



Staubimmissionsprognose für die geplante Erweiterung der Schiefergruben Magog in Bad Fredeburg

Bebauungsplan Nr. 171 "Schiefergruben Magog"



Staubimmissionsprognose für die geplante Erweiterung der Schiefergruben Magog in Bad Fredeburg

Bebauungsplan Nr. 171 "Schiefergruben Magog"

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 74 Seiten, davon 38 Seiten Text, 11 Seiten Anlagen und 25 Seiten Datenanhang.

Auftraggeber: Schiefergruben Magog GmbH & Co. KG
Bad Fredeburg
Alter Bahnhof 9
57392 Schmallenberg

Berichtsnummer: C 5487-1-BER-001
Datum: 05.12.2025

Referenz: OS/OS
Ansprechperson: Oliver Streuber
0231 725 49 91 - 10
oliver.streuber@peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	5
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien	6
3	Betriebsbeschreibung, örtliche Gegebenheiten und Nutzungsansätze	10
4	Beurteilungsgrundlagen	13
4.1	TA Luft 2021	13
4.2	Bagatellmassenströme gemäß TA Luft 2021	14
5	Emissionen der Schiefergrube	15
5.1	Emissionen durch Fahrten auf befestigten Fahrwegen	15
5.2	Emissionen durch Fahrten auf unbefestigten Fahrwegen	16
5.3	Materialumschlag auf dem Betriebsgelände	16
5.3.1	Emissionsfaktor für das Abladen (Abwerfen) von Schüttgütern	18
5.3.2	Emissionsfaktor für das Aufladen (Aufnehmen) von Schüttgütern	19
5.4	Emissionen durch Sprengungen	19
5.5	Motorbedingte Staubemissionen	19
5.6	Staubemissionen durch Haldenabwehungen	20
5.7	Staubemissionen durch Verarbeitung von Material in den Betriebshallen	21
6	Ermittlung der Staubimmissionen	22
6.1	Ausbreitungsberechnungen	22
6.1.1	Meteorologie	22
6.1.2	Berücksichtigung des Geländeeinflusses	23
6.1.3	Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen	24
6.1.4	Anemometerstandort	25
6.1.5	Geländerauigkeiten / Anemometerhöhe	26
6.1.6	Beurteilungsgebiet / Rechengebiet / Rechengitter	26
6.1.7	Quell-Geometrie	27
6.1.8	Zeitliches Emissionsverhalten der Quellen	29
6.2	Qualitätsstufe der Immissionsberechnung	30
7	Ergebnisse der Immissionsberechnungen	31
7.1	Feinstaub (PM _{2,5})	31

7.2	Feinstaub (PM ₁₀)	32
7.3	Staubniederschlag	33
7.4	Beurteilung der Gesamtbelastung	34
8	Novellierung der EU-Luftqualitätsrichtlinien	35
9	Zusammenfassung	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1:	Immissionswerte der TA Luft 2021 für Stäube in der Luft	13
Tabelle 4.2:	Immissionswerte der TA Luft 2021 für Staubdeposition	13
Tabelle 4.3:	Auszug der Tabelle 7 "Bagatellmassenströme" der TA Luft 2021	14
Tabelle 5.1:	Auszug Materialeigenschaften in Anlehnung an Anhang B der VDI 3790 Blatt 3 [5] und der LUBW-Studie [7]	17
Tabelle 5.2:	korngrößenabhängiger Faktor für mineralische Stoffe und Baurestmassen	18
Tabelle 5.3:	Lastfaktoren, mittlere Leistung und Emissionsfaktoren der in der Schiefergrube eingesetzten Maschinen gemäß TREMOD/MM [11]	20
Tabelle 6.1:	Dimensionierung der Rechengitter	27
Tabelle 6.2:	Parameter diffuse Quellen Schiefergruben Magog	27
Tabelle 6.3:	Zuordnung Emissionsszenarien zu den Quellen des Steinbruches	30
Tabelle 7.1:	Ergebnisse der Immissionsberechnungen für Feinstaub (PM _{2,5})	31
Tabelle 7.2:	Ergebnisse der Immissionsberechnungen für Feinstaub (PM ₁₀)	32
Tabelle 7.3:	Ergebnisse der Immissionsberechnungen für Staubniederschlag	33
Tabelle 8.1:	Immissionsgrenzwerte gemäß der aktualisierten EU-Richtlinie 2024/2881 ab 2030 [30]	35

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 6.1:	Windrosenfeld für das Untersuchungsgebiet [19]	24
Abbildung 6.2:	Ablaufschema zur Berücksichtigung von Bebauung gemäß Abschnitt 11 des Anhanges 2 der TA Luft 2021	25
Abbildung 6.3:	Emissionsszenario Schiefergrubenbetrieb - Werktags 6-22 Uhr	29
Abbildung 6.4:	Emissionsszenario Furnierproduktion (3-Schicht-Betrieb)	29

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Schiefergruben Magog GmbH & Co. KG betreibt im Ortsteil Bad Fredeburg der Stadt Schmallenberg die Schiefergrube „Magog“ zur Gewinnung und Verarbeitung von Schiefer. Es ist beabsichtigt, die Betriebsflächen in süd-westliche Richtung zu erweitern, um ein ebenes Gelände zu erhalten, auf welchem weitere Produktionsstätten errichtet werden können. Das Planrecht hierzu soll über den Bebauungsplan Nr. 171 "Schiefergruben Magog" erreicht werden [23]. Der Bebauungsplan ist in Anlage 1.1 wiedergegeben.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist eine Staubimmissionsprognose gemäß der TA Luft [2] zur Ermittlung der zu erwartenden Staubimmissionen (Feinstaub $PM_{2,5}$ und PM_{10} sowie Staubdeposition) in der Nachbarschaft durchzuführen. Bestehende Genehmigungen für den Betrieb des Werks zur Produktverarbeitung bleiben hierbei unberührt.

Ein Übersichtslageplan der örtlichen Gegebenheiten mit Darstellung des Plangebietes sowie der Kennzeichnung der berücksichtigten Immissionsorte ist in Anlage 1.2 dargestellt.

Die Staubemissionen werden gemäß der VDI 3790 Blatt 3 [5] und Blatt 4 [6] sowie gemäß der LUBW-Arbeitshilfe "Ermittlung von Emissionsfaktoren diffuser Stäube" [7] berechnet.

Die Ermittlung der Abgasemissionen der auf dem Betriebsgelände eingesetzten Maschinen erfolgen gemäß TREMOD-MM [10] und der Lkw-Fahrten gemäß HBFEA 4.2 [16].

Die so ermittelten Emissionen werden in einem ersten Schritt mit den Bagatellmassenströmen der TA Luft verglichen.

Liegen die Emissionen oberhalb der Bagatellmassenströme, erfolgt im nächsten Schritt eine Immissionsberechnung für die aus Immissionsschutzsicht ungünstigste Abbauphase. Die ermittelten Immissionswerte werden mit den Irrelevanzkriterien der TA Luft (3 % vom jeweiligen Grenzwert) verglichen und beurteilt.

Wird an einem Immissionsort das Irrelevanzkriterium überschritten, so ist in einem letzten Schritt die Gesamtemission und -immission der Schiefergrube zu ermitteln und mit den Grenzwerten der TA Luft für Feinstaub $PM_{2,5}$ und PM_{10} sowie Staubdeposition zu vergleichen und zu beurteilen.

Sollten sich dann Überschreitungen der Grenzwerte im Umfeld der Schiefergrube ergeben, werden Minderungsmaßnahmen zur Einhaltung der Grenzwerte, welche über die bereits vorhandenen Minderungsmaßnahmen hinausgehen, vorgeschlagen.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[1] BImSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge	G	Aktuelle Fassung
[2] TA Luft 2021 Neufassung der ersten AVwV zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft)	Gemeinsames Ministerialblatt, S. 1049	VV	14.09.2021
[3] 39. BImSchV 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen	Bundesgesetzblatt Jahrgang 2010 Teil I Nr. 40 vom 05.08.2010, Seite 1065 ff.	V.	August 2010
[4] VDI 3790, Blatt 2 Umweltmeteorologie – Emissionen von gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Deponien	Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN	RIL	Juni 2017
[5] VDI 3790, Blatt 3 Umweltmeteorologie – Emissionen von gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern	Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN	RIL	Januar 2010, zuletzt bestätigt 2020
[6] VDI 3790, Blatt 4 Umweltmeteorologie – Emissionen von gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen	Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN	RIL	September 2018
[7] Ermittlung von Emissionsfaktoren diffuser Stäube – Bereitstellung einer Arbeitshilfe für die Immissionsschutzbehörden in Baden-Württemberg	LUBW – Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg	Lit.	Juni 2021

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[8] Diffuse Staubemissionen – Technische Grundlage - 2013	Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort, Wien	Lit.	2013
[9] EG-Richtlinie 2016/1628 EG-Richtlinie über die Anforderungen in Bezug auf die Emissionsgrenzwerte für gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel und die Typengenehmigung für Verbrennungsmotoren für nicht für den Straßenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte	Amtsblatt der Europäischen Union L 252 Seiten 53 bis 117	RIL	14.09.2016
[10] TREMOM / TREMOD-MM	ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg	Lit.	2020
[11] Datenlieferung Last- und Emissionsfaktoren von Baumaschinen für die Jahre 2027 bis 2030 aus TREMOD-MM	Zur Verfügung gestellt durch das Umweltbundesamt	P	E-Mail vom 06.11.2024
[12] Datenblätter diverser Baumaschinen	Diverse Hersteller	Lit.	Diverse Jahre
[13] Erarbeitung eines Konzepts zur Minderung der Umweltbelastung aus NRMM (non road mobile machinery) unter Berücksichtigung aktueller Emissionsfaktoren und Emissionsverminderungsoptionen für den Bestand; UBA-Texte 24/2014	Umweltbundesamt	Lit.	2014
[14] Aktualisierung der Modelle TREMOD/TREMOM-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018). Berichtsteil "TREMOM-MM"; UBA-Texte 117/2020	Umweltbundesamt	Lit.	Juni 2020
[15] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019	European Environment Agency	Lit.	2019
[16] HBEFA , Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.2	Infras, Forschung und Beratung, Bern, Schweiz	Lit.	23.02.2022

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[17] VDI 3783, Blatt 3 Qualitätssicherung in der Immissionsprognose, Ausbreitungsbe- rechnung gemäß TA Luft	Verein Deutscher Ingenieure – Kommission Reinhaltung der Luft	Lit.	Januar 2010
[18] Ausbreitungsmodell für an- lagenbezogene Immissions- prognosen – AUSTAL Version 3.3.0	Umweltbundesamt Ingenieurbüro Janicke	Lit	22.03.2024
[19] AUSTAL View 11.0.27	ArguSoft / Lakes Environmental	Lit	29.10.2024
[20] Dokumentation eines Wetter- datensatzes im AKTERM For- mat zur Verwendung in Aus- breitungsrechnungen - An- lagenposition bei Bad Frede- burg, Schmallebenberg	Argusim Umwelt Consult För- ter	Lit	12.11.2025
[21] Modellierter AKTERM- und Regen-Zeitreihe für den Standort Bad Fredeburg, Schmallebenberg für das reprä- sentative Jahr 2015	Argusim Umwelt Consult För- ter	Lit	12.11.2025
[22] Geodaten des Untersu- chungsgebietes (Amtliche Ba- siskarte ABK, Digitale Gebäu- demodelle LOD2, Digitales Geländemodell DGM1, Or- thophotos DOP)	Geobasis NRW, veröffentlicht über GEOportal.NRW https://www.geoportal.nrw/ Datenlizenz Deutschland - Zero - Version 2.0.	P	Abgerufen: November 2025
[23] Bebauungsplan Nr. 171 "Schiefergruben Magog" Stadt Schmallebenberg, OT Bad Fredeburg	Stadt Schmallebenberg; Ö.b.V.I Markus Schulte	P.	29.07.2024
[24] Begründung zum Bebau- ungsplan Nr. 171 "Schiefer- gruben Magog" Ortsteil Bad Fredeburg	Stadt Schmallebenberg; Ö.b.V.I Markus Schulte	Lit.	Vorentwurf 29.07.2024
[25] Begründung zur 39. Ände- rung des Flächennutzungs- plans	Stadt Schmallebenberg; Ö.b.V.I Markus Schulte	Lit.	Vorentwurf 29.07.2024
[26] Betriebsbeschreibung der Schiefergrube	Zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber	Lit.	02.11.2025

Titel	Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[27] Schalltechnischer Bericht Nr. 23-12 – Aufstellung des Bauungsplanes "Schiefergruben Magog" im Ortsteil Bad Fredeburg der Stadt Schmalenberg – Schalltechnische Untersuchung zur Gewerbelärmimmission in der Nachbarschaft	Draeger Akustik – Ingenieurbüro für Akustik, Messungen, Planung, Beratung Meschede; Zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber	Lit.	17.04.2023
[28] Ergänzende Angaben zu Betriebsabläufen und Materialmengen	Zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber	Lit.	E-Mails vom 24.11.2025 27.11.2025
[29] Luftbilder (Drohnenüberflug) der Schiefergruben Magog	Zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber	P	August 2024
[30] Richtlinie (EU) 2024/2881 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2024 über Luftqualität und saubere Luft in Europa (Neufassung)	Amtsblatt der Europäischen Union DE Reihe L https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202402881	RIL.	20.11.2024
[31] Globale Luftgüteleitlinien der WHO: Feinstaubpartikel (PM _{2,5} und PM ₁₀), Ozon, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid, Zusammenfassung	WHO – Weltgesundheitsorganisation	Lit.	24.10.2021

Kategorien:

G: Gesetz

V: Verordnung

VV: Verwaltungsvorschrift

RdErl.: Runderlass

N: Norm

RIL: Richtlinie

Lit: Buch, Aufsatz, Berichtigung

P: Planunterlagen / Betriebsangaben

3 Betriebsbeschreibung, örtliche Gegebenheiten und Nutzungsansätze

Die technische Entwicklung der Förderung und Verarbeitung von Schiefer hat zu einer fortschreitenden Entwicklung des Betriebsgeländes in der „Hemmeske“ geführt. Nicht nur die Errichtung neuer Produktionshallen mit hochtechnisierter Verarbeitungstechnik, auch der immer weiter steigende Bedarf an Lagerflächen führten zu einer stetigen Ausdehnung der benötigten Betriebsflächen.

Eine steigende Nachfrage nach Schieferprodukten erfordert kurz- bis mittelfristig eine deutliche Erhöhung der Produktions- und Lagerkapazitäten am Standort Bad Fredeburg. Hier ist der Bau von Produktionshallen und insbesondere auch von Lagerhallen zwingend erforderlich, da eine Lagerung des Materials aufgrund der unterschiedlichen Trägerschichten wetterbedingt im Trockenen erfolgen muss.

Das Betriebsgelände (Hemmeske) der Firma Schiefergruben Magog befindet sich innerhalb des rechtskräftigen Bebauungsplans Nr. 36 „Weißer Stein II“. Die dort festgeschriebene GI-Fläche (Industriefläche) ist derzeit schon durch den realen genehmigten Flächenbedarf erheblich überschritten (Genehmigung bisher über das Bergbaugesetz). Die geplante Betriebserweiterung umfasst eine Platzvergrößerung in süd-westlicher Richtung. Um ein ebenes Betriebsgelände zu erhalten, ist vorgesehen, die vorhandene Schieferabraumhalde abzutragen und die Materialien zur Auffüllung des Geländes auf Höhe des bestehenden Lagerplatzes zu nutzen [24][26].

Die innerhalb der vorliegenden Untersuchung berücksichtigten 14 Immissionsorte (Gebäude am Schieferweg) befinden sich unmittelbar südlich der Schiefergrube.

Ein Übersichtslageplan der örtlichen Gegebenheiten mit Lage und Kennzeichnung der berücksichtigten Immissionsorte ist in der Anlage 1.2 dargestellt.

Im Rahmen der vorliegenden Staubimmissionsprognose wird der zukünftige Betriebszustand nach der vollständigen Betriebserweiterung betrachtet. Im Vergleich mit zeitlich davor liegenden Betriebszuständen liegen zu diesem Zeitpunkt die geringsten Abstände zwischen der südlich gelegenen Wohnbebauung am Schieferweg und dem Betriebsgelände vor. Somit wird in den Berechnungen der ungünstigste Betriebszustand mit den höchsten zu erwartenden Immissionen abgebildet.

Die gemäß [27] auf der Schiefergrube verwendeten Maschinen sind nachfolgend aufgeführt:

- 1 x Radlader (Kramer Typ 8180 oder gleichwertig);
- 1 x Dumper (Bergmann Typ C 815 s oder gleichwertig);
- 5 x Gabelstapler (Linde Typ H10, H30, H35 oder gleichwertig);

Die zu erwartenden Tätigkeiten im Steinbruch sind:

- Radlader-Fahren;
- Dumper-Fahren;
- Stapler-Fahren;
- Lkw-Fahren (Lieferverkehr);
- Beladungen der Lkw mit Material mittels Staplern;
- Abholen und Abstellen von Material mittels Staplern;
- Materialtransport auf einem Förderband;
- Abkippvorgänge auf Abraumhalde;
- Verarbeitung von Material in den Betriebshallen;

Die Betriebszeiten der Schiefergruben Magog über ein Jahr sind nachfolgend dargestellt [26][27]:

- Betrieb werktags (Montags bis Samstag) \cong 6 Tage / Woche;
- Schiefergrubenbetrieb täglich von 6:00 bis 22:00 Uhr \cong 16 Stunden / Tag;
- Furnierproduktion mit 3-Schicht-Betrieb (24 Stunden / Tag);
- \Rightarrow 52 Wochen / Jahr Abbautätigkeiten als Maximalansatz;

Während dieser Betriebszeiten werden folgende Vorgänge auf dem Betriebsgelände durchgeführt [26]-[28]:

- 1) Transport von Schieferblöcken aus dem Stollen zur Sägeabteilung mittels Radlader
 - im Jahresmittel 6 Fahrten / Tag jeweils beladen und unbeladen;
 - befestigte Fahrwege;
 - Nutzlast Radlader maximal 4,8 t;
 - 312 Tage / Jahr;
 - 28,8 t Schieferblöcke / Tag;
 - 9.000 t Schieferblöcke / Jahr;
- 2) Lieferverkehr
 - im Jahresmittel 10 Lkw-Fahrten / Tag jeweils beladen und unbeladen;
 - Be- und Entladevorgänge mittels Staplern;
 - 3,0 t Nutzlast je Staplerfahrt, 27,0 t Nutzlast Lkw (40-Tonner), entspricht 9 Fahrten Gabelstapler jeweils beladen und unbeladen pro Lkw;
 - 9 Fahrten Stapler * 2 (voll/leer) * 10 Lkw/Tag * 312 Tage/Jahr = 56.160 Gabelstaplerfahrten pro Jahr;

- befestigte Fahrwege;
 - 312 Tage / Jahr;
- 3) Abholen und Abstellen von Material auf der Außenlagerfläche mit Staplern
- unbefestigte Fahrwege;
 - 1 h / Tag;
 - im Jahresmittel 5 Stapler-Fahrten / Tag jeweils beladen und unbeladen;
 - 312 Tage / Jahr;
- 4) Fahrvorgänge Dumper beladen mit Abraum aus dem Stollen oder den Betriebs-hallen zur Abraumhalde
- im Jahresmittel 10 Fahrten / Tag jeweils beladen und unbeladen;
 - teils befestigte, teils unbefestigte Fahrwege;
 - Nutzlast Dumper maximal 12,0 t;
 - 312 Tage / Jahr;
 - insgesamt 3.120 Fahrten / Jahr jeweils beladen und unbeladen;
 - 37.500 t / Jahr Abraum;
- 5) Fahrvorgänge Radlader beladen mit Abraum aus dem Stollen oder den Betriebs-hallen zur Abraumhalde
- im Jahresmittel 6 Fahrten / Tag jeweils beladen und unbeladen;
 - teils befestigte, teils unbefestigte Fahrwege;
 - Nutzlast Radlader maximal 4,8 t;
 - 312 Tage / Jahr;
 - insgesamt 1.872 Fahrten / Jahr jeweils beladen und unbeladen;
 - 9.000 t / Jahr Abraum;
- 6) Abkippen von Abraum durch Radlader oder Dumper an Haldenkante
- 16 Vorgänge / Tag davon
 - 10 Vorgänge Dumper mit 12,0 t Abraum / Vorgang;
 - 6 Vorgänge Radlader mit 4,8 t Abraum / Vorgang;
 - 312 Tage / Jahr;
 - Gesamtmenge 46.500 t / Jahr Abraum;
- 7) Materialtransport mittels Förderband und Abwurf
- Von den 9.000 t / Jahr Schieferblöcken, welche in den Betriebshallen ver-arbeitet werden, verbleiben 30 %, entsprechend 2.700 t / Jahr als Aus-schuss, welche mittels eines Förderbandes abtransportiert werden;
 - Abwurfhöhe des Förderbandes: 1,5 m.

4 Beurteilungsgrundlagen

4.1 TA Luft 2021

Die TA Luft in der Neufassung von 2021 [2] dient dem Schutz und der Vorsorge der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen. Die TA Luft ist Grundlage für die Beurteilung der Auswirkungen von genehmigungsbedürftigen Anlagen unter anderem bei Erteilung einer Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb einer neuen Anlage sowie zur Änderung der Lage, der Beschaffenheit oder des Betriebs einer bestehenden Anlage.

Immissionskenngrößen kennzeichnen die Höhe der Belastung durch einen luftverunreinigenden Stoff. Hierbei werden die Vorbelastung (IV), Gesamtzusatzbelastung (IZG), Zusatzbelastung (IZ) und Gesamtbelastung (IG) unterschieden:

Vorbelastung (IV): vorhandene Belastung

Zusatzbelastung (IZ): Immissionsbeitrag des Vorhabens

Gesamtbelastung (IG): Summe aus Vorbelastung (IV) und Zusatzbelastung (IZ)

Gesamtzusatzbelastung (IZG): Immissionsbeitrag der gesamten Anlage

Im Falle einer Änderungsgenehmigung kann der Immissionsbeitrag des Vorhabens, also die Zusatzbelastung IZ, negativ sein. Das heißt, dass der Immissionsbeitrag der gesamten Anlage, die Gesamtzusatzbelastung IZG, nach der Änderung geringer als vor der Änderung sein kann. Gründe hierfür könnten zum Beispiel die Umsetzung gleichzeitiger Minderungsmaßnahmen oder der Einsatz fortschrittlicherer Technologien sein.

Für die im Rahmen der vorliegenden Staubimmissionsprognose zu betrachtenden Luftschadstoffe Feinstaub $PM_{2,5}$ und PM_{10} sowie nicht gefährdender Staubbiederschlag legt die TA Luft 2021 folgende Immissionswerte fest:

Tabelle 4.1: Immissionswerte der TA Luft 2021 für Stäube in der Luft

Luftschadstoff [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	$PM_{2,5}$		PM_{10}	
	IW, JMW	IW, JMW	IW, TMW	
Immissionswert	25	40	50	
Zulässige Überschreitungen pro Jahr	-	-	35	
Irrelevanzschwelle (3% des IW)	0,75	1,2	-	

IW: Immissionswert; **JMW:** Jahresmittelwert; **TMW:** Tagesmittelwert

Tabelle 4.2: Immissionswerte der TA Luft 2021 für Staubdeposition

Staubbiederschlag, nicht gefährdender Staub	JMW
Immissionswert Deposition	0,35 $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
Irrelevanzschwelle (3% des IW)	10,5 $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$

4.2 Bagatellmassenströme gemäß TA Luft 2021

Die TA Luft 2021 [2] definiert Bagatellmassenströme, bei deren Unterschreitung Immissionskenngrößen (zum Beispiel Jahresmittelwerte) im Rahmen von Genehmigungsverfahren nicht bestimmt werden müssen.

Die Tabelle 7 der TA Luft 2021 [2] (hier Tabelle 4.3) gibt zulässige Bagatellmassenströme an. Bei den Tätigkeiten innerhalb des Steinbruches handelt es sich um diffuse Emissionen, das heißt, sie werden nicht über ausreichend hohe Schornsteine abgeleitet. In diesem Fall beträgt der Bagatellmassenstrom gemäß Punkt 4.6.1.1 der TA Luft nur 10 % der in Tabelle 7 der TA Luft 2021 angegebenen Bagatellmassenströme.

Tabelle 4.3: Auszug der Tabelle 7 "Bagatellmassenströme" der TA Luft 2021

Schadstoff	Bagatellmassenstrom [kg/h]
Partikel (PM ₁₀) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,8 für gefasste Quellen 0,08 für diffuse Emissionen
Partikel (PM _{2,5}) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,5 für gefasste Quellen 0,05 für diffuse Emissionen
Gesamtstaub ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	1,0 für gefasste Quellen 0,1 für diffuse Emissionen

Der Bagatellmassenstrom ist in der TA Luft 2021 in kg/Stunde angegeben und ergibt sich „aus der Mittelung über die Betriebszeiten einer Kalenderwoche mit dem bei bestimmungsgemäßem Betrieb für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen“. Eine Anlage kann somit an jeder Stunde den in Tabelle 4.3 angegebenen Massenstrom emittieren.

Wie die in dem nachfolgenden Kapitel 5 und in der Anlage 2.2 dargestellten Emissionsberechnungen zeigen, werden die in Tabelle 4.3 dargestellten Bagatellmassenströme für diffuse Emissionen durch den Betrieb der Schiefergrube überschritten. Somit sind nachfolgend die Immissionskenngrößen im Umfeld durch Ausbreitungsberechnungen zu bestimmen.

5 Emissionen der Schiefergrube

Durch die Tätigkeiten in der Schiefergrube entstehen Staubemissionen durch Fahrten auf unbefestigten und befestigten Wegen, durch Umschlagvorgänge (Aufnahmen und Abgaben) sowie durch Motorenbetrieb. Diese Emissionen werden nachfolgend gemäß den Emissionsansätzen der VDI Richtlinien 3790, Blatt 3 [5] und Blatt 4 [6] sowie TREMOD-MM [9]-[15] ermittelt.

Die Ergebnisse der Emissionsberechnungen sind im Detail in der Anlage 2.2 wiedergegeben. Die Lage der zugehörigen Quellen ist in Anlage 2.1 dargestellt.

5.1 Emissionen durch Fahrten auf befestigten Fahrwegen

Für befestigte Straßen erfolgt die Ermittlung der Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) und Grobstaub-Emissionen aus Aufwirbelung von Straßenmaterial und Brems- sowie Reifenabrieb gemäß VDI 3790, Blatt 4 [6] nach:

$$q_{bF} = [k_{KGV} \cdot (sL)^{0,91} \cdot (W \cdot 1,1)^{1,02}] \cdot \left[1 - \frac{P}{3 \cdot 365}\right] \cdot (1 - k_M)$$

mit:

- q_{bF} = Emissionsfaktor für Fahrbewegungen auf befestigten Fahrwegen in [g/km*Fahrzeug]
- k_{KGV} = Faktor für Korngrößenverteilung mit
3,23 für Feinstaub PM₃₀,
0,62 für Feinstaub PM₁₀,
0,15 für Feinstaub PM_{2,5}
- sL = Flächenbelastung des befestigten Fahrwegs in [g/m²]
(hier 5 g/m² für mäßige Verschmutzung)
- W = Mittleres Fahrzeugflottengewicht in [t] aus Leergewicht und voller Beladung
(hier für Radlader: 11,2 t Leergewicht, 4,8 t Nutzlast = 15,0 t beladen [12] entspricht einem mittleren Flottengewicht von 13,1 t;
für Dumper: 10,0 t Leergewicht, 12,0 t Nutzlast = 22,0 t beladen [12] entspricht einem mittleren Flottengewicht von 16,0 t)
- P = 165; Anzahl Regentage pro Jahr im langjährigen Mittel über 10 Jahre mit mindestens 1 mm natürlichem Niederschlag gemäß Bild A1 der VDI 3790, Blatt 4 [6]
- k_M = Kennzahl für Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen
(hier = 0,4 für Reduktion der Fahrgeschwindigkeit auf 10 km/h gemäß [28])

Bei Kombination von Minderungsmaßnahmen wird in die obige Formel für jede weitere Maßnahme der entsprechende Faktor (1 - k_M) eingefügt [6].

5.2 Emissionen durch Fahrten auf unbefestigten Fahrwegen

Für unbefestigte Straßen erfolgt die Ermittlung der Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) Emissionen aus Aufwirbelung von Straßenmaterial und Brems- sowie Reifenabrieb gemäß VDI 3790, Blatt 4 [6] nach:

$$q_{uF} = \left[k_{KGV} \cdot \left(\frac{S}{12} \right)^a \cdot \left(\frac{W}{2,7} \right)^b \right] \cdot \left[1 - \frac{P}{365} \right] \cdot (1 - k_M)$$

mit:

- q_{uF} = Emissionsfaktor für Fahrbewegungen auf unbefestigten Fahrwegen in [g/km*Fahrzeug]
- k_{KGV} = Faktor für Korngrößenverteilung mit
1.381 g/m für Feinstaub PM₃₀,
422 g/m für Feinstaub PM₁₀,
42 g/m für Feinstaub PM_{2,5}
- S = Feinkornanteil des Straßenmaterials
8,3 % gemäß VDI 3790, Blatt 4 [6] für Transportwege in Steinbrüchen (von und zur Grube)
10,0 % gemäß VDI 3790, Blatt 4 [6] für Werksstraßen in Steinbrüchen
- W = Mittleres Fahrzeugflottengewicht in [t] aus Leergewicht und voller Beladung
- a = Exponent für Korngrößenverteilung
0,7 für Feinstaub PM₃₀,
0,9 für Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5}
- b = Exponent für Korngrößenverteilung
0,45 für Feinstaub PM₃₀, PM₁₀ und PM_{2,5}
- P = 165; Anzahl Regentage pro Jahr im langjährigen Mittel über 10 Jahre mit mindestens 1 mm natürlichem Niederschlag gemäß Bild A1 der VDI 3790, Blatt 4 [6]
- k_M = Kennzahl für Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen (hier = 0,5 für Reduktion der Fahrgeschwindigkeit auf 10 km/h gemäß [28])

Bei Kombination von Minderungsmaßnahmen wird in die obige Formel für jede weitere Maßnahme der entsprechende Faktor (1 – k_M) eingefügt [6].

5.3 Materialumschlag auf dem Betriebsgelände

In der Schiefergrube entstehen (Fein-)Staubemissionen durch das Abladen (Abwurf) und Aufladen (Aufnehmen) von Schüttgütern. Ebenso können (Fein-)Staubemissionen durch

das Abwehen von Material bei der Lagerung von Schüttgütern auf den Baufeldern entstehen.

Die Gesamtemissionen für das Ab- und Aufladen von Material (Schüttgut) in der Schiefergrube ergeben sich gemäß der Formel:

$$\text{Emission Materialumschlag [kg]} = (\text{Volumen des Schüttgutes [m}^3\text{]} * \rho_s) * E_{\text{fak}} / 1000$$

mit:

ρ_s = Schüttgutdichte in [t/m³]

E_{fak} = Emissionsfaktor q_{Abwurf} oder q_{Aufnahme} [g/t_{Gut}] gemäß Kapitel 5.3.1 und 5.3.2

In der Grube wird Schiefer abgebaut. Hierfür wird nachfolgend die Schüttgutdichte gemäß VDI 3790 Blatt 3 [5] sowie die Staubneigung gemäß der LUBW-Studie zur Ermittlung vom Emissionsfaktoren diffuser Stäube [7] angesetzt (siehe Tabelle 3.5).

Der Anhang B der VDI 3790 Blatt 3 sieht für "Steine" eine nicht wahrnehmbare Staubneigung vor. Im Sinne einer Betrachtung auf der sicheren Seite wird nachfolgend eine schwache Staubneigung für "Gesteinsbruch" gemäß der LUBW-Studie berücksichtigt.

Explizite Angaben für "Schiefer" werden weder in der VDI 3790 Blatt 3 [5] noch der LUBW-Studie [7] gemacht.

Tabelle 5.1: Auszug Materialeigenschaften in Anlehnung an Anhang B der VDI 3790 Blatt 3 [5] und der LUBW-Studie [7]

Material / Schüttgut	Mittlere Schütt- dichte ρ_s [t/m³]	Staubneigung	Resultierender Ge- wichtungsfaktor a
Schiefer (Gesteinsbruch)	1,6	schwach	32

Die resultierenden Emissionen stellen Staub TSP (Total Suspended Particulate), entsprechend PM₃₀, dar. Zur Ermittlung der Anteile von Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5} wird auf korngrößenabhängige Faktoren zu diffusen Staubemissionen für mineralische Rohstoffe und Baurestmassen gemäß [8] (siehe nachfolgende Tabelle 5.2) zurückgegriffen.

Tabelle 5.2: *korngrößenabhängiger Faktor für mineralische Stoffe und Baurestmassen*

Partikelfraktion	Faktor [-]
TSP (PM ₃₀)	1
PM ₁₀	0,25
PM _{2,5}	0,053

5.3.1 Emissionsfaktor für das Abladen (Abwerfen) von Schüttgütern

Die VDI 3790, Blatt 3 [5] beschreibt einen Ansatz zur Ermittlung eines Emissionsfaktors für das diskontinuierliche Abwerfen von Schüttgütern (Lkw, Schaufellader, Brecherwerk) unter Berücksichtigung der Staubneigung des Schüttgutes, der Fallhöhe, der Umgebungsbedingungen und der Dichte des Schüttgutes gemäß folgender Formel:

$$q_{Abwurf} = a \cdot 2,7 \cdot M^{-0,5} \cdot \left(\frac{H_{Frei}}{2}\right)^{1,25} \cdot 0,5 \cdot k_{Gerät} \cdot \rho_s \cdot k_U$$

mit:

q_{Abwurf} = Emissionsfaktor für den Abwurf von Schüttgütern in [g/t Gut]

a = Gewichtungsfaktor [-] zur Berücksichtigung der Neigung der Schüttgüter zum

Stauben mit $a = \sqrt{10^5}$ für stark staubende Materialien

$\sqrt{10^4}$ für (mittel) staubende Materialien

$\sqrt{10^3}$ für schwach staubende Materialien

$\sqrt{10^2}$ für nicht wahrnehmbar staubende Materialien

$\sqrt{10^0}$ für außergewöhnlich feuchtes / staubarmes Material

M = Abwurfmasse in t/Hub

H_{frei} = freie Fallhöhe in [m], hier 1 m für das Abrutschen vom Dumper beziehungsweise Radlader den Fall von der Ladefläche / Schaufel auf die Abraumhalde

$k_{Gerät}$ = empirischer Korrekturfaktor [-], hier 1,5 für sonstige diskontinuierliche Abwurfverfahren (Lkw, Schaufellader, Brecherwerk)

ρ_s = Schüttgutedichte in [t/m³], siehe Tabelle 5.1

k_U = Umfeldfaktor [-], hier 0,9 für Halde

5.3.2 Emissionsfaktor für das Aufladen (Aufnehmen) von Schüttgütern

Die Aufnahme vom Abraummateriale findet ausschließlich im Stollen im Berginnern statt. Staubemissionen gelangen dabei nicht nach außen. Daher bleiben Staubemissionen durch das Aufladen vom Abraum für die Immissionsberechnungen unberücksichtigt.

5.4 Emissionen durch Sprengungen

Sprengungen zur Materialgewinnung finden ausschließlich im Stollen im Berginnern statt. Staubemissionen gelangen dabei nicht nach außen. Daher bleiben Staubemissionen durch Sprengungen für die Immissionsberechnungen unberücksichtigt.

5.5 Motorbedingte Staubemissionen

Die Ermittlung der Feinstaub-Abgasemissionen der im Steinbruch eingesetzten Maschinen erfolgen gemäß TREMOD-MM [10]. Bei TREMOD-MM handelt es sich um ein Modell zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen. Mit dem Emissionsmodell können die Emissionen von mobilen Geräten und Maschinen in der Landwirtschaft, Bauwirtschaft, Forstwirtschaft und Grünpflege sowie der Sport- und Fahrgastschiffahrt ermittelt werden.

Das Modell selbst ist nicht öffentlich verfügbar. In den Veröffentlichungen zu TREMOD-MM [13][14] liegen lediglich Angaben zu Lastfaktoren und bereits aggregierte Emissionsfaktoren für einige Baumaschinen vor. Für die vorliegende Luftschadstoffuntersuchung wurden uns daher durch das Umweltbundesamt Emissionsdaten und Lastfaktoren der im Steinbruch zum Einsatz kommenden Maschinen für die Jahre 2027 bis 2030 zur Verfügung gestellt [11].

Diese Emissionsfaktoren sind für die jeweiligen Jahre über alle Emissionsstandards (Stufen I bis V) aggregiert und bilden für die jeweilige Maschine die für das jeweilige Prognosejahr gemäß TREMOD/MM angenommene „Flottenzusammensetzung“ aus Szenario-Berechnungen ab [11]. In einem weiteren Schritt werden die Emissionsfaktoren der Jahre 2027 bis 2030 gemittelt um einen für die Zukunft repräsentativen Emissionsfaktor zu erhalten.

Die Emissionsfaktoren aus TREMOD/MM [10][11] beziehen sich auf die Volllast des jeweiligen Motors. Mittels eines Lastfaktors kann die tatsächliche Ausnutzung des Motors als Verhältnis zwischen der durchschnittlichen Leistung bei bestimmten Einsatzzwecken und der Nennleistung des Motors bestimmt werden.

Die Motorleistung der jeweiligen Baumaschine wurde als mittlere Leistung über die Anteile der Maschinenbestände nach Größen (Leistungs-)klassen gemäß [14] und Datenblättern verschiedener Hersteller ermittelt. In der nachfolgenden Tabelle 6.6 sind die mittleren Leistungen, Lastfaktoren und Emissionsfaktoren für die in der Schiefergrube eingesetzten Maschinen zusammengefasst dargestellt.

TREMOD/MM gibt die Feinstaub-Emissionen als PM (Particulate Matter) aus. Es erfolgt keine weitere Differenzierung in Korngrößenklassen. Gemäß dem Umweltbundesamt wird PM aus TREMOD/MM als $PM = PM_{2,5} = PM_{10}$ behandelt unter der Annahme, dass die Abgaspartikel alle kleiner als $PM_{2,5}$ sind [11]. In der nachfolgenden Tabelle 5.3 werden die

Feinstaub-Emissionen der im Steinbruch eingesetzten Maschinen daher als Feinstaub PM_{2,5} angegeben.

Tabelle 5.3: Lastfaktoren, mittlere Leistung und Emissionsfaktoren der in der Schiefergrube eingesetzten Maschinen gemäß TREMOD/MM [11]

Maschine	Mittlere Leistung [kW]	Lastfaktor	Emissionsfaktoren		
			PM _{2,5} [g/kWh]	PM _{2,5} [g/h]	PM _{2,5} [kg/h]
Gabelstapler	44	0,3	0,07	0,924	0,00092
Dumper	119	0,4	0,0287	1,366	0,00137
Radlader	115	0,35	0,0496	1,996	0,00200

5.6 Staubemissionen durch Haldenabwehungen

Auf dem Betriebsgelände befinden sich Halden mit aufgeschüttetem Material, beziehungsweise es entstehen Halden während des Abbauprozesses. Von Halden kann, ausreichend hohe Windgeschwindigkeiten vorausgesetzt, Material in Form von Staub abgeweht werden.

Gemäß VDI 3790, Blatt 2 [4] treten unterhalb von Spitzenwindgeschwindigkeiten von 5 m/s (gemessen in 10 m Höhe) keine relevanten Winderosionen auf. Da hohe Windgeschwindigkeiten häufig mit Niederschlägen (Frontdurchgängen) verbunden sind, verringert sich der jahresdurchschnittlich emissionswirksame Anteil der Erosion [8]. Bei jahresmittleren Windgeschwindigkeiten von unter 3 m/s (in 10 m Höhe) können anteilige Staubemissionen durch Abwehung im Verhältnis zur Gesamtstaubemission des Steinbruchs vernachlässigt werden [4][8].

Für das Untersuchungsgebiet wurde eine synthetische Windstatistik erstellt [20][21] (siehe Kapitel 6.1.1). Die aus dieser Statistik abgeleitete jahresmittlere Windgeschwindigkeit beträgt 3,1 m/s in einer Anemometerhöhe von 17 m. Aufgrund der mit abnehmender Höhe zunehmenden Rauigkeit und der damit verbundenen stärkeren Abbremsung des Windes (logarithmischen Windprofil) ist davon auszugehen, dass in 10 m Höhe die jahresmittlere Windgeschwindigkeiten weniger als 3 m/s betragen. Somit ist von keinen relevanten Staubemissionen durch Halden auf dem Betriebsgelände auszugehen.

Die Arbeitshilfe zur Ermittlung von Emissionsfaktoren diffuser Stäube [7] berücksichtigt in einer eigens entwickelten Excelanwendung Windabwehungen nicht, da diese üblicherweise nur einen vernachlässigbaren Einfluss auf die Gesamtstaubemissionen haben.

Auch die "Technische Grundlage – Diffuse Staubemissionen" [8] sieht erst ab einer jahresmittleren Windgeschwindigkeit von mehr als 3 m/s und einer Umschlagfrequenz von mindestens 10 mal pro Jahr die Berücksichtigung von Emissionen durch Haldenabwehungen vor.

Aus den oben dargestellten Gründen wird nachfolgend auf eine Berücksichtigung etwaiger Staubemissionen durch Abwehungen auf der Schieferhalde verzichtet.

5.7 Staubemissionen durch Verarbeitung von Material in den Betriebs- hallen

Emissionsfaktoren für Tätigkeiten in den Betriebshallen liegen zur Zeit nicht vor. Diese können daher nicht explizit berücksichtigt werden.

Gemäß der schalltechnischen Untersuchung zum Vorhaben [27] sind für die Betriebshallen Absaugungen und Filteranlagen vorgesehen. Auch im Sinne des Arbeitsschutzes ist davon auszugehen, dass Staubemissionen innerhalb der Betriebshallen auf ein Mindestmaß reduziert werden.

Somit ist davon auszugehen, dass etwaige Staubemissionen aus den Betriebshallen vernachlässigbar sind gegenüber den auf den Außenflächen entstehenden Emissionen.

6 Ermittlung der Staubimmissionen

6.1 Ausbreitungsberechnungen

Die Berechnung der Staubimmissionen im Untersuchungsgebiet erfolgt mit dem Programm „AUSTAL“ in der Version 3.3.0 vom 22.03.2024 [18]. Dieses setzt das im Anhang 2 der TA Luft 2021 [2] beschriebene Verfahren zur Ermittlung von Immissionskenngrößen der Zusatzbelastung von Luftschadstoffen, welche von Betrieben emittiert werden, um. Zur Modellerstellung und zur Erstellung der Plan- und Ergebnisgrafiken wird die grafische Benutzeroberfläche AUSTAL View in der Version 11.0.27 [19] verwendet.

Bei „AUSTAL“ handelt es sich um ein Lagrangesches Partikelmodell bei dem die Emissionen durch zahlreiche Partikel (mehrere Millionen) repräsentiert werden und deren Bewegungen in einem Windfeld berechnet werden. An den Beurteilungspunkten, werden die ankommenden Partikel ausgezählt und über den berechneten Zeitraum (typischerweise ein Jahr) aufsummiert. Hieraus ergeben sich die Immissionskonzentrationen (Jahresmittelwerte, Tagesmittelwerte, Depositionen).

Die für die Ausbreitungsberechnung benötigten Windfelder werden aus sogenannten AK-Term-Zeitreihen oder AKS (Ausbreitungsklassenstatistiken) mit dem in AUSTAL integrierten diagnostischen Windfeldmodell TALDIA erzeugt. Hierbei können auch umliegende Gebäude oder die Geländetopographie als Strömungshindernisse berücksichtigt werden.

Eine AKTerm-Zeitreihe beschreibt für jede Stunde eines Jahres die an einer Windmessstation gemessene Windgeschwindigkeit, Windrichtung und den Zustand der Atmosphäre als Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier in sechs Klassen (von stabil über neutral zu labil).

Eine AKS-Ausbreitungsklassenstatistik beschreibt die an einer Windmessstation gemessene Windgeschwindigkeit, Windrichtung und den Zustand der Atmosphäre als Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier zusammengefasst nach den Auftretenshäufigkeiten, üblicherweise in Form einer mehrjährigen Statistik, zum Beispiel über 10 Jahre.

6.1.1 Meteorologie

Zur Ermittlung der Staubimmissionen im Untersuchungsgebiet werden Windstatistiken mit Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten benötigt, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

In der näheren Umgebung des Steinbruchs liegen keine geeigneten Windmessstationen vor. Daher wurde die Erstellung einer synthetischen Windstatistik, welche sowohl räumlich als auch zeitlich für das Untersuchungsgebiet repräsentativ ist, durch einen externen Dienstleister beauftragt [20][21].

Die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse der synthetischen Windstatistik mit dem repräsentativen Jahr 2015 sind in Anlage 3 dargestellt. Es dominieren südwestliche und nordöstliche Windrichtungen bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 3,1 m/s (Jahresmittelwert) in einer Anemometerhöhe von 17 m.

6.1.2 Berücksichtigung des Geländeeinflusses

Gemäß Abschnitt 12 des Anhangs 2 der TA Luft 2021 [2] sind Geländeunebenheiten nur zu berücksichtigen falls:

„[...] innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 (0,05) auftreten. Die Steigung ist dabei aus der Höhendifferenz über eine Strecke zu bestimmen, die dem 2-fachen der Schornsteinbauhöhe entspricht.

Geländeunebenheiten können in der Regel mithilfe [...] eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 (0,2) nicht überschreitet und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können.

Sind die in Absatz 2 genannten Bedingungen nicht erfüllt, können die Geländeunebenheiten mithilfe eines prognostischen mesoskaligen Windfeldmodells berücksichtigt werden [...].“

Geländeunebenheiten können mit dem in AUSTAL integrierten diagnostischen Windfeldmodell TALdia [18] berücksichtigt werden, wenn die oben genannten Bedingungen erfüllt sind.

Im vorliegenden Fall liegen nur diffuse, bodennahe, nicht gefasste Quellen vor. Die oben genannten Prüfschritte können daher nicht unmittelbar durchgeführt werden.

Die für die Immissionsberechnungen modellierte AKTerm wurde für eine Ersatzanemometerposition am Anlagenstandort erstellt. Sie ist somit kleinräumig für ein begrenztes Rechengebiet verwendbar. Daher können die Berechnungen ohne die Geländeeinflüsse (Windfeldmodell) durchgeführt werden, da bereits der AKTerm der Geländeeinfluss aufgeprägt wurde.

Die nachfolgende Abbildung zeigt das aus dem mesoskaligen Rechenmodell, welches zur Erzeugung der synthetischen AKTerm verwendet wurde, resultierende Windrosenfeld in der Umgebung des Plangebietes [20]. Die synthetischen AKTerm kann überall dort verwendet werden, wo die Windrichtungsverteilung der Windrichtungsverteilung am Ersatzanemometer-Standort entspricht. Dies ist für die unmittelbar südlich an der Schiefergrube gelegenen Immissionsorte am Schieferweg gegeben.

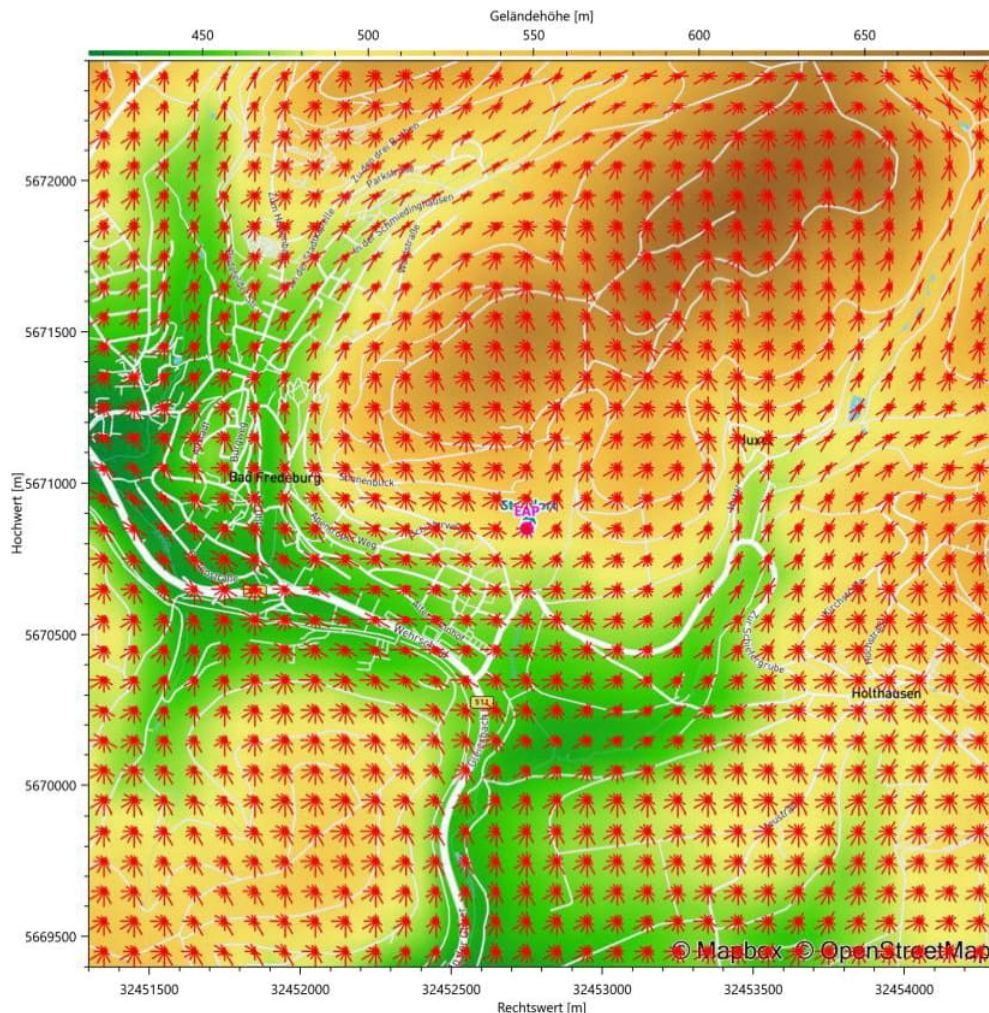


Abbildung 6.1: Windrosenfeld für das Untersuchungsgebiet [19]

6.1.3 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen

Die Einflüsse von Bebauung auf die Immissionen im Rechengebiet sind gemäß Abschnitt 11 des Anhanges 2 der TA Luft 2021 [2] zu berücksichtigen.

„Für die folgende Betrachtung können Gebäude, deren Entfernung vom Schornstein größer als das Sechsfache ihrer Höhe und größer als das Sechsfache der Schornsteinbauhöhe vernachlässigt werden.

Beträgt die Schornsteinbauhöhe mehr als das 1,7-fache der Gebäudehöhen, ist die Berücksichtigung der Bebauung durch eine geeignet gewählte Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe ausreichend. Bei geringerer Schornsteinbauhöhe kann folgendermaßen verfahren werden:

Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches der quellnahen Gebäude [...], können die Einflüsse der

Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur mithilfe des [...] diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung berücksichtigt werden. Andernfalls sollte hierfür der Einsatz eines prognostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung [...] geprüft werden.

Sofern die Gebäudegeometrie in einem diagnostischen oder prognostischen Windfeldmodell auf Quaderform reduziert wird, ist als Höhe des Quaders die Firsthöhe des abzubildenden Gebäudes zu wählen.“

Hieraus folgen drei Prüfschritte, welche in der nachfolgenden Abbildung 6.2 dargestellt sind:

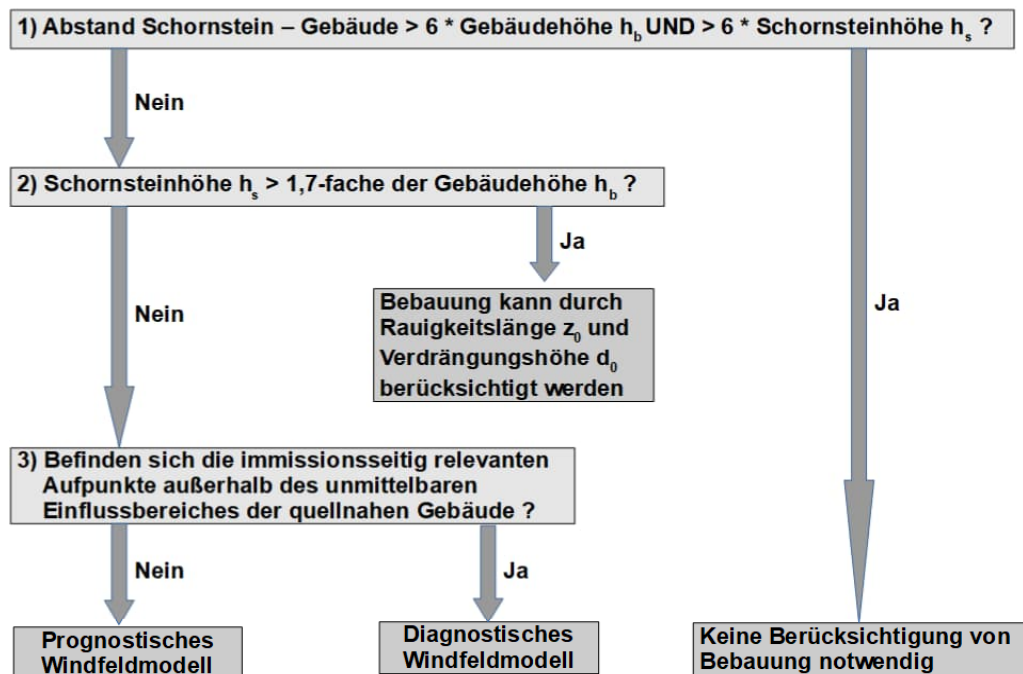


Abbildung 6.2: Ablaufschema zur Berücksichtigung von Bebauung gemäß Abschnitt 11 des Anhangs 2 der TA Luft 2021

Im vorliegenden Fall liegen nur diffuse, bodennahe, nicht gefasste Quellen vor. Die oben genannten Prüfschritte können daher nicht unmittelbar durchgeführt werden.

Nachfolgend wird daher auf die Berücksichtigung von Gebäuden verzichtet.

6.1.4 Anemometerstandort

Da mit ebenem Gelände gerechnet wird (siehe Kapitel 6.1.2) ist die Angabe eines Anemometerstandortes nicht erforderlich.

6.1.5 Geländerauigkeiten / Anemometerhöhe

Gemäß Abschnitt 6 des Anhangs 2 der TA Luft 2021 [2] wird die Bodenrauigkeit des Geländes durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Diese ist mit dem Landbedeckungsmodell Deutschland (LBM-DE) zu bestimmen. Die Geländerauigkeiten im Rechengebiet sind in Anlage 6 dargestellt.

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

Im vorliegenden Fall liegen nur diffuse, bodennahe, nicht gefasste Quellen vor.

Daher wurde die mittlere Rauigkeitslänge gemäß den oben genannten Randbedingungen durch AUSTAL automatisch ermittelt. Diese Auswertung ergab eine Rauigkeitslänge von $z_0 = 0,851$ m (gerundet 1,0 m).

Für die synthetischen Windstatistik ergibt sich bei einer Rauigkeitslänge von $z_0 = 1,0$ m eine Anemometerhöhe von 21,4 m [20][21].

Die Anlage 4 zeigt die im Rechengebiet vorliegenden Geländerauigkeiten.

6.1.6 Beurteilungsgebiet / Rechengebiet / Rechengitter

Gemäß Abschnitt 8 des Anhangs 2 der TA Luft 2021 [2] ist das Rechengebiet:

„[...] für eine einzelne Emissionsquelle [...] das Innere eines Kreises um den Ort der Quelle, dessen Radius das 50-fache der Schornsteinbauhöhe ist. Tragen mehrere Quellen zur Gesamtzusatzbelastung oder Zusatzbelastung bei, dann besteht das Rechengebiet aus der Vereinigung der Rechengebiete der einzelnen Quellen. Bei besonderen Geländebedingungen kann es erforderlich sein, das Rechengebiet größer zu wählen.“

Das Raster zur Berechnung von Konzentrationen und Depositionen ist so zu wählen, dass Ort und Betrag der Immissionsmaxima mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden können. Dies ist in der Regel der Fall, wenn die horizontale Maschenweite die Schornsteinbauhöhe nicht überschreitet. In Quellentfernungen größer als das 10-fache der Schornsteinbauhöhe kann die horizontale Maschenweite proportional größer gewählt werden.“

Für Geruchs-Immissionsberechnungen legt die TA Luft 2021 unter Nummer 4.4.2 des Anhangs 7 zum Beurteilungsgebiet ergänzend fest:

„Das Beurteilungsgebiet ist die Summe der Beurteilungsflächen nach Nr. 4.4.3 [des Anhangs 7 der TA Luft 2021], die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befinden, der dem 30-fachen der nach Nr. 2 [des Anhangs 7 der TA Luft 2021] ermittelten Schornsteinhöhe entspricht. Als kleinster Radius ist 600 m zu wählen.“

Bei Anlagen mit diffusen Quellen von Geruchsemissionen mit Austrittshöhen von weniger als 10 m über der Flur ist der Radius bei der Rastermessung zur Vorbelastungsermittlung so festzulegen, dass der kleinste Abstand vom Rand des Anlagengeländes bis zur äußeren Grenze des Beurteilungsgebietes mindestens 600 m beträgt.

Das Rechengebiet einer Geruchsausbreitungsrechnung zur Ermittlung der Vorbelastung ist größer als das Beurteilungsgebiet. Das Rechengebiet ist so zu wählen, dass alle Geruchsemittenten, die das Beurteilungsgebiet relevant beaufschlagen, berücksichtigt werden.“

Aus den oben genannten Zitaten der TA Luft 2021 [3] ergibt sich, dass das Rechengebiet für diffuse Quellen mit Austrittshöhen von weniger als 10 m über der Flur mindestens einen Radius von 600 m um die Quelle abdecken sollte. Im Falle von ausgedehnten und / oder mehreren Quellen wird analog mit einem Randgebiet von mindestens 600 m ausgehend vom Rand des Anlagengeländes verfahren.

Die Dimensionierung der einzelnen Rechengitter ist in der nachfolgenden Tabelle 6.1 sowie in Anlage 5 dargestellt.

Tabelle 6.1: Dimensionierung der Rechengitter

Gitter Nr.	Anzahl Gitterzellen in X-Richtung	Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung	Zellengröße [m]	X-Länge [m]	Y-Länge [m]
1	300	300	3	900	900
2	400	400	6	2.400	2.400

Gemäß den Vorgaben der TA Luft soll das Rechengebiet bei niedrigen Quellen mindestens einen Radius von 1000 m zum Emissionsschwerpunkt der Quellen aufweisen. Mit einer Ausdehnung des Rechengitters von 2.400 x 2.400 m wird diese Anforderung erfüllt.

6.1.7 Quell-Geometrie

Bei den berücksichtigten Quellen der Schiefergrube handelt es sich um diffuse Quellen, für welche keine Abluftfahnenüberhöhung berücksichtigt wurde. Diese windinduzierten Quellen werden im Simulationsmodell als Volumenquellen angesetzt.

Die Parameter der diffusen Quellen sind in der nachfolgenden Tabelle 6.2 dargestellt.

Tabelle 6.2: Parameter diffuse Quellen Schiefergruben Magog

Anlagenteil	Quelle	Fläche	Emissionshöhe über Grund	Vertikale Ausdehnung
		[m ²]	[m]	[m]
Transport Schieferblöcke	[1]	225	0	3
Lkw-Fahrstrecke – 25 m	[2.1]	75	0	3
Lkw-Fahrstrecke – 50 m	[2.2]	150	0	3

Anlagenteil	Quelle	Fläche	Emissionshöhe über Grund	Vertikale Ausdehnung
		[m ²]	[m]	[m]
Staplerfahrten Lieferbereich	[2.3]	416	0	3
Staplerfahrten Außenlagerfläche	[3]	3.500	0	3
Dumper-Fahrten – 20 m	[4.1]	60	0	3
Dumper-Fahrten – 15 m	[4.2]	45	0	3
Dumper-Fahrten – 15 m	[4.3]	45	0	3
Dumper-Fahrten – 35 m	[4.4]	105	0	3
Dumper-Fahrten – 60 m	[4.5]	180	0	3
Dumper-Fahrten – 50 m	[4.6]	150	0	10
Dumper-Fahrten – 55 m	[4.7]	165	0	10
Radlader-Fahrten – 20 m	[5.1]	60	0	3
Radlader-Fahrten – 15 m	[5.2]	45	0	3
Radlader -Fahrten – 15 m	[5.3]	45	0	3
Radlader -Fahrten – 35 m	[5.4]	105	0	3
Radlader -Fahrten – 60 m	[5.5]	180	0	3
Radlader -Fahrten – 50 m	[5.6]	150	0	3
Radlader -Fahrten – 55 m	[5.7]	165	0	3
Abkippen Abraum Dumper	[6.1]	900	0	5
Abkippen Abraum Radlader	[6.2]	900	0	5
Förderband Abwurf Ausschuss	[7]	25	0	2

Die Lage der Quellen ist in der Anlage 2.1 dargestellt.

Hierbei liegen die Quellen [4.1][5.1] bis [4.7][5.7] auf den Fahrstrecken vom Stollen zur Haldenkante und die Quellen [6.1] und [6.2] für das Abkippen des Abraums an der Haldenkante übereinander.

6.1.8 Zeitliches Emissionsverhalten der Quellen

Die Quellen des Steinbruches emittieren nicht ganzjährig. Zur korrekten Abbildung des zeitlich variierenden Emissionsgeschehens wurden zwei Emissionszeitreihen gebildet. Quellen mit einem zeitlichen Emissionsverhalten sind in den LOG-Dateien mit "?" bei den Quellstärken gekennzeichnet. Die zugehörigen Emissionsszenarien sind in der Abbildung 6.3 und Abbildung 6.4 dargestellt.

Szenario-Name: Werktags, 6-22 Uhr
Verfügbare Stunden: 5.008

	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	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	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	x
Apr	x	x	x	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	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	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	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	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	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	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	x	x		
Dec	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x		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	x	x	x			

Abbildung 6.3: Emissionsszenario Schiefergrubenbetrieb - Werktags 6-22 Uhr

Szenario-Name: Furnierproduktion (3-Schicht-Betrieb)
Verfügbare Stunden: 7.512

	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	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	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	x
Apr	x	x	x	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	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	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	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	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	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	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	x	x		
Dec	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x		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	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Abbildung 6.4: Emissionsszenario Furnierproduktion (3-Schicht-Betrieb)

Die Zuordnung der Emissionsszenarien zu den nicht ganzjährig emittieren Quellen ist in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 6.3: Zuordnung Emissionsszenarien zu den Quellen des Steinbruches

Vorgang / Quellen:	Emissionsszenario
Fahrten auf dem Betriebsgelände, Abwurf Abraum auf Halde [1]-[6.2]	Werktags 6-22 Uhr
Förderband Abwurf Ausschuss [7]	Furnierproduktion (3-Schicht-Betrieb)

6.2 Qualitätsstufe der Immissionsberechnung

Die Immissionsberechnungen wurden mit der sehr genauen Qualitätsstufe $q_s = 6$ (möglich seit AUSTAL View Version 11.0.11) durchgeführt. Dies war notwendig um aufgrund der zahlreichen Quellen und deren großen Ausdehnungen ausreichend Partikel für die Ausbreitungsberechnung zur Verfügung zu stellen und die Qualitätsanforderung einer statistischen Unsicherheit von weniger als 3 % für die berechneten Jahresmittelwerte an den Beurteilungspunkten zu erreichen.

7 Ergebnisse der Immissionsberechnungen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Immissionsberechnungen dargestellt und mit den Irrelevanzschwellen gemäß TA Luft [2] verglichen und beurteilt. Überschreitungen der jeweiligen Irrelevanzschwelle an einem Immissionsort sind **fett** gedruckt dargestellt.

7.1 Feinstaub (PM_{2,5})

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Feinstaub (PM_{2,5}) als Zusatzbelastung durch die Schiefergrube in einer Höhe von 1,5 m über Grund sind in Anlage 7 für das Plangebiet und dessen Umfeld dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 7.1 die prognostizierten PM_{2,5}-Belastungen an ausgewählten Beurteilungspunkten.

Tabelle 7.1: Ergebnisse der Immissionsberechnungen für Feinstaub (PM_{2,5})

Beurteilungspunkt		Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
		Feinstaub (PM _{2,5})		
Nr.	Beschreibung	Irrelevanz- schwelle PM _{2,5}	Zusatz- belastung	Statistischer Fehler [%]
1	Schieferweg 40	0,75	0,2	0,3
2	Schieferweg 38	0,75	0,2	0,2
3	Schieferweg 36	0,75	0,2	0,2
4	Schieferweg 34	0,75	0,2	0,2
5	Schieferweg 32	0,75	0,2	0,2
6	Schieferweg 30	0,75	0,2	0,2
7	Schieferweg 28	0,75	0,2	0,2
8	Schieferweg 24	0,75	0,2	0,2
9	Schieferweg 22	0,75	0,2	0,2
10	Schieferweg 20	0,75	0,1	0,3
11	Schieferweg 18	0,75	0,1	0,3
12	Schieferweg 16	0,75	0,1	0,3
13	Schieferweg 14	0,75	0,1	0,3
14	Schieferweg 12	0,75	0,1	0,3

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen zeigen, dass an den Beurteilungspunkten 1 bis 9 mit jeweils einer jahresmittleren PM_{2,5}-Zusatzbelastung von 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und an den Beurteilungspunkten 10 bis 14 mit einer jahresmittleren PM_{2,5}-Zusatzbelastung von 0,1

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ die Irrelevanzschwelle zum Jahresmittelwert für $\text{PM}_{2,5}$ von $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich unterschritten wird.

Immissionswerte oberhalb der Irrelevanzschwelle liegen nur innerhalb des Plangebietes sowie in den Waldflächen nördlich des Betriebsgeländes vor.

7.2 Feinstaub (PM_{10})

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte für Feinstaub (PM_{10}) als Zusatzbelastung durch die Schiefergrube in einer Höhe von 1,5 m über Grund sind in Anlage 8 für das Plangebiet und dessen Umfeld dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 7.2 die prognostizierten PM_{10} -Belastungen an ausgewählten Beurteilungspunkten.

Tabelle 7.2: Ergebnisse der Immissionsberechnungen für Feinstaub (PM_{10})

Beurteilungspunkt		Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
		Feinstaub (PM_{10})		
Nr.	Beschreibung	Irrelevanzschwelle PM_{10}	Zusatzbelastung	Statistischer Fehler [%]
1	Schieferweg 40	1,2	0,5	0,3
2	Schieferweg 38	1,2	0,6	0,2
3	Schieferweg 36	1,2	0,8	0,2
4	Schieferweg 34	1,2	0,9	0,2
5	Schieferweg 32	1,2	0,9	0,2
6	Schieferweg 30	1,2	0,9	0,2
7	Schieferweg 28	1,2	0,7	0,2
8	Schieferweg 24	1,2	0,7	0,2
9	Schieferweg 22	1,2	0,6	0,2
10	Schieferweg 20	1,2	0,5	0,3
11	Schieferweg 18	1,2	0,5	0,3
12	Schieferweg 16	1,2	0,4	0,3
13	Schieferweg 14	1,2	0,4	0,3
14	Schieferweg 12	1,2	0,3	0,3

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen zeigen, dass mit einer jahresmittleren $\text{PM}_{2,5}$ -Zusatzbelastung von maximal $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an den Beurteilungspunkten 4 bis 6 die Irrelevanzschwelle zum Jahresmittelwert für PM_{10} von $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich unterschritten wird.

7.3 Staubniederschlag

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen der Jahresmittelwerte zum Staubniederschlag als Zusatzbelastung durch die Schiefergrube in einer Höhe von 1,5 m über Grund sind in Anlage 9 für das Plangebiet und dessen Umfeld dargestellt. Zusätzlich zeigt Tabelle 7.3 den prognostizierten Staubniederschlag an ausgewählten Beurteilungspunkten.

Tabelle 7.3: Ergebnisse der Immissionsberechnungen für Staubniederschlag

Beurteilungspunkt		Jahresmittelwerte [g/(m ² ·d)]		
		Staubniederschlag		
Nr.	Beschreibung	Irrelevanzschwelle Staubniederschlag	Zusatzbelastung	Statistischer Fehler [%]
1	Schieferweg 40	0,0105	0,0021	0,6
2	Schieferweg 38	0,0105	0,0024	0,6
3	Schieferweg 36	0,0105	0,0039	0,5
4	Schieferweg 34	0,0105	0,0042	0,5
5	Schieferweg 32	0,0105	0,0042	0,5
6	Schieferweg 30	0,0105	0,0044	0,4
7	Schieferweg 28	0,0105	0,0035	0,5
8	Schieferweg 24	0,0105	0,0035	0,5
9	Schieferweg 22	0,0105	0,0031	0,5
10	Schieferweg 20	0,0105	0,0027	0,5
11	Schieferweg 18	0,0105	0,0026	0,5
12	Schieferweg 16	0,0105	0,0022	0,5
13	Schieferweg 14	0,0105	0,0020	0,6
14	Schieferweg 12	0,0105	0,0017	0,7

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen zeigen, dass mit einer jahresmittleren Gesamtstaub-Depositionsrate von maximal 0,0044 g/(m²·d) am Beurteilungspunkt 6 die Irrelevanzschwelle zum Staubniederschlag von 0,0105 g/(m²·d) deutlich unterschritten wird.

7.4 Beurteilung der Gesamtbelastung

Wie die in den vorangegangenen Unterkapiteln dargestellten Ergebnisse der Immissionsberechnungen zeigen, werden die Irrelevanzschwellen zu den Jahresmittelwerten für Feinstaub $PM_{2,5}$ und PM_{10} sowie für die Staubdeposition deutlich eingehalten.

Eine Ermittlung der Gesamtbelastung zum Vergleich mit den Grenzwerten der jeweiligen Jahresmittelwerte ist daher nicht erforderlich.

8 Novellierung der EU-Luftqualitätsrichtlinien

Die Europäische Kommission hat am 26.10.2022 ihre Vorschläge zur Novellierung der EU-Luftqualitätsrichtlinien vorgestellt. Am 14.10.2024 hat der Rat der Europäischen Union der novellierten Luftqualitätsrichtlinie [30] zugestimmt und damit den Gesetzgebungsprozess auf europäischer Ebene abgeschlossen. Die Richtlinie wurde am 20.11.2024 im Amtsblatt der EU veröffentlicht [30] und ist am zwanzigsten Tag nach der Veröffentlichung in Kraft getreten. Die Mitgliedstaaten müssen die Richtlinie innerhalb von zwei Jahren nach ihrem Inkrafttreten in nationales Recht umsetzen.

Mit der neuen EU-Richtlinie 2024/2881 über Luftqualität und saubere Luft für Europa werden deutliche Verschärfungen der Grenzwerte für Luftschadstoffkonzentrationen umgesetzt, welche sich an den aktuellen globalen Luftgüteleitlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) [31] für Feinstaubpartikel (PM_{2,5} und PM₁₀), Ozon, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid orientieren.

Bei den ab dem Jahr 2030 geltenden Grenzwerten für die Luftschadstoffe NO₂ und PM₁₀ handelt es sich um die Hälfte der Grenzwerte zum Jahresmittelwert gemäß 39. BImSchV [3]. Für PM_{2,5} beträgt die Reduktion des jahresmittleren Grenzwertes 60 % des Grenzwertes gemäß 39. BImSchV.

Die neuen Grenzwerte für die jeweiligen Jahresmittelwerte bewegen sich im Bereich der aktuellen Hintergrundbelastungswerte. Neben den Grenzwerten zum Jahresmittelwert wurden auch die aktuellen Kurzzeitgrenzwerte verschärft, sowie neue Kurzzeitgrenzwerte für NO₂ und PM_{2,5} eingeführt.

In Tabelle 8.1 sind die Immissionsgrenzwerte der EU-Richtlinie 2024/2881 zusammengefasst und dargestellt.

Tabelle 8.1: Immissionsgrenzwerte gemäß der aktualisierten EU-Richtlinie 2024/2881 ab 2030 [30]

Luftschadstoff [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		NO ₂			PM ₁₀		PM _{2,5}	
Typ		IGW, JMW	IGW, TMW	IGW, SMW	IGW, JMW	IGW, TMW	IGW, JMW	IGW, TMW
Ab 2030	Grenzwert	20	50	200	20	45	10	25
	Zul. Überschreitungen pro Jahr	keine	18	3	keine	18	keine	18

IGW: Immissionsgrenzwert bei 293 K, 101,3 kPa; **JMW:** Jahresmittelwert; **TMW:** Tagesmittelwert; **SMW:** Stundenmittelwert

Diese Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden dabei gemäß Anhang IV A. 2. [30] an folgenden Orten nicht beurteilt:

- "an Standorten innerhalb von Bereichen, zu denen die Öffentlichkeit keinen Zugang hat und in denen es keine festen Wohnunterkünfte gibt"
- "[...] auf Fabrikgeländen oder in Industriegebieten, für die alle relevanten Bestimmungen für Gesundheitsschutz und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten"

- "auf den Fahrbahnen der Straßen und, sofern Fußgänger und Fahrradfahrer für gewöhnlich dorthin keinen Zugang haben, auf dem Mittelstreifen der Straßen"

Die Grenzwerte, welche durch EU-Richtlinien vorgegeben werden, werden in Deutschland durch die 39. BImSchV [3] in nationales Recht umgesetzt und sind ebenfalls in der TA Luft [2] festgeschrieben.

Es ist daher davon auszugehen, dass mit der Umsetzung der Neufassung der EU-Luftqualitätsrichtlinie neben der 39. BImSchV auch die TA Luft novelliert werden wird und somit die strengeren Grenzwerte zukünftig auch für genehmigungsbedürftige Anlagen einzuhalten sind. Inwiefern hier Übergangsfristen oder Ausnahmeregelungen gewährt werden, ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht bekannt.

Vorsorglich erfolgt nachfolgend eine Beurteilung der berechneten jahresmittleren Konzentrationen von Feinstaub $PM_{2,5}$ und PM_{10} gemäß den anzunehmenden neuen Irrelevanzschwellen von 3% des jeweiligen zukünftigen Grenzwertes zum Jahresmittelwert.

Diese betragen dann voraussichtlich $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Feinstaub $PM_{2,5}$ und $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Feinstaub PM_{10} .

Wie die in der Tabelle 7.1 dargestellten Ergebnisse für Feinstaub $PM_{2,5}$ zeigen, würde mit einer maximalen Zusatzbelastung von $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auch die (möglicherweise) strengere Irrelevanzschwelle von $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten werden.

Für Feinstaub PM_{10} werden gemäß Tabelle 7.2 maximale Zusatzbelastungen von bis zu $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Die (möglicherweise) strengere Irrelevanzschwelle von $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ würde dann an einzelnen Beurteilungspunkten überschritten werden.

Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die vorliegende Immissionsprognose im Sinne einer Berechnung auf der sicheren Seite zum einen ohne Einflüsse durch Betriebsgebäude (siehe Kapitel 6.1.3) und zum anderen unter Berücksichtigung einer höheren Staubneigung (siehe 5.3) durchgeführt wurde. Es ist daher davon auszugehen, dass auch für Feinstaub PM_{10} eine gegebenenfalls zukünftig verschärfte Irrelevanzschwelle eingehalten werden wird.

9 Zusammenfassung

Die Schiefergruben Magog GmbH & Co. KG betreibt im Ortsteil Bad Fredeburg der Stadt Schmallenberg die Schiefergrube „Magog“ zur Gewinnung und Verarbeitung von Schiefer. Es ist beabsichtigt, die Betriebsflächen in süd-westliche Richtung zu erweitern um ein ebenes Gelände zu erhalten, auf welchem weitere Produktionsstätten errichtet werden können. Das Planrecht hierzu soll über den Bebauungsplan Nr. 171 "Schiefergruben Magog" erreicht werden.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens war eine Staubimmissionsprognose gemäß der TA Luft zur Ermittlung der zu erwartenden Staubimmissionen (Feinstaub PM_{2,5} und PM₁₀ sowie Staubdeposition) in der Nachbarschaft durchzuführen. Bestehende Genehmigungen für den Betrieb des Werks zur Produktverarbeitung bleiben hierbei unberührt.

Die Staubemissionen wurden gemäß der VDI 3790 Blatt 3 und Blatt 4 sowie gemäß der LUBW-Arbeitshilfe "Ermittlung von Emissionsfaktoren diffuser Stäube" berechnet.

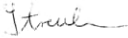
Die Ermittlung der Abgasemissionen der auf dem Betriebsgelände eingesetzten Maschinen erfolgten gemäß TREMOD-MM und der Lkw-Fahrten gemäß HBFEA 4.2.

Die so ermittelten Emissionen wurden in einem ersten Schritt mit den Bagatellmassenströmen der TA Luft verglichen. Diese liegen über den zulässigen Bagatellmassenströmen (siehe Kapitel 4.2 und 5), sodass im nächsten Schritt eine Immissionsberechnung erfolgte.


Die ermittelten Immissionswerte wurden mit den Irrelevanzkriterien der TA Luft (3 % vom jeweiligen Grenzwert) verglichen und beurteilt. Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen zeigen für Feinstaub PM_{2,5}, Feinstaub PM₁₀ und Staubdepositionen eine deutliche Einhaltung des jeweiligen Irrelevanzkriteriums.

Eine Ermittlung der Gesamtbelastung mit den Grenzwerten zum jeweiligen Jahresmittelwert war daher nicht erforderlich.

Peutz Consult GmbH


10.12.2025
EES - Signiert über Certification

i.V. Dipl.-Ing. Oliver Streuber
(fachliche Verantwortung / Projektbearbeitung)


10.12.2025
EES - Signiert über Certification

i.V. Dipl.-Geogr. Björn Siebers
(Qualitätskontrolle)

Anlagenverzeichnis

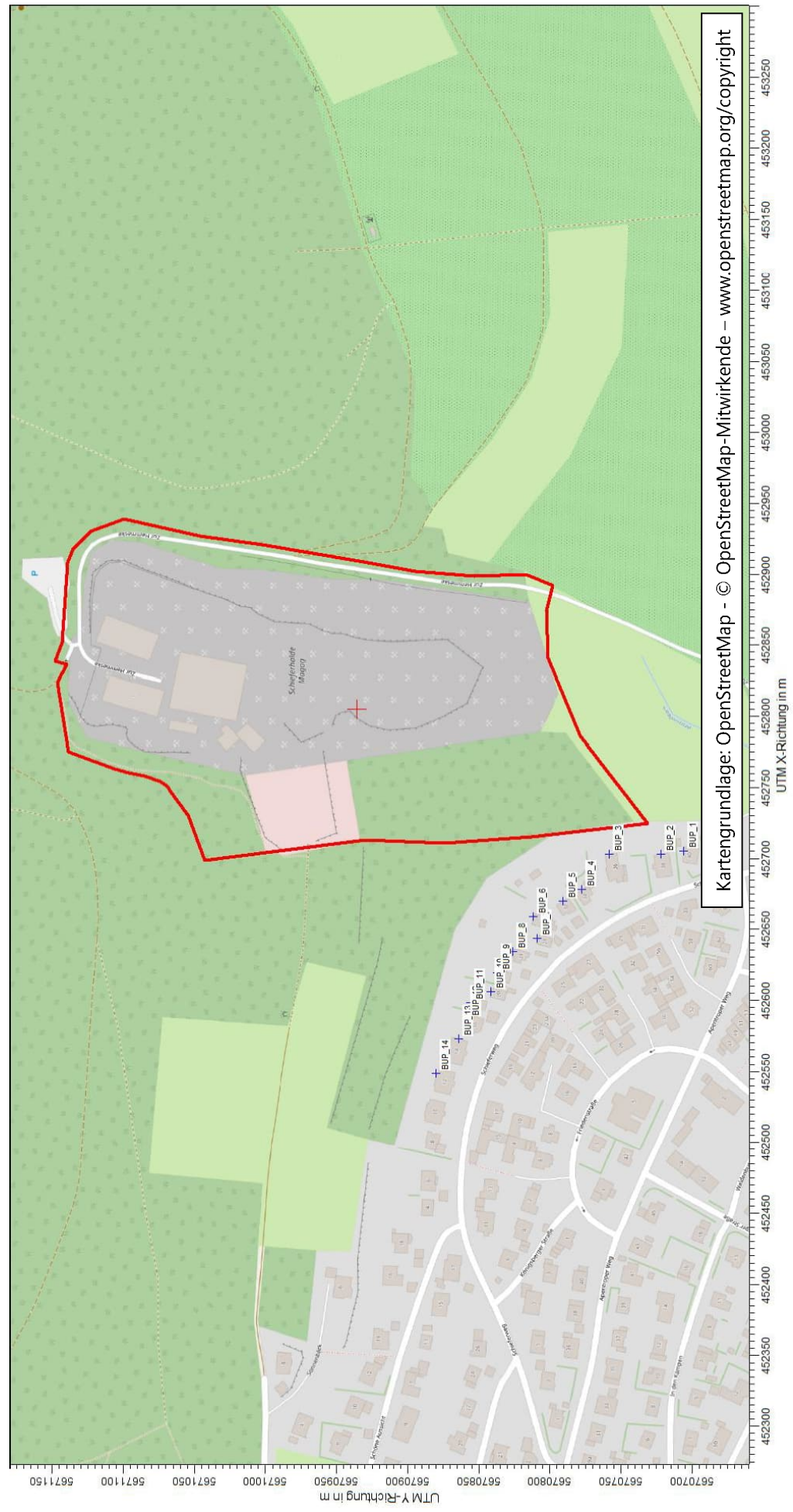
Anlage 1.1:	Bebauungsplan Nr. 171 "Schiefergruben Magog"
Anlage 1.2:	Übersichtslageplan mit Kennzeichnung des Plangebietes und Darstellung der Immissionsorte im Umfeld
Anlage 2.1:	Lage der Quellen für die Schiefergruben Magog
Anlage 2.2:	Emissionsberechnungen für die Schiefergruben Magog
Anlage 3:	Synthetische Windstatistik für Bad Fredeburg des Jahres 2015
Anlage 4:	Geländerauigkeiten im Rechengebiet
Anlage 5:	Dimensionierung der Rechengitter
Anlage 6:	Feinstaub (PM _{2,5}) Zusatzbelastung als Jahresmittelwert
Anlage 7:	Feinstaub (PM ₁₀) Zusatzbelastung als Jahresmittelwert
Anlage 8:	Zusatzbelastung des Staubniederschlages als Jahresmittelwert
Datenanhang (10 Seiten)	AUSTAL Eingabe- und Log-Dateien
Datenanhang (15 Seiten)	Dokumentation eines Wetterdatensatzes im AKTERM Format zur Verwendung in Ausbreitungsrechnungen- Anlagenposition bei Bad Fredeburg, Schmallenberg

Anlage 1.1: **Bebauungsplan Nr. 171 "Schiefergruben Magog"**
Planstand: 29.07.2024

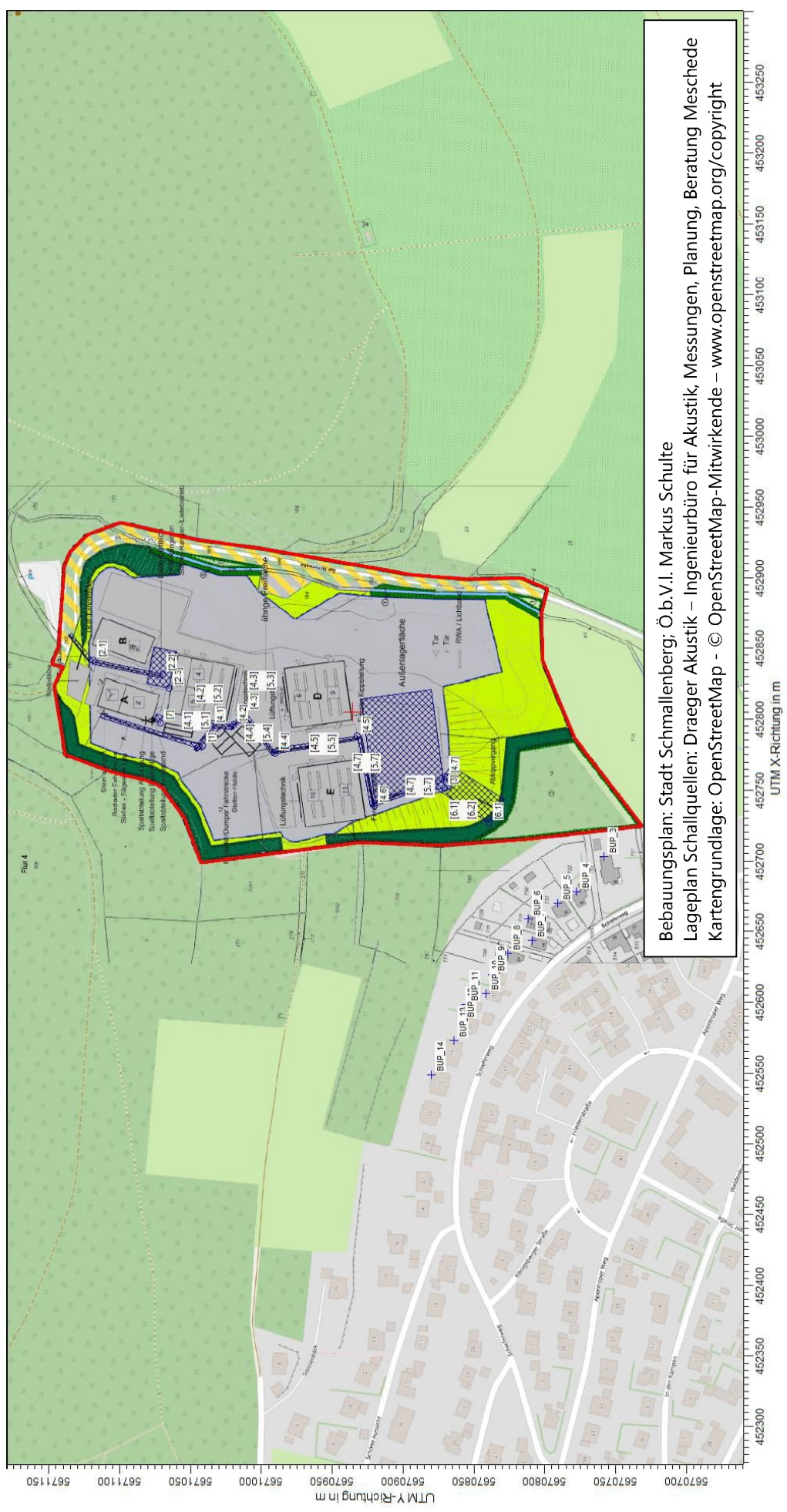


Bebauungsplan: Stadt Schmallenberg; Ö.b.v.l. Markus Schulte

Anlage 1.2: Übersichtslageplan mit Kennzeichnung des Plangebietes und Darstellung der Immissionsorte im Umfeld



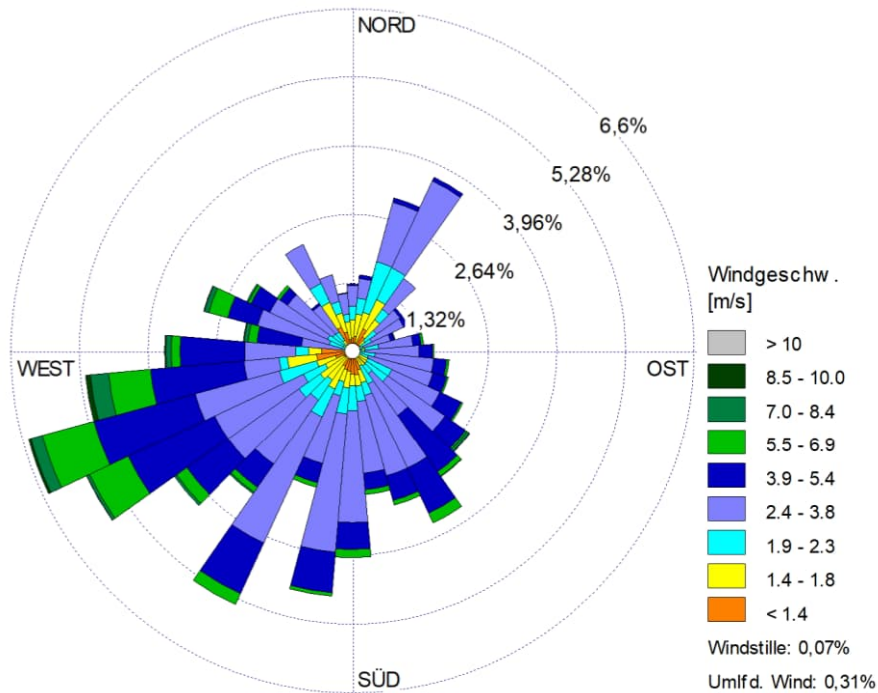
Anlage 2.1: Lage der Quellen für die Schiefergrube Magog



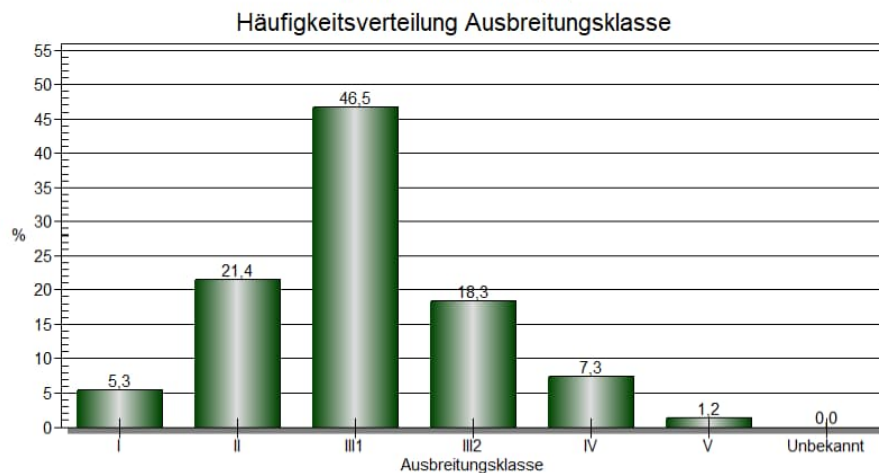
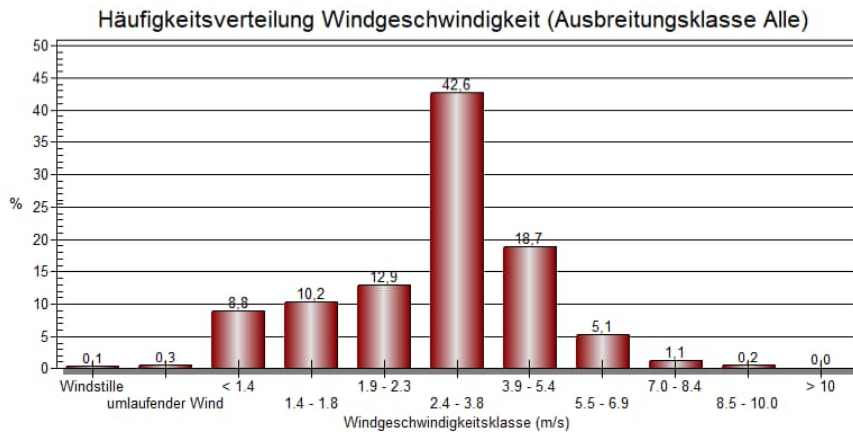
Gesamtemissionen der Quellen (Vorgänge plus Motoremissionen)

Quellen und Emissionen AUSTAL

Quelle Nr.	Beschreibung	Material (informativ):	Umschlag: Informativ [t/a*Quelle]	Mit Motor- Emissionen? Informativ	pm-1 (pm25-1) [kg/h Betrieb]	Emission AUSTAL:		Emission AUSTAL (Wissenschaftliches Format):			
						pm-2 [kg/h Betrieb]	pm-u [kg/h Betrieb]	pm-1 (pm25-1) [kg/h Betrieb]	pm-2 [kg/h Betrieb]	pm-u [kg/h Betrieb]	pm-u [kg/h Betrieb]
[1]	Transport Schieferblöcke aus Stollen mit Radlader - 80 m			TREM0D-MM	0,000282	0,000883	0,004903	2,818E-04	8,830E-04	4,903E-03	4,903E-03
[2.1]	Lkw-Fahstrecke (40 t) - 25 m			HBEFA	0,000324	0,001042	0,005589	3,237E-04	1,042E-03	5,589E-03	5,589E-03
[2.2]	Lkw-Fahstrecke (40 t) - 50 m			HBEFA	0,000647	0,002083	0,011178	6,473E-04	2,083E-03	1,118E-02	1,118E-02
[2.3]	Gabelstaplerfahrten im Lieferbereich (3 t Nutzlast) - 50 m			TREM0D-MM	0,001782	0,003779	0,020983	1,782E-03	3,779E-03	2,098E-02	2,098E-02
[3]	Gabelstaplerfahrten auf der Außenlagerfläche			TREM0D-MM	0,000967	0,007705	0,020484	9,667E-04	7,705E-03	2,048E-02	2,048E-02
[4.1]	Dumper-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 20 m			TREM0D-MM	0,000239	0,000481	0,002672	2,387E-04	4,812E-04	2,672E-03	2,672E-03
[4.2]	Dumper-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 15 m			TREM0D-MM	0,000200	0,000361	0,002004	2,003E-04	3,609E-04	2,004E-03	2,004E-03
[4.3]	Dumper-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 15 m			TREM0D-MM	0,000200	0,000361	0,002004	2,003E-04	3,609E-04	2,004E-03	2,004E-03
[4.4]	Dumper-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 35 m			TREM0D-MM	0,000354	0,000842	0,004677	3,539E-04	8,422E-04	4,677E-03	4,677E-03
[4.5]	Dumper-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 60 m			TREM0D-MM	0,000546	0,001444	0,008017	5,459E-04	1,444E-03	8,017E-03	8,017E-03
[4.6]	Dumper-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 50 m			TREM0D-MM	0,001231	0,010366	0,025044	1,231E-03	1,037E-02	2,904E-02	2,904E-02
[4.7]	Dumper-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 55 m			TREM0D-MM	0,001345	0,011403	0,031949	1,345E-03	1,140E-02	3,195E-02	3,195E-02
[5.1]	Radlader-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 20 m			TREM0D-MM	0,000200	0,000235	0,001308	1,995E-04	2,355E-04	1,308E-03	1,308E-03
[5.2]	Radlader-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 15 m			TREM0D-MM	0,000181	0,000177	0,000981	1,807E-04	1,766E-04	9,807E-04	9,807E-04
[5.3]	Radlader-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 15 m			TREM0D-MM	0,000181	0,000177	0,000981	1,807E-04	1,766E-04	9,807E-04	9,807E-04
[5.4]	Radlader-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 35 m			TREM0D-MM	0,000256	0,000412	0,002288	2,559E-04	4,121E-04	2,288E-03	2,288E-03
[5.5]	Radlader-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 60 m			TREM0D-MM	0,000350	0,000706	0,003923	3,498E-04	7,064E-04	3,923E-03	3,923E-03
[5.6]	Radlader-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 50 m			TREM0D-MM	0,000753	0,005685	0,015927	7,527E-04	5,685E-03	1,593E-02	1,593E-02
[5.7]	Radlader-Fahrten mit Abraum von Stollen zur Halde - 55 m			TREM0D-MM	0,000816	0,006253	0,017519	8,155E-04	6,253E-03	1,752E-02	1,752E-02
[6.1]	Abkippen von Abraum durch Dumper an Haldenkante			Nein	0,004442	0,016510	0,062855	4,442E-03	1,651E-02	6,285E-02	6,285E-02
[6.2]	Abkippen von Abraum durch Radlader an Haldenkante			Nein	0,001686	0,006265	0,023852	1,686E-03	6,265E-03	2,385E-02	2,385E-02
[7]	Materialtransport mittels Förderband und Abwurf			Nein	0,042028	0,156217	0,594733	4,203E-02	1,562E-01	5,947E-01	5,947E-01

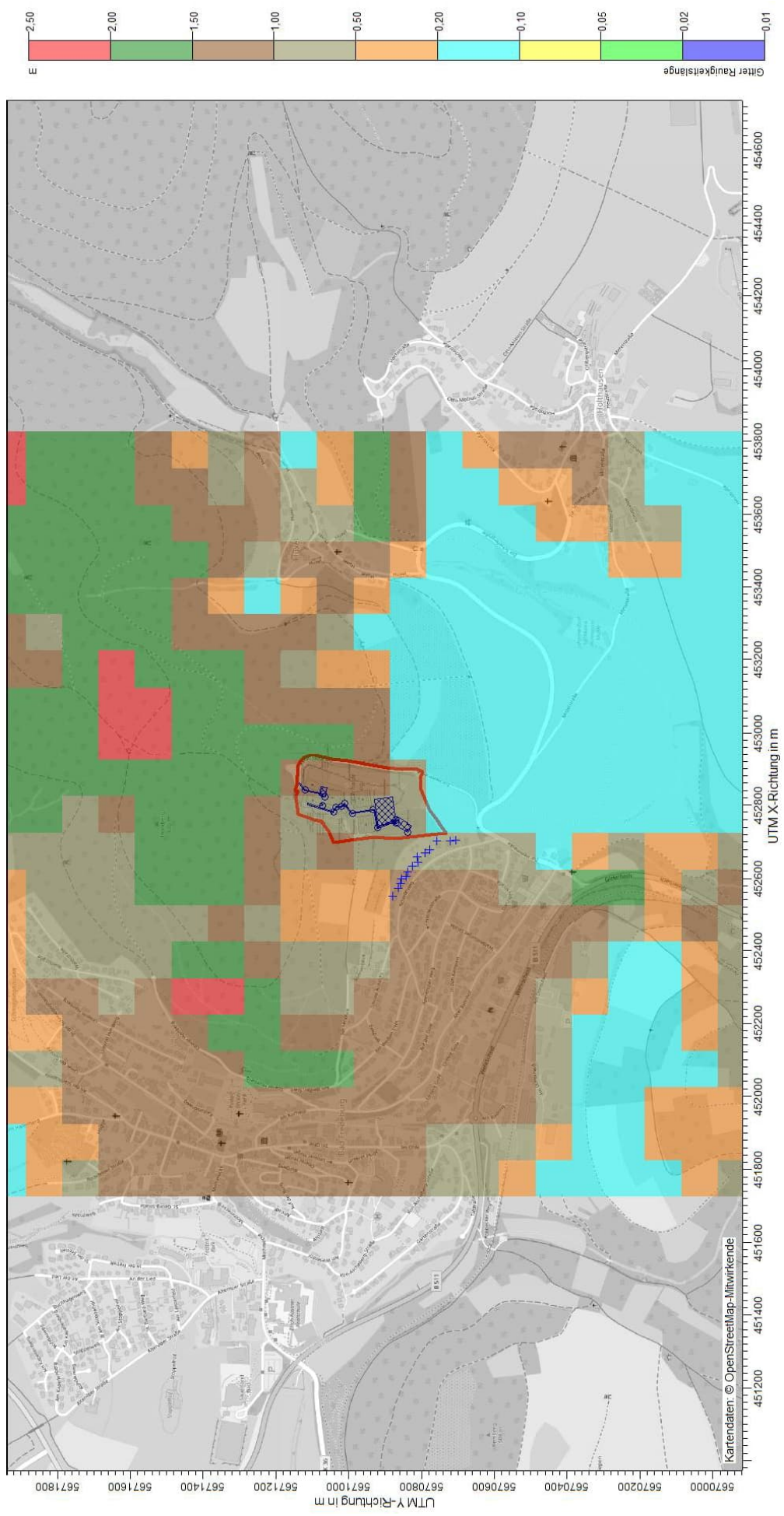


Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten

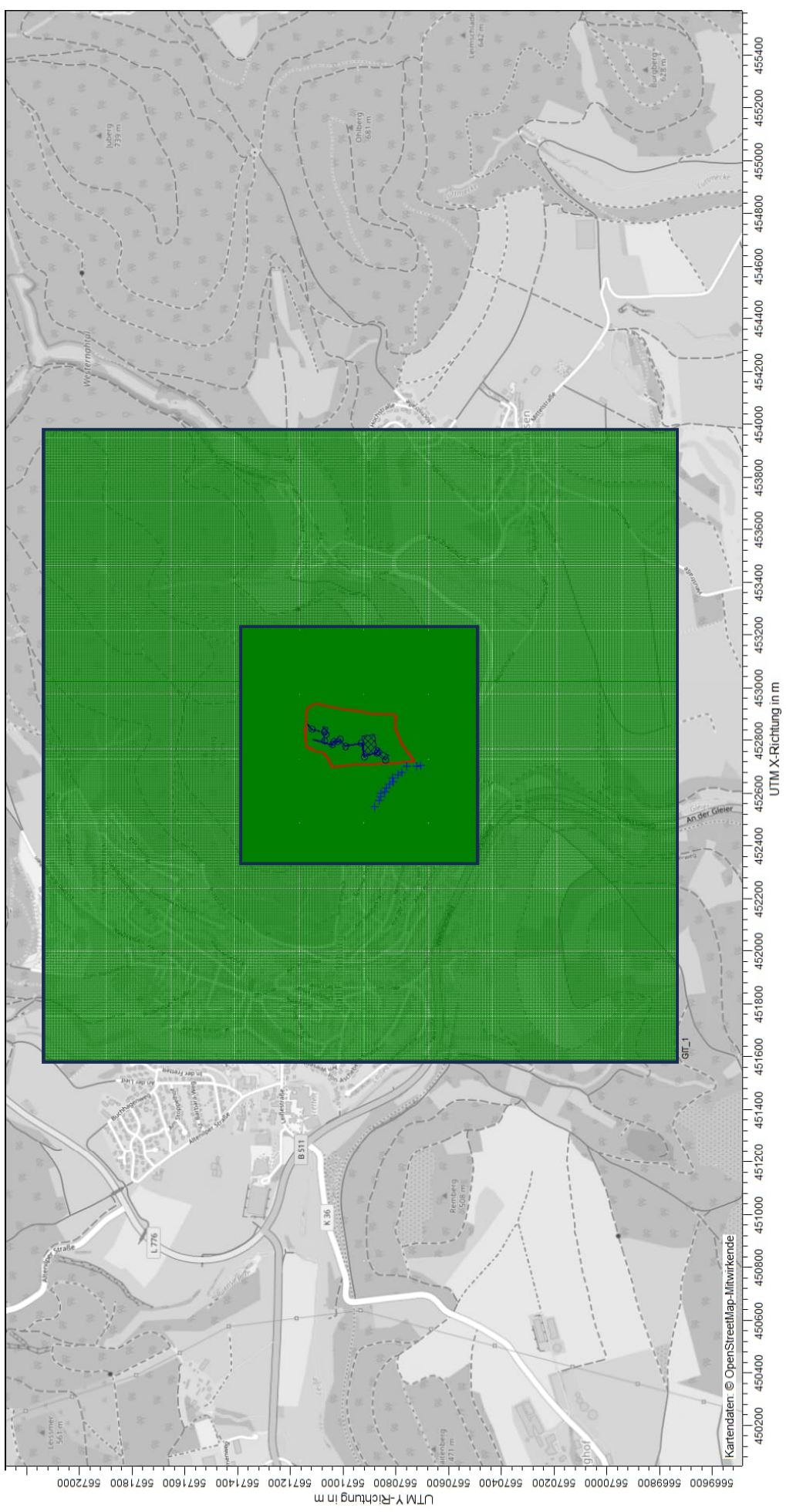


Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeits- und Ausbreitungsklassen

Anlage 4: Geländerauigkeiten im Rechengebiet

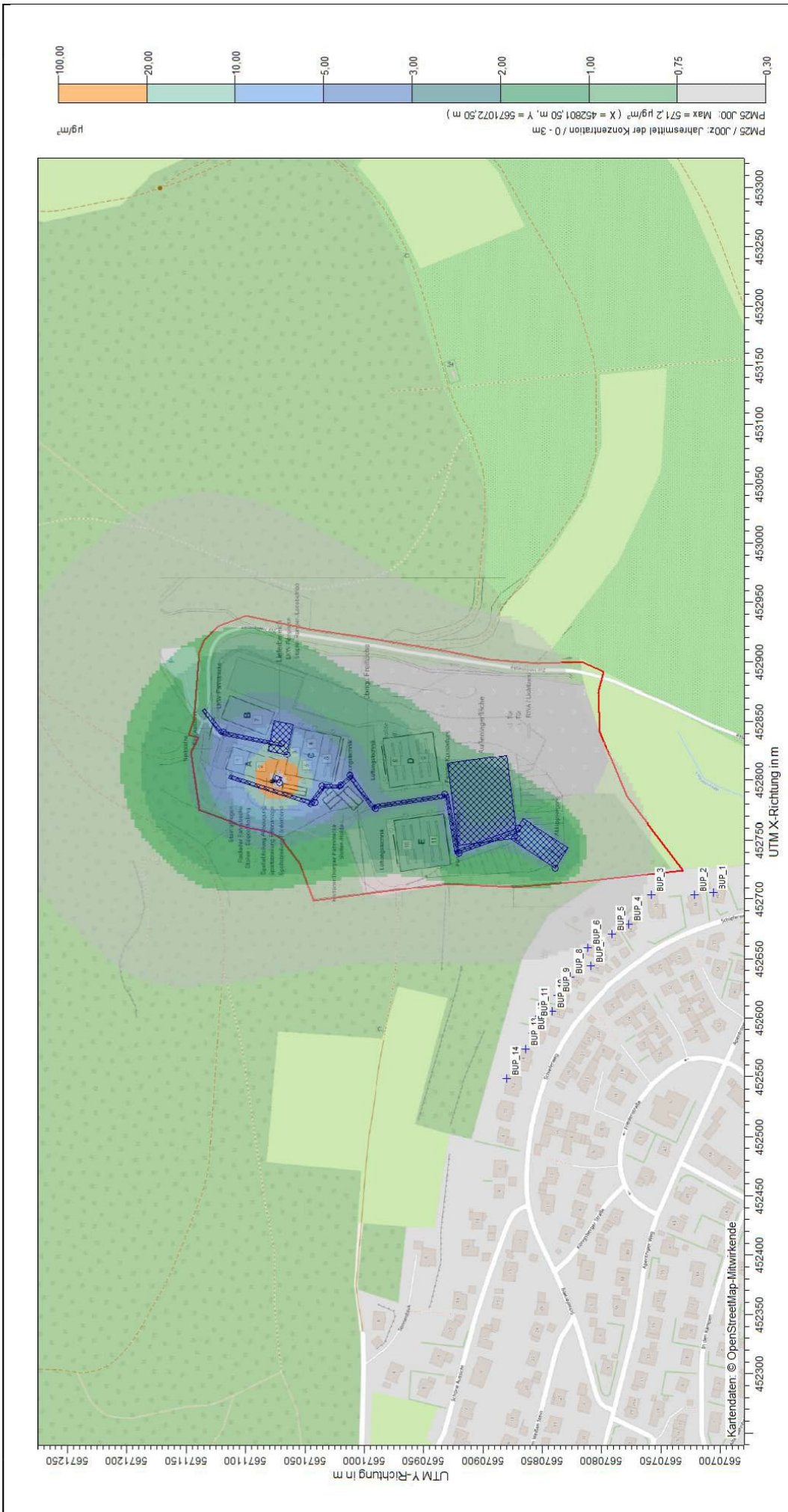


Anlage 5: Dimensionierung der Rechengitter



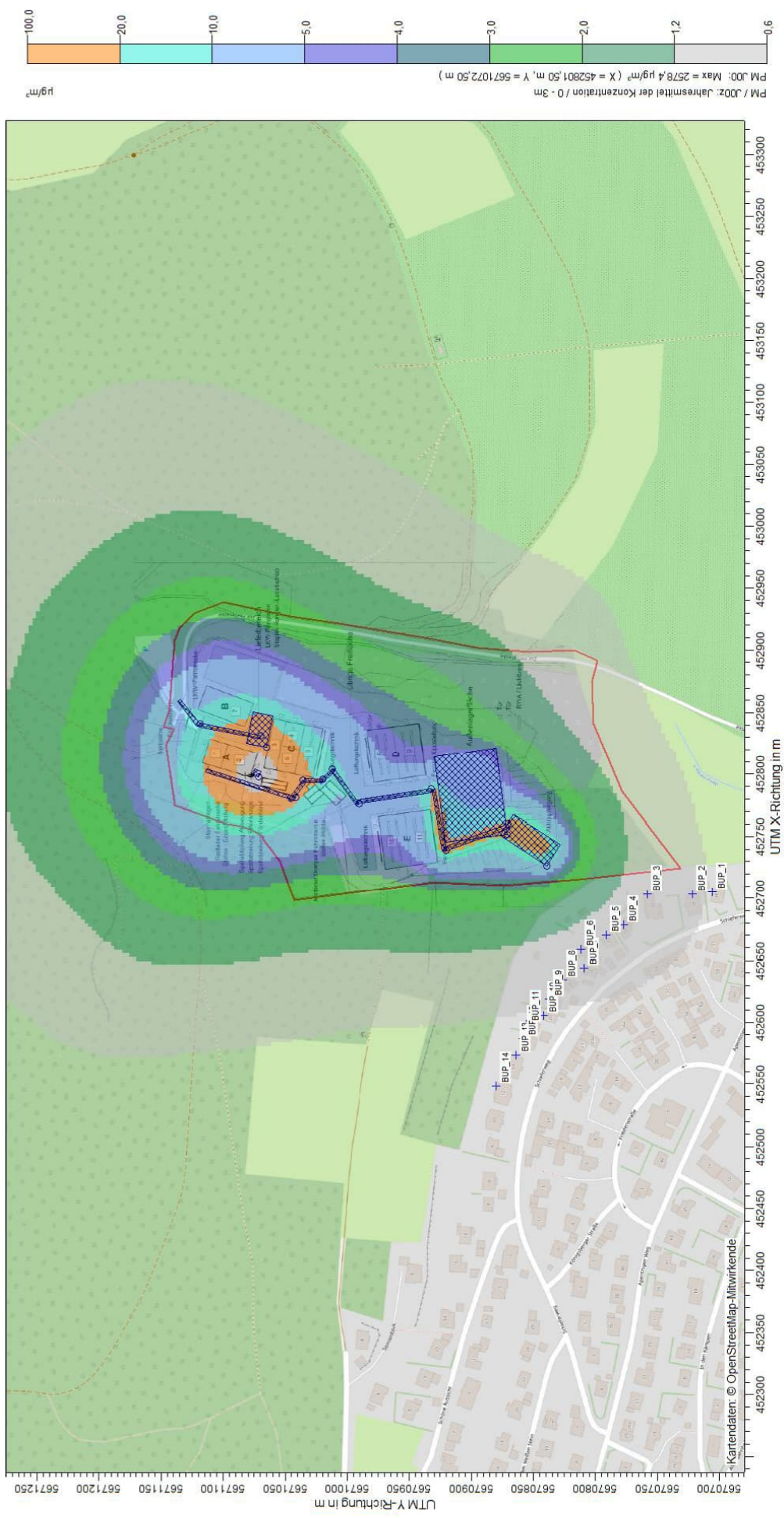
Kartengrundlage: OpenStreetMap - © OpenStreetMap-Mitwirkende – www.openstreetmap.org/copyright

Anlage 6: Feinstaub (PM_{2,5}) Zusatzbelastung als Jahresmittelwert durch die Schiefergrube Magog in einer Auswertehöhe von 1,5m
 Irrelevanzschwelle TA Luft (3 % des Grenzwertes) für PM_{2,5} = 0,75 µg/m³

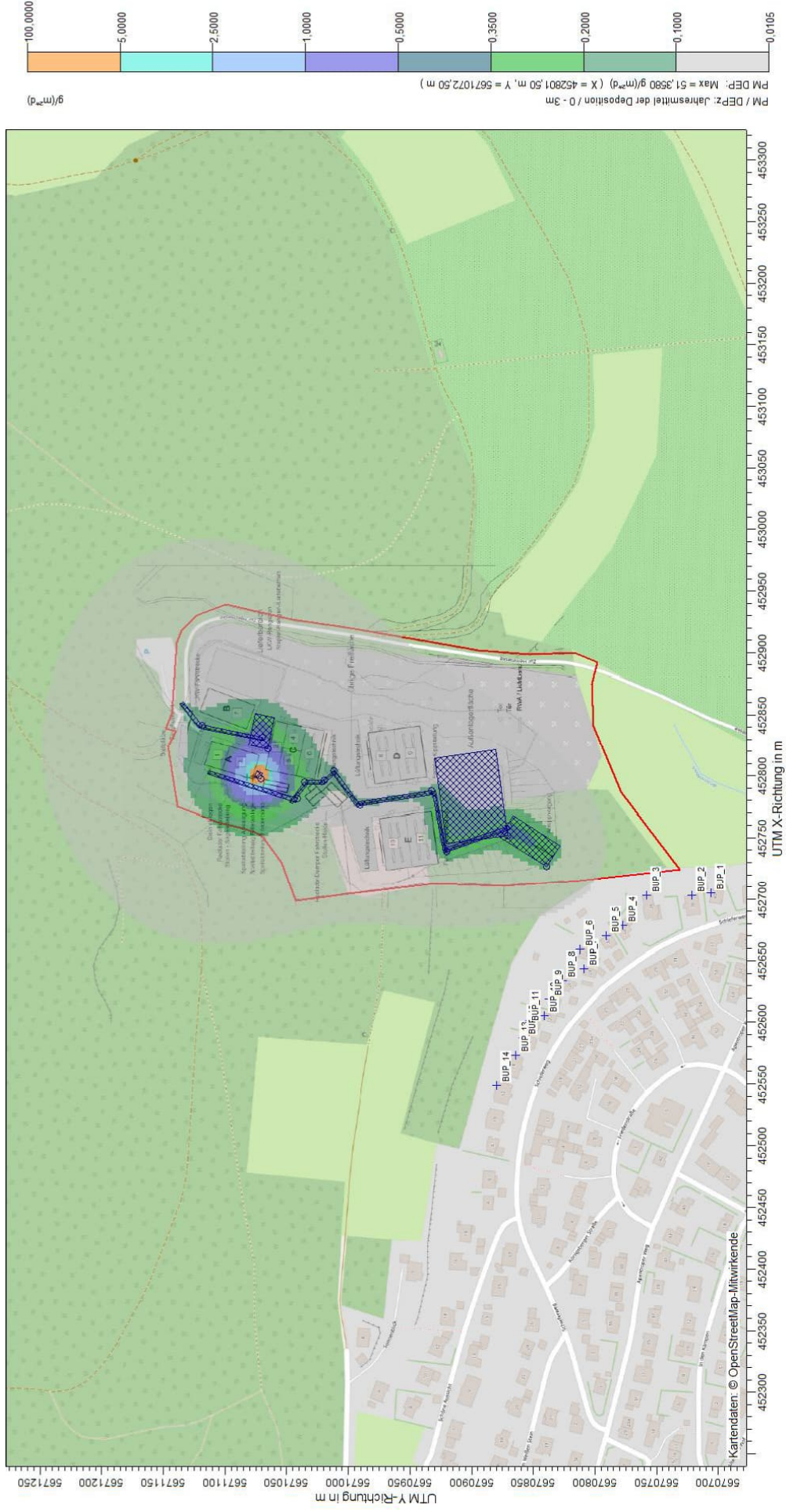


Anlage 7: Feinstaub (PM₁₀) Zusatzbelastung als Jahresmittelwert durch die Schiefergrube Magog in einer Auswertehöhe von 1,5m

Irrelevanzschwelle TA Luft (3 % des Grenzwertes) für PM₁₀ = 1,2 µg/m³



Anlage 8: Zusatzbelastung des Staubniederschlags als Jahresmittelwert durch die Schiefergrube Magog in einer Auswertehöhe von 1,5m
 Irrelevanzschwelle TA Luft (3 % des Grenzwertes) für Gesamtstaub = 0,0105 g/(m²·d)



Datenanhang: TALDIA-Log-Datei, AUSTAL Eingabe und AUSTAL Log-Datei



```
-- AUSTAL-Eingaben erzeugt mit:
-- AUSTAL View Ver. 11.0.27
-- (c) Lakes Environmental Software Inc.
-- ArguSoft GmbH & Co KG
-- Datum: 28.11.2025
-- Datei: C:\AUSTAL-Projekte\5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027\ austal.txt
--
=====
-- Optionen Projektion
=====
-- PROJCTN CoordinatesSystemUTM
-- DESCPTN UTM: Universal Transverse Mercator
-- DATUM European Terrestrial Reference System 1989
-- DTMRGN Europe
-- UNITS m
-- ZONE 32
-- ZONEINX 0
--
=====
-- STEUERUNGS-OPTIONEN
=====
ti "5487_C_Staub_Schiefergrube_Mago" 'Projekt-Titel
ux 32452805 'x-Koordinate des Bezugspunktes
uy 5670936 'y-Koordinate des Bezugspunktes
qs 6 'Qualitätsstufe
--
=====
-- METEO-OPTIONEN
=====
-- Stations-ID: 1
-- Jahr: 04.10.2014 - 03.10.2015
--
az "BadFredeburg.modelled.akterm" 'AKT-Datei
--
-- RECHENGLITTER
--
dd 3.0 6.0 'Zellengröße (m)
x0 -479.0 -1229.0 'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
```

Datenanhang: TALDIA-Log-Datei, AUSTAL Eingabe und AUSTAL Log-Datei



```

nx 300          400          'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
y0 -450.0      -1200.0     'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
ny 300          400          'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
os +NOSTANDARD
--
--
-- QUELLEN-PARAMETER
--
-- xq = x-Koordinate der Quelle (m)
-- yq = y-Koordinate der Quelle (m)
-- hq = H he der Quelle (m)
-- aq = L nge in X-Richtung (m)
-- bq = L nge in Y-Richtung (m)
-- cq = L nge in Z-Richtung (m)
-- wq = Drehwinkel der Quelle (Grad)
-- dq = Durchmesser der Quelle (m)
-- vq = Abgasgeschw. der Quelle (m/s)
-- tq = Austrittstemperatur ( C)
-- lq = Fl ssigwassergehalt (kg Wasser/kg feuchte Luft)
-- rq = Relative Feuchte des Schwadens (%)
-- zq = Wasserbeladung [kg Wasser/kg trockene Luft]
-- sq = Spezifische Feuchte [kg Wasserdampf/kg feuchte Luft]
-- rf = Faktor stack-tip downwash
--
-- [1]          [2.1]      [2.2]      [2.3]      [3]          [4.1]      [4.2]      [4.3]
[4.4]          [4.5]      [4.6]      [4.7]      [5.1]      [5.2]      [5.3]      [5.4]
[5.5]          [5.6]      [5.7]      [6.1]      [6.2]      [7]        [7]        [7]
xq -23.62      36.21      26.73      17.15      -53.25      -9.97      -8.92      -0.74
-28.66        -17.06      -66.10      -45.16      -9.97      -8.92      -0.74      -28.66
-17.06        -66.10      -45.16      -78.43      -78.43      -7.44      -7.44      -28.66
yq 105.50      182.57      133.73      129.10      -64.99      99.36      83.53      75.82
54.37         -3.54      -65.83      -65.83      99.36      83.53      75.82      54.37
-3.54        -15.87      -65.83      -96.93      -96.93      135.14     135.14     54.37
hq 0.00        0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00         0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00         0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00

```


Datenanhang: TALDIA-Log-Datei, AUSTAL Eingabe und AUSTAL Log-Datei



```

--
-- [1] [2.1] [2.2] [2.3] [3] [4.1] [4.2] [5.1] [5.2] [5.3]
-- [4.3] [4.4] [4.5] [4.6] [4.7] [5.1] [5.2] [5.3]
-- [5.4] [5.5] [5.6] [5.7] [6.1] [6.2] [7]
pm-1 ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
pm-2 ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
pm-u ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
pm25-1 ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
--
-- MONITOR-PUNKTE
--
-- xp = x-Koordinate des Monitor-Punktes (m)
-- yp = y-Koordinate des Monitor-Punktes (m)
-- hp = Höhe des Monitor-Punktes
--
-- BUP_1 BUP_2 BUP_3 BUP_4 BUP_5 BUP_6 BUP_7 BUP_8
BUP_9 BUP_10 BUP_11 BUP_12 BUP_13 BUP_14
xp -99.86 -101.76 -101.76 -126.77 -135.02 -146.01 -185.84 -199.00 -206.44
-218.15 -232.08 -256.55
yp -230.12 -214.19 -177.58 -158.50 -144.93 -123.97 -98.93 -94.59 -80.04
-77.62 -71.81 -56.04
hp 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00
10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00
--
--
-- *
```

Datenanhang: TALDIA-Log-Datei, AUSTAL Eingabe und AUSTAL Log-Datei



```

2025-11-28 14:49:20 AUSTAL gestartet

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.3.0-WI-x
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2024
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2024

=====
Modified by Petersen+Kade Software , 2024-03-28
=====

Arbeitsverzeichnis: C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004

Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-28 12:47:12
Das Programm läuft auf dem Rechner "PCON-288".

===== Beginn der Eingabe =====
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\austral.settings"
> ti "5487 C Staub_Schiefergrube_Mago"
> ux 32452805
> uy 5670936
> qs 6
> az "BadFredeburg.modelled.akterm"
> dd 3.0 6.0
> x0 -479.0 -1229.0
> nx 300 400
> y0 -450.0 -1200.0
> ny 300 400
> os +NOSTANDARD
> xq -23.62 36.21 26.73 17.15 -53.25
0.74 -28.66 -17.06 -66.10 -66.10 -45.16 -45.16 -78.43 -78.43 -9.97 -9.97 -8.92 -8.92 -0.74
-8.92 -7.44 -7.44 83.53 83.53 83.53 83.53 75.82 75.82
> yq 105.50 182.57 133.73 129.10 -64.99 -64.99 -65.83 -65.83 -96.93 -96.93 135.14 135.14
75.82 54.37 -3.54 -15.87 -3.54 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> hq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

```

Datenanhang: TALDIA-Log-Datei, AUSTAL Eingabe und AUSTAL Log-Datei



> aq	75.00	25.00	50.00	26.00	70.00	20.00	15.00	15.00
15.00	35.00	60.00	50.00	50.00	55.00	20.00	15.00	15.00
35.00	60.00	50.00	55.00	55.00	20.00	20.00	5.00	5.00
> bq	3.00	3.00	3.00	16.00	50.00	3.00	3.00	3.00
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	45.00	45.00	5.00	5.00
> cq	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00	5.00	2.00	2.00
> wq	72.33	38.91	78.53	348.48	7.55	142.35	89.31	89.31
130.84	36.11	98.63	10.26	10.26	109.62	142.35	89.31	89.31
36.11	98.63	10.26	10.26	109.62	327.26	327.26	342.26	342.26
> dq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> vq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> tq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> lq	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
> xq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> zq	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
> sq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> rf	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Datenanhang: TALDIA-Log-Datei, AUSTAL Eingabe und AUSTAL Log-Datei



```

> pm-1 ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
> pm-2 ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
> pm-u ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
> pm25-1 ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
> xp -99.86 -101.76 -101.76 -126.77 -135.02 -146.01 -161.30 -170.82 -185.84 -199.00 -206.44
-218.15 -232.08 -256.55
> yp -230.12 -214.19 -177.58 -158.50 -144.93 -123.97 -127.06 -109.85 -98.93 -94.59 -80.04
-77.62 -71.81 -56.04
> hp 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00 10.00
10.00 10.00 10.00
===== Ende der Eingabe =====

```

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD) !

Anzahl CPUs: 4
 Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.

Datenanhang: TALDIA-Log-Datei, AUSTAL Eingabe und AUSTAL Log-Datei



Die Höhe hq der Quelle 16 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 17 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 18 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 19 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 20 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 21 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 22 beträgt weniger als 10 m.

Standard-Kataster z0-utm.dhna (e9ea3bcd) wird verwendet.

Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.851 m.

Der Wert von z0 wird auf 1.00 m gerundet.

Die Zeitreihen-Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/zeitreihe.dhna" wird verwendet.

Es wird die Anemometerhöhe ha=21.4 m verwendet.

Die Angabe "az BadFredeburg.modelled.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663
Prüfsumme TALDIA adcc659c
Prüfsumme SETTINGS b853d6c4
Prüfsumme SERIES c95de5dc

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm".

TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0).

TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-t35z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-t35s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-t35i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-t00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-t00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-t00i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-depz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-deps01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-t35z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487_C_Staub_Schiefergrube_Magog_AUSTAL_11027/erg0004/pm-t35s02" ausgeschrieben.

Datenanhang: TALDIA-Log-Datei, AUSTAL Eingabe und AUSTAL Log-Datei



```
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm-t35i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm-t00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm-t00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm-t00i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm-depz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm-deps02" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm25".
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0).
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm25-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm25-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm25-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm25-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL 3.3.0-WI-x.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
TMO: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm-zbpbz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm-zbps" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm25"
TMO: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm25-zbpbz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "C:/AUSTAL-Projekte/5487 C Staub Schiefergrube Magog AUSTAL_11027/erg0004/pm25-zbps" ausgeschrieben.
=====
```

Auswertung der Ergebnisse:
=====

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

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

```
Maximalwerte, Deposition
=====
PM      DEP :    51.3580 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x=   -4 m, y=  137 m (1:159,196)
=====
```

Datenanhang: TALDIA-Log-Datei, AUSTAL Eingabe und AUSTAL Log-Datei



Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

```

=====
PM J00 : 2578.4 µg/m³ (+/- 0.0%) bei x= -4 m, y= 137 m (1:159,196)
PM T35 : 4419.5 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= -4 m, y= 137 m (1:159,196)
PM T00 : 6655.8 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= -4 m, y= 137 m (1:159,196)
PM25 J00 : 571.2 µg/m³ (+/- 0.0%) bei x= -4 m, y= 137 m (1:159,196)
=====
    
```

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

```

=====
PUNKT 01 02 03 04 05 06
07 08 09 10 11 12 13 14
xp -100 -186 -199 -102 -127 -146
-161 -171 -230 -214 -218 -232 -257
yp -110 -99 -95 -178 -159 -124 -56
hp 10.0 10.0 10.0 10.0 10.0 10.0 10.0
10.0 10.0 10.0 10.0 10.0 10.0 10.0
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
PM DEP 0.0021 0.6% 0.0024 0.6% 0.0039 0.5% 0.0042 0.5% 0.0042 0.4% 0.0044 0.4% 0.0035
0.5% 0.0035 0.5% 0.0031 0.5% 0.0027 0.5% 0.0026 0.5% 0.0022 0.6% 0.0020 0.6% 0.0017 0.7%
g/(m²*d)
PM J00 0.6 0.1% 0.5 0.1% 0.6 0.1% 0.7 0.1% 0.7 0.1% 0.7 0.1% 0.8 0.1% 0.8 0.1% 0.7 0.2%
0.1% 0.1% 0.5 0.1% 0.5 0.1% 0.5 0.1% 0.4 0.1% 0.4 0.1% 0.4 0.1% 0.4 0.1% 0.3 0.2%
µg/m³
PM T35 2.2 1.2% 1.7 1.2% 1.9 1.6% 2.5 1.2% 2.6 0.9% 2.5 0.9% 2.5 1.2% 2.5 1.2% 2.2
1.2% 1.2% 2.0 1.2% 1.8 1.3% 1.6 1.5% 1.6 1.5% 1.4 1.6% 1.4 1.5% 1.4 1.5% 1.2 1.4%
µg/m³
PM T00 5.0 0.8% 5.7 0.7% 6.4 0.7% 8.2 0.6% 7.8 0.6% 7.2 0.7% 6.5 1.0% 6.5 1.0% 5.5
0.9% 0.8% 4.3 0.7% 4.1 0.8% 4.2 0.8% 4.2 0.8% 4.4 0.7% 4.6 0.7% 4.5 0.7% 4.5 0.7%
µg/m³
PM25 J00 0.2 0.1% 0.1 0.1% 0.1 0.1% 0.2 0.1% 0.2 0.1% 0.2 0.1% 0.2 0.1% 0.2 0.1% 0.2
0.1% 0.1% 0.1 0.1% 0.1 0.1% 0.1 0.1% 0.1 0.1% 0.1 0.1% 0.1 0.1% 0.1 0.1% 0.1 0.2%
µg/m³
=====
    
```

2025-11-30 02:08:07 AUSTAL beendet.

Dokumentation eines Wetterdatensatzes im AKTERM Format

zur Verwendung
in Ausbreitungsrechnungen

**Anlagenposition bei Bad Fredeburg,
Schmallenberg**

(UTM32) RW 452757, HW 5670869

12.11.2025



Von der IHK Berlin öffentlich
bestellter und vereidigter
Sachverständiger für die
Berechnung der Ausbrei-
tung von Gerüchen und
Luftschadstoffen

Dipl.-Met. André Förster

Weserstraße 17
10247 Berlin

Titel	:	Dokumentation eines Wetterdatensatzes zur Verwendung in Ausbreitungsrechnungen im AKTERM Format
Anlagenposition	:	Bad Fredeburg, Schmalleberg (UTM32) RW 452757, HW 5670869
Datenherkunft	:	modelliert nach VDI 3783 Blatt 16
AKTERM Name	:	BadFredeburg.modelled.akterm
Stand	:	12.11.2025
Bearbeiter	:	B.Sc. Lucca Schmidt Dipl.-Met. André Förster
Umfang	:	15 Seiten insgesamt inklusive Deckblatt und Anhang

Inhaltsverzeichnis

Anmerkung zur Verwendung einer modellierten AKTERM.....	3
1 Zusammenfassung der Stationskenngrößen / Datensatz.....	4
2 Repräsentativer Zeitraum.....	5
3 Stationsrauigkeit.....	7
4 Vergleich der Windrichtungsverteilung.....	7
5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	8
6 Vergleich der Ausbreitungsklassen.....	9
7 Vergleich der Schwachwinde nachts.....	10
8 Beschreibung der AKTERM-Datei.....	11
9 Ersatzanemometerposition und modellierte Windrosen.....	14

Anmerkung zur Verwendung einer modellierten AKTERM

Aufgrund der individuellen topografischen Situation des Beurteilungsgebietes wurde die Verwendung einer modellierten AKTERM erstellt.

Methodik zur Erstellung der modellierten AKTERM

1. Bestimmung der Ersatzanemometerposition nach VDI 3783 Blatt 16
2. Input REA6-Analysedaten des DWD
3. Prognostische Modellierung mit GRAMM und Erstellung der Windfeldbibliotheken bzw. Windfeldzeitreihen
4. Erzeugung einer Zeitreihe meteorologischer Daten an der EAP
5. Erzeugung des AKTERM-Datensatzes.

Erläuterungen / Richtlinien / Schriftum

Mit Erscheinen von VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 gibt es eine Verfahrensbeschreibung, Windfeldberechnungen zur Berücksichtigung von steilem Gelände mit mesoskaligen prognostischen nicht-hydrostatischen Modellen gemäß der Richtlinie VDI 3783 Blatt 7 durchzuführen. Dieser Modelltyp ist aufgrund des zugrundeliegenden physikalisch-mathematischen Gleichungssystems besonders für Strömungsberechnungen in steilem Gelände geeignet. VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 gibt jedoch nicht vor, welches prognostische, nicht-hydrostatische Modell zu verwenden ist. In der Fachwelt sind hierzulande beispielsweise verschiedene Modelle gebräuchlich:

- METRAS (Schlünzen)
- FITNAH (Groß)
- PROWIMO (Ingenieurbüro Lohmeyer)
- GRAMM (Amt der steiermärkischen Landesregierung)
- LM (Deutscher Wetterdienst)

Für den vorliegenden Fall wurde das Modell GRAMM eingesetzt, das am Amt der steiermärkischen Landesregierung entwickelt wurde und nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 7 evaluiert ist.

Richtlinie VDI 3783 Blatt 16: Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle; Verfahren zur Anwendung nach TA Luft;10-2020;

VDI 3783 Blatt 7: Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für dynamisch und thermisch bedingte Strömungsfelder; 2017

REA6-Analysedaten: C. Bollmeyer; Towards a high-resolution regional reanalysis for European CORDEX domain; Q. J. R. Meteorological Soc, Bd. 141, pp. 1-15, 2015

Prognostisches Windfeldmodell GRAMM: Documentation of the prognostic mesoscale model GRAMM (Graz Mesoscale Model) aktuelle Version

VDI 3783 Blatt 20: Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft; 2017-03

VDI 3782 Blatt 6: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Bestimmung der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier; 2023-12

1 Zusammenfassung der Stationskenngößen / Datensatz

Ortsbezeichnung	: Bad Fredeburg, Schmallenberg
Ortskoordinate	(UTM32) RW 452757, HW 5670869
Koordinaten	: (UTM32) RW 452750, HW 5670850
Ersatzanemometerposition (EAP)	
Umgebungscharakter	: direkte, südwestliche Umgebung vorwiegend urban, d.h. bebaute Strukturen dominierend, restliche Umgebung vorwiegend ländlich, d.h. Feld- und Waldlandschaften dominieren, welliges Gelände
Höhe über NHN [m]	: ca. 494 m
Messgeber Höhe über NHN [m]	: 17 (Normmodellhöhe)
Dateiname	: BadFredeburg.modelled.akterm
zeitliche Abdeckung Datensatz	: 2011 - 2017
repräsentativer Zeitraum	: 04.10.2014 - 03.10.2015 Windrichtung, - geschwindigkeit (REA6 Modell), Bedeckungsgrad (REA6 Modell)
<i>χ^2 - Test im homogenen Messzeitraum nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 bzw. DWD Methode AKJahr</i>	
<ul style="list-style-type: none">• <i>Windrichtungsverteilung</i>• <i>Windgeschwindigkeitsklassen</i>• <i>Windrichtungsverteilung (Nachts und Schwachwinde)</i>	
Stationsrauigkeit	: 0,649 m

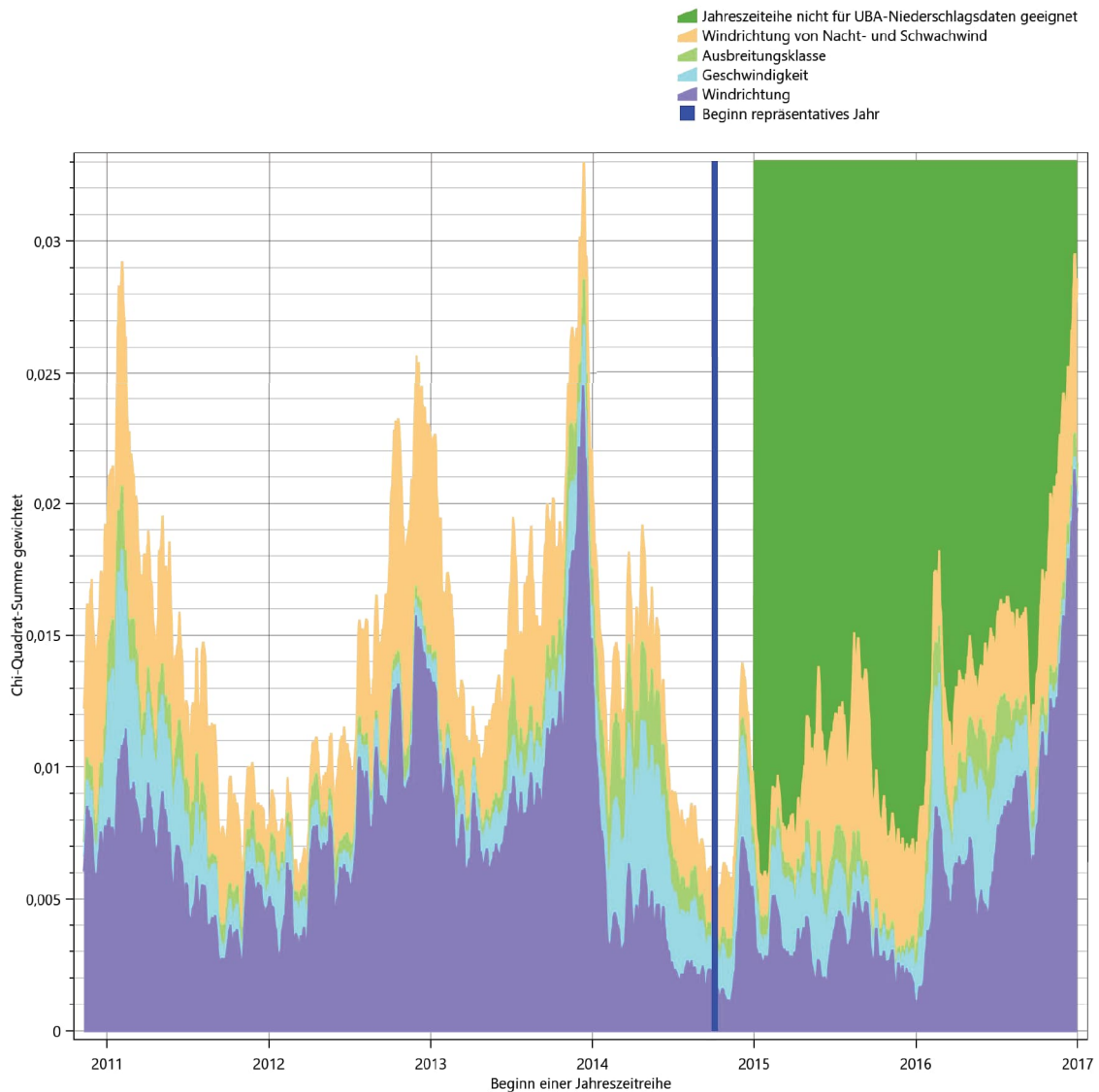
Mittelbildung über Sektoren, Windrichtungshäufigkeiten und Entfernung

Rechnerische Anemometerhöhen ($h_{ref} = 100$ m):

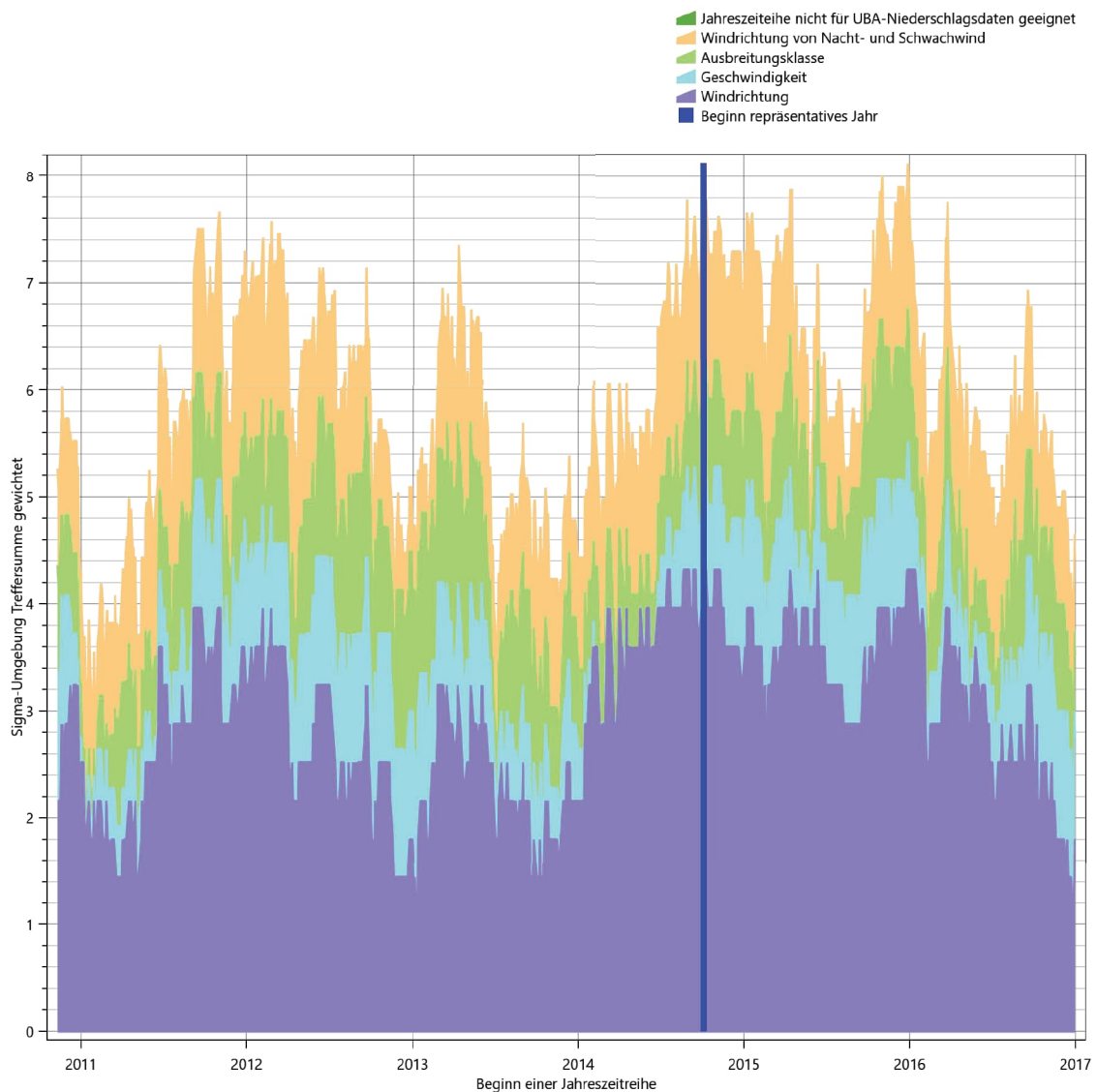
Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [dm]:	40	40	51	69	95	149	214	267	315

2 Repräsentativer Zeitraum

Der repräsentative Zeitraum wurde mit einer statistischen Auswertung gemäß Anhang der VDI 3783 Blatt 20 ermittelt, welches das repräsentative Kalenderjahr ergibt. Die folgende Abbildung zeigt die Auswertung von Chi-2. Das Jahr mit dem geringsten Wert ist demnach als repräsentativ geeignet.



Der repräsentative Zeitraum wurde mit einer statistische Auswertung gemäß Anhang der VDI 3783 Blatt 20 ermittelt, welches das repräsentative Kalenderjahr ergibt. Die folgende Abbildung zeigt die Auswertung der sigma-Umgebung. Das Jahr mit dem höchsten Wert ist demnach als repräsentativ geeignet.



Fazit

Es zeigt sich, dass das Jahr / der Zeitraum **04.10.2014 - 03.10.2015** der Zeitraum ist, der über die geringsten Abweichungen zum Mittelwert verfügt.

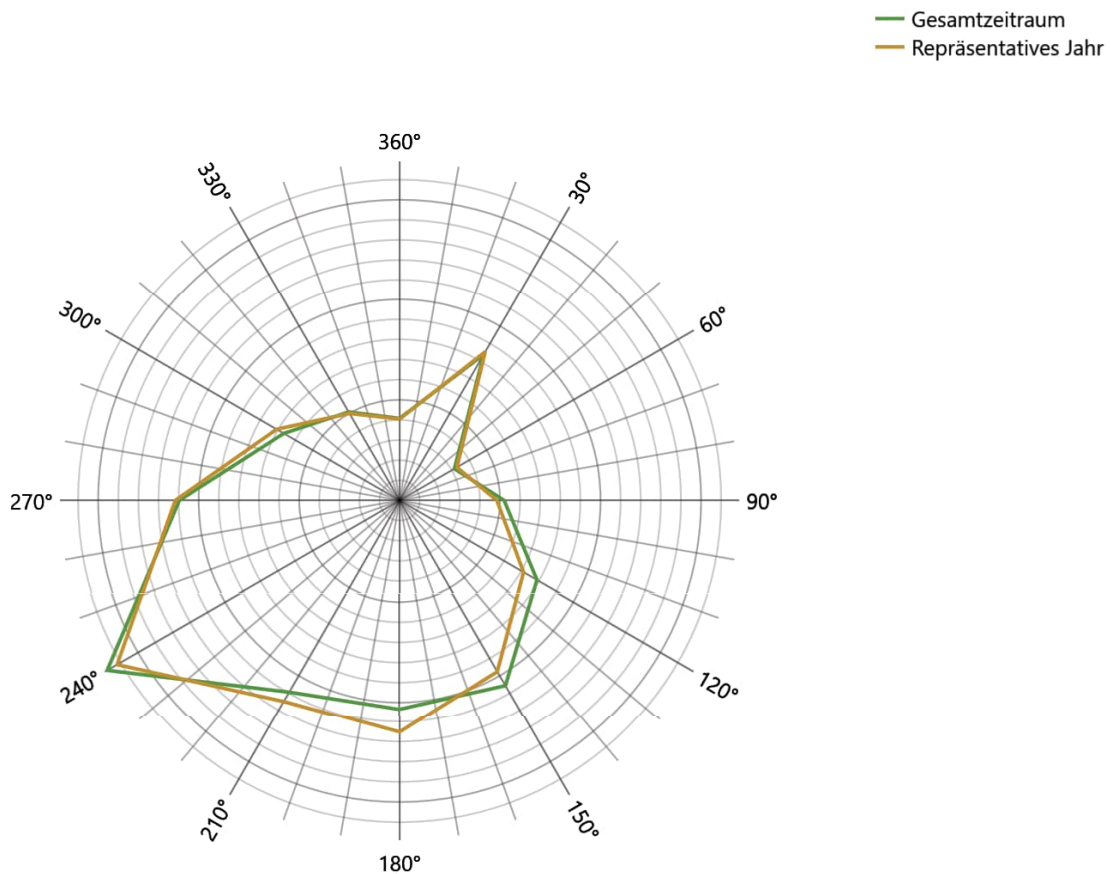
3 Stationsrauigkeit

Die Stationsrauigkeit wurde gemäß dem DWD-Merkblatt „Bestimmung effektiver Rauigkeitslängen an Windmessstationen aus topographischen Karten (TK-Verfahren)“ (Namyslo & Koßmann, Stand April 2019) bestimmt.

Stationsrauigkeit z_0 : 0,649 m

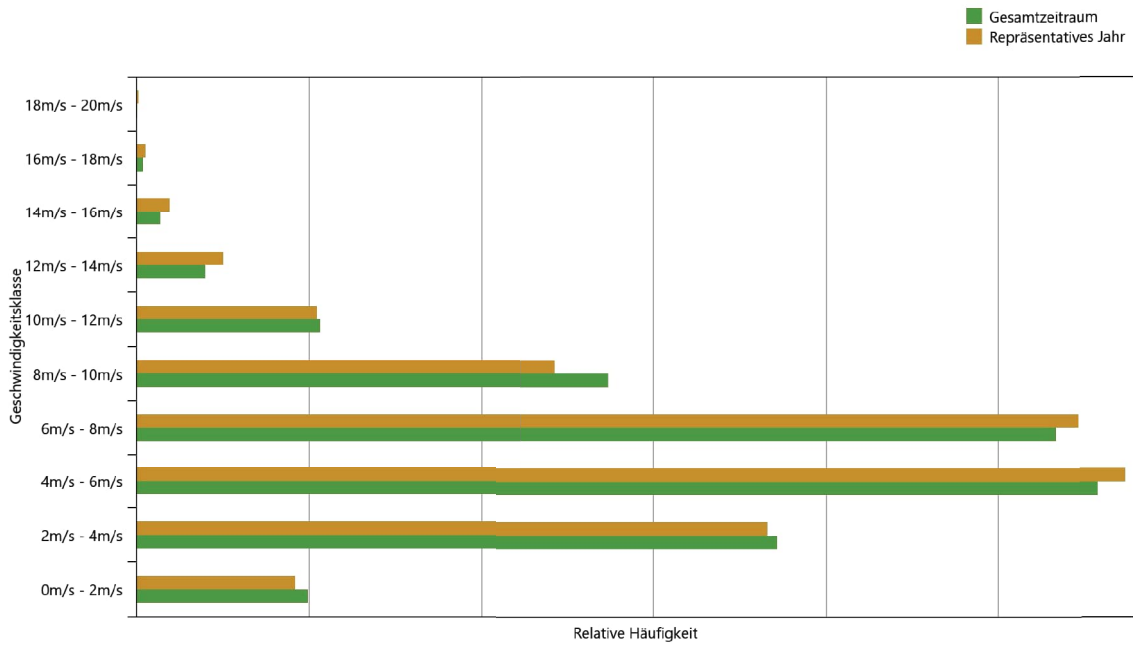
4 Vergleich der Windrichtungsverteilung

Vergleich zwischen ausgewähltem Jahreszeitraum und Gesamtzeitraum



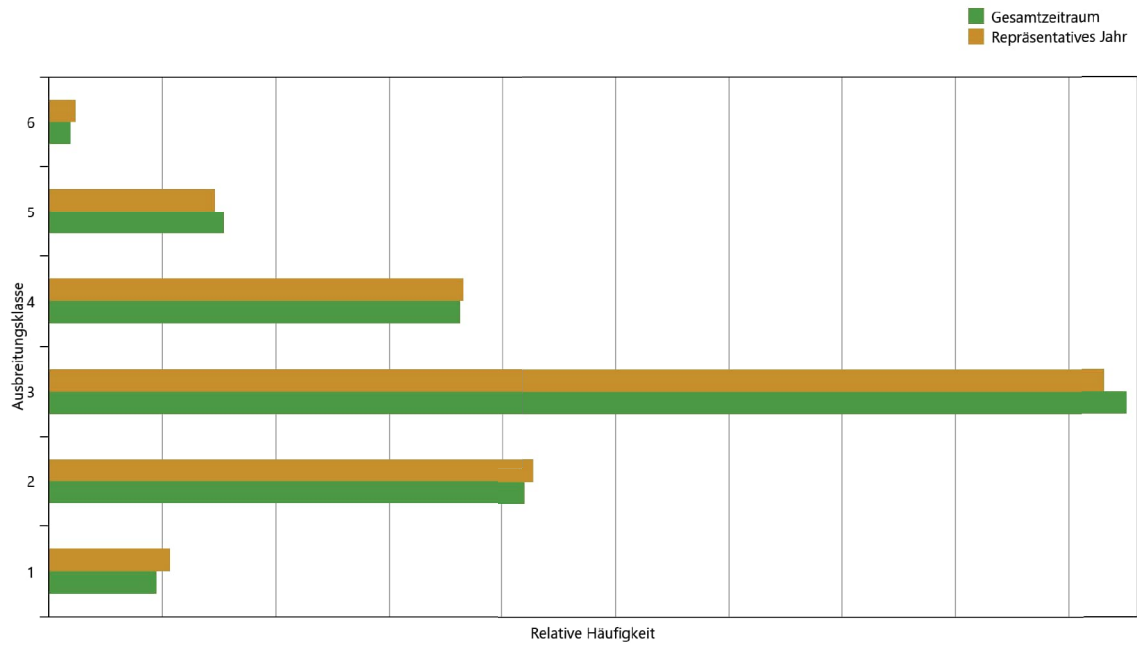
5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung

Vergleich zwischen ausgewähltem Jahreszeitraum und Gesamtzeitraum



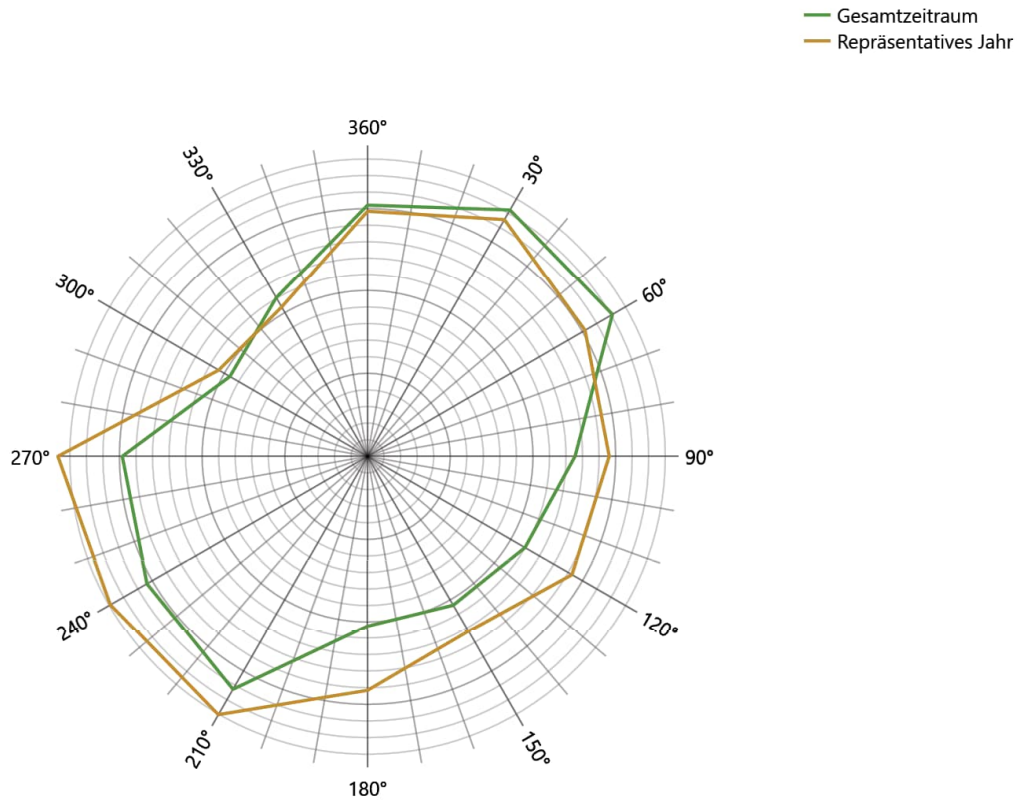
6 Vergleich der Ausbreitungsklassen

Vergleich zwischen ausgewähltem Jahreszeitraum und Gesamtzeitraum



7 Vergleich der Schwachwinde nachts

Vergleich zwischen ausgewähltem Jahreszeitraum und Gesamtzeitraum



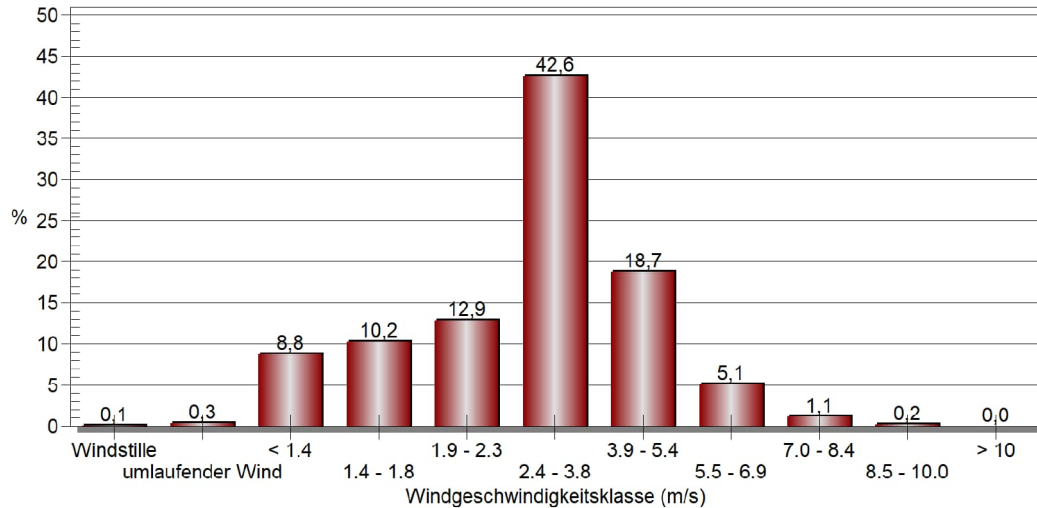
8 Beschreibung der AKTERM-Datei

Auswertung der AKTERM des repräsentativen Zeitraums mittels MeteoView (Lakes Environmental Software):

Windgeschwindigkeitsklassen BadFredeburg.modelled.akterm

Windgeschw.klasse (m/s) / Windrichtung	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10,0	> 10	Gesamt
345 - 15	0,00811	0,01119	0,00719	0,01164	0,00114	0	0	0	0	0,03927
15 - 45	0,01027	0,01621	0,01929	0,03733	0,00171	0	0	0	0	0,08482
45 - 75	0,00331	0,00263	0,00651	0,01769	0,00217	0,00011	0	0	0	0,03242
75 - 105	0,00331	0,00137	0,00776	0,02831	0,00674	0,00114	0	0	0	0,04863
105 - 135	0,00126	0,00628	0,01279	0,03653	0,0121	0,00103	0,00057	0,00011	0	0,07066
135 - 165	0,00719	0,00628	0,00822	0,04384	0,02785	0,004	0,00011	0	0	0,09749
165 - 195	0,01347	0,00765	0,01279	0,06221	0,0161	0,0032	0	0	0	0,11541
195 - 225	0,00902	0,01244	0,01347	0,05525	0,02009	0,00434	0,00034	0	0	0,11495
225 - 255	0,00753	0,01347	0,01712	0,05228	0,04829	0,02089	0,00342	0,00057	0	0,16358
255 - 285	0,01347	0,00868	0,00548	0,02443	0,03904	0,01153	0,00537	0,00126	0	0,10925
285 - 315	0,00091	0,00434	0,00982	0,0371	0,01176	0,00502	0,00126	0,00011	0	0,07032
315 - 345	0,00982	0,01119	0,00822	0,01975	0,00046	0	0	0	0	0,04943
Zwischensumme	0,08767	0,10171	0,12865	0,42637	0,18744	0,05126	0,01107	0,00205	0	0,99623
Windstille										0,00068
umlaufender Wind										0,00308
Fehlt / unvollständig										0
Gesamt										1

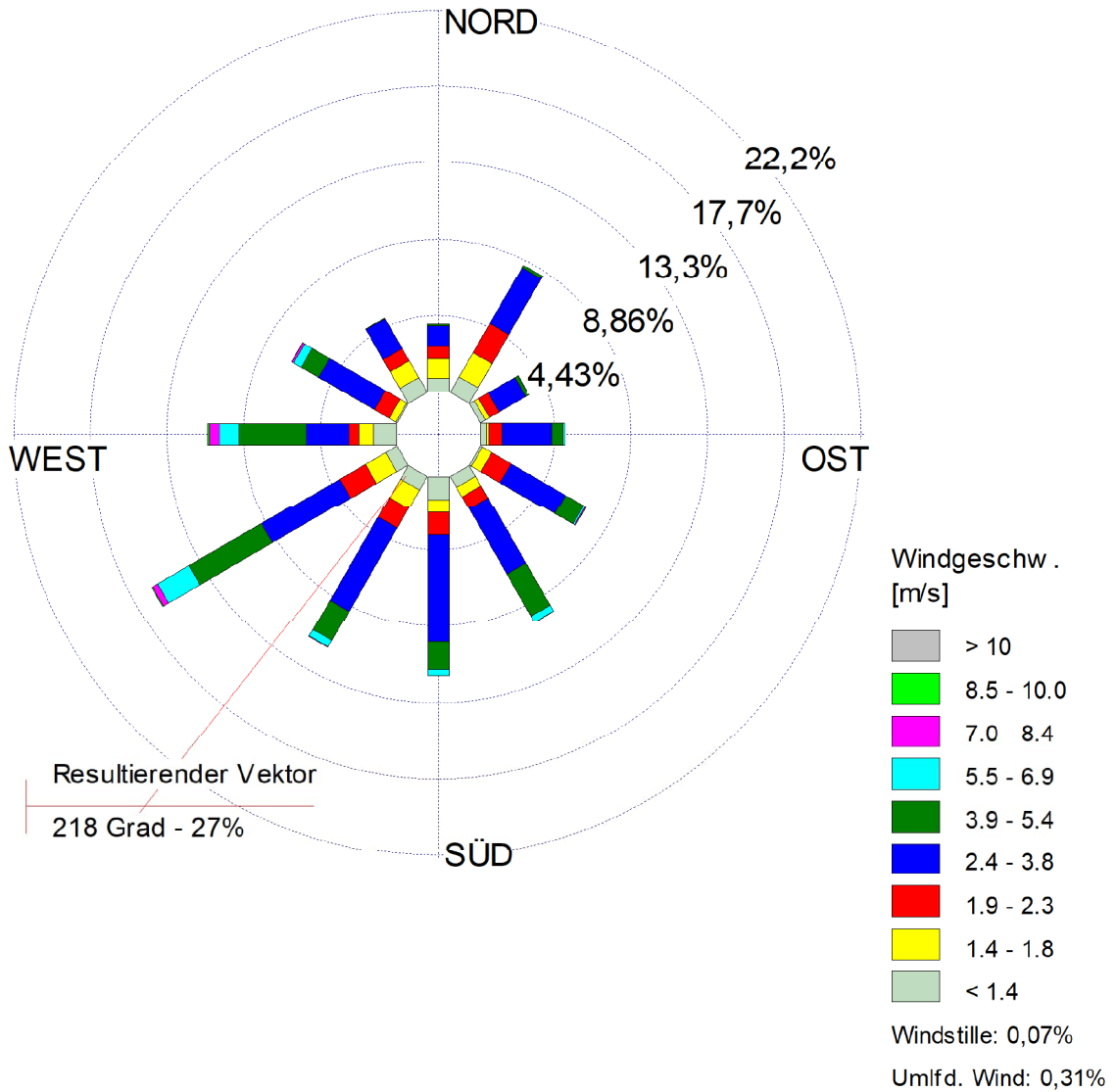
Häufigkeitsverteilung Windgeschwindigkeit (Ausbreitungsklasse Alle)



Anmerkung:

Es können bei den Häufigkeiten der Windgeschwindigkeitsklassen Abweichungen zu den vorhergehenden Abbildungen (Kapitel 5 und 6) auftreten, da diese vor der Erstellung der AKTERM erzeugt wurden.

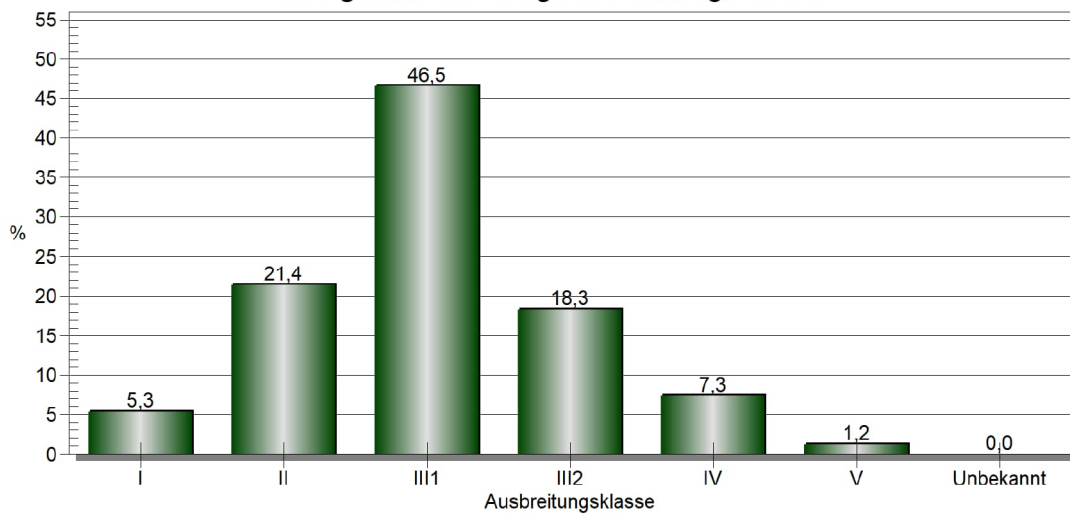
Windrichtungsverteilung BadFredeburg.modelled.akterm



Ausbreitungsklassen BadFredeburg.modelled.akterm

Ausbreitungsklasse / Windgeschwindigkeit (m/s)	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10.0	> 10	Gesamt
I	0,01701	0,01781	0,01849	0	0	0	0	0	0	0,05331
II	0,03756	0,04018	0,06164	0,07443	0	0	0	0	0	0,21381
III1	0,00685	0,01598	0,021	0,20845	0,15	0,05	0,01107	0,00205	0	0,46541
III2	0,00457	0,02043	0,01975	0,10902	0,02808	0,0008	0	0	0	0,18265
IV	0,02397	0,00651	0,00616	0,02763	0,00822	0,00046	0	0	0	0,07295
V	0,00148	0,0008	0,0016	0,00685	0,00114	0	0	0	0	0,01187
Unbekannt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gesamt	0,09144	0,10171	0,12865	0,42637	0,18744	0,05126	0,01107	0,00205	0	1

Häufigkeitsverteilung Ausbreitungsklasse



Anmerkung:

Es können bei den Häufigkeiten der Windgeschwindigkeitsklassen Abweichungen zu den vorhergehenden Abbildungen (Kapitel 4 und 5) auftreten, da diese vor der Erstellung der AKTERM erzeugt wurden.

Identifikation des Datensatzes: BadFredeburg.modelled.akterm

```
* AKTERM-Zeitreihe, Bearbeitung IFU argusim - 11.11.2025
* Windmessung REA6 Model (IFU: 926624,6654489), Ausbreitungsklasse von 926624,6654489 (REA6:
926624,6654489)
* Zeitraum 04.10.2014 bis 03.10.2015
+ Anemometerhoehen (0.1 m): 40 40 51 69 95 149 214 267 315 * href=100m, z0s=0,649m,
hs=17,00m
AK 1 2014 10 04 00 00 1 1 111 31 1 2 1 -999 9
AK 1 2014 10 04 01 00 1 1 142 27 1 2 1 -999 9
AK 1 2014 10 04 02 00 1 1 144 31 1 2 1 -999 9
AK 1 2014 10 04 03 00 1 1 141 34 1 3 1 -999 9
.
.
.
AK 1 2015 10 03 20 00 1 1 119 21 1 1 1 -999 9
AK 1 2015 10 03 21 00 1 1 140 15 1 1 1 -999 9
AK 1 2015 10 03 22 00 1 1 124 14 1 2 1 -999 9
AK 1 2015 10 03 23 00 1 1 172 9 1 1 1 -999 9
```

9 Ersatzanemometerposition und modellierte Windrosen

Die AKTERM wurde für eine Position mit den Koordinaten

(UTM32) RW 452750, HW 5670850

modelliert, welcher in der folgenden Abbildung mit **(EAP)** gekennzeichnet ist. Ebenfalls dargestellt sind synthetische Windrosen im Rechengebiet. Die EAP ist kleinräumig für ein begrenztes Rechengebiet verwendbar und stellt eigentlich die Modellierung der AKTERM für den Anlagenstandort dar. Daher können die Berechnungen ohne die Geländeeinflüsse (Windfeldmodell) durchgeführt werden, da die AKTERM bereits die Geländeinformationen beinhaltet. Der Gültigkeitsbereich bzw. das repräsentative Rechengebiet kann anhand der Windrosen in der Abbildung auf der folgende Seite festgelegt werden, d.h. in dem für das Windfeld quasi homogenen Bereich.

Modelierte AKTERM für Anlagenposition bei Bad Fredeburg, Schmallenberg / (UTM32) RW 452757, HW 5670869

