

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

- Ihr Spezialist in den Bereichen Umweltberatung,
Genehmigungsverfahren und Schallschutz -

Bericht Nr.: 401.0462/17

Datum: 08.01.2018

Emissions-/Immissionsprognose
für die Fortführung der Rohstoffgewinnung im
Hartsteintagebau Dönstedt-Eiche
in 39343 Verwaltungsgemeinschaft Hohe Börde

Betreiber:

Norddeutsche Naturstein GmbH
Altenhäuser Straße 41
39345 Flechtingen

Standort der Anlage:

39343 VG Hohe Börde
Gemarkung Bebertal
Zur Zollstange

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. (FH) Regina Haubold

Aufgabenstellung:

Erstellung einer Emissions-/Immissionsprognose für die Fortführung der Rohstoffgewinnung im Hartsteintagebau Dönstedt-Eiche in 39343 Verwaltungsgemeinschaft Hohe Börde

Auftraggeber:

Norddeutsche Naturstein GmbH
Altenhäuser Straße 41
39345 Flechtingen

Auftragsnummer:

401.0462/17

Auftragsdatum:

12.12.2016

Bericht erstellt am:

08.01.2018


Anzahl der Seiten:


34

Anzahl der Anlagen:

5

Vervielfältigungen und Veröffentlichungen dieses Untersuchungsberichtes (auch auszugsweise) durch Dritte sind nur mit schriftlicher Genehmigung der Ingenieurbüro Ulbricht GmbH gestattet.


.....
Dipl.-Ing. St. Ulbricht
(Geschäftsführer)


.....
Dipl.-Ing. (FH) Regina Haubold
(Bearbeiterin)

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1 Aufgabenstellung	4
2 Verwendete Unterlagen	5
2.1 Unterlagen des Auftraggebers	5
2.2 Karten und Pläne	5
2.3 Gesetze, Normen und Richtlinien	5
2.4 Sonstiges	6
3 Örtliche Verhältnisse	7
3.1 Anlagenstandort	7
3.2 Schutzwürdige Bebauung	7
3.3 Ausbreitungsbedingungen	8
3.4 Vorbelastung	9
4 Anlagenbeschreibung und Betriebszeiten	10
4.1 Vorhabensbeschreibung	10
4.2 Betriebsbeschreibung	10
4.3 Anlagenkapazität und Betriebszeiten	11
5 Staubförmige Emissionen - Einflussfaktoren	12
5.1 Materialeigenschaften	12
5.2 Meteorologische Bedingungen	14
5.3 Anlageneinflüsse - Emissionsverursachende Vorgänge	14
5.4 Emissionsminderungsmaßnahmen	15
6 Berechnung der Emissionsfaktoren	17
7 Immissionsprognose	21
7.1 Notwendigkeit der Ausbreitungsrechnung	21
7.2 Immissionswerte nach TA Luft	22
8 Anlagenemissionen	24
8.1 Eingangsdaten für die Berechnung	24
8.2 Emissionen am Standort	24
9 Erforderlichkeit der Ermittlung der Immissionskenngrößen	26
10 Durchführung der Ausbreitungsrechnung	27
10.1 Berechnungsparameter	27
10.2 Ergebnisse für die Zusatzbelastung	29
10.3 Festlegen der Beurteilungspunkte	30
10.4 Berechnung der Gesamtbelastung	30
10.5 Beurteilung der Ergebnisse	32
11 Zusammenfassung	33

Anlagen

1	Karten und Pläne
2	Ermittlung der Emissionen
3	Berechnungseingangsdaten
4	Berechnungsergebnisse
5	Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten
6	Windfeldberechnung bei steilem Gelände

1 Aufgabenstellung

Die Norddeutsche Naturstein GmbH, Altenhäuser Straße 41 in 39345 Flechtingen, betreibt innerhalb des Bergwerksfeldes Dönstedt-Eiche einen Hartsteintagebau.

Der Tagebau wird auf der Grundlage eines am 04.01.2001 zugelassenen bergrechtlichen Rahmenbetriebsplanes sowie zugelassener Haupt- und Sonderbetriebspläne geführt [1], [2]. Ferner liegen die für den Tagebaubetrieb nach Immissionsschutz- und Wasserrecht notwendigen öffentlich-rechtlichen Genehmigungen und Erlaubnisse vor.

Geologische Nacherkundungen des Unternehmers haben ergeben, dass im Westen des Geltungsbereiches des zugelassenen Rahmenbetriebsplanes innerhalb des Bergwerksfeldes wirtschaftlich gewinnbares Hartgestein ansteht.

Der Unternehmer plant daher, den Tagebau Dönstedt-Eiche um insgesamt 25 ha nach Westen und Südwesten fortzuführen. Die geplante Gewinnung des Rohstoffs im Bereich der einzelnen Tagebausohlen erfolgt aus der bestehenden Tagebauöffnung heraus. Weiterhin ermöglicht die Fortführung eine Vertiefung des bestehenden Tagebaus um weitere 3 Sohlen.

Zur Bewertung der vom Tagebau und den Aufbereitungsanlagen ausgehenden staubförmigen Emissionen und Immissionen ist eine Emissions- und Immissionsprognose zu erstellen.

Die Ingenieurbüro Ulbricht GmbH wurde beauftragt, die Emissionen und Immissionen durch Stäube für den Standort zu berechnen und nach der TA Luft zu bewerten.

Die Prognose hat den Betrieb der mobilen und stationären Anlagen sowie alle Umschlag- und Transportprozesse zu berücksichtigen. Bei Überschreitung des Bagatellmassenstromes ist eine Ausbreitungsberechnung nach TA Luft erforderlich. Bei Überschreitung der Irrelevanzgrenze durch die Zusatzbelastung ist die Gesamtbelastung zu bewerten.

2 Verwendete Unterlagen

2.1 Unterlagen des Auftraggebers

- [1] Hauptbetriebsplan 02/2016 bis 01/2019 für den Hartsteintagebau Dönstedt-Eiche, September 2015
- [2] Zulassung des Hauptbetriebsplanes für den Hartgesteintagebau Dönstedt-Eiche der Norddeutschen Naturstein GmbH, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Dezernat 13 Übertagebergbau, AZ: 13.11-34214-5102-471/2016, 22.01.2016
- [3] Beratungsvorlage zum Scoping-Termin für das Vorhaben Erweiterung des Hartsteintagebaus Dönstedt-Eiche, Norddeutsche Naturstein GmbH, Januar 2016
- [4] Feststellungsprotokoll zum Scopingtermin, bergrechtliches Planfeststellungsverfahren zum Vorhaben Erweiterung Hartgesteintagebau Dönstedt-Eiche, Landesamt für Geologie und Bergbau Sachsen-Anhalt, Dezernat 33 Besondere Verfahrensarten, A: 33.16-05120-5102.11191/2016, 24.06.2016
- [5] Email von Herrn Baumert zu betriebstechnischen Fragen vom 14.08.2017

2.2 Karten und Pläne

- [6] Lagepläne
DE_Anlage 1_Betriebszustand_Stand_10-01-2017
DE_Anlage 2_Abbauplan_Stand_10-01-2017
DE_Anlage 3_Prinzipschnitt_Stand_10-01-2017
DE_Anlage 4_Abraumlagerung_Stand_10-01-2017

2.3 Gesetze, Normen und Richtlinien

- [7] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG), vom 17. Mai 2013, zuletzt geändert am 18.07.2017
- [8] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes: 4. BImSchV - Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen, Fassung vom 31.05.2017
- [9] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Luft), 24.07.2002
- [10] VDI 3790 Blatt 3, Umwelttechnologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Lagerung, Umschlag und Transport von Schuttgütern, 01/2010
- [11] VDI 3783 Blatt 13, Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft, 01/2010

2.4 Sonstiges

- [12] „Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort bei Bebertal nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20“, IFU GmbH, DPR.20161013, 09.02.2017
- [13] „Windfeldberechnung bei steilem Gelände für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort bei Bebertal“, IFU GmbH, Windfeld.20161013, 08.03.2017
- [14] LAI - Untersuchungsausschüsse Luft / Technik und Luft / Überwachung, Auslegungsfragen zur TA Luft, vom 27. August 2004
- [15] Ermittlung des PM10-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschutt aufbereitungsanlagen Kummer, V.; van der Pütten, N.; Schneble, H.; Wagner, R.; Winkels, H.-J.; Herausgeber Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 11/2010
- [16] „Diffuse Staubemissionen“, Schriftenreihe des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 26/2010
- [17] „Ermittlung von PM10-Emissionen aus einem Steinbruch“, Dr. I. Düring, A. Moldenhauer, Dr.-Ing. U. Vogt, Prof. Dr.-Ing. G. Baumbach, D. Straub, P. Fleischer, Zeitschrift Immissionsschutz 04/2011 S. 178-183
- [18] „Bewertung von Schwebstaub (PM10)-Immissionen im Wirkungsbereich von Steinbrüchen im Rahmen von immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren“, Heinz-Gerd Grabowski, Uwe Hartmann, Zeitschrift Immissionsschutz 02/2007, S. 73-78
- [19] Protokoll zur Beratung des Facharbeitskreises „Steine, Erden, Keramik, Baustoffe“ am 30.05.2012, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Dresden, Referat 52, Az.: 52-8823.71/1/85
- [20] Technische Grundlage zur Beurteilung der Staubemissionen 2013, Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Österreich
- [21] Environmental Protection Agency (EPA, AP 42 5th edition, Vol. 1 chapter 13, Miscellaneous sources, chapter 13.2.1: Paved roads), 11/2006
- [22] Immissionsschutzbericht Sachsen-Anhalt Luftqualität 2014 - 2016, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, www.lau.sachsen-anhalt.de
- [23] Prüfbericht Nr. 08/2017, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Fachgebiet 32 Immissionsüberwachung, Tagesmittelwerte Messstation Domäne Bobbe Feinstaub (PM10) 2016, 07.11.2017 per Email übermittelt

3 Örtliche Verhältnisse

3.1 Anlagenstandort

Das geplante Vorhaben liegt im

- Bundesland Sachsen-Anhalt,
- Landkreis Börde,
- 39343 Verwaltungsgemeinschaft Hohe Börde,
- Gemarkung Bebertal.

Der Hartgesteintagebau Dönstedt-Eiche befindet sich nördlich der Gemeinde 39343 Bebertal. Die Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz erfolgt über die Zufahrt zur B 245n. Das Werk verfügt zudem über einen Gleisanschluss.

Der Standort wird durch folgende Gauß-Krüger-Koordinaten (Bezugsellipsoid nach Bessel) beschrieben.

Tabelle 1 Anlagenstandort

	Rechtswert in m	Hochwert in m	Höhe in m NN
ca. Mitte Vorhabensfläche	4454100	5792000	100 - 120

3.2 Schutzwürdige Bebauung

Die maßgebende schutzwürdige Bebauung befindet sich in folgenden Entfernungen:

Tabelle 2 Abstand zur Bebauung

Bebauung	Bezugspunkt	Entfernung
Wohnhäuser Hüsig 1-3	westliche Grenze Vorhabensfläche	ca. 40 m westlich
Wohnhaus Am Steinbruch 2	südliche Grenze Vorhabensfläche	ca. 760 m südöstlich
Wohnhaus Eiche 4	östliche Grenze Vorhabensfläche	ca. 560 m nordöstlich

Eine Vorortbesichtigung fand am 02.12.2016 statt.

Der Standort und die umgebende Bebauung sind aus den beiliegenden Karten der Anlage 1 zu entnehmen.

3.3 Ausbreitungsbedingungen

Zur Prüfung der Übertragbarkeit einer Ausbreitungsklassenzeitreihe einer geeigneten Messstation wurde durch die IFU GmbH eine „Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft“ erstellt [12].

Der Tagebau Dönstedt-Eiche liegt auf einer Höhe zwischen 100 und 120 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch mäßig gegliedert.

Treten im Rechengebiet Steigungen von mehr als 1:5 auf oder haben Steigungen von mehr als 1:5 maßgeblich Einfluss auf die Immissionssituation an den zu betrachtenden Aufpunkten, so können die zur Ausbreitungsrechnung notwendigen Windfelder in der Regel nicht mehr mit einem mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodell berechnet werden.

Für den Standort wurde deshalb für die Durchführung der Ausbreitungsrechnung eine prognostische Windfeldbibliothek erstellt [13].

Bei Ausbreitungsrechnungen in komplexem Gelände ist der Standort eines Anemometers anzugeben, wodurch die verwendeten meteorologischen Daten ihren Ortsbezug im Rechengebiet erhalten. Werden meteorologische Daten einer entfernteren Messstation in ein Rechengebiet übertragen, so findet die Übertragung hin zu dieser Ersatzanemometerposition (EAP) statt.

Im Ergebnis der Prüfung wurde Folgendes festgestellt:

„...“

Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Magdeburg die beste Eignung zur Übertragung auf die Ersatzanemometerposition. Die Daten dieser Station sind für eine Ausbreitungsrechnung am betrachteten Standort verwendbar.

Als repräsentatives Jahr für diese Station wurde aus einem Gesamtzeitraum vom 15.11.2005 bis zum 15.11.2016 das Jahr vom 18.10.2014 bis zum 18.10.2015 ermittelt.

Damit ergeben sich die folgenden Koordinaten für die Ersatzanemometerposition.

Rechtswert 4452643

Hochwert 5792530

...“

Die kompletten Gutachten befinden sich in den Anlagen 5 und 6.

3.4 Vorbelastung

Zur Bewertung der Vorbelastungssituation für die Immissionspunkte in Bebertal werden die Messergebnisse des Luftmessnetzes des Landes Sachsen-Anhalt [22] herangezogen.

Bei den zu beurteilenden Punkten in der Umgebung des Tagebaus handelt es sich um einzelne Wohngebäude im Außenbereich, sodass zur weiteren Bewertung die Vorbelastung einer vergleichbaren ländlichen Station herangezogen wird.

Einen Überblick über die nächsten Messstationen gibt die nachfolgende Grafik.



Grafik 1 Ausschnitt Luftmessnetz [22]

Die dem Anlagenstandort in Bebertal nächstgelegene ländliche Messstation für Schwebstaub PM10 ist in der Domäne Bobbe, Pappelweg, ca. 60 km südöstlich. Die nächstgelegene Messstation für Staubbiederschlag ist in Colbitz, ca. 20 km nordöstlich. Für die genannten Stationen ergeben sich die nachfolgenden Immissionswerte der Vorbelastung für das zurückliegende Jahr 2016 [23].

Tabelle 3 Vorbelastung (IV)

	Station	IW	2016
Schwebstaub PM2,5 Immissionsjahreswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Domäne Bobbe	25	13
Schwebstaub PM10 Immissionsjahreswert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Domäne Bobbe	40	16
Staubbiederschlag Immissionsjahreswert in $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Colbitz	0,35	0,06

Aus den Werten der obigen Tabelle lässt sich für die Standortumgebung ein Immissionsjahreswert für die Vorbelastung für Schwebstaub PM10 von ca. $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ableiten. Für Staubbiederschlag lässt sich ein Immissionsjahreswert für die Vorbelastung von ca. $0,06 (\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d})$ abschätzen.

4 Anlagenbeschreibung und Betriebszeiten

4.1 Vorhabensbeschreibung

Die Norddeutsche Naturstein GmbH, Altenhäuser Straße 41 in 39345 Flechtingen, betreibt innerhalb des Bergwerksfeldes Dönstedt-Eiche einen Hartsteintagebau.

Der Tagebau wird auf der Grundlage eines am 04.01.2001 zugelassenen bergrechtlichen Rahmenbetriebsplans sowie zugelassener Haupt- und Sonderbetriebspläne geführt [1], [2]. Ferner liegen die für den Tagebaubetrieb nach Immissionsschutz- und Wasserrecht notwendigen öffentlich-rechtlichen Genehmigungen und Erlaubnisse vor.

Geologische Nacherkundungen des Unternehmers haben ergeben, dass im Westen des Geltungsbereiches des zugelassenen Rahmenbetriebsplanes innerhalb des Bergwerksfeldes wirtschaftlich gewinnbares Hartgestein ansteht.

Der Unternehmer plant daher, den Tagebau Dönstedt-Eiche um insgesamt 25 ha nach Westen und Südwesten fortzuführen. Die geplante Gewinnung des Rohstoffs im Bereich der einzelnen Tagebausohlen erfolgt aus der bestehenden Tagebauöffnung heraus. Weiterhin ermöglicht die Fortführung eine Vertiefung des bestehenden Tagebaus um weitere 3 Sohlen.

4.2 Betriebsbeschreibung

Die beim Abbau und der Aufbereitung anfallenden lagerstätteneigenen, unverwertbaren Massen sollen im Nordosten und Osten des Tagebaus zur Endböschungsgestaltung und im Süden des Tagebaus in einer Innenkippe eingebaut werden. Die Erdmassenbewegungen werden abbauparallel, je nach Anfall der unverwertbaren Massen und der Abraummassen, durchgeführt.

Die Gewinnung von Wertmineral erfolgt im Tagebau Dönstedt-Eiche mit Bohr- und Sprengarbeit. Es kann erforderlich sein, Abraummassen durch Lockerungssprengungen zu lösen.

Die unverwertbaren Massen und der gesprengte Abraum werden von unten im Hochschnitt mit einem Bagger auf Muldenkipper verladen und zur Verkipfstelle transportiert.

Das gesprengte Rohhaufwerk wird im Tagebau mit mobilen Ladegeräten (Radlader) auf Muldenkipper verladen und zum Vorbrecher transportiert. In mehreren Brech- und Klassierstufen werden verschiedene Produktfraktionen hergestellt.

Das im Tagebau Dönstedt-Eiche gewonnene Rohgestein wird in mehreren Brech- und Klassierstufen aufbereitet zu

- Mineralgemischen,
- Wasserbausteinen,
- Bahnschotter sowie
- Einfach- und Edelsplitten.

Das Schotter- und Splittwerk Dönstedt setzt sich aus folgenden Anlagenbestandteilen zusammen:

- Vorbrecheranlage
- Wasserbausteinklassierung
- Nachbrecheranlage/Bahnschotteraufbereitung
- Einfach- und Edelsplittaufbereitung sowie
- Bahn- und LKW-Verladung.

Die Lagerung der Produktfraktionen erfolgt in Siloanlagen oder auf Halden. Für die Verladung von Freihalden werden mobile Ladegeräte (Radlader) eingesetzt.

Der Abtransport der Produkte erfolgt mit Straßen-LKW oder mit Bahnwaggons.

4.3 Anlagenkapazität und Betriebszeiten

Die Durchsatzmengen und Betriebszeiten im Werk Dönstedt betragen nach Betreiberangaben:

Tabelle 4 Durchsatzmengen und Betriebszeiten

Betriebsbereich	Jahresmenge	Tagesmaximalmenge	Betriebszeit
Abraum	300 000 t/a	3 500 t/d	mo - fr 06:00 - 17:00 Uhr
Gewinnung und Aufbereitung	1 800 000 t/a	7 150 t/d	mo -sa 00:00 - 24:00 Uhr
Bohr- und Sprengarbeiten			nur tags
LKW-Beladung	1 100 000 t/a	3 700 t/d	mo - sa 05:00 - 22:00 Uhr
Bahnbeladung (Splitt)	180 000 t/a	6 000 t/d	mo - sa 00:00 - 24:00 Uhr
Bahnbeladung (Schotter)	320 000 t/a	1 400 t/d	mo - sa 00:00 - 24:00 Uhr

5 Staubförmige Emissionen - Einflussfaktoren

Durch das Umschlagen, den Transport und die Lagerung von Stoffen werden Staubemissionen freigesetzt.

Die Staubentwicklung wird hauptsächlich von folgenden Parametern bestimmt:

- Materialeigenschaften
- meteorologische Bedingungen
- Anlageneinflüsse - emissionsverursachende Vorgänge
- Minderungsmaßnahmen

5.1 Materialeigenschaften

Die im Material enthaltenen feinsten Bestandteile werden beim Umschlagen aufgewirbelt und mit dem Wind weggetragen, wenn keine Maßnahmen zur Emissionsminderung ergriffen werden. Entscheidend sind dabei insbesondere Korngröße, Schüttdichte, Materialfeuchte und Staubneigung.

Korngröße

Bei der Ausbreitungsberechnung für Stäube sind gemäß Kap. 4 des Anhangs 3 der TA Luft trockene Deposition und Sedimentation zu berücksichtigen. Die Berechnung ist für die in der Tabelle 13 des Anhangs 3 der TA Luft angegebenen Größenklassen der Korngrößenverteilung, angegeben als aerodynamischer Durchmesser d_a des Emissionsmassenstromes durchzuführen, wobei jeweils die angegebenen Werte von Depositionsgeschwindigkeit v_d und Sedimentationsgeschwindigkeit v_s zu verwenden sind. Die Korngrößenklassen sind nach Anhang 3 der TA Luft folgendermaßen definiert:

Tabelle 5 Deposition und Sedimentationsgeschwindigkeit für die Staubklassen

Klasse	d_a in μm	v_d in m/s	v_s in m/s
1	< 2,5	0,001	0,00
2	2,5 bis 10	0,01	0,00
3	10 bis 50	0,05	0,04
4	> 50	0,20	0,15

Die für die Berechnung der Staubimmissionen notwendigen Faktoren der Sedimentations- und der Depositionsgeschwindigkeit des Anhangs 3 Punkt 4 der TA Luft liegen dem Berechnungsmodell zugrunde.

In der verfügbaren Literatur zu diffusen Staubemissionen aus Steinbrüchen- und Aufbereitungsanlagen [16], [17], [18], auf die hier hilfsweise zurückgegriffen wird, werden prinzipielle Aussagen über die Art der Staubemissionen getroffen. Für die emittierten Stäube aus diffusen boden-

nahen Quellen (Umschlag, Lagerung) der hier zu betrachtenden Art liegen keine eindeutigen Angaben zur Korngrößenverteilung vor.

Bei vergleichbaren Projekten wurde der berechnete Gesamtstaub auf die Korngrößenklassen 2, 3 und 4 aufgeteilt. Nach jüngsten Erkenntnissen [19] gehen hier in die Berechnung ein:

- Klasse 2: Feinstaub PM₁₀ zu 25 %
- Klasse 3: Grobstaub PM₅₀ zu 37,5 %
- Klasse 4: Grobstaub PM_{>50} zu 37,5 %

Eine weitere Unterteilung des Feinstaubes in Klasse 1 (< 2,5 µm) wird in den vorliegenden Datenquellen nicht vorgenommen. Der PM_{2,5}-Anteil der diffusen Emissionen ist bei dieser Betrachtung in der Klasse 2 enthalten.

Für Fahrbewegungen auf unbefestigten und befestigten Straßen wird der PM_{2,5}-Anteil nach der VDI 3790 Blatt 3 [10], dem EPA-Papier [21] und der Technischen Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen 2013 [20] berechnet.

Der Staub aus einer Entstaubungsanlage mit Gewebefilter besteht zu ca. 85 % aus Feinstaub PM₁₀. Die restlichen 15 % werden auf den Grobstaub aufgeteilt. Eine separate Betrachtung des PM_{2,5}-Anteiles erfolgt nicht.

Schüttdichte

Im Anhang B der VDI 3790 Bl. 3 sind Bereiche für Schüttdichten genannt. Die Schüttdichten der Splitt- und Schotterfraktionen wurden beim Anlagenbetreiber erfragt. Die Schüttdichte der Materialien wird mit $\rho = 1,4 \dots 1,6 \text{ t/m}^3$ angegeben.

Materialfeuchte und Staubneigung

Im Anhang B der VDI 3790 Bl. 3 sind für einige Stoffe Anhaltswerte für die Staubneigung (Gewichtungsfaktor a) bei üblichen Umschlagverfahren und Schüttdichten aufgeführt. Da die Tabelle nicht vollständig ist, wird eine eigene Einschätzung der Staubneigung der hier zu betrachtenden Stoffe vorgenommen. Die in der Berechnung verwendeten Gewichtungsfaktoren (a) wurden abgeschätzt.

Die Staubneigung für die Umschlagvorgänge geht hier mit $a = 100$ (mittel staubend) für Vorsieb, mit $a = 31,6$ (schwach staubend) für Abraum, Splittgemische und befeuchtetes Vorsiebmaterial in die Berechnung ein. Für Gestein, Schotter und Splitte wird $a = 10$ (Staub nicht wahrnehmbar) abgeschätzt, da grobkörniges Material durch Klassiervorgänge von feinen Bestandteilen befreit wurde.

Für die Fahrwege der Muldenkipper und der Radlader wird der Faktor für den Feinkornanteil mit $S = 8,3 \%$ in den Berechnungen berücksichtigt.

Für LKW-Bewegungen auf der asphaltierten Zufahrt wird in Anlehnung an die Technische Grundlage [20] eine Staubbelaugung $s_L = 5 \text{ g/m}^2$ (mäßig verschmutzt) für den Anlagenbereich und $s_L = 1$ für den Zufahrtsbereich bis nach der Waage berücksichtigt.

5.2 Meteorologische Bedingungen

Das Gelände ist unmittelbar den natürlichen meteorologischen Einflüssen ausgesetzt.

Starke Sonneneinstrahlung und geringe Luftfeuchtigkeit haben einen Feuchtigkeitsverlust im Material zur Folge und fördern somit die Staubentwicklung. Andererseits ereignet sich eine natürliche Materialanfeuchtung durch Niederschläge.

Die Staubemissionen aus offenen Flächen sind damit, in Abhängigkeit von den jeweiligen Witterungsverhältnissen, starken Schwankungen unterworfen.

Zu Staubausträgen durch Winderosion kommt es hauptsächlich an Flächen, die nicht verfestigt oder bewachsen sind. Die Höhe des Staubaustrages ist dabei abhängig von der Windgeschwindigkeit, der Korngröße, der Zusammensetzung und der Feuchte des abwehfähigen Materials. Unterhalb einer Windgeschwindigkeit von 4 bis 5 m/s (gemessen in 10 m Höhe) kommt es dabei praktisch zu keinen Abwehungen. Eine nennenswerte Erosion tritt erst bei deutlich höheren Geschwindigkeiten auf. Da andererseits erhöhte Windgeschwindigkeiten oft mit Niederschlägen verbunden sind, wird der erosionsrelevante Anteil des Staubes wieder vermindert. Bei Jahresmitteln der Windgeschwindigkeit von weniger als 2 bis 3 m/s (gemessen in 10 m Höhe) kann der Anteil der Winderosion an der Gesamtemission von Staub in der Regel vernachlässigt werden.

Die meteorologischen Bedingungen (Windrichtung und Windgeschwindigkeit) werden durch die Berechnung eines Windfeldes mit einer AKTERM der Station Magdeburg am Standort nachgebildet. Daraus wird für den Standort eine mittlere Jahreswindgeschwindigkeit von 2,6 m/s erwartet. Es ist somit nicht zu erwarten, dass es am Standort zu relevanten diffusen Staubemissionen durch Haldenabwehungen kommt.

5.3 Anlageneinflüsse - Emissionsverursachende Vorgänge

Zur Emission von Staubpartikeln von Oberflächen ist i.d.R. ein auslösender Prozess (emissionsverursachender Vorgang) notwendig. So kommen Winderosion oder mechanische Eingriffe wie der Umschlag von Bodenmaterial oder Fahrzeugbewegungen in Betracht.

Die Höhe der staubförmigen Emissionen bei Lagerung, Umschlag und Transport ist abhängig von verschiedenen Einflussgrößen. So sind bei der Lagerung die Haldenform (Böschungswinkel, Abmessung, Lagerdauer) und die Oberflächenbeschaffenheit zu beachten. Für den Umschlag spielen die Umschlagart und die Abwurfhöhe eine entscheidende Rolle. Für den Transport mit Fahrzeugen hängen die Emissionen stark von der Beschaffenheit der Verkehrswege und der Fahrzeuggeschwindigkeit ab. Die Wirksamkeit der eingesetzten Minderungsmaßnahmen ist nach den Vorgaben der TA Luft Ziffer 5.2.3 zu beurteilen.

Auf der Grundlage eines zur Verfügung gestellten Anlagenfließbildes, der Anlagenbeschreibung, der eingesetzten Emissionsminderungsmaßnahmen und der Vorortbesichtigung am 02.12.2016 wurde von folgender Betriebssituation hinsichtlich der Emissionen an Staub ausgegangen.

Umschlagvorgänge

Staubförmige Emissionen können beim Verladen der verschiedenen Fraktionen und bei Abkippvorgängen entstehen.

Aufbereiten

Beim Aufbereiten (Brechen und Klassieren) von Gestein entstehen staubförmige Emissionen.

Fahrbewegungen

Staubförmige Emissionen können durch Fahrbewegungen der LKW und der Umschlaggeräte entstehen. Die durch Fahrbewegungen verursachten Staubemissionen der asphaltierten Zufahrt sind als gering anzusehen.

Lagerung

Flächenhafte Emissionsquellen stellen Materialhalden dar. Durch Verwehungen kleinster trockener Kornbestandteile können hier staubförmige Emissionen hervorgerufen werden.

5.4 Emissionsminderungsmaßnahmen

Staubemissionen bei Umschlag, Aufbereitung und Transport sind auf die wesentlichen Einflussgrößen Guteigenschaften, Handhabung der Güter und Umgebungsbedingungen zurückzuführen.

Zwischen diesen Größen bestehen vielfache Wechselwirkungen. Generelle Aussagen zu Möglichkeiten und Umfang der Verminderung dieser Emissionen sind deshalb nur in grober Näherung möglich. Die TA Luft enthält deshalb ein Raster, welches die Erfassung, Bewertung und Minderung derartiger Emissionen im Einzelfall ermöglichen soll.

Die nachfolgend genannten Maßnahmen zur Vermeidung der staubförmigen Emissionen und Immissionen werden im laufenden Betrieb eingesetzt oder sind vorgesehen:

Durch die Firma selbst und mit Tätigkeiten beauftragte Fremdunternehmen setzen nur Maschinen und Technologien ein, die dem Stand der Technik entsprechen.

Für den Betrieb nicht notwendige Tätigkeiten werden unterlassen.

Die Umschlaggeräte werden regelmäßig auf Verschleiß und Abnutzungserscheinungen, die sich negativ auf die Emissionen von Stäuben auswirken können, überprüft.

Unter Punkt 9 der VDI 3790 Blatt 3 [10] werden allgemeine Möglichkeiten zur Emissionsminderung bei Lagerung und Umschlag genannt.

In Ziffer 5.2.3 der TA Luft [9] werden konkrete Anforderungen zur Minderung staubförmiger Emissionen bei Umschlag, Transport, Lagerung oder Bearbeitung festgelegt, die unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit zu berücksichtigen sind.

Folgende konkrete Maßnahmen werden bei den einzelnen Vorgängen durchgeführt:

Umschlag

Bei Umschlagvorgängen von Material mit einem Feinkornanteil wird bei trockener Witterung durch geeignete Maßnahmen, z. B. Minimierung der Fallstrecken beim Abwerfen oder Befeuchten des Materials sichergestellt, dass Staubemissionen durch das Umschlagen minimiert werden.

Damit werden die Anforderungen gemäß Ziffer 5.2.3.2 TA Luft erfüllt.

Förderung oder Transport

Im Bereich der Zufahrt sind die Fahrwege asphaltiert. Die Emissionen durch Fahrbewegungen werden durch Pflege und Reinigung minimiert.

Die Fahrbereiche der Muldenkipper werden bei Bedarf befeuchtet.

Die Bandanlagen der Anlage sind abgedeckt ausgeführt, sodass ein Windangriff verhindert wird.

Damit werden die Anforderungen gemäß Ziffer 5.2.3.3 TA Luft erfüllt.

Aufbereitung

Durch Einhausung der Aggregate oder durch Absaugung der staubhaltigen Umgebungsluft und Zuführung zu Entstaubungsanlagen werden diese Emissionen im Werk Dönstedt reduziert.

Damit werden die Anforderungen gemäß Ziffer 5.2.3.4 TA Luft erfüllt.

Lagerung

Die Halden werden bei Bedarf befeuchtet.

Damit werden die Anforderungen gemäß Ziffer 5.2.3.5.2 TA Luft erfüllt.

6 Berechnung der Emissionsfaktoren

Zur Beschreibung der Einflüsse der Behandlung der Schüttgüter werden sogenannte Emissionsfaktoren, die die Art der Lagerung, des Umschlags oder des Transportes berücksichtigen, berechnet.

Die Emissionsfaktoren für diffuse Vorgänge werden nach der VDI 3790 Blatt 3 Umwelttechnologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern, Januar 2010, ermittelt [10].

Normierter Emissionsfaktor

Zur Berechnung der Staubemissionen von Umschlagvorgängen werden normierte Emissionsfaktoren bestimmt.

$$q_{norm} = a \cdot k \cdot M^{-0,5} \left[\frac{g}{t_{Gut}} \cdot \frac{m^3}{t} \right]$$
$$q_{norm,korr} = q_{norm} \cdot k_H \cdot 0,5 \cdot k_{Gerät} \left[\frac{g}{t_{Gut}} \cdot \frac{m^3}{t} \right]$$
$$k_H = \left(\frac{H_{frei} + H_{Rohr} \cdot k_{Reib}}{2} \right)^{1,25}$$

q_{norm}	normierter Emissionsfaktor in $g/t_{Gut} \cdot m^3/t$
$q_{norm,korr}$	korrigierter, normierter Emissionsfaktor in $g/t_{Gut} \cdot m^3/t$
a	Gewichtungsfaktor der Stoffe hinsichtlich der Neigung zum Stauben (siehe Punkt 5.1 dieses Gutachtens)
k	Korrekturfaktor, $k = 2,7$ diskontin., $k = 83,3$ kontin. Verfahren
M	Abwurfmenge in $t/Abwurf$
k_H	Auswirkungsfaktor
$k_{Gerät}$	Korrekturfaktor für Abwurfverfahren
H_{frei}	freie Fallhöhe in m
H_{Rohr}	Höhendifferenz in m , den das Gut im Beladerohr zurücklegt
k_{Reib}	Faktor zur Berücksichtigung von Neigung und Reibung im Rohr

Aufnahme

Zur Festlegung eines individuellen Emissionsfaktors q_{Auf} für die Aufnahme von Schüttgütern gilt folgender allgemeiner Ansatz:

$$q_{Auf} = q_{norm} \cdot \rho_S \cdot k_U \left[\frac{g}{t_{Gut}} \right]$$

q_{Auf}	individueller Emissionsfaktor in g/t_{Gut}
q_{norm}	normierter Emissionsfaktor in $\text{g/t}_{\text{Gut}} \cdot \text{m}^3/\text{t}$
ρ_S	Schüttdichte beim jeweils gehandhabten Stoff in t/m^3
k_U	Umweltfaktor

Für Aufnahmevorgänge verschiedener staubender Güter sind die normierten Emissionsfaktoren in der VDI 3790 BI 3 [10] Tabelle 11 dargestellt.

Abwurf

Zur Festlegung eines individuellen Emissionsfaktors q_{Ab} für den Abwurf von Schüttgütern gilt folgender allgemeiner Ansatz:

$$q_{\text{Ab}} = q_{\text{norm,korr}} \cdot \rho_S \cdot k_U \left[\frac{g}{t_{\text{Gut}}} \right]$$

q_{Ab}	individueller Emissionsfaktor in g/t_{Gut}
$q_{\text{norm,korr}}$	korrigierter, normierter Emissionsfaktor in $\text{g/t}_{\text{Gut}} \cdot \text{m}^3/\text{t}$
ρ_S	Schüttdichte beim jeweils gehandhabten Stoff in t/m^3
k_U	Umweltfaktor

Lagerung

Der Staubabtrag von Oberflächen wird über die folgende Gleichung bestimmt:

$$C_A \approx 0,1 \cdot \frac{v_{wi}^2}{d_{50} \cdot \rho_K \cdot k_f \cdot \tan \alpha}$$

$$q_L = 5 \cdot (C_A - 1)^{1,60} \left[\frac{g}{m^2 h} \right]$$

$$\bar{q}_L = \sum_{i=1}^n 5 \cdot \left(0,1 \cdot \frac{v_{wi}^2}{d_{50} \cdot \rho_K \cdot k_f \cdot \tan \alpha} - 1 \right)^{1,60} \cdot \frac{w_i}{100} \left[\frac{g}{m^2 h} \right]$$

C_A	Kennzahl zur Bestimmung des Staubabtrages
q_L	flächenbezogener Staubabtrag in $\text{g}/(\text{m}^2 \text{h})$
α	Böschungswinkel in $^\circ$
v_W	Windgeschwindigkeit in m/s
w	Anteile der Windgeschwindigkeit in %
d_{50}	mittlere Korngröße in mm
k_f	Korrekturfaktor (1 = trocken, 3 = Feuchtigkeit > 3%)
ρ_K	Korndichte in g/cm^3

Bei $C_A < 1$ ist die Haftkraft des Korns größer oder gleich der Windkraft. Es wird kein Feingut abgetragen.

Voraussetzung für die Anwendbarkeit dieser Gleichung ist, dass stets abwehfähiges Material an der Haldenoberfläche vorhanden ist (Lagerplätze mit Umschlagfrequenzen $\geq 10/a$) und dass es sich nicht um Stoffe handelt, die zur Verkrustung neigen. Für den Abtrag von Material aus der offenen Fläche (ohne Umschlagstätigkeiten) ist diese Gleichung nicht anwendbar.

Zur Bestimmung des Staubabtrages werden die Anteile der Windgeschwindigkeitsklassen (w , v_w) von der als übertragbar bestimmten Windstation herangezogen.

Diese Gleichung wurde für Schüttgüter mit einer Korndichte von 2,6 bis 4,9 g/cm³ und Korndurchmesser zwischen 0,15 und 1,00 mm mittels Felduntersuchungen an Erzumschlagplätzen verifiziert.

Diese Gleichung ist grundsätzlich auch auf andere Schüttgüter anwendbar. Es ergeben sich jedoch hohe Abweichungen zwischen der prognostizierten und der real auftretenden Staubemission.

Der Staubabtrag von den hier zu betrachtenden Schüttgütern mit einer Dichte von ca. 1,4 bis 1,6 t/m³ wird dabei zu hoch berechnet. Die damit berechnete Emission stellt somit eine Maximalbetrachtung dar.

Unbefestigte Fahrwege

Die durch das Fahren von Fahrzeugen auf unbefestigten Straßen verursachten Staubemissionen können berechnet werden mit:

$$q_T = k_{Kgv} \cdot \left(\frac{S}{12} \right)^a \cdot \left(\frac{W}{2,7} \right)^b \cdot \left(1 - \frac{p}{365} \right) \left[\frac{g}{m \cdot Fhz} \right]$$

q_T	Emissionsfaktor pro Meter Fahrweg und Fahrzeug
k_{Kgv}	Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung
a	Korngrößenabhängiger Exponent
b	Korngrößenabhängiger Exponent
S	Feinkornanteil < 75 µm des Straßenmaterials in %
W	mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t
p	Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 0,3 mm Regenniederschlag

Befestigte Fahrwege

Die für befestigte Fahrwege zugrunde liegenden Emissionsfaktoren sind üblicherweise erheblich geringer als bei unbefestigten Straßen.

Die VDI 3790 Blatt 3 legt für die Berechnung auf befestigten Fahrwegen keine Werte fest.

Die Staubemission durch Fahrbewegungen auf einer asphaltierten Zufahrtsstraße wurde nach folgender Gleichung [20] abgeschätzt:

$$E = k \cdot (sL)^{0,91} \cdot (1,1 \cdot W)^{1,02} \cdot \left(1 - \frac{P}{3N}\right) \frac{g}{km \cdot Fhz}$$

k	Faktor für Korngröße
sL	Staubbeladung
W	mittleres Gewicht Fhz.
P	Anzahl Tage > 0,25 mm Niederschlag
N	Anzahl Tage der Mittelungszeit.

Sprengabschlag

Da die Staubemissionen beim Sprengen primär beim Aufprall der abgelösten Gesteine entstehen, lassen sich diese Vorgänge analog dem Abwurf von Schüttgut modellieren. Im Bericht „Beurteilung diffuser Staubemissionen 2013“ [20] wurde dafür eine Formel abgeleitet:

$$Q_{S,PM} = 0,75 \cdot k_{U,PM} \cdot a \cdot H_{ges} \cdot \rho \cdot \sqrt{M_s} \quad [g]$$

$Q_{S,PM}$	Emissionsmassenstrom einer Partikelfraktion in g
$k_{U,PM}$	Anteil der Partikelfraktion am Gesamtstaub (Tabelle 10 [20] $PM_{30} = 1$; $PM_{10} = 0,25$)
a	Gewichtungsfaktor der Staubungsneigung (Tabelle 11 [20]: hier a = 10)
H_{ges}	Höhe der Etage (Bruchwand) in m
ρ	Schüttdichte des Hauwerks in t/m ³
M_s	Gesteinsmasse pro Abschlag in t

7 Immissionsprognose

7.1 Notwendigkeit der Ausbreitungsrechnung

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [7] fordert von Betreibern genehmigungsbedürftiger Anlagen, dass durch den Betrieb von Anlagen „*schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können*“.

Schädliche Umwelteinwirkungen nach BImSchG „sind Immissionen, die ... geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen ... herbeizuführen“.

Immissionen im Sinne des BImSchG und der TA Luft [9] „*sind ... einwirkende Luftverunreinigungen ...*“.

Luftverunreinigungen im Sinne des BImSchG „sind Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe oder Geruchsstoffe“.

Die Bestimmung der Immissions-Kenngrößen ist im Genehmigungsverfahren für den jeweils emittierten Schadstoff nicht erforderlich, wenn

- a) die nach Nummer 5.5 TA Luft abgeleiteten Emissionen (Massenströme) die festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten
- und
- b) die nicht nach Nummer 5.5 TA Luft abgeleiteten Emissionen (diffuse Emissionen) 10 vom Hundert der festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten,

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

In die Ermittlung des Massenstroms sind die Emissionen im Abgas der gesamten Anlage einzubeziehen, bei der wesentlichen Änderung sind die Emissionen der zu ändernden sowie derjenigen Anlagenteile zu berücksichtigen, auf die sich die Änderung auswirken wird, es sei denn, durch diese zusätzlichen Emissionen werden die in der Tabelle angegebenen Bagatellmassenströme erstmalig überschritten. Dann sind die Emissionen der gesamten Anlagen einzubeziehen.

Die Ausbreitungsrechnung ist dann als Zeitreihenrechnung über jeweils ein Jahr nach dem in der TA Luft beschriebenen Verfahren unter Verwendung des Partikelmodells der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 (Ausgabe September 2000) und unter Berücksichtigung weiterer Richtlinien durchzuführen.

Das Ausbreitungsmodell liefert bei einer Zeitreihenrechnung für jede Stunde des Jahres an den vorgegebenen Aufpunkten die Konzentration eines Stoffes und die Deposition. Die Ergebnisse

einer Rechnung für ein Raster von Aufpunkten dienen der Auswahl der Beurteilungspunkte gemäß Nummer 4.6.2.5 der TA Luft.

Die Ergebnisse an den Beurteilungspunkten repräsentieren die Zusatzbelastung und dienen zusammen mit den Vorbelastungswerten der Bestimmung der Gesamtbelastung.

7.2 Immissionswerte nach TA Luft

Die TA Luft bestimmt Immissionswerte für Stoffe, bei deren Unterschreitung der Schutz vor Gefahren für die menschliche Gesundheit (Ziffer 4.2.1) und der Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag (Ziffer 4.3.1) am Immissionsort gewährleistet ist sowie irrelevante Zusatzbelastungen nach Ziffer 4.2.2 Buchstabe a) und Ziffer 4.3.2 Buchstabe a) TA Luft, bei deren Einhaltung gemäß Ziffer 4.1 TA Luft die Bestimmung der Gesamtbelastung entfallen kann. Im letzteren Fall kann davon ausgegangen werden, dass durch das betreffende Vorhaben keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden können. Werden durch die berechnete Zusatzbelastung die Irrelevanzwerte überschritten, so ist mit den Werten der Vorbelastung die Gesamtbelastung zu berechnen.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die in der TA Luft festgelegten Immissionswerte sowie die irrelevanten Zusatzbelastungen.

Tabelle 6 Immissionswerte und Irrelevanzwerte nach TA Luft

Stoff/ Stoffgruppe	Immissions- wert	Mitte- lungs- zeitraum	Zulässige Überschreitungs- häufigkeit im Jahr	irrelevante Zusatz- belastung
Schutz der menschlichen Gesundheit - Immissionswerte nach Nummer 4.2 TA Luft				
Schwebstaub (PM10)	40 µg/m ³ 50 µg/m ³	Jahr 24 Stunden	- 35	1,2 µg/m ³ -
Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag - Immissionswerte nach Nummer 4.3 TA Luft				
Staubbiederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35 g/(m ² ·d)	Jahr	-	0,0105 g/(m ² ·d)

Kenngößen für die Vorbelastung

Die Kenngröße für die Immissions-Jahres-Vorbelastung (IJV) ist der Jahresmittelwert, der aus allen Stundenmittelwerten gebildet wird.

Die Kenngröße für die Immissions-Tages-Vorbelastung (ITV) ist die Überschreitungshäufigkeit (Zahl der Tage) des Konzentrationswertes für 24-stündige Immissionseinwirkung.

Eine gesonderte messtechnische Ermittlung der Vorbelastung am Standort erfolgt im Rahmen dieser Prognose nicht. Es wird auf die verfügbaren Daten des Umweltmessnetzes des Landes Sachsen-Anhalt [22] zurückgegriffen.

Kenngößen für die Zusatzbelastung

Die Kenngröße für die Immissions-Jahres-Zusatzbelastung (IJZ) ist der arithmetische Mittelwert aller berechneten Einzelbeiträge an jedem Aufpunkt.

Kenngößen für die Gesamtbelastung

Immissions-Jahreswert

Der für den jeweiligen Schadstoff angegebene Immissions-Jahreswert ist eingehalten, wenn die Gesamtbelastung als Summe aus Vorbelastung und Zusatzbelastung an den jeweiligen Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissions-Jahreswert ist.

Immissions-Tageswert

Der Immissions-Tageswert ist eingehalten, wenn die Gesamtbelastung - ermittelt durch die Addition der Zusatzbelastung für das Jahr (IJZ) zu den Vorbelastungskonzentrationswerten für den Tag (ITV) - an den jeweiligen Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissionskonzentrationswert für 24 Stunden ist oder eine Auswertung ergibt, dass die zulässige Überschreitungshäufigkeit eingehalten ist.

8 Anlagenemissionen

8.1 Eingangsdaten für die Berechnung

Für die Berechnungen wurden die unter Punkt 4.3 genannten Kapazitäten und Betriebszeiten berücksichtigt. Es wurden folgende Emissionsquellen einbezogen:

1. Sprengen von Abraum
2. Verladen von Abraum mit Bagger
3. Transport von Abraum mit Muldenkipper zur Kippstelle Nord oder Süd
4. Sprengen von Gestein
5. Verladen von Gestein mit Radlader
6. Transport von Gestein mit Muldenkipper zum Vorbrecher
7. Vorbrecher - Abwurf von Vorsiebmaterial
8. Abluftanlagen der stationären Aufbereitungsanlagen
9. Verladung auf Muldenkipper, LKW oder Bahnwaggon mit Verladerüssel
10. Transport von bestimmten Fraktionen mit Muldenkipper auf Halden
11. Halden
12. Waggonbeladung mit Radlader
13. Fahrstrecke LKW
14. Fahrstrecke Radlader Vorsiebkippstelle

8.2 Emissionen am Standort

Für die Erstellung dieser Prognose wurde der Zustand mit den maximal zu erwartenden Emissionen ausgewählt. Die ausführlichen Berechnungsansätze und ein Fließbild befinden sich in der Anlage 2. Für die verschiedenen Vorgänge ergeben sich nach Anlage 2 die folgenden Emissionsfaktoren:

Tabelle 7 Kenndaten der Entstaubungsanlagen

		Konzentration	Volumenstrom	Massenstrom
		mg/m ³	m ³ _{Ntr} /h	kg/h
Q1	Abluft Splittwerk	20	133 557	2,67
Q2	Abluft Nachbrecher	20	50 000	1,00
Q3	Abluft Nachbrecherei	20	49 619	0,99

Tabelle 8 Emissionsfaktoren

Vorgang	g/t_{Gut} Gesamtstaub		
Umschlag mit Bagger - Abraum	15		
Abkippen vom Muldenkipper - div. Fraktionen	2 ... 9		
Umschlagen mit Radlader - div. Fraktionen	4 ... 39		
Abwurf von Bandanlage - Vorsieb	1 053		
Beladung mit Verloaderüssel - div. Fraktionen	21 ... 54		
	g/m Fhz.		
	PM 2,5	PM 10	PM 30
Transport mit Radlader	0,02	0,23	0,83
Transport mit Muldenkipper - Bruch	0,04	0,36	1,27
Transport mit LKW	0,02	0,07	0,36

Zusammengefasst ergeben sich für den Tagebau Dönstedt die folgenden staubförmigen Emissionen:

Tabelle 9 Emissionen Gesamtstaub

Lfd. Nr. Quelle		Emissionen Gesamtstaub	
		kg/h	kg/a
Tagebau Dönstedt	diffus	174,5	422 005
Tagebau Dönstedt	geführt	4,7	28 727

9 Erforderlichkeit der Ermittlung der Immissionskenngrößen

Für den betrachteten Fall ist die Ermittlung der Immissionskenngrößen nicht erforderlich, wenn die abgeleiteten Emissionen folgenden Massenstrom nicht übersteigen:

Tabelle 10 Bagatellmassenstrom nach Nummer 4.6.1.1 TA Luft

Schadstoffe	Bagatellmassenstrom	Anlagenemissionen
	in kg/h	
über Schornsteine abgeleitete Emissionen		
Staub (ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe)	1	4,7
nicht über Schornsteine abgeleitete Emissionen		
Staub (ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe)	0,1	174,5

Aus der obigen Tabelle ist ersichtlich, dass der Bagatellmassenstrom für Stäube überschritten ist und somit eine Ausbreitungsrechnung nach TA Luft für diese Komponente erforderlich wird.

10 Durchführung der Ausbreitungsrechnung

10.1 Berechnungsparameter

Rechenmodell

Zur Berechnung wurde das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x, der Firma Janicke Consulting angewandt, welches im Programm AustalView 9 der Firma Argusoft implementiert ist. Das Programmsystem AUSTAL2000 berechnet die Ausbreitung von Schadstoffen und Geruchsstoffen in der Atmosphäre. Es ist eine erweiterte Umsetzung des Anhangs 3 der TA Luft. Das dem Programm zugrunde liegende Modell ist in der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 beschrieben.

Rechengebiet:

Aufgrund der Ausdehnung des Tagebaus wurde das Rechengebiet mit einem Radius von 2 500 m festgelegt. Das Raster zur Berechnung von Konzentration und Deposition ist gemäß Kapitel 7 Abs. 2 des Anhangs 3 der TA Luft so zu wählen, dass Ort und Beitrag 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 10fache der Schornsteinbauhöhe kann die horizontale Maschenweite proportional größer gewählt werden. Die Berechnungen und Beurteilungen wurden in einem Rechengebiet von 5 120 • 5 120 m und einem Rechengitter mit Maschenweiten von 2 bis 64 m durchgeführt.

Bodenrauigkeit:

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist aus den Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters zu bestimmen. Die Rauigkeitslänge wurde durch das Programm Austal2000, welches die Daten des CORINE-Katasters auf den Standort der Anlage anwendet, im Mittel zu $z_0 = 0,1$ bestimmt. Wie der Anlage 1.3 entnommen werden kann, ist dieser Wert für das Rechengebiet als repräsentativ zu bewerten. Es wurde auch keine wesentliche Änderung der Landnutzung gegenüber dem CORINE-Kataster festgestellt.

Bebauung:

Die Gebäude oder Anlagen auf dem Betriebsgelände wurden als Gebäude in die Berechnung einbezogen.

Quellen:

Im Berechnungsprogramm können Emissionsquellen in unterschiedliche Quelltypen unterschieden werden.

Abluftkamine werden als Punktquellen definiert. Fahrwege gehen als Linienquellen in das Modell ein. Emissionsquellen mit räumlicher Ausdehnung (z. B. Umschlagvorgänge) werden als Flächenquellen definiert. Verteilt sich die Emission einer Quelle flächig vom Boden bis zu einer definierten Höhe, wird diese als Volumenquelle definiert.

Für die Arbeitsbereiche der Radlader (Fahrwege, Umschlagen) werden die Emissionen in einer Volumenquellen zusammengefasst.

Die Quellen wurden mit den beschriebenen Parametern eingegeben. Die Parameter und Emissionsdaten sind der Anlage 3 zu entnehmen. Die Emissionsquellenpläne sind in den Anlagen 1.4 und 1.5 enthalten.

Korngrößenklassen diffuse Stäube:

Der berechnete Gesamtstaub wird auf die Korngrößenklassen 2 bis 4 aufgeteilt. Somit gehen in die Berechnung hier Grobstaub (Klasse 3 und 4) zu je 37,5 % und Feinstaub (Klasse 2) zu 25 % ein (außer Entstaubungsanlagen 85 %).

Ausbreitungsklassenzeitreihe

Die Windrichtungsverteilung und die Windgeschwindigkeiten wurden mit einer Ausbreitungsklassenzeitreihe der Station Magdeburg des repräsentativen Jahres 18.10.2014 bis 17.10.2015 [12] modelliert. Die Daten der Station wurden auf den Anemometerstandort im Rechengebiet übertragen. Der Anemometerstandort ist in der Anlage 1.1 dargestellt.

Gelände und Steigung - Anwendung von TALdia:

Die Geländeunebenheiten wurden durch ein digitales Geländemodell berücksichtigt. Wie der Anlage 1.2 entnommen werden kann, treten im Rechengebiet Steigungen von mehr als 1:20 auf. Die Geländeunebenheiten sind somit bei der Ausbreitungsrechnung zu berücksichtigen.

Nach Anhang 3 Punkt 11 TA Luft können Geländeunebenheiten in der Regel mithilfe eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden. Das Programm TALdia errechnet ein mesoskaliges diagnostisches Windfeldmodell. Die Anwendbarkeit ist gegeben, wenn die Steigung den Wert 1:5 nicht überschreitet.

Entlang der Bruchkaten im Tagebau beträgt die Geländesteigung deutlich mehr als 1:5. Aufgrund dieser Geländesteigung ist das diagnostische Windfeldmodell TALdia nicht anwendbar.

Deshalb wurde durch die IFU GmbH eine prognostische Windfeldbibliothek mit der Klassenzeitreihe der genannten Station Magdeburg für den Standort berechnet [12] und für die Ausbreitungsrechnung zugrundegelegt. Das Gutachten zur Windfeldberechnung befindet sich in der Anlage 6.

Statistik:

Die sich ergebende statistische Unsicherheit wurde bei der Auswertung berücksichtigt. Die Berechnung wurde mit der Qualitätsstufe „2“ durchgeführt. Zur Bewertung der Immissionen wird der berechnete Wert um die statistische Unsicherheit erhöht.

Immissionspunkte

Im Untersuchungsraum wurden die genannten 4 Immissionspunkte für die Berechnungen festgelegt. Die Lage der Immissionspunkte ist der Anlage 1.1 zu entnehmen.

Tabelle 11 Immissionsaufpunkte

Immissionsaufpunkte	
BUP 1	Siedlung Hüsigg 2/3
BUP 2	Siedlung Hüsigg 1
BUP 3	Am Steinbruch 2
BUP 4	Eiche 4

Beurteilungspunkte:

Gemäß TA Luft werden aus den Immissionspunkten die Beurteilungspunkte so festgelegt, dass eine Beurteilung der Gesamtbelastung an den Punkten mit mutmaßlich höchster Belastung möglich wird. Bei der Auswahl der Beurteilungspunkte werden somit die Belastungshöhe, ihre Relevanz für die Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit und die Exposition geprüft.

Das Berechnungsprotokoll „austal2000.log“ befindet sich in der Anlage 4.

10.2 Ergebnisse für die Zusatzbelastung

Die nachfolgenden Ergebnisse gelten ausschließlich unter Berücksichtigung der unter Punkt 8 genannten Kenndaten der Emissionsquellen.

Die ausführlichen Berechnungsergebnisse und die Rasterdarstellungen sind in der Anlage 4 enthalten.

Tabelle 12 Immissionszusatzbelastung (IZ) (inkl. statistischer Unsicherheit)

Zusatzbelastung (IZ)	Schwebstaub PM10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Staubniederschlag in $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
BUP 1 Siedlung Hüsigg 2/3	6,4	0,0282
BUP 2 Siedlung Hüsigg 1	5,5	0,0193
BUP 3 Am Steinbruch 2	3,3	0,0161
BUP 4 Eiche 4	7,4	0,0198
<i>Irrel. IZ 4.2.2 TA Luft =</i>	1,2	0,0105

Der Irrelevanzwert für Schwebstaub und für Staubniederschlag wird an allen Beurteilungspunkten auch unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit überschritten, sodass eine Bestimmung der Gesamtbelastung nach TA Luft notwendig ist.

10.3 Festlegen der Beurteilungspunkte

Die Auswertung der Gesamtbelastung erfolgt an den betrachteten Immissionsaufpunkten.

Tabelle 13 Beurteilungspunkte

BUP 1	Siedlung Hüsigg 2/3
BUP 2	Siedlung Hüsigg 1
BUP 3	Am Steinbruch 2
BUP 4	Eiche 4

10.4 Berechnung der Gesamtbelastung

Unter Berücksichtigung der Vorbelastungswerte ergibt sich für die Beurteilungspunkte um den Tagebau Dönstedt-Eiche unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit die folgende Gesamtbelastung. Die ausführliche Berechnung der Gesamtbelastung befindet sich in der Anlage 4.2.

Tabelle 14 Immissionsgesamtbelastung

Gesamtbelastung		PMDEP J00	PM10 J00	PM10 T35	PM10 T > 50 µg/m³
		g/(m²·d)	µg/m³	µg/m³	
Vorbelastungswert (IV)		0,06	16	27	4
BUP 1	Siedlung Hüsig 2/3	0,089	23	33	4
BUP 2	Siedlung Hüsig 1	0,08	22	32	4
BUP 3	Am Steinbruch 2	0,08	19	30	4
BUP 4	Eiche 4	0,09	24	34	8
Immissionswert (IW)		0,35	40	50	35
PMDEP J00 - Jahresmittelwert Staubniederschlag PM10 J00 - Jahresmittelwert Schwebstaub PM10 PM10 T35 - Tagesmittelwert Schwebstaub PM10 mit 35 Überschreitungen PM10 T > 50 µg/m³ - Anzahl der Tage mit Konzentration Schwebstaub PM10 > 50 µg/m³					

Bewertung

Gesamtbelastung Immissionsjahreswert Schwebstaub PM10 und Staubniederschlag

Wie aus der obigen Tabelle 14 ersichtlich, ist der zulässige Immissions-Jahreswert durch die Gesamtbelastung an den Beurteilungspunkten für Schwebstaub und Staubniederschlag unterschritten.

Die Kriterien nach Ziffer 4.7.1 TA Luft werden erfüllt.

Gesamtbelastung Immissionstageswert Schwebstaub PM10

Bei Jahresmittelwerten unter 30 µg/m³ ist davon auszugehen, dass die Wahrscheinlichkeit für eine Verletzung des Tagesgrenzwertkriteriums nicht vorhanden ist (Bundeseinheitlicher Äquivalenzwert). Dieses Kriterium ist hier erfüllt.

Eine Auswertung der Tagesmittelwerte ergab zusätzlich, dass der Immissionstageswert nach TA Luft für Schwebstaub PM10 mit 35 zulässigen Überschreitungen unterschritten wird.

Die Kriterien nach Ziffer 4.7.2 b) TA Luft werden erfüllt.

10.5 Beurteilung der Ergebnisse

Bei der Bewertung der gewonnenen Immissionswerte für die Zusatzbelastung muss berücksichtigt werden, dass bei diffusen Quellen quantitative Aussagen bezüglich des Massenstromes partikelförmiger Emissionen nur eingeschränkt gemacht werden können, da nicht der gesamte aufgewirbelte Staub auch mit der Luftströmung abtransportiert wird.

Ein großer Teil des bei verschiedenen Vorgängen diffus aufgewirbelten Staubes lagert sich wieder im direkten Umgebungsbereich ab, sodass die Masse des mit der Luftströmung abtransportierten Staubes deutlich geringer ist als der über die Ausbreitungsrechnung ermittelte Wert.

Die Berechnungen wurden mit den unter Punkt 8 dieses Gutachtens genannten Eingangsdaten durchgeführt.

Die Berechnungsergebnisse stellen somit einen Maximalzustand dar.

11 Zusammenfassung

Die Norddeutsche Naturstein GmbH, Altenhäuser Straße 41 in 39345 Flechtingen, betreibt innerhalb des Bergwerksfeldes Dönstedt-Eiche einen Hartsteintagebau.

Der Tagebau wird auf der Grundlage eines am 04.01.2001 zugelassenen bergrechtlichen Rahmenbetriebsplanes sowie zugelassener Haupt- und Sonderbetriebspläne geführt [1], [2]. Ferner liegen die für den Tagebaubetrieb nach Immissionsschutz- und Wasserrecht notwendigen öffentlich-rechtlichen Genehmigungen und Erlaubnisse vor.

Geologische Nacherkundungen des Unternehmers haben ergeben, dass im Westen des Geltungsbereiches des zugelassenen Rahmenbetriebsplanes innerhalb des Bergwerksfeldes wirtschaftlich gewinnbares Hartgestein ansteht.

Der Unternehmer plant daher, den Tagebau Dönstedt-Eiche um insgesamt 25 ha nach Westen und Südwesten fortzuführen. Die geplante Gewinnung des Rohstoffs im Bereich der einzelnen Tagebausohlen erfolgt aus der bestehenden Tagebauöffnung heraus. Weiterhin ermöglicht die Fortführung eine Vertiefung des bestehenden Tagebaus um weitere 3 Sohlen.

Zur Bewertung der vom Tagebau und den Aufbereitungsanlagen ausgehenden staubförmigen Emissionen und Immissionen ist eine Emissions- und Immissionsprognose zu erstellen.

Die Ingenieurbüro Ulbricht GmbH wurde beauftragt, die Emissionen und Immissionen durch Stäube für den Standort zu berechnen und nach der TA Luft zu bewerten.

Die Prognose hat den Betrieb der mobilen und stationären Anlagen sowie alle Umschlag- und Transportprozesse zu berücksichtigen. Bei Überschreitung des Bagatellmassenstromes ist eine Ausbreitungsberechnung nach TA Luft erforderlich. Bei Überschreitung der Irrelevanzgrenze durch die Zusatzbelastung ist die Gesamtbelastung zu bewerten.

Auf der Grundlage eines zur Verfügung gestellten Anlagenfließbildes, der Anlagenbeschreibung, der eingesetzten Emissionsminderungsmaßnahmen und der Vorortbesichtigung am 02.12.2016 wurde von einer maximalen Betriebssituation hinsichtlich der Emissionen an Staub ausgegangen.

Zur Berechnung wurde das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 der Firma Janicke Consulting angewandt, welches im Programm AustalView 9 TG der Firma Argusoft implementiert ist.

Die Berechnungen und Beurteilungen wurden in einem Gebiet von 26 km² um den Hartsteintagebau Dönstedt-Eiche durchgeführt. Die Bodenrauigkeit und die Landnutzung wurden nach dem CORINE-Kataster berechnet. Die Windrichtungsverteilung und die Windgeschwindigkeiten wurden mit einer Ausbreitungsklassenzeitreihe der Station Magdeburg in einer diagnostischen Windfeldbibliothek berechnet. Die Geländeunebenheiten wurden durch ein digitales Geländemodell berücksichtigt. Die Steigung und die statistische Unsicherheit wurden berechnet.

Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung

Im Ergebnis der Ausbreitungsrechnung ergibt sich die folgende Gesamtbelastung für die Beurteilungspunkte im Umkreis des Tagebaus Dönstedt-Eiche:

Tabelle 15 Immissionsgesamtbelastung

Gesamtbelastung		PMDEP J00	PM10 J00	PM10 T35	PM10 T > 50 µg/m³
		g/(m²·d)	µg/m³	µg/m³	
Vorbelastungswert (IV)		0,06	16	27	4
BUP 1	Siedlung Hüsig 2/3	0,09	23	33	4
BUP 2	Siedlung Hüsig 1	0,08	22	32	4
BUP 3	Am Steinbruch 2	0,08	19	30	4
BUP 4	Eiche 4	0,09	24	49	8
Immissionswert (IW)		0,35	40	50	35
PMDEP J00 - Jahresmittelwert Staubniederschlag PM10 J00 - Jahresmittelwert Schwebstaub PM10 PM10 T35 - Tagesmittelwert Schwebstaub PM10 mit 35 Überschreitungen PM10 T > 50 µg/m³ - Anzahl der Tage mit Konzentration Schwebstaub PM10 > 50 µg/m³					

Bewertung der Immissionswerte

Der zulässige Immissionsjahreswert für Schwebstaub PM10 und Staubniederschlag sowie der Immissionstageswert für Schwebstaub PM10 mit 35 zulässigen Überschreitungen werden durch die Gesamtbelastung an den Beurteilungspunkten unterschritten.

Schlussfolgerungen

Bei Einhaltung der genannten Minderungsmaßnahmen werden durch die Anlagen an allen maßgebenden Beurteilungspunkten keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorgerufen.

Aus gutachterlicher Sicht bestehen in Bezug auf den Schutz vor Gefahren für die menschliche Gesundheit durch Schwebstaub PM10 und den Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag keine Bedenken gegen die geplante Fortführung des Hartsteintagebaus Dönstedt-Eiche in 39343 Verwaltungsgemeinschaft Hohe Börde - Gemarkung Bebertal.

Anlagen

- 1. Karten und Pläne**
- 2. Ermittlung der Emissionen**
- 3. Berechnungseingangsdaten**
- 4. Berechnungsergebnisse**
- 5. Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten**
- 6. Windfeldberechnung bei steilem Gelände**

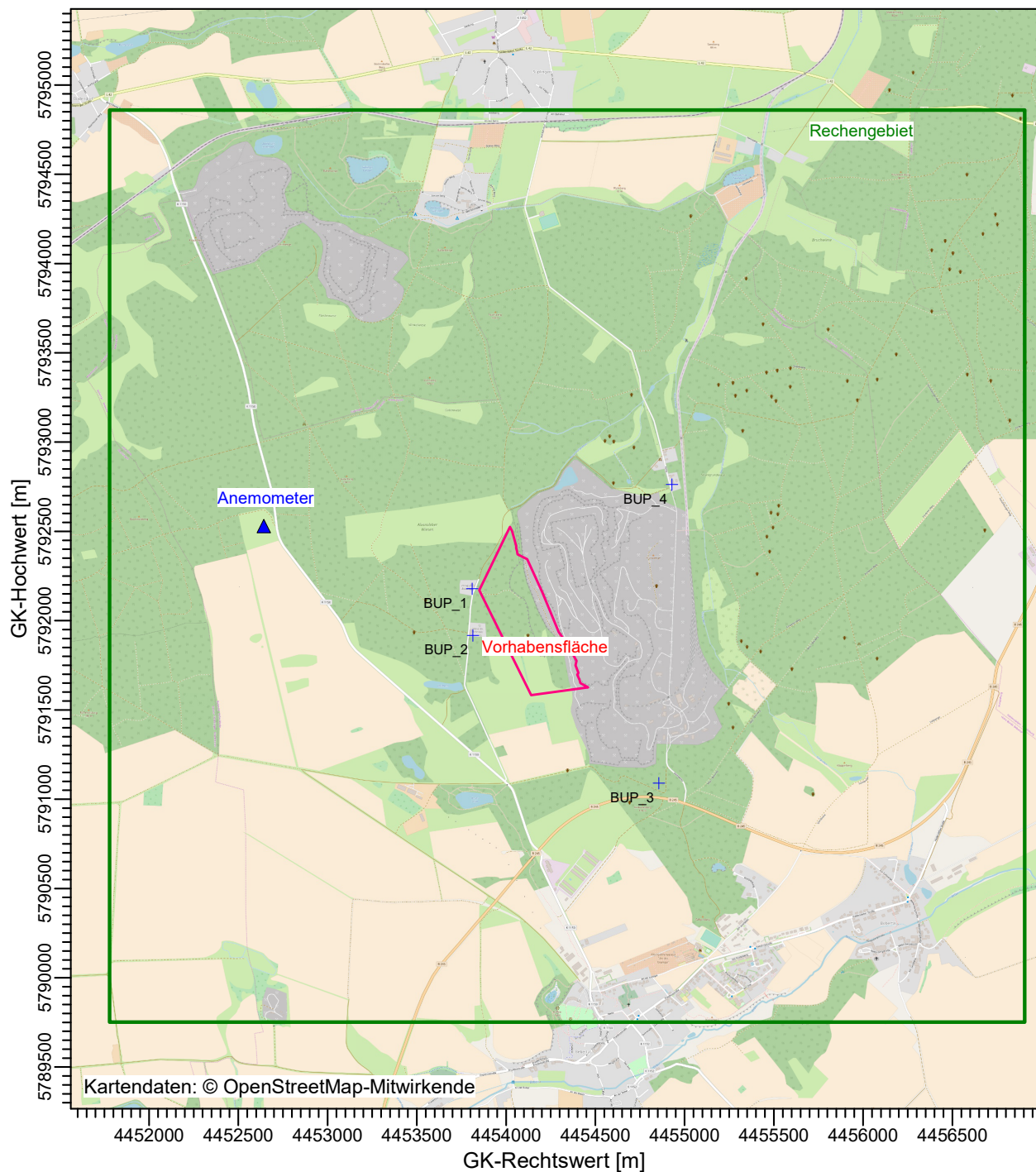
Anlage 1

Karten und Pläne

- 1.1 Auszug aus der topografischen Karte
- 1.2 Geländemodell mit Steigung
- 1.3 Lageplan mit Rauigkeitslänge
- 1.4 Emissionsquellenplan - Aufbereitung
- 1.5 Emissionsquellenplan - Gewinnung

PROJEKT-TITEL:

**Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt
Fortführung der Rohstoffgewinnung**



BEMERKUNGEN:

Anlage
1.1 Auszug aus der topografischen
Karte

FIRMENNAME:

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

BEARBEITER:

Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold

MAßSTAB:

1:35.000

0



1 km

DATUM:

29.11.2017

PROJEKT-NR.:

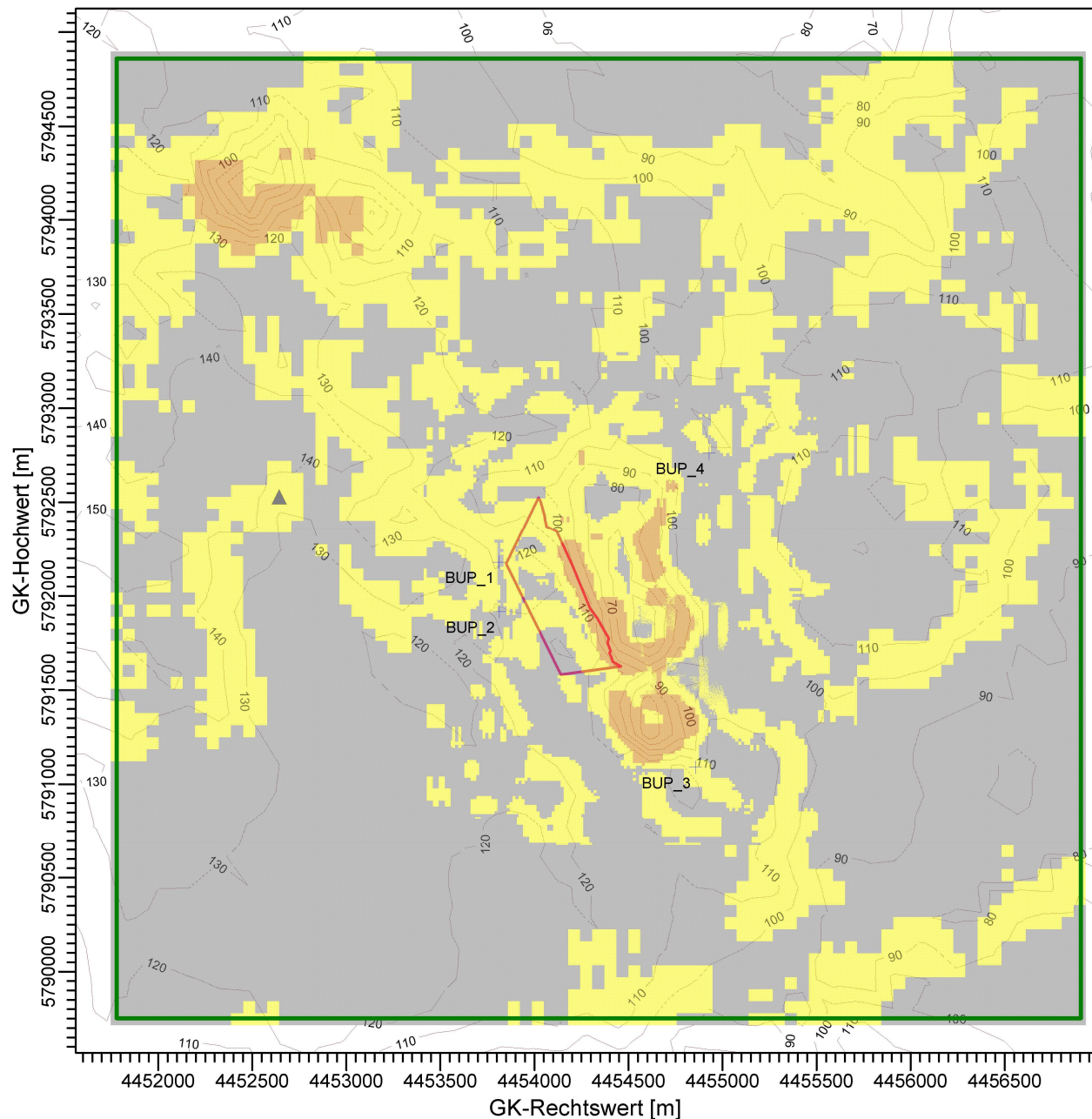
401.0462/17

**Ingenieurbüro
Ulbricht GmbH**

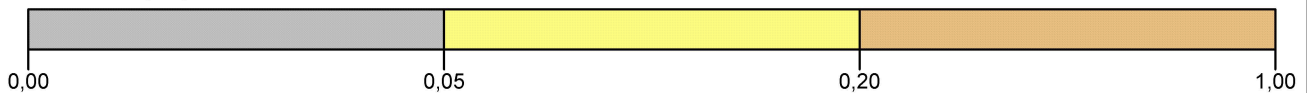


PROJEKT-TITEL:

Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt
Fortführung der Rohstoffgewinnung



Geländesteigung (<0.05=63,1% / 0.05-0.2=34,5% / >0.2=2,4% Min=0,000 / Max=0,591)



BEMERKUNGEN:

Anlage
 1.2 Geländemodell mit Steigung

FIRMENNAME:

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

BEARBEITER:

Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold

MAßSTAB:

1:35.000

0 1 km

DATUM:

29.11.2017

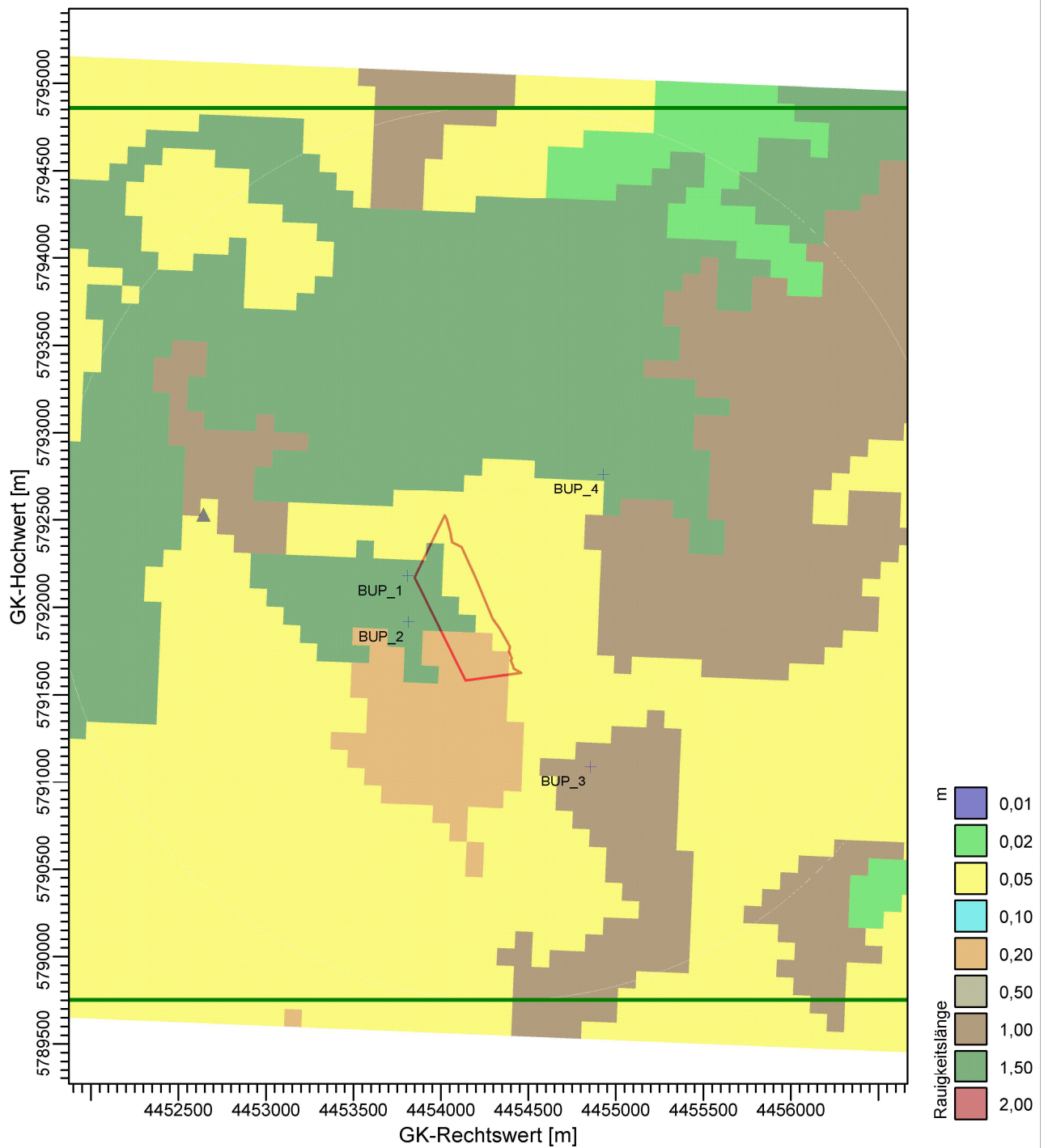
PROJEKT-NR.:

401.0462/17

Ingenieurbüro
Ulbricht GmbH

PROJEKT-TITEL:

**Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt
Fortführung der Rohstoffgewinnung**



BEMERKUNGEN:

Anlage
1.3 Rauigkeitslände

FIRMENNAME:

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

BEARBEITER:

Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold

MAßSTAB:

1:35.000

0

1 km

DATUM:

29.11.2017

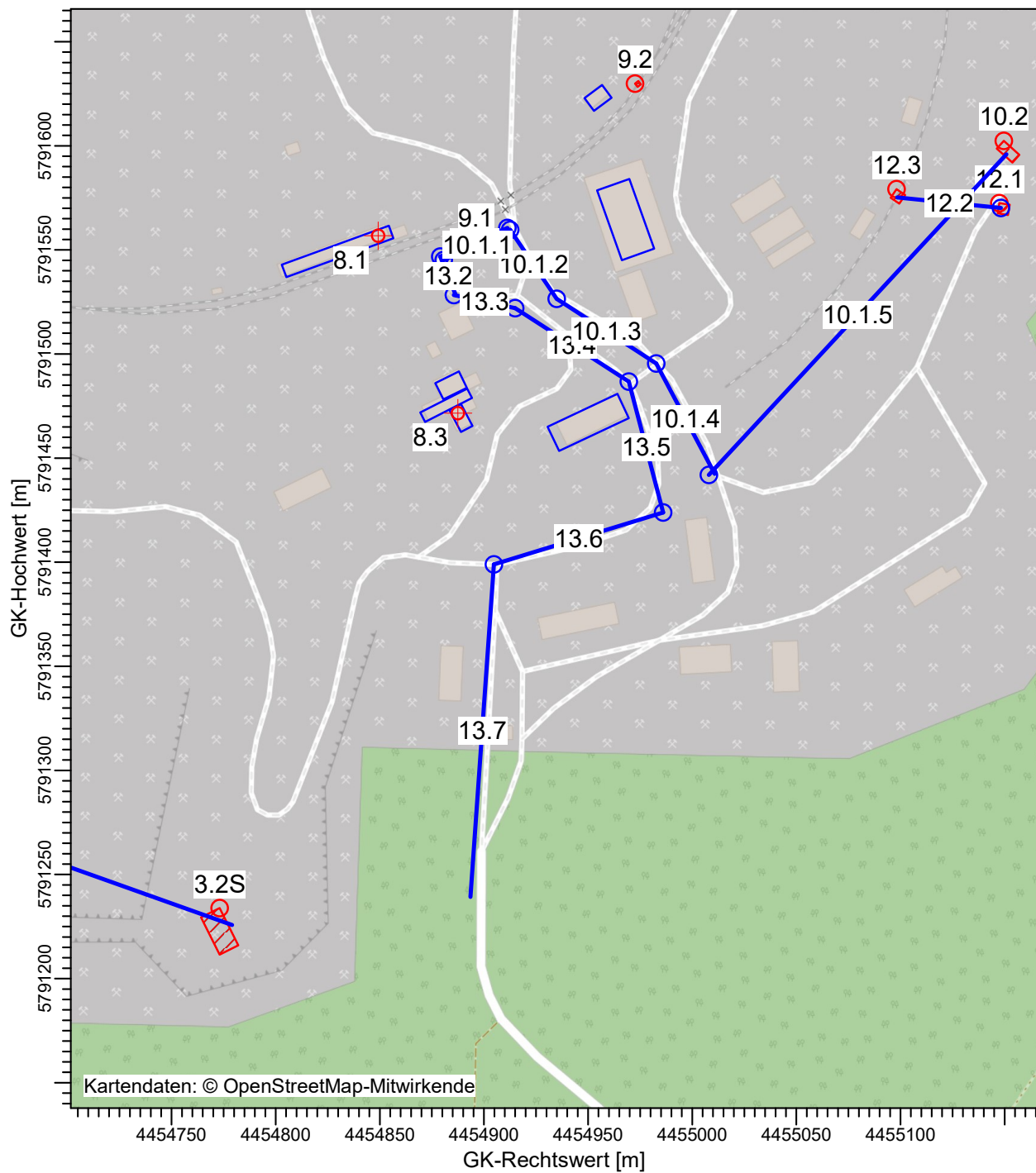
PROJEKT-NR.:

401.0462/17

**Ingenieurbüro
Ulbricht GmbH**

PROJEKT-TITEL:

**Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt
Fortführung der Rohstoffgewinnung**



BEMERKUNGEN:

Anlage
1.4 Emissionsquellenplan -
Aufbereitung, Verladung,
Abtransport, Abraumverkipfung Süd

FIRMENNAME:

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

BEARBEITER:

Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold

MAßSTAB:

1:3.000

0 0,05 km

DATUM:

29.11.2017

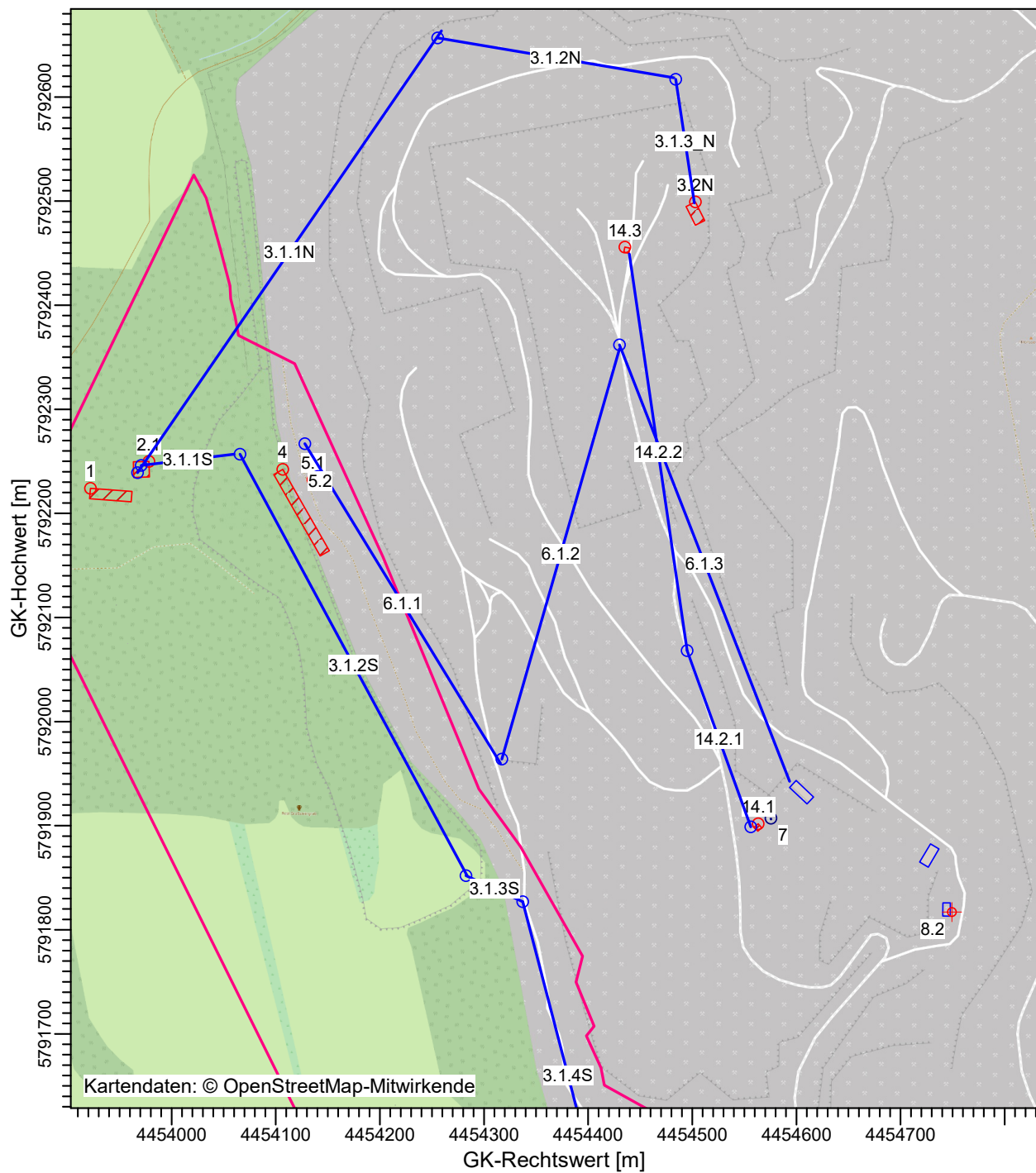
PROJEKT-NR.:

401.0462/17

**Ingenieurbüro
Ulbricht GmbH**

PROJEKT-TITEL:

**Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt
Fortführung der Rohstoffgewinnung**



BEMERKUNGEN:

Anlage
1.5 Emissionsquellenplan -
Abbau

FIRMENNAME:

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

BEARBEITER:

Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold

MAßSTAB:

1:6.000

0 0,1 km

DATUM:

29.11.2017

PROJEKT-NR.:

401.0462/17

**Ingenieurbüro
Ulbricht GmbH**

Anlage 2

Ermittlung der Emissionen

2.1 Ermittlung der Emissionen

Norddeutsche Naturstein GmbH
Erweiterung Hartsteintagebau Dönstedt - Eiche
Ermittlung der Emissionen

Folgende Berechnungsmethodik wurde bei der Ermittlung der Durchsätze und Emissionen angewendet:

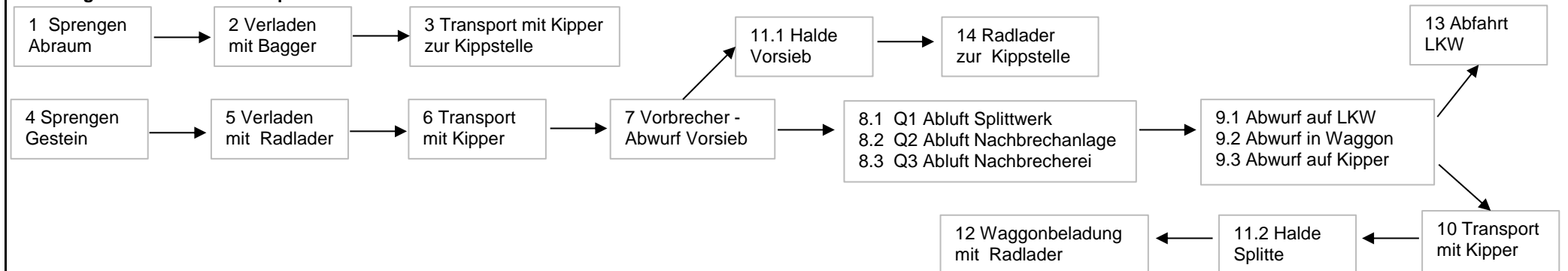
		t/a	t/d	t/h	h/d	AT/a	h/a	Ladekapazitäten		t	Fhz./h	Schüttgut	Staubentwi.	a	ρs in t/m³
Sprengen	S1 Abraum	300.000	10.000		1	30	30	Bagger 1	S1 Abraum	8		S1 Abraum	schwach	31,6	1,80
Verladen	S1 Abraum	300.000	3.488	349	10	86	860	Kipper 1	S1 Abraum	60	5,8	S2 Rohgestein	n. nachweiß.	10,0	1,60
Sprengen	S2 Rohgestein	1.800.000	37.500		1	48	48	Radlader 1	S2 Rohgestein	10		S3 Gemisch	schwach	31,6	1,60
Vorbrecher	S2 Rohgestein	1.800.000	6.429	292	22	280	6160	Kipper 2	S2 Rohgestein	60	4,9	S4 Vorsieb	mittel	100,0	1,60
Nachbrecher	S3 Gemisch	1.600.000	5.714	260	22	280	6160					S5 Schotter	n. nachweiß.	10,0	1,50
Abwurf	S4 Vorsieb	200.000	714	32	22	280	6160					S6 Splitte	n. nachweiß.	10,0	1,40
Splittwerk	S3 Gemisch	1.600.000	5.714	260	22	280	6160					S4 Vorsieb, befeucht.	schwach	31,6	1,60
Silo Bahn	S5 Schotter	320.000	1.488	186	8	215	1720	Radlader 2	S3-7	10					
Halde Kipper	S6 Splitte	180.000	643	107	6	280	1680	Radlader 3	S4 Vorsieb	10					
Bahn von Halde	S6 Splitte	180.000	3.000	600	5	60	300	Kipper 3	S5-7	60	1,8				
Silo LKW	S3 Gemisch	1.100.000	3.667	216	17	300	5100	LKW 1 AB	S5-7	27	8,0				

Korngrößenverteilung diffuser Staub

Klasse 2	PM 10:	25,0%
Klasse 3	PM 50:	37,5%
Klasse 4	PM >50:	37,5%

		PM2,5 kg/h	PM10 kg/h	PM50 kg/h	PM>50 kg/h	Gesamtstaub kg/h	Gesamtstaub kg/a
Gesamte Staubemissionen							
Tagebau Dönstedt	diffus	2,8	44,5	102,1	34,4	174,5	422005
Tagebau Dönstedt	geführt		4,0	0,3	0,3	4,7	28727

Flussdiagramm mit Emissionsquellen



Norddeutsche Naturstein GmbH
Erweiterung Hartsteintagebau Dönstedt - Eiche
Ermittlung der Emissionen

Umschlag Aufnahme				q _{norm} nach Tabelle 11 VDI3790 Bl.3, 01/2010												$\dot{Q}_U = \frac{q_x \cdot \dot{M}}{10^3} \frac{\text{kg}}{\text{h}}$					
Abwurf diskontinuierlich				$q_{norm,korr} = q_{norm} \cdot k_H \cdot 0,5 \cdot k_{Gerät} \cdot \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{t}}$ $q_{ab} = q_{norm,korr} \cdot \rho_S \cdot k_U \cdot \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}}$																	
kontinuierlich																					
$q_{norm} \approx a \cdot 2,7 \cdot \dot{M}^{-0,5} \cdot \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{t}}$																					
$q_{norm} \approx a \cdot 83,3 \cdot \dot{M}^{-0,5} \cdot \frac{\text{g}}{\text{t}_{Gut}} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{t}}$																					
Nr.	Beschreibung			Menge	Abwurfhöhe	Auswirkungs-faktor	Korrektur-faktor	Umweltfaktor	Gewichtungs-faktor	Schüttdichte	Emissions-faktoren			Massenstrom	Betriebszeit pro Jahr	Emissionen pro Stunde				Emissionen pro Jahr	
				M t/Hub Ṁ t/h	Hfrei m	kH	kGerät	k _U	a	r _s t/m³	q _{norm} (g/tGut)*(m³/t)	q _{norm,korr} (g/tGut)*(m³/t)	q _{Auf bzw. q_{Ab}} g/tGut	Ṁ t/h	t h/a	PM10 kg/h	PM50 kg/h	PM>50 kg/h	Gesamtstaub Q kg/h	Gesamtstaub kg/a	
2.1.1	Bagger 1 aufnehmen	S1 Abraum						0,9	31,6	1,8	9,0		14,6	349	860		1,27	1,91	1,91	5,09	4374
2.1.2	Bagger 1 abkippen	S1 Abraum		8	1,0	0,4	1,5	0,9	31,6	1,8	30,2	9,5	15,4	349	860		1,34	2,02	2,02	5,38	4623
3.2N	Kipper 1 abkippen	S1 Abraum		60	1,5	0,7	1,5	0,9	31,6	1,8	11,0	5,8	9,3	349	430		0,81	1,22	1,22	3,26	1401
3.2S	Kipper 1 abkippen	S1 Abraum		60	1,5	0,7	1,5	0,9	31,6	1,8	11,0	5,8	9,3	349	430		0,81	1,22	1,22	3,26	1401
5.1.1	Radlader 1 aufnehmen	S2 Rohgestei						0,9	10,0	1,6	3,0		4,3	292	6160		0,32	0,47	0,47	1,26	7776
5.1.2	Radlader 1 abkippen	S2 Rohgestei		10	1,0	0,4	1,5	0,9	10,0	1,6	8,5	2,7	3,9	292	6160		0,28	0,42	0,42	1,13	6979
7	Haldenabwurf	S4 Vorsieb		32	2,0	1,0	1,0	0,9	100,0	1,6	1462	731	1053	32	6160		8,54	12,82	12,82	34,17	210515
9.1	Siloverladung auf LKW	S3 Gemisch		216	1,0	0,4	1,0	0,9	31,6	1,6	179,2	37,7	54,3	216	5100		2,93	4,39	4,39	11,70	59684
9.2	Siloverladung auf Waggon	S5 Schotter		186	2,0	1,0	1,0	0,9	10,0	1,5	61,1	30,5	41,2	186	1720		1,92	2,88	2,88	7,67	13191

Norddeutsche Naturstein GmbH
Erweiterung Hartsteintagebau Dönstedt - Eiche
Ermittlung der Emissionen

9.3	Siloverladung auf Kipper	S6 Splitte		107	1,0	0,4	1,0	0,9	10,0	1,4	80,5	16,9	21,3	107	1680		0,57	0,86	0,86	2,28	3837
10.2	abkippen auf Halde	S6 Splitte		60	1,5	0,7	1,5	0,9	10,0	1,4	3,5	1,8	2,3	107	1680		0,06	0,09	0,09	0,25	414
12.1	Radlader 2 aufnehmen	S6 Splitte						0,9	10,0	1,4	3,0		3,8	10	300		0,01	0,01	0,01	0,04	11
12.3	Radlader 2 abkip.in Waggon			10	2,0	1,0	1,5	0,9	10,0	1,4	8,5	6,4	8,1	10	300		0,02	0,03	0,03	0,08	24
14.1	Radlader 3	S4 Vorsieb, b						0,9	31,6	1,6	9,0		13,0	600	300		1,94	2,92	2,92	7,78	2333
14.3	Radlader 3 abkip.	S4 Vorsieb, b		10	1,0	0,4	1,5	0,9	31,6	1,6	27,0	8,5	12,3	600	300		1,84	2,76	2,76	7,35	2205

Sprengungen

nach Technische Grundlagen zur Beurteilung diffuser Staubemissionen 2013, BMWFI Österreich

$$Q_{S,PM} = 0,75 \cdot k_{U,PM} \cdot a \cdot H_{ges} \cdot \rho \cdot \sqrt{M_s} \quad [g]$$

		Abwurfhöhe	Anteil Partikel- fraktion			Gewichtungs- faktor	Schüttdichte	Emissions- faktoren			Menge	Betriebszeit pro Jahr	Emissionen pro Sprengung = Stunde				Emissionen pro Jahr	
		H _{ges} m	k _{U, PM2,5}	k _{U, PM10}	k _{U, PM30}	a	ρ t/m³	q _{PM2,5} g/Abschlag	q _{PM10} g/Abschlag	q _{PM30} g/Abschlag	M _s t	t h/a	PM2,5 kg/h	PM10 kg/h	PM30 kg/h		Gesamtstaub kg/h	Gesamtstaub kg/a
1	Sprengen Abraum	7	0,1	0,25	1,0	10,0	1,8	501	2363	9450	10000	30	0,50	2,36	9,5		12,3	369
4	Sprengen Gestein	12	0,1	0,25	1,0	10,0	1,6	1478	6971	27885	37500	48	1,48	6,97	27,9		36,3	1744

Norddeutsche Naturstein GmbH
Erweiterung Hartsteintagebau Dönstedt - Eiche
Ermittlung der Emissionen

Abluftanlagen																									
$\dot{Q}_{Abluft} = \frac{c \cdot \dot{V}}{10^6} \frac{\text{kg}}{\text{h}}$																									
						Höhe Kamin	Durchmesser	Austrittsfläche	Stoff	Konzentration	Volumenstrom pro Stunde			Betriebszeit pro Jahr	Emissionen pro Stunde					Emissionen pro Jahr					
						m	m	m²		c mg/m³	Q m³Ntr/h			t h/a	PM10 kg/h	PM50 kg/h	PM>50 kg/h	Gesamtstaub kg/h	Gesamtstaub kg/a						
8.1	Q1	Abluft Splittwerk				30	1,60	2,01	Staub	20	133557			6.160		2,27	0,20	0,20	2,67	16454					
8.2	Q2	Abluft Nachbrecher				20	0,92	0,67	Staub	20	50000			6.160		0,85	0,08	0,08	1,00	6160					
8.3	Q3	Abluft Nachbrecherei				30	1,20	1,13	Staub	20	49619			6.160		0,84	0,07	0,07	0,99	6113					
Transportvorgänge unbefestigte Straßen																									
$q_T = k_{Kgv} \cdot \left(\frac{S}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{2,7}\right)^b \cdot \left(1 - \frac{p}{365}\right) \frac{\text{g}}{\text{m} \cdot \text{Fhz}}$ $\dot{Q}_T = \frac{q_T \cdot L_T \cdot n}{10^3} \frac{\text{kg}}{\text{h}}$																									
	Feinkornanteil	Exponent	Korngrößen- verteilung 2,5 µm		Korngrößen- verteilung < 10 µm		Korngrößen- verteilung < 30 µm		Regentage pro Jahr, befeuchtet	Anzahl Tonnen pro Stunde	mittl. Ladung pro Fahrzeug	Gewicht Fahrzeug leer	Anzahl der Fahrzeuge / h	Mittleres Gewicht d. Flotte	Strecke	Emissions- faktor PM 2,5	Emissions- faktor PM 10	Emissions- faktor PM 30	Betriebszeit pro Jahr	Emissionen pro Stunde					Emissionen pro Jahr
	S %	b	k _{Kgv}	a	k _{Kgv}	a	k _{Kgv}	a	p	M t/h	m t	m t	n	W t	LT m	q _T g/m Fhz	q _T g/m Fhz	q _T g/m Fhz	t h/a	PM 2,5 kg/h	PM10 kg/h	PM30 kg/h	Gesamtstaub kg/h	Gesamtstaub kg/a	
3.1.x			Fahrstrecke Teilstücke 1 - 3										Kipper 1					S1 Abraum							
1	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	349	60	22	5,8	52,0	515	0,04	0,36	1,27	430	0,108	1,08	3,81		3,81	1637
2	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	349	60	22	5,8	52,0	230	0,04	0,36	1,27	430	0,048	0,48	1,70		1,70	731
3	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	349	60	22	5,8	52,0	120	0,04	0,36	1,27	430	0,025	0,25	0,89		0,89	381
3.1.x			Fahrstrecke Teilstücke 1 - 6, Verkippung im südlichen Bereich des Tagebaus													Kipper 1			S1 Abraum						
1S	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	349	60	22	5,8	52,0	90	0,04	0,36	1,27	430	0,019	0,19	0,67		0,67	286

Norddeutsche Naturstein GmbH
Erweiterung Hartsteintagebau Dönstedt - Eiche
Ermittlung der Emissionen

2S	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	349	60	22	5,8	52,0	460	0,04	0,36	1,27	430	0,096	0,96	3,40		3,40	1462
3S	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	349	60	22	5,8	52,0	60	0,04	0,36	1,27	430	0,013	0,13	0,44		0,44	191
4S	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	349	60	22	5,8	52,0	345	0,04	0,36	1,27	430	0,072	0,72	2,55		2,55	1097
5S	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	349	60	22	5,8	52,0	240	0,04	0,36	1,27	430	0,050	0,50	1,77		1,77	763
6S	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	349	60	22	5,8	52,0	225	0,04	0,36	1,27	430	0,047	0,47	1,66		1,66	715
6.1.x			Fahrstrecke zum Vorbrecher Teilstücke 1 - 3										Kipper 2				S2 Rohgestein								
1	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	292	60	22	4,9	52,0	360	0,04	0,36	1,27	6160	0,063	0,63	2,23		2,23	13732
2	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	292	60	22	4,9	52,0	410	0,04	0,36	1,27	6.160	0,072	0,72	2,54		2,54	15639
3	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	292	60	22	4,9	52,0	435	0,04	0,36	1,27	6.160	0,076	0,76	2,69		2,69	16592
10.x			Fahrstrecke Anlagenbereich - Halde, Teilstücke 1 - 5										Kipper 3				S5-7								
1	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	107	27	22	4,0	35,5	35	0,03	0,30	1,07	1680	0,004	0,04	0,15		0,15	250
2	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	107	27	22	4,0	35,5	40	0,03	0,30	1,07	1.680	0,005	0,05	0,17		0,17	286
3	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	107	27	22	4,0	35,5	57	0,03	0,30	1,07	1.680	0,007	0,07	0,24		0,24	407
4	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	107	27	22	4,0	35,5	60	0,03	0,30	1,07	1.680	0,007	0,07	0,25		0,25	428
5	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	107	27	22	4,0	35,5	210	0,03	0,30	1,07	1.680	0,025	0,25	0,89		0,89	1499
5.2			Fahrstrecke							Radlader 1			S2 Rohgestein												
	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	120	292	10	15	29,2	20,0	10	0,05	0,50	1,76	6160	0,015	0,15	0,51		0,51	3172
12.2			Fahrstrecke							Radlader 2			S3-7												
	4,8	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	600	10	15	60,0	20,0	50	0,01	0,14	0,56	300	0,043	0,43	1,69		1,69	507
14.1.x			Fahrstrecke							Radlader 3			S4 Vorsieb												
1	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	32	10	15	3,2	20,0	180	0,02	0,23	0,83	6160	0,014	0,14	0,48		0,48	2978
2	8,3	0,45	0,04	0,9	0,42	0,9	1,38	0,70	250	32	10	15	3,2	20,0	385	0,02	0,23	0,83	6160	0,029	0,29	1,03		1,03	6369

Transportvorgänge befestigte Straßen																										
$E = k \cdot (sL)^{0,91} \cdot (1,1 \cdot W)^{1,02} \cdot \left(1 - \frac{P}{3N}\right) \cdot \frac{g}{\text{km} \cdot \text{Fhz}}$ $\dot{Q}_T = \frac{E \cdot L_T \cdot n}{10^3} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{h}}$																										
	Staubbelastung		PM <2,5 µm		PM <10 µm		PM 30 µm		Regentage pro Jahr, befeuchtet	Anzahl Tonnen pro Stunde	mittl. Ladung pro Fahrzeug	Gewicht Fahrzeug leer	Anzahl der Fahrzeuge / h	Mittleres Gewicht d. Flotte	Strecke	Emissionsfaktor PM2,5	Emissionsfaktor PM10	Emissionsfaktor PM30	Betriebszeit pro Jahr	Emissionen pro Stunde				Gesamtstaub kg/h	Emissionen pro Jahr	
	sL in g/m²		k g/km Fhz		k g/km Fhz		k g/km Fhz		P d/a	M t/h	m t	m t	n	W t	LT m	E PM2,5 g/(mFhz)	E PM10 g/(mFhz)	E PM30 g/(mFhz)	h/a	PM 2,5 kg/h	PM10 kg/h	PM30 kg/h		Gesamtstaub kg/a		
13.x			LKW 1 AB asphaltierte Zufahrt, Teilstücke 1 - 7																							
1	5,0		0,15		0,62		3,23		250	216	27	15	8,0	28,5	35	0,02	0,07	0,36	5.100	0,005	0,02	0,10		0,10	516	
2	5,0		0,15		0,62		3,23		250	216	27	15	8,0	28,5	20	0,02	0,07	0,36	5.100	0,003	0,01	0,06		0,06	295	
3	5,0		0,15		0,62		3,23		250	216	27	15	8,0	28,5	30	0,02	0,07	0,36	5.100	0,004	0,02	0,09		0,09	443	
4	5,0		0,15		0,62		3,23		250	216	27	15	8,0	28,5	65	0,02	0,07	0,36	5.100	0,009	0,04	0,19		0,19	959	
5	1,0		0,15		0,62		3,23		250	216	27	15	8,0	28,5	65	0,00	0,02	0,08	5.100	0,002	0,01	0,04		0,04	222	
6	1,0		0,15		0,62		3,23		250	216	27	15	8,0	28,5	85	0,00	0,02	0,08	5.100	0,003	0,01	0,06		0,06	290	
7	1,0		0,15		0,62		3,23		250	216	27	15	8,0	28,5	160	0,00	0,02	0,08	5.100	0,005	0,02	0,11		0,11	546	

Norddeutsche Naturstein GmbH
Erweiterung Hartsteintagebau Dönstedt - Eiche
Ermittlung der Emissionen

Lagerung													$C_A \approx 0,1 \cdot \frac{v_{wi}^2}{d_{50} \cdot \rho_K \cdot k_f \cdot \tan \alpha} \rightarrow q_L = 5 \cdot (C_A - 1)^{1,60} \frac{g}{m^2 \cdot h} \rightarrow \bar{q}_L = \sum_{i=1}^n 5 \cdot \left(0,1 \cdot \frac{v_{wi}^2}{d_{50} \cdot \rho_K \cdot k_f \cdot \tan \alpha} - 1 \right)^{1,60} \cdot \frac{w_i}{100} \frac{g}{m^2 \cdot h}$						$\dot{Q}_L = \frac{q_L \cdot A_L}{10^3} \frac{kg}{h}$					
	mittlere Korngröße	Schüttdichte	Faktor für Materialfeuchte	Böschungswinkel		Windgeschwindigkeit	Anteile der Windgeschwindigkeit	Kennzahl	flächenbezog. Staubabtrag		Häufigk. Windgeschwindigkeitskl.	Haldenfläche		Emissionen pro Stunde					Emissionen pro Jahr					
	d50 mm	rk t/m³	k _f	a °	tanα	v _{wi} m/s	w _i %	C _A	q _L g/(m² h)	q _L · w _i /100 g/(m² h)	h/a	m²		PM10 kg/h	PM50 kg/h	PM>50 kg/h	Gesamtstaub kg/h	Gesamtstaub kg/a						
11.1	3,0	1,60	1	45	1,00	1,4	19,0	0,0			1.664	1.000												
	Halde					1,8	17,6	0,1			1.542													
	S4 Vorsieb					2,3	15,5	0,1			1.358													
						3,8	30,6	0,3			2.681													
						5,4	11,1	0,6			972													
						6,9	4,2	1,0			368													
						8,4	1,4	1,5	1,5	0,0	123													
						10,0	0,4	2,1	5,7	0,0	35													
11.2	5,0	1,60	1	45	1,00	1,4	19,0	0,0			1.664	10000												
	Halde					1,8	17,6	0,0			1.542													
	S6 Splitte					2,3	15,5	0,1			1.358													
						3,8	30,6	0,2			2.681													
						5,4	11,1	0,4			972													
						6,9	4,2	0,6			368													
						8,4	1,4	0,9			123													
						10,0	0,4	1,3	0,5	0,0	35													

Anlage 3

Berechnungseingangsdaten

- 3.1 Quellenparameter
- 3.2 Variable Emissionen
- 3.3 Monitorpunkt - Parameter

Quellen-Parameter

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Punkt-Quellen

Quelle ID	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Emissions-hoehe [m]	Schornstein-durchmesser [m]	Waerme-fluss [MW]	Volumen-strom [m³/h]	Schwaden-temperatur [°C]	Austritts-geschw. [m/s]	Zeitskala [s]	nur therm. Anteil
8.3	4454887,44	5791471,56	30,00	1,20	0,19	49619,00	20,00	13,08	0.00	<input type="checkbox"/>
Q3 Kamin Nachbrecherei										
8.1	4454849,23	5791556,85	30,00	0,55	0,50	133557,00	20,00	167,59	0.00	<input type="checkbox"/>
Q1 Kamin Splittwerk										
8.2	4454749,36	5791817,04	20,00	0,92	0,19	50000,00	20,00	22,42	0.00	<input type="checkbox"/>
Q2 Kamin Nachbrecher										

Flaechen-Quellen

Quelle ID	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Laenge X-Richtung [m]	Laenge Y-Richtung [m]	Laenge Z-Richtung [m]	Drehwinkel [Grad]	Emissions-hoehe [m]	Waerme-fluss [MW]	Austritts-geschw. [m/s]	Zeitskala [s]
2.1	4453978,24	5792249,94	15,00	15,00		-178,6	3,00	0,00	0,00	0,00
Bagger Abraum laden										
1	4453922,01	5792224,09	10,00	40,00		-94,4	1,00	0,00	0,00	0,00
Sprengen Abraum										
3.2N	4454503,06	5792499,22	10,00	20,00		-153,4	1,00	0,00	0,00	0,00
Abkippen Abraum Kippstelle Nord										
4	4454106,79	5792242,22	10,00	90,00		-150,3	1,00	0,00	0,00	0,00
Sprengen Gestein										
5.1	4454135,78	5792232,50	5,00	10,00		283,9	3,00	0,00	0,00	0,00
Radlader laden Gestein										
9.1	4454895,89	5791553,78	2,00	2,00		284,0	4,00	0,00	0,00	0,00
Verladung in LKW										
9.3	4454896,25	5791553,97	2,00	2,00		284,4	4,00	0,00	0,00	0,00
Verladung in Kipper										
9.2	4454972,53	5791629,91	2,00	2,00		307,6	5,00	0,00	0,00	0,00
Verladung in Waggon										

Quellen-Parameter

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quelle ID	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Laenge X-Richtung [m]	Laenge Y-Richtung [m]	Laenge Z-Richtung [m]	Drehwinkel [Grad]	Emissions-hoehe [m]	Waerme-fluss [MW]	Austritts-geschw. [m/s]	Zeitskala [s]
10.2	4455149,58	5791602,35	5,00	10,00		-131,7	4,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Abkippen auf Halde										
12.1	4455147,48	5791572,49	5,00	5,00		261,0	3,00	0,00	0,00	0,00
Radlader aufnehmen von Halde										
12.3	4455098,12	5791579,20	5,00	5,00		235,6	4,00	0,00	0,00	0,00
Radlader beladen Waggon										
14.1	4454563,30	5791901,82	5,00	5,00		221,6	1,00	0,00	0,00	0,00
Radlader aufnehmen Vorsieb										
14.3	4454435,23	5792455,83	5,00	5,00		258,2	1,00	0,00	0,00	0,00
Radlader Kippe Vorsieb abkippen										
3.2S	4454773,11	5791233,92	10,00	20,00		-153,4	1,00	0,00	0,00	0,00
Abkippen Abraum Kippstelle Süd										

Volumen-Quellen

Quelle ID	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Laenge X-Richtung [m]	Laenge Y-Richtung [m]	Laenge Z-Richtung [m]	Drehwinkel [Grad]	Emissions-hoehe [m]	Waerme-fluss [MW]	Austritts-geschw. [m/s]	Zeitskala [s]
7	4454575,62	5791907,13	1,00	1,00	5,00	221,4	5,00	0,00	0,00	0,00
Abwurf Vorsieb auf Halde										

Linien-Quellen

Quelle ID	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Laenge X-Richtung [m]	Laenge Z-Richtung [m]	Drehwinkel [Grad]	Emissions-hoehe [m]	Schornstein-durchmesser [m]	Waerme-fluss [MW]	Austritts-geschw. [m/s]	Zeitskala [s]
3.1.1N	4453967,33	5792239,20	515,00		55,5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Abraum T1 Nord										
3.1.2N	4454255,47	5792656,72	230,00		350,4	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Abraum T2 Nord										

Quellen-Parameter

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quelle ID	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Laenge X-Richtung [m]	Laenge Z-Richtung [m]	Drehwinkel [Grad]	Emissions-hoehe [m]	Schornstein-durchmesser [m]	Waerme-fluss [MW]	Austritts-geschw. [m/s]	Zeitskala [s]
3.1.3_N	4454484,17	5792616,95	120,00		278,5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Abraum T3 Nord										
6.1.1	4454128,02	5792266,91	360,00		301,5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Gestein T1										
6.1.2	4454317,19	5791963,99	410,00		74,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Gestein T2										
6.1.3	4454430,04	5792361,88	450,00		291,3	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Gestein T3										
5.2	4454140,43	5792235,53	10,00		296,6	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Radlader Gestein Strecke										
10.1.1	4454880,68	5791545,18	35,00		24,4	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Halde T1										
10.1.2	4454912,54	5791559,66	40,00		304,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Halde T2										
10.1.3	4454934,91	5791526,50	57,00		327,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Halde T3										
10.1.4	4454982,69	5791495,42	60,00		298,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Halde T4										
10.1.5	4455007,98	5791441,98	210,00		47,1	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Halde T5										
12.2	4455148,20	5791570,16	50,00		174,2	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Radlader Strecke zum Waggon										
13.1	4454911,23	5791560,57	35,00		203,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW Abtransport T1										
13.2	4454879,04	5791546,83	20,00		291,7	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW Abtransport T2										
13.3	4454885,60	5791528,33	30,00		347,8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW Abtransport T3										

Projektdatei: D:\2017\0462-Doenstedt\NNG-Doenstedt\NNG-Doenstedt.aus

Quellen-Parameter

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quelle ID	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Laenge X-Richtung [m]	Laenge Z-Richtung [m]	Drehwinkel [Grad]	Emissions-hoehe [m]	Schornstein-durchmesser [m]	Waerme-fluss [MW]	Austritts-geschw. [m/s]	Zeitskala [s]
13.4	4454914,93	5791522,01	65,00		327,2	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW Abtransport T4										
13.5	4454969,56	5791486,79	65,00		284,6	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW Abtransport T5										
13.6	4454985,99	5791423,90	85,00		197,1	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW Abtransport T6										
13.7	4454904,74	5791398,92	160,00		266,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW Abtransport T7										
14.2.1	4454556,13	5791898,83	180,00		109,9	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Radlader Strecke Kippe Vorsieb T1										
14.2.2	4454495,01	5792068,14	385,00		98,3	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Radlader Strecke Kippe Vorsieb T2										
3.1.1S	4453970,74	5792246,02	90,00		6,9	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Abraum T1 Süd										
3.1.2S	4454065,69	5792256,87	460,00		298,3	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Abraum T2 Süd										
3.1.3S	4454282,63	5791852,01	60,00		335,4	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Abraum T3 Süd										
3.1.4S	4454337,20	5791827,06	345,00		284,6	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Abraum T4 Süd										
3.1.5S	4454423,87	5791493,12	240,00		307,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Abraum T5 Süd										
3.1.6S	4454567,07	5791301,21	225,00		340,4	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kipper Abraum T6 Süd										

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 8.3 (Q3 Kamin Nachbrecherei)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Aufbereitung 6160 h	pm-2	6.159	0,84	5173,56
Aufbereitung 6160 h	pm-3	6.159	0,07	431,13
Aufbereitung 6160 h	pm-4	6.159	0,07	431,13

Quellen: 8.1 (Q1 Kamin Splittwerk)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Aufbereitung 6160 h	pm-2	6.159	2,27	13980,93
Aufbereitung 6160 h	pm-3	6.159	0,2	1231,8
Aufbereitung 6160 h	pm-4	6.159	0,2	1231,8

Quellen: 2.1 (Bagger Abraum laden)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Verladen Abraum 860 h	pm-2	859	2,61	2241,99
Verladen Abraum 860 h	pm-3	859	3,93	3375,87
Verladen Abraum 860 h	pm-4	859	3,93	3375,87

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 1 (Sprengen Abraum)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Sprengen Abraum 30 h	pm-1	29	0,5	14,5
Sprengen Abraum 30 h	pm-2	29	2,36	68,44
Sprengen Abraum 30 h	pm-3	29	9,5	275,5

Quellen: 3.1.1N (Kipper Abraum T1 Nord)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 430 T1	pm-1	429	0,108	46,332
Abraum 430 T1	pm-2	429	1,08	463,32
Abraum 430 T1	pm-3	429	3,81	1634,49

Quellen: 3.1.2N (Kipper Abraum T2 Nord)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 430 T1	pm-1	429	0,048	20,592
Abraum 430 T1	pm-2	429	0,48	205,92
Abraum 430 T1	pm-3	429	1,7	729,3

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 3.1.3_N (Kipper Abraum T3 Nord)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 430 T1	pm-1	429	0,025	10,725
Abraum 430 T1	pm-2	429	0,265	113,685
Abraum 430 T1	pm-3	429	0,89	381,81

Quellen: 3.2N (Abkippen Abraum Kippstelle Nord)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 430 T1	pm-2	429	0,81	347,49
Abraum 430 T1	pm-3	429	1,22	523,38
Abraum 430 T1	pm-4	429	1,22	523,38

Quellen: 4 (Sprengen Gestein)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Sprengen Gestein 48 h	pm-1	47	1,48	69,56
Sprengen Gestein 48 h	pm-2	47	6,97	327,59
Sprengen Gestein 48 h	pm-3	47	27,9	1311,3

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 5.1 (Radlader laden Gestein)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Aufbereitung 6160 h	pm-2	6.159	0,6	3695,4
Aufbereitung 6160 h	pm-3	6.159	0,9	5543,1
Aufbereitung 6160 h	pm-4	6.159	0,9	5543,1

Quellen: 6.1.1 (Kipper Gestein T1)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Aufbereitung 6160 h	pm-1	6.159	0,063	388,017
Aufbereitung 6160 h	pm-2	6.159	0,63	3880,17
Aufbereitung 6160 h	pm-3	6.159	2,23	13734,57

Quellen: 6.1.2 (Kipper Gestein T2)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Aufbereitung 6160 h	pm-1	6.159	0,072	443,448
Aufbereitung 6160 h	pm-2	6.159	0,72	4434,48
Aufbereitung 6160 h	pm-3	6.159	2,54	15643,86

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 6.1.3 (Kipper Gestein T3)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Aufbereitung 6160 h	pm-1	6.159	0,076	468,084
Aufbereitung 6160 h	pm-2	6.159	0,76	4680,84
Aufbereitung 6160 h	pm-3	6.159	2,69	16567,71

Quellen: 7 (Abwurf Vorsieb auf Halde)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Aufbereitung 6160 h	pm-2	6.159	8,54	52597,86
Aufbereitung 6160 h	pm-3	6.159	12,82	78958,38
Aufbereitung 6160 h	pm-4	6.159	12,82	78958,38

Quellen: 5.2 (Radlader Gestein Strecke)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Aufbereitung 6160 h	pm-1	6.159	0,015	92,385
Aufbereitung 6160 h	pm-2	6.159	0,15	923,85
Aufbereitung 6160 h	pm-3	6.159	0,51	3141,09

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 8.2 (Q2 Kamin Nachbrecher)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Aufbereitung 6160 h	pm-2	6.159	0,85	5235,15
Aufbereitung 6160 h	pm-3	6.159	0,08	492,72
Aufbereitung 6160 h	pm-4	6.159	0,08	492,72

Quellen: 9.1 (Verladung in LKW)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Silo LKW 5100 h	pm-2	5.099	2,93	14940,07
Silo LKW 5100 h	pm-3	5.099	4,39	22384,61
Silo LKW 5100 h	pm-4	5.099	4,39	22384,61

Quellen: 9.3 (Verladung in Kipper)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Kipper zur Halde 1680h	pm-2	1.679	0,57	957,03
Kipper zur Halde 1680h	pm-3	1.679	0,86	1443,94
Kipper zur Halde 1680h	pm-4	1.679	0,86	1443,94

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 9.2 (Verladung in Waggon)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Silo Bahnbeladung 1720 h	pm-2	1.719	1,92	3300,48
Silo Bahnbeladung 1720 h	pm-3	1.719	2,88	4950,72
Silo Bahnbeladung 1720 h	pm-4	1.719	2,88	4950,72

Quellen: 10.1.1 (Kipper Halde T1)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Kipper zur Halde 1680h	pm-1	1.679	0,004	6,716
Kipper zur Halde 1680h	pm-2	1.679	0,04	67,16
Kipper zur Halde 1680h	pm-3	1.679	0,15	251,85

Quellen: 10.1.2 (Kipper Halde T2)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Kipper zur Halde 1680h	pm-1	1.679	0,005	8,395
Kipper zur Halde 1680h	pm-2	1.679	0,05	83,95
Kipper zur Halde 1680h	pm-3	1.679	0,17	285,43

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 10.1.3 (Kipper Halde T3)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Kipper zur Halde 1680h	pm-1	1.679	0,007	11,753
Kipper zur Halde 1680h	pm-2	1.679	0,07	117,53
Kipper zur Halde 1680h	pm-3	1.679	0,24	402,96

Quellen: 10.1.4 (Kipper Halde T4)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Kipper zur Halde 1680h	pm-1	1.679	0,007	11,753
Kipper zur Halde 1680h	pm-2	1.679	0,07	117,53
Kipper zur Halde 1680h	pm-3	1.679	0,25	419,75

Quellen: 10.1.5 (Kipper Halde T5)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Kipper zur Halde 1680h	pm-1	1.679	0,025	41,975
Kipper zur Halde 1680h	pm-2	1.679	0,25	419,75
Kipper zur Halde 1680h	pm-3	1.679	0,89	1494,31

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 10.2 (Kipper Abkippen auf Halde)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Kipper zur Halde 1680h	pm-2	1.679	0,06	100,74
Kipper zur Halde 1680h	pm-3	1.679	0,09	151,11
Kipper zur Halde 1680h	pm-4	1.679	0,06	100,74

Quellen: 12.1 (Radlader aufnehmen von Halde)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Bahn von Halde 300 h	pm-2	299	0,01	2,99
Bahn von Halde 300 h	pm-3	299	0,01	2,99
Bahn von Halde 300 h	pm-4	299	0,01	2,99

Quellen: 12.2 (Radlader Strecke zum Waggon)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Bahn von Halde 300 h	pm-2	299	0,043	12,857
Bahn von Halde 300 h	pm-3	299	0,43	128,57
Bahn von Halde 300 h	pm-4	299	1,69	505,31

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 12.3 (Radlader beladen Waggon)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Bahn von Halde 300 h	pm-2	299	0,02	5,98
Bahn von Halde 300 h	pm-3	299	0,03	8,97
Bahn von Halde 300 h	pm-4	299	0,03	8,97

Quellen: 13.1 (LKW Abtransport T1)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Silo LKW 5100 h	pm-1	5.099	0,005	25,495
Silo LKW 5100 h	pm-2	5.099	0,02	101,98
Silo LKW 5100 h	pm-3	5.099	0,1	509,9

Quellen: 13.2 (LKW Abtransport T2)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Silo LKW 5100 h	pm-1	5.099	0,003	15,297
Silo LKW 5100 h	pm-2	5.099	0,01	50,99
Silo LKW 5100 h	pm-3	5.099	0,06	305,94

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 13.3 (LKW Abtransport T3)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Silo LKW 5100 h	pm-1	5.099	0,004	20,396
Silo LKW 5100 h	pm-2	5.099	0,02	101,98
Silo LKW 5100 h	pm-3	5.099	0,09	458,91

Quellen: 13.4 (LKW Abtransport T4)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Silo LKW 5100 h	pm-1	5.099	0,009	45,891
Silo LKW 5100 h	pm-2	5.099	0,04	203,96
Silo LKW 5100 h	pm-3	5.099	0,19	968,81

Quellen: 13.5 (LKW Abtransport T5)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Silo LKW 5100 h	pm-1	5.099	0,002	10,198
Silo LKW 5100 h	pm-2	5.099	0,01	50,99
Silo LKW 5100 h	pm-3	5.099	0,04	203,96

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 13.6 (LKW Abtransport T6)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Silo LKW 5100 h	pm-1	5.099	0,003	15,297
Silo LKW 5100 h	pm-2	5.099	0,01	50,99
Silo LKW 5100 h	pm-3	5.099	0,06	305,94

Quellen: 13.7 (LKW Abtransport T7)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Silo LKW 5100 h	pm-1	5.099	0,005	25,495
Silo LKW 5100 h	pm-2	5.099	0,02	101,98
Silo LKW 5100 h	pm-3	5.099	0,11	560,89

Quellen: 14.1 (Radlader aufnehmen Vorsieb)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Aufbereitung 6160 h	pm-2	6.159	1,94	11948,46
Aufbereitung 6160 h	pm-3	6.159	2,92	17984,28
Aufbereitung 6160 h	pm-4	6.159	2,92	17984,28

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 14.2.1 (Radlader Strecke Kippe Vorsieb T1)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Aufbereitung 6160 h	pm-1	6.159	0,014	86,226
Aufbereitung 6160 h	pm-2	6.159	0,14	862,26
Aufbereitung 6160 h	pm-3	6.159	0,48	2956,32

Quellen: 14.2.2 (Radlader Strecke Kippe Vorsieb T2)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Aufbereitung 6160 h	pm-1	6.159	0,029	178,611
Aufbereitung 6160 h	pm-2	6.159	0,29	1786,11
Aufbereitung 6160 h	pm-3	6.159	1,03	6343,77

Quellen: 14.3 (Radlader Kippe Vorsieb abkippen)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Aufbereitung 6160 h	pm-2	6.159	1,84	11332,56
Aufbereitung 6160 h	pm-3	6.159	2,76	16998,84
Aufbereitung 6160 h	pm-4	6.159	2,76	16998,84

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 3.1.1S (Kipper Abraum T1 Süd)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 430 T2	pm-1	429	0,019	8,151
Abraum 430 T2	pm-2	429	0,19	81,51
Abraum 430 T2	pm-3	429	0,67	287,43

Quellen: 3.1.2S (Kipper Abraum T2 Süd)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 430 T2	pm-1	429	0,096	41,184
Abraum 430 T2	pm-2	429	0,96	411,84
Abraum 430 T2	pm-3	429	3,4	1458,6

Quellen: 3.1.3S (Kipper Abraum T3 Süd)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 430 T2	pm-1	429	0,013	5,577
Abraum 430 T2	pm-2	429	0,13	55,77
Abraum 430 T2	pm-3	429	0,44	188,76

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 3.1.4S (Kipper Abraum T4 Süd)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 430 T2	pm-1	429	0,072	30,888
Abraum 430 T2	pm-2	429	0,72	308,88
Abraum 430 T2	pm-3	429	2,55	1093,95

Quellen: 3.1.5S (Kipper Abraum T5 Süd)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 430 T2	pm-1	429	0,05	21,45
Abraum 430 T2	pm-2	429	0,5	214,5
Abraum 430 T2	pm-3	429	1,77	759,33

Quellen: 3.1.6S (Kipper Abraum T6 Süd)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 430 T2	pm-1	429	0,047	20,163
Abraum 430 T2	pm-2	429	0,47	201,63
Abraum 430 T2	pm-3	429	1,66	712,14

Variable Emissionen

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

Quellen: 3.2S (Abkippen Abraum Kippstelle Süd)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 430 T2	pm-2	429	0,81	347,49
Abraum 430 T2	pm-3	429	1,22	523,38
Abraum 430 T2	pm-4	429	1,22	523,38

Monitor Punkt - Parameter

Projekt: Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt

#	Aktiv	Monitor Punkten	X [m]	Y [m]	Höhe [m]
1	<input checked="" type="checkbox"/>	BUP_1: Siedlung Hüsing 2/3	4453810,14	5792179,27	1,50
2	<input checked="" type="checkbox"/>	BUP_2: Siedlung Hüsing 1	4453814,26	5791917,02	1,50
3	<input checked="" type="checkbox"/>	BUP_3: Am Steinbruch 2	4454855,45	5791090,21	1,50
4	<input checked="" type="checkbox"/>	BUP_4: Eiche 4	4454928,93	5792762,76	1,50

Norddeutsche Naturstein GmbH
Erweiterung Hartsteintagebau Dönstedt-Eiche

Projekt: 401.0462/17

Auszug aus austal2000.log

Anlage 4.1

Seite 1 von 5

2017-11-27 09:29:26 -----

TalServer:D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/

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

Arbeitsverzeichnis: D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52

Das Programm läuft auf dem Rechner "CELSIUSW550".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt" 'Projekt-Titel
> gx 4454080          'x-Koordinate des Bezugspunktes
> gy 5792010          'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.10             'Rauigkeitslänge
> qs 2                'Qualitätsstufe
> az "Magdeburg.akterm" 'AKT-Datei
> ha 5.20             'Anemometerhöhe (m)
> xa -1437.00         'x-Koordinate des Anemometers
> ya 520.00           'y-Koordinate des Anemometers
> dd 2      4      8      16      32      64      'Zellengröße (m)
> x0 487      451      435      -509      -637      -2301      'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 220      130      70      120      70      80      'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -584      -608      -632      -1176      -1304      -2264      'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 270      150      80      140      80      80      'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> gh "NNG-Doenstedt.grid" 'Gelände-Datei
> xq 807.44 769.23 -101.76 -157.99 -112.67 175.47 404.17 423.06 26.79 55.78 48.02
237.19 350.04 495.62 60.43 669.36 815.89 816.25 892.53 800.68 832.54 854.91
902.69 927.98 1069.58 1067.48 1068.20 1018.12 831.23 799.04 805.60 834.93 889.56
905.99 824.74 483.30 476.13 415.01 355.23 -109.26 -14.31 202.63 257.20 343.87
487.07 693.11
> yq -538.44 -453.15 239.94 214.09 229.20 646.72 606.95 489.22 232.22 222.50 256.91
-46.01 351.88 -102.87 225.53 -192.96 -456.22 -456.03 -380.09 -464.82 -450.34 -483.50 -
514.58 -568.02 -407.65 -437.51 -439.84 -430.80 -449.43 -463.17 -481.67 -487.99 -523.21 -
586.10 -611.08 -108.18 -111.17 58.14 445.83 236.02 246.87 -157.99 -182.94 -516.88 -
708.79 -776.08
> hq 30.00 30.00 3.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 3.00 1.00 1.00
1.00 5.00 1.00 20.00 4.00 4.00 5.00 1.00 1.00 1.00 1.00 4.00
3.00 1.00 4.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
> aq 0.00 0.00 15.00 10.00 515.00 230.00 120.00 10.00 10.00 5.00 360.00
410.00 450.00 1.00 10.00 0.00 2.00 2.00 2.00 35.00 40.00 57.00 60.00
210.00 5.00 5.00 50.00 5.00 35.00 20.00 30.00 65.00 65.00 85.00 160.00
5.00 180.00 385.00 5.00 90.00 460.00 60.00 345.00 240.00 225.00 10.00
> bq 0.00 0.00 15.00 40.00 0.00 0.00 0.00 20.00 90.00 10.00 0.00 0.00
0.00 1.00 0.00 0.00 2.00 2.00 2.00 0.00 0.00 0.00 0.00 10.00
5.00 0.00 5.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 5.00 0.00
5.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 20.00
> cq 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 5.00 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 0.00 0.00
> wq 0.00 0.00 -178.56 -94.35 55.48 350.41 278.53 -153.42 -150.27 283.92 301.45
74.01 291.28 221.42 296.62 0.00 284.04 284.38 307.57 24.44 304.00 326.96
297.95 47.14 -131.72 261.03 174.21 235.62 203.11 291.71 347.83 327.19 284.64
197.09 265.99 221.63 109.85 98.27 258.23 6.90 298.30 335.40 284.60 307.00
340.40 -153.40
> vq 13.08 167.59 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 22.42 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
> dq 1.20 0.55 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 0.92 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
```

Norddeutsche Naturstein GmbH											
Erweiterung Hartsteintagebau Dönstedt-Eiche											
Projekt: 401.0462/17				Auszug aus austal2000.log						Anlage 4.1	
Seite 2 von 5											
> qq 0.190	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
> 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	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	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										
> rq 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	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	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
> pm-1 0	0	0	?	?	?	?	0	?	0	?	?
?	0	0	0	?	?	?	?	?	0	0	0
?	?	?	?	?	?	0	?	?	0	?	?
?	0										
> pm-2 ?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?										
> pm-3 ?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?										
> pm-4 ?	?	?	0	0	0	0	?	0	?	0	0
0	?	?	?	0	0	0	0	0	?	?	?
0	0	0	0	0	?	0	0	?	0	0	0
0	?										
> xp -269.86	-265.74	775.45	848.93								
> yp 169.27	-92.98	-919.79	752.76								
> hp 1.50	1.50	1.50	1.50								
> xb 722.92	868.29	889.81	850.57	791.76	796.62	803.38	519.80	648.73	660.67		
> yb -467.08	-387.06	-425.91	-544.91	-542.59	-523.98	-536.95	-66.63	-127.49	-184.12		
> ab 6.38	7.63	16.45	12.88	25.20	8.72	11.86	9.19	20.26	12.69		
> bb 54.68	10.53	35.54	37.04	5.10	12.62	6.30	22.99	9.58	7.14		
> cb 28.00	24.00	8.00	6.00	21.00	10.00	16.00	17.00	18.00	18.00		
> wb 289.98	-53.32	-160.44	-64.80	27.00	-63.69	-62.15	226.37	239.25	269.10		
===== Ende der Eingabe =====											

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.
Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 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.

Norddeutsche Naturstein GmbH
Erweiterung Hartsteintagebau Dönstedt-Eiche

Projekt: 401.0462/17

Auszug aus austal2000.log

Anlage 4.1

Seite 3 von 5

Die Höhe hq der Quelle 23 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 24 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 25 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 26 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 27 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 28 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 29 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 30 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 31 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 32 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 33 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 34 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 35 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 36 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 37 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 38 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 39 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 40 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 41 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 42 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 43 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 44 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 45 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 46 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 28.0 m.
>>> Die Höhe der Quelle 1 liegt unter dem 1.2-fachen der Höhe von Gebäude 1.
>>> Dazu noch 65 weitere Fälle.

Festlegung des Vertikalrasters:

0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0
30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0
61.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0
800.0 1000.0 1200.0 1500.0

Festlegung des Rechnernetzes:

dd 2 4 8 16 32 64
x0 487 451 435 -509 -637 -2301
nx 220 130 70 120 70 80
y0 -584 -608 -632 -1176 -1304 -2264
ny 270 150 80 140 80 80
nz 19 33 33 33 33 33

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.45 (0.45).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.45 (0.45).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.45 (0.45).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.59 (0.59).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.61 (0.60).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 6 ist 0.48 (0.40).
Die Zeitreihen-Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
Die Angabe "az Magdeburg.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f
Prüfsumme TALDIA 6a50af80
Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme SERIES 4f43b8b1

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).
56182 times wdep>1
.....
6400 times wdep>1

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-j00z01" ausgeschrieben.

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH
09648 Mittweida, Telefon 03727/9990610

Norddeutsche Naturstein GmbH
Erweiterung Hartsteintagebau Dönstedt-Eiche

Projekt: 401.0462/17

Auszug aus austal2000.log

Anlage 4.1

Seite 4 von 5

TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-depz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-deps01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-depz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-deps02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-depz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-deps03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-j00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-j00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35i04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00i04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-depz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-deps04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-j00z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-j00s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35i05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00i05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-depz05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-deps05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-j00z06" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-j00s06" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35z06" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35s06" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t35i06" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00z06" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00s06" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-t00i06" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-depz06" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-deps06" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
TMO: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "D:/2017/0462-Doenstedt/NNG-Doenstedt/pm-zbps" ausgeschrieben.

=====

Norddeutsche Naturstein GmbH Erweiterung Hartsteintagebau Dönstedt-Eiche		
Projekt: 401.0462/17	Auszug aus austal2000.log	Anlage 4.1
		Seite 5 von 5

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 : 333.8658 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 481 m, y= -110 m (2: 8,125)

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

PM J00 : 12735.0 µg/m³ (+/- 0.0%) bei x= 485 m, y= -110 m (2: 9,125)

PM T35 : 26407.9 µg/m³ (+/- 0.9%) bei x= 485 m, y= -110 m (2: 9,125)

PM T00 : 53286.0 µg/m³ (+/- 0.7%) bei x= 485 m, y= -110 m (2: 9,125)

=====

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

=====

PUNKT	01	02	03	04
xp	-270	-266	775	849
yp	169	-93	-920	753
hp	1.5	1.5	1.5	1.5

-----+-----+-----+-----

PM	DEP	0.0276	2.1%	0.0188	2.6%	0.0156	3.5%	0.0194	2.2%	g/(m²*d)
PM	J00	6.3	1.2%	5.4	1.2%	3.2	1.7%	7.3	1.0%	µg/m³
PM	T35	24.5	16.9%	21.8	8.7%	11.2	16.9%	20.8	10.2%	µg/m³
PM	T00	163.6	3.5%	84.6	6.3%	79.4	6.9%	61.4	6.2%	µg/m³

=====

=====

2017-11-29 01:45:55 AUSTAL2000 beendet.

Anlage 4

Berechnungsergebnisse

- 4.1 Protokolldatei Austal2000.log
- 4.2 Auswertung für die Beurteilungspunkte
- 4.3 Schwebstaub Zusatzbelastung Jahr PMJ00
- 4.4 Staubniederschlag Zusatzbelastung Jahr PMDEP

Auswertung für die Beurteilungspunkte**Vorbelastung - Schwebstaub PM10**

		2016
4.2.1 TA Luft		IV
J00 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		16
T35 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		27
Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		4
1	07.01.2016	93,00
2	06.01.2016	82,00
3	05.01.2016	69,00
4	04.01.2016	57,00
5	10.03.2016	42,00
6	04.04.2016	41,00
7	04.12.2016	41,00
8	12.11.2016	39,00
9	14.02.2016	38,00
10	22.07.2016	38,00
11	03.01.2016	36,00
12	08.03.2016	35,00
13	22.01.2016	34,00
14	11.11.2016	34,00
15	09.03.2016	33,00
16	17.03.2016	33,00
17	01.09.2016	33,00
18	23.01.2016	32,00
19	28.02.2016	32,00
20	13.09.2016	32,00
21	19.02.2016	31,00
22	27.10.2016	31,00
23	02.01.2016	30,00
24	27.08.2016	30,00
25	18.03.2016	29,00
26	03.04.2016	29,00
27	17.10.2016	29,00
28	26.05.2016	28,00
29	27.05.2016	28,00
30	13.11.2016	28,00
31	05.12.2016	28,00
32	05.04.2016	27,00
33	12.04.2016	27,00
34	14.04.2016	27,00
35	14.09.2016	27,00
36	27.09.2016	27,00
37	25.10.2016	27,00
38	26.10.2016	27,00
39	19.01.2016	26,00
40	24.07.2016	26,00
41	25.07.2016	26,00
42	26.08.2016	26,00
43	31.08.2016	26,00
44	03.12.2016	26,00
45	20.01.2016	25,00
46	13.02.2016	25,00
47	18.02.2016	25,00
48	19.03.2016	25,00
49	24.03.2016	25,00
50	16.09.2016	25,00
51	26.09.2016	25,00

IW
40
50
35

PM10 - Tagesmittelwert für den Zeitraum 2012, Datenreihe der Luftmessstation Domäne Bobbe

Daten:

Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, FB 32 Immissionsüberwachung;
Prüfbericht 08 - 2017; 07.11.2017

Domäne Bobbe, 06369 Dornbock, Pappelweg

Höhe: 71 m
Entfernung zur Anlage: 60 km südöstlich
Gebietszuordnung: ländliches Gebiet
Stationsart: Hintergrund

Gauß-Krüger- Rechtswert: 4492622
Koordinaten Hochwert: 5744804



Lage der Messtation



Messcontainer

Auswertung für die Beurteilungspunkte									
Berechnung der Gesamtbelastung - Schwebstaub PM10									
	2016	BUP1		BUP2		BUP3		BUP4	
	IV	IZ	IG	IZ	IG	IZ	IG	IZ	IG
	16	6,4	22	5,5	21	3,3	19	7,4	23
	27		33		32		30		34
	4		4		4		4		4
1	93		99		98		96		100
2	82		88		87		85		89
3	69		75		74		72		76
4	57		63		62		60		64
5	42		48		47		45		49
6	41		47		46		44		48
7	41		47		46		44		48
8	39		45		44		42		46
9	38		44		43		41		45
10	38		44		43		41		45
11	36		42		41		39		43
12	35		41		40		38		42
13	34		40		39		37		41
14	34		40		39		37		41
15	33		39		38		36		40
16	33		39		38		36		40
17	33		39		38		36		40
18	32		38		37		35		39
19	32		38		37		35		39
20	32		38		37		35		39
21	31		37		36		34		38
22	31		37		36		34		38
23	30		36		35		33		37
24	30		36		35		33		37
25	29		35		34		32		36
26	29		35		34		32		36
27	29		35		34		32		36
28	28		34		33		31		35
29	28		34		33		31		35
30	28		34		33		31		35
31	28		34		33		31		35
32	27		33		32		30		34
33	27		33		32		30		34
34	27		33		32		30		34
35	27		33		32		30		34
36	27		33		32		30		34
37	27		33		32		30		34
38	27		33		32		30		34
39	26		32		31		29		33
40	26		32		31		29		33
41	26		32		31		29		33
42	26		32		31		29		33
43	26		32		31		29		33
44	26		32		31		29		33
45	25		31		30		28		32
46	25		31		30		28		32
47	25		31		30		28		32
48	25		31		30		28		32
49	25		31		30		28		32
50	25		31		30		28		32
51	25		31		30		28		32

J00 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
T35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
x Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Auswertung für die Beurteilungspunkte**Vorbelastung (IV)**

Vorbelastung	PMDEP	PMJ00	PMT35	T > 50
	g/(m ² ·d)	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Daten:	Colbitz	Domäne Bobbe		
2016	0,060	16	27	4
IW	0,35	40	50	35

Zusatzbelastung (IZ) und statistische Unsicherheit

Zusatzbelastung		PMDEP		PMJ00			
		g/(m ² ·d)	%	g/(m ² ·d)	µg/m ³	%	µg/m ³
BUP 1	Siedlung Hüsing 2/3	0,0276	2,1	0,0282	6,30	1,2	6,4
BUP 2	Siedlung Hüsing 1	0,0188	2,6	0,0193	5,40	1,2	5,5
BUP 3	Steinwerke 2	0,0156	3,5	0,0161	3,20	1,7	3,3
BUP 4	Eiche 5	0,0194	2,2	0,0198	7,30	1,0	7,4

Irrel. IZ 4.2.2 TA Luft =

0,0105

1,2

Gesamtbelastung (IG) inkl. der statistischen Unsicherheit

Gesamtbelastung		PMDEP	PMJ00	PMT35	T > 50
		g/(m ² ·d)	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Vorbelastungswert (IV)		0,06	16	27	4
BUP 1	Siedlung Hüsing 2/3	0,09	23	33	4
BUP 2	Siedlung Hüsing 1	0,08	22	32	4
BUP 3	Steinwerke 2	0,08	19	30	4
BUP 4	Eiche 5	0,08	24	34	4
Immissionswert (IW)		0,35	40	50	35

grau hinterlegte Werte werden zur Berechnung der Gesamtbelastung herangezogen

PMDEP - Jahresmittelwert Staubbiederschlag

PMJ00 - Jahresmittelwert PM10

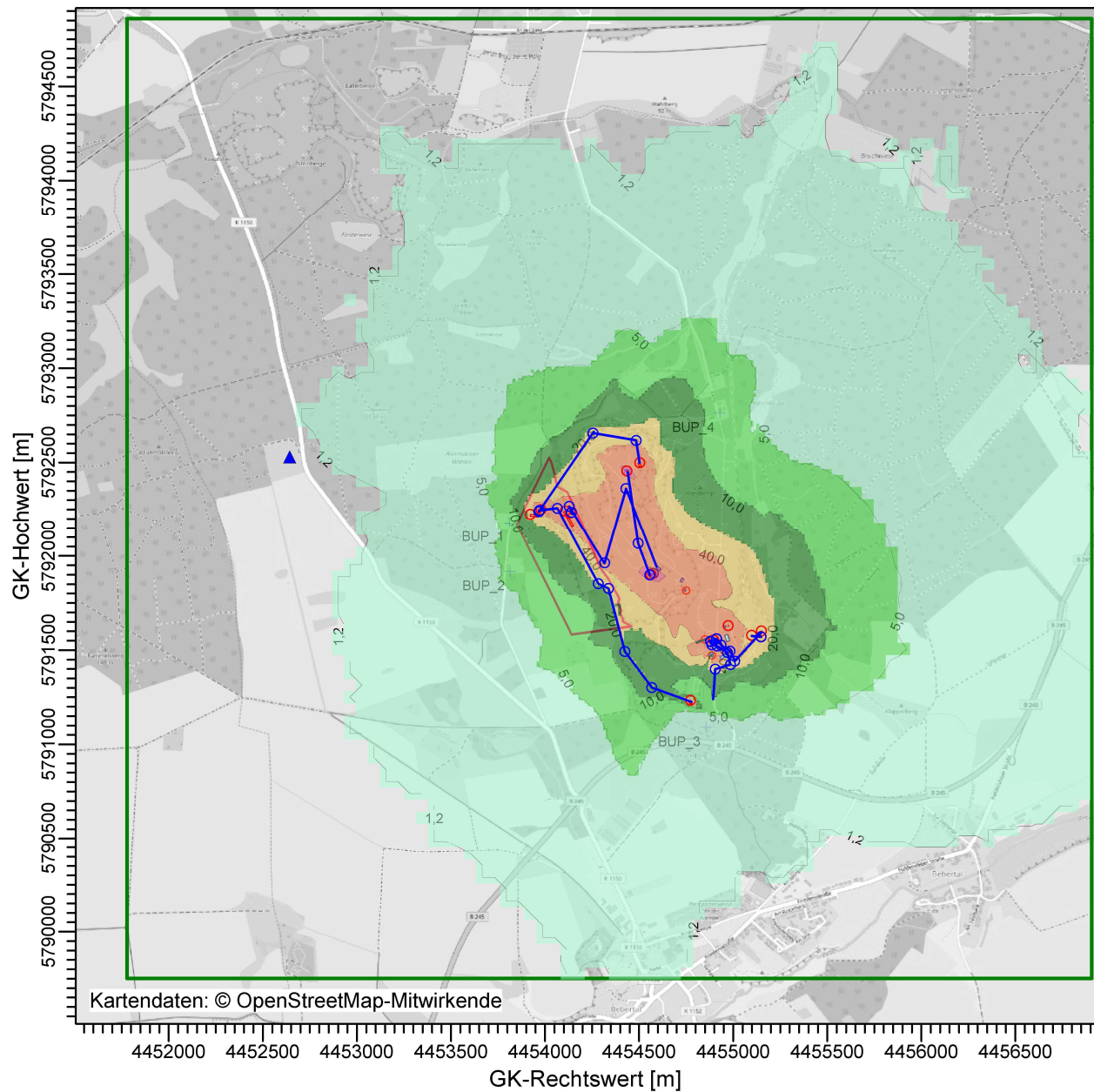
PMT35 - Tagesmittelwert PM10 mit 35 Überschreitungen

T > 50 µg/m³ - Anzahl der Tage mit PM10 > 50 µg/m³

% - statistische Unsicherheit in Prozent

PROJEKT-TITEL:

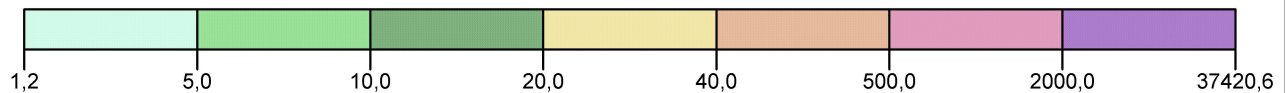
**Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt
Fortführung der Rohstoffgewinnung**



PM / J00z: Jahresmittel der Konzentration / 0 - 3m

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

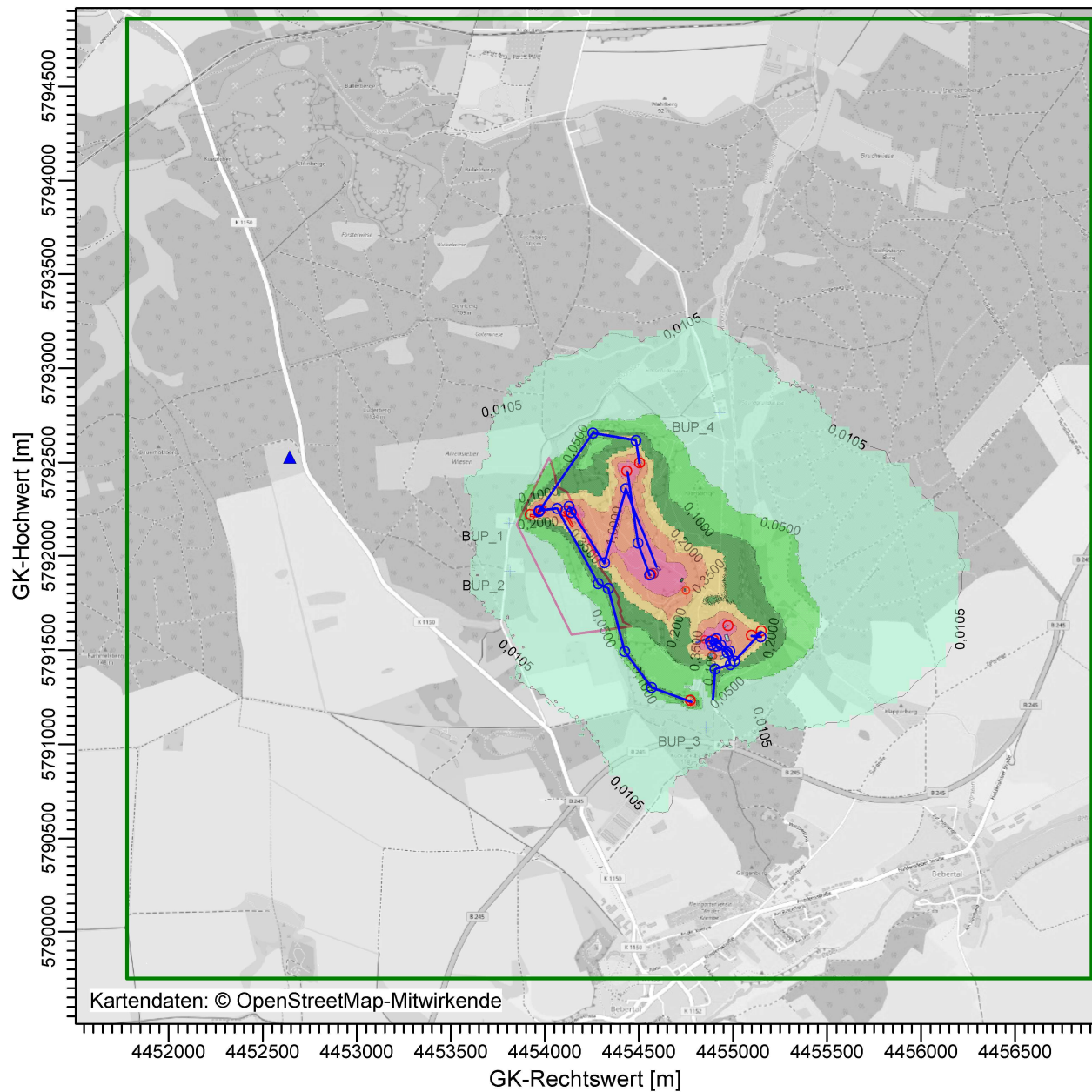
PM J00: Max = 12735,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (X = 4454565,00 m, Y = 5791900,00 m)



BEMERKUNGEN: Anlage 4.3 Zusatzbelastung Jahresmittelwert Konzentration PM10	STOFF: PM		FIRMENNAME: Ingenieurbüro Ulbricht GmbH	
		EINHEITEN: µg/m³	BEARBEITER: Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold	
	QUELLEN: 46		MAßSTAB: 1:35.000 0 1 km	
	AUSGABE-TYP: PM J00		DATUM: 29.11.2017	

PROJEKT-TITEL:

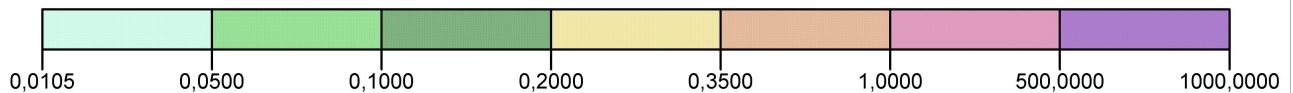
**Norddeutsche Naturstein GmbH - Hartsteintagebau Dönstedt
Fortführung der Rohstoffgewinnung**



PM / DEPz: Jahresmittel der Deposition / 0 - 3m

g/(m²*d)

PM DEP: Max = 333,8658 g/(m²*d) (X = 4454561,00 m, Y = 5791900,00 m)



BEMERKUNGEN: Anlage 4.4 Zusatzbelastung Jahresmittelwert Staubbiederschlag	STOFF: PM	FIRMENNAME: Ingenieurbüro Ulbricht GmbH	
	EINHEITEN: g/(m²*d)	BEARBEITER: Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold	Ingenieurbüro Ulbricht GmbH
	QUELLEN: 46	MAßSTAB: 1:35.000 0 1 km	
	AUSGABE-TYP: PM DEP	DATUM: 29.11.2017	PROJEKT-NR.: 401.0462/17

Anlage 5

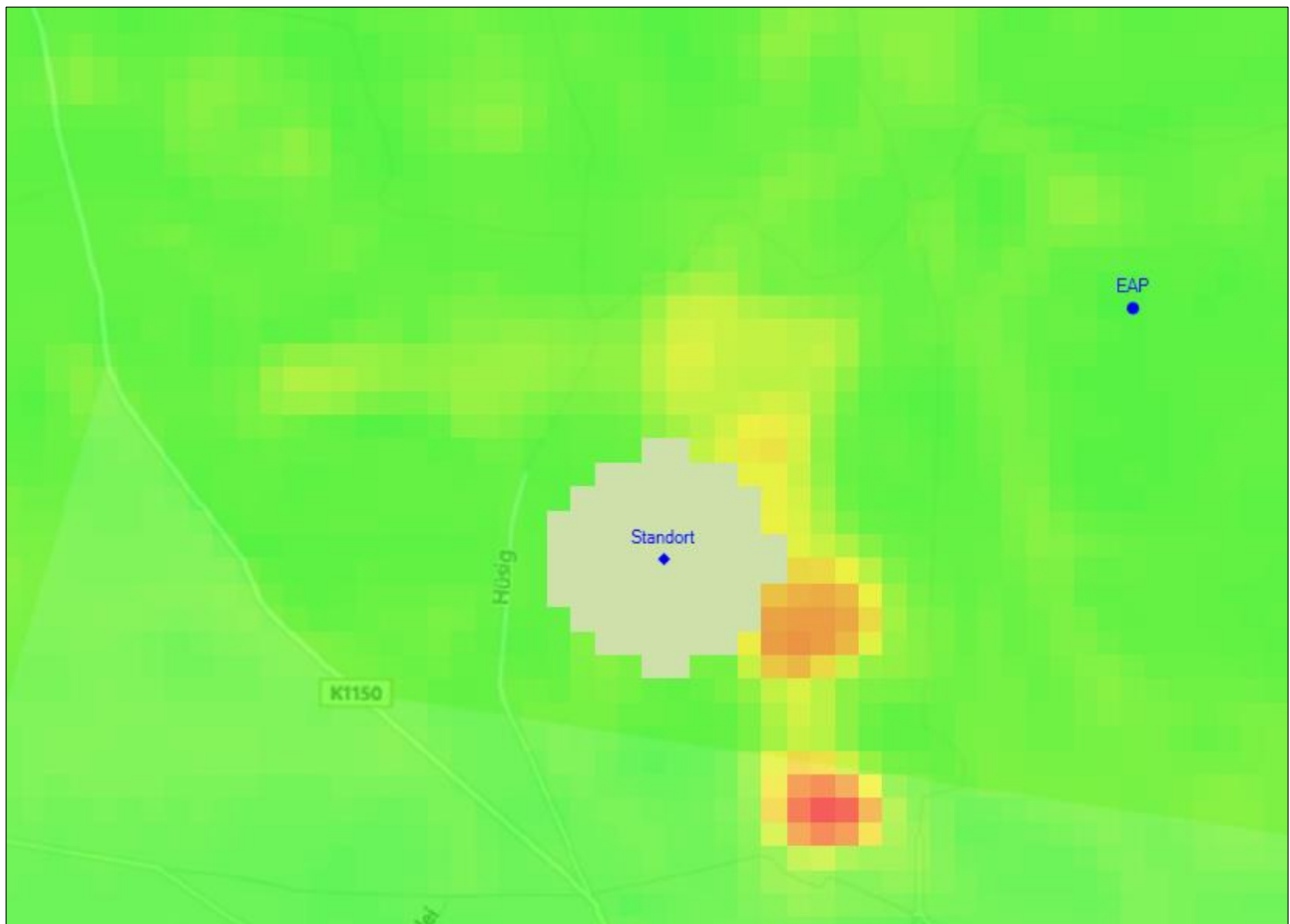
Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten

5.1 IFU GmbH DPR.20161013

Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten für
Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort bei
Bebertal nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20

Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft

an einem Anlagenstandort bei Bebertal nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20



Auftraggeber:	Ingenieurbüro Ulbricht GmbH Albert-Schweitzer-Straße 22 09648 Mittweida	Tel.: 03727 999061-0
Bearbeiter:	Dr. Ralf Petrich	Tel.: 037206 892940 Email: Ralf.Petrich@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	DPR.20161013	
Ort, Datum:	Frankenberg, 09. Februar 2017	
Anzahl der Seiten:	47	
Anlagen:	-	

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Aufgabenstellung	5
2 Beschreibung des Anlagenstandortes	6
2.1 Lage	6
2.2 Landnutzung	7
2.3 Orographie	9
3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition	11
3.1 Hintergrund	11
3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition	11
3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall	12
4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten	14
4.1 Allgemeine Betrachtungen	14
4.2 Meteorologische Datenbasis	14
4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort	19
4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen	22
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen	23
4.6 Auswahl der Bezugswindstation	24
5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation	26
6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres	30
6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums	30
6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde	34
6.3 Prüfung auf Plausibilität	38
7 Beschreibung der Datensätze	42
7.1 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse	42
7.2 Ausbreitungsklassenzeitreihe	42
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung	43
9 Zusammenfassung	44
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung	45
11 Schrifttum	47

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Ortschaft Bebertal in Sachsen-Anhalt	6
Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Bebertal.....	7
Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank	8
Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes	9
Abbildung 5: Orographie um den Standort	10
Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition....	13
Abbildung 7: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes.....	15
Abbildung 8: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen	17
Abbildung 9: Windgeschwindigkeitsverteilung der betrachteten Messstationen.....	18
Abbildung 10: Windrichtungsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen	20
Abbildung 11: Windgeschwindigkeitsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen	21
Abbildung 12: Lage der ausgewählten Station.....	26
Abbildung 13: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der Station nach CORINE-Datenbank	27
Abbildung 14: Luftbild mit der Umgebung der Messstation.....	28
Abbildung 15: Orographie um den Standort der Wetterstation.....	29
Abbildung 16: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung	31
Abbildung 17: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	32
Abbildung 18: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse	33
Abbildung 19: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum	36
Abbildung 20: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum.....	37
Abbildung 21: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	38
Abbildung 22: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	39
Abbildung 23: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	40
Abbildung 24: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gauß-Krüger-Koordinaten des Standortes	7
Tabelle 2: Gauß-Krüger-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition	12
Tabelle 3: Zur Untersuchung verwendete Messstationen	16
Tabelle 4: Vergleich meteorologischer Kennwerte der betrachteten Messstationen mit den Erwartungswerten am Standort	22
Tabelle 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung	23
Tabelle 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung	24
Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen	24
Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation	27
Tabelle 9: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Magdeburg	42

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet bei der Gemarkung Bebertal des Landkreises Börde in Sachsen-Anhalt.

Bei der in den Ausbreitungsrechnungen betrachteten Anlage handelt es sich um den Hartgesteintagebau Dönstedt-Eiche. Die Quellhöhen reichen von bodennah diffus bis 20 m Kamin.

Die TA Luft sieht vor, meteorologische Daten für Ausbreitungsrechnungen von einer Messstation (Bezugswindstation) auf einen Anlagenstandort (Zielbereich) zu übertragen, wenn am Standort der Anlage keine Messungen vorliegen. Die Übertragbarkeit dieser Daten ist zu prüfen. Die Dokumentation dieser Prüfung erfolgt im vorliegenden Dokument.

Darüber hinaus wird eine geeignete Ersatzanemometerposition (EAP) ermittelt. Diese dient dazu, den meteorologischen Daten nach Übertragung in das Untersuchungsgebiet einen Ortsbezug zu geben.

Schließlich wird ermittelt, welches Jahr für die Messdaten der ausgewählten Bezugswindstation repräsentativ für einen größeren Zeitraum ist.

2 Beschreibung des Anlagenstandortes

2.1 Lage

Der untersuchte Standort befindet sich bei der Ortschaft Bebertal in Sachsen-Anhalt.

Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

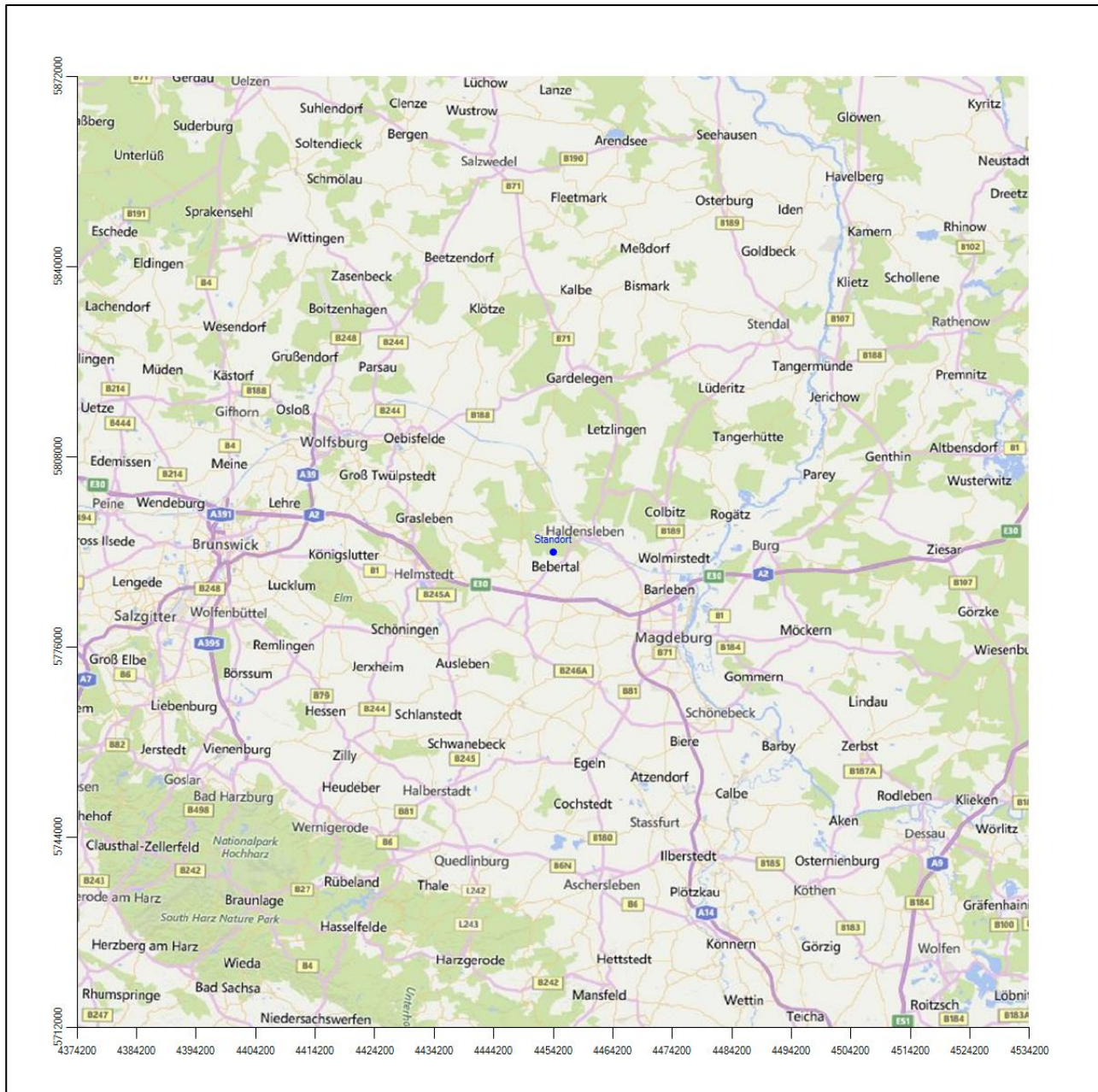


Abbildung 1: Lage der Ortschaft Bebertal in Sachsen-Anhalt

Die Lage des untersuchten Standortes bei Bebertal ist anhand des folgenden Auszuges aus der topographischen Karte ersichtlich.



Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Bebertal

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Anlagenstandortes angegeben.

Tabelle 1: Gauß-Krüger-Koordinaten des Standortes

RW	4454200
HW	5792000

2.2 Landnutzung

Die Umgebung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Neben dem Tagebau wechseln sich Waldgebiete mit Ackerflächen und Wiesen ab.

Der Standort selbst liegt nördlich außerhalb der Ortschaft Bebertal. Eine Verteilung der Bodenrauigkeit um den Standort ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich. Die Daten wurden dem CORINE-Kataster [1] entnommen.

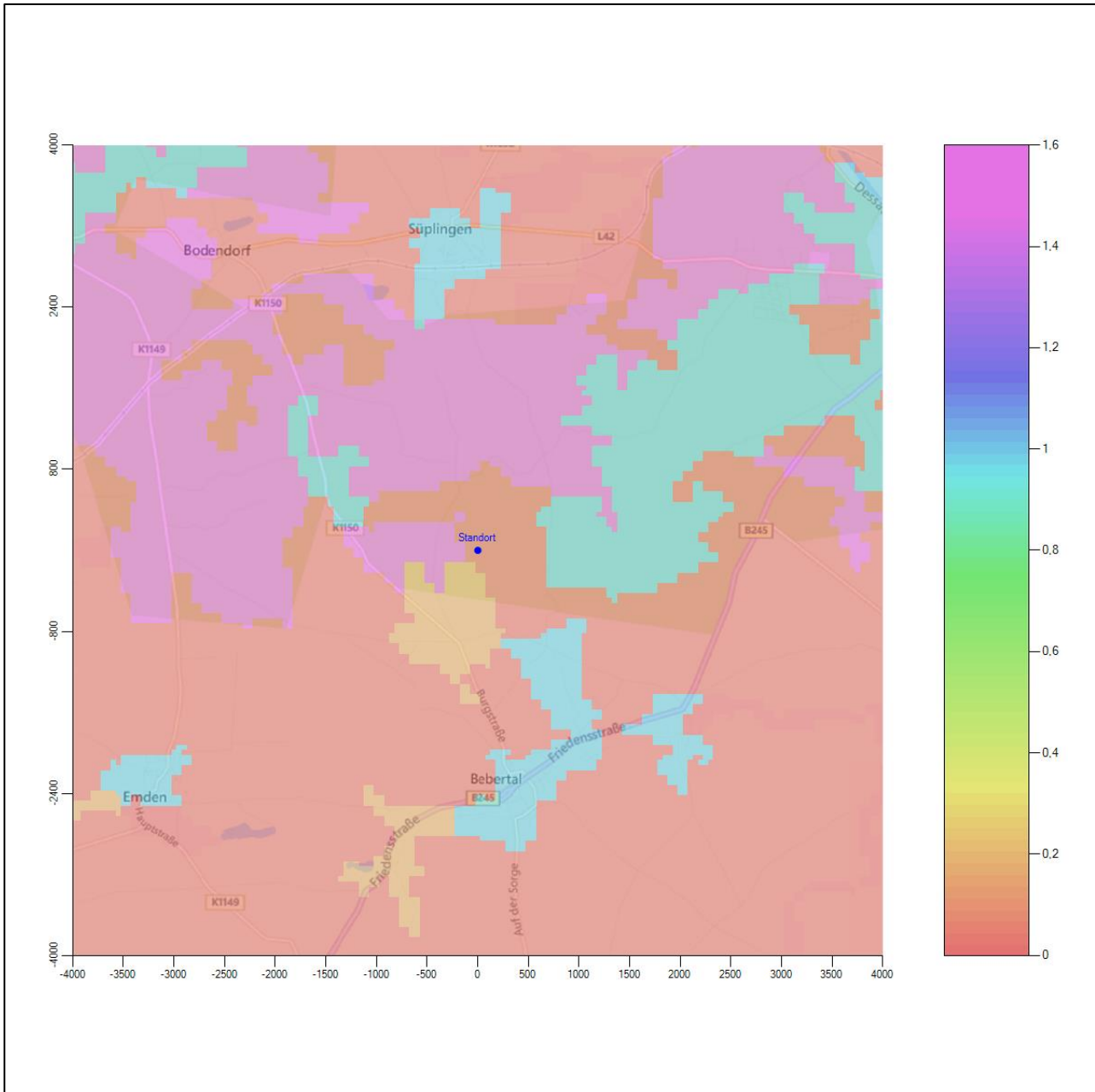


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

Das folgende Luftbild verschafft einen detaillierten Überblick über die Nutzung um den Standort.

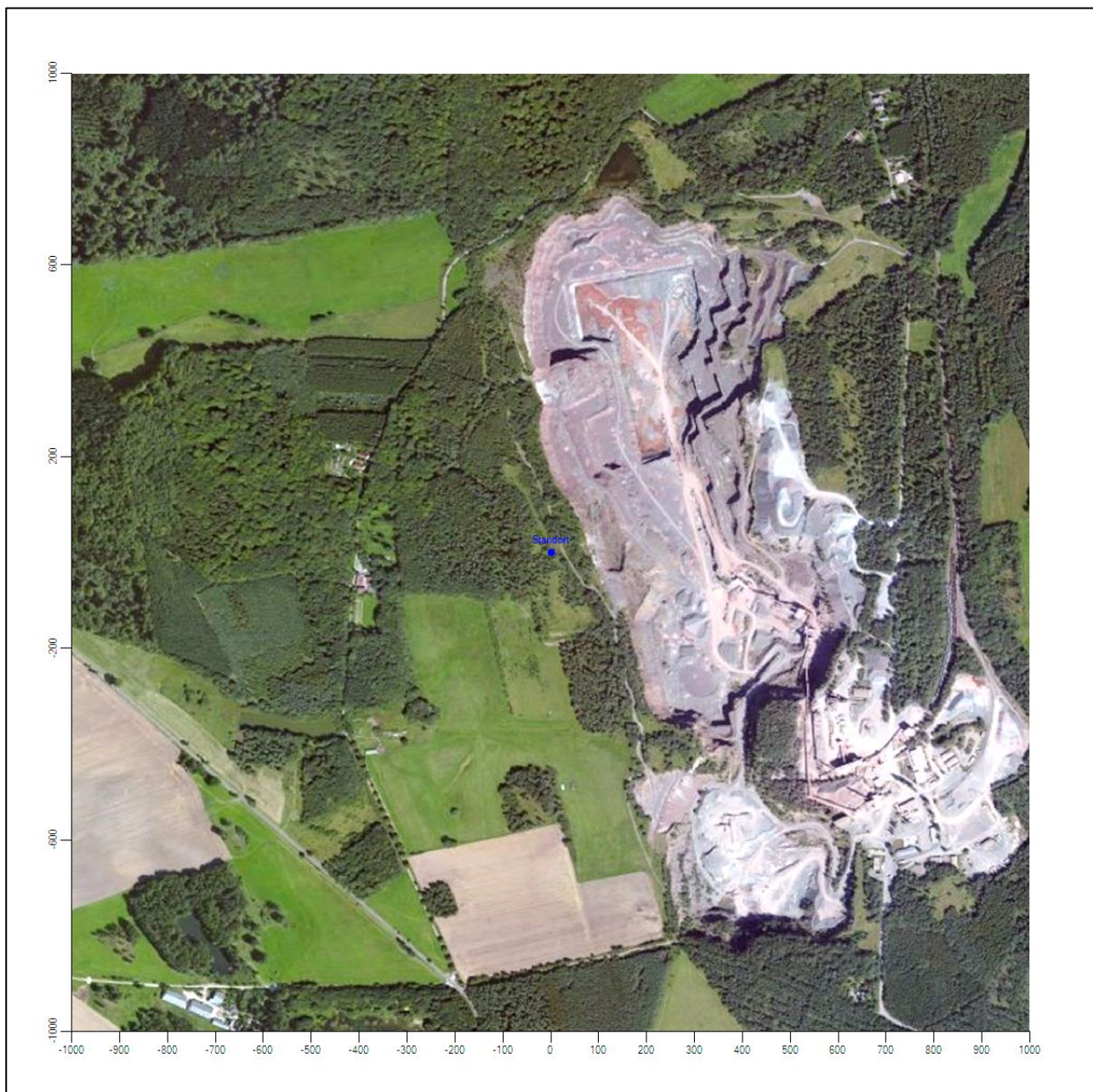


Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes

2.3 Orographie

Der Standort liegt auf einer Höhe von etwa 120 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch mäßig gegliedert. Der Standort liegt in der Flanke eines nach Nordosten zum Mittellandkanal hin abfallenden Geländes, das in etwa 5 km Entfernung die Talsohle mit 60 m NHN erreicht. In Richtung Westen erfolgt ein welliger Anstieg bis auf 160 m in 5 km Entfernung.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

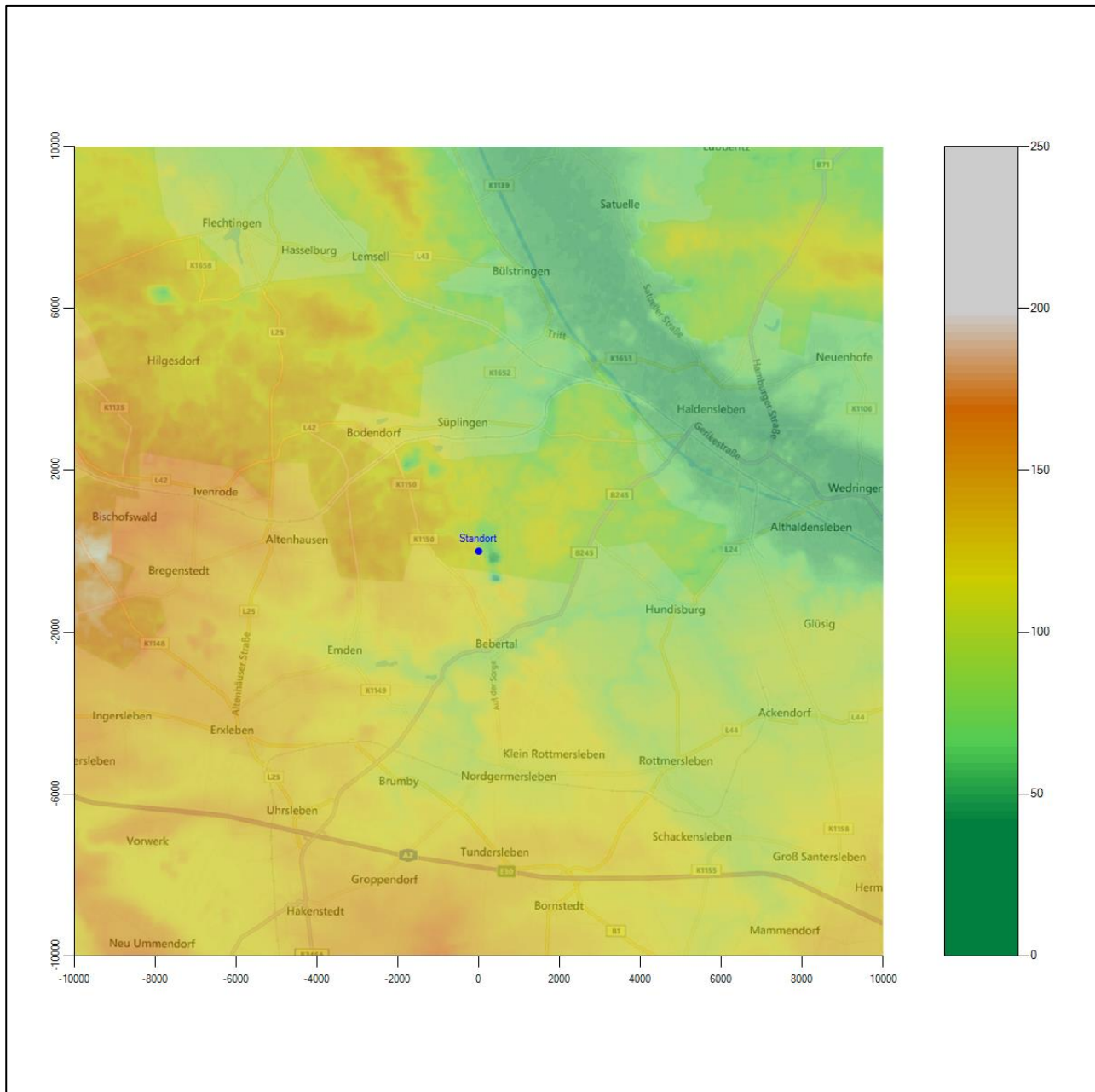


Abbildung 5: Orographie um den Standort

3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition

3.1 Hintergrund

Bei Ausbreitungsrechnungen in komplexem Gelände ist der Standort eines Anemometers anzugeben, wodurch die verwendeten meteorologischen Daten ihren Ortsbezug im Rechengebiet erhalten. Werden meteorologische Daten einer entfernten Messstation in ein Rechengebiet übertragen, so findet die Übertragung hin zu dieser Ersatzanemometerposition (EAP) statt.

Um sicherzustellen, dass die übertragenen meteorologischen Daten repräsentativ für das Rechengebiet sind, ist es notwendig, dass sich das Anemometer an einer Position befindet, an der die Orografie der Standortumgebung keinen oder nur geringen Einfluss auf die Windverhältnisse ausübt. Nur dann ist sichergestellt, dass sich mit jeder Richtungsänderung der großräumigen Anströmung, die sich in den übertragenen meteorologischen Daten widerspiegelt, auch der Wind an der Ersatzanemometerposition im gleichen Drehsinn und Maß ändert. Eine sachgerechte Wahl der EAP ist also Bestandteil des Verfahrens, mit dem die Übertragbarkeit meteorologischer Daten geprüft wird.

In der Vergangenheit wurde die EAP nach subjektiven Kriterien ausgewählt. Dabei fiel die Auswahl häufig auf eine frei angeströmte Kuppenlage, auf eine Hochebene oder in den Bereich einer ebenen, ausgedehnten Talsohle. Mit Erscheinen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 (Entwurf) [2] wurde erstmals ein Verfahren beschrieben, mit dem die Position der EAP objektiv durch ein Rechenverfahren bestimmt werden kann. Dieses Verfahren ist im folgenden Abschnitt kurz beschrieben.

3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Ausgangspunkt des Verfahrens ist das Vorliegen einer Bibliothek mit Windfeldern für alle Ausbreitungsklassen und Richtungssektoren von 10° Breite. Die einzelnen Schritte werden für alle Modellebenen unterhalb von 100 m über Grund und jeden Modell-Gitterpunkt durchgeführt:

1. Es werden nur Gitterpunkte im Inneren des Rechengebiets ohne die drei äußeren Randpunkte betrachtet. Gitterpunkte in unmittelbarer Nähe (etwa 100 m) von Bebauung, die als umströmtes Hindernis berücksichtigt wurde, werden nicht betrachtet.
2. Es werden alle Gitterpunkte aussortiert, an denen sich der Wind nicht mit jeder Drehung der Anströmrichtung gleichsinnig dreht oder an denen die Windgeschwindigkeit kleiner als 0,5 m/s ist. Die weiteren Schritte werden nur für die verbleibenden Gitterpunkte durchgeführt.
3. An jedem Gitterpunkt werden die Gütemaße g_d (für die Windrichtung) und g_f (für die Windgeschwindigkeit) über alle Anströmrichtungen und Ausbreitungsklassen berechnet, siehe dazu VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 (Entwurf) [2], Abschnitt 6.1. Die Gütemaße g_d und g_f werden zu einem Gesamtmaß $g = g_d \cdot g_f$ zusammengefasst. Die Größe g liegt immer in dem Intervall $[0,1]$, wobei 0 keine und 1 die perfekte Übereinstimmung mit den Daten der Anströmung bedeutet.
4. Innerhalb jedes einzelnen zusammenhängenden Gebiets mit gleichsinnig drehender Windrichtung werden die Gesamtmaße g aufsummiert zu G .
5. In dem zusammenhängenden Gebiet mit der größten Summe G wird der Gitterpunkt bestimmt, der den größten Wert von g aufweist. Dieser Ort wird als EAP festgelegt.

Das beschriebene Verfahren ist objektiv und liefert, sofern mindestens ein Gitterpunkt mit gleichsinnig drehendem Wind existiert, immer eine eindeutige EAP. Es ist auf jede Windfeldbibliothek anwendbar, unabhängig davon, ob diese mit einem prognostischen oder diagnostischen Windfeldmodell berechnet wurde.

3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall

Für das in Abbildung 6 dargestellte Gebiet um den Anlagenstandort wurde unter Einbeziehung der Orographie mit dem diagnostischen Windfeldmodell [3] LPRWND, das zum Programmpaket LASAT des Ingenieurbüros Janicke [4] gehört, eine Windfeldbibliothek berechnet. Auf diese Bibliothek wurde das in Abschnitt 3.2 beschriebene Verfahren angewandt. In der Umgebung des Standortes wurde das Gütemaß g ausgerechnet. Die folgende Grafik zeigt die flächenhafte Visualisierung der Ergebnisse.

Es ist erkennbar, dass in ungünstigen Positionen das Gütemaß bis auf Werte von 0,5 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von 1 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 1,4 km nordwestlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: Gauß-Krüger-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	4455456
HW	5792672

Für diese Position erfolgt im Folgenden die Prüfung der Übertragbarkeit der meteorologischen Daten.

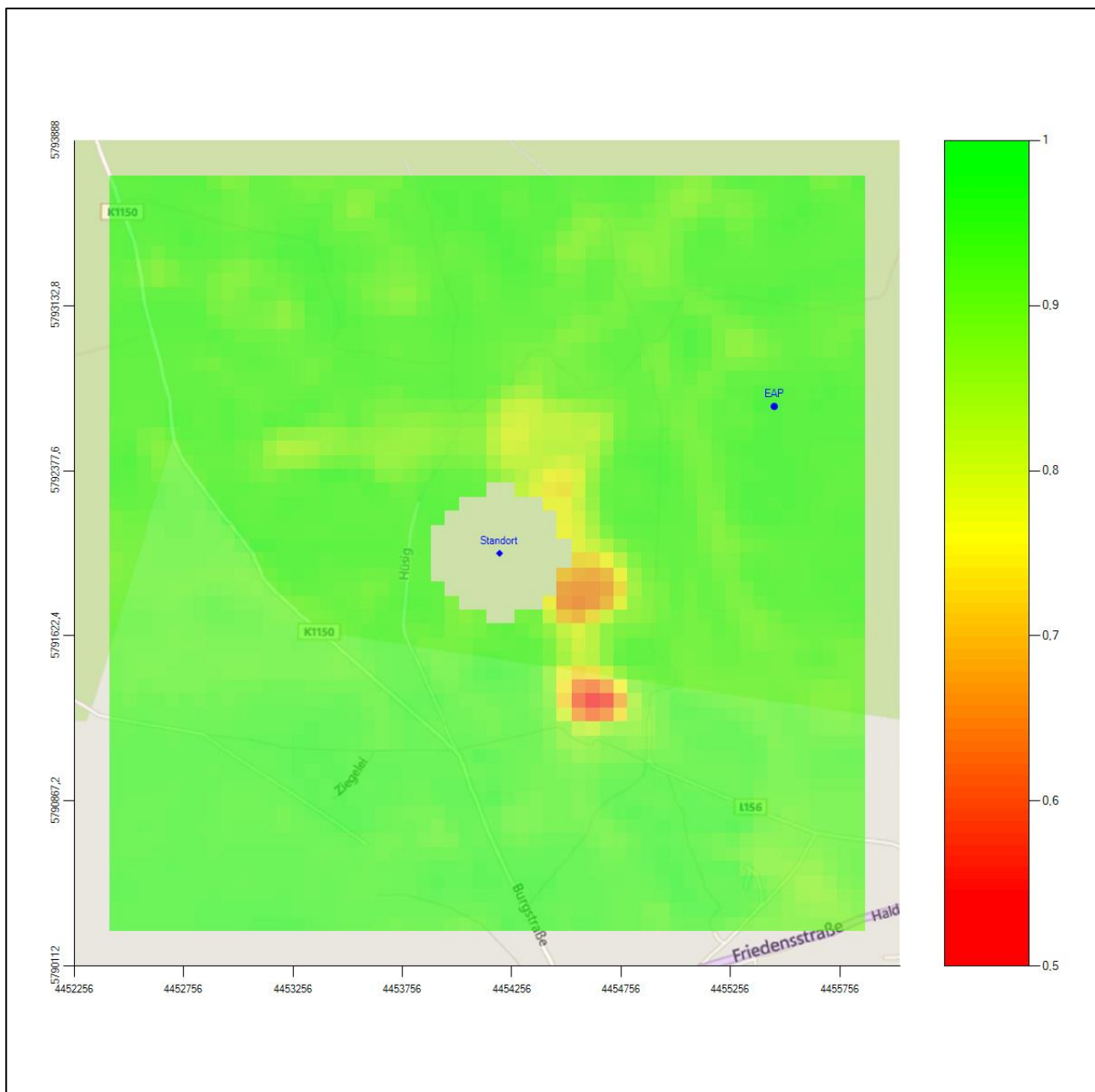


Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Die zweidimensionale Darstellung bezieht sich lediglich auf die ausgewertete Modellebene im Bereich von 17,3 m. Auf diese Höhe wurden im folgenden Abschnitt 4 die Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten bezogen, um vergleichbare Werte zu bekommen. Sie ergibt sich aus der Bodenrauigkeit um die Ersatzanemometerposition (0,61 m).

4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten

4.1 Allgemeine Betrachtungen

Die großräumige Luftdruckverteilung bestimmt die mittlere Richtung des Höhenwindes in einer Region. Im Jahresmittel ergibt sich hieraus für Sachsen-Anhalt das Vorherrschen der westlichen bis südwestlichen Richtungskomponente. Das Geländere relief und die Landnutzung haben jedoch einen erheblichen Einfluss sowohl auf die Windrichtung infolge von Ablenkung und Kanalisierung als auch auf die Windgeschwindigkeit durch Effekte der Windabschattung oder der Düsenwirkung. Außerdem modifiziert die Beschaffenheit des Untergrundes (Freiflächen, Wald, Bebauung, Wasserflächen) die lokale Windgeschwindigkeit, in geringem Maße aber auch die lokale Windrichtung infolge unterschiedlicher Bodenrauigkeit.

Bei windschwacher und wolkenarmer Witterung können sich wegen der unterschiedlichen Erwärmung und Abkühlung der Erdoberfläche lokale, thermisch induzierte Zirkulationssysteme wie beispielsweise Berg- und Talwinde oder Land-Seewind ausbilden. Besonders bedeutsam ist die Bildung von Kaltluft, die bei klarem und windschwachem Wetter nachts als Folge der Ausstrahlung vorzugsweise über Freiflächen (wie z. B. Wiesen und Wiesenhängen) entsteht und der Geländeneigung folgend je nach ihrer Steigung und aerodynamischen Rauigkeit mehr oder weniger langsam abfließt. Diese Kaltluftflüsse haben in der Regel nur eine geringe vertikale Mächtigkeit und sammeln sich an Geländetiefpunkten zu Kaltluftseen an. Solche lokalen Windsysteme können meist nur durch Messungen am Standort erkundet, im Falle von nächtlichen Kaltluftflüssen aber auch durch Modellrechnungen erfasst werden.

4.2 Meteorologische Datenbasis

In der Nähe des untersuchten Standortes liegen fünf Messstationen des Deutschen Wetterdienstes (Abbildung 7), die den Qualitätsanforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 21 [5] genügen.

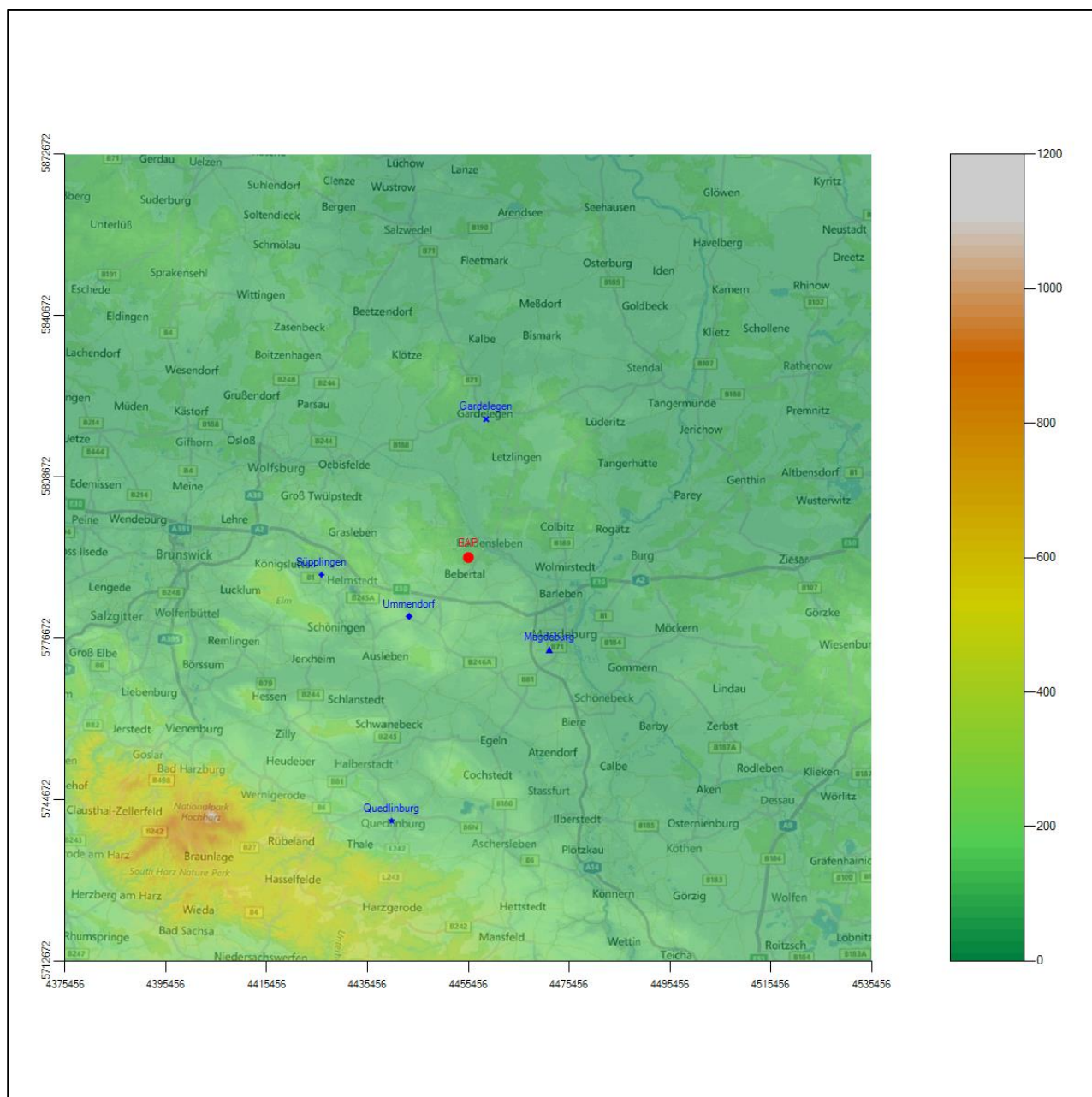


Abbildung 7: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

Die Messwerte dieser Stationen sind seit dem 1. Juli 2014 im Rahmen der Grundversorgung für die Allgemeinheit frei zugänglich. Für weitere Messstationen, auch die von anderen Anbietern meteorologischer Daten, liegt derzeit noch keine abschließende Bewertung vor, inwieweit die Qualitätsanforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 21 [5] erfüllt werden. Deshalb werden sie im vorliegenden Fall zunächst nicht berücksichtigt.

Die folgende Tabelle gibt wichtige Daten der betrachteten Stationen an.

Tabelle 3: Zur Untersuchung verwendete Messstationen

Station	Kennung	Entfernung [m]	Geberhöhe [m]	geogr. Länge [°]	geogr. Breite [°]	Höhe über NHN [m]	Beginn der Datenbasis	Ende der Datenbasis
Ummendorf	5158	16547	12.0	11.1758	52.1600	162	11.10.2001	22.10.2014
Magdeburg	3126	24296	15.0	11.5825	52.1028	76	09.11.2005	22.10.2014
Gardelegen	1544	27688	12.0	11.3942	52.5128	47	05.05.2004	22.10.2014
Süpplingen	4947	29338	10.0	10.9200	52.2320	129	25.11.1999	22.10.2014
Quedlinburg	4032	54400	10.0	11.1320	51.7950	142	27.08.2008	22.10.2014

Die folgenden Abbildungen stellen die Windrichtungsverteilung und die Windgeschwindigkeitsverteilung jeweils über den gesamten verwendeten Messzeitraum der Stationen dar.

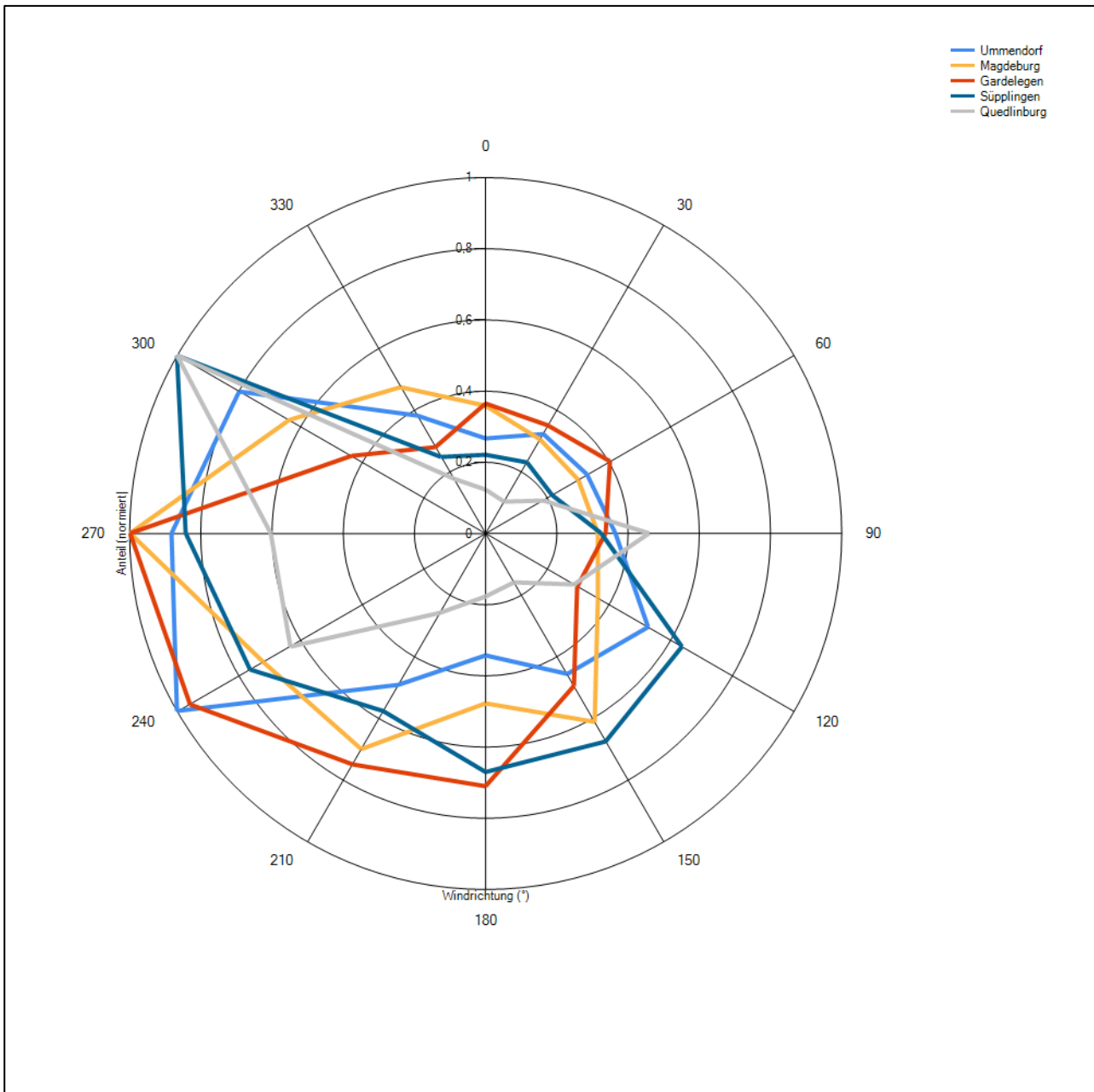


Abbildung 8: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

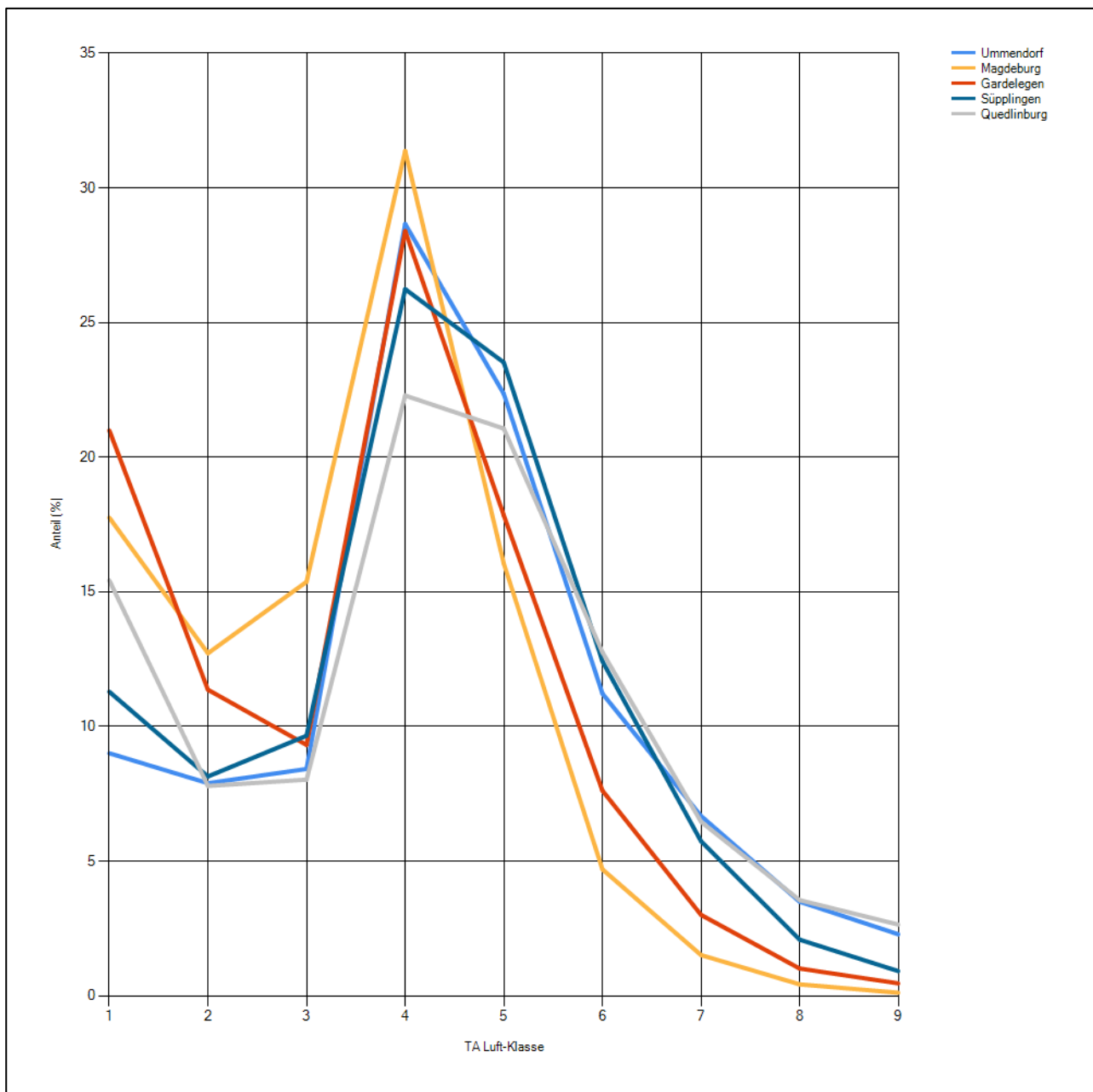


Abbildung 9: Windgeschwindigkeitsverteilung der betrachteten Messstationen

Drei der fünf Stationen zeigen westliche bis südwestliche Hauptmaxima, wie das für diesen Großraum zu erwarten ist. Zwei Stationen, Quedlinburg und Süpplingen, weichen mit ihrem nordöstlichen Hauptmaximum bei 300° auffallend davon ab.

Quedlinburg liegt nordöstlich abseits des Harzes, etwa 8 km von den ersten Höhenzügen entfernt. An diesen ergibt sich ein Effekt der Kanalisierung, wobei die Richtung Nordwest-Südost parallel zur Nordostflanke des Harzes favorisiert wird. Das Hauptmaximum liegt daher um Nordwest. Etwa gleichrangige Nebenmaxima sind aus Südwesten und Osten erkennbar.

Ein ähnlicher Kanalisierungseffekt dürfte für Süpplingen vorliegen, das unmittelbar östlich im Windschatten der Elm liegt, einem maximal 320m hohen, 25km langen und 3 bis 8°km breiten Mittelgebirgszug. Süpplingen kann aus Westen und Südwesten nicht ungehindert angeströmt werden, aber aus Nordosten.

Gegenüber Quedlinburg ist das Hauptmaximum hier weniger scharf ausgeprägt und es gibt größere Richtungsanteile im gesamten südlichen Halbraum, mit einem breiten, von 120° bis 180° reichenden südöstlichen Nebenmaximum. Der östliche Peak fehlt hier ganz.

4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort

Über die allgemeine Betrachtung in Abschnitt 4.1 hinausgehend wurde mit einer großräumigen Windfeldmodellierung abgeschätzt, wie sich Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort gestalten. Dazu wurde ein Modellgebiet gewählt, das den untersuchten Standort und die aufgeführten Messstationen mit einem Rand von 8 Kilometern umschließt. Die Modellierung selbst erfolgte mit dem diagnostischen Windfeldmodell LPRWIND, das zum Programmpaket LASAT des Ingenieurbüros Janicke gehört. Aufgrund der auftretenden Geländesteigungen im Modellgebiet und des abschätzenden Charakters der Ergebnisse ist ein diagnostisches Windfeldmodell für diese Aufgabe geeignet. Abweichend vom sonst üblichen Ansatz einer einheitlichen Rauigkeitslänge für das gesamte Modellgebiet (so gefordert von der TA Luft im Kontext von Ausbreitungsrechnungen nach Anhang 3) wurde hier eine örtlich variable Rauigkeitslänge angesetzt, um die veränderliche Landnutzung im großen Rechengebiet möglichst realistisch zu modellieren.

Mit den modellierten Windfeldern wurden die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen der Messstationen auf die oben ermittelte Ersatzanemometerposition übertragen und mittlere Erwartungsverteilungen für Windrichtung und Windgeschwindigkeit berechnet. Die Erwartungsverteilungen stützen sich damit auf Messwerte mehrerer Messstationen und berücksichtigen die Orographie im Gebiet zwischen den Messstationen und dem Standort.

Die EAP, für die die Erwartungswerte ermittelt wurden, liegt etwa 1,4 km nordwestlich des Anlagenstandortes (siehe Abschnitt 2.3). Dieser Punkt stellt auch die Empfehlung für die Ersatzanemometerposition bei der Ausbreitungsrechnung dar. Er wird frei angeströmt und unterliegt keinen Einflüssen, die die Anströmrichtung systematisch und deutlich verändern. Dies wurde in Abschnitt 3 untersucht und geprüft.

Für das Gebiet um die EAP wurde in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] eine aerodynamisch wirkungsame Rauigkeitslänge ermittelt. Dabei wurde die Rauigkeit für die in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 (Tabelle 3) tabellierten Werte anhand der Flächennutzung sektorweise in Entfernungsabständen von 100 m bis zu einer Maximalentfernung von 3000 m bestimmt und mit der Windrichtungshäufigkeit für diesen Sektor (10° Breite) gewichtet gemittelt. Dabei ergab sich ein Wert von 0,61 m.

Es ist zu beachten, dass dieser Wert hier nur für den Vergleich von Windgeschwindigkeitsverteilungen benötigt wird und nicht dem Parameter entspricht, der als Bodenrauigkeit für eine Ausbreitungsrechnung anzuwenden ist. Für letzteren gelten die Maßgaben der TA Luft, Anhang 3, Ziffer 5.

Um die Windgeschwindigkeiten für die EAP und die betrachteten Bezugswindstationen vergleichen zu können, sind diese auf eine einheitliche Höhe über Grund und eine einheitliche Bodenrauigkeit umzurechnen. Dies geschieht mit einem Algorithmus, der in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] veröffentlicht wurde. Als einheitliche Rauigkeitslänge bietet sich der tatsächliche Wert im Umfeld der EAP an, hier 0,61 m. Als einheitliche Referenzhöhe sollte nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] ein Wert Anwendung finden, der weit genug über Grund und über der Verdrängungshöhe (im Allgemeinen das Sechsfache der Bodenrauigkeit)

liegt. Hier wurde ein Wert von 17,3 m verwendet, der sich aus 10 m über Grund zuzüglich dem Zwölffachen der Bodenrauigkeit ergibt.

Die folgenden Abbildungen stellen die Windrichtungs- und die Windgeschwindigkeitsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für den Standort aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den Messwerten der betrachteten Messstationen dar. Die stark regional geprägte Station Quedlinburg mit ihrem ungewöhnlich scharfen nordöstlichen Hauptpeak bei 300° offenbarte sich dabei als allzu deutlich von der EAP-Verteilung verschieden und wurde von vornherein als ungeeignet aussortiert. Diese Station wird nachfolgend nicht mehr mit aufgeführt.

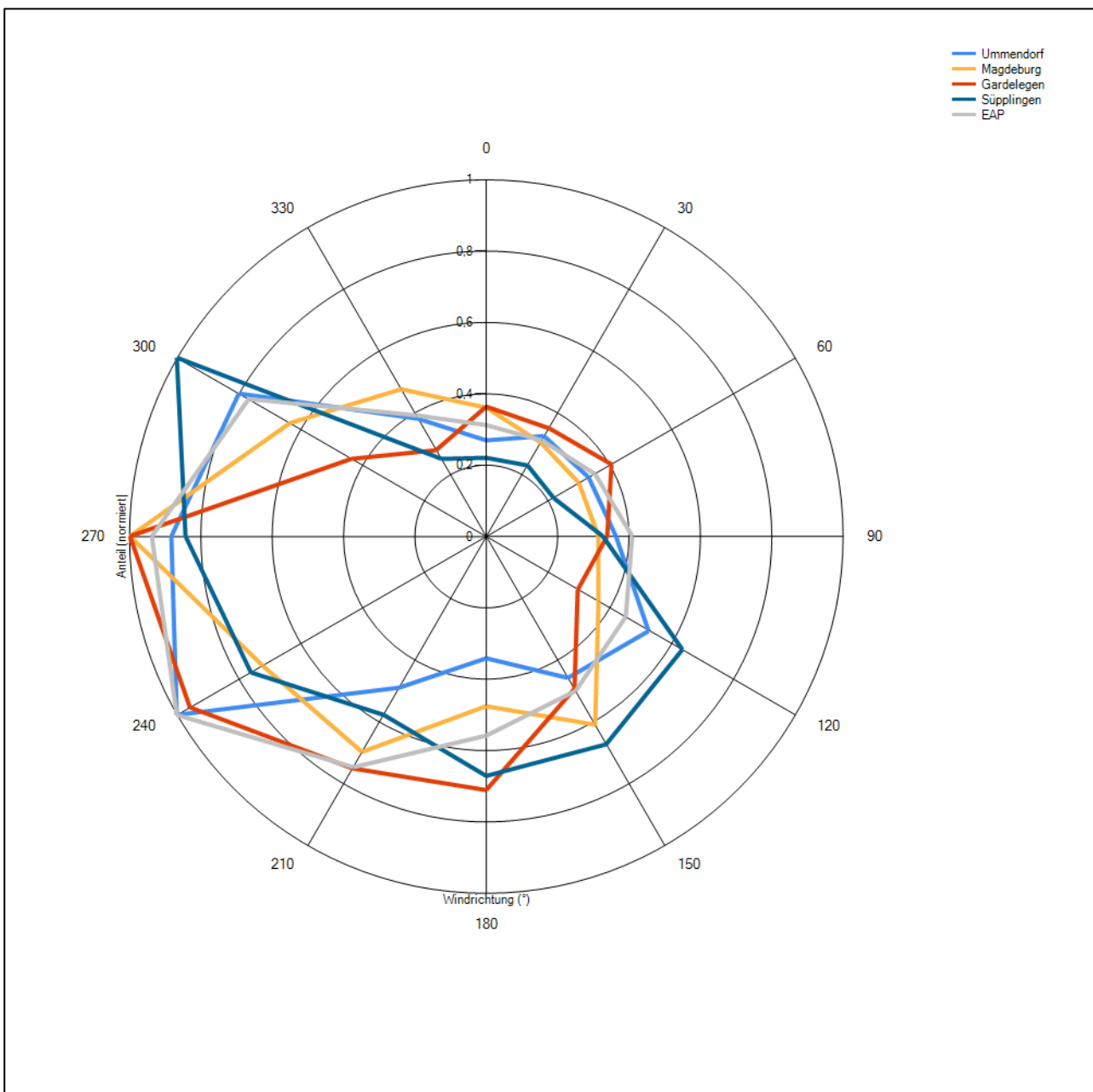


Abbildung 10: Windrichtungsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen

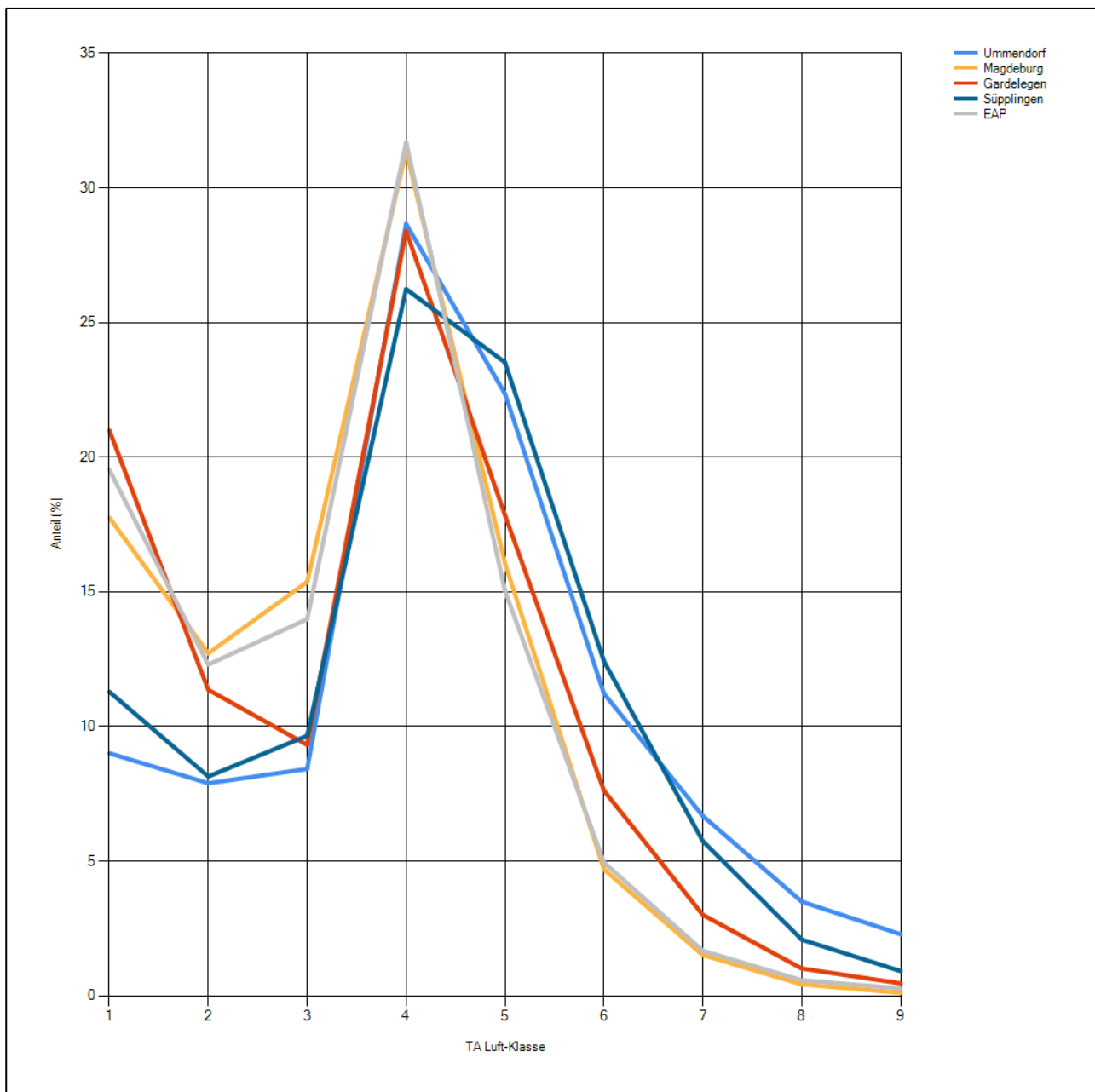


Abbildung 11: Windgeschwindigkeitsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen

Neben der vergleichenden Visualisierung führt die folgende Tabelle numerische Kenngrößen der Verteilungen für die Messstationen und der Erwartungsverteilung für die EAP auf.

Tabelle 4: Vergleich meteorologischer Kennwerte der betrachteten Messstationen mit den Erwartungswerten am Standort

Station	Richtungsmaximum [°]	mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	Schwachwindhäufigkeit [%]	Rauigkeitslänge [m]
EAP	240	2.82	9.9	0.61
Ummendorf	240	4.08	3.9	0.19
Magdeburg	270	2.83	9.5	0.71
Gardelegen	270	3.06	14.8	0.44
Süplingen	300	3.82	4.5	0.19

Die Lage des Richtungsmaximums ergibt sich aus der graphischen Darstellung. Für die mittlere Windgeschwindigkeit wurden die Messwerte der Stationen von der tatsächlichen Geberhöhe auf eine einheitliche Geberhöhe von 17,3 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 0,61 m umgerechnet. Auch die Modellrechnung für die EAP bezog sich auf diese Höhe. Die Schwachwindhäufigkeit ergibt sich aus der Anzahl von (höhenkorrigierten bzw. berechneten) Geschwindigkeitswerten kleiner oder gleich 1,0 m/s.

Für das Gebiet um jede Bezugswindstation wurde in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] eine aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge ermittelt. Die Ermittlung der Rauigkeit der Umgebung eines Standorts soll nach Möglichkeit auf der Basis von Windmessdaten durch Auswertung der mittleren Windgeschwindigkeit und der Schubspannungsgeschwindigkeit geschehen. An Stationen des Messnetzes des DWD und von anderen Anbietern (beispielsweise MeteoGroup) wird als Turbulenzinformation in der Regel jedoch nicht die Schubspannungsgeschwindigkeit, sondern die Standardabweichung der Windgeschwindigkeit in Strömungsrichtung bzw. die Maximalböe gemessen und archiviert. Derzeit wird vom DWD sukzessive ein Verfahren zur Bestimmung der Rauigkeit um die Messstationen eingeführt.

Bis dieser Vorgang abgeschlossen ist und vergleichbare Daten für alle Stationen flächendeckend zur Verfügung stehen, wird auf eine alternative Vorgehensweise nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 zurückgegriffen. Diese ist anzuwenden, wenn zur Bestimmung der Rauigkeit keine zusätzlichen Turbulenzinformationen verwendet werden. Dabei wird die Rauigkeit für die in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 (Tabelle 3) tabellierten Werte anhand der Flächennutzung sektorweise in Entfernungsabständen von 100 m bis zu einer Maximalentfernung von 3000 m bestimmt und mit der Windrichtungshäufigkeit für diesen Sektor (10° Breite) gewichtet gemittelt. Dabei ergeben sich die Werte, die in Tabelle 4 für jede Bezugswindstation angegeben sind.

4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen

Der Vergleich der Windrichtungsverteilungen stellt nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] das primäre Kriterium für die Fragestellung dar, ob die meteorologischen Daten einer Messstation auf den untersuchten Anlagenstandort für eine Ausbreitungsrechnung übertragbar sind.

Für die EAP liegt formal das Windrichtungsmaximum bei 240°, fast ebenso starke Anteile finden sich aber auch bei 270°. Ein sehr schwaches Nebenmaximum zeichnet sich aus Osten ab. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

Weil das formale Hauptmaximum der EAP bei 240° nur unwesentlich abgeschwächt sich bis 270° erstreckt, ist die Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung im formalen Hauptmaximum noch kein entscheidendes Maß. Ein breiteres Richtungsspektrum ist in den Blick zu nehmen.

Die Station Ummendorf stimmt im formalen Hauptmaximum genau mit der EAP überein und repräsentiert sie auch bei 270° und 300°, ja im gesamten nördlichen Halbrauch sehr gut, merkliche Differenzen treten bei 180° und 210° auf.

Gardelegen trifft die EAP bei 240° und 270° ebenfalls sehr gut, weicht bei 300° aber deutlich ab, zeigt dafür im südwestlichen Quadranten eine bessere Übereinstimmung als Ummendorf.

Magdeburg mit seinem etwas spitzeren Hauptmaximum ist bei 270° schlechter als die oben genannten, kann dafür im Norden die EAP besser repräsentieren als Gardelegen und im Süden besser als Ummendorf.

Vor- und Nachteile halten sich ungefähr die Waage, die Übereinstimmung ist insgesamt gut und so werden alle drei Stationen als gut bewertet.

Gegen diese drei fällt die Station Süplingen mit ihrem nordöstlichen Hauptmaximum signifikant ab und wird nur als von ausreichender Übereinstimmung angesehen.

Somit sind aus Sicht der Windrichtungsverteilung die Stationen Ummendorf, Magdeburg und Gardelegen gut für eine Übertragung geeignet. Süplingen stimmt noch ausreichend mit der EAP überein.

Diese Bewertung orientiert sich an den Kriterien der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7]. Dies ist in der folgenden Tabelle als Rangliste dargestellt. Eine Kennung von „++++“ entspricht dabei einer guten Übereinstimmung, eine Kennung von „++“ einer ausreichenden Übereinstimmung. Die Kennung „-“ wird vergeben, wenn keine Übereinstimmung besteht und die Bezugswindstation nicht zur Übertragung geeignet ist.

Tabelle 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Ummendorf	++++
Magdeburg	++++
Gardelegen	++++
Süplingen	++

4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen

Der Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen stellt ein weiteres Kriterium für die Fragestellung dar, ob die meteorologischen Daten einer Messstation auf den untersuchten Anlagenstandort für eine Ausbreitungsrechnung übertragbar sind. Als wichtigster Kennwert der Windgeschwindigkeitsverteilung wird hier die mittlere Windgeschwindigkeit betrachtet. Auch die Schwachwindhäufigkeit (Anteil von Windgeschwindigkeiten unter 1,0 m/s) kann für weitergehende Untersuchungen herangezogen werden.

Für die EAP wird in 17,3 m Höhe eine mittlere Windgeschwindigkeit von 2,8 m/s erwartet.

Dem kommen die Werte von Magdeburg und Gardelegen mit 2,8 m/s bzw. 3,1 m/s (auch wieder bezogen auf 17,3 m Höhe und die EAP-Rauigkeit von 0,61 m) sehr nahe. Sie zeigen eine Abweichung von nicht mehr als $\pm 0,5$ m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Süplingen liegt mit einem Wert von 3,8 m/s noch innerhalb einer Abweichung von $\pm 1,0$ m/s, was noch eine ausreichende Übereinstimmung darstellt.

Die Station Ummendorf liegt mit 4,1 m/s deutlich höher und außerhalb von $\pm 1,0$ m/s Abweichung und ist nicht mehr als übereinstimmend anzusehen.

Aus Sicht der Windgeschwindigkeitsverteilung sind also Magdeburg und Gardelegen gut für eine Übertragung geeignet. Süplingen zeigt eine noch ausreichende Übereinstimmung. Ummendorf ist mit einer Abweichung der mittleren Windgeschwindigkeit von mehr als 1,0 m/s gar nicht für eine Übertragung geeignet.

Diese Bewertung orientiert sich ebenfalls an den Kriterien der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7]. Dies ist in der folgenden Tabelle als Rangliste dargestellt. Eine Kennung von „++“ entspricht dabei einer guten Übereinstimmung, eine Kennung von „+“ einer ausreichenden Übereinstimmung. Die Kennung „-“ wird vergeben, wenn keine Übereinstimmung besteht und die Bezugswindstation nicht zur Übertragung geeignet ist.

Tabelle 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Magdeburg	++
Gardelegen	++
Süplingen	+
Ummendorf	-

4.6 Auswahl der Bezugswindstation

Fasst man die Ergebnisse der Ranglisten von Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung zusammen, so ergibt sich folgende resultierende Rangliste.

Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen

Bezugswindstation	Bewertung gesamt	Bewertung Richtungsverteilung	Bewertung Geschwindigkeitsverteilung	Vergleich Rauigkeit mit EAP (0,61 m)
Magdeburg	+++++	++++	++	0,71
Gardelegen	+++++	++++	++	0,44
Süplingen	+++	++	+	
Ummendorf	-	++++	-	

In der zweiten Spalte ist eine Gesamtbewertung dargestellt, die sich als Zusammenfassung der Kennungen von Richtungsverteilung und Geschwindigkeitsverteilung ergibt. Der Sachverhalt, dass die Übereinstimmung der Windrichtungsverteilung das primäre Kriterium darstellt, wird darüber berücksichtigt, dass bei der Bewertung der Richtungsverteilung maximal die Kennung „++++“ erreicht werden kann, bei der Geschwindigkeitsverteilung maximal die Kennung „++“. Wird für eine Bezugswindstation die Kennung „-“ vergeben (Übertragbarkeit nicht gegeben), so ist auch die resultierende Gesamtbewertung mit „-“ angegeben.

In der Aufstellung ist zu erkennen, dass nach den bisherigen Kriterien für Magdeburg und Gardelegen eine gleich gute Eignung zur Übertragbarkeit befunden wurde, d.h. soweit bisher Windrichtungsverteilung und mittlere Windgeschwindigkeit berücksichtigt wurden.

Um eine eindeutige und objektiv nachvollziehbare Entscheidung zu treffen, wird die aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge an den Bezugswindstationen mit dem Wert an der EAP (0,61 m) verglichen. Dabei kommt es bei der Station Magdeburg (0,71 m) zur besseren Übereinstimmung als bei Gardelegen (0,44 m).

Magdeburg wird daher für eine Übertragung ausgewählt.

5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation

Die zur Übertragung ausgewählte Station Magdeburg befindet sich am südwestlichen Rand der Stadt Magdeburg. Die Lage der Station in Sachsen-Anhalt ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

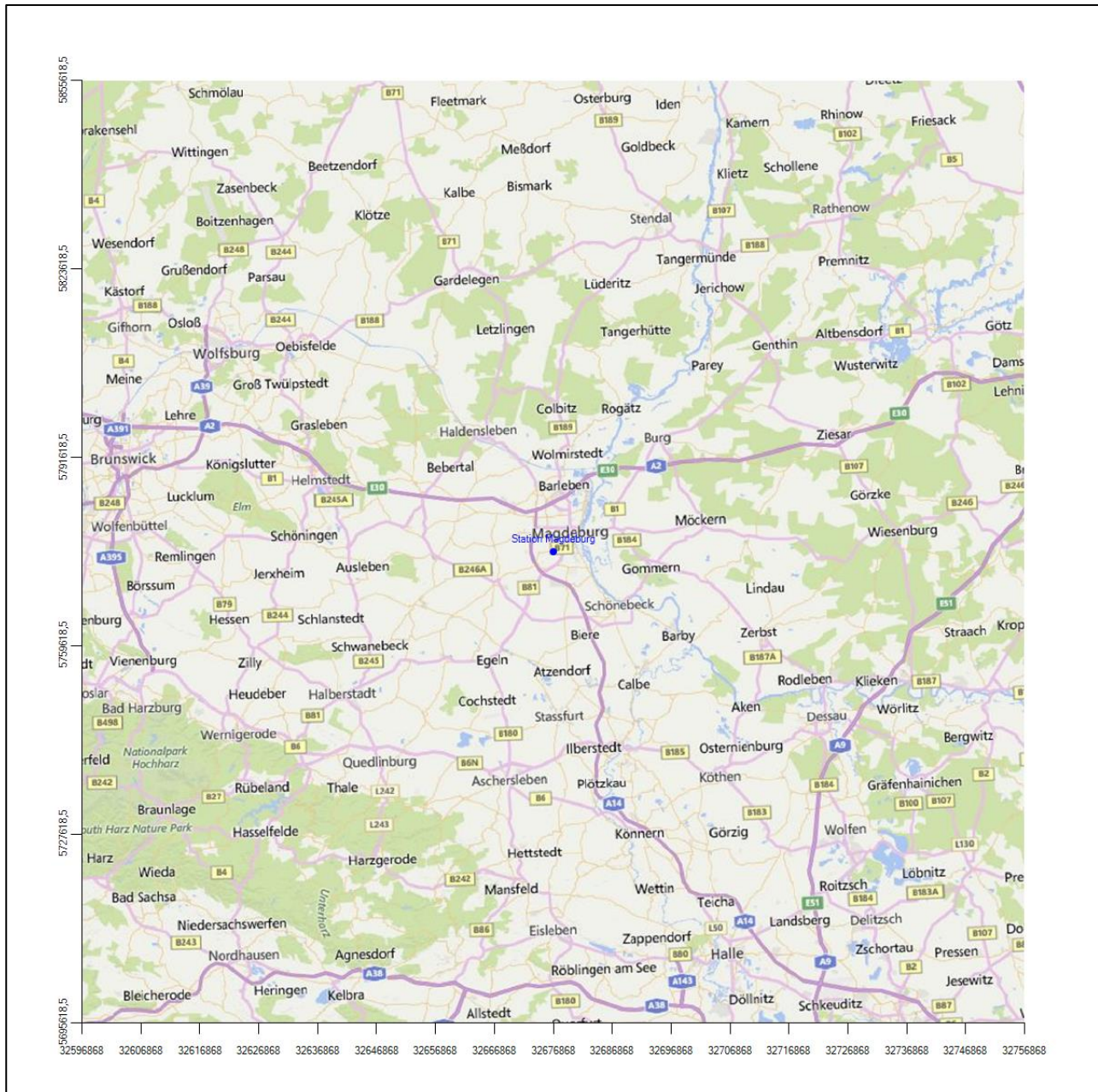


Abbildung 12: Lage der ausgewählten Station

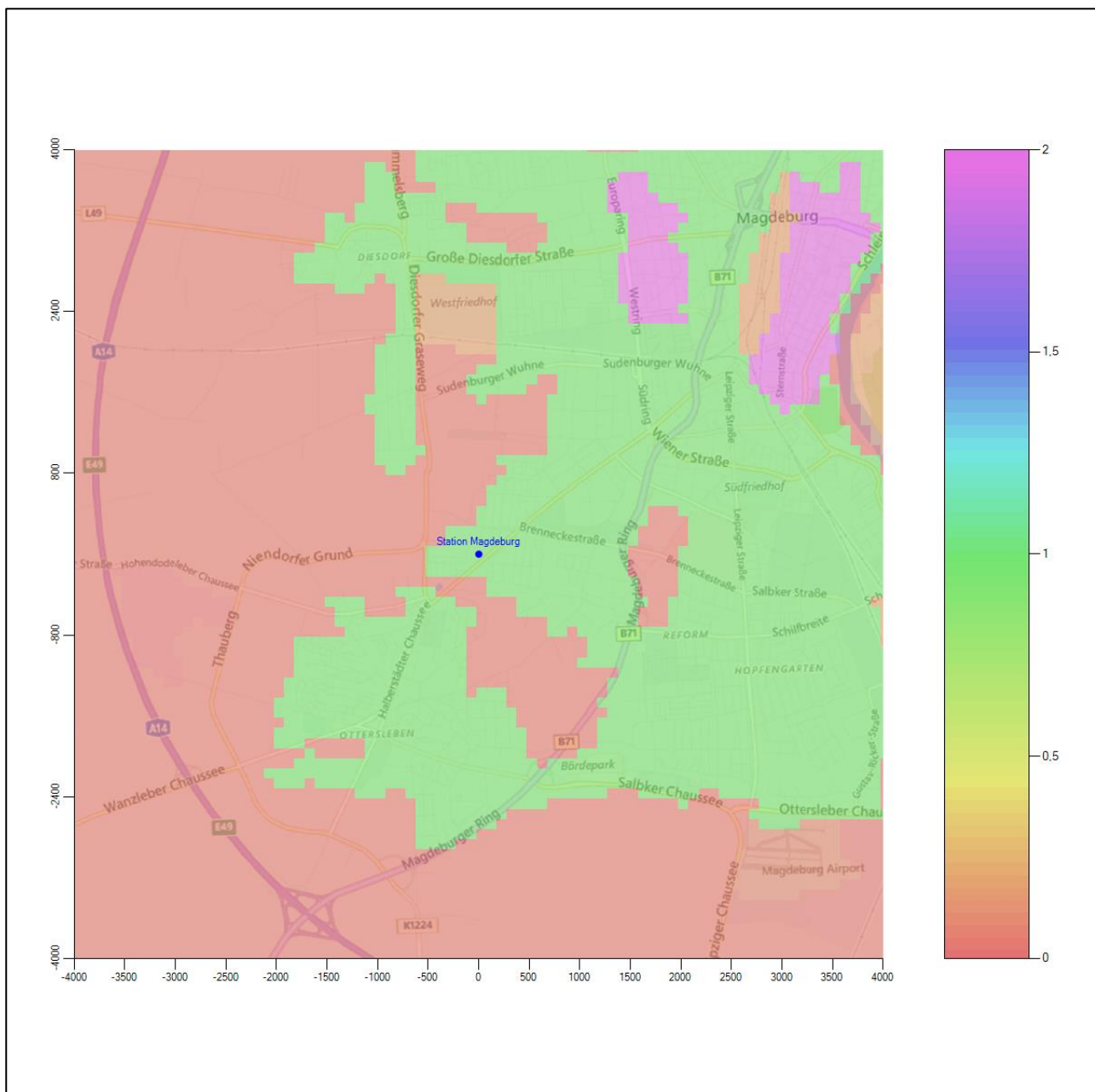
In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 76 m über NHN. Der Windgeber war während des hier untersuchten Zeitraumes in einer Höhe von 15.0 m angebracht.

Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	11.5825°
Geographische Breite:	52.1028°

Die Umgebung der Station ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Einfamilienhaussiedlungen wechseln sich mit landwirtschaftlichen Flächen und lockeren Baumbeständen ab.

Eine Verteilung der Bodenrauigkeit um die Station ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

**Abbildung 13: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der Station nach CORINE-Datenbank**

Das folgende Luftbild verschafft einen detaillierten Überblick über die Nutzung um die Wetterstation.



Abbildung 14: Luftbild mit der Umgebung der Messstation

Orographisch ist das Gelände, auch im weiteren Umkreis, nur sehr schwach gegliedert. Es ist von allen Richtungen eine ungestörte Anströmung möglich. Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

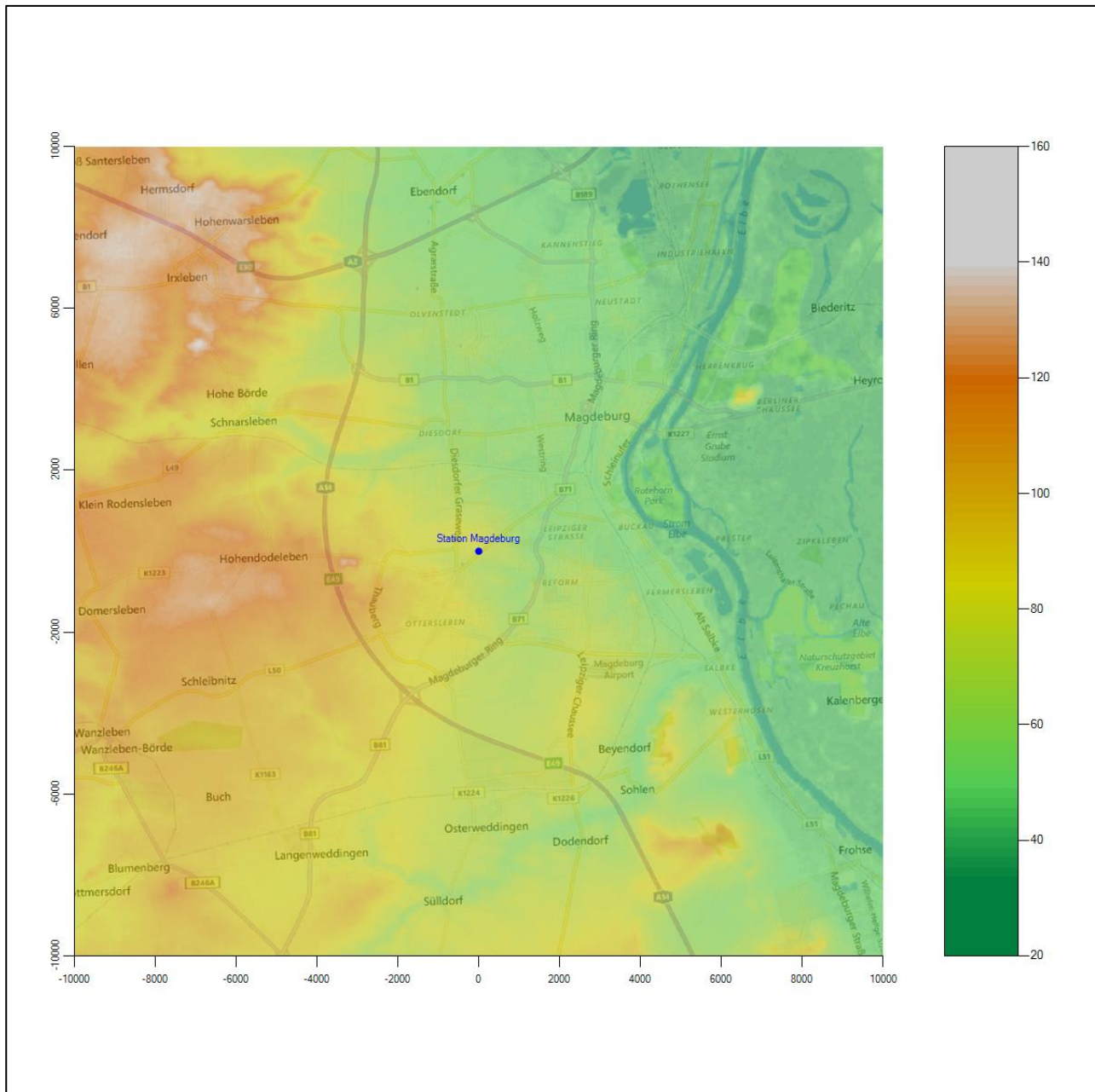


Abbildung 15: Orographie um den Standort der Wetterstation

6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres

Neben der räumlichen Repräsentanz der meteorologischen Daten ist auch die zeitliche Repräsentanz zu prüfen. Bei Verwendung einer Jahreszeitreihe der meteorologischen Daten muss das berücksichtigte Jahr für den Anlagenstandort repräsentativ sein. Dies bedeutet, dass aus einer hinreichend langen, homogenen Zeitreihe (nach Möglichkeit 10 Jahre, mindestens jedoch 5 Jahre) das Jahr ausgewählt wird, das dem langen Zeitraum bezüglich der Windrichtungs-, Windgeschwindigkeits- und Stabilitätsverteilung am ehesten entspricht.

Im vorliegenden Fall geschieht die Ermittlung eines repräsentativen Jahres in Anlehnung an das Verfahren AKJahr, das vom Deutschen Wetterdienst verwendet und in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] veröffentlicht wurde.

Bei diesem Auswahlverfahren handelt es sich um ein objektives Verfahren, bei dem die Auswahl des zu empfehlenden Jahres hauptsächlich auf der Basis der Resultate zweier statistischer Prüfverfahren geschieht. Die vorrangigen Prüfkriterien dabei sind Windrichtung und Windgeschwindigkeit, ebenfalls geprüft werden die Verteilungen von Ausbreitungsklassen und die Richtung von Nacht- und Schwachwinden. Die Auswahl des repräsentativen Jahres erfolgt dabei in mehreren aufeinander aufbauenden Schritten. Diese sind in den Abschnitten 6.1 bis 6.3 beschrieben.

6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums

Um durch äußere Einflüsse wie z. B. Standortverlegungen oder Messgerätewechsel hervorgerufene Unstetigkeiten innerhalb der betrachteten Datenbasis weitgehend auszuschließen, werden die Zeitreihen zunächst auf Homogenität geprüft. Dazu werden die Häufigkeitsverteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse herangezogen.

Für die Bewertung der Windrichtungsverteilung werden insgesamt 12 Sektoren mit einer Klassenbreite von je 30° gebildet. Es wird nun geprüft, ob bei einem oder mehreren Sektoren eine sprunghafte Änderung der relativen Häufigkeiten von einem Jahr zum anderen vorhanden ist. „Sprunghafte Änderung“ bedeutet dabei eine markante Änderung der Häufigkeiten, die die normale jährliche Schwankung deutlich überschreitet, und ein Verbleiben der Häufigkeiten auf dem neu erreichten Niveau über die nächsten Jahre. Ist dies der Fall, so wird im Allgemeinen von einer Inhomogenität ausgegangen und die zu verwendende Datenbasis entsprechend gekürzt.

Eine analoge Prüfung wird anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung durchgeführt, wobei eine Aufteilung auf die Geschwindigkeitsklassen der TA Luft, Anhang 3, Tabelle 18 [8] erfolgt. Schließlich wird auch die Verteilung der Ausbreitungsklassen im zeitlichen Verlauf über den Gesamtzeitraum untersucht.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den Test auf Homogenität für die ausgewählte Station über die letzten Jahre.

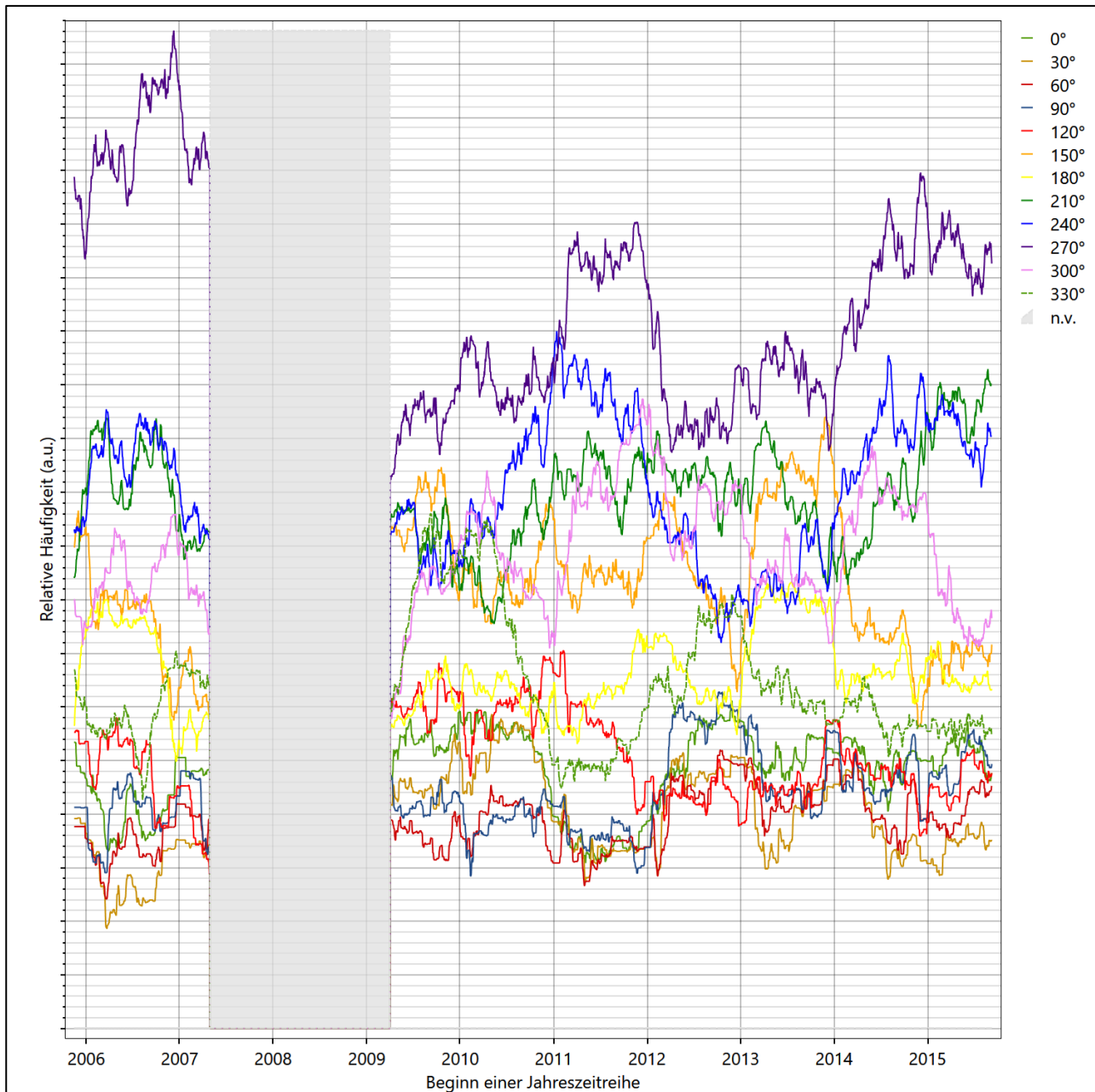


Abbildung 16: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung

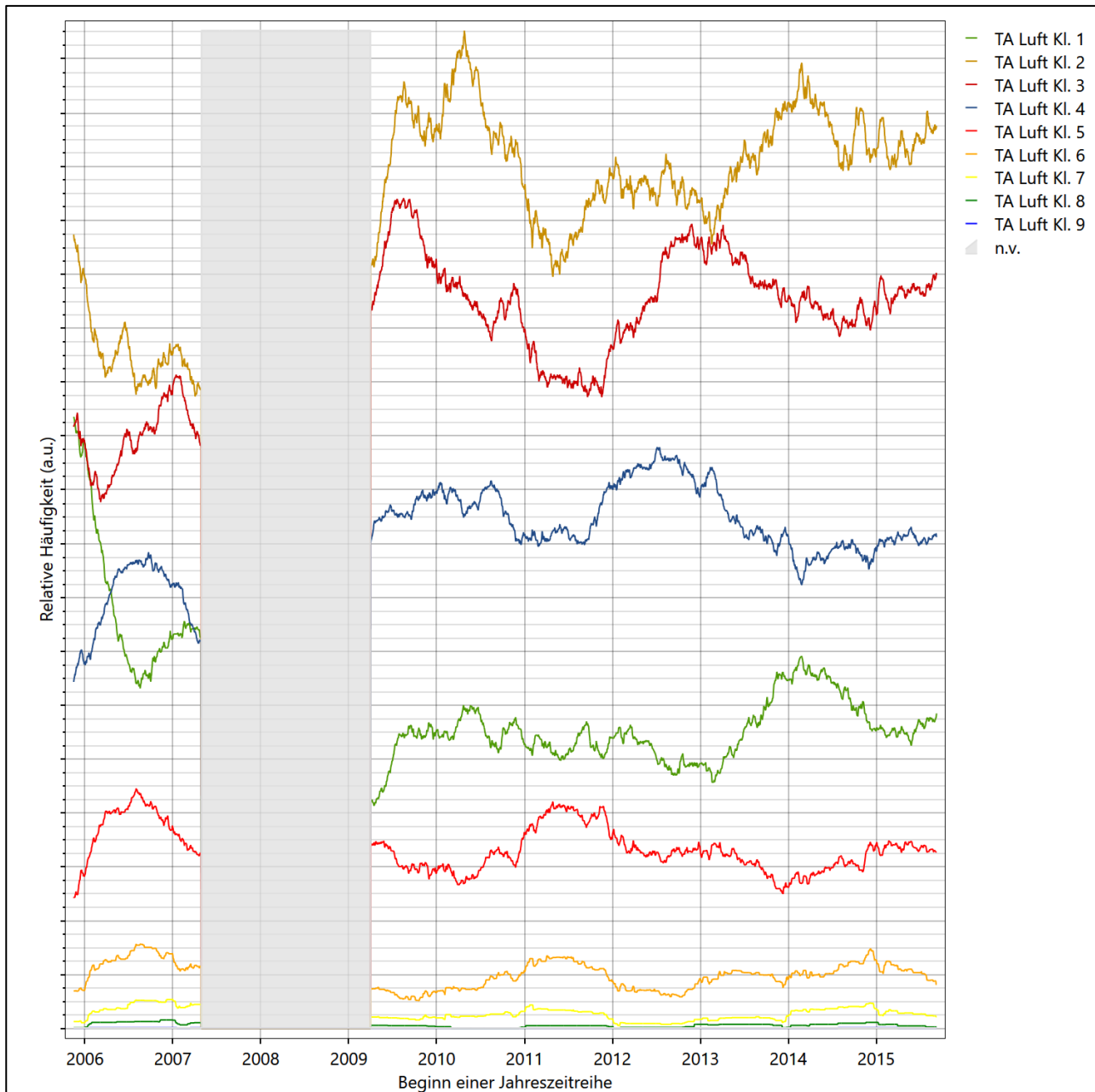


Abbildung 17: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung

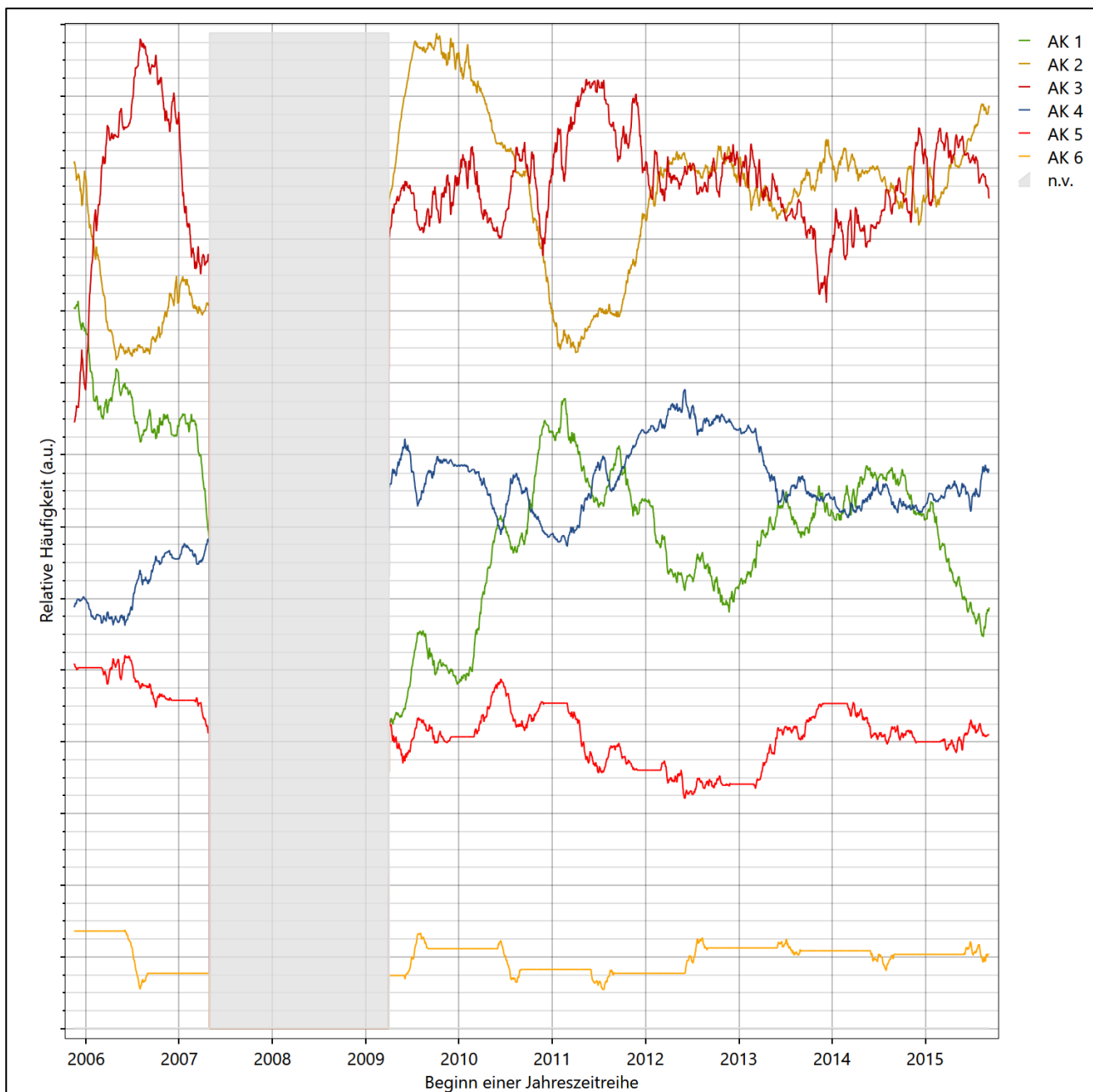


Abbildung 18: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 15.11.2005 bis zum 15.11.2016 verwendet.

Die grau dargestellten Bereiche in Abbildung 16 und Abbildung 17 markieren Messlücken bei der Bestimmung der Windverteilung. Diese Zeiträume werden auch später bei der Bestimmung des repräsentativen Jahres nicht mit einbezogen.

Wie aus den Grafiken erkennbar ist, gab es im untersuchten Zeitraum keine systematischen bzw. tendenziellen Änderungen an der Windrichtungsverteilung und der Windgeschwindigkeitsverteilung. Die Datenbasis ist also homogen und lang genug, um ein repräsentatives Jahr auszuwählen.

6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde

In diesem Schritt werden die bereits zum Zwecke der Homogenitätsprüfung gebildeten Verteilungen dem χ^2 -Test zum Vergleich empirischer Häufigkeitsverteilungen unterzogen.

Bei der Suche nach einem repräsentativen Jahr werden dabei alle Zeiträume untersucht, die an den einzelnen Tagen des Gesamtzeitraumes beginnen, jeweils 365 Tage lang sind und bei denen ausreichend Messdaten verfügbar sind. Die Einzelzeiträume müssen dabei nicht unbedingt einem Kalenderjahr entsprechen. Eine Veröffentlichung dazu [9] hat gezeigt, dass bei tageweise gleitender Auswahl des Testdatensatzes die Ergebnisse hinsichtlich der zeitlichen Repräsentativität besser zu bewerten sind als mit der Suche nur nach Kalenderjahren.

Im Einzelfall sollte im Hinblick auf die Vorgaben von TA Luft und BImSchG dabei geprüft werden, ob bei gleitender Auswahl ein Konflikt mit Zeitbezügen entsteht, die ausdrücklich für ein Kalenderjahr definiert sind. Für den Immissions-Jahreswert nach Kapitel 2.3 der TA Luft trifft dies nicht zu, er ist als Mittelwert über ein Jahr (und nicht unbedingt über ein Kalenderjahr) zu bestimmen. Hingegen sind Messwerte für Hintergrundbelastungen aus Landesmessnetzen oft für ein Kalenderjahr ausgewiesen. Diese Messwerte wären dann nicht ohne weiteres mit Kenngrößen vergleichbar, die für einen beliebig herausgegriffenen Jahreszeitraum berechnet wurden. Nach Kenntnis des Gutachters liegt ein solcher Fall hier nicht vor.

Bei der gewählten Vorgehensweise werden die χ^2 -Terme der Einzelzeiträume untersucht, die sich beim Vergleich mit dem Gesamtzeitraum ergeben. Diese Terme lassen sich bis zu einem gewissen Grad als Indikator dafür ansehen, wie ähnlich die Einzelzeiträume dem mittleren Zustand im Gesamtzeitraum sind. Dabei gilt, dass ein Einzelzeitraum dem mittleren Zustand umso näherkommt, desto kleiner der zugehörige χ^2 -Term (die Summe der quadrierten und normierten Abweichungen von den theoretischen Häufigkeiten entsprechend dem Gesamtzeitraum) ist. Durch die Kenntnis dieser einzelnen Werte lässt sich daher ein numerisches Maß für die Ähnlichkeit der Einzelzeiträume mit dem Gesamtzeitraum bestimmen.

In Analogie zur Untersuchung der Windrichtungen wird ebenfalls für die Verteilung der Windgeschwindigkeiten (auf die TA Luft-Klassen, siehe oben) ein χ^2 -Test durchgeführt. So lässt sich auch für die Windgeschwindigkeitsverteilung ein Maß dafür finden, wie ähnlich die ein Jahr langen Einzelzeiträume dem Gesamtzeitraum sind.

Weiterhin wird die Verteilung der Ausbreitungsklassen in den Einzelzeiträumen mit dem Gesamtzeitraum verglichen.

Schließlich wird eine weitere Untersuchung der Windrichtungsverteilung durchgeführt, wobei jedoch das Testkollektiv gegenüber der ersten Betrachtung dieser Komponente dadurch beschränkt wird, dass ausschließlich Nacht- und Schwachwinde zur Beurteilung herangezogen werden. Der Einfachheit halber wird dabei generell der Zeitraum zwischen 18:00 und 6:00 Uhr als Nacht definiert, d.h. auf eine jahreszeitliche Differenzierung wird verzichtet. Zusätzlich darf die Windgeschwindigkeit 3 m/s während dieser nächtlichen Stunden nicht überschreiten. Die bereits bestehende Einteilung der Windrichtungssektoren bleibt hingegen ebenso unverändert wie die konkrete Anwendung des χ^2 -Tests.

Als Ergebnis dieser Untersuchungen stehen für die einzelnen Testzeiträume jeweils vier Zahlenwerte zur Verfügung, die anhand der Verteilung von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse und der Richtung von Nacht- und Schwachwinden die Ähnlichkeit des Testzeitraumes mit dem Gesamtzeitraum ausdrücken. Um daran eine abschließende Bewertung vornehmen zu können, werden die vier Werte ge-

wichtet addiert, wobei die Windrichtung mit 0,46, die Windgeschwindigkeit mit 0,24, die Ausbreitungsklasse mit 0,25 und die Richtung der Nacht- und Schwachwinde mit 0,15 gewichtet wird. Die Wichtefaktoren wurden aus der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] entnommen. Als Ergebnis erhält man einen Indikator für die Güte der Übereinstimmung eines jeden Testzeitraumes mit dem Gesamtzeitraum.

In der folgenden Grafik ist dieser Indikator dargestellt, wobei auch zu erkennen ist, wie sich dieser Wert aus den einzelnen Gütemaßen zusammensetzt. Auf der Abszisse ist jeweils der Beginn des Einzelzeitraums mit einem Jahr Länge abgetragen.

Dabei werden nur die Zeitpunkte graphisch dargestellt, für die sich in Kombination mit Messungen der Bedeckung eine Jahreszeitreihe bilden lässt, die mindestens eine Verfügbarkeit von 90 % hat. Im vorliegenden Fall stand diese Bedeckungsinformation vollständig zur Verfügung, die grauen Bereiche resultieren hier aus Messlücken schon bei der Windverteilung (siehe oben).

Ebenfalls zu erkennen ist der Beginn des Testzeitraumes (Jahreszeitreihe), für den die gewichtete χ^2 -Summe den kleinsten Wert annimmt (vertikale Linie). Dieser Testzeitraum ist als eine Jahreszeitreihe anzusehen, die dem gesamten Zeitraum im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen am ähnlichsten ist. Dies ist im vorliegenden Fall der 18.10.2014, was als Beginn des repräsentativen Jahres angesehen werden kann. Die repräsentative Jahreszeitreihe läuft dann bis zum 18.10.2015.

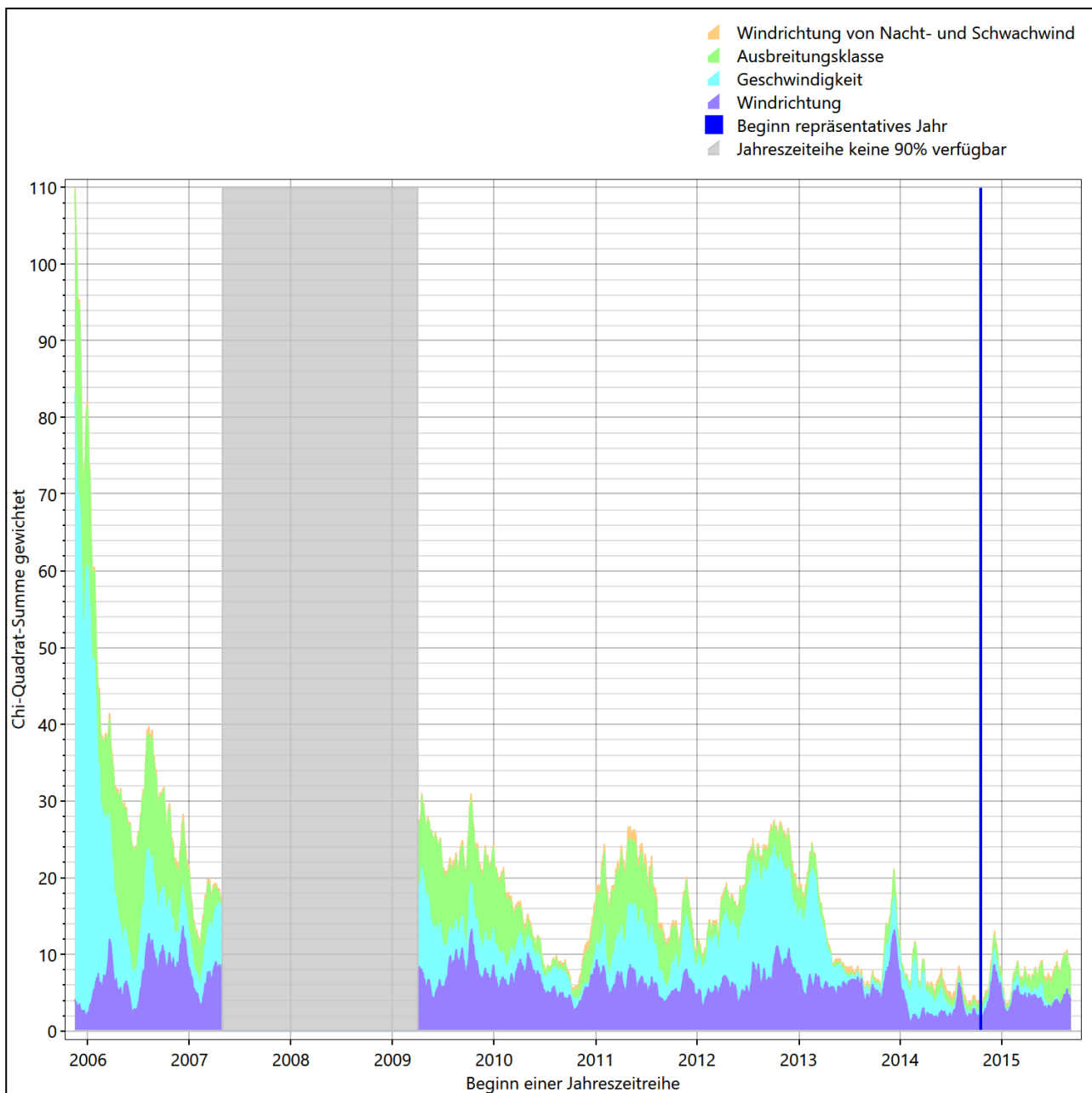


Abbildung 19: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Die zunächst mit Auswertung der gewichteten χ^2 -Summe durchgeführte Suche nach dem repräsentativen Jahr wird erweitert, indem auch geprüft wird, ob das gefundene repräsentative Jahr in der σ -Umgebung der für den Gesamtzeitraum ermittelten Standardabweichung liegen. Auch diese Vorgehensweise ist im Detail in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] (Anhang A3.1) beschrieben.

Für jede Verteilung der zu bewertenden Parameter (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse, Richtung der Nacht- und Schwachwinde) wird die Standardabweichung über den Gesamtzeitraum bestimmt. Anschließend erfolgt für jeden Einzelzeitraum die Ermittlung der Fälle, in denen die Klassen der untersuchten Parameter innerhalb der Standardabweichung des Gesamtzeitraumes (σ -Umgebung) liegen.

Die Anzahl von Klassen, die für jeden Parameter innerhalb der σ -Umgebung des Gesamtzeitraumes liegen, ist wiederum ein Gütemaß dafür, wie gut der untersuchte Einzelzeitraum mit dem Gesamtzeitraum übereinstimmt. Je höher die Anzahl, umso besser ist die Übereinstimmung. In Anlehnung an die Auswertung der gewichteten χ^2 -Summe wird auch hier eine gewichtete Summe aus den einzelnen Parametern gebildet, wobei die gleichen Wichtungsfaktoren wie beim χ^2 -Test verwendet werden.

In der folgenden Grafik ist diese gewichtete Summe zusammen mit den Beiträgen der einzelnen Parameter für jeden Einzelzeitraum dargestellt.

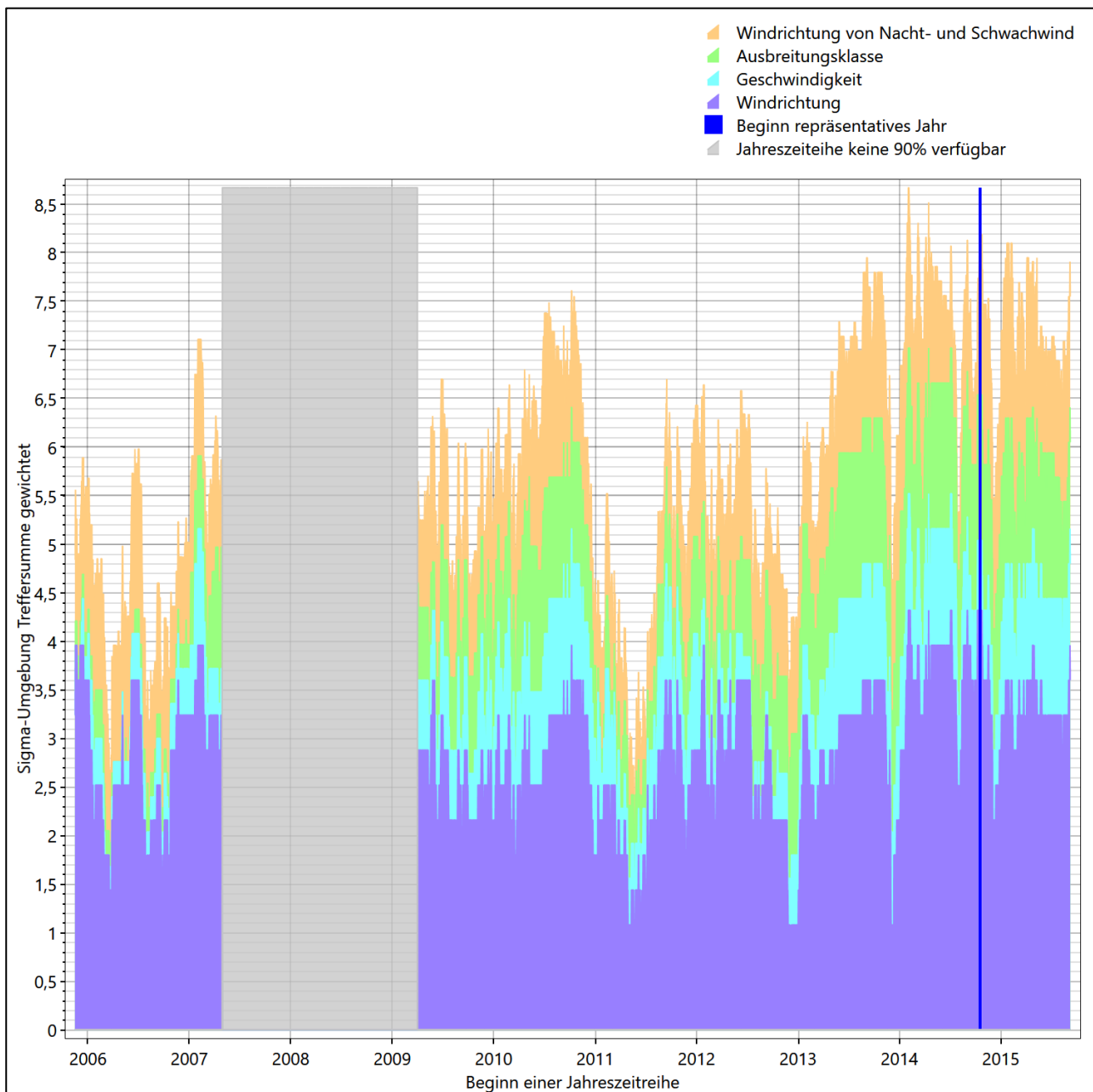


Abbildung 20: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Erfahrungsgemäß wird für das aus dem χ^2 -Test gefundene repräsentative Jahr vom 18.10.2014 bis zum 18.10.2015 nicht auch immer mit dem Maximum der gewichteten σ -Umgebung-Treffersumme zusammen-

fallen. Im vorliegenden Fall lässt sich jedoch für das repräsentative Jahr feststellen, dass 98 % aller untersuchten Einzelzeiträume eine schlechtere σ -Umgebung-Treffersumme aufweisen. Dies kann als Bestätigung angesehen werden, dass das aus dem χ^2 -Test gefundene repräsentative Jahr als solches verwendet werden kann.

6.3 Prüfung auf Plausibilität

Der im vorigen Schritt gefundene Testzeitraum mit der größten Ähnlichkeit zum Gesamtzeitraum erstreckt sich vom 18.10.2014 bis zum 18.10.2015. Inwieweit diese Jahreszeitreihe tatsächlich für den Gesamtzeitraum repräsentativ ist, soll anhand einer abschließenden Plausibilitätsprüfung untersucht werden.

Dazu sind in den folgenden Abbildungen die Verteilungen der Windrichtung, der Windgeschwindigkeit, der Ausbreitungsklasse und der Richtung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe dem Gesamtzeitraum gegenübergestellt.

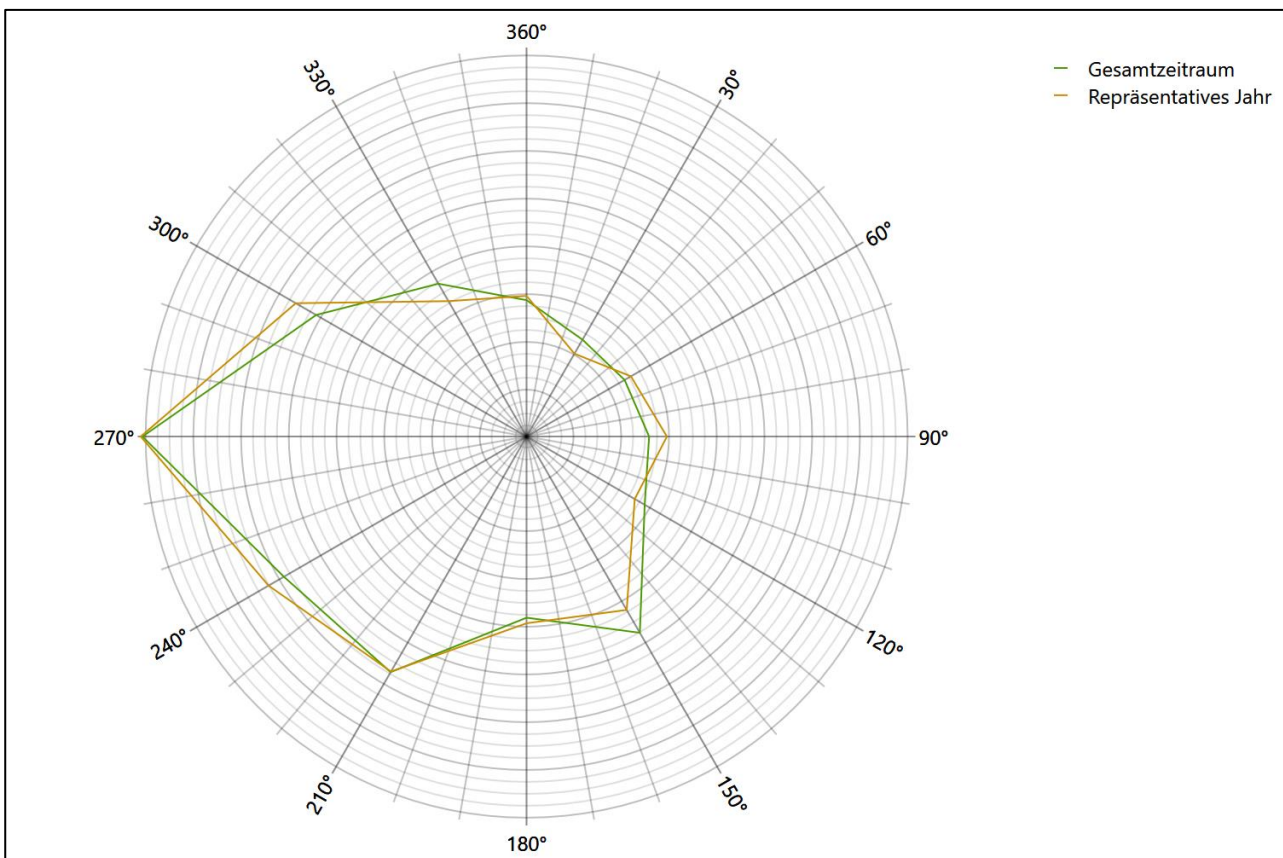


Abbildung 21: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

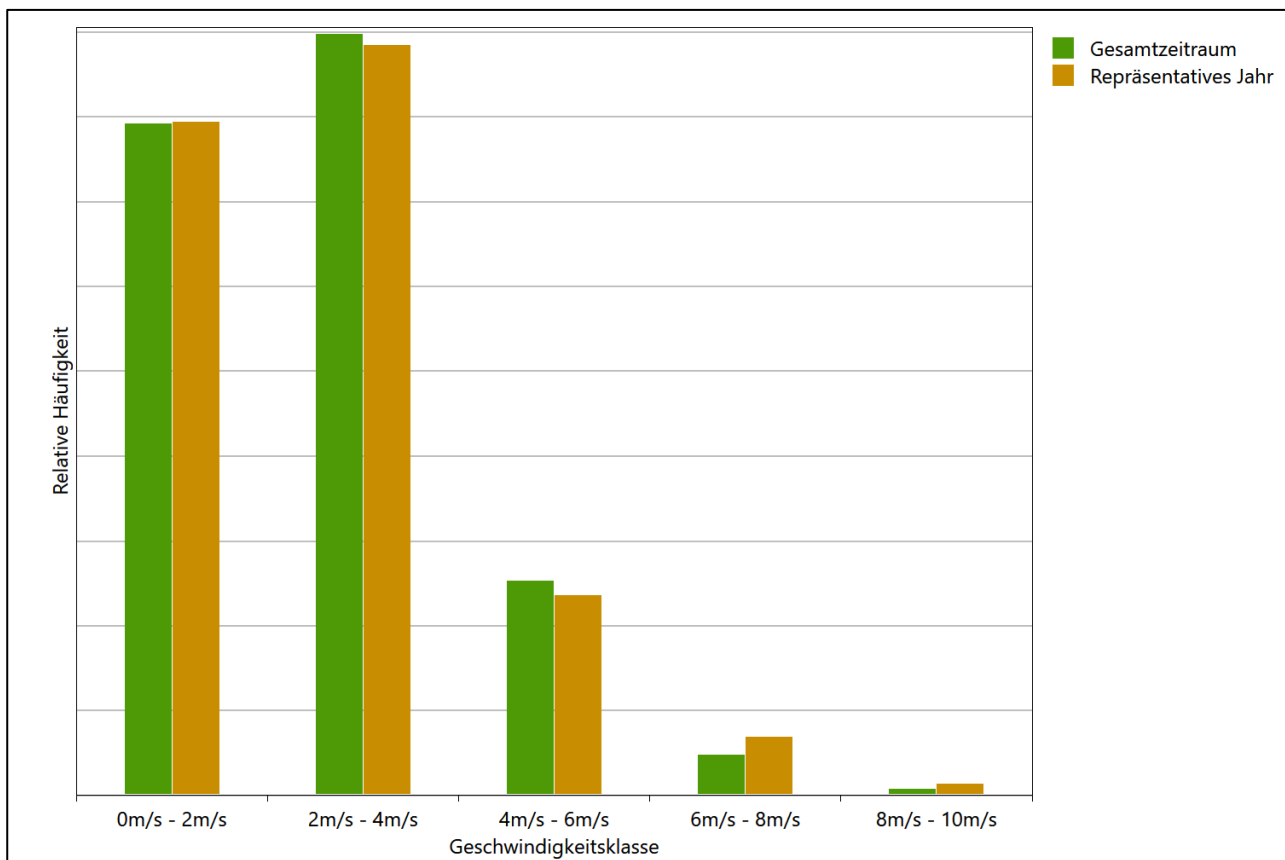


Abbildung 22: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

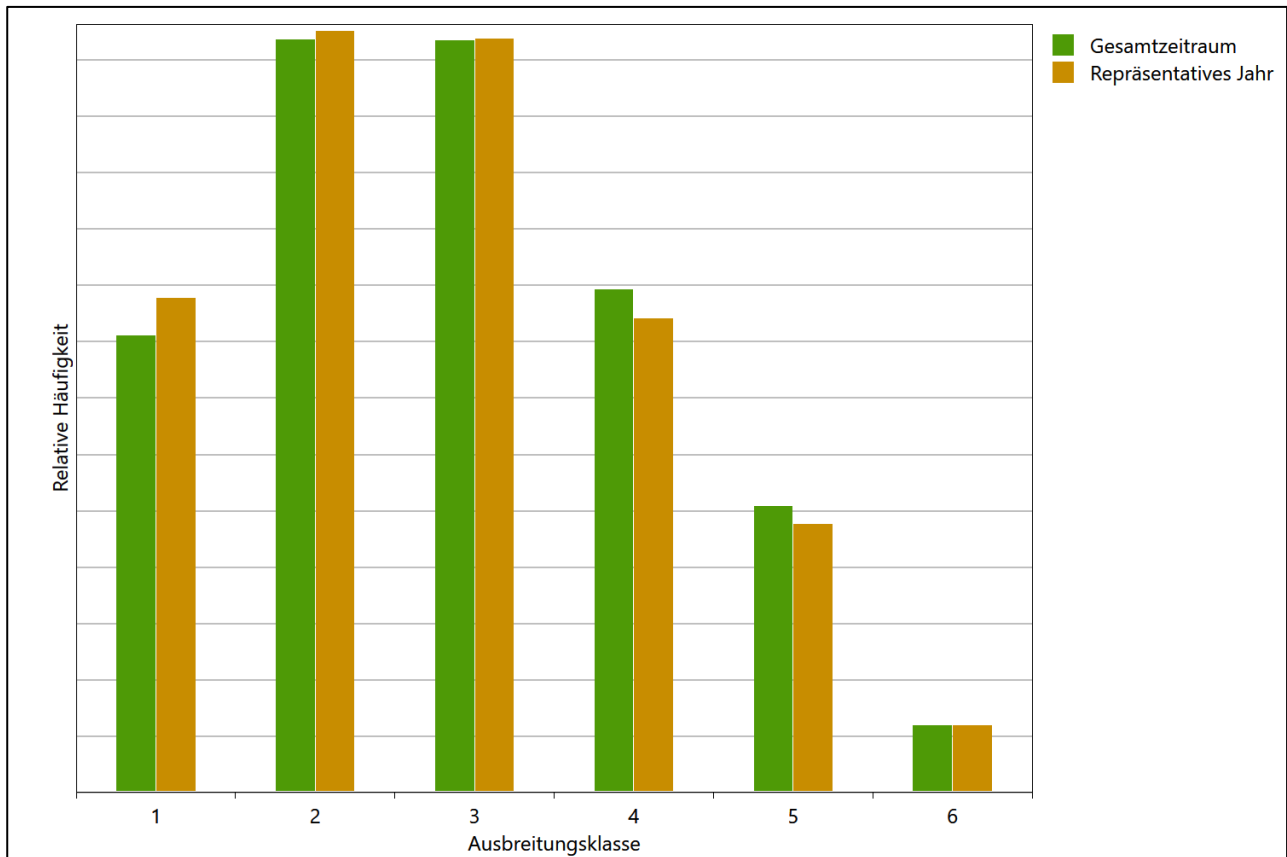


Abbildung 23: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

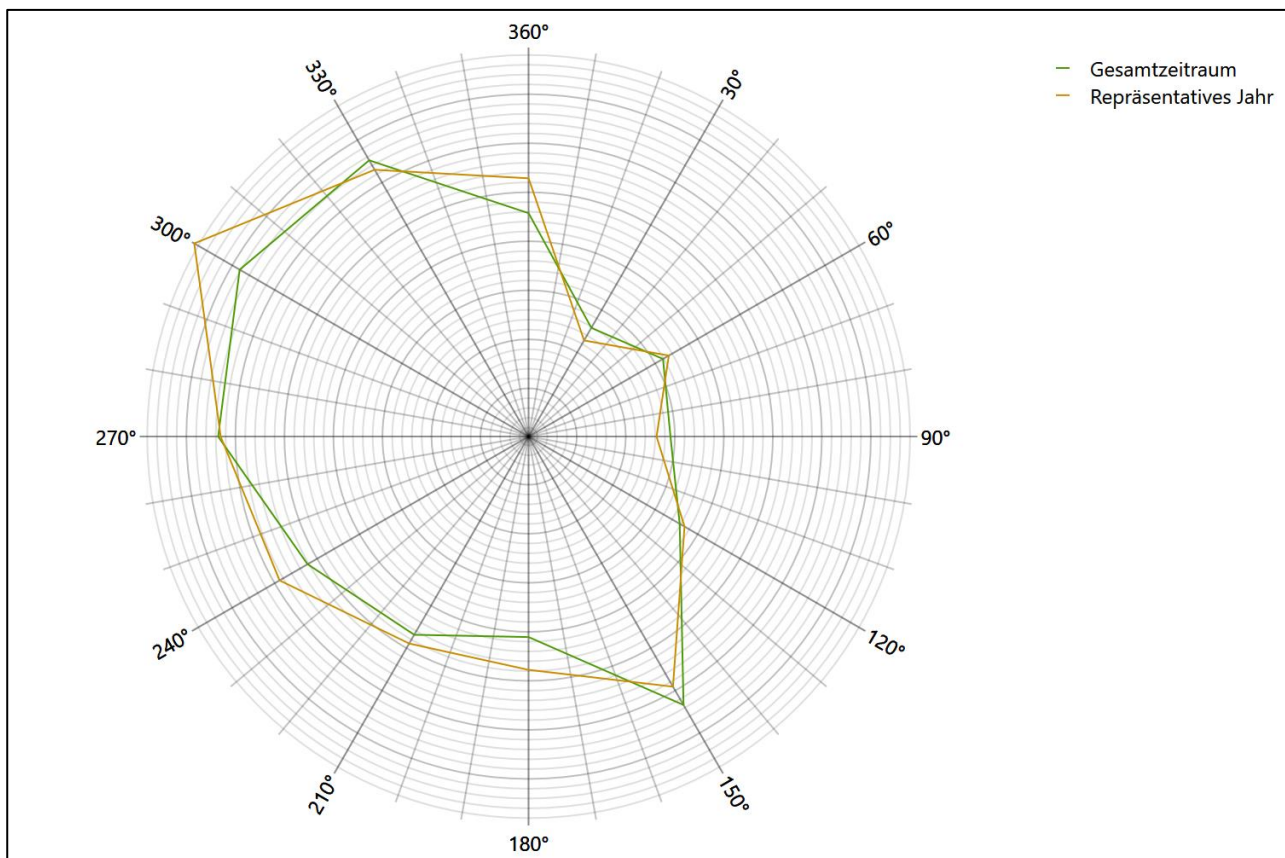


Abbildung 24: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

Anhand der Grafiken ist erkennbar, dass sich die betrachteten Verteilungen für die ausgewählte Jahreszeitreihe kaum von denen des Gesamtzeitraumes unterscheiden.

Daher kann davon ausgegangen werden, dass der Zeitraum vom 18.10.2014 bis zum 18.10.2015 ein repräsentatives Jahr für die Station Magdeburg im betrachteten Gesamtzeitraum vom 15.11.2005 bis zum 15.11.2016 ist.

7 Beschreibung der Datensätze

7.1 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse

Die für Ausbreitungsrechnungen notwendigen Informationen zur Anpassung der Windgeschwindigkeiten an die unterschiedlichen mittleren aerodynamischen Rauigkeiten zwischen der Windmessung (Station Magdeburg) und der Ausbreitungsrechnung werden durch die Angabe von 9 Anemometerhöhen in der Zeitreihendatei gegeben.

Je nachdem, wie stark sich die Rauigkeit an der ausgewählten Bezugswindstation von der für die Ausbreitungsrechnung am Standort verwendeten Rauigkeit unterscheiden, werden die Windgeschwindigkeiten implizit skaliert. Dies geschieht nicht durch formale Multiplikation aller Geschwindigkeitswerte mit einem geeigneten Faktor, sondern durch die Annahme, dass die an der Bezugswindstation gemessene Geschwindigkeit nach Übertragung an die EAP dort einer größeren oder kleineren (oder im Spezialfall auch derselben) Anemometerhöhe zugeordnet wird. Über das logarithmische Windprofil in Bodennähe wird durch die Verschiebung der Anemometerhöhe eine Skalierung der Windgeschwindigkeiten im berechneten Windfeld herbeigeführt.

Die aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge an der Bezugswindstation Magdeburg wurde über ein Gebiet mit Radius von 3 km um die Station ermittelt, wobei für jede Anströmrichtung die Rauigkeit im zugehörigen Sektor mit der relativen Häufigkeit der Anströmung aus diesem Sektor gewichtet wurde. Für Magdeburg ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 15.11.2005 bis zum 15.11.2016 einen Wert von 0,71 m. Daraus ergeben sich die folgenden, den Rauigkeitsklassen der TA Luft zugeordneten Anemometerhöhen. Das Berechnungsverfahren dazu wurde der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] entnommen.

Tabelle 9: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Magdeburg

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	4,0	4,0	4,0	5,2	7,4	12,2	18,4	23,6	28,2

7.2 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Magdeburg für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bedeckung wurde eine Ausbreitungsklassenzeitreihe gemäß den Vorgaben der TA Luft in Anhang 3 Ziffer 8 [8] erstellt. Die gemessenen meteorologischen Daten werden als Stundenmittel angegeben, wobei die Windgeschwindigkeit vektoriell gemittelt wird. Die Verfügbarkeit der Daten soll nach TA Luft mindestens 90 % der Jahrestunden betragen. Im vorliegenden Fall wurde eine Verfügbarkeit von 99 % bezogen auf das repräsentative Jahr vom 18.10.2014 bis zum 18.10.2015 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 9 wurden im Dateikopf hinterlegt.

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Übertragbarkeit der meteorologischen Daten von den Messstationen wurde für einen Aufpunkt etwa 1,4 km nordwestlich des Standortes (Rechtswert: 4455456, Hochwert: 5792672) geprüft. Dieser Punkt wurde mit einem Rechenverfahren ermittelt und es empfiehlt sich, diesen Punkt auch als Ersatzanemometerposition bei der Ausbreitungsrechnung zu verwenden. Dadurch erhalten die meteorologischen Daten einen sachgerecht gewählten Ortsbezug im Rechengebiet der Ausbreitungsberechnung.

Bei der Ausbreitungsrechnung ist es wichtig, eine korrekte Festlegung der Bodenrauigkeit vorzunehmen, die die umgebende Landnutzung entsprechend würdigt. Nur dann kann davon ausgegangen werden, dass die gemessenen Windgeschwindigkeiten sachgerecht auf die Verhältnisse im Untersuchungsgebiet skaliert werden.

Die zur Übertragung vorgesehenen meteorologischen Daten dienen als Antriebsdaten für ein Windfeldmodell, das für die Gegebenheiten am Standort geeignet sein muss. Bei der Ausbreitungsrechnung ist zu beachten, dass lokale meteorologische Besonderheiten wie Kaltluftabflüsse nicht in den Antriebsdaten für das Windfeldmodell abgebildet sind. Dies folgt der fachlich etablierten Ansicht, dass lokale meteorologische Besonderheiten über ein geeignetes Windfeldmodell und nicht über die Antriebsdaten in die Ausbreitungsrechnung eingehen müssen. Die Dokumentation zur Ausbreitungsrechnung (Immissionsprognose) muss darlegen, wie dies im Einzelnen geschieht.

Die geprüfte Übertragbarkeit der meteorologischen Daten gilt prinzipiell für Ausbreitungsklassenzeitreihen (AKTERM) gleichermaßen wie für Ausbreitungsklassenstatistiken (AKS). Die Verwendung von Ausbreitungsklassenstatistiken unterliegt mehreren Vorbehalten, zu denen aus meteorologischer Sicht die Häufigkeit von Schwachwindlagen gehört (Grenzwert für die Anwendbarkeit ist 20 %).


9 Zusammenfassung

Für den zu untersuchenden Standort bei Bebertal wurde überprüft, ob sich die meteorologischen Daten einer oder mehrerer Messstationen des Deutschen Wetterdienstes zum Zweck einer Ausbreitungsberechnung nach Anhang 3 der TA Luft übertragen lassen.

Als Ersatzanemometerposition empfiehlt sich dabei ein Punkt mit den Gauß-Krüger-Koordinaten 4455456, 5792672. Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Magdeburg die beste Eignung zur Übertragung auf die Ersatzanemometerposition. Die Daten dieser Station sind für eine Ausbreitungsrechnung am betrachteten Standort verwendbar.

Als repräsentatives Jahr für diese Station wurde aus einem Gesamtzeitraum vom 15.11.2005 bis zum 15.11.2016 das Jahr vom 18.10.2014 bis zum 18.10.2015 ermittelt.

Frankenberg, am 09. Februar 2017



Dr. Ralf Petrich
- fachlich Verantwortlicher -



Dr. Günther Schmidt
- Prüfer -

10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung

Die folgende Prüfliste orientiert sich an Anhang B der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] und soll bei der Prüfung des vorliegenden Dokuments Hilfestellung leisten.

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 20	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Dokument
5	Allgemeine Angaben			
	Art der Anlage		<input checked="" type="checkbox"/>	1 / 5
	Lage der Anlage mit kartografischer Darstellung		<input checked="" type="checkbox"/>	2.1 / 6
	Höhe der Quelle(n) über Grund und NHN		<input checked="" type="checkbox"/>	1 / 5
	Angaben über Windmessstandorte verschiedener Messnetzbetreiber und über Windmessungen im Anlagenbereich		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 14
	Besonderheiten der geplanten Vorgehensweise bei der Ausbreitungsrechnung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Angaben zu Bezugswindstationen			
	Auswahl der Bezugswindstationen dokumentiert (Entfernungsangabe, gegebenenfalls Wegfall nicht geeigneter Stationen)		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 14
	Für alle Stationen Höhe über NHN		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 16
	Für alle Stationen Koordinaten		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 16
	Für alle Stationen Windgeberhöhe		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 16
	Für alle Stationen Messzeitraum und Datenverfügbarkeit		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 16
	Für alle Stationen Messzeitraum zusammenhängend mindestens 5 Jahre lang		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 16
	Für alle Stationen Beginn des Messzeitraums bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 16
	Für alle Stationen Rauigkeitslänge		<input checked="" type="checkbox"/>	4.3 / 22
	Für alle Stationen Angaben zur Qualitätssicherung vorhanden		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 14...19
	Lokale Besonderheiten einzelner Stationen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 14...19
6	Prüfung der Übertragbarkeit			
6.2.1	Zielbereich bestimmt und Auswahl begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3.3 / 12
6.2.2	Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		<input checked="" type="checkbox"/>	4.3 / 19...22
6.2.2	Erwartungswerte für Windgeschwindigkeitsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		<input checked="" type="checkbox"/>	4.3 / 19...22
6.2.3.2	Messwerte der meteorologischen Datenbasis auf einheitliche Rauigkeitslänge und Höhe über Grund umgerechnet		<input checked="" type="checkbox"/>	4.3 / 19...22
6.2.3.1	Abweichung zwischen erwartetem Richtungsmaximum und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit 30° verglichen		<input checked="" type="checkbox"/>	4.4 / 22

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 20	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Dokument
6.2.3.2	Abweichung zwischen Erwartungswert des vieljährigen Jahresmittelwerts der Windgeschwindigkeit und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit $1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ verglichen		<input checked="" type="checkbox"/>	4.5 / 23
6.1	Als Ergebnis die Übertragbarkeit der Daten einer Bezugswindstation anhand der geprüften Kriterien begründet (Regelfall) oder keine geeignete Bezugswindstation gefunden (Sonderfall)		<input checked="" type="checkbox"/>	4.6 / 24
6.3	Sonderfall			
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Vorgehensweise und Modellansätze dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Nachweis der räumlichen Repräsentativität der angepassten Daten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.4	Repräsentatives Jahr			
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Auswahlverfahren dokumentiert und dessen Eignung begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.2 / 34
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Angabe, ob bei Auswahl auf ein Kalenderjahr abgestellt wird oder nicht (beliebiger Beginn der Jahreszeitreihe)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.2 / 34
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Messzeitraum mindestens 5 Jahre lang und bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.1 / 30
7.1	Erstellung des Zieldatensatzes			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		<input checked="" type="checkbox"/>	7.1 / 42
	Bei Verwendung von Stabilitätsinformationen, die nicht an der Bezugswindstation gewonnen wurden: Herkunft der Stabilitätsinformationen dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Sonstiges			
7.2	Bei Besonderheiten im Untersuchungsgebiet: Hinweise für die Ausbreitungsrechnung und Angaben, unter welchen Voraussetzungen die Verwendung der bereitgestellten meteorologischen Daten zu sachgerechten Ergebnissen im Sinne des Anhangs zur Ausbreitungsrechnung der TA Luft führt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8 / 43

11 Schrifttum

- [1] Statistisches Bundesamt, *Daten zur Bodenbedeckung der Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [2] VDI 3783 Blatt 16, *Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2015.
- [3] VDI 3783 Blatt 10, *Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude und Hindernisumströmung*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, März 2010.
- [4] Lasat 3.3, „Ing.-Büro Janicke,“ 1998-2013. [Online]. Available: <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [5] VDI 3783 Blatt 21, *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL (Entwurf)*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2015.
- [6] VDI 3783 Blatt 8, *Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle (Entwurf)*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2015.
- [7] VDI 3783 Blatt 20, *Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft (Entwurf)*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2015.
- [8] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, „Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz,“ vom 24. Juli 2002.
- [9] R. Petrich, „Praktische Erfahrungen bei der Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 (E),“ *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft*, pp. 311 - 315, 07/08 2015.
- [10] VDI 3783 Blatt 13, *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, Januar 2010.
- [11] metSoft GbR, Dr. Klaus Bigalke, Dipl.-Ing. Matthias Rau, Dr. Christoph Winkler, „Meteorologische Software,“ [Online]. Available: <http://www.metsoft.de/>. [Zugriff am 2016].
- [12] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, „Synthetische Windstatistiken Baden-Württemberg Hinweise für Anwender,“ Februar 2007. [Online]. Available: http://www.metcon-umb.de/uploads/media/hinweise_fuer_anwender.pdf. [Zugriff am 2016].
- [13] Deutscher Wetterdienst, „Handbuch Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse,“ Offenbach, 2014.
- [14] Deutscher Wetterdienst, „TRY - Die neuen Testreferenzjahre für Deutschland,“ 2017. [Online]. Available: http://www.dwd.de/DE/leistungen/testreferenzjahre/try_zu-bbsr.html. [Zugriff am 31. Januar 2017].

Anlage 6

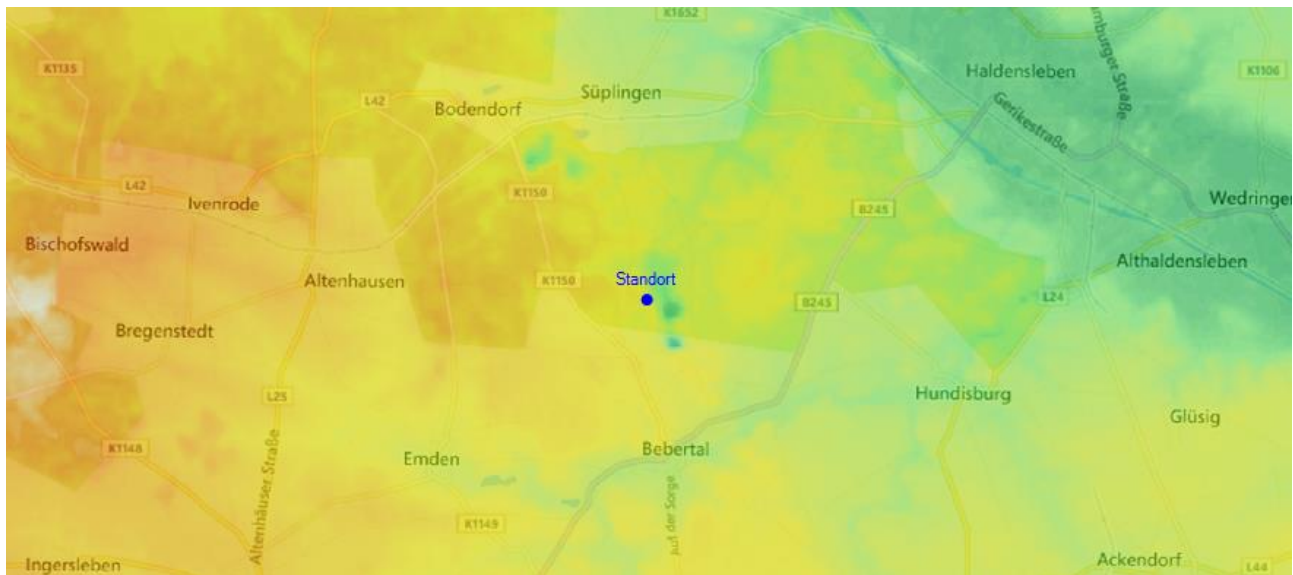
Windfeldberechnung bei steilem Gelände

6.1 IFU GmbH Windfeld.20161013

Windfeldberechnung bei steilem Gelände für Ausbreitungsrechnungen nach
TA Luft an einem Anlagenstandort bei Bebertal

Windfeldberechnung bei steilem Gelände für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft

an einem Anlagenstandort bei Bebertal



Auftraggeber:	Ingenieurbüro Ulbricht GmbH Albert-Schweitzer-Straße 22 09648 Mittweida	Tel.: 03727 9990613
Bearbeiter:	Dr. Ralf Petrich	Tel.: 037206 892940 Email: Ralf.Petrich@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	Windfeld.20161013	
Ort, Datum:	Frankenberg, 08. März 2017	
Anzahl der Seiten:	29	
Anlagen:	Prüfliste nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16	

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
1 Aufgabenstellung	4
2 Beschreibung des Anlagenstandortes	5
2.1 Lage	5
2.2 Landnutzung	6
2.3 Orographie	8
3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition	10
3.1 Hintergrund	10
3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition	10
3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall	11
4 Berechnung der Windfeldbibliothek	13
4.1 Überblick über Windfeldmodelle	13
4.1.1 Diagnostische Windfeldmodelle	14
4.1.2 Prognostische Windfeldmodelle	14
4.2 Konkrete Realisierung der Windfeldberechnung	15
4.2.1 Verwendetes Windfeldmodell	15
4.2.2 Prognostischer Ansatz	16
4.2.3 Lösung der Differentialgleichungen	16
5 Ergebnisse	19
6 Prüfliste für die Erstellung einer Windfeldbibliothek nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16	27
7 Schrifttum	29

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Ortschaft Bebertal in Sachsen-Anhalt	5
Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Bebertal.....	6
Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank	7
Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes	8
Abbildung 5: Orographie um den Standort	9
Abbildung 6: Advektion eines Massenpaketes im Lagrange-Ansatz	17
Abbildung 7: Darstellung der Windfelder für Ausbreitungsklasse 1 in 10 m Höhe.....	22
Abbildung 8: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklasse bei Anströmung aus Süden in 10 m Höhe.....	23
Abbildung 9: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklasse bei Anströmung aus Westen in 10 m Höhe.....	24
Abbildung 10: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklasse bei Anströmung aus Norden in 10 m Höhe.....	25
Abbildung 11: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklasse bei Anströmung aus Osten in 10 m Höhe.....	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gauß-Krüger-Koordinaten des Standortes	6
Tabelle 2: Ermittlung der Ersatzanemometerposition nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16	11
Tabelle 3: Gauß-Krüger-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition.....	12

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet bei der Ortschaft Bebertal in Sachsen-Anhalt.

Für Ausbreitungsrechnungen im Bereich des anlagenbezogenen Immissionsschutzes macht die TA Luft Vorgaben und Vorschriften, insbesondere in ihrem Anhang 3. Treten im Rechengebiet Steigungen von mehr als 1:5 auf oder haben Steigungen von mehr als 1:5 maßgeblich Einfluss auf die Immissionssituation an den zu betrachtenden Aufpunkten, so können die zur Ausbreitungsrechnung notwendigen Windfelder in der Regel nicht mehr mit einem mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodell berechnet werden.

VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 [1] beschreibt ein Verfahren zur sachgerechten Berücksichtigung von steilem Gelände in der Ausbreitungsrechnung, insbesondere bei der Windfeldberechnung. Die Richtlinie beschreibt das Konzept und definiert Anforderungen an die prognostischen Modellrechnungen sowie die Übertragung der Ergebnisse in eine Windfeldbibliothek. Darüber hinaus wird erläutert, wie die Anemometerposition zur Bereitstellung meteorologischer Größen für die Ausbreitungsrechnung festzulegen ist, wenn diese Messungen von einem Standort außerhalb in das Rechengebiet übertragen werden müssen.

Im vorliegenden Dokument wird beschrieben, wie für den Standort Bebertal eine Windfeldbibliothek gemäß VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 erstellt wurde.

2 Beschreibung des Anlagenstandortes

2.1 Lage

Der untersuchte Standort befindet sich bei der Ortschaft Bebertal in Sachsen-Anhalt.

Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

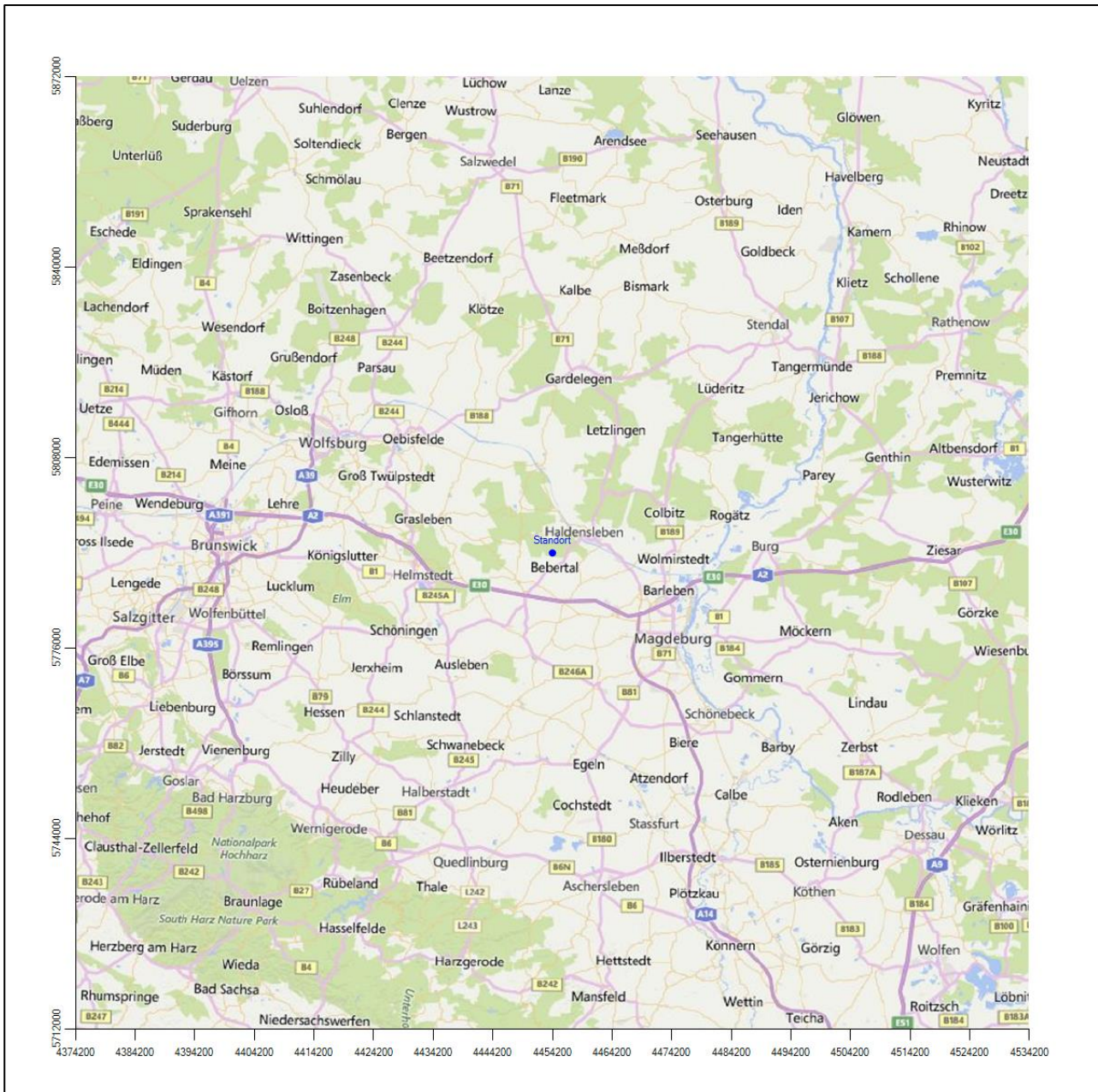


Abbildung 1: Lage der Ortschaft Bebertal in Sachsen-Anhalt

Die Lage des untersuchten Standortes bei Bebertal ist anhand des folgenden Auszuges aus der topographischen Karte ersichtlich.



Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Bebertal

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Anlagenstandortes angegeben.

Tabelle 1: Gauß-Krüger-Koordinaten des Standortes

RW	4454200
HW	5792000

2.2 Landnutzung

Die Umgebung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Neben dem Tagebau wechseln sich Waldgebiete mit Ackerflächen und Wiesen ab.

Der Standort selbst liegt nördlich außerhalb der Ortschaft Bebertal. Eine Verteilung der Bodenrauigkeit um den Standort ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich. Die Daten wurden dem CORINE-Kataster [2] entnommen.

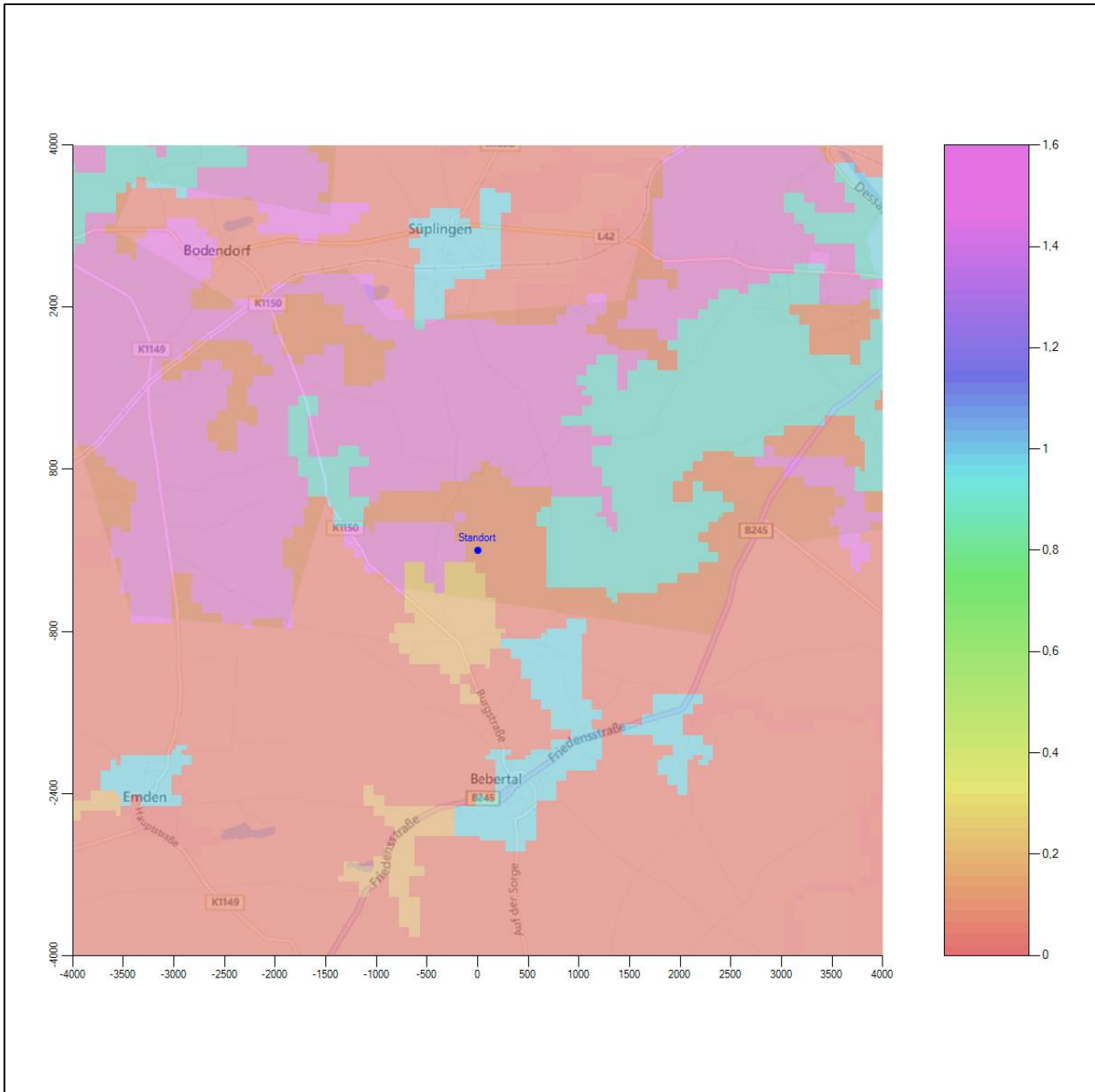


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

Das folgende Luftbild verschafft einen detaillierten Überblick über die Nutzung um den Standort.

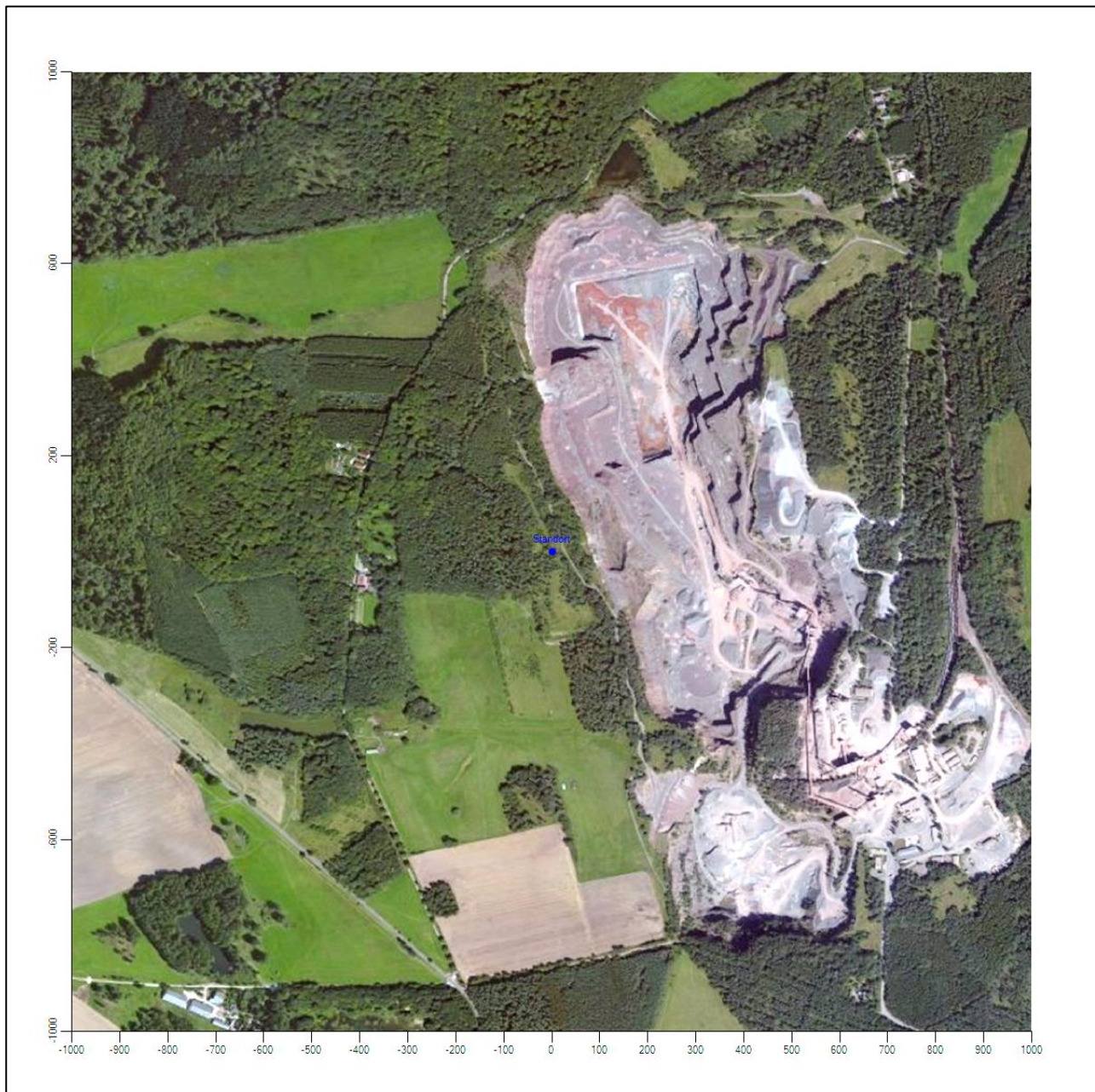


Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes

2.3 Orographie

Der Standort liegt auf einer Höhe von etwa 120 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch mäßig gegliedert. Der Standort liegt in der Flanke eines nach Nordosten zum Mittellandkanal hin abfallenden Geländes, das in etwa 5 km Entfernung die Talsohle mit 60 m NHN erreicht. In Richtung Westen erfolgt ein welliger Anstieg bis auf 160 m in 5 km Entfernung.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

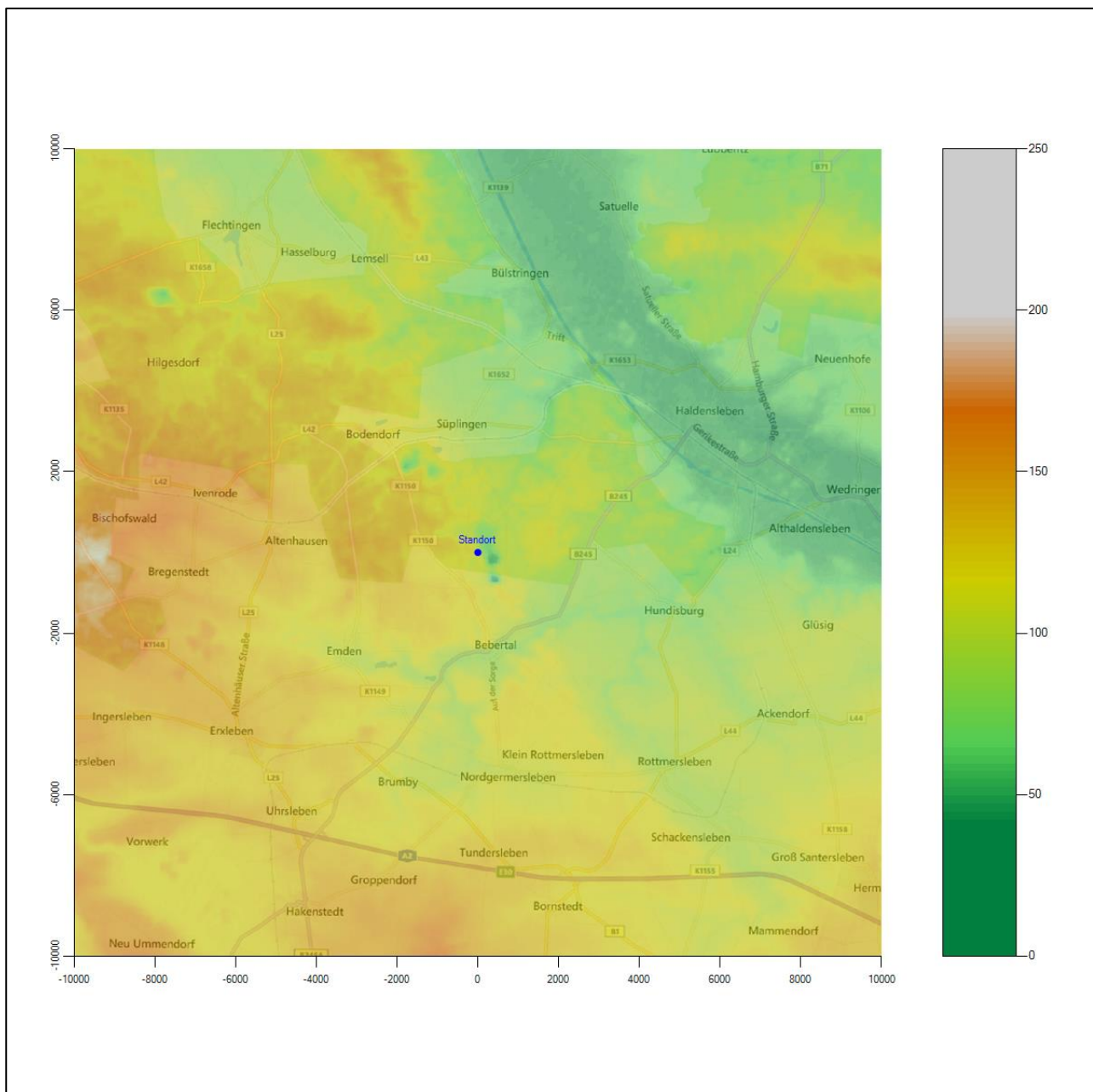


Abbildung 5: Orographie um den Standort

3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition

3.1 Hintergrund

Bei Ausbreitungsrechnungen in komplexem Gelände ist der Standort eines Anemometers anzugeben, wodurch die verwendeten meteorologischen Daten ihren Ortsbezug im Rechengebiet erhalten. Werden meteorologische Daten einer entfernten Messstation in ein Rechengebiet übertragen, so findet die Übertragung hin zu dieser Ersatzanemometerposition (EAP) statt.

Um sicherzustellen, dass die übertragenen meteorologischen Daten repräsentativ für das Rechengebiet sind, ist es notwendig, dass sich das Anemometer an einer Position befindet, an der die Orografie der Standortumgebung keinen oder nur geringen Einfluss auf die Windverhältnisse ausübt. Nur dann ist sichergestellt, dass sich mit jeder Richtungsänderung der großräumigen Anströmung, die sich in den übertragenen meteorologischen Daten widerspiegelt, auch der Wind an der Ersatzanemometerposition im gleichen Drehsinn und Maß ändert. Eine sachgerechte Wahl der EAP ist also Bestandteil des Verfahrens, mit dem die Übertragbarkeit meteorologischer Daten geprüft wird.

In der Vergangenheit wurde die EAP nach subjektiven Kriterien ausgewählt. Dabei fiel die Auswahl häufig auf eine frei angeströmte Kuppenlage, auf eine Hochebene oder in den Bereich einer ebenen, ausgedehnten Talsohle. Mit Erscheinen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 [1] wurde erstmals ein Verfahren beschrieben, mit dem die Position der EAP objektiv durch ein Rechenverfahren bestimmt werden kann. Dieses Verfahren ist im folgenden Abschnitt kurz beschrieben.

3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Ausgangspunkt des Verfahrens ist das Vorliegen einer Bibliothek mit Windfeldern für alle Ausbreitungsklassen und Richtungssektoren von 10° Breite. Die einzelnen Schritte werden für alle Modellebenen unterhalb von 100 m über Grund und jeden Modell-Gitterpunkt durchgeführt:

1. Es werden nur Gitterpunkte im Inneren des Rechengebiets ohne die drei äußeren Randpunkte betrachtet. Gitterpunkte in unmittelbarer Nähe (etwa 100 m) von Bebauung, die als umströmtes Hindernis berücksichtigt wurde, werden nicht betrachtet.
2. Es werden alle Gitterpunkte aussortiert, an denen sich der Wind nicht mit jeder Drehung der Anströmrichtung gleichsinnig dreht oder an denen die Windgeschwindigkeit kleiner als 0,5 m/s ist. Die weiteren Schritte werden nur für die verbleibenden Gitterpunkte durchgeführt.
3. An jedem Gitterpunkt werden die Gütemaße g_d (für die Windrichtung) und g_f (für die Windgeschwindigkeit) über alle Anströmrichtungen und Ausbreitungsklassen berechnet, siehe dazu VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 (Entwurf) [1], Abschnitt 6.1. Die Gütemaße g_d und g_f werden zu einem Gesamtmaß $g = g_d \cdot g_f$ zusammengefasst. Die Größe g liegt immer in dem Intervall $[0,1]$, wobei 0 keine und 1 die perfekte Übereinstimmung mit den Daten der Anströmung bedeutet.
4. Innerhalb jedes einzelnen zusammenhängenden Gebiets mit gleichsinnig drehender Windrichtung werden die Gesamtmaße g aufsummiert zu G .
5. In dem zusammenhängenden Gebiet mit der größten Summe G wird der Gitterpunkt bestimmt, der den größten Wert von g aufweist. Dieser Ort wird als EAP festgelegt.

Das beschriebene Verfahren ist objektiv und liefert, sofern mindestens ein Gitterpunkt mit gleichsinnig drehendem Wind existiert, immer eine eindeutige EAP. Es ist auf jede Windfeldbibliothek anwendbar, unabhängig davon, ob diese mit einem prognostischen oder diagnostischen Windfeldmodell berechnet wurde.

3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall

In der Umgebung des Standortes wurde mit dem zu VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 [1] gehörenden und vom VDI bereitgestellten Tool das Gütemaß g ausgerechnet. Die folgende Tabelle zeigt die dabei gefundenen Ergebnisse unter Anwendung der für den Standort als repräsentativ befundenen Ausbreitungsklassenzeitreihe von Magdeburg.

Tabelle 2: Ermittlung der Ersatzanemometerposition nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16

Modellebene	z (m)	x_{EAP} (m)	y_{EAP} (m)	z_0 (m)	h_a (m)	h_a innerhalb z
1	0...3	1251	968	1,30	23,6	nein
2	3...6	931	-1592	0,81	18,4	nein
3	6...9	-1437	1160	1,33	23,6	nein
4	9...12	-2077	1032	1,27	23,6	nein
5	12...15	-1501	1352	1,28	23,6	nein
6	15...18	-1437	1352	1,31	23,6	nein
7	18...21	-1437	520	0,81	18,4	ja
8	21...24	-1117	1160	1,46	23,6	ja
9	24...27	-2077	1480	0,75	18,4	nein
10	27...30	-349	1928	1,50	23,6	nein
11	30...33	-1309	2376	0,80	18,4	nein
12	33...36	1251	2248	0,95	18,4	nein
13	36...39	-1629	2376	0,50	12,2	nein
14	39...42	-989	2184	0,98	18,4	nein
15	42...45	99	584	0,28	7,4	nein
16	45...48	-1117	1928	0,37	12,2	nein
17	48...51	483	584	0,55	12,2	nein
18	51...54	-1053	1864	0,23	7,4	nein
19	54...57	-1501	2376	0,44	12,2	nein
20	57...61	-989	1864	0,21	7,4	nein
20	61...65	-861	1992	0,86	18,4	nein
21	65...100	611	-760	0,28	7,4	nein

Eine Übereinstimmung zwischen dem Höhenbereich der Modellebene und der zur Rauigkeit passenden Anemometerhöhe ergibt sich für Modellebene 7 und 8. Für Modellebene 7 (grau hervorgehoben in der Tabelle) kommt es mit 0,81 m zur besseren Übereinstimmung mit der Bodenrauigkeit am Messort der meteorologischen Daten (0,71 m) als für Modellebene 8, weshalb ersterer der Vorzug gegeben wird. Damit ergeben sich die folgenden Koordinaten für die Ersatzanemometerposition.

Tabelle 3: Gauß-Krüger-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	4452643
HW	5792530

Als Anemometerhöhe ist bei einer für die Ausbreitungsrechnung zu verwendenden Bodenrauigkeit von 0,1 m der Wert von 5,2 m anzusetzen.

4 Berechnung der Windfeldbibliothek

4.1 Überblick über Windfeldmodelle

Unter Windfeldmodell ist hier ein Algorithmus zu verstehen, der bei Bereitstellung verschiedener Eingangsdaten (beispielsweise Geländemodell, Bodenrauigkeit) Windfelder liefert, die zur Durchführung einer Ausbreitungsrechnung verwendet werden können.

Für immissionsschutzrechtliche Fragestellungen spielen gegenwärtig hauptsächlich diagnostische und prognostische Windfeldmodelle eine Rolle. Beide unterscheiden sich hinsichtlich des Umfangs und des Detaillierungsgrades, mit dem die meteorologischen und physikalischen Prozesse in der Atmosphäre modelliert werden. Diagnostische Windfeldmodelle gehen von Schätzungen (Initialisierungswindfelder) aus, für die dann unter Einfluss von Geländeunebenheiten und gegebenenfalls umströmten Hindernissen Divergenzfreiheit hergestellt wird. Prognostische Windfeldmodelle können darüber hinaus über Modellansätze die Erhaltung von Impuls und Energie berücksichtigen, wobei je nach Detaillierungsgrad bestimmte meteorologische Phänomene besser modelliert werden können als mit diagnostischen Windfeldmodellen. Zu diesen meteorologischen Phänomenen zählen beispielsweise Verwirbelungen in steilem Gelände oder im Lee-Bereich von umströmten Hindernissen, aber auch lokale Besonderheiten wie Kaltluftabflüsse.

Die gegenwärtig hauptsächlich für Ausbreitungsrechnungen eingesetzten Softwarepakete AUSTAL 2000 und LASAT enthalten jeweils ein diagnostisches Windfeldmodell.

Unter Windfeld ist ein Datensatz zu verstehen, der für jede Gitterzelle bei einer Ausbreitungsrechnung den dort anzutreffenden Wind beschreibt. Somit sind diese Datensätze dreidimensionale Felder, die das Rechengebiet abbilden. Für jede Gitterzelle sind drei Komponenten der vektoriellen Windgeschwindigkeit abgelegt.

Windfelder sind zumeist Dateien, die nach einem bestimmten Ordnungsprinzip in Windfeldbibliotheken oder Windfeldzeitreihen zusammengefasst sein können.

Unter Windfeldbibliothek ist die Sammlung von Windfeldern zu verstehen, die zur Verwendung für eine Ausbreitungsrechnung meist nach Anströmrichtung und Ausbreitungsklasse vorsortiert sind.

Um die Ausbreitungsrechnung für eine konkrete meteorologische Situation (Anströmrichtung, Ausbreitungsklasse, Windgeschwindigkeit) durchzuführen, wird beispielsweise in der Windfeldbibliothek ein passendes Windfeld gesucht, das möglichst gut mit der konkreten Anströmrichtung und der konkreten Ausbreitungsklasse übereinstimmt. Dieses Windfeld wird dann auf die konkrete Windgeschwindigkeit skaliert und für die Ausbreitungsrechnung verwendet. Meist wird zur besseren Repräsentation der konkreten Anströmrichtung nicht nur das am besten passende Windfeld einer Windfeldbibliothek verwendet, sondern eine gewichtete Überlagerung von zwei Windfeldern gebildet, die die konkrete Anströmrichtung „einrahmen“.

Im Standardfall zur Berücksichtigung von Geländeunebenheiten und umströmten Hindernissen arbeiten die Softwarepakete AUSTAL 2000 und LASAT mit Windfeldbibliotheken, die Windfelder für 6 Ausbreitungsklassen und 36 Anströmrichtung beinhalten, insgesamt also 216 Bibliotheks-Windfelder.

Windfeldbibliotheken haben den Vorteil, dass bei Ausbreitungsrechnungen, die für einen größeren Zeitraum und damit für viele einzelne konkrete meteorologische Situationen durchgeführt werden, nicht für jede konkrete Situation ein separates Windfeld vorhanden sein muss. Beispielsweise müssen für die Berechnung einer Jahreszeitreihe mit stündlicher Auflösung nicht 8760 Windfelder berechnet und vorgehalten werden, son-

dern nur die (beispielweise) 216 Bibliothekswindfelder. Für jede der 8760 konkreten meteorologischen Situationen (Stunden eines Jahres) werden dann je nach Anströmrichtung und Ausbreitungsclass die passenden Vertreter aus der Windfeldbibliothek entnommen, mit der Windgeschwindigkeit skaliert und für die Ausbreitungsrechnung verwendet.

Modellrechnungen haben gezeigt, dass die dabei hinzunehmenden Genauigkeitseinbußen so gering sind, dass sich die Verwendung von Windfeldbibliotheken lohnt.

Windfeldbibliotheken können durch diagnostische und prognostische Rechenverfahren erzeugt werden.

Eine übersichtliche Darstellung zu Windfeldmodellen und deren Verwendung für Ausbreitungsrechnung wurde von Zenger [3] veröffentlicht. Aus dieser Veröffentlichung wurde die im Folgenden dargelegte Übersicht zu Windfeldmodellen entnommen.

4.1.1 Diagnostische Windfeldmodelle

Diagnostische Windfeldmodelle modifizieren ein vorgegebenes Windfeld unter Berücksichtigung der Topographie oder einer Gebäudeanordnung derart, dass eine massenkonsistente (divergenzfreie) Strömung erreicht wird. Aufbauend auf ersten grundlegenden Arbeiten von Sasaki (1970) entwickelte Sherman (1978) ein numerisches Modell, das ein geschätztes Windfeld so variiert, daß eine divergenzfreie Strömung resultiert.

Ziel ist es dabei, das "geschätzte", ursprüngliche Windfeld so zu modifizieren, daß eine divergenzfreie Strömung entsteht. Fordert man, dass diese Korrektur keinen Einfluss auf die Rotation (Wirbelstärke) des Windfeldes hat, so kann man ableiten, dass das Korrekturfeld als Gradient eines Skalarfeldes und des ursprünglichen Windfeldes darstellbar sein muss. Detaillierte Aussagen und eine Darstellung des Formelapparates sind in [3] zu finden.

Die schrittweise Modifikation des ursprünglichen Windfeldes hin zur divergenzfreien und damit massenkonsistenten Strömung erfolgt mit Hilfe eines Iterationsverfahrens.

Als Ergebnis steht ein divergenzfreies Windfeld zur Verfügung, welches dem ursprünglich geschätzten Initialisierungswindfeld möglichst ähnlich ist.

4.1.2 Prognostische Windfeldmodelle

Im Gegensatz zu den diagnostischen Modellen werden in prognostischen Windfeldmodellen die strömungsdynamischen Grundgleichungen verwendet. Im Wesentlichen sind dies die Gleichungen für die

- Impulserhaltung (Bewegungsgleichung)
- Massenerhaltung (Kontinuitätsgleichung)
- Energieerhaltung (erster Hauptsatz der Thermodynamik)
- Erhaltungsgleichung für die Feuchte

Eine ausführliche Beschreibung der strömungsdynamischen Grundgleichungen findet sich z. B. in Pielke (2013) [4]. Der Gleichungssatz wird in den prognostischen Strömungsmodellen jedoch oft nicht vollständig behandelt. Welche Prozesse in einem prognostischen Modell noch berücksichtigt werden, hängt im Wesent-

lichen von der Skala des betrachteten Problems, der geforderten Genauigkeit sowie der verfügbaren Rechnerleistung ab. Je nach Problemstellung ist es möglich, bestimmte Näherungen vorzunehmen und den Satz der zu lösenden Gleichungen damit zu reduzieren.

Die Lösungen des vollständigen Satzes der Grundgleichungen beinhalten sämtliche strömungsdynamischen Prozesse, die in der Atmosphäre auftreten können. Dazu gehören z.B. auch Schallwellen, die sich über Druckschwankungen aus der prognostischen Kontinuitätsgleichung ergeben.

Die sehr hohe Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schallwellen erfordert bei der numerischen Lösung der Grundgleichungen sehr kleine Zeitschritte und vervielfacht dadurch den Rechenaufwand. Da Schallwellen meteorologisch jedoch nicht relevant sind, versucht man sie als mögliche Lösungen der Differentialgleichungen auszuschließen. Dies geschieht durch eine Filterung, die z. B. dadurch erreicht werden kann, daß man lokale zeitliche Änderungen der Dichte gegenüber der Divergenz des Massenflusses vernachlässigt.

Die strömungsdynamischen Grundgleichungen können numerisch nicht an jedem Punkt und in beliebig kleinen Zeitschritten, sondern nur auf einem finiten Differenzengitter gelöst werden. Alle subskaligen Prozesse, d. h. Änderungen der Variablen in Bereichen, die kleiner als der Abstand des Rechengitters sind, werden hierdurch nicht erfasst. Deshalb versucht man, diese subskaligen Prozesse unter Verwendung geeigneter Verfahren zu parametrisieren. Hierzu spaltet man die Variablen in einen mittleren und einen fluktuierenden Anteil auf. So wird beispielsweise die Turbulenz als subskaliger Prozess in der Modellierung berücksichtigt, ohne dabei die Gitterabstände auf die Größenordnung der Turbulenzphänomene verringern zu müssen.

Für weitere Details zur prognostischen Windfeldmodellierung sei auf die Veröffentlichung von Pielke [4] verwiesen.

4.2 Konkrete Realisierung der Windfeldberechnung

4.2.1 Verwendetes Windfeldmodell

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 verschiedene Modelle gebräuchlich:

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

Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Für den vorliegenden Fall wurde ein Algorithmus verwendet, der im Rahmen eines Forschungsprojektes des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie entwickelt wurde. Dieser Algorithmus wurde von der IfU GmbH im Programmpaket MESCAL umgesetzt.

4.2.2 Prognostischer Ansatz

Als prognostischer Ansatz zur Realisierung des Referenzalgorithmus werden folgende Grundgleichungen betrachtet:

- Impulserhaltung (Bewegungsgleichung)
- Massenerhaltung (Kontinuitätsgleichung)
- Energieerhaltung (erster Hauptsatz der Thermodynamik)

Für eine später geplante Erweiterung des Modellansatzes, um damit auch Kaltluftphänomene berücksichtigen zu können, ist die Modifizierung der Grundgleichung zur Energieerhaltung angedacht, da dann, bedingt durch Kaltluftproduktion und Kaltluftaufzehrung, weitere zeit- und ortsabhängigen Terme hinzukommen.

Die Bewegungsgleichung ist in der Strömungsmechanik als Navier-Stokes-Gleichung bekannt. Sie lässt sich folgendermaßen aufschreiben:

$$\rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} \right) = -\nabla p + \mu \Delta \vec{v} + f \quad (1)$$

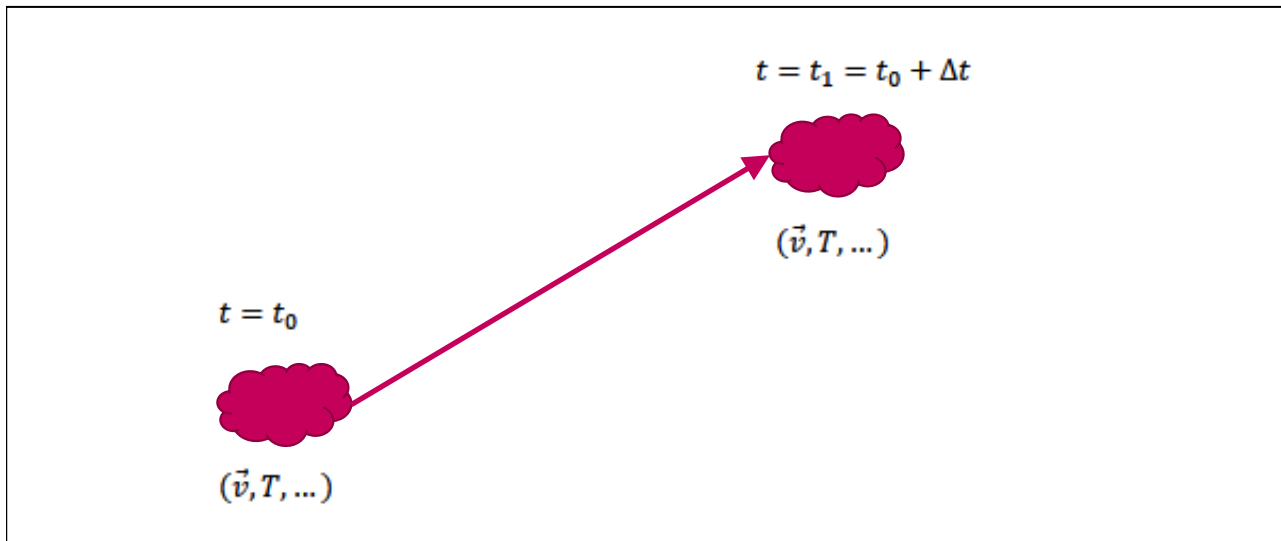
Dabei ist ρ die Massendichte, \vec{v} der Geschwindigkeitsvektor, p der Druck, μ die dynamische Viskosität und f die Kraftdichte externer Kräfte wie beispielsweise der Gravitation. Der Term ∇p wird als Druckgradient bezeichnet, der Term $\mu \Delta \vec{v}$ stellt die Dichte der internen Wechselwirkungskräfte aufgrund der Viskosität dar. Den Term $(\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v}$ bezeichnet man als Advektionsterm.

4.2.3 Lösung der Differentialgleichungen

Bei der Lösung des prognostischen Differentialgleichungssystems müssen mehrere Aspekte betrachtet werden. Dazu gehören:

- Begrenzung der Fehlerfortpflanzung während der Iterationsschritte, was zu immer größeren Fehlern und unsinnigen Lösungen führt (keine Konvergenz zu sinnvollen Lösungen)
- Ausfiltern hinsichtlich unerwünschter, aber physikalisch zulässiger Lösungen wie Schallwellen
- Beschränkung des Rechenaufwandes, so dass ein routinemäßiger Einsatz möglich wird

Zur Realisierung des Algorithmus wurde als Lösungsverfahren ein Lagrange-Ansatz verwendet [4]. Gegenüber den bisher gebräuchlichen Euler-Ansätzen geht der Lagrange-Ansatz nicht von einem festen Rechengitter aus, für dessen Zellen die physikalischen Größen beschrieben sind, sondern von frei beweglichen Partikeln, die finiten Massepaketen des untersuchten Fluids (Gas oder Flüssigkeit) entsprechen. In der folgenden Abbildung ist der grundsätzliche Ansatz visualisiert.


Abbildung 6: Advektion eines Massenpaketes im Lagrange-Ansatz

Durch Formulierung im Lagrange-Formalismus entfällt der Advektionsterm in der Navier-Stokes-Gleichung, wodurch sich Vereinfachungen bei der Lösung der Differentialgleichung ergeben:

$$\rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} \right) = -\nabla p + \mu \Delta \vec{v} + f \quad (2)$$

Die Lösung dieser Differentialgleichung nach dem Lagrange-Formalismus ist im Folgenden kurz umrissen. Als Ausgangspunkt dienen Überlegungen zur Energieerhaltung und davon ausgehend zur den betrachteten Erhaltungsgrößen generell.

Die innere Energie in einem betrachteten Luftvolumen E_V kann in Anlehnung an die Definition der inneren Energie aus der Thermodynamik wie folgt definiert werden:

$$E_V = m_V \cdot c \cdot T = V_V \cdot \rho \cdot c \cdot T_V \quad (3)$$

Dabei ist m_V die Masse des Luftvolumens, T_V seine absolute Temperatur, V_V sein Volumen (Rauminhalt), c die spezifische Wärmekapazität und ρ die Massendichte von Luft (abhängig von Temperatur und Druck). Das betrachtete Luftvolumen kann im Terminus des Euler-Formalismus als Gitterzelle verstanden werden, im Lagrange-Formalismus ist es das zu einem Massenpaket gehörende Volumen im Sinne von Abbildung 6.

Da wie oben beschrieben die Energieverteilung als zeitlich veränderlich angesehen wird, ist E_V eine Funktion der Zeit.

Die Energieerhaltung über die Zeit lässt sich dann wie folgt aufschreiben:

$$E_G = \sum_V E_V(t) = \text{const.} \quad (4)$$

Dabei ist E_G die Gesamtenergie im (hier vereinfachend unendlich ausgedehnt) betrachteten Rechengebiet und zeitlich konstant.

Die Überlegungen für die Energie als Erhaltungsgröße lassen sich auf andere Erhaltungsgrößen (hier zunächst bezeichnet als μ_V) übertragen. Analog zu (1) lässt sich aufschreiben:

$$\mu_G = \sum_V \mu_V(t) = \text{const.} \quad (5)$$

Dabei ist μ_G eine Erhaltungsgröße im (hier wieder vereinfachend unendlich ausgedehnt) betrachteten Rechengebiet.

Die Veränderung von μ_G nach einem Zeitschritt wird durch den Lagrange-Formalismus beschrieben. Dabei hängt die Größe von μ_V in einem betrachteten Volumen zum Zeitpunkt t_{n+1} von der Verteilung von μ_V im gesamten Rechengebiet zum Zeitpunkt t_n ab. Dies lässt sich allgemein folgendermaßen aufschreiben:

$$\mu_V(t_{n+1}) = \sum_{\hat{V}} \theta_{V\hat{V}}(t_n) \cdot \mu_{\hat{V}}(t_n) \quad (6)$$

Die Summation erfolgt über \hat{V} als Laufparameter, der alle Luftvolumina (Gitterzellen) zum Zeitpunkt t_n überstreicht. Der Faktor $\theta_{V\hat{V}}(t_n)$ ist dabei als Ausbreitungskoeffizient zu verstehen, der den Anteil von μ_V beschreibt, der zwischen den Zeitpunkten t_n und t_{n+1} vom Gitterzelle \hat{V} auf Gitterzelle V übergeht. Die Gesamtheit aller $\theta_{V\hat{V}}(t_n)$ beschreibt also die Ausbreitung einer Größe μ_V im Rechengebiet unter Einfluss eines Windfeldes zwischen den Zeitpunkten t_n und t_{n+1} als Gesamtheit.

Aufgrund der Analogie zwischen der Masse einer Luftbeimengung und der Energie in einem betrachteten Luftvolumen lässt sich Gleichung (6) analog für die Energie aufschreiben:

$$E_V(t_{n+1}) = \sum_{\hat{V}} \theta_{V\hat{V}}(t_n) \cdot E_{\hat{V}}(t_n) \quad (7)$$

Wendet man Gleichung (7) im Zusammenhang mit Gleichung (3) an, kann man aus einer bekannten Temperaturverteilung zum Zeitpunkt t_n die Temperaturverteilung zum Zeitpunkt t_{n+1} bestimmen.

Die Vereinfachung eines unendlich großen Rechengebietes lässt sich in ihrer Wirkung überschauen. Geht man in der Praxis auf ein begrenztes Rechengebiet über, so gilt die zeitliche Erhaltung von E_G nicht mehr, da durch die seitlichen Grenzflächen und die Deckfläche des Rechengebietes Energie eingetragen bzw. ausgeht. An der Anwendbarkeit von Gleichung (7) ändert dies aber nichts, sofern man die resultierenden Ungenauigkeiten am Rand des Rechengebietes als inhärente Modellungenauigkeiten hinnimmt und sachgerecht mit ihnen umgeht.

In einem iterativen Prozess von aufeinanderfolgenden Zeitschritten t_n lässt sich die Navier-Stokes-Gleichung in der für den Lagrange-Formalismus umgeschriebenen Form (2) schrittweise lösen.

Das Lagrange-Verfahren bietet folgende Vorteile:

Realistischere Modellierung der Vorgänge, da die Betrachtung der Luftpakete als sich ausbreitende Partikel der realen Physik besser entspricht als eine Euler-Modellierung basierend auf feststehenden Gitterzellen und deren Betrachtung

- Bessere numerische Stabilität
- Minimale numerische Dispersion
- Unmittelbare Verfügbarkeit von Trajektorien

Jedoch ist einzuräumen, dass mit solchen Modellen noch nicht die langjährigen Erfahrungen bestehen wie für die Euler-Modelle.

5 Ergebnisse

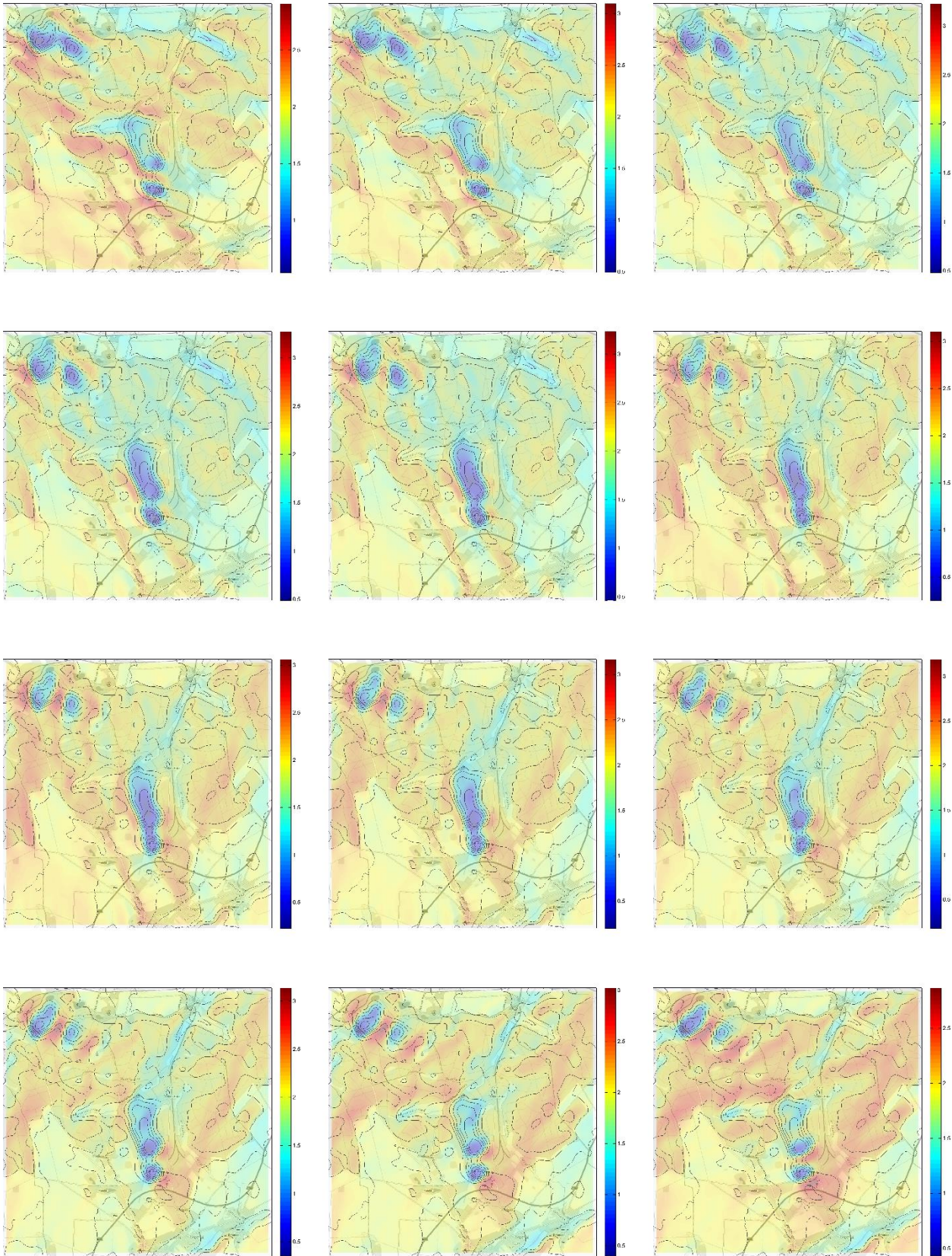
Nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 wurde in einem Modellgebiet von 18 km x 18 km und 8 km Höhe ein Satz prognostischer Windfelder berechnet. Dieser wurde auf die vom Auftraggeber vorgegebenen Rechengitter interpoliert. Die Gitterweite für die prognostische Modellierung betrug 64 m.

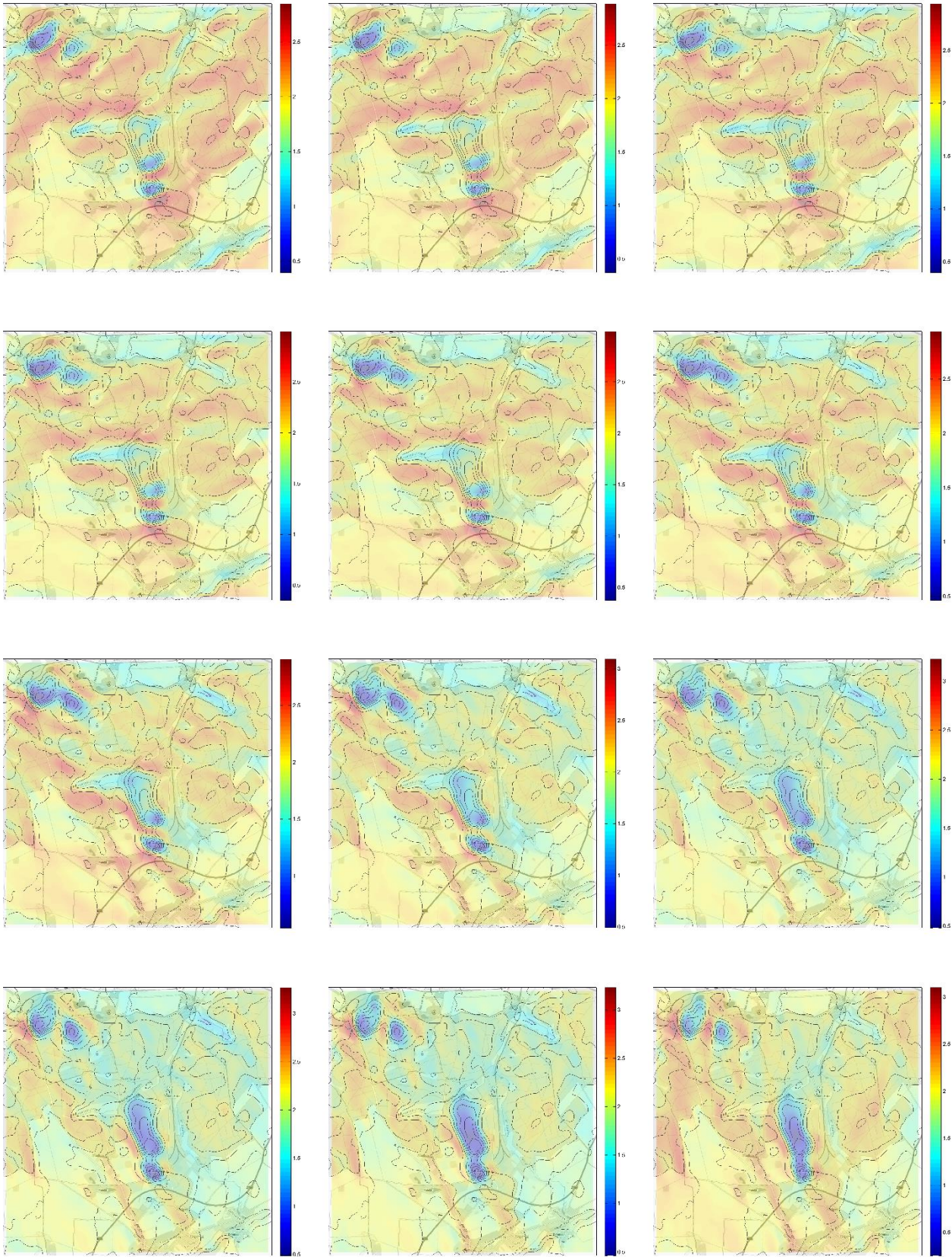
Zur Entfernung der verbleibenden Divergenz aus den interpolierten Windfeldern wurde das Programm LPRWND aus dem Programmpaket LASAT des Ingenieurbüros Janicke verwendet.

Nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 Sind die Ergebnisse auf Plausibilität zu prüfen. In Anlehnung an diese Richtlinie werden die Windgeschwindigkeiten der einzelnen Felder in 10 m Höhe graphisch dargestellt. Dies erfolgt zunächst für die Felder der Ausbreitungsklasse 1, bei denen die räumliche Strukturierung am deutlichsten ist. Die Anströmrichtung wird für 36 Richtungen in 10°-Schritten variiert. Links oben beginnt die Darstellung mit 10° und wird spaltenweise inkrementiert.

Bei den absoluten Werten der Windgeschwindigkeiten ist zu beachten, dass sie während der Ausbreitungsrechnung anhand der Referenzgeschwindigkeit an der Ersatzanemometerposition skaliert werden.

Unstetigkeiten in der Windgeschwindigkeit sind nicht zu erkennen.





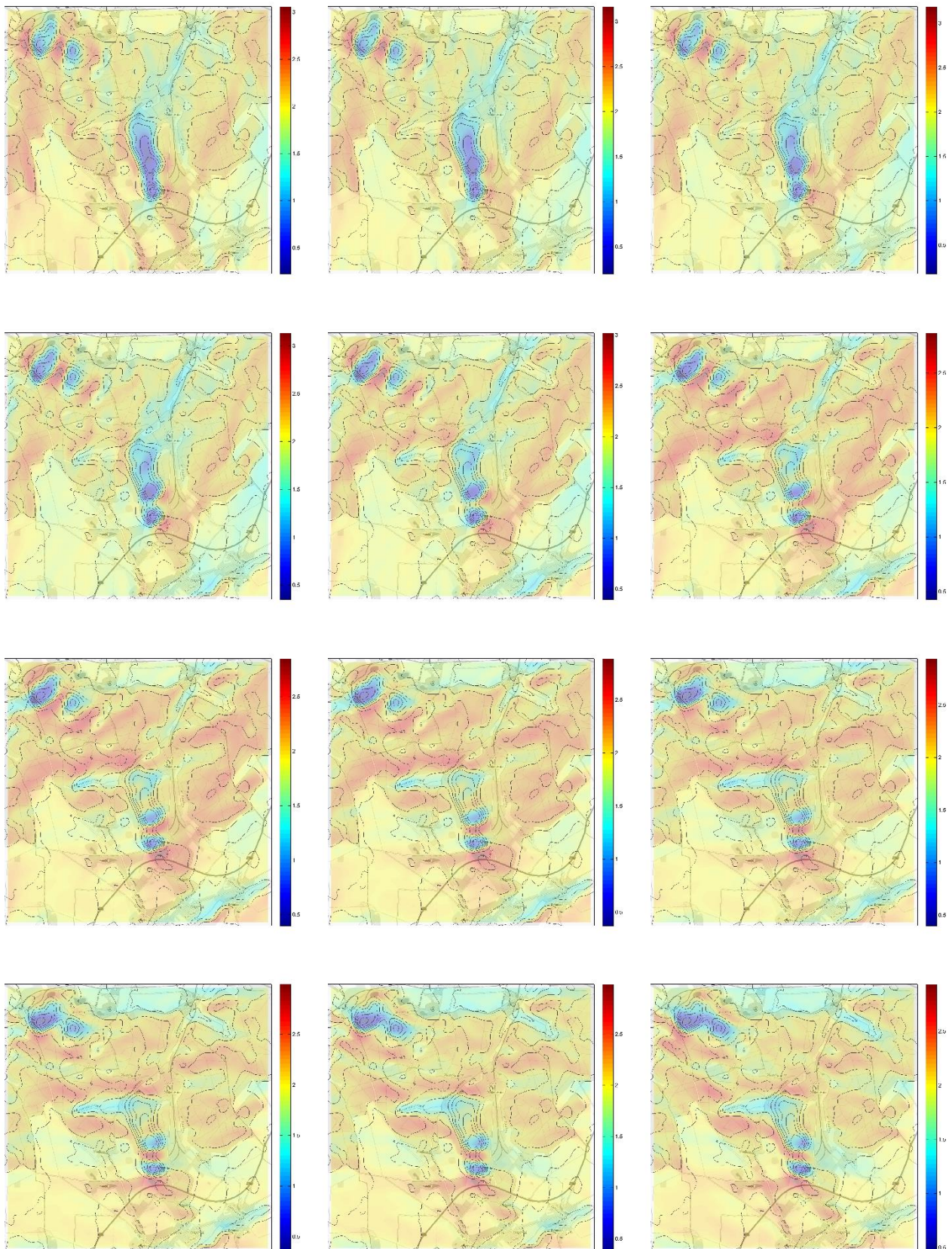


Abbildung 7: Darstellung der Windfelder für Ausbreitungsklasse 1 in 10 m Höhe

Weiterhin wird visualisiert, wie sich ausgewählten Anströmrichtungen (Norden, Osten, Süden, Westen) das Windfeld in 10 m Höhe für verschiedene Ausbreitungsklassenzeitreihen ändert.

Auch hier sind beim Übergang der Ausbreitungsklassen keine Sprünge oder Unstetigkeiten zu erkennen. Die räumliche Strukturierung nimmt erwartungsgemäß mit sinkender Stabilität ab.

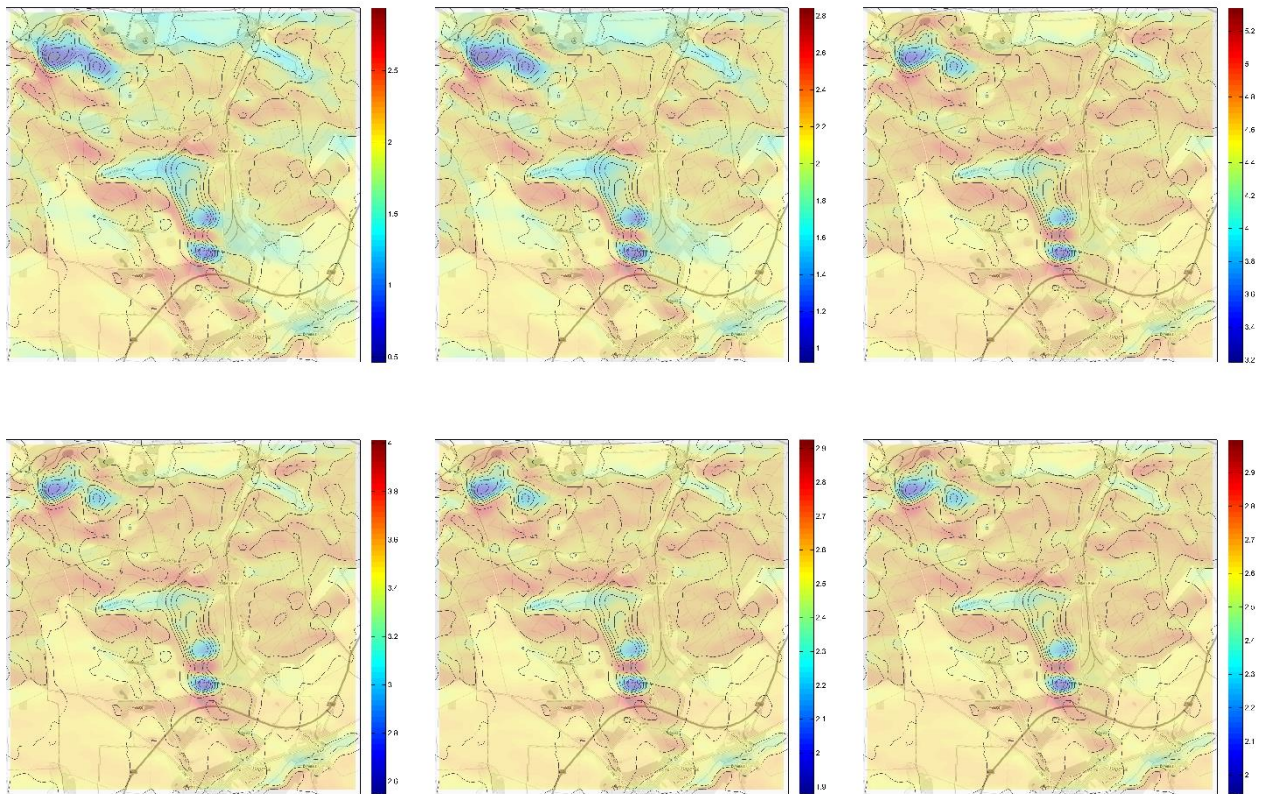


Abbildung 8: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklasse bei Anströmung aus Süden in 10 m Höhe

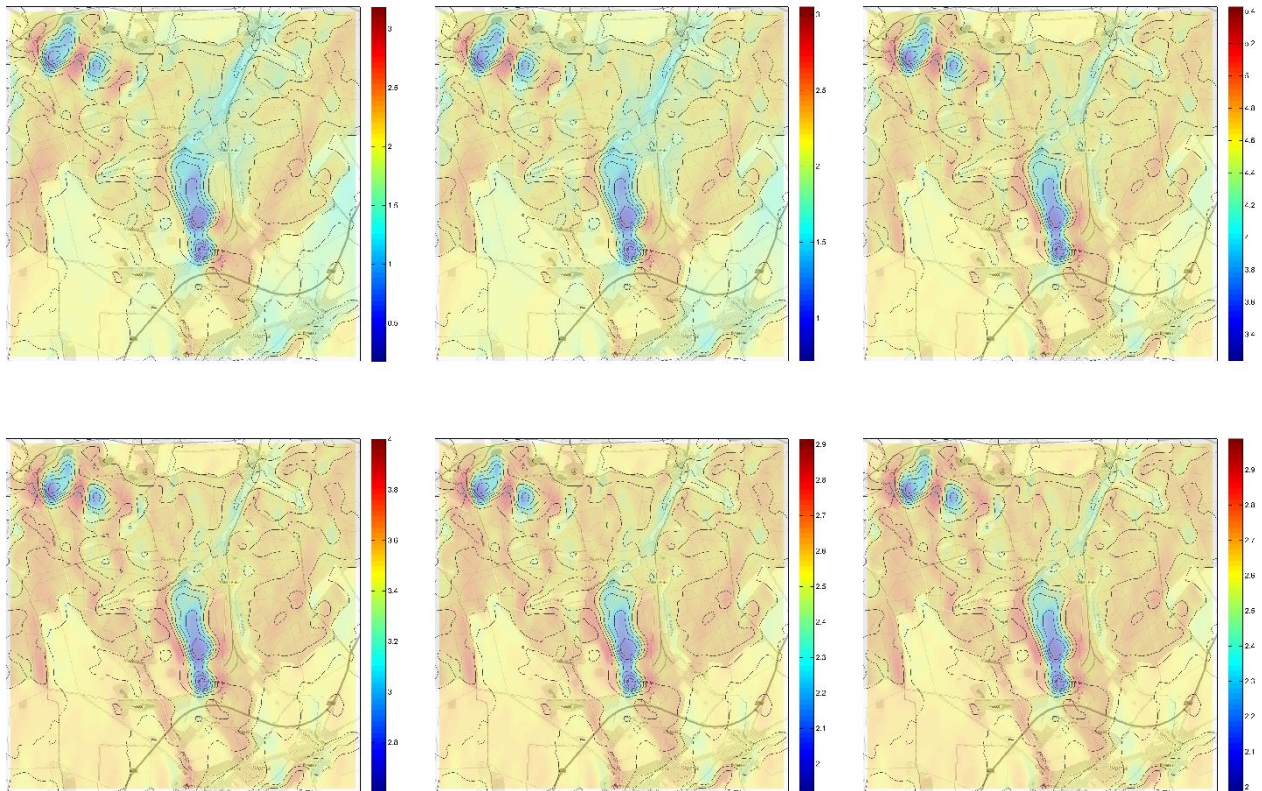


Abbildung 9: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklasse bei Anströmung aus Westen in 10 m Höhe

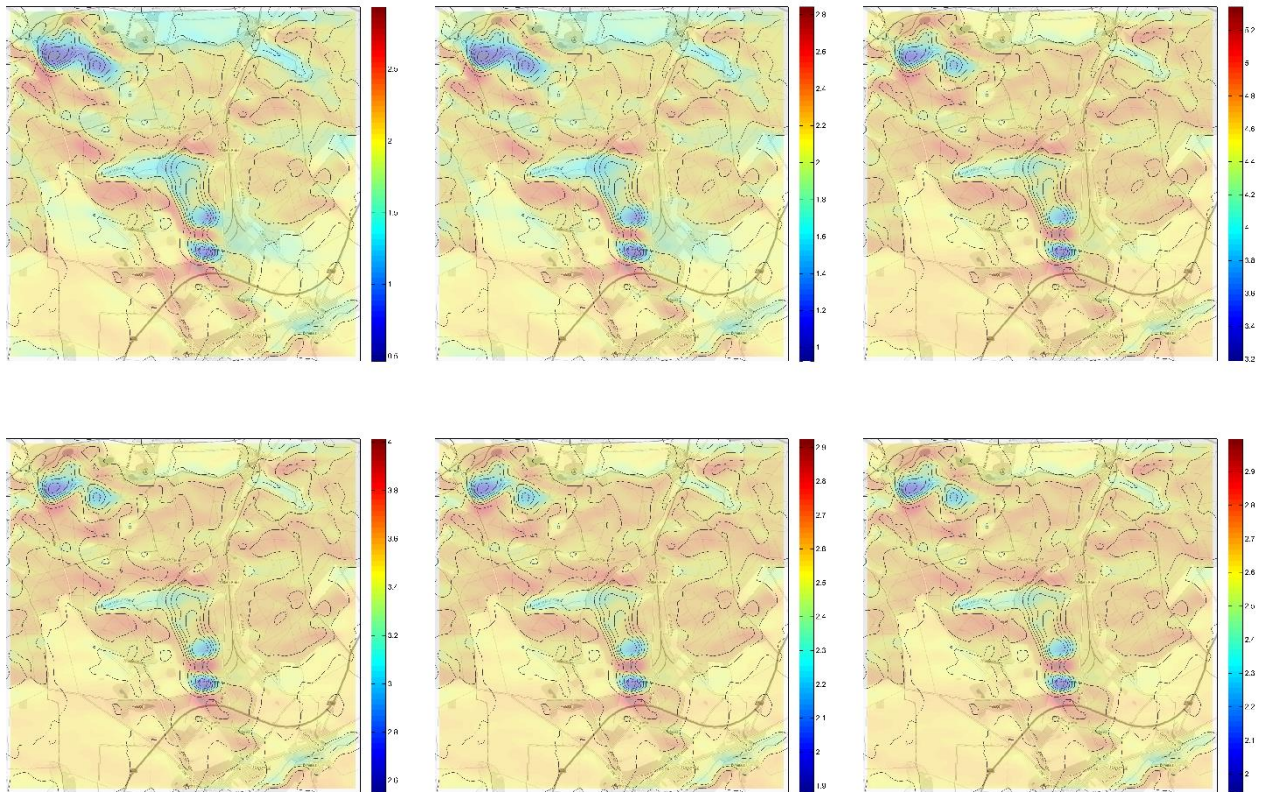


Abbildung 10: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklasse bei Anströmung aus Norden in 10 m Höhe

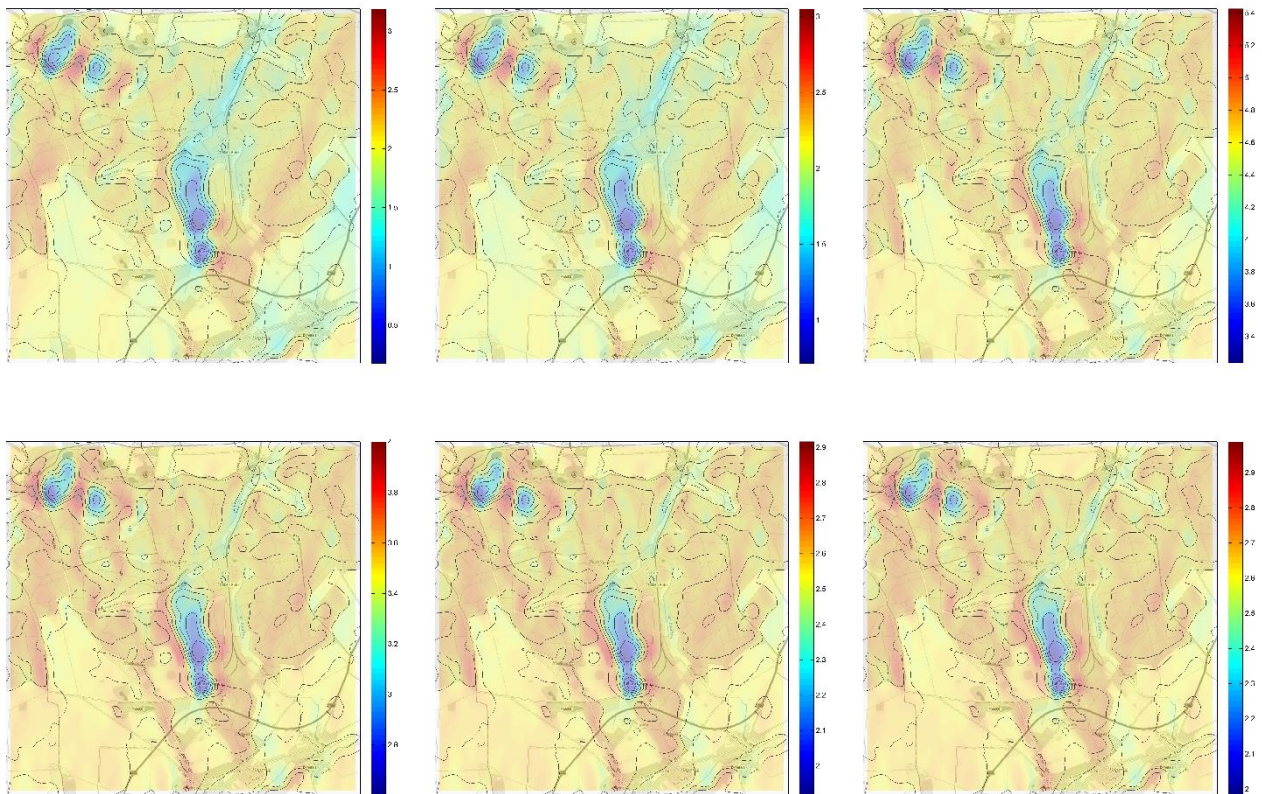


Abbildung 11: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklasse bei Anströmung aus Osten in 10 m Höhe

Wie aus den Grafiken hervorgeht, sind in den berechneten Windfeldern keine Anhaltspunkte für unplausible Daten vorhanden.

6 Prüfliste für die Erstellung einer Windfeldbibliothek nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16

Die als Anlage beigefügte Prüfliste orientiert sich an Anhang B von VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 und soll bei der Prüfung des vorliegenden Dokuments Hilfestellung leisten. In der Prüfliste wird auf verschiedene Anmerkungen Bezug genommen, die nachfolgend aufgeführt sind.

- 1) VDI 3783 Blatt 7 ist derzeit im Entwurf verfügbar. Die Validierung des verwendeten Windfeldmodells MESCAL wird gegenwärtig durchgeführt. Mit Erscheinen des Weißdrucks von VDI 3783 Blatt 7 sind die Protokolle zur endgültigen Validierung verfügbar.
Der Bearbeiter des Gutachtens zur Windfeldmodellierung ist Mitglied der Richtliniengruppe von VDI 3783 Blatt 7.
- 2) Das verwendete Windfeldmodell MESCAL wurde im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie entwickelt. Der Bearbeiter des Gutachtens zur Windfeldmodellierung hat langjährige Erfahrungen als Modellentwickler und Anwender.
- 3) Räumliche und zeitliche Repräsentativität der verwendeten meteorologischen Daten wurden mit einer Übertragbarkeitsprüfung gemäß VDI 3783 Blatt 20 (Az. DPR.20161013) nachgewiesen.
- 4) vorbehaltlich der Prüfung der Immissionsprognose des Ingenieurbüros Ulbricht, diese liegt dem Bearbeiter der Windfeldmodellierung nicht vor.
- 5) Die Vertikalausdehnung beträgt 8000 m
- 6) Die horizontale Gebietsgröße beträgt 18 km x 18 km, zuzüglich der Randpunkte, und beträgt damit mehr als das Dreifache der Kantenlänge des Rechengebiets für die Immissionsprognose (5100 m x 5100 mm) und mindestens 15 km x 15 km.
- 7) Die zur Windfeldmodellierung verwendete Gitterweite von 64 m (Ausbreitungsrechnung 2 m ... 64 m) bildet alle orographischen Strukturen ausreichend genau ab. Die Strömungsverhältnisse, die letztlich eine prognostische Modellierung notwendig machen, treten hier in keiner kleineren Skala auf.
- 8) Trotz des hohen Rechenaufwandes wurden nicht 72, sondern 216 prognostische Bibliotheksfelder erzeugt, jeweils für 10°-Intervalle der Windrichtung und 6 Ausbreitungsklassen. Eine Interpolation von Stützstellen im Parameterraum ist also unnötig. Die Verwendung eines Hochleistungs-PC (4 Prozessoren Intel Xeon E7-4850, 56 physische Rechenkerne, 112 logische Prozessoren, 128 GB RAM) ermöglicht somit, zusätzliche Unsicherheiten bei der Interpolation im Parameterraum zu vermeiden.
- 9) Die Checkliste ist hier fehlerhaft. Es muss heißen: „Falls Gitterweite im Zielgitter *größer* als die Gitterweite im Ausgangsgitter: ...“, ist aber für vorliegendes Projekt nicht relevant.
- 10) Zur Entfernung der verbleibenden Divergenz aus den interpolierten Windfeldern wurde das Programm LPRWND aus dem Programmpaket LASAT des Ingenieurbüros Janicke verwendet.

Derzeit sind die Verfahrensweisen der gutachterlichen Praxis hinsichtlich der prognostischen Windfeldmodellierung noch im Fluss, der Kenntnisstand ändert sich fast monatlich. Dies wird widerspiegelt in den Tatsachen, dass wesentliche VDI-Richtlinien (3783 Blätter 7, 8 und 20) bis jetzt nur als Entwurf vorliegen, dass eine ganze Reihe von prognostischen Windfeldmodellen mit unterschiedlichen Ansätzen verfügbar ist, und dass bislang kein Referenzmodell zur Umsetzung der Richtlinienblätter 16 und 7 zur Verfügung steht (MET-RAS 5 ist erst seit Mai 2016 im Gespräch und im Beta-Stadium noch nicht für Produktiv-Rechnungen freigegeben).

Dennoch ist einzuschätzen, dass Erstellung der Windfeldbibliothek für steiles Gelände und (nach Kenntnisstand des unterzeichnenden Bearbeiters) die modelltechnische Umsetzung der Ausbreitungsrechnung nach dem jeweiligen Kenntnisstand und mit geeigneten Modellen bzw. Rechenverfahren erfolgten.

Frankenberg, am 08. März 2017



Dr. Ralf Petrich
- fachlich Verantwortlicher -



Dr. Günther Schmidt
- Prüfer -

7 Schrifttum

- [1] VDI 3783 Blatt 16, *Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2013.
- [2] Statistisches Bundesamt, *Daten zur Bodenbedeckung der Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [3] A. Zenger, *Atmosphärische Ausbreitungsmodellierung - Grundlagen und Praxis*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1998.
- [4] R. A. Pielke, *Mesoscale Meteorological Modeling*, Third Edition, Amsterdam: Elsevier Inc., 2013.
- [5] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, „Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz,“ vom 24. Juli 2002.
- [6] Lasat 3.3, „Ing.-Büro Janicke,“ 1998-2013. [Online]. Available: <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [7] Deutscher Wetterdienst, „Spezielle meteorologische Leistungen für den Immissionsschutz - Verfahrensbeschreibungen,“ [Online]. Available: http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU1/KU12/Klimadaten/Ausbreitungen/V__AKJahr,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/V__AKJahr.pdf. [Zugriff am 2014].
- [8] VDI 3783 Blatt 10, *Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude und Hindernisumströmung*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, März 2010.
- [9] Deutscher Wetterdienst, „Merkblatt - Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebenden Anemometerhöhe,“ [Online]. Available: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-2014101714948>. [Zugriff am 15. 06. 2015].
- [10] Ingenieurbüro Janicke GbR Gesellschaft für Umweltphysik, „LASAT,“ [Online]. Available: <http://janicke.de/de/lasat.html>. [Zugriff am 30.11.2011].
- [11] VDI 3783 Blatt 20, *Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft (Entwurf)*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2015.

Prüfliste für die Erstellung einer Windfeldbibliothek (mit Anmerkungen)

Projekt: Windfeld.20161013

Datum: 8. März 2017

Verfasser: Dr. R. Petrich

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 16	Prüfpunkt	Entfällt	Zutreffend/ durchgeführt	Abschnitt/ Seite im Gutachten
1	Anwendungsbereich			
	Prognostisches Windfeldmodell			
	Windfeldmodell gemäß Anforderungen der VDI 3783 Blatt 7?		<input checked="" type="checkbox"/> 1)	15 ff.
	Sachverstand und umfangreiche Erfahrung mit mesoskaligen prognostischen Windfeldmodellen vorhanden (z. B. Referenzen)?		<input checked="" type="checkbox"/> 2)	
5.2	Prognostische Modellgebiete erstellen und testen			
	Meteorologische Daten			
	Die meteorologischen Daten repräsentieren die regionalen topografischen Einflüsse?		<input checked="" type="checkbox"/> 3)	
	Gitter des TA-Luft-Modells			
	Rechengebiet und Rechengitter für die Immissionsprognose mit dem TA-Luft-Modell gemäß Vorgaben der TA Luft festgelegt?		<input checked="" type="checkbox"/> 4)	
	Gitter des Windfeldmodells			
	Verwendete Geländehöhen dokumentiert und Wahl des Datensatzes begründet?		<input checked="" type="checkbox"/>	8 ff.
	Verwendete Rauigkeitslängen und deren Aktualität dokumentiert und Wahl des Datensatzes begründet?		<input checked="" type="checkbox"/>	6 ff.
	Vertikale Ausdehnung des Windfeldmodells mindestens 5 km zuzüglich der Randpunkte?		<input checked="" type="checkbox"/> 5)	
	Horizontale Gebietsgröße des Windfeldmodells entspricht der dreifachen Ausdehnung des Rechengebiets für die Immissionsprognose nach TA Luft, mindestens aber 15 km × 15 km zuzüglich der Randpunkte?		<input checked="" type="checkbox"/> 6)	18
	Im Gebiet des Windfeldmodells alle wesentlichen topografischen Strukturen erfasst, die sich auf die Strömung im Rechengebiet des TA-Luft-Modells auswirken können, aber nicht in den Daten der meteorologischen Zeitreihe enthalten sind?		<input checked="" type="checkbox"/>	

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 16	Prüfpunkt	Entfällt	Zutreffend/ durchgeführt	Abschnitt/ Seite im Gutachten
	Anforderungen der Richtlinie VDI 3783 Blatt 7 hinsichtlich minimaler Gitterweiten beachtet?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Falls Gitterweite des Windfeldmodells größer als die des TA-Luft-Modells: Alle für die Ausbreitung relevanten Geländestrukturen mit mindestens drei Gitterpunkten aufgelöst?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 7)	
	Falls von dem vorgenannten Punkt abgewichen wurde: Abweichung fachlich begründet?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Mindestens zehn randparallele Reihen auf halber Strecke zwischen äußerem Rand des Windfeldmodells und TA-Luft-Rechengebiet?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Glättung der Randbereiche			
	Geländehöhe in den Randbereichen des Modellgitters nach Vorgaben der Richtlinie geglättet (Dreipunktfilter, Gewichte wie angegeben, mindestens zehn Anwendungen über mindestens zehn Reihen)?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Fall 1: Glättung mit dem zur Richtlinie herunterladbaren Programm?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Fall 2: Glättung mit anderer Implementierung gemäß Richtlinie?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Test der Modellgebiete			
	Durch Testrechnungen über mehrere Anströmrichtungen und Stabilitäten nachgewiesen, dass mit dem gewählten Modellgitter die erwarteten topografischen Einflüsse auf die Strömung im Rechengebiet des TA-Luft-Modells hinreichend aufgelöst werden und die Rechnungen numerisch stabil verlaufen?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Allgemeine Darstellung ohne Detailergebnisse der Testrechnungen		<input checked="" type="checkbox"/>	19 ff.
	Vorgaben der Richtlinie VDI 3783 Blatt 7 hinsichtlich Qualitätskontrolle der Modellrechnungen beachtet?		<input checked="" type="checkbox"/>	
5.3	Prognostische Modellrechnungen			
	Erzeugung der Stützstellen			
	72 prognostische Modellrechnungen (18 Windrichtungen in 20°-Intervallen, beginnend mit einer Anströmung aus Nord in jeder der Ausbreitungsklassen I, II, III/1 und V) durchgeführt und resultierende Windfelder als Stützstellen für die Interpolation im Parameterraum verwendet?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Abweichende Vorgehensweise begründet?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 8)	18
	Antriebsdaten			
	Rechenwerte des potenziellen Temperaturgradienten (unterhalb ca. 1 500 m über Grund) und der geostrophische Windgeschwindigkeit aus Tabelle 1 der Richtlinie verwendet?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Oberhalb ca. 1 500 m über Grund ICAO-Standardatmosphäre verwendet?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Falls modellspezifisch notwendig: Andere Antriebsdaten erläutert, Konsistenz zu Daten der Tabelle 1 diskutiert?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Qualitätskontrolle			
	Einzelprüfung jeder Modellrechnung auf Plausibilität und Störeinflüsse durchgeführt?		<input checked="" type="checkbox"/>	

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 16	Prüfpunkt	Entfällt	Zutreffend/ durchgeführt	Abschnitt/ Seite im Gutachten
	Allgemeine Darstellung ohne Detailergebnisse		<input checked="" type="checkbox"/>	19 ff.
	Konsistenzprüfung aller Modellrechnungen im Parameterraum durchgeführt?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Allgemeine Darstellung ohne Detailergebnisse		<input checked="" type="checkbox"/>	19 ff.
5.4	Interpolation im Parameterraum			
	Ausreichend viele Stützstellen für bilineare Interpolation im Parameterraum?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Falls Voraussetzungen für bilineare Interpolation erfüllt, fehlende Windfelder durch bilineare Interpolation gemäß Richtlinie erzeugt?	<input checked="" type="checkbox"/> 8)	<input type="checkbox"/>	
	Falls Voraussetzungen für bilineare Interpolation nicht erfüllt, alternative $1/r^2$ -Interpolation gemäß Richtlinie verwendet?	<input checked="" type="checkbox"/> 8)	<input type="checkbox"/>	
	Falls Voraussetzungen für bilineare Interpolation nicht erfüllt, anderes alternatives Interpolationsverfahren verwendet und begründet?	<input checked="" type="checkbox"/> 8)	<input type="checkbox"/>	
5.5	Interpolation auf Gitter des TA-Luft-Modells			
	Gitterdefinition			
	Wurden Windkomponenten der exakten Lage der Gitterpunkte zugeordnet (gegebenenfalls Versatz z. B. bei Arakawa-C-Gitter, nicht äquidistanten Gittern berücksichtigt)?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Vertikale Interpolation			
	Lineare Interpolation der kartesischen Komponenten zwischen den Schichten des Windfeldmodells?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Interpolation zwischen Erdboden und erster Rechenfläche des Windfeldmodells mindestens mit logarithmischem Windprofil bei neutraler Schichtung?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Interpolation zwischen Erdboden und erster Rechenfläche des Windfeldmodells mit stabilitätsabhängigen logarithmischen Windprofilen (z. B. VDI 3783 Blatt 8) dokumentiert?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Horizontale Interpolation			
	Horizontale Interpolation gemäß Richtlinie ausschließlich innerhalb der Modellschichten des TA-Luft-Modells?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Falls Gitterweite im Zielgitter kleiner als die Gitterweite im Ausgangsgitter: bilineare Interpolation der kartesischen Komponenten in x - und y -Richtung?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Falls Gitterweite im Zielgitter kleiner als die Gitterweite im Ausgangsgitter: flächengewichtete Interpolation der kartesischen Komponenten gemäß Richtlinie?	<input checked="" type="checkbox"/> 9)	<input type="checkbox"/>	
5.6	Berechnung einer endgültigen Windfeldbibliothek			
	Windfeld divergenzfrei gerechnet und Methode benannt?		<input checked="" type="checkbox"/> 10)	18
	Modifikation des Windfelds durch Gebäude berücksichtigt und Methode benannt?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 16	Prüfpunkt	Entfällt	Zutreffend/ durchgeführt	Abschnitt/ Seite im Gutachten
6.1	Festlegung der Ersatzanemometerposition			
	Alternative 1: Verfahren gemäß Richtlinie			
	Referenzprofile mit dem gleichen Modell wie die Windfeldbibliothek gemäß Anforderungen der Richtlinie berechnet?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	EAP mit dem zur Richtlinie herunterladbarem Programm TAL-Anemo bestimmt?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	EAP mit einer anderen Implementierung des Verfahrens laut Richtlinie bestimmt und dokumentiert?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10 ff.
	Fall 1: EAP ist damit bereits eindeutig bestimmt und wird so verwendet?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Fall 2: EAP ist noch nicht eindeutig. Endgültige EAP-Bestimmung wird unter Einbeziehung der Ersatzanemometerhöhe gemäß Abschnitt 6.2 bestimmt.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Alternative 2: Anderes Verfahren			
	EAP mit fachlicher Begründung abweichend bestimmt und Verfahren dokumentiert?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Verifiziert, dass an der EAP eine gleichsinnige Drehung des Winds in Anemometerhöhe mit Drehung der Antriebswindrichtung gegeben ist?		<input type="checkbox"/>	
6.2	Festlegung der Ersatzanemometerhöhe			
	Rauigkeiten im Umkreis von 200 m um die unter Abschnitt 6.1 bestimmten EAP (gegebenenfalls unterschiedlich für die Höhenebenen zwischen Boden und 100 m) bestimmt?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Zu jeder Rauigkeit zugehörige Ersatzanemometerhöhe aus der meteorologischen Zeitreihe ausgelesen?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Gültigkeitshöhen der EAP (entsprechend der ausgewerteten Modellebene) und Ersatzanemometerhöhen auf Übereinstimmung geprüft?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Fall 1: Nur eine gültige Kombination von EAP und Ersatzanemometerhöhe festgestellt und diese ausgewählt?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Fall 2: Mehrere gültige Kombinationen von EAP und Ersatzanemometerhöhen gefunden und daraus eine fachlich begründete Auswahl getroffen?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Fall 3: Keine gültige Kombination von EAP und Ersatzanemometerhöhe gefunden oder davon abgewichen. Auswahl der endgültigen EAP und Ersatzanemometerhöhe fachlich begründet?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Verwendete EAP			
	Sind EAP und Ersatzanemometerhöhe benannt?		<input checked="" type="checkbox"/>	11