurde in Anlehnung die vorhergehende Staubimmissionsprognose [26] folgende Korngrößenverteilung angesetzt:

Tabelle 13. Partikelgrößenverteilung für Emissionen aus Umschlagsvorgängen.

Partikelgröße	Klasse gemäß TA Luft	Verteilung in %
≤ 2,5 µm	pm-1/xx-1	5
≤ 10 µm	pm-1 + pm-2	35
> 10 µm	pm-u	60

Quarzfeinstaub wird dabei der Klasse xx-1 zugeordnet.

## 5.6 Überhöhung

Die effektive Quellhöhe wird gemäß VDI-Richtlinie 3782 Blatt 3 (Ausgabe Juni 1985) [13] bestimmt.

Für die hier vorliegenden diffusen Emissionen wird keine Überhöhung berücksichtigt.

## 6 Meteorologische Eingangsdaten

### 6.1 Auswahlkriterien und Eignung

Zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung wird entsprechend den Anforderungen des Anhangs 3 der TA Luft eine meteorologische Zeitreihe (AKTerm) mit einer stündlichen Auflösung verwendet.

Im vorliegenden Fall ist aufgrund der im Rechengebiet vorherrschenden Geländesteigungen und Höhenunterschiede die Anwendung eines prognostischen Windfeldmodells zur Abbildung der Strömungsverhältnisse erforderlich. Hierfür werden meteorologische Daten verwendet, die möglichst gut und eindeutig den übergeordneten Antrieb des Modells repräsentieren und auf einen Aufpunkt übertragen werden können. Als aktuelles repräsentatives Jahr wurde für diese Station Fürstenzell und den Bezugszeitraum 2011 – 2020 das Jahr 2013 [23] ausgewählt.

Aus gutachtlicher Sicht ist der verwendete Datensatz für das aktuelle repräsentative Jahr 2013 (Bezugszeitraum: 2011-2020 [23]) in Verbindung mit einer prognostischen Windfeldbibliothek eine geeignete Datenbasis für die vorliegende Untersuchung.

### 6.2 Beschreibung der meteorologischen Eingangsdaten

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Windrichtungshäufigkeitsverteilung der DWD-Station Fürstenzell. Die Windrose weist westliche/nordöstliche Maxima auf. Höhere Windgeschwindigkeiten sind zum überwiegenden Teil an die westlichen Windrichtungen gekoppelt. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit im repräsentativen Jahr beträgt ca. 3,0 m/s.

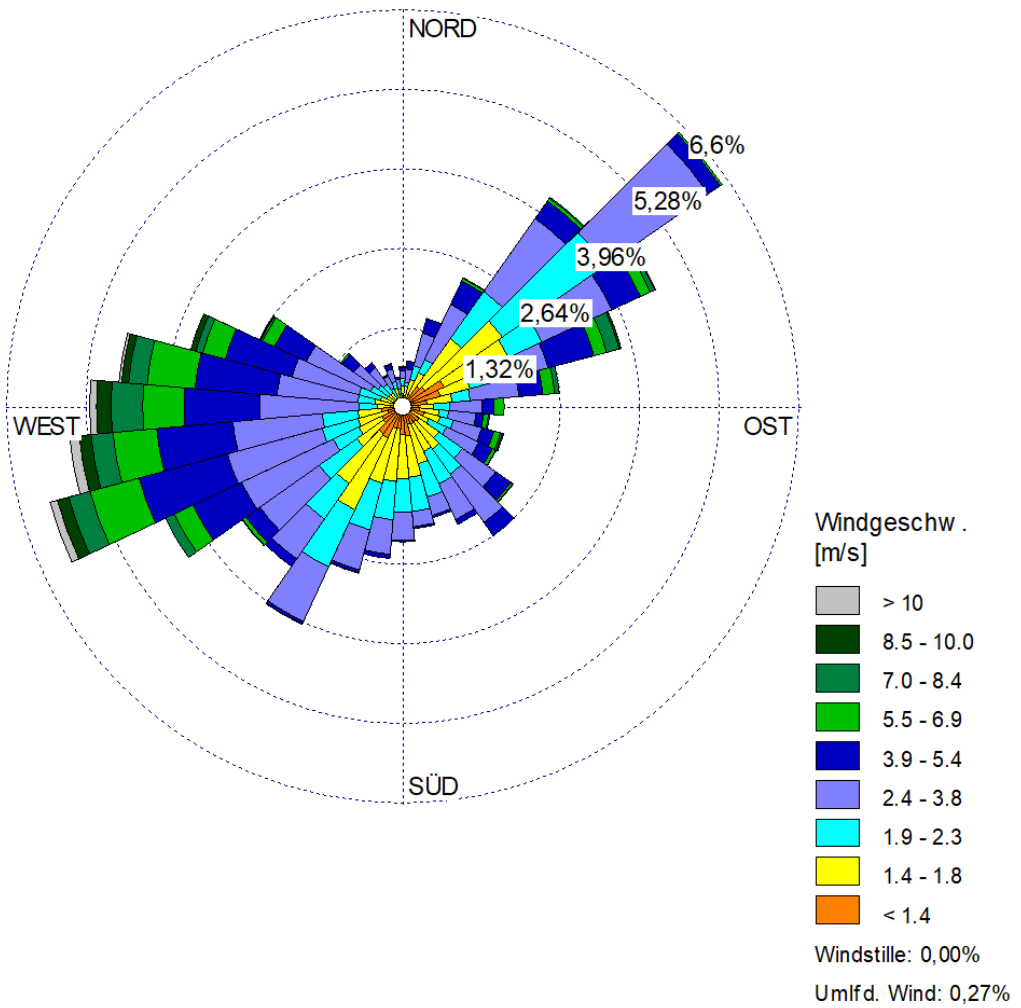


Abbildung 7. Windrichtungshäufigkeitsverteilung, Fürstencell, 2013 [22].

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Windgeschwindigkeitsverteilung sowie die Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach TA Luft für das Jahr 2013. Stabile Schichtungen der Atmosphäre (Klasse I und Klasse II) treten in 35,5 % der Jahresstunden auf. Die Häufigkeit von Windstillen und Schwachwinden (Windgeschwindigkeit < 1,4 m/s) sowie umlaufender Winde beläuft sich auf ca. 12,0 % der Jahresstunden.

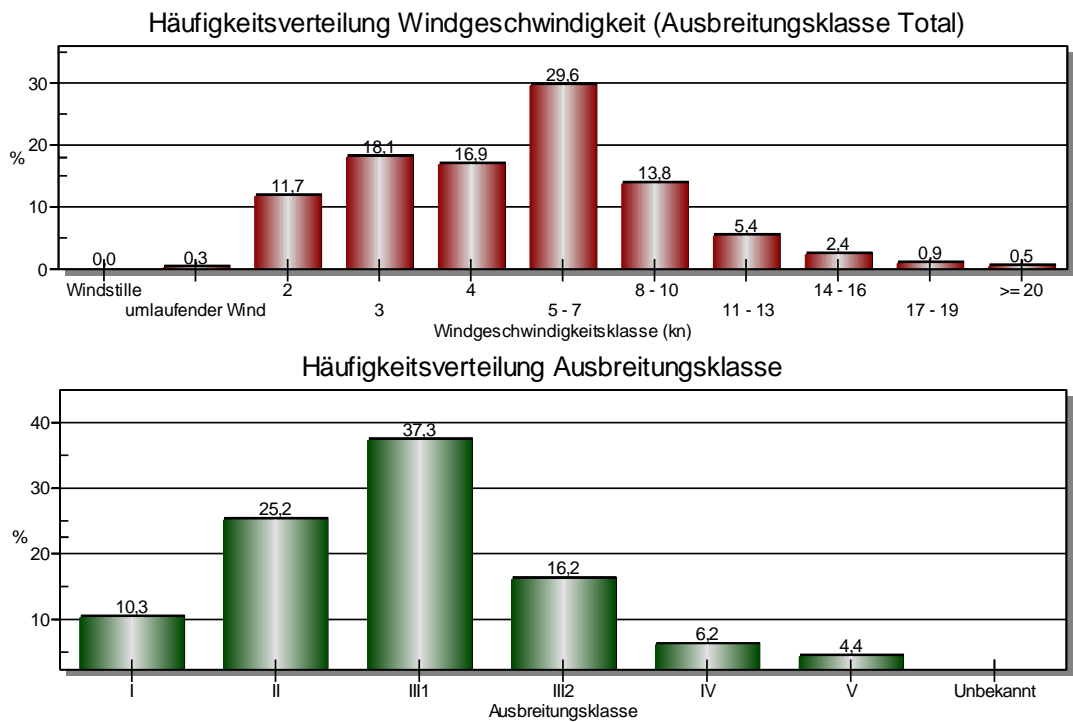


Abbildung 8. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten und der Ausbreitungsklassen, Fürstencell, 2013 [22].

Die Anemometerposition wurde unter Anwendung der Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 (vgl. Dokumentation Windfeldmodellierung [21]) mit den folgenden Koordinaten platziert.

x-Koordinate: 32U 802330, y-Koordinate: 5413805

Die vom Partikelmodell benötigten meteorologischen Grenzschichtprofile und die hierzu benötigten Größen

- Windrichtung in Anemometerhöhe
- Monin-Obukhov-Länge
- Mischungsschichthöhe
- Rauigkeitslänge
- Verdrängungshöhe

wurden gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 und entsprechend den in Anhang 3 der TA Luft festgelegten Konventionen bestimmt.

Gemäß Anhang 2 TA Luft 2021 [5] sind für partikelförmige Emissionen die Auswaschungen durch Niederschläge zu berücksichtigen. Dabei ist ein Zeitraum auszuwählen, der dem des repräsentativen Jahres der eingesetzten Zeitreihe entspricht.

Das Untersuchungsgebiet wird geprägt durch warme Sommer und kalte Winter. Die Temperatur liegt über den Zeitraum von 2017 bis 2022 gemittelt bei 9,5°C, und die mittleren Monatstemperaturen schwanken zwischen 0,2 und 18,9°C<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> <http://www.wetterdienst.de/Deutschlandwetter/FuerstencellKlima/>

Niederschläge treten vorwiegend bei westlichen Windrichtungen auf. Die Verteilung der Regenrate über die Windrichtungen und die Regenrate an sich ist in den nachstehenden Abbildungen dargestellt.

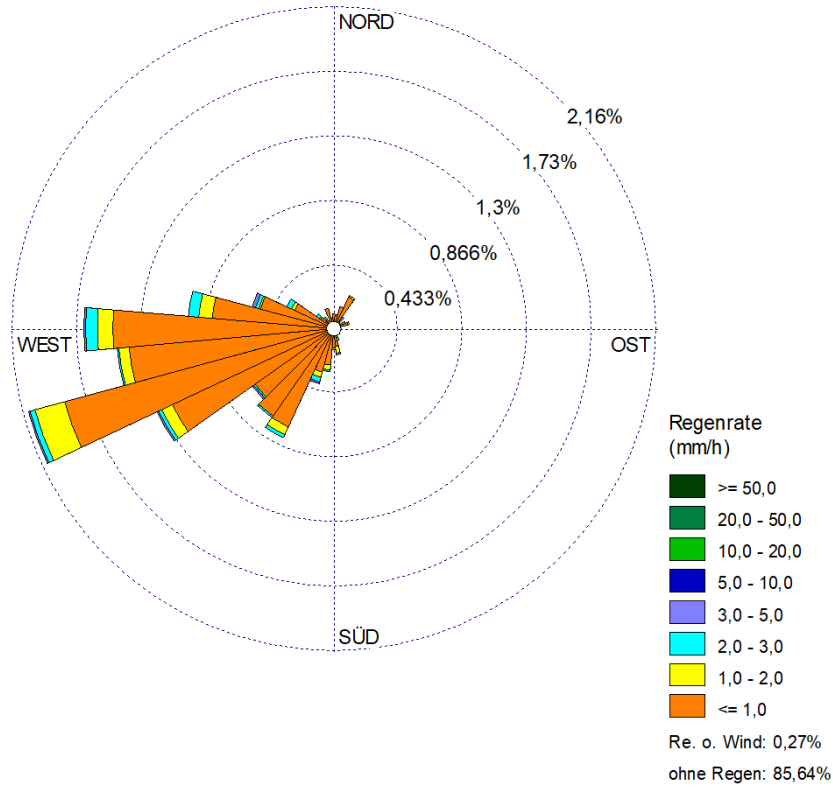


Abbildung 9. Windrichtungsverteilung der Regenrate, DWD-Station Fürstencell 2013 [22].

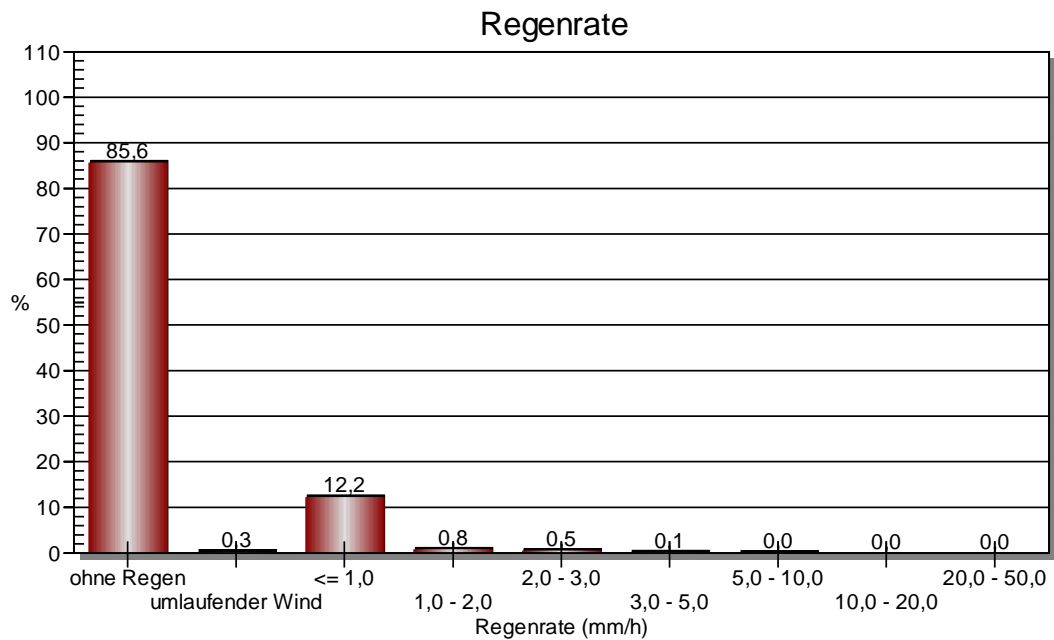


Abbildung 10. Regenstatistik für die DWD-Station Fürstencell 2013 [22].

#### *Einfluss möglicher Kaltluftabflüsse*

Während austauscharmer Strahlungsächte ist im Bereich insbesondere landwirtschaftlich genutzter Freiflächen die Entstehung von Kaltluft denkbar.

Die Betriebszeiten/Emissionszeiten (6:00 Uhr bis 19:00 Uhr) und die ggf. erforderlichen Pausen im Winter liegen im Regelfall außerhalb der Zeiträume austauscharmer Strahlungsächte. Daher ist nicht mit dem Auftreten von relevanten Kaltluftabflüssen während der Emissionszeiten zu rechnen.

## 7 Transmission

### 7.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Als Rechengebiet wurde ein Rechteck mit Kantenlängen von 2,688 km x 2,560 km (UTM-Koordinaten unten links: 32 U 800890 m E 5412749 m N) festgelegt. Es genügt damit den Anforderungen der TA Luft 2021, wonach das Rechengebiet einen Radius vom 50-fachen der Schornsteinhöhe bzw. bei Quellschichten < 20 m einen Radius von mindestens 1 km haben muss.

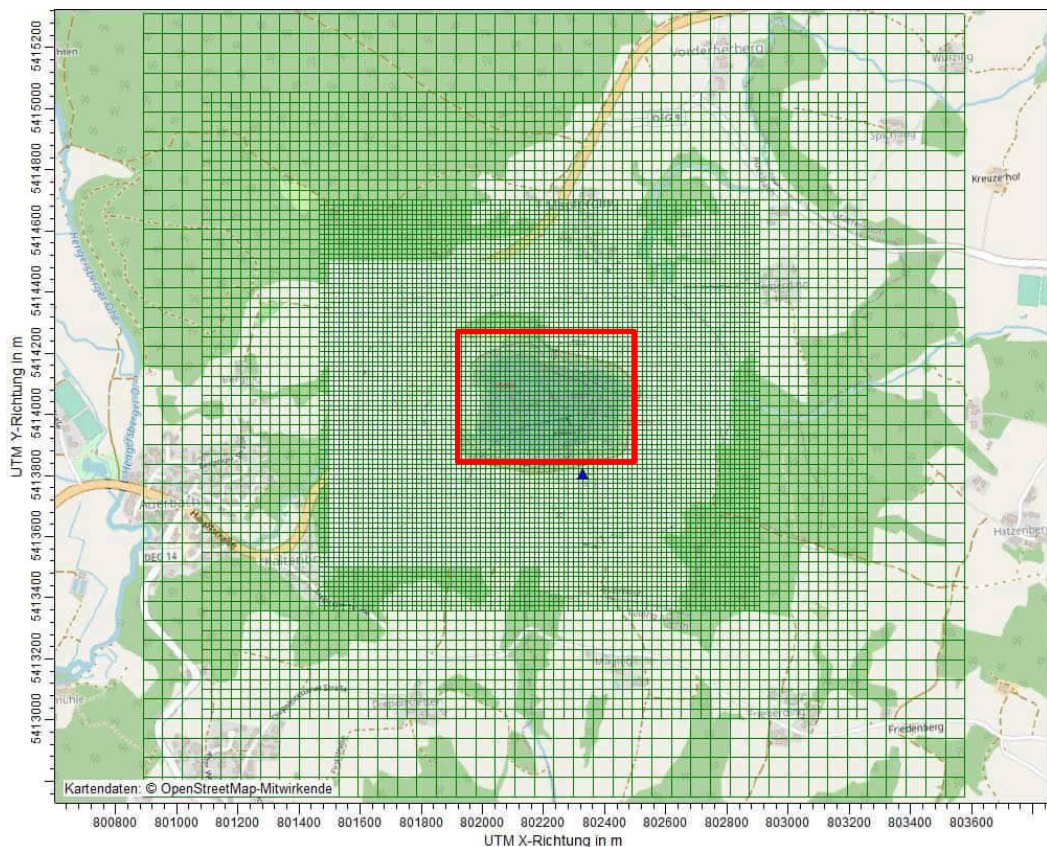


Abbildung 9. Rechengitter der Ausbreitungsrechnung; Anlagenstandort (rotes Rechteck). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap.

Es wurde ein 3-fach geschichtetes Rechengitter mit Gitterweiten von 16 m bis 64 m verwendet. Ort und Betrag der Immissionsmaxima und die Höhe der Zusatzbelastungen an den relevanten Immissionsorten können bei diesem Ansatz mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden.

Die Konzentration an den Aufpunkten wurde als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe über dem Erdboden berechnet, sie ist damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur. Die so für ein Volumen bzw. eine Fläche des Rechengitters berechneten Mittelwerte gelten als Punktwerte für die darin enthaltenen Aufpunkte.

## 7.2 Rauigkeitslänge

„Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge  $z_0$  beschrieben. Sie ist nach Tabelle 15 in Anhang 2 der TA Luft 2021 aus den Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein zu bestimmen, dessen Radius das 15-fache der Bauhöhe des Schornsteins beträgt

Die auf der Basis von Geländenutzungsdaten errechnete und auf den nächstgelegenen Tabellenwert gerundete mittlere Bodenrauigkeit ergibt sich zu  $z_0 = 0,5 \text{ m}$ .

Die Verdrängungshöhe  $d_0$  ergibt sich nach Nr. 8.6 in Anhang 3 der TA Luft aus  $z_0$  zu  $d_0 = z_0 \times 6$ .

## 7.3 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände

### 7.3.1 Bebauung

Im Einzugsbereich der modellierten Quellen befinden sich im vorliegenden Fall keine beurteilungserheblichen Gebäudestrukturen, die im Rahmen der Ausbreitungsrechnung zu berücksichtigen wären.

### 7.3.2 Gelände

Einflüsse von Geländeunebenheiten auf die Ausbreitungsbedingungen sind zu berücksichtigen, wenn im Rechengebiet Geländesteigungen von mehr als 1 : 20 und Höhendifferenzen von mehr als der 0,7-fachen Schornsteinbauhöhe auftreten. Hierzu können in der Regel diagnostische Windfeldmodelle eingesetzt werden, solange die Steigungen Werte von 1 : 5 nicht überschreiten und lokale (thermische) Windsysteme keine Rolle spielen. Die TA Luft legt fest, wie in Fällen eines steileren Geländes, bei Vorliegen lokaler Windsysteme oder komplexeren Bebauungsverhältnissen zu verfahren ist. Nach Nr. 12 des Anhangs 2 der TA Luft 2021 sind prognostische mesoskalige Windfelder dann zu verwenden, wenn die Steigungen des Geländes den Wert 1 : 5 überschreiten und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten nicht ausgeschlossen werden können.

Um die Orographie detaillierter zu betrachten, wurden die Höhendaten im Rechengebiet in Form eines Digitalen Geländemodells (DGM) auf der Datenbasis des SRTM1/SRTM3 in einer Rasterauflösung von 100 m zugrunde gelegt und deren Geländesteigung berechnet.

Im gesamten Rechengebiet dominieren moderate Steigungen zwischen 1 : 20 und 1 : 5 (78,9 % der Gesamtfläche). Geringe Steigungen von weniger als 1 : 20 treten auf insgesamt 12,8 % der Fläche auf, während stärkere Steigungen über 1 : 5 auf über 8,3 % der Fläche zu finden sind.

Es wird daher für die Ausbreitungsrechnung ein prognostisches mesoskaliges Windfeld verwendet, welches die Geländeinformationen aus METRAS beinhaltet (siehe auch [21]).

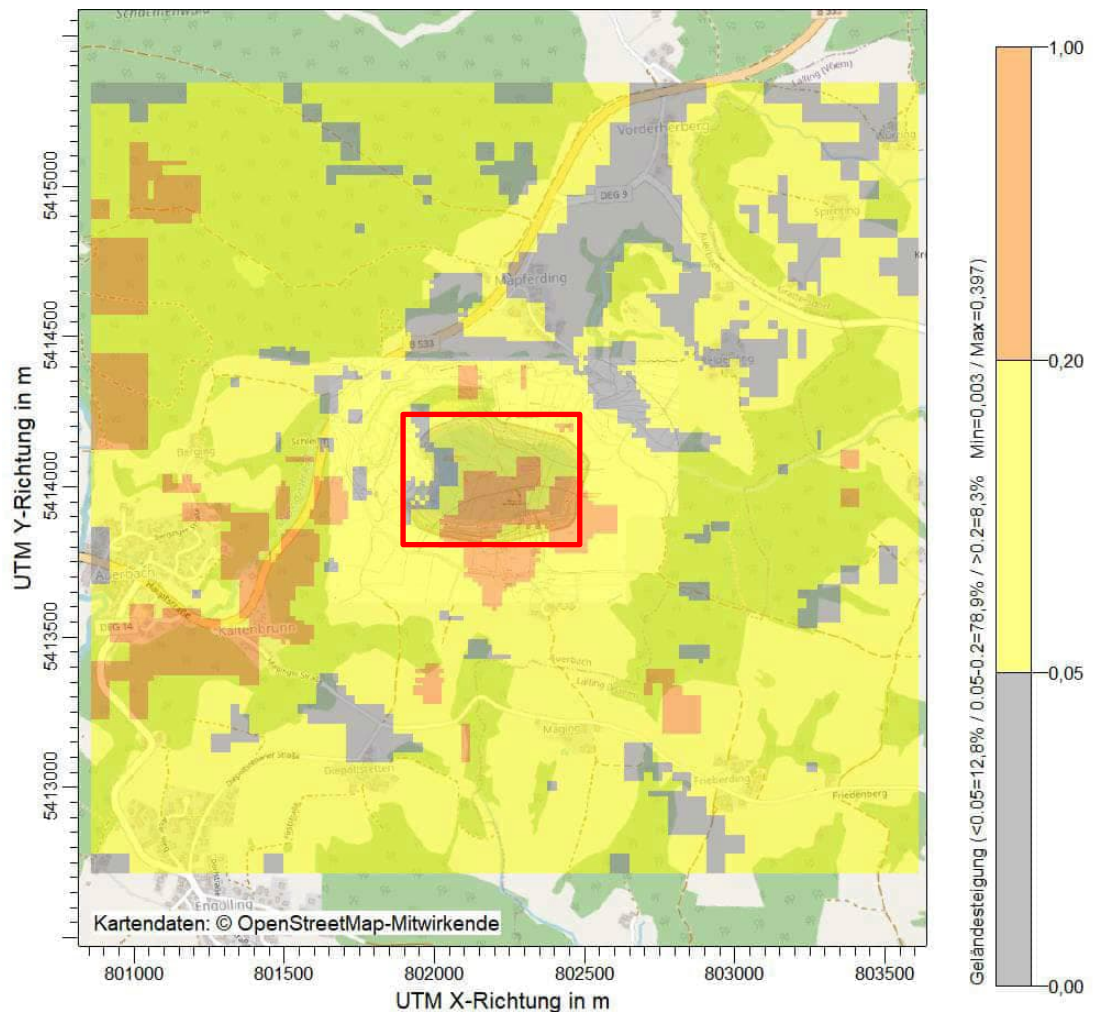


Abbildung 12. Geländesteigungen im Rechengebiet; Anlagenstandort (rotes Rechteck). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap.

#### 7.4 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Es wurde mit dem Programm LASAT [19] in AUSTAL [18], d. h. TA Luft konformer Konfiguration gearbeitet. Es genügt entsprechend den Anforderungen der TA Luft 2021 (Anhang 3) [5] sowie der VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3 [17].

Die grafische Darstellung der Ergebnisse erfolgt mit dem Programmsystem AUSTAL ViewG [20].

#### 7.5 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Mit der Wahl der Qualitätsstufe 2 (entspricht einer Teilchenrate =  $8 \text{ s}^{-1}$ ) bei der Ausbreitungsrechnung wurde sichergestellt, dass im beurteilungsrelevanten Gebiet außerhalb des Abbaugeländes die modellbedingte statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens, berechnet als statistische Streuung des berechneten Wertes, beim Immissions-Jahreskennwert weniger als 3 vom Hundert des Immissions-Jahreswertes betragen hat.

## 7.6 Stoffspezifische Parameter für die Ausbreitungsrechnung

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

Für die Stäube mit einem aerodynamischen Durchmesser von kleiner 2,5 µm (Klasse 1) und zwischen 2,5 bis 10 µm (Klasse 2) werden in der Ausbreitungsberechnung die Depositions- und Sedimentationsgeschwindigkeiten gemäß Anhang 4 Tabelle 14 der TA Luft 2021 angesetzt.

Für Staub mit einem aerodynamischen Durchmesser größer als 10 µm wird entsprechend auf die Regelung in Anhang 4, letzter Absatz der TA Luft 2021 zurückgegriffen und eine Depositionsgeschwindigkeit von  $v_d = 0,07$  m/s sowie eine Sedimentationsgeschwindigkeit  $v_s = 0,06$  m/s angesetzt.

## 8 Immission

### 8.1 Beurteilungsrelevante Nutzungen/Beurteilungspunkte

Die Belastung durch Schwebstaub und Staubniederschlag ist ausschließlich außerhalb der Anlagengrenzen zu untersuchen, da im Bereich des Betriebsgeländes die arbeitsschutzrechtlichen Anforderungen maßgebend sind. Ferner ist das Umfeld der Anlage nur an den Orten für die Beurteilung relevant, an den das entsprechende Schutzgut (hier: Schutzgut Mensch) nicht nur vorübergehend exponiert ist.

Eine zusammenfassende Darstellung der beurteilungserheblichen Immissionsorte kann der nachstehenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 14. Beurteilungserhebliche Immissionsorte im Anlagenumfeld.

Immissionsort	Kennzeichen
Hötzelsberg 3	ANP_1
Hötzelsberg 4	ANP_2
Hötzelsberg 6	ANP_3
Hötzelsberg 9/Wochenendhaus	ANP_4
Hötzelsberg 11	ANP_5
Reiperding 7	ANP_6
Mapferding 14	ANP_7
Mapferding 15	ANP_8
Mapferding 16	ANP_9
Mapferding 17	ANP_10
Mapferding 18	ANP_11
Mapferding 20	ANP_12
Schleifmühle	ANP_13
Kaltenbrunn 1	ANP_14

ANP\_1 wird nur informativ dargestellt, da unbewohnt und für den Abriss vorgesehen, Nachnutzung ohne Wohnen (Lagerplatz)

Die Lage der Beurteilungspunkte ist in Abbildung 13 dargestellt.

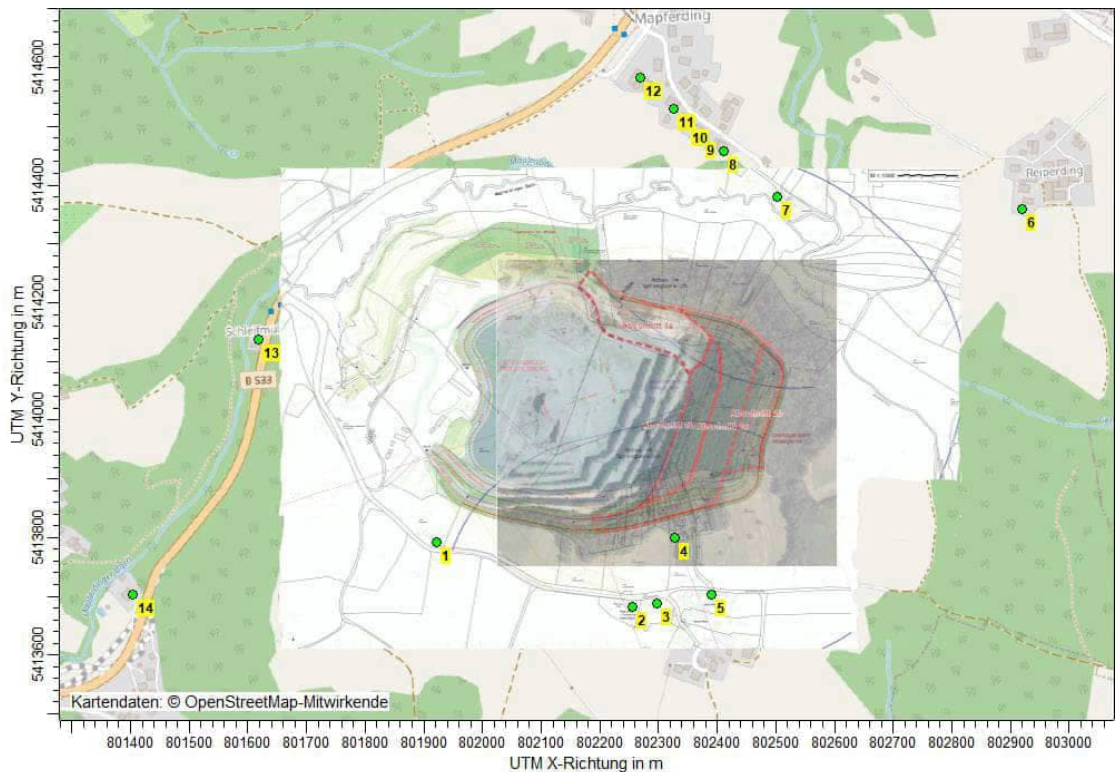


Abbildung 13. Räumliche Lage der nächstgelegenen Immissionsorte im Umgriff um den Steinbruch (grüne Punkte) Kartengrundlage: © OpenStreetmaps und [28] und [38].

## 8.2 Immissions-Gesamtzusatzbelastung

Im Rahmen der Immissionsprognose werden die aus dem geplanten Betrieb im Bereich der Erweiterungsfläche resultierenden Staub-/Quarzfeinstaubimmissionen prognostiziert.

Für die Immissionsprognose wird über die Windfeldmodellierung in METRAS ein Geländemodell zu Grunde gelegt, das die Ist-Situation darstellt. Mit fortschreitendem Abbau ist davon auszugehen, dass sich die Quellen im geplanten Abbaubereich unterhalb der angrenzenden Geländeoberkanten befinden. Die Ist-Situation des abgebildeten Geländes bildet die Quellen auf einer Ebene mit dem an das Abbaugelände angrenzenden Gelände dar. Es ist daher davon auszugehen, dass diese Vorgehensweise die aus dem Betrieb resultierenden Immissionen konservativ im Bereich der beurteilungserheblichen Immissionsorte abbildet, da sich diese geländeabwärts des Abbaugeländes befinden.

Des Weiteren wurden in Bezug auf die Fahrwege die Routen herangezogen, die sich im geringsten Abstand zu den nächstgelegenen Immissionsorten befinden.

### 8.2.1 Immissions-Gesamtzusatzbelastung IGZ Schwebstaub PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und Staubniederschlag

#### 8.2.1.1 Ergebnisdarstellung

Die Ausbreitungsrechnung hat folgende Gesamtzusatzbelastung an Schwebstaub PM<sub>10</sub> ergeben:

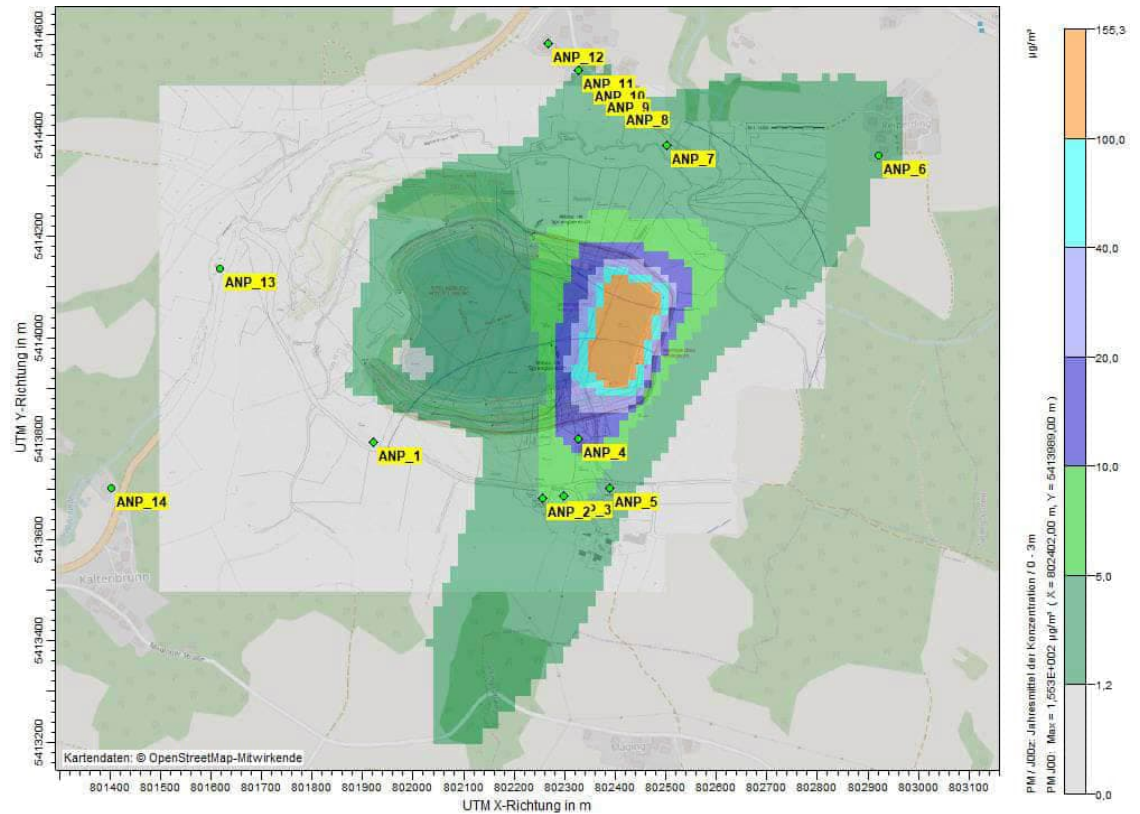


Abbildung 14: PM<sub>10</sub>-Immissions-Gesamtzusatzbelastung, © AustalView, OpenStreetmaps.

\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\166\M166910\M166910\_01\_Ber\_2D.DOCX:24. 01. 2025

Die Ausbreitungsrechnung hat folgende Gesamtzusatzbelastung an Schwebstaub  $PM_{2,5}$  ergeben:

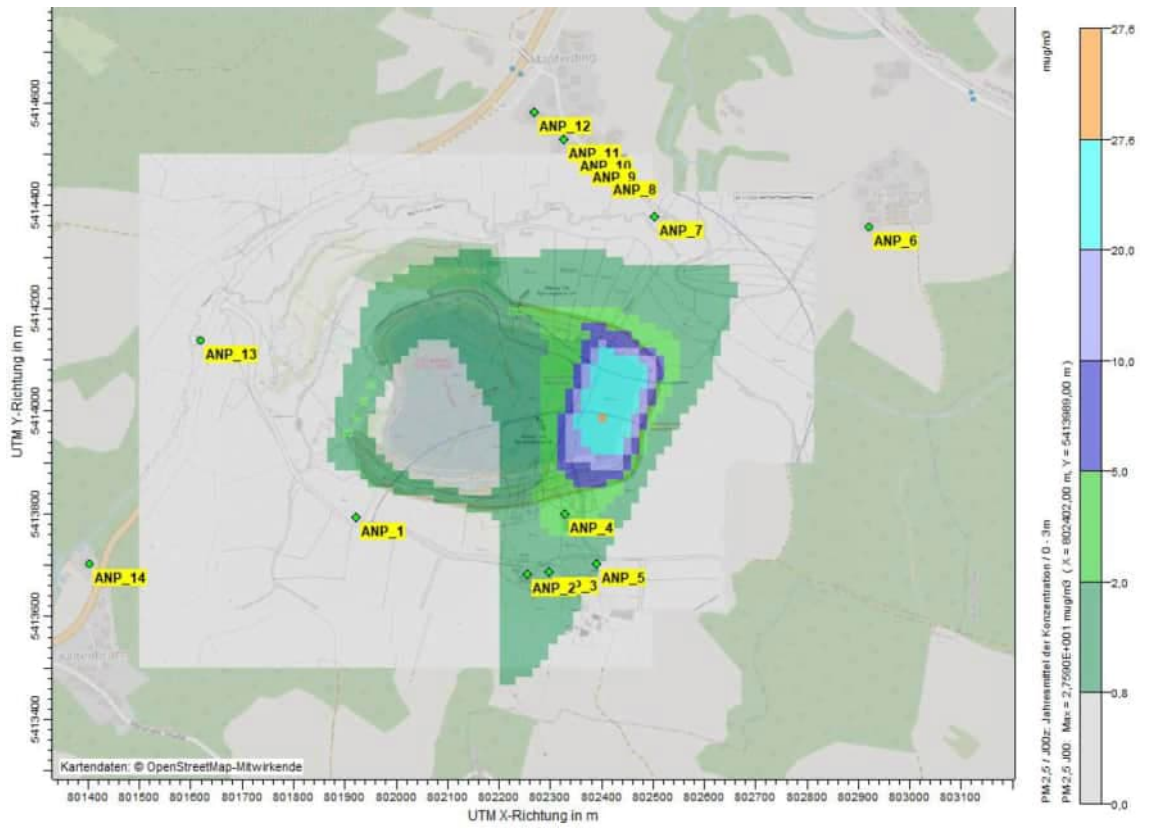


Abbildung 15:  $PM_{2,5}$ -Immissions-Gesamtzusatzbelastung, © AustalView, OpenStreetmaps.

Die Ausbreitungsrechnung hat folgende Gesamtzusatzbelastung an Staubniederschlag ergeben:

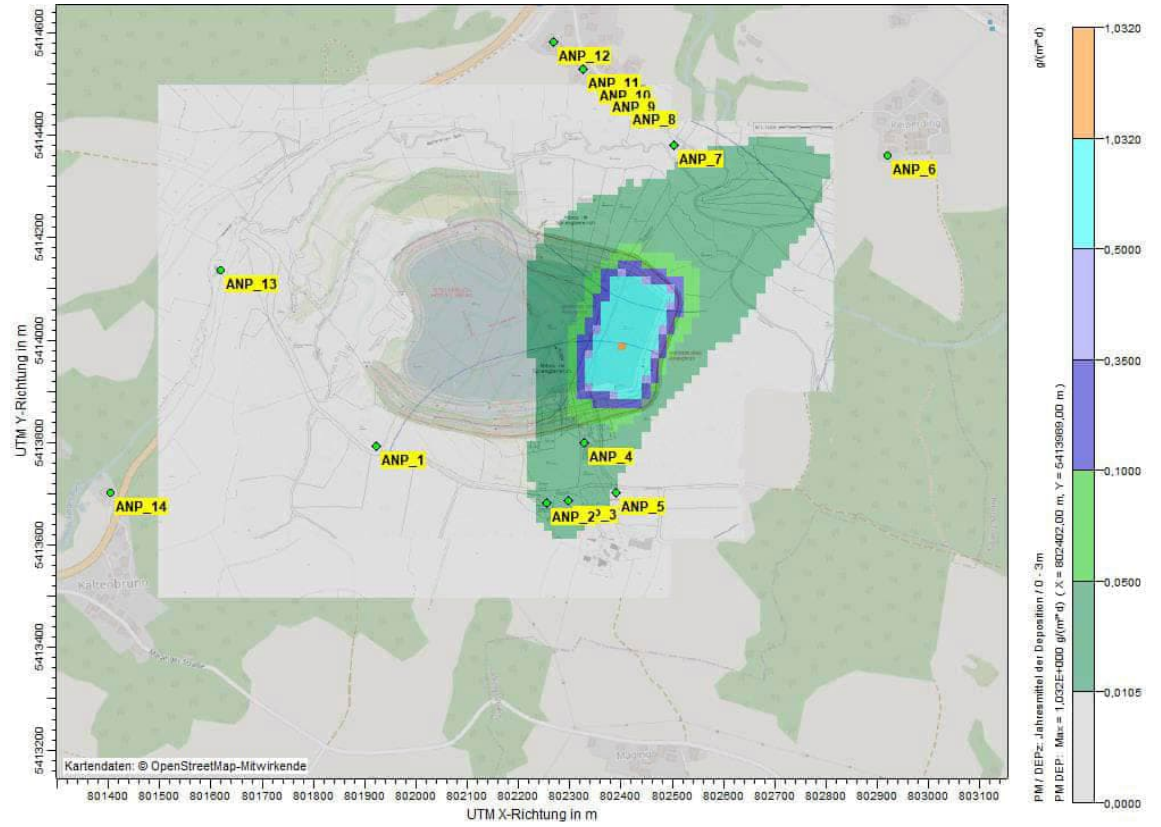


Abbildung 16: Depositions-Gesamtzusatzbelastung, © AustalView, OpenStreetmaps.

### 8.2.1.1 Auswertung der Auf- bzw. Beurteilungspunkte

In Tabelle 15 sind die Gesamtzusatzbelastungen an Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> sowie Staubniederschlag dargestellt.

Tabelle 15. Berechnete Immissions-Gesamtzusatzbelastung (IGZ) Schwebstaub PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und Staubniederschlag.

Immissionsort	Kennzeichen	Immissions-	Immissions-	Depositions-
		Gesamtzusatzbelastung (PM-10)	Gesamtzusatzbelastung (PM-2,5)	Gesamtzusatzbelastung
		[µg/m³]	[µg/m³]	(g/[m² x d])
Hötzelsberg 3	ANP_1	0,5	0,3	0,0009
Hötzelsberg 4	ANP_2	5,0	1,2	0,0125
Hötzelsberg 6	ANP_3	5,7	1,4	0,0144
Hötzelsberg 9 / Wochenendhaus	ANP_4	11,6	2,6	0,0351
Hötzelsberg 11	ANP_5	3,4	0,9	0,0104
Reiperding 7	ANP_6	1,4	0,3	0,0059
Mapferding 14	ANP_7	1,8	0,4	0,0080
Mapferding 15	ANP_8	1,3	0,4	0,0046
Mapferding 16	ANP_9	1,4	0,4	0,0037
Mapferding 17	ANP_10	1,3	0,4	0,0034
Mapferding 18	ANP_11	1,2	0,3	0,0030
Mapferding 20	ANP_12	1,0	0,3	0,0024
Schleifmühle	ANP_13	0,3	0,1	0,0005
Kaltenbrunn 1	ANP_14	0,1	0,0	0,0002

Die Immissionsgesamtzusatzbelastung (IGZ) an PM<sub>10</sub> überschreitet den Irrelevanzwert nach Ziffer 4.2.2 der TA Luft 2021 [5] von 3 % des Immissionsjahreswertes von 40 µg/m³ (entspr. 1,2 µg/m³, mit Rundungsregel ca. 1,4 µg/m³) an einigen Immissionsorten (ANP\_2 bis ANP\_10).

Die Immissionsgesamtzusatzbelastung (IGZ) an PM<sub>2,5</sub> überschreitet den Irrelevanzwert nach Ziffer 4.2.2 der TA Luft 2021 [5] von 3 % des Immissionsjahreswertes von 25 µg/m³ (entspr. 0,75 µg/m³, mit Rundungsregel ca. 0,87 µg/m³) an einigen Immissionsorten (ANP\_2 bis ANP\_5).

Die Staubdepositions-Gesamtzusatzbelastung überschreitet den Irrelevanzwert nach Nr. 4.3.2 TA Luft [5] von 10,5 mg/(m²\*d) (entspr. 0,0105 g/(m²\*d), mit Rundungsregel ca. 0,0122 g/(m²\*d)) an einigen Immissionsorten (ANP\_2 bis ANP\_4).

Daher ist eine Betrachtung der Gesamtbelastung durchzuführen.

## 8.2.2 Immissions-Gesamtzusatzbelastung IGZ Quarzfeinstaub

### 8.2.2.1 Ergebnisdarstellung

Die Ausbreitungsrechnung hat folgende Gesamtzusatzbelastung an Quarzfeinstaub PM<sub>4</sub> ergeben:

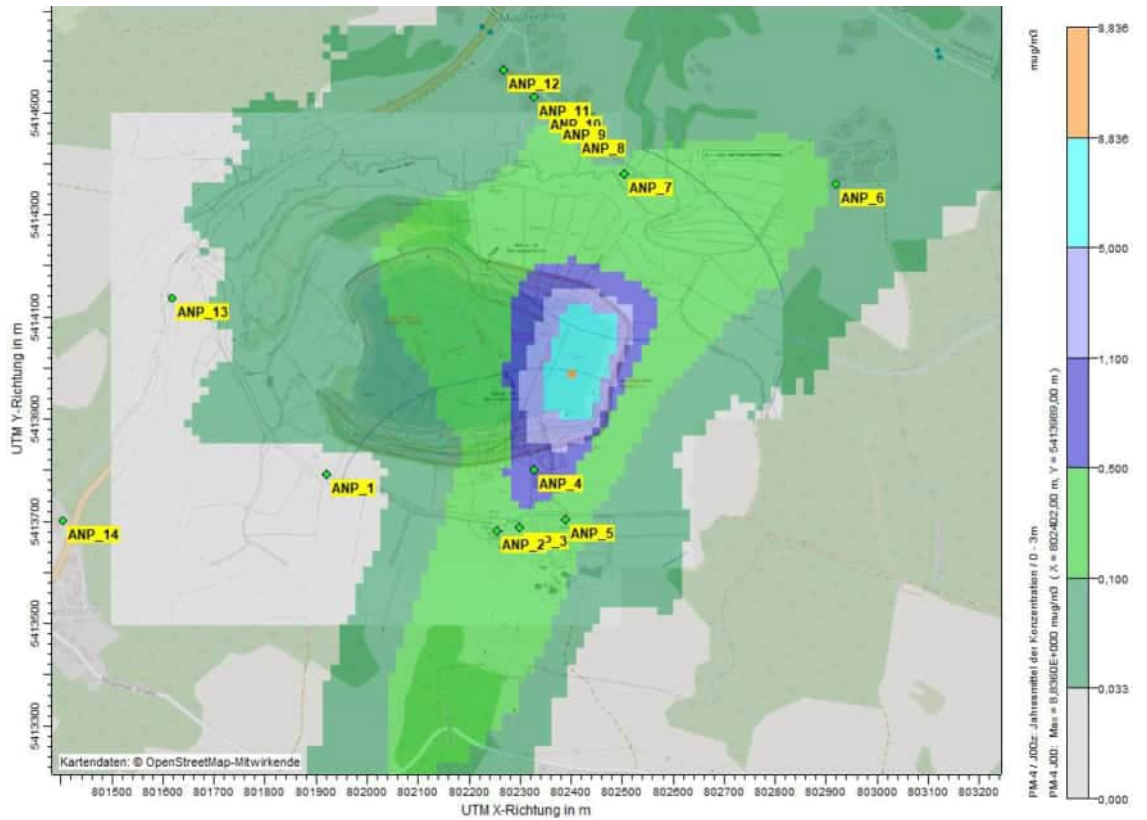


Abbildung 17: PM<sub>4</sub>-Immissions-Gesamtzusatzbelastung, © AustalView, OpenStreetmaps.

### 8.2.2.2 Auswertung der Auf- bzw. Beurteilungspunkte

In Tabelle 16 sind die Gesamtzusatzbelastungen an Quarzfeinstaub (PM<sub>4</sub>) dargestellt.

Tabelle 16. Berechnete Immissions-Gesamtzusatzbelastung (IGZ) Quarzfeinstaub (PM<sub>4</sub>).

Immissionsort	Kennzeichen	Immissions- Gesamtzusatzbelastung (Quarzfeinstaub)
		[µg/m <sup>3</sup> ]
Hötzelsberg 3	ANP_1	0,02
Hötzelsberg 4	ANP_2	0,36
Hötzelsberg 6	ANP_3	0,41
Hötzelsberg 9/Wochendhaus	ANP_4	0,76
Hötzelsberg 11	ANP_5	0,25
Reiperding 7	ANP_6	0,09
Mapferding 14	ANP_7	0,12
Mapferding 15	ANP_8	0,09
Mapferding 16	ANP_9	0,10
Mapferding 17	ANP_10	0,09
Mapferding 18	ANP_11	0,08
Mapferding 20	ANP_12	0,07
Schleifmühle	ANP_13	0,03
Kaltenbrunn 1	ANP_14	0,01

Die Immissionsgesamtzusatzbelastung (IGZ) an Quarzfeinstaub (PM<sub>4</sub>) überschreitet den aus Kapitel 2.4 abgeleiteten Irrelevanzwert von 3 % des Immissionsjahreswertes von 1,1 µg/m<sup>3</sup> (entspr. 0,033 µg/m<sup>3</sup>, mit Rundungsregel ca. 0,038 µg/m<sup>3</sup>) an einigen Immissionsorten (ANP\_2 bis ANP\_12).

Daher ist eine Betrachtung der Gesamtbelastung durchzuführen.

### 8.3 Vor-/Hintergrundbelastung

Die Hintergrundbelastungssituation (Jahresmittelwerte) im Bereich des Granitsteinbruchs kann anhand der Messdaten des Luftmessnetzes des Landes Bayern (LfU Bayern) abgeschätzt werden. Das Anlagenumfeld des Steinbruchs kann als landwirtschaftlich, ländlich und dem Hintergrund zugehörig eingeordnet werden.

Zur Abschätzung der Hintergrundbelastung durch Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> sowie Staubbiederschlag wurden die Messdaten der Jahre 2019 – 2021 der Messstationen

- Tiefenbach und
- Burghausen

gemittelt.

Die Ergebnisse der Auswertungen zur Ermittlung der jeweiligen Hintergrundbelastung sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 17. Hintergrundbelastung: gemittelte Messdaten des Luftmessnetzes des Landes Bayern [34], [35], [36].

Station	Jahr	Jahresmittelwert PM-10 [µg/m <sup>3</sup> ]	max. TMW [µg/m <sup>3</sup> ]	ÜH	Jahresmittelwert PM-2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Deposition [mg/m <sup>2</sup> x d]
Tiefenbach	2019	10	39	0	8	44
Burghausen		16	56	1	10	84
Tiefenbach	2020	10	54	1	7	73
Burghausen		14	81	3	10	85
Tiefenbach	2021	9	57	1	5	n.g.
Burghausen		14	59	2	10	n.g.
<b>Mittelwerte</b>		<b>12,2</b>	<b>58</b>	<b>1</b>	<b>8,3</b>	<b>72</b>

ÜH: Anzahl Überschreitungen des max. Tagesmittelwertes (TMW) von 50 µg/m<sup>3</sup> innerhalb eines Jahres

Die Station Tiefenbach wird laut LfU Bayern als ländlich regional, Hintergrund beschrieben. Da die Station Tiefenbach aufgrund des ländlichen Hintergrunds recht geringe Messwerte ausweist wird zusätzlich konservativ die Station Burghausen in die Betrachtungen zur Hintergrundbelastung mit einbezogen. Diese wird als vorstädtisch regionaler Hintergrund definiert.

Quarzfeinstaub wird an keiner vergleichbaren Station messtechnisch ermittelt. Die Hintergrundbelastung an Quarzfeinstaub wird als vernachlässigbar gering angesehen.

Als potenzielle Staubvorbelastungsbetriebe sind die westlich an den Steinbruch anschließenden Betriebe „Donau Asphalt GmbH & Co. Bau- und Misch KG“ und eine Gesteinsaufbereitungsanlage anzusehen. Laut Internetauftritt der Donau Asphalt GmbH & Co. Bau- und Misch KG werden ca. 100.000 t/a an Asphalt in der Anlage hergestellt.

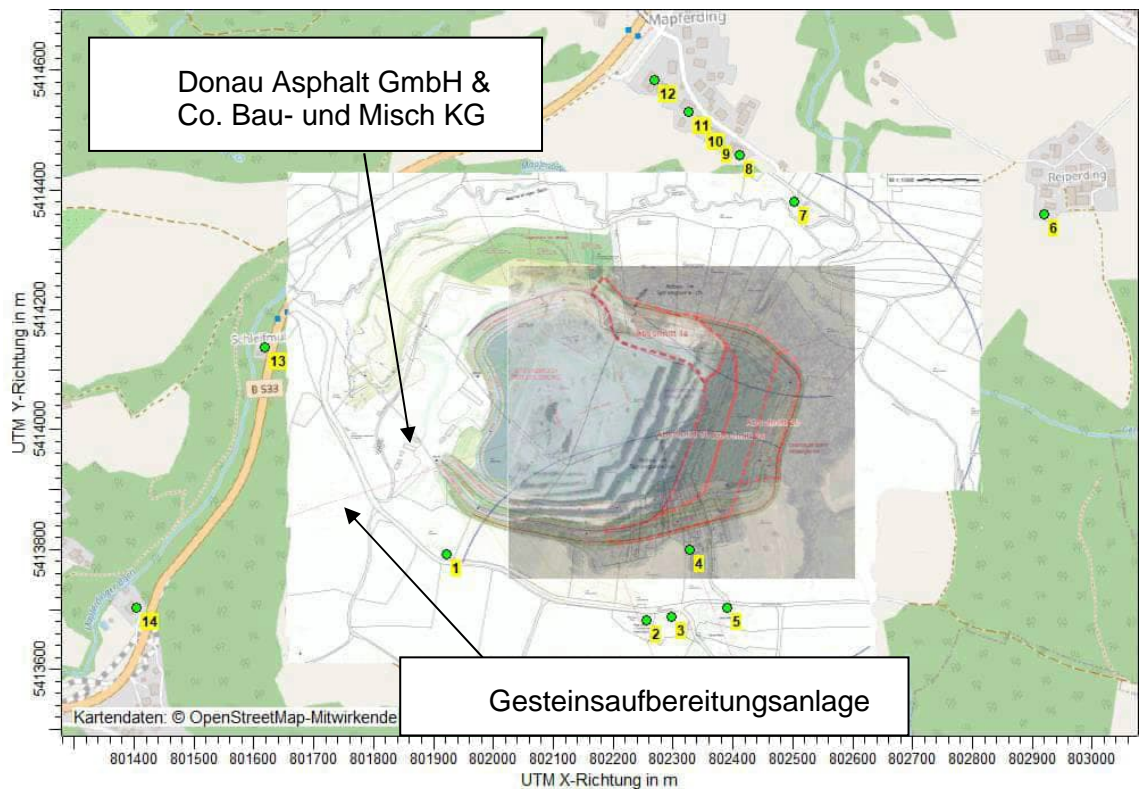


Abbildung 18. Lage der potenziellen Staubvorbelastungsbetriebe mit Immissionsorten (grüne Punkte). Kartengrundlage: © OpenStreetmaps und [28] und [38].

Der Zusatzbetrag der potenziellen Staubvorbelastungsbetriebe an den Immissionsorten, an denen die Irrelevanz überschritten wird (ANP\_2 bis ANP\_10), wird konservativ auf  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\text{PM}_{10}$ ) abgeschätzt. Aufgrund der räumlichen Lage der Vorbelastungsbetriebe sowie der vorhandenen Abstände entspricht die angenommene Vorbelastung von  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\text{PM}_{10}$ ) mindestens dem 6fachen der Emissionen des Steinbruchs.

Darüber hinaus zeigt sich beispielsweise bei Projekten im Braunkohletagebaue, welche deutlich höhere Emissionen freisetzen, dass in 400 m bis 500 m im Lee der Hauptwindrichtung nicht mehr als  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert werden. Da die zu betrachtenden Immissionsorte vorwiegend nicht in Hauptwindrichtung liegen und deutlich geringere Emissionen als in einem Braunkohletagebau zu erwarten sind, ist eine angenommene Vorbelastung von  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\text{PM}_{10}$ ) als konservativ zu erachten.

Für den Beitrag der Staubvorbelastungsbetriebe an Schwebstaub ( $\text{PM}_{2,5}$ ) wird ebenfalls konservativ  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  angenommen.

Staubdeposition besitzt die Eigenschaft eine deutlich geringere Transmissionsstrecke zu besitzen als Schwebstaub. Der Beitrag der Vorbelastungsbetriebe auf die Staubdeposition wird daher als vernachlässigbar gering erachtet, da die nächstgelegenen relevanten Immissionsorte mehrere hundert Meter von den Staubvorbelastungsbetrieben entfernt liegen.

Der Beitrag der Staubvorbelastungsbetriebe an Quarzfeinstaub ( $PM_{4}$ ) auf die Immissionsorte wird ohne das Vorliegen dezidierter Messwerte folgendermaßen abgeschätzt: Unter der Annahme, dass die Betriebe der Vorbelastung ein ähnliches Ausbreitungsverhalten aufweisen wie der Steinbruch, wird auf Basis der max. ermittelten Gesamtzusatzbelastung an  $PM_{10}$  (ANP\_4) von  $11,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Verhältnis zur ermittelten Gesamtzusatzbelastung an  $PM_{4}$  (ANP\_4) von  $0,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und einer angenommenen  $PM_{10}$  Vorbelastung von  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eine Vorbelastung an  $PM_{4}$  von  $0,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  abgeschätzt. Dabei ist diese Abschätzung als konservativ anzusehen, da die Annahme von  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bereits konservativ ist und als Vorbelastungsbetrieb für Quarzfeinstaub nur die Gesteinsschotteraufbereitungsanlage in Frage kommt und nicht die Asphaltmischanlage.

## 8.4 Gesamtbelastung

### 8.4.1 Immissions-Gesamtbelastung Schwebstaub PM<sub>10</sub>

Die Immissions-Gesamtbelastung an Schwebstaub PM<sub>10</sub> ist in Tabelle 18 aufgeführt.

Tabelle 18. Immissions-Gesamtbelastung (IG) Schwebstaub PM<sub>10</sub>.

Immissionsort	Kennzeichen	Immissions- Gesamtzusatzbelastung	Immissions- Hintergrundbelastung		Immissions-Vorbelastung	Immissions- Gesamtbelastung
			[µg/m <sup>3</sup> ]			
Hötzelsberg 3	ANP_1	0,5	–	–	–	–
Hötzelsberg 4	ANP_2	5,0	12,2	–	3	20,2
Hötzelsberg 6	ANP_3	5,7	12,2	–	3	20,9
Hötzelsberg 9 / Wochenendhaus	ANP_4	11,6	12,2	–	3	26,7
Hötzelsberg 11	ANP_5	3,4	12,2	–	3	18,6
Reiperding 7	ANP_6	1,4	12,2	–	3	16,6
Mapferding 14	ANP_7	1,8	12,2	–	3	17,0
Mapferding 15	ANP_8	1,3	12,2	–	3	16,5
Mapferding 16	ANP_9	1,4	12,2	–	3	16,6
Mapferding 17	ANP_10	1,3	12,2	–	3	16,5
Mapferding 18	ANP_11	1,2	–	–	–	–
Mapferding 20	ANP_12	1,0	–	–	–	–
Schleifmühle	ANP_13	0,3	–	–	–	–
Kaltenbrunn 1	ANP_14	0,1	–	–	–	–

Der Immissionswert für Schwebstaub PM<sub>10</sub> nach Ziffer 4.2.1 TA Luft 2021 [5] (40 µg/m<sup>3</sup>) wird an allen Immissionsorten unterschritten.

Hinsichtlich der Einhaltung der maximalen Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelwerts (TM) von 50 µg/m<sup>3</sup> an maximal 35 d/a gilt nach TA Luft 2021 [5] Ziffer 4.2.1, dass dieser Wert eingehalten wird, wenn der Jahresmittelwert nicht mehr als 28 µg/m<sup>3</sup> beträgt. Mit der ermittelten maximalen Gesamtbelastung von 26,7 µg/m<sup>3</sup> (ANP\_4) wird die maximale Überschreitungshäufigkeit des TM (35/a) sicher unterschritten.

### 8.4.2 Immissions-Gesamtbelastung Schwebstaub PM<sub>2,5</sub>

Die Immissions-Gesamtbelastung an Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> ist in Tabelle 19 aufgeführt.

Tabelle 19. Immissions-Gesamtbelastung (IG) Schwebstaub PM<sub>2,5</sub>.

Immissionsort	Kennzeichen	Immissions-Gesamtzusatzbelastung	Immissions-Hintergrundbelastung	Immissions-Vorbelastung	Immissions-Gesamtbelastung
			[µg/m <sup>3</sup> ]		
Hötzelsberg 3	ANP_1	0,3	--	--	--
Hötzelsberg 4	ANP_2	1,2	8,3	3	12,6
Hötzelsberg 6	ANP_3	1,4	8,3	3	12,7
Hötzelsberg 9/Wochendhaus	ANP_4	2,6	8,3	3	14,0
Hötzelsberg 11	ANP_5	0,9	8,3	3	12,2
Reiperding 7	ANP_6	0,3	--	--	--
Mapferding 14	ANP_7	0,4	--	--	--
Mapferding 15	ANP_8	0,4	--	--	--
Mapferding 16	ANP_9	0,4	--	--	--
Mapferding 17	ANP_10	0,4	--	--	--
Mapferding 18	ANP_11	0,3	--	--	--
Mapferding 20	ANP_12	0,3	--	--	--
Schleifmühle	ANP_13	0,1	--	--	--
Kaltenbrunn 1	ANP_14	0,0	--	--	--

Der Immissionswert nach Ziffer 4.2.1 TA Luft 2021 [5] und der 39. BImSchV [3] für Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> (25 µg/m<sup>3</sup>) wird an allen Immissionsorten deutlich unterschritten.

### 8.4.3 Immissions-Gesamtbelastung Staubniederschlag

Die Staubniederschlags-Gesamtbelastung (IG) ist in Tabelle 20 dokumentiert.

Tabelle 20. Staubniederschlags-Gesamtbelastung.

Immissionsort	Kennzeichen	Depositions-Gesamtzusatzbelastung	Hintergrund/Vorbelastung	Depositions-gesamtbelastung
			(g/[m <sup>2</sup> x d])	
Hötzelsberg 3	ANP_1	0,0009	--	--
Hötzelsberg 4	ANP_2	0,0125	0,072	0,0840
Hötzelsberg 6	ANP_3	0,0144	0,072	0,0859
Hötzelsberg 9 / Wochenendhaus	ANP_4	0,0351	0,072	0,1066
Hötzelsberg 11	ANP_5	0,0104	--	--
Reiperding 7	ANP_6	0,0059	--	--
Mapferding 14	ANP_7	0,0080	--	--
Mapferding 15	ANP_8	0,0046	--	--
Mapferding 16	ANP_9	0,0037	--	--
Mapferding 17	ANP_10	0,0034	--	--
Mapferding 18	ANP_11	0,0030	--	--
Mapferding 20	ANP_12	0,0024	--	--
Schleifmühle	ANP_13	0,0005	--	--
Kaltenbrunn 1	ANP_14	0,0002	--	--

Der Immissionswert für Staubniederschlag nach Ziffer 4.3.1 TA Luft 2021 [5] von 0,35 g/(m<sup>2</sup>xd) wird an allen Immissionsorten deutlich unterschritten.

\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\166\M166910\M166910\_01\_Ber\_2D.DOCX:24\_01\_2025

#### 8.4.4 Immissions-Gesamtbelastung Quarzfeinstaub PM<sub>4</sub>

Die Immissions-Gesamtbelastung an Quarzfeinstaub PM<sub>4</sub> ist in Tabelle 21 aufgeführt.

Tabelle 21. Immissions-Gesamtbelastung (IG) Quarzfeinstaub PM<sub>4</sub>.

Immissionsort	Kennzeichen	Immissions- Gesamtzusatz- belastung	Immissions- Gesamtbelastung	
			Vorbelastung	[µg/m <sup>3</sup> ]
Hötzelsberg 3	ANP_1	0,02	--	--
Hötzelsberg 4	ANP_2	0,36	0,20	0,56
Hötzelsberg 6	ANP_3	0,41	0,20	0,61
Hötzelsberg 9/Wochehaus	ANP_4	0,76	0,20	0,96
Hötzelsberg 11	ANP_5	0,25	0,20	0,45
Reiperding 7	ANP_6	0,09	0,20	0,29
Mapferding 14	ANP_7	0,12	0,20	0,32
Mapferding 15	ANP_8	0,09	0,20	0,29
Mapferding 16	ANP_9	0,10	0,20	0,30
Mapferding 17	ANP_10	0,09	0,20	0,29
Mapferding 18	ANP_11	0,08	0,20	0,28
Mapferding 20	ANP_12	0,07	0,20	0,27
Schleifmühle	ANP_13	0,03	--	--
Kaltenbrunn 1	ANP_14	0,01	--	--

Der in Kapitel 2.4 aus dem Bericht des LAI in Verbindung mit dem des UBA hergeleitete konservative Immissionswert für Quarzfeinstaub PM<sub>4</sub> (1,1 µg/m<sup>3</sup>) wird an allen Immissionsorten sicher unterschritten.

## 9 Auflagenvorschläge zum Staubimmissionsschutz

*Allgemeine Vorbemerkung:*

*Bei den nachfolgend aufgelisteten Punkten handelt es sich um Auflagenvorschläge, die zur Festsetzung als Nebenbestimmungen im Genehmigungsbescheid übernommen werden können.*

*Die abschließende Beauftragung obliegt der Genehmigungsbehörde.*

- Zur Verminderung von Staubaufwirbelungen sind die Fahrstrecken möglichst kurz zu halten.
- An niederschlagsfreien Tagen ist regelmäßig eine Bewässerung der unbefestigten Fahrwege auf dem Anlagengelände vorzunehmen.
- Die Fahrwege sind dabei stets so zu befeuchten, dass keine sichtbare Staubaufwirbelung erkennbar ist.
- Die Geschwindigkeit auf dem Anlagengelände ist ggfs. zu beschränken.
- Es ist sicherzustellen, dass Verschmutzungen öffentlicher Fahrwege durch Fahrzeuge, die das Anlagengelände verlassen, vermieden oder umgehend beseitigt werden, z. B. durch regelmäßiges Säubern der Fahrwege.
- Umschlagvorgänge und Zutrimmarbeiten sind, soweit möglich, zu reduzieren. Zwischenlagerungen sind nach Möglichkeit zu vermeiden.
- Bei den erforderlichen Umschlagvorgängen sind die Fallstrecken beim Abwerfen zu minimieren.
- Eine Überladung der eingesetzten SKW sowie ein damit verbundener Zwischenabwurf ist zu vermeiden.
- Bei Bedarf: Erhöhung der Materialfeuchte durch Beregnung während der kurzzeitigen Zwischenlagerung nach der Sprengung.
- Die eingesetzten Geräte sind regelmäßig zu prüfen und zu warten. Die Prüfung/Wartung ist zu dokumentieren. Die Dokumentation ist 5 Jahre aufzubewahren.
- Für den Einsatz von Dieselmotoren in mobilen Maschinen und Geräten (hier z. B. dieselgetriebenen Bagger, Radlader) gelten im Hinblick auf den Immissionsschutz folgende Maßgaben:
  - Der zum Betrieb der Dieselmotoren eingesetzte Dieselkraftstoff muss den Anforderungen der 10. BImSchV bzw. der DIN EN 590 in der jeweils gültigen Fassung entsprechen.
  - Es sind möglichst emissionsarme Arbeitsgeräte zu verwenden.
- Es ist eine Betriebsordnung zu erstellen bzw. fortzuschreiben. Die Betriebsordnung hat die maßgeblichen Vorschriften für die betriebliche Sicherheit und Ordnung zu enthalten. Sie ist dem Landratsamt auf Verlangen vorzulegen. Die generellen organisatorischen Maßnahmen zur Staubminderung für den Gesamtbetrieb sind in einer Betriebsanweisung verbindlich für das Betriebspersonal zu regeln.

- Die Betriebsanweisung muss insbesondere folgende Punkte regeln:
  - Zeitpunkt, Einsatzort und Häufigkeit einer Wasserbedüsung oder Befuchtung der Fahrwege
  - Verhaltensregeln beim Umschlag und sonstigen staubenden Tätigkeiten (z. B. Minimierung von Abwurfhöhen)
  - Geschwindigkeitsbegrenzungen auf dem Betriebsgelände
  - regelmäßige Kontrolle des Betriebsgeländes (z. B. Trockenheit der Fahrwege)
- Die Betriebsanweisung ist vom Betreiber zu erstellen und ist dem verantwortlichen Personal jährlich zu erläutern.

## 10 Grundlagen des Berichts (Literatur)

Bei der Erstellung des Gutachtens wurden die folgenden Unterlagen verwendet:

### *Immissionsschutzrecht*

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der aktuellen Fassung.
- [2] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV) in der aktuellen Fassung.
- [3] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen 39. BImSchV) in der aktuellen Fassung.
- [4] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), (GMBI Nr. 25 – 29 (53), S. 509; vom 30. Juli 2002).
- [5] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), Bekanntmachung vom 01.12.2021 (GMBI 48-54/2021, S. 1050)

### *Emissionsberechnung*

- [6] VDI 3790 Blatt 1: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Grundlagen. 2015-07.
- [7] VDI 3790 Blatt 2: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Deponien. 2017-06.
- [8] VDI 3790 Blatt 3: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. 2010-01.
- [9] VDI 3790 Blatt 4 „Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichem/industriellem Betriebsgelände. 2018-09.
- [10] Richtlinie 97/68/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte.
- [11] LAI (2011): Möglichkeiten der Minderung diffuser Staubemissionen aus Anlagen. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Juni 2011.

*Immissionsprognose*

- [12] VDI 3782 Blatt 1: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Gaußsches Fahnenmodell zur Bestimmung von Immissionskenngrößen. 2016-01.
- [13] VDI 3782 Blatt 3: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre – Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung, 1985-06.
- [14] VDI 3782 Blatt 5: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Depositionsparameter. 2006-04.
- [15] VDI 3783 Blatt 13: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose – Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01.
- [16] VDI 3783 Blatt 16: Umweltmeteorologie – Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle – Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft, 2015-06.
- [17] VDI 3945 Blatt 3: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell. 2000-09.
- [18] Ausbreitungsmodell AUSTAL3, Version 3.1.2-WI-x.
- [19] Ausbreitungsmodell LASAT, Version 3.4.24, Ingenieurbüro Janicke, Dunum.
- [20] AUSTALViewG: Benutzeroberfläche für das Ausbreitungsmodell AUSTAL3 (TA Luft 2021), ArguSoft GmbH & Co KG, (Version 10.0.4 TG-I).

*Meteorologie Anlagenstandort*

- [21] Müller-BBM (2021): Prognostische Windfeldbibliothek, Müller-BBM GmbH, Bericht Nr. M169171/01 vom 13.05.2022
- [22] Meteorologische Zeitreihe (AKTerm) der DWD-Station Fürstenzell im Zeitraum 01.01.2011 – 31.12.2020. Erstellt durch Müller-BBM auf Basis von Eingangsdaten (Winddaten, Bedeckungsgraddaten) des Deutschen Wetterdiensts (DWD), Download über Climate Data Center.
- [23] Ermittlung des repräsentativen Jahres der DWD-Station Fürstenzell im Bezugszeitraum 2011-2020, Bericht Nr. M169296/01 vom 02.03.2022

*Sonstiges*

- [24] OpenStreetMap, © OpenStreetMap-Mitwirkende. Creative-Commons-Lizenz - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 (CC BY-SA) – [www.openstreetmap.org/copyright](http://www.openstreetmap.org/copyright).
- [25] Antragsunterlagen zur Erweiterung der Abbaufäche, bereitgestellt auf CD durch Ingenieurbüro Wolf, Grafenau.
- [26] Müller-BBM GmbH, Bericht Nr. M109344/01 vom 27.08.2013, M. Thiele GmbH & Co. KG, Hötzelsberger Hartsteinwerk in Auerbach, Staubimmissionsprognose zum Erweiterungsvorhaben des Steinbruchs Hötzelsberg

- [27] Schreiben des Landratsamts Deggendorf vom 15.06.2016, Az. 43-1711.4/2 Mi, Immissionsschutzgesetz; Betrieb eines Steinbruchs (Anlage nach Nr. 2.1.1 des Anhangs 1 zur 4. BImSchV) in 94530 Auerbach, Hötzelsberg 1, hier: wesentliche Änderung nach § 16 Abs. 1 BImSchG, Erweiterung des Abbaugebietes, hier: 1. Antragstellerwechsel, 2. Zwischenmitteilung zum Sachstand.
- [28] Lageplan beantragter Abbau zum Vorhaben: Antrag auf Erweiterung des Gesteinsabbaus im bestehenden Steinbruch Hötzelsberg, Ingenieurbüro Wolf GmbH, Vorabzug vom 27.03.2012
- [29] Amtliche digitale Ortskarten TK 10, Landesamt für Vermessung und Geoinformation Bayern
- [30] LAI (2004): Bericht der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, früher: Länderausschusses für Immissionsschutz, Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe, LAI – Unterausschüsse Luft/Technik und Luft/Überwachung, Stand: 21. September 2004.
- [31] Hassauer, M., Kaberlah, F., Voß, J.-U. (2015): Bewertung für die TA Luft Nr.5.2.7.1.1, Umweltbundesamt (UBA), Projekt-Nr.: 43064, UBA-FB 02095, Texte 88/2015.
- [32] Technische Regeln für Gefahrstoffe, Reihe 559 (TRGS 559), Quarzhaltiger Staub. Ausgabe: April 2020 zuletzt geändert und ergänzt am 27. April 2020 (GMBI 2020 Nr. 16 S. 306 – 319), berichtigt am 05. Juni 2020 (GMBI 2020 Nr. 9 S. 371).
- [33] Technische Regeln für Gefahrstoffe, Reihe 910 (TRGS 910), Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen. Ausgabe: Februar 2014 zuletzt geändert und ergänzt am 07. Juli 2021 (GMBI 2021 Nr. 39 – 40 S. 895).
- [34] Lufthygienischer Jahresbericht 2019; Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Stand: Oktober 2020
- [35] Lufthygienischer Jahresbericht 2020; Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Stand: September 2021
- [36] Lufthygienischer Jahreskurzbericht 2021; Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Stand: Mai 2022
- [37] Prüfbericht Nr. BBV 1914324/e/pepro, LGA Bautechnik GmbH vom 04.05.2020
- [38] Aktualisierter Abbauplan bereitgestellt durch Herrn Markus Raab mit E-Mail vom 14.01.2025.

## Anhänge

### Anhang Ausschnitt Protokolldatei des LASAT-Rechenlaufs:

```
[ICL version = 1700]
[compile options = /O3 /Qopenmp /fp:source]
lasat_3.4.24 2020-08-18 09:21:11
2022-05-30 11:55:28 -----
Settings:
uamin=0.1
-----
Arguments:
d:/dauerrechnung/bsg/166910_Thiele/work.rl05m_neue_Betriebszeiten/
-----
TMN initialising locks, buffer count = 0
MST initializing thread 0
TMN_3.4.1 2020-08-18 09:21:02 65bfb12f
MST initializing thread 1
MST starting background service
MST running MstServer

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

Licence/K: Mueller-BBM GmbH, Planegg
Working directory: d:/dauerrechnung/bsg/166910_Thiele/work.rl05m_neue_Betriebszeiten/

Program is running on W3460
24 processors available, 24 used

Program creation date: 2020-08-18 09:21:11
MST_3.4.24 2020-08-18 09:20:46
GRD_3.4.11 2020-08-18 09:20:53
BDS_3.4.8 2020-08-18 09:20:57
reading grid.def ...
... grid.def evaluated
GRD: surface of grid (1,1) : 322.40 <= 411.00 <=482.42
GRD: creating grda111.dmna ...
GRD: creating grda211.dmna ...
GRD: creating grda311.dmna ...
GRD: creating grda411.dmna ...
GRD: surface of grid (2,1) : 328.90 <= 412.32 <=486.25
GRD: creating grda121.dmna ...
GRD: creating grda221.dmna ...
GRD: creating grda321.dmna ...
GRD: creating grda421.dmna ...
GRD: surface of grid (3,1) : 365.20 <= 420.82 <=488.70
GRD: creating grda131.dmna ...
GRD: creating grda231.dmna ...
GRD: creating grda331.dmna ...
GRD: creating grda431.dmna ...
PRM_3.4.22 2020-08-18 09:20:59
reading param.def ...
... param.def evaluated
reading substances.def|stoffe.def ...
... 5 species (2 groups) defined
reading sources.def|quellen.def ...
... 15 sources (1 groups) defined
reading emissions.def|staerke.def ...
... 15 emission definitions read
registering time series from variable.def ...
... time series registered
PTL_3.4.1 2020-08-18 09:21:01
MOD_3.4.1 2020-08-18 09:20:56
PRF_3.4.24 2020-08-18 09:20:58
BLM_3.4.18 2020-08-18 09:20:49
WND_3.4.24 2020-08-18 09:20:50
DMK_3.4.17 2020-08-18 09:21:08
WLB_3.4.23 2020-08-18 09:21:05
DOS_3.4.12 2020-08-18 09:20:47
SRC_3.4.7 2020-08-18 09:21:01
WRK_3.4.20 2020-08-18 09:21:03
PPM_3.4.4 2020-08-18 09:20:58
WRK: using PLURIS 3.1.3 (plrbf=1.3,stacktip-downwash=1)
DTB_3.4.12 2020-08-18 09:20:48
MNP_3.4.1 2020-08-18 09:21:01
reading monitor.def ...
11 monitor points defined
2022-05-30 11:55:28 time: [00:00:00,01:00:00]
reading meteo.def|wetter.def ...
... meteo.def evaluated
registering time series from meteo.def ...
... time series registered
```

```

BLM: Hm array set to      -1.0   -1.0   -1.0  1221.0  1521.0  1521.0
BLM: Hm above ground    -1.0   -1.0   -1.0   743.3  1043.3  1043.3
PRF: scaling field(s) 1006 by factor 0.4293
PRF: scaling field(s) 1006 by factor 0.4293
PRF: scaling field(s) 1006 by factor 0.4293
2022-05-30 11:55:28 time: [01:00:00,02:00:00]
PRF: scaling field(s) 1005 by factor 0.5366
PRF: scaling field(s) 1005 by factor 0.5366
PRF: scaling field(s) 1005 by factor 0.5366
2022-05-30 11:55:28 time: [02:00:00,03:00:00]
PRF: scaling field(s) 1005 by factor 0.4878
PRF: scaling field(s) 1005 by factor 0.4878
PRF: scaling field(s) 1005 by factor 0.4878
2022-05-30 11:55:29 time: [03:00:00,04:00:00]
PRF: scaling field(s) 1010 by factor 0.9770
PRF: scaling field(s) 1010 by factor 0.9770.
.
.
.
2022-05-30 13:21:56 time: [364.21:00:00,364.22:00:00]
PRF: scaling field(s) 3011 by factor 0.6799
PRF: scaling field(s) 3011 by factor 0.6799
PRF: scaling field(s) 3011 by factor 0.6799
2022-05-30 13:21:57 time: [364.22:00:00,364.23:00:00]
PRF: scaling field(s) 2006 by factor 0.3030
PRF: scaling field(s) 2006 by factor 0.3030
PRF: scaling field(s) 2006 by factor 0.3030
2022-05-30 13:21:57 time: [364.23:00:00,365.00:00:00]
PRF: scaling field(s) 2004 by factor 0.2518
PRF: scaling field(s) 2004 by factor 0.2518
PRF: scaling field(s) 2004 by factor 0.2518

Total Emissions:
  gas.pm-1 : 1.976608e+06 g
  gas.pm-2 : 9.475230e+06 g
  gas.pm25-1 : 1.976608e+06 g
  gas.xx-1 : 5.413577e+05 g
  pmu.pm-u : 1.624269e+07 g

```

2022-05-30 13:21:58 program lasat finished

2022-05-30 13:21:58 =====

## Anhang Ausschnitt param.def des LASAT-Rechenlaufs:

- Input file created by AUSTAL 3.1.2-WI-x

===== param.def

```

.
  Ident = "M166910"
  Seed = 11111
  Interval = 01:00:00
  RefDate = 2013-01-01.00:00:00
  Start = 00:00:00
  End = 365.00:00:00
  Average = 24
  Flags = +MAXIMA+PLURIS+MNT

```

===== grid.def

```

.
  RefX = 32802042
  RefY = 5414029
  GGCS = UTM
  Sk = { 0.0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0
1000.0 1200.0 1500.0 }
  Nzd = 1
  Flags = +NESTED

```

! Nm	Nl	Ni	Nt	Pt	Dd	Nx	Ny	Nz	Xmin	Ymin	Rf	Im	Ie
N 03	1	1	3	3	64.0	42	40	19	-1152.0	-1280.0	0.5	200	1.0e-04
N 02	2	1	3	3	32.0	68	64	19	-960.0	-1024.0	1.0	200	1.0e-04
N 01	3	1	3	3	16.0	90	84	19	-576.0	-672.0	1.0	200	1.0e-04

===== sources.def

! Nr	Xq	Yq	Hq	Aq	Bq	Cq	Wq	Fq	Fr	Dq	Vq	Sh
Sv	Tt	Wl	Rh	Vw	Lw	Ts	Rt	Iq				
Q 01	-139.6	-74.3	1.5	125.0	0.0	0.0	309.4	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000	0.0	0.000000	0.0	0.000000	0.000000	-1.000	0.100	0				
Q 02	-57.8	-169.0	1.5	200.0	0.0	0.0	346.6	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000	0.0	0.000000	0.0	0.000000	0.000000	-1.000	0.100	0				

Q 03		137.4	-214.8	1.5	80.0	0.0	0.0	8.9	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000		0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100		0			
Q 04		217.1	-201.8	1.5	200.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000		0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100		0			
Q 05		410.0	-146.9	1.5	120.0	0.0	0.0	78.7	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000		0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100		0			
Q 06		433.9	-29.6	1.5	93.4	0.0	0.0	71.0	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000		0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100		0			
Q 07		465.0	57.8	1.5	100.0	0.0	0.0	139.5	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000		0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100		0			
Q 08		389.2	122.0	1.5	227.2	0.0	0.0	166.9	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000		0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100		0			
Q 09		167.5	173.5	1.5	68.9	0.0	0.0	144.4	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000		0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100		0			
Q 10		113.6	213.3	1.5	150.0	0.0	0.0	191.8	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000		0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100		0			
Q 11		-31.7	184.2	1.5	80.0	0.0	0.0	222.3	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000		0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100		0			
Q 12		-90.0	129.0	1.5	70.0	0.0	0.0	289.6	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000		0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100		0			
Q 13		-67.5	63.2	1.5	150.0	0.0	0.0	243.3	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000		0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100		0			
Q 14		279.4	-114.9	1.5	120.0	230.0	0.0	-17.4	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000		0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100		0			
Q 15		279.4	-114.9	1.5	120.0	230.0	0.0	-17.4	0.0	0	0.000	0.000	0.000
0.000		0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100		0			

==== substances.def

.  
Name = gas  
Unit = g  
Rate = 8.00000  
Vsed = 0.0000

! Substance		Vdep	Refc	Refd	Rfak	Rexp
K pm-1		1.000e-03	4.000e-05	4.051e-06	3.000e-05	0.80
K pm-2		1.000e-02	4.000e-05	4.051e-06	1.500e-04	0.80
K pm25-1		1.000e-03	2.500e-05	0.000e+00	3.000e-05	0.80
K xx-1		1.000e-03	1.000e+00	1.157e-05	3.000e-05	0.80

.  
Name = pmu  
Unit = g  
Rate = 8.00000  
Vsed = 0.0600

! Substance		Vdep	Refc	Refd	Rfak	Rexp
K pm-u		7.000e-02	4.000e-05	4.051e-06	4.400e-04	0.80

==== emissions.def

! SOURCE		gas.pm-1	gas.pm-2	pmu.pm-u	gas.pm25-1	gas.xx-1
E 01		?	?	?	?	?
E 02		?	?	?	?	?
E 03		?	?	?	?	?
E 04		?	?	?	?	?
E 05		?	?	?	?	?
E 06		?	?	?	?	?
E 07		?	?	?	?	?
E 08		?	?	?	?	?
E 09		?	?	?	?	?
E 10		?	?	?	?	?
E 11		?	?	?	?	?
E 12		?	?	?	?	?
E 13		?	?	?	?	?
E 14		?	?	?	?	?
E 15		?	?	?	?	?

==== monitor.def

! Nr.		Xp	Yp	Hp
M 01		285.9	-229.1	1.5
M 02		-120.5	-236.3	1.5
M 03		213.3	-346.7	1.5
M 04		256.1	-341.8	1.5
M 05		347.9	-326.1	1.5
M 06		461.0	350.7	1.5
M 07		369.9	428.1	1.5
M 08		330.7	454.3	1.5

M 09		306.6	474.6	1.5
M 10		284.1	500.6	1.5
M 11		225.5	553.0	1.5

## Emissions-Szenarien

Projekt: M166910

**Szenario-Name:** Betriebszeiten

**Verfügbare Stunden:** 3.250

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Jan				x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x		
Feb	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x					
Mrz	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x
Apr	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	
Mai			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x
Jun	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	
Jul	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	
Aug		x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x
Sep	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	
Okt	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x		
Nov	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	
Dec	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x														
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24							
							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												

**Szenario-Name:** Sprengung

**Verfügbare Stunden:** 22

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Jan																															
Feb																															
Mrz																									x						x
Apr								x						x								x									
Mai					x																x						x				
Jun	x															x								x						x	
Jul							x							x								x							x		
Aug											x															x					
Sep								x															x								
Okt						x															x										
Nov																															
Dec																															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24							
												x																			

\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\166\M166910\M166910\_01\_Ber\_2D.DOCX:24. 01. 2025

Müller-BBM GmbH  
Helmut-A.-Müller-Straße 1 - 5  
82152 Planegg bei München

Telefon +49(89)85602 0  
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.de

M.Sc. Erik Petersen  
Telefon +49(89)85602 122  
Erik.Petersen@mbbm.com

02. März 2022  
M169296/01 Version 1 PEK/WG

## Ermittlung des repräsentativen Jahres

der DWD-Station Fürstzell  
im Bezugszeitraum 2011–2020

Bericht Nr. M169296/01

Stations-ID	Name	Geo. Länge [Grad]	Geo. Breite [Grad]	Stationshöhe [m]	Geberhöhe ü. Grund [m]
05856	Fürstzell	13,35	48,55	476	12

Metadaten abgerufen unter [3].

### Statistische Ermittlung eines repräsentativen Jahres

Für die Ermittlung eines repräsentativen Jahres einer mehrjährigen meteorologischen Zeitreihe wird die VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [1] herangezogen.

Übertragbarkeitsprüfungen meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft einschließlich der Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Aufstellung des Zieldatensatzes (AKTerm, AKS) unter Anwendung der VDI 3783 Blatt 20 sind Bestandteil des Akkreditierungsumfangs der Müller-BBM GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 im Prüfbereich Umweltmeteorologische Gutachten.

Das nachfolgend vorgestellte Verfahren beruht auf der objektiven statistischen Bestimmung des repräsentativen Jahres anhand der in Anhang A3.2 der Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 beispielhaft angeführten Methode B.

Müller-BBM GmbH  
HRB München 86143  
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:  
Joachim Bittner, Walter Grotz,  
Dr. Carl-Christian Hantschk,  
Dr. Alexander Ropertz,  
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Nach [4] ist das Verfahren B in der Anwendung sehr praktikabel und ferner gut nachvollziehbar sowie „objektiv“ und reproduzierbar, erweist sich jedoch nur als „mäßig“ robust.

*„So kann eine sehr gute („quasi-exakte“) Übereinstimmung eines einzelnen Jahres bezüglich einer einzelnen Größe (Windrichtungs- oder Windgeschwindigkeitsverteilung) über das hieraus resultierende hohe Abweichungsmaß für die anderen Jahre – selbst wenn diese objektiv ebenfalls nur relativ gering vom Mittelwert abweichen – dazu führen, dass wesentlichere Abweichungen in den anderen Größen nur untergeordnet in die Beurteilungsgröße zur Bestimmung des repräsentativen Jahres eingehen und damit eine aus fachlicher Sicht unbefriedigende Auswahl erfolgt. Außerdem ergibt sich – obgleich diese objektiv sein sollte – keine von den individuellen Abweichungsmaßen des bestplatzierten Jahres unabhängige Rangfolge der nachplatzierten Jahre.“*

*Ferner erweist sich die alleinige Beurteilung auf Basis der jährlichen Verteilungen der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten als anfällig gegenüber den durch das Verfahren nicht berücksichtigten Variabilitäten der jahres- und tageszeitlichen Verteilung dieser Größen. Im Ergebnis kann dies zur Ermittlung repräsentativer Jahre führen, die im Hinblick auf die Verteilung der Stabilitätsklassen nicht repräsentativ sind.*

*Beide Schwachpunkte können sich im Einzelfall signifikant auf die Ergebnisse einer Ausbreitungsrechnung auswirken. Das Verfahren B der Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 kann aber durch einfache, im vorliegenden Beitrag in Anlehnung an Verfahren A vorgeschlagene Modifikationen robuster gestaltet werden.“ [4]*

Zur Bestimmung des repräsentativen Jahres wurde vor diesem Hintergrund die Methode B der VDI 3783 Blatt 20 mit den in [4] vorgeschlagenen Modifikationen angewendet und damit wie folgt vorgegangen.

Aus den meteorologischen Stundenzeitreihen der Messjahre einer Station wird eine Klassierung der Windrichtung in 30°-Sektoren vorgenommen. Ferner werden die (als solche bereits klassierten) Ausbreitungsklassen nach Klug-Manier entsprechend VDI 3782 Blatt 6 [5] bestimmt.

Die Klassierung wird mit den Stundenwerten der Einzeljahre  $n$  als auch mit dem vieljährigen Gesamtzeitraum der meteorologischen Reihe vorgenommen. Für alle Einzeljahre  $n$  wird aus den relativen Anteilen nach Gleichung A5 [1] das Abweichungsmaß  $A_n$  (bezogen auf das langjährige Mittel) für beide Parameter bestimmt. Das Abweichungsmaß  $A_n$  für einen Parameter ist darstellbar als:

$$A_n = \sum (p_{m,i} - p_{n,i})^2$$

mit	$p_x$	Häufigkeit des Sektors/Klasse
	$m$	langjähriges Mittel
	$i$	Windrichtungssektor/Ausbreitungsklasse
	$n$	Einzeljahr

Als Modifikation des im Anhang 3 der VDI 3783 Blatt 20 beschriebenen Verfahrens B erfolgt – anstelle der Normierung der Abweichungsmaße  $A_n$  der Einzeljahre je Parameter  $i$  auf das Einzeljahr mit dem geringsten Abweichungsmaß – eine Normierung auf den Mittelwert der Varianzen der Häufigkeiten in den einzelnen Klassen. Als Mindestabweichungsmaß wird jeweils das  $0,675^2 \approx 0,46$ fache des Mittelwerts der Varianzen (maximaler Abstand zum Erwartungswert von 50 % des Kollektivs) festgelegt, um eine Überinterpretation kleiner Unterschiede zwischen an und für sich gleichwertigen Jahren zu vermeiden.

Zur Beurteilung der Parameter Windrichtung und Ausbreitungsklasse werden die normierten Abweichungsmaße  $A_n$  im Verhältnis 3 : 1 gewichtet addiert und ergeben die Beurteilungsgröße ( $BG_n$ ):

$$BG_n = \frac{3}{4} \cdot A_{n,wr} + \frac{1}{4} A_{n,ak}$$

mit  $A_{n,wr}$  normiertes Abweichungsmaß der Windrichtung  
 $A_{n,ak}$  normiertes Abweichungsmaß der Ausbreitungsklasse

Bei entsprechender Sortierung der Einzeljahre über die Beurteilungsgröße wird ersichtlich, welche Einzeljahre dem gesamten Bezugszeitraum am ähnlichsten sind (bei höherer Wichtung der Windrichtung).

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Rangfolge der Einzeljahre mit oben genannter Normierung des Abweichungsmaßes auf 100 für den Mittelwert der Varianzen der Häufigkeiten in den einzelnen Klassen aus den Parametern Windrichtung  $A_{n,wr}$  und Ausbreitungsklasse  $A_{n,ak}$  sowie der gewichteten Gesamtbewertung (3 : 1) für den zehnjährigen Bezugszeitraum 2011 - 2020 der DWD-Station Fürstencell [3].

Die Windgeschwindigkeit beträgt im Mittel des zehnjährigen Bezugszeitraums 2011 - 2020 2,9 m/s.

Tabelle 1. Bestimmung des repräsentativen Jahres für die Station Fürstencell [3].

Jahr	Windrichtung $A_{n,wr}$	Windgeschwindigkeit $A_{n,wg}$	Beurteilungsgröße $BG_n$	mittlere Windgeschwindigkeit in m/s
2013	45.6	45.6	45.6	2.9
2016	45.6	58.2	48.7	2.8
2012	45.6	73.6	52.6	3.0
2015	61.7	45.6	57.7	2.9
2014	62.2	45.6	58.0	2.8
2019	45.6	124.9	65.4	3.0
2011	65.7	98.1	73.8	2.9
2020	51.2	152.2	76.4	2.8
2018	206.5	115.2	183.7	3.0
2017	384.1	181.4	333.4	3.1

Entsprechend der Beurteilungsgröße  $BG_n$  ist das Jahr 2013 als repräsentativ anzusehen, da diese die geringsten Abweichungen vom langjährigen Mittel aufweist.

S:\WPProj\169\M169296\M169296\_01\_Kbe\_1D.DOCX : 02.03.2022

Nachfolgend sind graphisch die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen (in 10-Grad-Schritten) des repräsentativen Einzeljahres 2013 sowie im gesamten zehnjährigen Bezugszeitraum (2011 - 2020) dargestellt.

Windverteilung in Prozent 2013

Windverteilung in Prozent 2011 - 2020

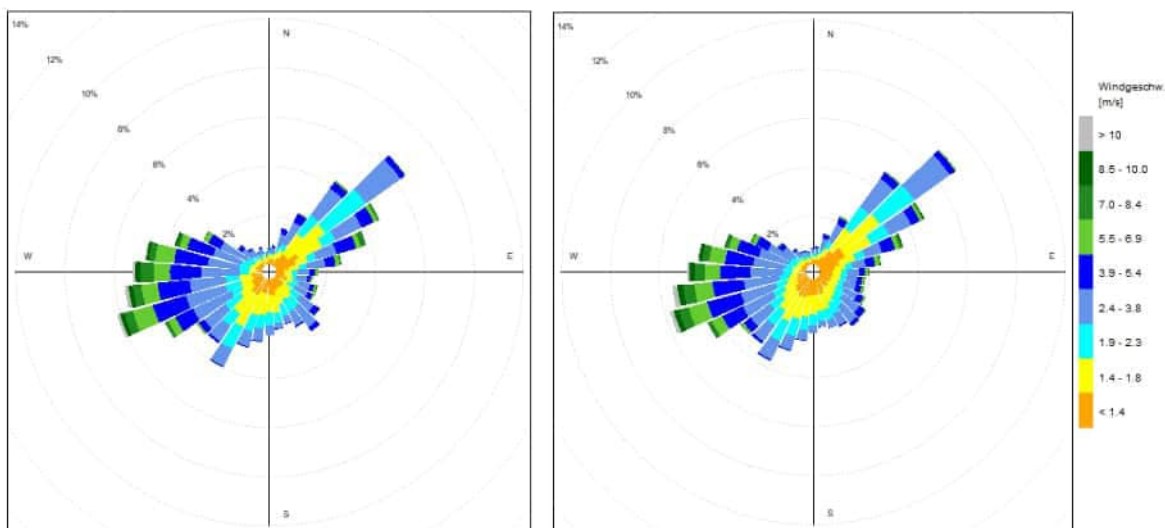


Abbildung 1. Häufigkeitsverteilung in % der Windrichtung des repräsentativen Einzeljahres 2013 (links) und im neunjährigen Bezugszeitraum 2011 - 2020 (rechts).

Für den Bericht zeichnen verantwortlich:



Erik Petersen, M. Sc.  
Telefon +49(89)85602-122

Projektverantwortliche(r)



Dipl.-Geoökol. Michael Kortner  
Telefon +49 (0)6051 618-326

Qualitätssicherung

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14119-01-01  
D-PL-14119-01-02  
D-PL-14119-01-03  
D-PL-14119-01-04

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für den in der  
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

**Quellen**

- [1] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), (GMBI. Nr. 48-52 vom 14.09.2021 S. 1050); vom 18.08.2021.
- [2] VDI 3783 Blatt 20: Umweltmeteorologie, Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft. 2017-03.
- [3] meteorologische Zeitreihen (Wind) abgerufen am 22.02.2022 unter:  
[https://opendata.dwd.de/climate\\_environment/CDC/observations\\_germany/climate/hourly/wind/historical/](https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/wind/historical/)  
meteorologische Zeitreihen (Bedeckung) abgerufen am 22.02.2022 unter:  
[https://opendata.dwd.de/climate\\_environment/CDC/observations\\_germany/climate/hourly/cloudiness/historical/](https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/cloudiness/historical/)
- [4] Kortner, M. (2019): Anwendungserfahrungen in der Bestimmung des repräsentativen Jahres entsprechend VDI 3783 Blatt 20 – Einfache Modifikationen zur Erhöhung der Robustheit des im Anhang 3 beschriebenen Verfahrens B; Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 79 (2019) Nr. 7/8, S. 291-296.
- [5] VDI 3782 Blatt 6: Umweltmeteorologie; Bestimmung der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier. 2017-04.

Müller-BBM GmbH  
Helmut-A.-Müller-Straße 1 - 5  
82152 Planegg bei München

Telefon +49(89)85602 0  
Telefax +49(89)85602 111

[www.MuellerBBM.de](http://www.MuellerBBM.de)

Dr. Johannes Sander  
Telefon +49(89)85602 3142  
[Johannes.Sander@mbbm.com](mailto:Johannes.Sander@mbbm.com)

13. Mai 2022  
M169171/01 Version 1 SAND/WG

## **Bayer. Wald Granitwerke K. A. Thiele GmbH & Co. KG**

### **Prognostische Windfeldbibliothek**

**Bericht Nr. M169171/01**

**Auftraggeber:**

Bayer. Wald Granitwerke  
K. A. Thiele GmbH & Co. KG  
Betrieb Hötzensberg  
Hötzensberg 1  
94530 Auerbach

**Bearbeitet von:**

Dr. Johannes Sander

**Berichtsumfang:**

Insgesamt 31 Seiten, davon  
17 Seiten Textteil,  
14 Seiten

Müller-BBM GmbH  
HRB München 86143  
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:  
Joachim Bittner, Walter Grotz,  
Dr. Carl-Christian Hantschk,  
Dr. Alexander Ropertz,  
Stefan Schierer, Elmar Schröder

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1 Situation und Aufgabenstellung</b>	<b>4</b>
<b>2 Prognostische Windfelder</b>	<b>5</b>
2.1 Prognostisches mesoskaliges Windfeldmodell	6
2.2 TA-Luft-Modellgebiet	6
2.3 Prognostisches Modellgebiet	6
2.4 Glättung der Randbereiche	7
2.5 Test der Modellgebiete	7
2.6 Qualitätskontrolle	8
<b>3 Windfeldbibliothek</b>	<b>9</b>
<b>4 Ersatzanemometerposition</b>	<b>10</b>
<b>5 Literatur</b>	<b>11</b>
<b>6 Anhang</b>	<b>11</b>
<b>7 Prüfliste für die Erstellung einer Windfeldbibliothek</b>	<b>12</b>

## Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Erstellung einer Windfeldbibliothek, die als Grundlage für Ausbreitungsrechnungen von Luftschadstoffen oder Gerüchen nach Anhang 2 der TA Luft dient.

Zur Berücksichtigung der komplexen orographischen Struktur des gegliederten Geländes und der damit verbundenen dynamisch und thermisch induzierten Strömungsverhältnisse müssen für die Immissionsprognose Windfelder auf Grundlage eines prognostischen Windfeldmodells entsprechend der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 erstellt werden.

Das verwendete Modell muss dabei den Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 7 (2017) entsprechen.

Das Modellgebiet des prognostischen mesoskaligen Modells umfasst das Rechengebiet, das für die Immissionsprognose eingestellt werden soll, und erfüllt in seiner Ausdehnung die Vorgaben der VDI Richtlinie 3783 Blatt 16.

Testrechnungen zeigen, dass die gewählte Gitterweite des Modells ausreichend ist, um die topografischen Einflüsse zu erfassen, und dass die Gitterweite keinen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse hat.

Die prognostischen Windfeldsimulationen wurden nach VDI Richtlinie 3783 Blatt 16 im Einzelfall als auch in der Konsistenz geprüft. Ein Prüfbericht nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 dokumentiert die Erstellung der Windfeldbibliothek und der ausgeführten Qualitätskontrollen.



Dr. Johannes Sander

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Die Hötzelberger Hartsteinwerke M. Thiele GmbH & Co. KG hat im Ortsteil Hötzelberg von 94530 Auerbach einen Steinbruch zum Abbau von Granitgestein sowie Anlagen zur weiteren Verarbeitung des gewonnenen Rohsteins betrieben und im Jahr 2014 einen Antrag auf immissionsschutzrechtliche Genehmigung zur wesentlichen Änderung nach § 16 BImSchG durch Erweiterung des Abbaugbietes um 6,4 ha beim Landratsamt Deggendorf gestellt.

Von der Genehmigungsbehörde wurden im Jahr 2016 u. a. weitere Nachforderungen gestellt, die auf den Stellungnahmen der im Genehmigungsverfahren gehörten Fachstellen zu den eingereichten Unterlagen basieren.

Die im Jahr 2014 im Zuge des Genehmigungsverfahrens eingereichte Staubimmissionsprognose ist im Hinblick auf die geänderten Bestandsanlagen und die von der Behörde zusätzlich geforderten Inhalte und Aussagen zu überarbeiten bzw. zu ergänzen. Die Staubimmissionsprognose ist zudem neu nach den Vorgaben der neugefassten TA Luft 2021 durchzuführen.

Für das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren sind eine Staubemissions- und -immissionsprognose nach TA Luft 2021 [1] zu erstellen.

Aufgrund der komplexen orographischen Struktur (steil gegliedertes Gelände im Quellbereich sowie im Bereich relevanter Transmissionsstrecken) und der damit verbundenen dynamisch und ggf. auch thermisch induzierten Strömungsverhältnisse ist die Immissionsprognose für Staub voraussichtlich auf Grundlage von Windfeldern, die mit einem prognostischen Windfeldmodell entsprechend VDI Richtlinie 3783 Blatt 16 [3] erstellt werden, durchzuführen.

## 2 Prognostische Windfelder

Die Prognose von Staub oder Schadstoffen erfordert Windfelder, mit denen eine Ausbreitungsrechnung dieser Stoffe erfolgt. Bei der Wahl der Berechnungsmethode der Windfelder ist auf die Steilheit des Geländes zu achten. Nach Nr. 12 des Anhangs 2 der TA Luft 2021 [1] sind prognostische mesoskalige Windfelder dann zu verwenden, wenn die Steigungen des Geländes den Wert 1 : 5 überschreiten und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten nicht ausgeschlossen werden können. Dabei muss das verwendete Modell den Anforderungen der VDI 3783 Blatt 7 (2017) [2] entsprechen.

Die Berechnung der Windfelder erfolgt dabei nach den Verfahrensregeln der VDI 3783 Blatt 16 [3]. Dieses Verfahren sieht vor, dass eine Windfeldbibliothek erstellt wird, für die zunächst eine begrenzte Anzahl von Basiswindfeldern mittels eines prognostischen Modells berechnet werden. Aus diesen Basiswindfeldern werden folgend Windfelder interpoliert, so dass zu jeder Stunde eines Jahres geeignete Windfelder zur Immissionsprognose vorliegen. Die Interpolation berücksichtigt die Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier, wie sie in der TA Luft 2021 [1] genannt sind, sowie die Windrichtung.

In der Regel werden 72 Basiswindfelder erstellt: jeweils zu den Ausbreitungsklassen I, II, III/1 und V (nach Klug/Manier), sowie zu 18 Windrichtungen, die jeweils eine Windrichtungsklasse von 20° Breite abdecken.

Die Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier berücksichtigen unterschiedliche Temperaturgradienten in der bodennahen Luftschicht und verschiedene Windgeschwindigkeiten des großräumigen Windes (des sog. geostrophischen Windes), der in großer Höhe über das Untersuchungsgebiet weht. Für die bodennahe Luftschicht wird eine Höhe von 1.500 m angenommen und für die darüber liegende Luft eine leicht stabile Standardatmosphäre mit einem Temperaturgradienten von 0.0035 K/m.

Die genutzten Parameter sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1. Rechenwerte des potenziellen Temperaturgradienten und der geostrophischen Windgeschwindigkeit, die für die Berechnung der Basiswindfelder genutzt wurden [1].

Ausbreitungsklasse Nach Klug/Manier	Temperaturgradient	Windgeschwindigkeit
I	0,008 K/m	1,6 m/s
II	0,0057 K/m	2,5 m/s
III/1	0,0032 K/m	7,8 m/s
V	0,0 K/m	3,8 m/s

## 2.1 Prognostisches mesoskaliges Windfeldmodell

Als mesoskaliges, prognostisches Rechenmodell wird das Modell METRAS-PCL [6] mit Version 5.0.0 eingesetzt, welches die Vorgaben der VDI 3783 Blatt 7 [2] erfüllt. METRAS-PCL wurde auf Basis des Anwendermodells METRAS-PC sowie dem wissenschaftlichen Modell METRAS zu dem Zweck entwickelt, die Anforderungen der TA Luft sowie der o. g. VDI 3783 Blatt 7 [2] zu erfüllen. Hierbei wurde eine Turbulenzparametrisierung des Windfeldmodells über komplexem Gelände verwendet.

Die Modellrechnungen erfolgen ohne Tagesgang, als quasi-stationäre Rechnung, bei der sich die Strukturen und Windgeschwindigkeiten nach genügend langer Rechenzeit nicht mehr wesentlich ändern.

## 2.2 TA-Luft-Modellgebiet

Aus dem Modell zur Berechnung der Immissionen, kurz TA-Luft-Modell, wurde das Modellgitter in Form der AUSTAL-Parameter-Datei *austal.txt*, sowie der topografischen Daten als *srfa0N1.dmn*a Dateien (wobei mit N die Nummer des Gitters 1, 2, ... bezeichnet ist) zur Verfügung gestellt. Die Datei mit dem feinsten Gitter enthält zudem die Gebäudehöhen.

Die Ausdehnung des TA-Luft-Modells ist im Anhang näher erläutert und dargestellt.

## 2.3 Prognostisches Modellgebiet

Alle Daten, die für die Erzeugung der Topografie und des Modellgitters von METRAS-PCL benötigt werden, wurden vom Modellentwickler aufgearbeitet und durch das Umweltbundesamt zu Verfügung gestellt. Zudem stellt der Modellentwickler das Programm GRITOP-L [7] zur Verfügung, welches die topografischen Daten in METRAS-PCL einbindet. Die von GRITOP-L genutzte Geländehöhe basiert auf EU-DEM [8] und die Oberflächenbedeckung, aus der die Rauigkeit und andere thermische Eigenschaften des Bodens abgeleitet werden, auf CLC5 [9] innerhalb Deutschlands und CORINE [10] außerhalb Deutschlands. Grundlage für CLC5 ist das Landbedeckungsmodell Deutschland 2018 in der überarbeiteten Version von 2021.

Das Modellgebiet des mesoskaligen, prognostischen Modells muss nicht nur das Untersuchungsgebiet der Immissionsprognose vollständig abdecken, sondern weit darüber hinausreichen. Damit wird sichergestellt, dass sich die lokalen Windgeschwindigkeiten den topografischen Einflüssen anpassen.

Nach VDI 3783 Blatt 16 [3] soll die horizontale Modellgebietsgröße das 3-fache der Ausdehnung des Untersuchungsgebietes des TA-Luft-Modells jedoch mindestens 15 km × 15 km erfassen.

Das genutzte Rechengebiet erfasst die wesentlichen topografischen Strukturen in dem geforderten, genügend großem Umkreis und deckt das Untersuchungsgebiet der Immissionsprognose vollständig ab.

Die wesentlichen topografischen Strukturen sind die Täler um das Untersuchungsgebiet, deren Talsohle eine Breite von ca. 500 m nicht unterschreiten. Mit Gitterweiten zwischen 90 m bis 130 m wird die formale Anforderung, dass diese Strukturen mit mindestens 3 Gitterzellen erfasst werden, erfüllt.

Die numerischen Details zum Rechengebiet, seiner Ausdehnung und eine Visualisierung finden sich im Anhang.

Die vertikale Ausdehnung des prognostischen Windfeldmodells soll nach VDI 3783 Blatt 16 mindestens 5 km zuzüglich nötiger Randpunkte aufweisen. Um numerisch bedingte Reflexionen vom Oberrand des Modellgebietes auszuschließen, wurde die Höhe vorliegend auf 15 km gesetzt. Analog zur horizontalen Gitterauflösung wird auch das vertikale Gitter nach oben hin gespreizt, und zwar so, dass sowohl die numerische Stabilität und gleichzeitig effiziente Rechenzeiten erreicht werden.

Die vertikale Gitterauflösung beträgt vorliegend in Bodennähe 20 m und wird ab einer Höhe von ca. 80 m über Grund graduell nach oben hin bis auf maximal 1000 m gespreizt. Die obersten Schichten sind nachfolgend äquidistant, um eine zusätzliche Sicherung gegenüber numerischen Reflektionen zu bilden.

## 2.4 Glättung der Randbereiche

Die VDI 3783 Blatt 16 verlangt eine Glättung orographischer Strukturen innerhalb der Randgebiete des prognostischen Windfeldgitters mit einem Dreipunktfiter, welcher mindestens 10-fach angewendet wird. So wird sichergestellt, dass das verwendete prognostisch mesoskalige Modell in den Randbereichen numerisch stabil bleibt. Das Gitter des Modells METRAS-PCL wird mit dem Programm GATOPOMOD, das zu GRITOP-L gehört, analog nachbearbeitet. In einem Randstreifen welcher 10 Gitterzellen umfasst wird die Topografie entsprechend den o. g. Vorgaben der VDI 3783 Blatt 16 gefiltert, um numerische Randartefakte zu vermeiden.

## 2.5 Test der Modellgebiete

Die Berechnungen des prognostischen Modells werden auf einem horizontalen Gitter ausgeführt, das im Untersuchungsgebiet des TA-Luft-Modells eine konstante Gitterweite besitzt. Außerhalb des TA-Luft-Gitters werden die Gitterzellen bis zu einer maximalen Ausdehnung von 1000 m gespreizt.

Die Gitterweite darf keinen Einfluss auf die berechneten Windfelder haben. Um dies zu prüfen, wurden Testrechnungen mit unterschiedlichen Gitterweiten ausgeführt. Alle Testrechnungen wurden für zwei Hauptwindrichtungen (Nordwind und Westwind) und verschiedene Stabilitätsklassen wiederholt.

Die Testrechnungen zeigen sowohl ähnliche Strukturen der horizontalen Windfelder als auch der vertikalen Windfelder im Modellgebiet.

Die Prüfung zeigt, dass die gewählte Gitterweite ausreichend ist, um die topografischen Einflüsse zu erfassen. Ein engeres Gitter ist rechentechnisch aufwendiger und kann vermieden werden. Außerdem zeigt die weitere Prüfung, dass auch ein gespreiztes Gitter keinen wesentlichen Einfluss auf die Rechenergebnisse hat.

Für die Erstellung der 72 prognostischen Basiswindfelder wurde eine Gitterweite gewählt, die nach außen hin bis zu einer Weite von 1000 m gespreizt wird. Von der Spreizung nicht betroffen ist der Bereich des TA-Luft-Gitters zuzüglich eines um ca. 20 % erweiterten Bereiches, um eventuelle modellbedingte Störungen im Untersuchungsgebiet zu vermeiden.

## 2.6 Qualitätskontrolle

Die Berechnung des prognostischen Windfeldes erfolgt unter der Annahme, dass keine Erwärmung des Bodens durch die solare Strahlung erfolgt und dass kein Antrieb des Windes durch andere Randbedingungen stattfindet. Der einzige Antrieb des Windfeldes ist der großskalige, geostrophische Wind. Es kann deshalb erwartet werden, dass sich das Windfeld nach einer genügend langen Rechenzeit in seiner Struktur nicht mehr ändert.

Nach VDI 3783 Blatt 16 sind die 72 o. g. prognostischen Windfeldsimulationen sowohl im Einzelfall als auch in der Konsistenz zu prüfen.

Die Einzelfallprüfung stellt sicher, dass die Simulationen plausibel und numerisch ungestört verlaufen. Sofern die Basiswindfelder einen Gleichgewichtszustand erreicht haben, werden diese für weiterführende Berechnungen herangezogen. Andernfalls können diese verworfen werden.

Die Konsistenzprüfung stellt eine Kontrolle aller Simulationsrechnungen im Parameterraum dar. Dabei ist zu kontrollieren, dass der bodennahe Wind mit jeder Drehung in Antriebswindrichtung gleichsinnig dreht, mit zunehmender Windgeschwindigkeit und abnehmender Stabilität weniger stark räumlich strukturiert und die Strömungsstrukturen in sich konsistent sind.

Die Einzelfallprüfung wurde sowohl vor als auch während der Modellläufe durch eine visuelle Inspektion von Windfeldern, die für jede Stunde grafisch aufgearbeitet wurden, geprüft. Dabei wurden Windfelder der ersten acht Stunden dargestellt und zusätzlich der zeitliche Verlauf des Windes an einzelnen Punkten im Modellgebiet vollständig erfasst.

Die Windfelder wurden auf Plausibilität und mögliche Störeinflüsse im Anschluss an die Modellrechnungen in ihrer Konsistenz visuell überprüft.

Es wurde festgestellt, dass sich die Strukturen der Windfelder nach acht Stunden nicht mehr wesentlich ändern, und die Änderungen der Windgeschwindigkeiten im zeitlichen Verlauf an den Untersuchungspunkten hinreichend gering ist, so dass ein nahezu stationäres Windfeld erreicht wurde.

Die Berechnung aller prognostischer Basiswindfelder erfolgt mit einem Zeitschrittverfahren, das nach acht Stunden beendet wird.

### 3 Windfeldbibliothek

Die Immissionsprognose basiert auf einer Windfeldbibliothek, die aus den Basiswindfeldern des prognostischen Modells erstellt wird. Dazu werden die Basiswindfelder zunächst auf das Gitter des TA-Luft-Modells horizontal interpoliert.

Das Interpolationsverfahren unterscheidet, ob das Gitter des TA-Luft-Modells feiner oder gröber als das Gitter des prognostischen Modells ist. Für feinere Gitter wird ein flächengewichtetes Interpolationsverfahren erster Ordnung angewandt, für gröbere Gitter erfolgt eine bi-lineare Interpolation über die benachbarten Gitterpunkte.

In der vertikalen Richtung wird eine lineare Interpolation vom Gitter des prognostischen Modells auf das vertikale Gitter des TA-Luft-Modells gewählt. In der bodennächsten Schicht, die vom prognostischen Modell nicht aufgelöst ist, wird ein logarithmisches Windprofil der Prandtl-Schicht angenommen, dem eine Verdrängungshöhe der 6-fachen Rauigkeitslänge aufgeprägt wird.

Nach einer Konsistenzprüfung aller 72 Modellrechnungen erfolgt die Interpolation im sog. Parameterraum. Dort werden die Basiswindfelder zu einer Windfeldbibliothek im Parameterraum aller Ausbreitungsstufe und aller Windrichtungen bi-linear zu Windrichtungsklassen von 10° Breite interpoliert.

Die Interpolation folgt den Vorgaben der VDI 3783 Blatt 16 zur Erstellung einer Windfeldbibliothek und ist für jedes Rechengitter des TA-Luft-Modells auszuführen.

Im letzten Schritt wird die Windfeldbibliothek zur Nutzung mit dem Prognosemodell LASAT [4] aufgearbeitet. Dazu wird die durch die Interpolation verbleibende Restdivergenz mit dem Tool *Lprwnd* aus dem Programmpaket LASAT herausgerechnet. Liegen Gebäude im Prognosegebiet, wird deren Umströmung und die Ausbildung von Turbulenz im Nachlauf der Gebäude durch das Modell LASAT berücksichtigt.

Die Windfeldbibliothek ist damit divergenzfrei, und kann für die Immissionsprognose eingesetzt werden.

## 4 Ersatzanemometerposition

Die Ausbreitungsrechnung mit dem TA-Luft-Modell basiert auf einer AKTerm, in der Stundenwerte der Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Ausbreitungsklasse aus einer Messung hinterlegt sind. In der Ausbreitungsrechnung werden jeweils zwei Bibliotheksfelder linear auf einen Stundenwert aus der AKTerm interpoliert. Sofern im Modellgebiet des TA-Luft-Modells keine Windmessung vorliegt, müssen die Messdaten der AKTerm auf einen anderen Standort im Modellgebiet übertragen werden, der sogenannten Ersatzanemometerposition, EAP.

Die VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 beschreibt ein Verfahren, mit dem eine geeignete EAP bestimmt werden kann. Die EAP muss sich an einer Position befinden, an der die Orografie keinen oder nur einen geringen Einfluss auf die Windverhältnisse aufweist. Deshalb befindet sich die EAP in der Regel auf einer Hochebene oder sanften Kuppenlage. Zudem muss sich der Wind an der EAP gleichsinnig mit dem Wind der freien Anströmung drehen und möglichst wenig von der freien Anströmung abweichen. Die freie Anströmung wird mit einem Referenzprofil des Windes vorgegeben, das mit einer Rauigkeit aus der Landnutzungsklasse Wiesen und Weiden (CLC Klasse 231 mit Rauigkeitslänge 0,1 m) bestimmt wurde.

Das Verfahren, das in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 beschrieben ist, wurde im Programm TAL-Anemo [11] implementiert und wird mit der Programm Version 1.32/ 19.07.2014 genutzt. Das Programm berechnet für jede Modellebene mögliche Orte der EAP.

An den möglichen Orten von EAP wurde jeweils die Rauigkeit bestimmt und aus der AKTerm die zugehörige Höhe eines möglichen Ersatzanemometers ermittelt. Ein Abgleich dieser Höhen mit möglichen Modellebenen ergibt die Position des Ersatzanemometers.

Für die weiteren Immissionsprognosen werden die Werte aus Tabelle 2 genutzt.

Tabelle 2. Ersatzanemometerposition und Angaben zum Standort die in der Immissionsprognose genutzt werden. Koordinatensystem: UTM-32. Die Werte  $X_a$  und  $Y_a$  sind relative Koordinatenangaben, die in der Software zur Immissionsprognose genutzt werden können.

<b>Ersatzanemometerposition</b>				
Rechtswert	802,330	$X_a$	288	
Hochwert	5,413,805	$Y_a$	-224	
Höhe des Ersatzanemometers	13,7 m			
Rauigkeitslänge zur Bestimmung der Höhe des Ersatzanemometers	0,28 m			

## 5 Literatur

- [1] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), (GMBI Nr. 48-54 (72), S. 1049; vom 14. September 2021).
- [2] VDI 3783 Blatt 7: Umweltmeteorologie. Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle. Evaluierung für dynamisch und thermisch bedingte Strömungsfelder. 2017\_05.
- [3] VDI 3783 Blatt 16: Umweltmeteorologie. Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle. Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft. 2020-10.
- [4] LASAT Version 3.4.24. Ingenieurbüro Janicke GbR, Überlingen.
- [5] Angaben und Unterlagen des Betreibers.
- [6] Schlünzen et al.: Referenzimplementierung eines prognostischen mesoskaligen Windfeldmodells für die Ausbreitungsrechnung nach Anhang 3 der TA Luft zur Berücksichtigung von Geländeunebenheiten bei Steigungen 1 : 5. Forschungskennzahl 3712 43 241, UBA-FB 002642, Hrsg. Umweltbundesamt Mai 2019.
- [7] K. H. Schlünzen, Grawe D.: GRITOP-L Präprozessor zur Initialisierung von Topographiedaten für das Modell METRAS. METRAS Technical Report 11. Meteorologisches Institut, CEN, Universität Hamburg. 2018.
- [8] European Digital Elevation Model (EU-DEM). Version 1.1. European Environment Agency (EEA) under the framework of the Copernicus programme.
- [9] CORINE Land Cover 5 ha, CLC5, Stand 2018 (CLC5-2018). Mit Datenaktualisierung auf Grundlage der 2021 überarbeiteten Daten des LBM-DE 2018. GeoBasis-DE / BKG (2021).
- [10] Corine Land Cover (CLC) 2018, Version 2020\_20u1. European Environment Agency (EEA) under the framework of the Copernicus programme
- [11] TAL-Anemo. <https://www.vdi.de/richtlinien/programme/inhalte-zu-richtlinien/vdi-3783-blatt-16> [Letzter Zugriff: 20.01.2022]

## 6 Anhang

In einem separaten Anhang werden numerische Informationen zu den gewählten Gittern, Darstellungen der Topografie und Basiswindfelder, die mit METRAS-PCL berechnet wurden, gezeigt.

## 7 Prüfliste für die Erstellung einer Windfeldbibliothek

### Prüfliste nach VDI 3783 Blatt 16

**Projekt:** Prognostische Windfeldbibliothek,  
Bayer. Wald Granitwerke, Steinbruch Hötzelberg. Bericht Nr. M169171

**Verfasser:** Dr. Johannes Sander

**Datum:** 13.05.2022

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 16	Prüfpunkt	Entfällt	Zutreffend/ durchgeführt	Abschnitt im Gutachten
<b>1</b>	<b>Anwendungsbereich</b>			
	<b>Prognostisches Windfeldmodell</b>			
	Windfeld gemäß Anforderungen der VDI 3783 Blatt 7?		<input checked="" type="checkbox"/>	2.1
	Sachverstand und umfangreiche Erfahrung mit mesoskaligen prognostischen Windfeldmodellen vorhanden (z. B. Referenzen)?		<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>5.2</b>	<b>Prognostische Modellgebiete erstellen und testen</b>			
	<b>Meteorologische Daten</b>			
	Die meteorologischen Daten repräsentieren die regionalen topografischen Einflüsse?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Gitter des TA-Luft-Modells</b>			
	Rechengebiet und Rechengitter für die Immissionsprognose mit dem TA-Luft-Modell gemäß Vorgaben der TA Luft festgelegt?		<input checked="" type="checkbox"/>	2.2
	<b>Gitter des Windfeldmodells</b>			
	Verwendete Geländehöhe dokumentiert und Wahl des Datensatzes begründet?		<input checked="" type="checkbox"/>	2.3
	Verwendete Rauigkeitslängen und deren Aktualität dokumentiert und Wahl des Datensatzes begründet?		<input checked="" type="checkbox"/>	2.3
	Vertikale Ausdehnung des Windfeldmodells mindestens 5 km zuzüglich der Randpunkte?		<input checked="" type="checkbox"/>	2.3

	Horizontale Gebietsgröße des Windfeldmodells entspricht der dreifachen Ausdehnung des Rechengebiets für die Immissionsprognose nach TA Luft, mindestens aber 15 km × 15 km zuzügliche der Randpunkte?		<input checked="" type="checkbox"/>	2.3
	Im Gebiet des Windfeldmodells alle wesentlichen topografischen Strukturen erfasst, die sich auf die Strömung im Rechengebiet des TA-Luft-Modells auswirken können, aber nicht in den Daten der meteorologischen Zeitreihe enthalten sind?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Anforderungen der Richtlinie VDI 3783 Blatt 7 hinsichtlich minimaler Gitterweite beachtet?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Falls Gitterweite des Windfelds größer als die des TA-Luft-Modells: Alle für die Ausbreitung relevanten Geländestrukturen mit mindestens drei Gitterpunkten aufgelöst?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Falls von dem vorgenannten Punkt abgewichen wurde: Abweichung fachlich begründet?	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Mindestens zehn randparallele Reihen auf halber Strecke zwischen äußerstem Rand des Windfeldmodells und TA-Luft-Rechengebiet?		<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Glättung der Randbereiche</b>				
	Geländehöhe in den Randbereichen des Modellgitters nach Vorgaben der Richtlinie geglättet (Dreipunktfiter, Gewichte wie angegeben, mindestens zehn Anwendungen über mindestens zehn Reihen?)		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Fall 1: Glättung mit dem zur Richtlinie herunterladbaren Programm?	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Fall 2: Glättung mit anderer Implementierung gemäß Richtlinie?		<input checked="" type="checkbox"/>	

S:\MIPROJ\169M169171\M169171\_01\_BER\_1D.DOCX:13. 05. 2022

<b>Test der Modellgebiete</b>				
	Durch Testrechnungen über mehrere Anströmrichtungen und Stabilitäten nachgewiesen, dass mit dem gewählten Modellgitter die erwarteten topografischen Einflüsse auf die Strömung im Rechengebiet des TA-Luft-Modells hinreichend aufgelöst werden und die Rechnungen numerisch stabil verlaufen		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Allgemeine Darstellung ohne Detailergebnisse der Testrechnungen		<input checked="" type="checkbox"/>	2.5
	Vorgaben der Richtlinie VDI 3783 Blatt 7 hinsichtlich Qualitätskontrolle der Modellrechnungen beachtet?		<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>5.3</b>	<b>Prognostische Modellrechnungen</b>			
	<b>Erzeugung der Stützstellen</b>			
	72 prognostische Modellrechnungen (18 Windrichtungen in 20°-Intervallen, beginnend mit einer Anströmung aus Nord in jeder der Ausbreitungsklassen I, II, III/1 und V) durchgeführt und resultierende Windfelder als Stützstellen für die Interpolation im Parameterraum verwendet?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Abweichende Vorgehensweise begründet?	<input checked="" type="checkbox"/>		
	<b>Antriebsdaten</b>			
	Rechenwerte des potenziellen Temperaturgradienten (unterhalb ca. 1500 m über Grund) und der geostrophisch Windgeschwindigkeit aus Tabelle 1 der Richtlinie verwendet?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Oberhalb ca. 1500 m über Grund ICAO Standardatmosphäre verwendet?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Falls modellspezifisch notwendig: Andere Antriebsdaten erläutert, Konsistenz zu Daten der Tabelle 1 diskutiert?	<input checked="" type="checkbox"/>		

S:\MIPROJ\169\169171\M169171\_01\_BER\_1D.DOCX:13. 05. 2022

Qualitätskontrolle				
	Einzelprüfung jeder Modellrechnung auf Plausibilität und Störeinflüsse durchgeführt?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Allgemeine Darstellung ohne Detailergebnisse		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Konsistenzprüfung aller Modellrechnungen im Parameterraum durchgeführt?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Allgemeine Darstellung ohne Detailergebnisse		<input checked="" type="checkbox"/>	2.6
<b>5.4</b>	<b>Interpolation im Parameterraum</b>			
	Ausreichen viele Stützstellen für bilineare Interpolation im Parameterraum?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Falls Voraussetzungen für bilineare Interpolation erfüllt, fehlende Windfelder durch bilineare Interpolation gemäß Richtlinie erzeugt?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Fall Voraussetzung für bilineare Interpolation nicht erfüllt, alternative $1/r^2$ Interpolation gemäß Richtlinie verwendet?	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Falls Voraussetzung für bilineare Interpolation nicht erfüllt, anderes alternatives Interpolationsverfahren verwendet und begründet?	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>5.5</b>	<b>Interpolation auf Gitter des TA-Luft-Modells</b>			
	<b>Gitterdefinition</b>			
	Wurden Windkomponenten der exakten Lage der Gitterpunkte zugeordnet (gegebenenfalls Versatz z. B. bei Arakawa C-Gitter, nicht äquidistanten Gittern berücksichtigt?)		<input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Vertikale Interpolation</b>			
	Lineare Interpolation der kartesischen Komponenten zwischen den Schichten des Windfeldmodells?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Interpolation zwischen Erdboden und erster Rechenfläche des Windfeldmodells mindestens mit logarithmischem Windprofil bei neutraler Schichtung?		<input checked="" type="checkbox"/>	

S:\MIPROJ\169MM169171\MM169171\_01\_BER\_1D.DOCX:13. 05. 2022

	Interpolation zwischen Erdboden und ersten Rechenfläche des Windfeldmodells mit stabilitätsabhängigen logarithmischen Windprofilen (z. B. VDI 3878 Blatt 8) dokumentiert?	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Horizontale Interpolation</b>				
	Horizontale Interpolation gemäß Richtlinie ausschließlich innerhalb der Modellschichten des TA-Luft-Modells?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Falls Gitterweite im Zielgitter kleiner als die Gitterweite im Ausgangsgitter: bilineare Interpolation der kartesischen Komponenten in x- und y-Richtung?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Falls Gitterweite im Zielgitter kleiner als die Gitterweite im Ausgangsgitter: flächengewichtete Interpolation der kartesischen Komponenten gemäß Richtlinie?		<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>5.6</b>	<b>Berechnung der endgültigen Windfeldbibliothek</b>			
	Windfeld divergenzfrei gerechnet und Methode benannt?		<input checked="" type="checkbox"/>	3
	Modifikation des Windfelds durch Gebäude berücksichtigt und Methode benannt?		<input checked="" type="checkbox"/>	3
<b>6.1</b>	<b>Festlegung der Ersatzanemometerposition</b>			
<b>Alternative 1: Verfahren gemäß Richtlinie</b>				
	Referenzprofile mit dem gleichen Modell wie die Windfeldbibliothek gemäß Anforderungen der Richtlinie berechnet?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	EAP mit dem zur Richtlinie herunterladbarem Programm TAL-Anemo bestimmt?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	EAP mit einer anderen Implementierung des Verfahrens laut Richtlinie bestimmt und dokumentiert?	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Fall 1: EAP ist damit bereits eindeutig bestimmt und wird so verwendet?	<input checked="" type="checkbox"/>		

S:\MIPROJ\169\M169171\M169171\_01\_BER\_1D.DOCX:13. 05. 2022

	Fall 2: EAP ist noch nicht eindeutig. Endgültige EAP-Bestimmung wird unter Einbeziehung der Ersatzanemometerhöhe gemäß Abschnitt 6.2 bestimmt.		<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Alternative 2: Anderes Verfahren</b>				
	EAP mit fachlicher Begründung abweichend bestimmt und Verfahren dokumentiert?	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Verifiziert, dass and er EAP eine gleichsinnige Drehung des Winds in Anemometerhöhe mit Drehung der Antriebswindrichtung gegeben ist?			
<b>6.2</b>	<b>Festlegung der Ersatzanemometerhöhe</b>			
	Rauigkeiten im Umkreis von 200 m um die unter Abschnitt 6.1 bestimmten EAP (gegebenenfalls unterschiedlich für die Höhenebenen zwischen Boden und 100 m) bestimmt?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Zu jeder Rauigkeit zugehörige Ersatzanemometerhöhe aus der meteorologischen Zeitreihe ausgelesen?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Gültigkeitshöhe der EAP (entsprechend der ausgewerteten Modellebene) und Ersatzanemometerhöhen auf Übereinstimmung geprüft?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Fall 1: Nur eine gültige Kombination von EAP und Ersatzanemometerhöhe festgestellt und diese ausgewählt?	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Fall 2: Mehrere gültige Kombinationen von EAP und Ersatzanemometerhöhen gefunden und daraus eine fachlich begründete Auswahl getroffen?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Fall 3: Keine gültige Kombination von EAP und Ersatzanemometerhöhe gefunden oder davon abgewichen. Auswahl der endgültigen EAP und Ersatzanemometerhöhe fachlich begründet?	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Verwendete EAP</b>				
	Sind EAP und Ersatzanemometerhöhe benannt?		<input checked="" type="checkbox"/>	4

S:\MIPROJ\169MM169171\MM169171\_01\_BER\_1D.DOCX:13. 05. 2022

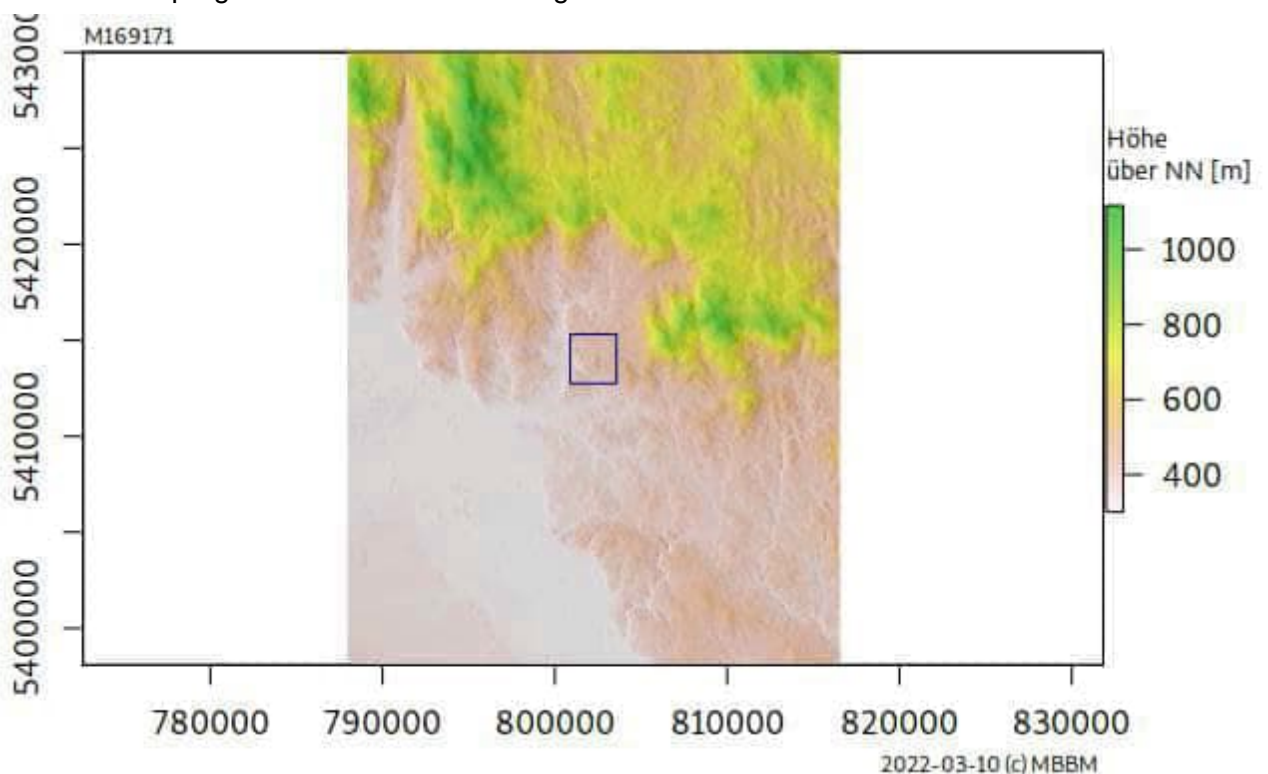
## Anhang

### Qualitätssicherung: Prognostisches Windfeld

Projektnummer: M169171  
Datum: 10.03.2022

#### 1 Modellgebiet

Das Modellgebiet des prognostischen mesoskaligen Modells besitzt eine Ausdehnung von 28'631 m x 31'910 m, während das Modellgebiet des TA-Luft-Modells eine Ausdehnung von 2'688 m x 2'560 m besitzt. Die Ausdehnung ist um einen Faktor von 10,65 größer und erfüllt somit die Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16, die einen Faktor von mindestens 3 verlangt. Die Gitterweite des prognostischen Modells beträgt 96 m im Bereich des TA-Luft-Modells.



**Abbildung 1.** Rechengebiet des mesoskaligen prognostischen Modells. Dargestellt ist die topografische Höhe. Der blaue Rahmen zeigt das Untersuchungsgebiet der Immissionsprognose.

## 2 Gelände

Die TA Luft beschreibt, dass in gering strukturiertem Gelände ein diagnostisches Modell zur Berechnung der Immissionsprognose genügt. Im Gelände, dessen Steigung den Wert 1 : 5 überschreitet, oder in dem wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen und andere meteorologische Besonderheiten nicht ausgeschlossen werden können, können die Geländeunebenheiten mit einem prognostischen mesoskaligen Windfeldmodell berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse der Analyse der Geländesteilheit sind im Folgenden dargestellt. Grundlage ist das Geländemodell EU-DEM, Version 1.1 des Copernicus Land Monitoring Service, mit einer geografischen Auflösung von 25 m. Abweichend zur TA Luft wird die Geländesteigung nicht aus der Höhendifferenz über einer Strecke, die dem Zweifachen der Schornsteinbauhöhe entspricht, sondern über der Rasterweite des zugrunde liegenden Geländemodells bestimmt.

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse.

**Tabelle 1.** Topografische Analyse des Modellgebietes.

<b>Bezeichnung</b>	<b>Wert</b>
Höchster Geländepunkt	483,3 m
Tiefster Geländepunkt	323,7 m
Maximale Höhendifferenz	159,6 m
Gesamtfläche	7,1 km <sup>2</sup>
Rasterweite	25 m
Flächenanteil mit Steigung größer 1:5	11,12 %
Flächenanteil mit Steigung größer 1:20	77,29 %
Koordinatensystem	UTM-32
Modellgebiet	5412749 - 5415309 m Nord 800890 - 803578 m Ost

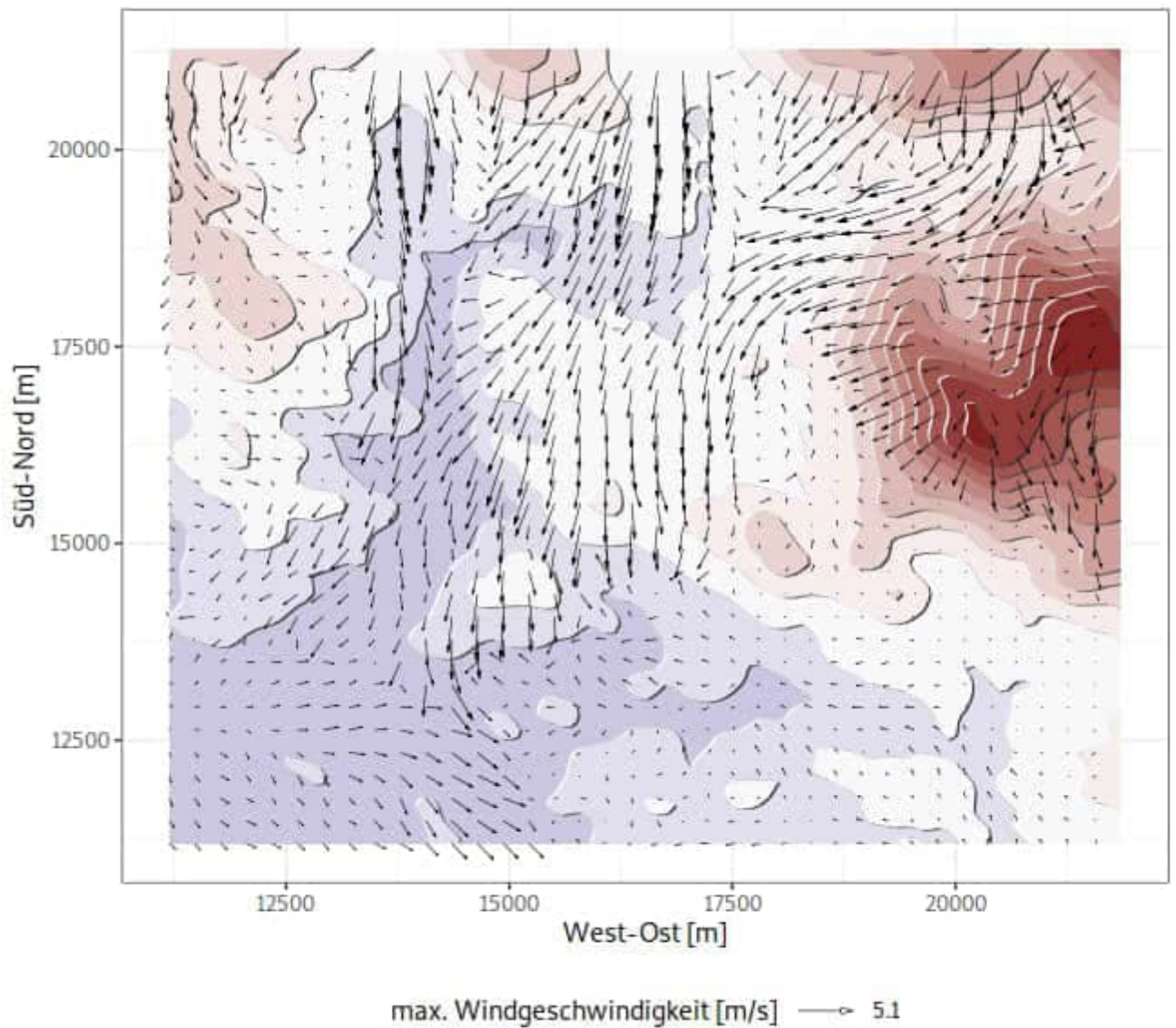
## 3 Qualitätssicherung

Zur Qualitätssicherung der prognostischen Windfelder wurden insgesamt 4 verschiedene Gitter geprüft. Die Gitter unterscheiden sich in den Gitterweiten und im Aufbau des Gitters.

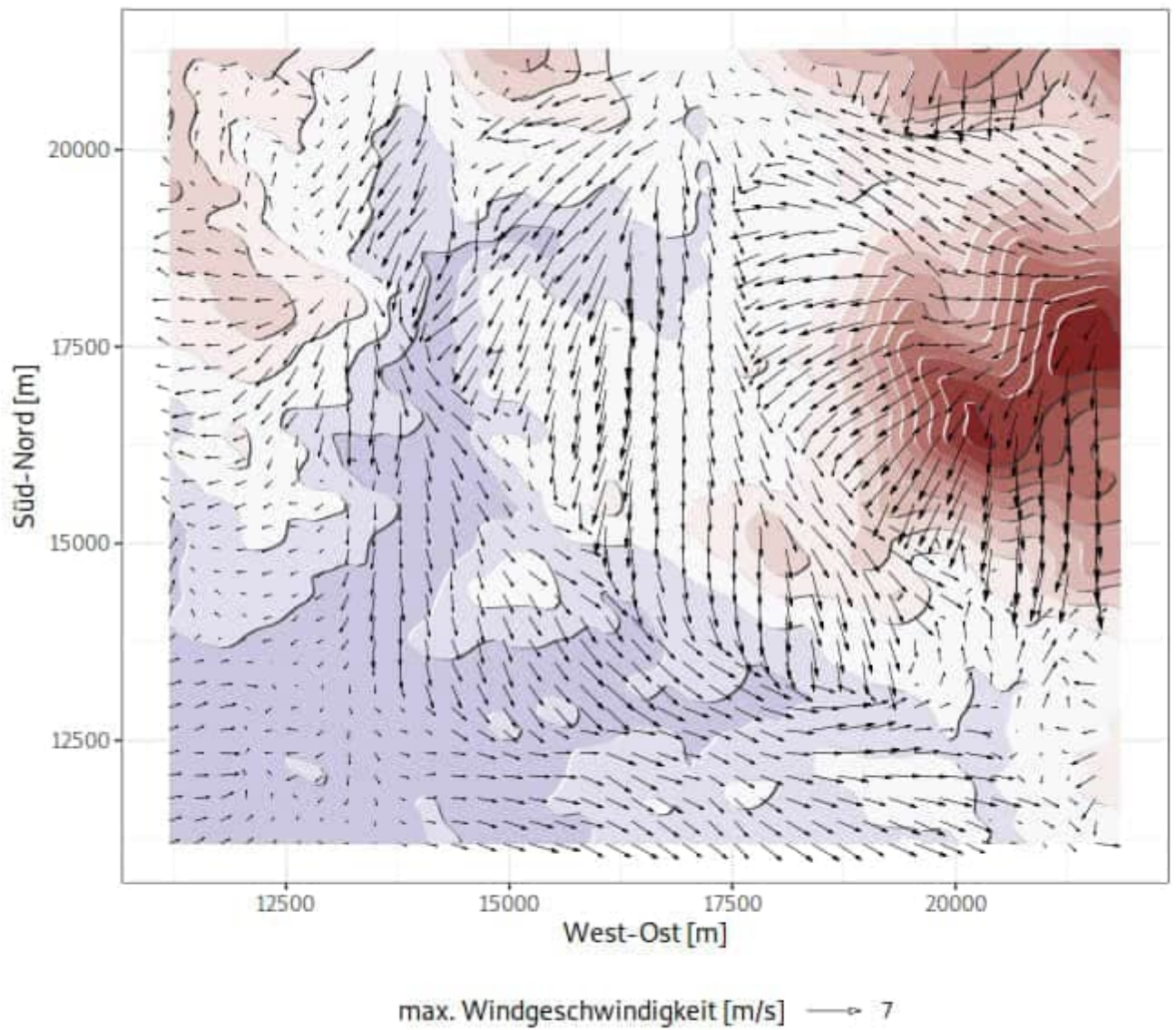
Jeder Testlauf wurde mit unterschiedlichen Windrichtungen und mit unterschiedlichen Ausbreitungsklassen wiederholt.

#### 4 Windfelder

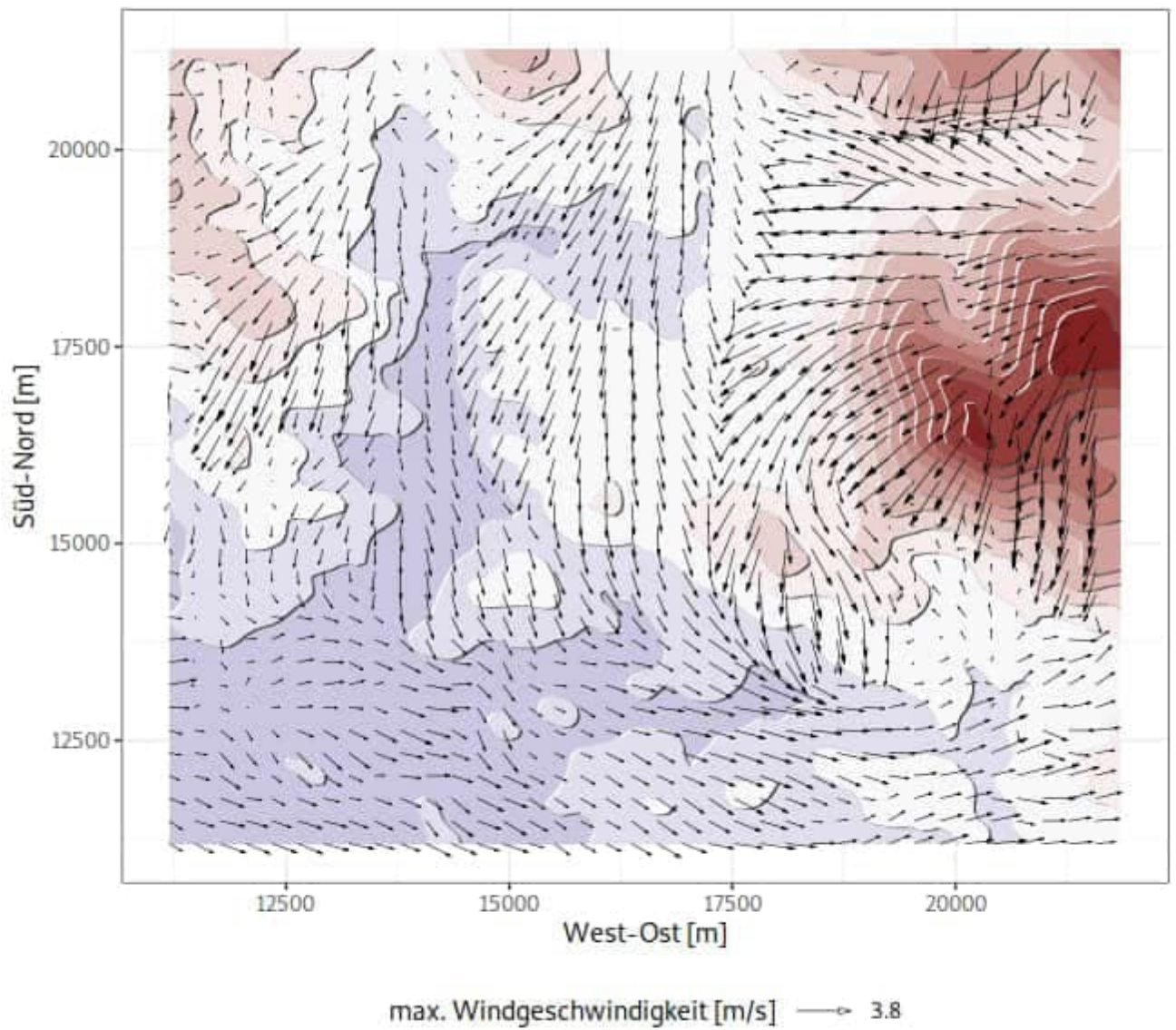
Im Folgenden sind beispielhaft Basiswindfelder des prognostischen mesoskaligen Modells wiedergegeben. Die Abbildungen zeigen die Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund für verschiedene Ausbreitungsklassen und Windrichtungen.



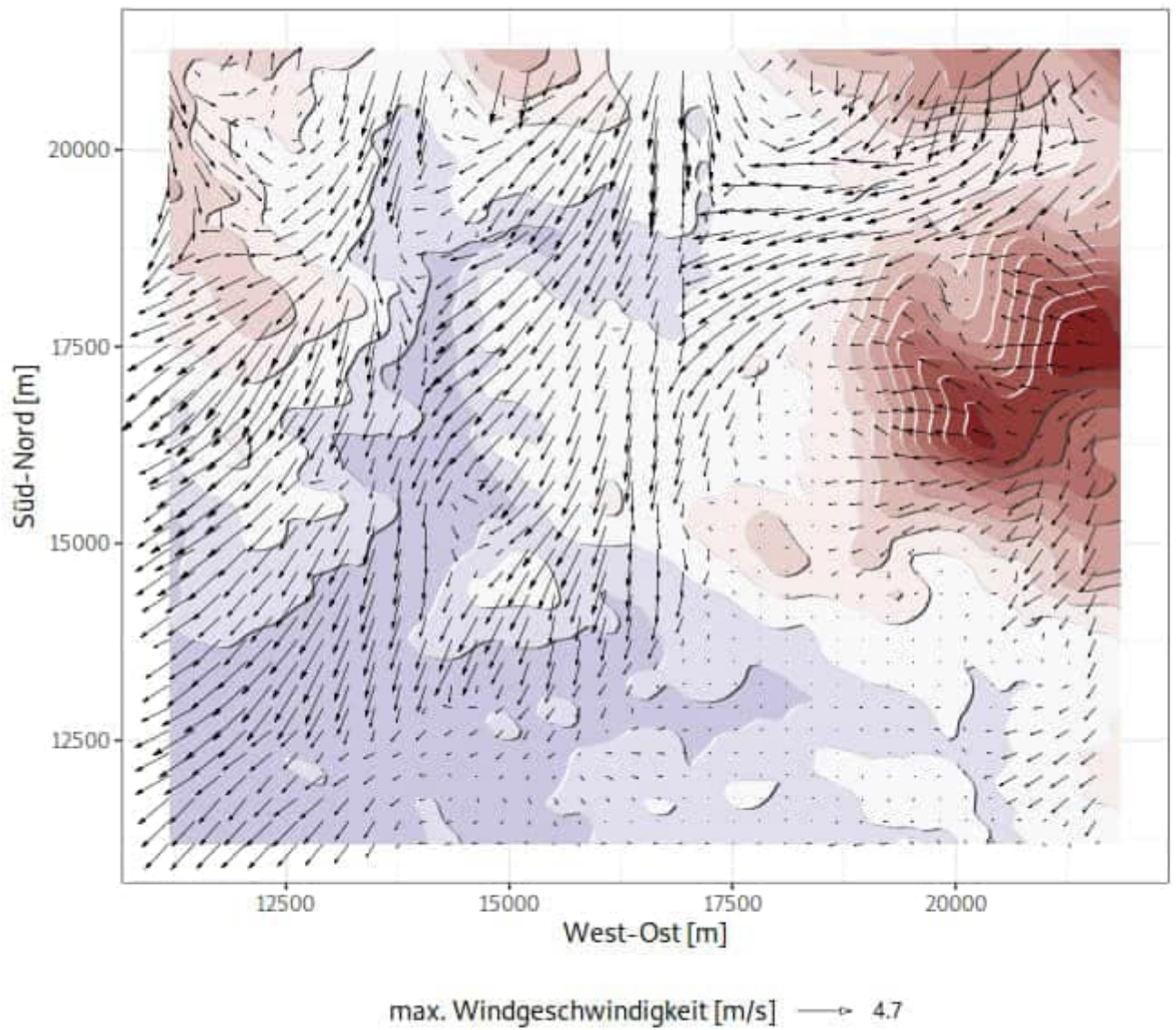
**Abbildung 2.** Horizontaler Wind in 10 m Höhe über Grund für Ausbreitungsklasse I und Windrichtung 0°.



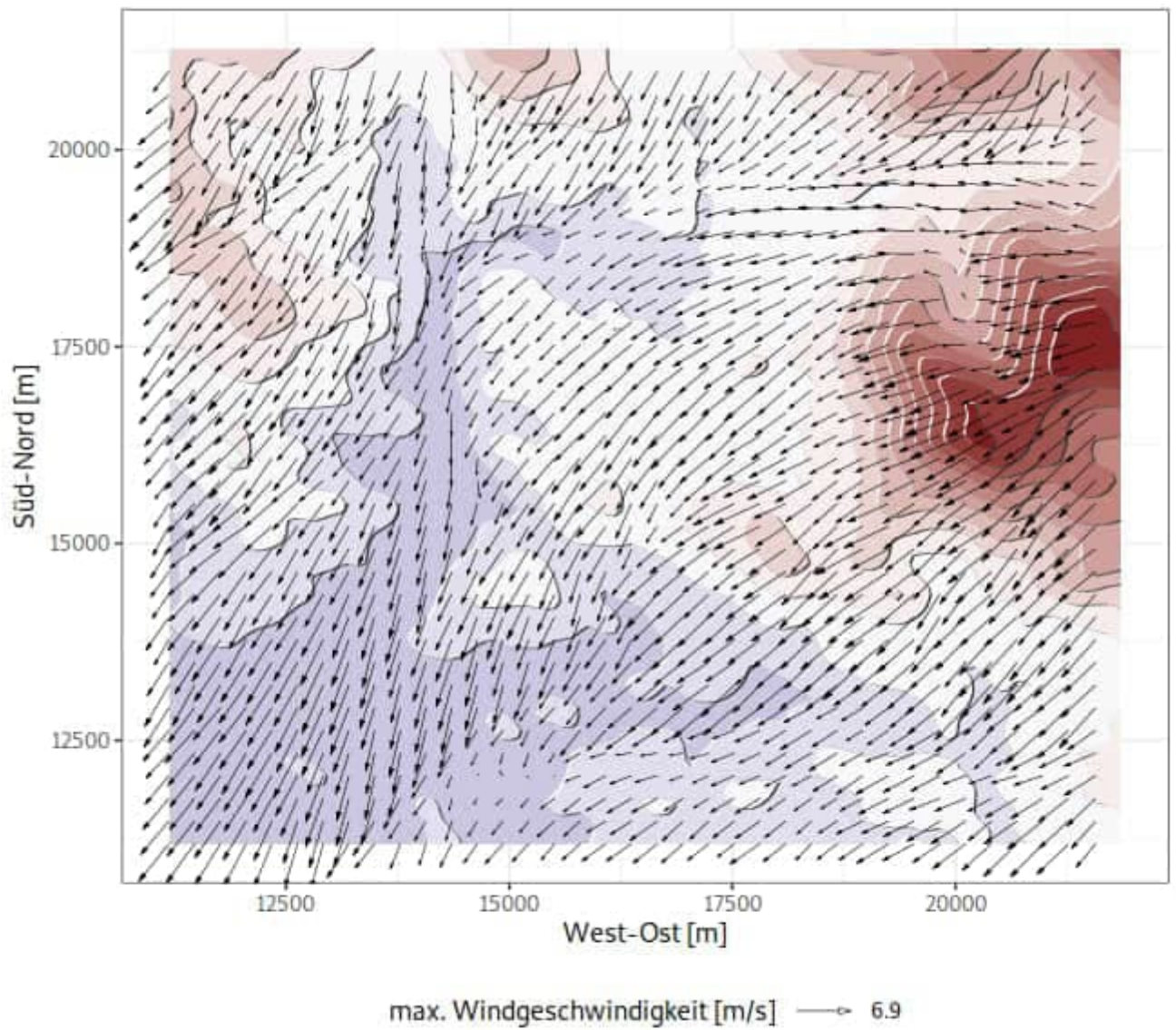
**Abbildung 3.** Horizontaler Wind in 10 m Höhe über Grund für Ausbreitungsklasse III\_1 und Windrichtung 0°.



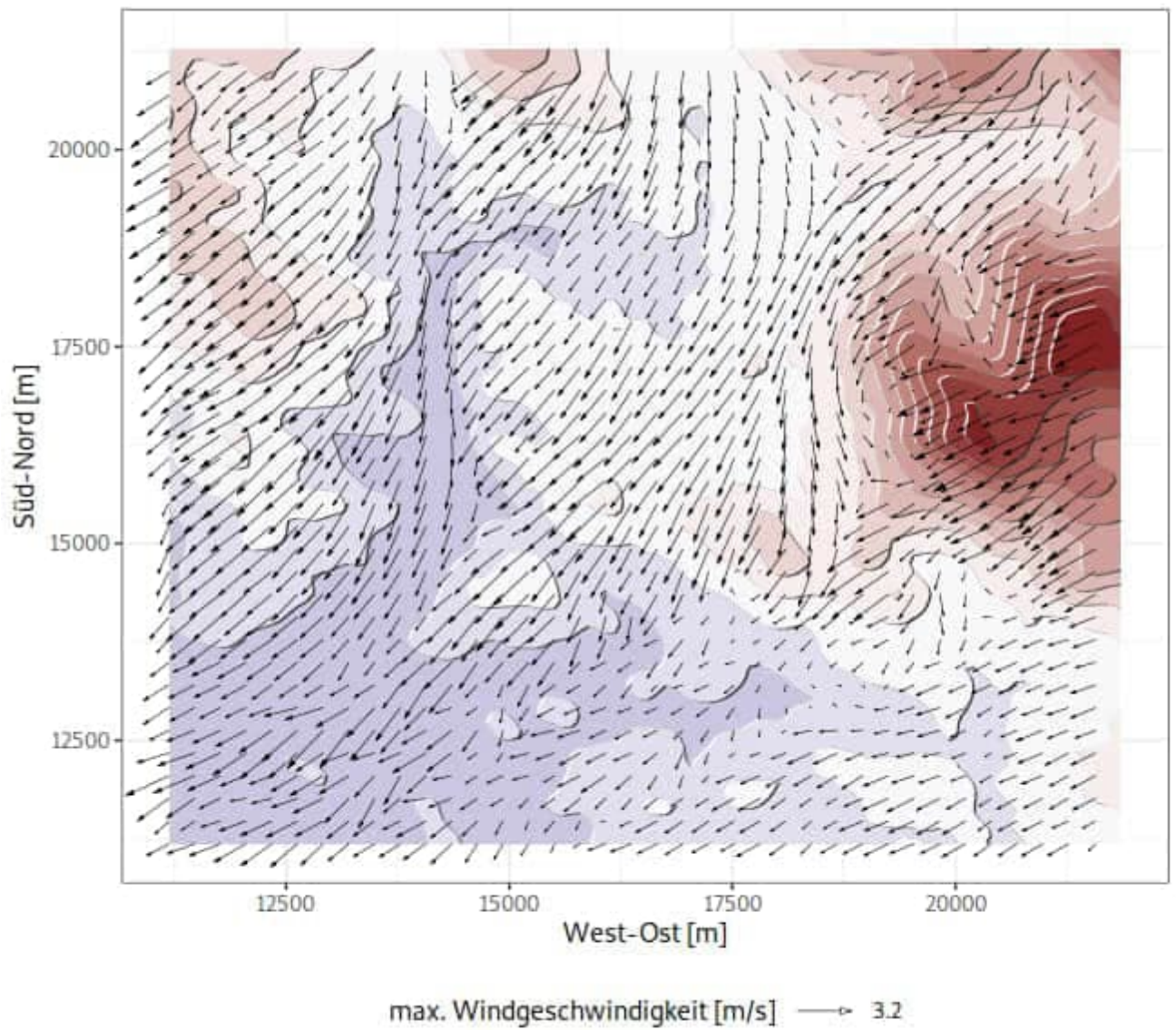
**Abbildung 4.** Horizontaler Wind in 10 m Höhe über Grund für Ausbreitungsklasse V und Windrichtung 0°.



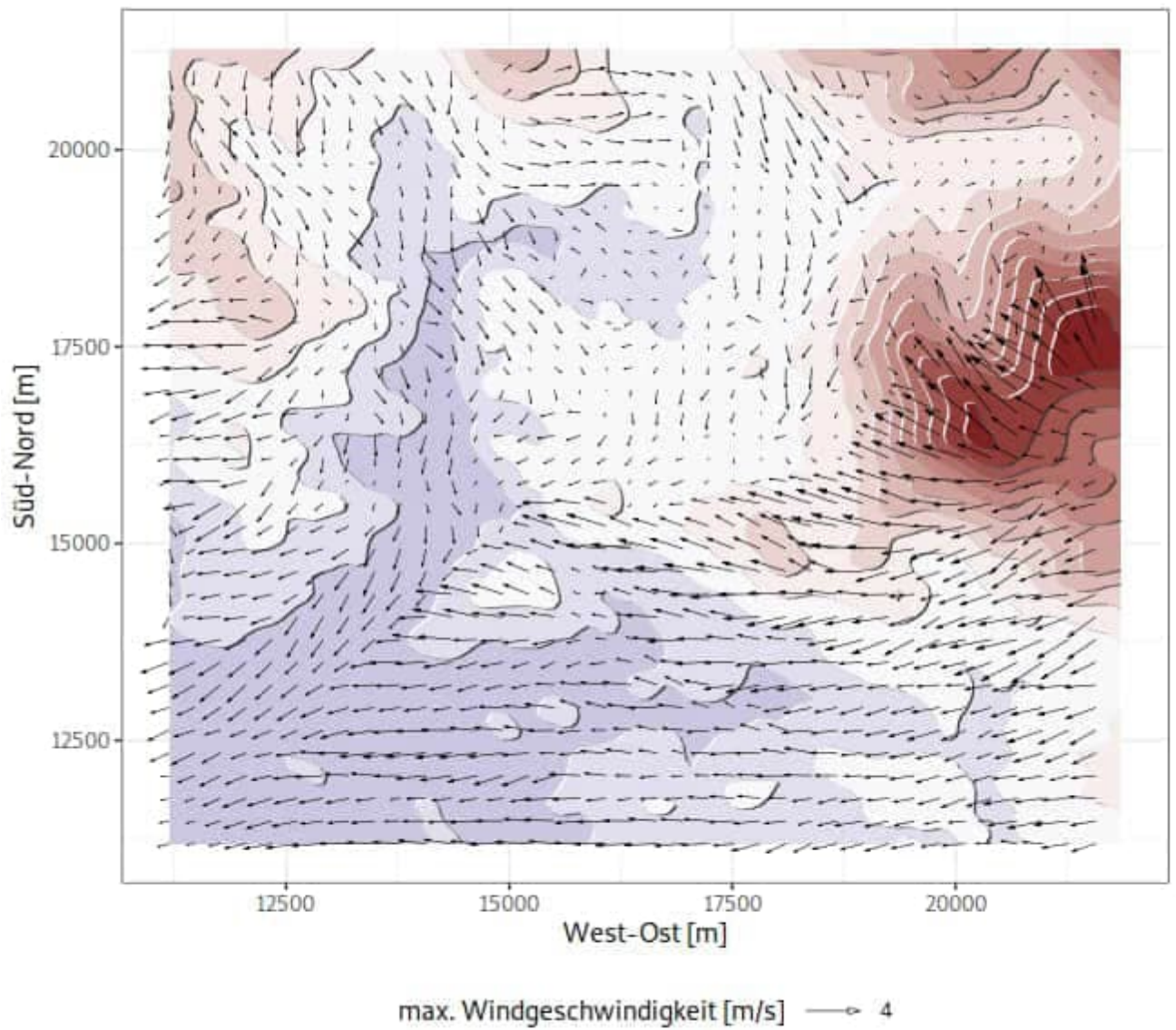
**Abbildung 5.** Horizontaler Wind in 10 m Höhe über Grund für Ausbreitungsklasse I und Windrichtung 80°.



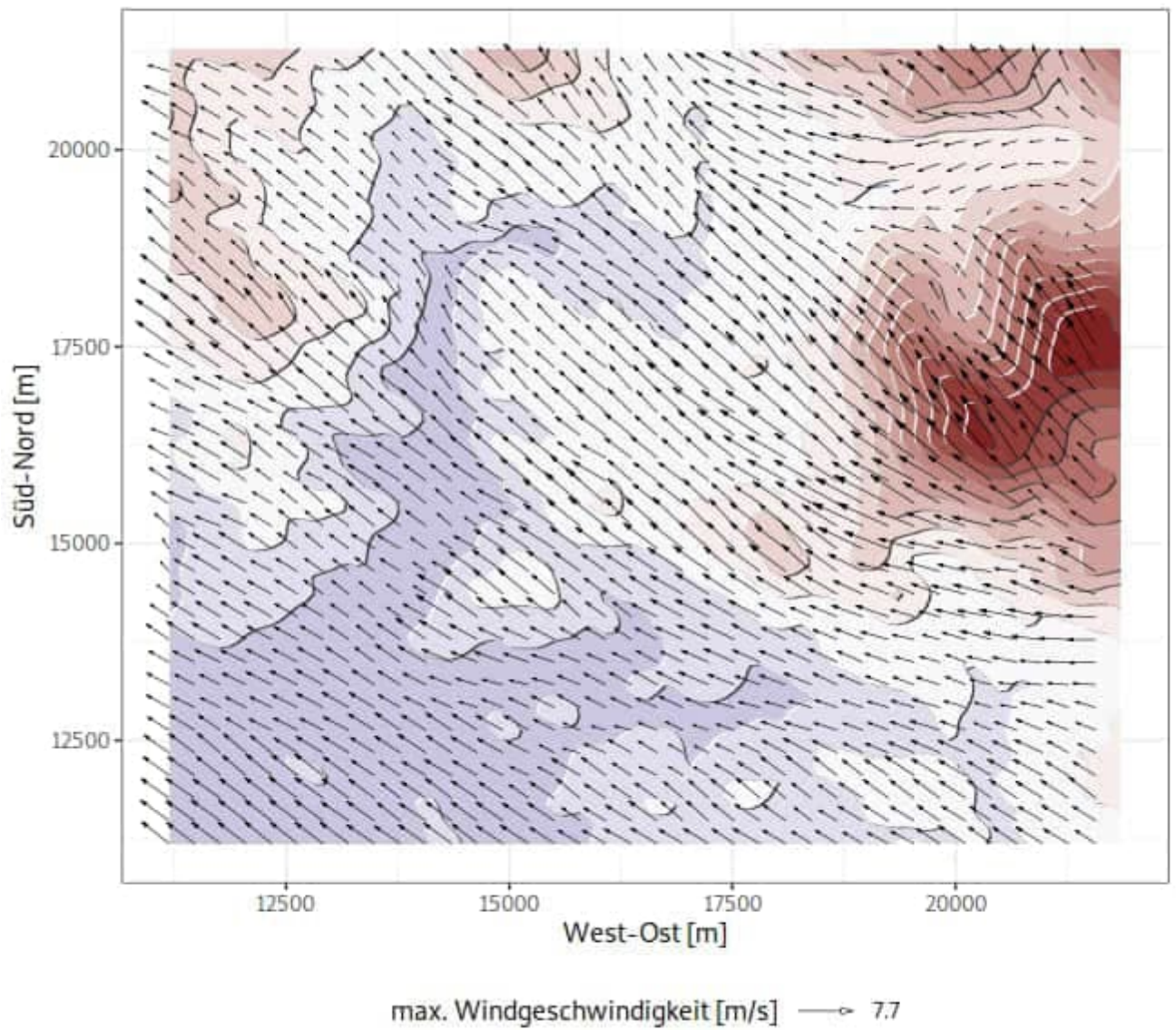
**Abbildung 6.** Horizontaler Wind in 10 m Höhe über Grund für Ausbreitungsklasse III\_1 und Windrichtung 80°.



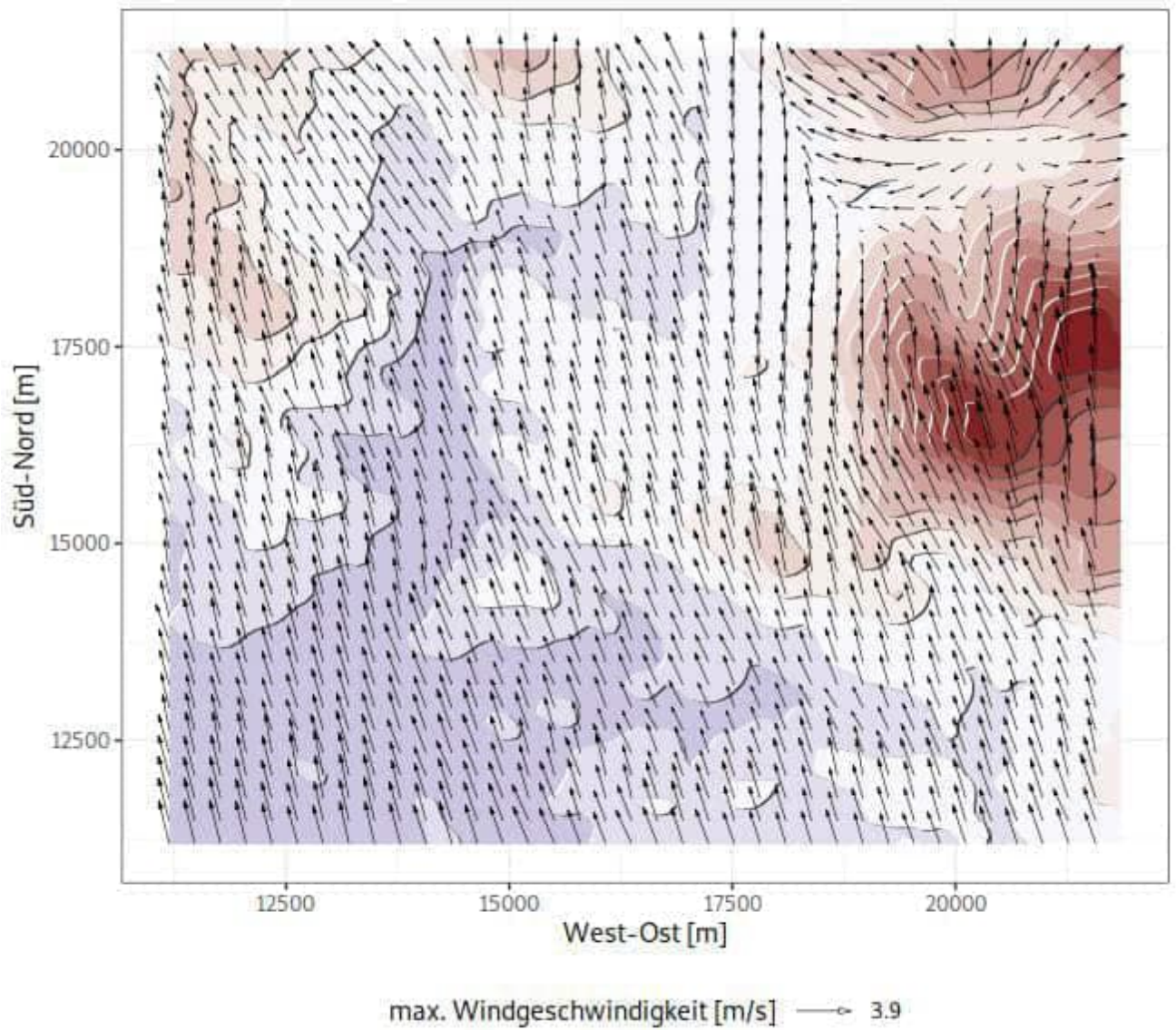
**Abbildung 7.** Horizontaler Wind in 10 m Höhe über Grund für Ausbreitungsklasse V und Windrichtung 80°.



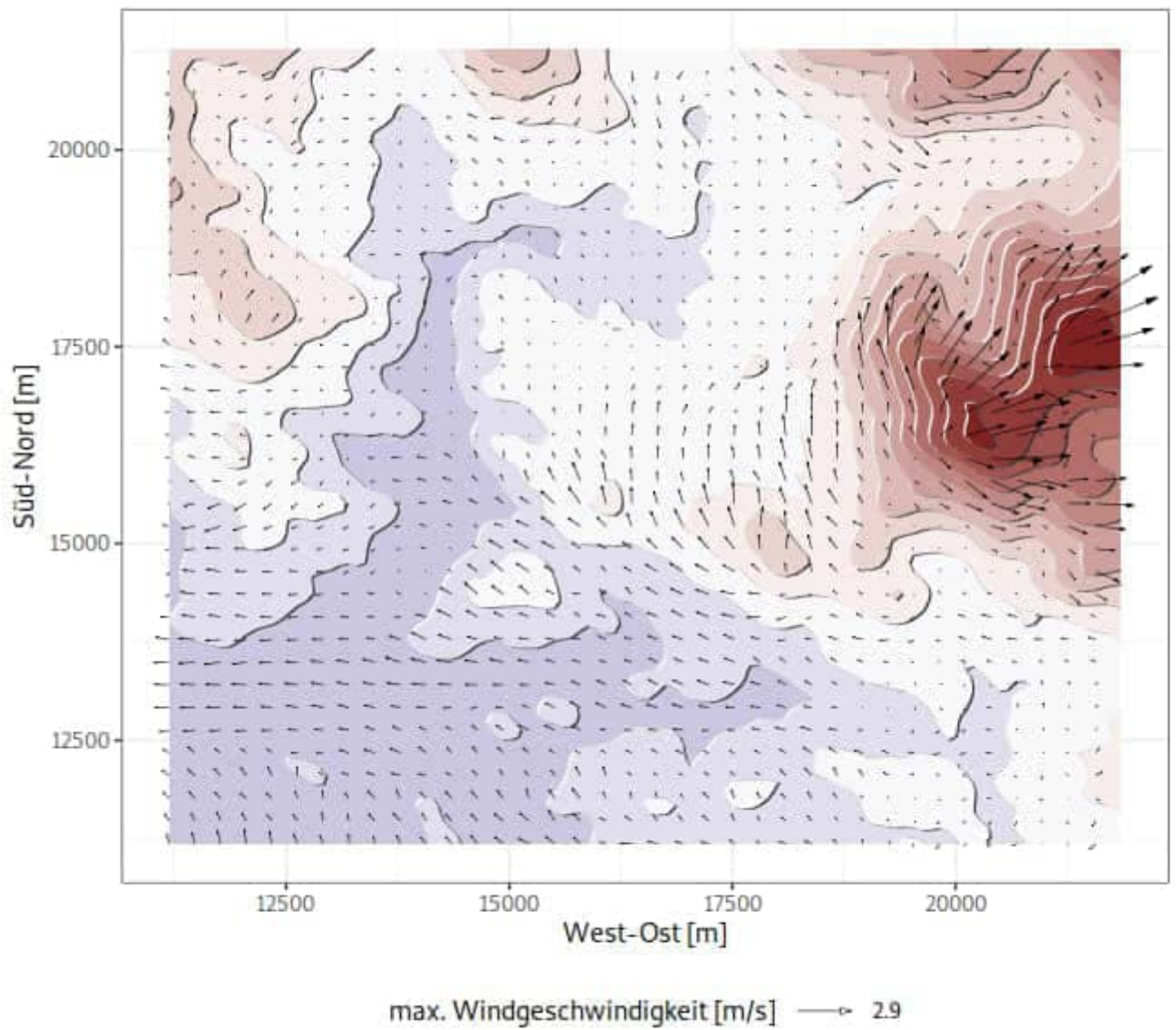
**Abbildung 8.** Horizontaler Wind in 10 m Höhe über Grund für Ausbreitungsklasse I und Windrichtung 180°.



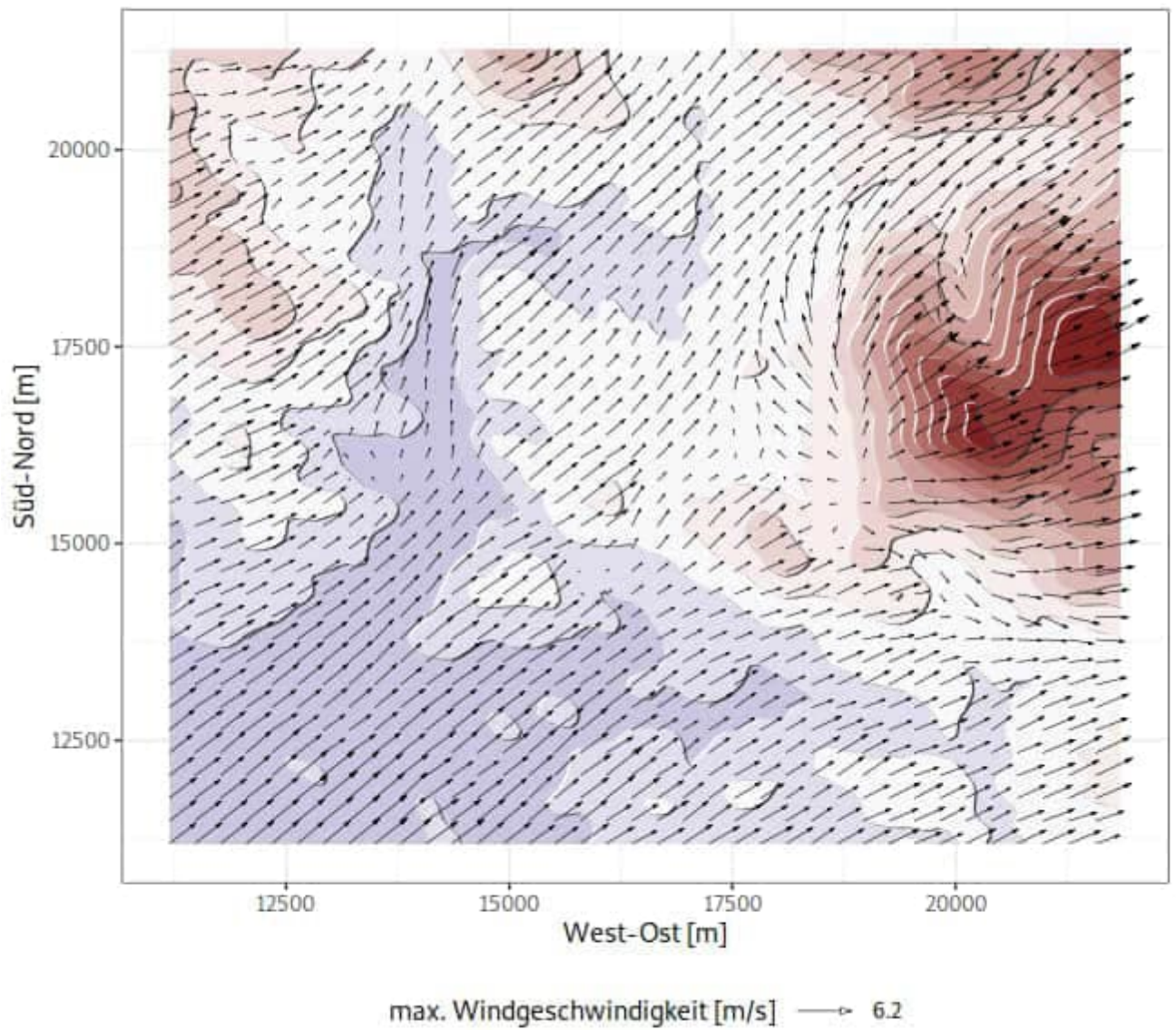
**Abbildung 9.** Horizontaler Wind in 10 m Höhe über Grund für Ausbreitungsklasse III\_1 und Windrichtung 180°.



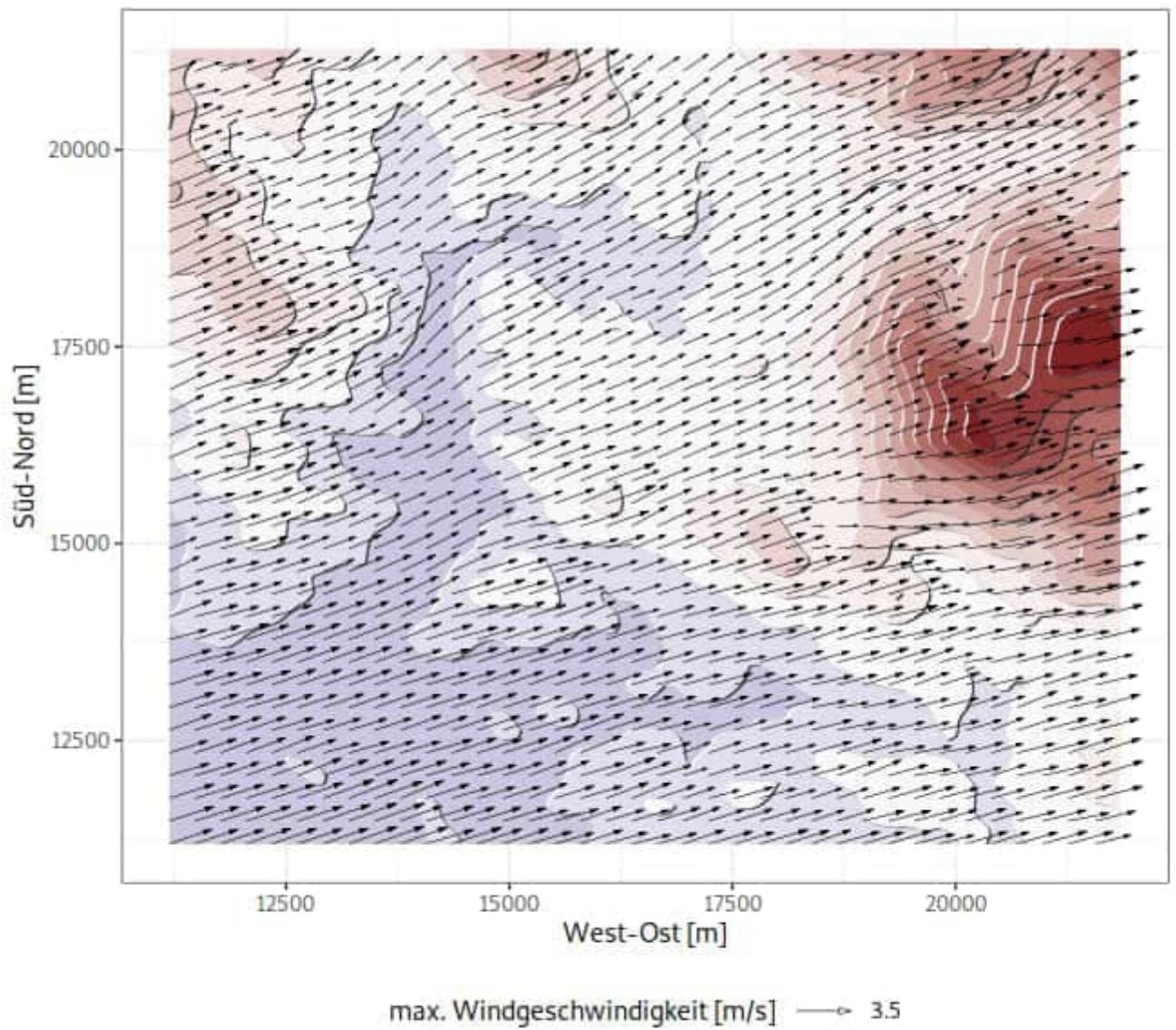
**Abbildung 10.** Horizontaler Wind in 10 m Höhe über Grund für Ausbreitungsklasse V und Windrichtung 180°.



**Abbildung 11.** Horizontaler Wind in 10 m Höhe über Grund für Ausbreitungsklasse I und Windrichtung 260°.



**Abbildung 12.** Horizontaler Wind in 10 m Höhe über Grund für Ausbreitungsklasse III\_1 und Windrichtung 260°.



**Abbildung 13.** Horizontaler Wind in 10 m Höhe über Grund für Ausbreitungsklasse V und Windrichtung 260°.