

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

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

Bericht Nr.: 401.0539/19

Datum: 15.12.2021

Emissions-/Immissionsprognose

Erweiterung Steinbruch Haigerloch-Weildorf der Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

in 72401 Haigerloch

Betreiber:

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG
Hanfland 1
72401 Haigerloch-Groul

Standort der Anlage:

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG
Werk Haigerloch-Weildorf
Sommerhalden
72401 Haigerloch

Bearbeiter:

Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold

Aufgabenstellung: Emissions-/Immissionsprognose für
Stäube nach TA Luft: Erweiterung für
den Steinbruch Haigerloch-Weildorf der
Engelbert Schneider GmbH & Co. KG
in 72401 Haigerloch

Auftraggeber: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG
Hanfland 1
72401 Haigerloch-Groul

Auftragsnummer: 401.0539/19


Auftragsdatum: 08.04.2019

Bericht erstellt am: 15.12.2021

Textteil: 44

Anlagen: 6 (166 Seiten)

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


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


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

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1 Aufgabenstellung	5
2 Verwendete Unterlagen	6
2.1 Unterlagen des Auftraggebers	6
2.2 Karten und Pläne	6
2.3 Gesetze, Normen und Richtlinien	6
2.4 Sonstiges	7
3 Beschreibung des Vorhabens	9
3.1 Anlagenstandort	9
3.2 Allgemeine Angaben zum Vorhaben	10
3.3 Betriebsbeschreibung	10
3.4 Betriebszeiten	12
3.5 Anlagenkapazität	12
4 Umgebungsbedingungen	13
4.1 Vorbelastung	13
4.2 Ausbreitungsbedingungen	14
5 Staubförmige Emissionen - Einflussfaktoren	15
5.1 Materialeigenschaften	15
5.2 Meteorologische Bedingungen	17
5.3 Anlageneinflüsse - Emissionsverursachende Vorgänge	17
5.4 Emissionsminderungsmaßnahmen	18
6 Berechnung der Emissionsfaktoren	20
7 Anlagenemissionen	25
7.1 Emissionsverursachende Vorgänge	25
7.2 Emissionsquellen	26
7.3 Emissionen aus geführten Quellen	27
7.4 Diffuse Emissionen am Standort	27
8 Immissionsprognose	29
8.1 Notwendigkeit der Ausbreitungsrechnung	29
8.2 Immissionswerte nach TA Luft	30
9 Erforderlichkeit der Ermittlung der Immissionskenngrößen	32
10 Durchführung der Ausbreitungsrechnung	33
10.1 Berechnungsparameter	33
10.2 Ergebnisse für die Zusatzbelastung	35
10.3 Ermittlung der Gesamtbelastung - Stäube	36
10.4 Beurteilung der Ergebnisse	38
11 Zusammenfassung	39
12 Bewertung nach der Neufassung der TA Luft	41
12.1 Emissionsberechnungen	41
12.2 Bagatellmassenströme	41
12.3 Ausbreitungsrechnung	42
12.4 Immissionswerte und Immissionen	42

Anlagen

- 1 Karten und Pläne
- 2 Ermittlung der Emissionen
- 3 Berechnungseingangsdaten
- 4 Berechnungsergebnisse
- 5 Detaillierte Prüfung
- 6 Windfeldberechnung

1 Aufgabenstellung

Die Fa. Engelbert Schneider GmbH & Co. KG betreibt in Haigerloch-Weildorf einen Muschelkalk- und Dolomitsteinbruch einschließlich diverser Aufbereitungsanlagen.

Zur langfristigen Sicherung der Rohstoffversorgung des Schotterwerkes plant die Engelbert Schneider GmbH & Co. KG eine Erweiterung des Abbaus in westliche Richtung um ca. 6 ha.

Das Vorhaben wurde während eines Scopingtermins am 15.06.2018 vorgestellt [1].

Durch das Landratsamt Zollernalbkreis, SG Immissionsschutz, wird die Fortschreibung der Staubimmissionsprognose nach TA Luft gefordert [2].

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] Tischvorlage zum Scoping-Termin: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG - Erweiterung Steinbruch Haigerloch-Weildorf; erstellt durch arguplan GmbH, Dr. S. Zimmer, 02.01.2018
- [2] Gesprächsvermerk: Projekt: Engelbert Schneider, Haigerloch; Thema: Scoping-Termin; Zeit/Ort: 15.06.18 / Balingen, LRA ZAK; erstellt durch arguplan GmbH, Dr. S. Zimmer, 21.06.2018
- [3] Protokoll Scoping-Termin Engelbert Schneider GmbH & Co. KG; 15.06.18; erstellt durch Fr. Betz, LRA ZAK, SG Immissionsschutz
- [4] Bericht-Nr. 401.0302/12: „Emissions-/Immissionsprognose für Stäube für den Steinbruch Haigerloch-Weildorf in 72401 Haigerloch“; Ingenieurbüro Ulbricht GmbH; 07.09.2012

2.2 Karten und Pläne

- [5] Topografische Karte, Kartendaten © OpenStreetMap-Mitwirkende
- [6] „Flächennutzungsplan Haigerloch“, genehmigt 05.04.2012; Recherche auf Geoportal Raumordnung Baden-Württemberg <https://www.geoportal-bw.de/> wie am 10.10.2019 verfügbar
- [7] Steinbruch Weildorf; Bestandplan 12 /2018, M 1 : 1000; Planverfasser Mauthe GmbH; 72336 Balingen-Ostdorf; 25.01.2019
- [8] Steinbruch Haigerloch-Weildorf, Regelprofil Abbauwand und Verfüllung; o.M.; Planverfasser arguplan GmbH; 28.04.2017
- [9] Steinbruch Haigerloch-Weildorf, Abbau- und Verfüllkonzept (schematische Darstellung), M 1 : 3500; Planverfasser arguplan GmbH; 04.12.2017
- [10] Steinbruch Haigerloch-Weildorf, Übersichtskarte, M 1 : 20000; Planverfasser arguplan GmbH; 04.12.2017

2.3 Gesetze, Normen und Richtlinien

- [11] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG), 17. 05.2013, zuletzt geändert am 04.08.2019
- [12] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes: 4. BImSchV - Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen, 31.05.2017
- [13] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Luft), 24.07.2002; Neufassung vom 18. August 2021 - Gültig ab 01.12.2021

- [14] VDI 3790 Blatt 3, Umwelttechnologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern, 01/2010
- [15] VDI 3790 Blatt 4, Umwelttechnologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblich/industriellem Betriebsgelände, 09/2018
- [16] VDI 3783 Blatt 13, Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft, 01/2010

2.4 Sonstiges

- [17] „Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort bei Haigerloch“, DPR.20190421, IFU GmbH Privates Institut für Analytik, Frankenberg, 12.06.2019
- [18] „Windfeldberechnung bei steilem Gelände für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort bei Haigerloch“, Windfeld.20190421, IFU GmbH Privates Institut für Analytik, Frankenberg, 30.08.2019
- [19] LAI - Untersuchungsausschüsse Luft / Technik und Luft / Überwachung, Auslegungsfragen zu TA Luft, vom 27. August 2004
- [20] 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
- [21] „Diffuse Staubemissionen“, Schriftenreihe des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 26/2010
- [22] „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
- [23] „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
- [24] 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
- [25] Technische Grundlage zur Beurteilung der Staubemissionen 2013, Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Österreich
- [26] „Leitfaden Beurteilung von TA Luft Ausbreitungsrechnungen in Baden-Württemberg“, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 08/2004
- [27] Kenngrößen der Luftqualität - Jahresdaten 2016 - 2018, LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

- [28] Datenrecherche Daten- und Kartendienst des LUBW - Modellrechnung Mittlere PM10-Belastung und Tage mit PM-10-TMW > 50 µg/m³ im Jahr 2020, <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>, wie am 17.10.2019 verfügbar
- [29] LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg: © LUBW Dokumentation der Probenahmestelle Tübingen; Stand Juni 2019
- [30] Umweltbundesamt - TEXTE 69/2013: PM10 - Anzahl Überschreitungen Tagesmittel-Grenzwert versus Jahresmittelwert - Teilbericht zum F&E-Vorhaben „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung - PAREST“; September 2009; <http://www.uba.de/uba-info-medien/4544.html>

3 Beschreibung des Vorhabens

3.1 Anlagenstandort

- *Bundesland:* Baden-Württemberg
- *Landkreis:* Zollernalbkreis
- *Gemeinde:* Haigerloch
- *Gemarkung:* Weildorf

Der Steinbruch Haigerloch-Weildorf der Engelbert Schneider GmbH & Co. KG befindet sich nördlich von Haigerloch und ist über die Kreisstraße K 7118 an das örtliche Straßennetz angeschlossen.

Das Schotterwerk, in welchem die Aufbereitung und Verladung der am Standort gewonnenen Rohstoffe erfolgt, befindet sich im südöstlichen Teil des bestehenden Steinbruchs.

Die Erweiterungsfläche grenzt westlich an den bestehenden Steinbruch an. Die vorgesehene Steinbrucherweiterung soll, nun ausgehend vom aktiven Abbaubereich, zunächst in Richtung Südwesten erfolgen und später in Richtung Nordwesten gedreht werden.

Der Mittelpunkt der Erweiterungsfläche wird durch folgende Koordinaten beschrieben.

Tabelle 1 Anlagenstandort

	Koordinaten-system	Rechtswert	Hochwert	Höhe in m
ca. Mittelpunkt Erweiterungsfläche	ETRS89-UTM	32U 4 84 500	53 57 800	505
	Gauß-Krüger	34 84 570	53 59 505	

Der Abtransport des Gesteinsmaterials erfolgt per LKW über die K 7118 und dann weiter zur B 463 oder zur L 360.

Folgende Ortschaften befinden sich in der näheren Umgebung des Vorhabens:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| Bebauung Karlstal, an der L 360, | ca. 150 m östlich zur Aufbereitungsanlage |
| Ortslage Haigerloch, | ca. 250 m südlich zur Erweiterungsfläche |
| Ortslage Weildorf, | ca. 350 m westlich zur Erweiterungsfläche |
| Orteingang Trillfingen, Vorstadt, | ca. 1000 m nordöstlich zur Aufbereitungsanlage |

Einen Auszug aus der topografischen Karte enthält die Anlage 1.

3.2 Allgemeine Angaben zum Vorhaben

Die Fa. Engelbert Schneider GmbH & Co. KG betreibt in Haigerloch-Weildorf einen Muschelkalk- und Dolomitsteinbruch einschließlich diverser Aufbereitungsanlagen.

Zur langfristigen Sicherung der Rohstoffversorgung des Schotterwerkes plant die Engelbert Schneider GmbH & Co. KG eine Erweiterung des Abbaus in westliche Richtung um ca. 6 ha.

Der Abbau in der zu beantragenden Erweiterungsfläche von 6 ha soll bis zur Schichtgrenze *Oberer Muschelkalk/Mittlerer Muschelkalk* erfolgen.

Ausgehend von der Geländeoberfläche stellt sich die geologische Schichtenfolge folgendermaßen dar: Unterhalb der Bodenschicht steht zunächst eine zwischen ca. 5 und 20 m mächtige Keuperschicht an, die als Abraum abgetragen wird. Darunter folgt eine bis zu 20 m mächtige Dolomitbank. Hiervon ist aufgrund der minderen Qualität des Dolomits sowie der aktuell geringen Nachfrage max. ein Viertel des anstehenden Gesteinsmaterials absetzbar. Darunter steht nutzbarer Kalkstein in einer Mächtigkeit von ca. 60 m an, wovon aus Gründen des Grundwasserschutzes nur ca. 50 m gewonnen werden können. Die Muschelkalkbänke sind von nicht verwertbaren Tonzwischenschichten durchzogen, die im Zuge der Rohstoffaufbereitung ausgeschieden werden.

Abzüglich der Flächen, die für die Abraum- und Abbauböschungen, für die Rampen und Fahrwege sowie für die Abstandsflächen zu Nachbargrundstücken benötigt werden stehen innerhalb der Erweiterungsfläche ca. 3,1 Mio. m³ an Rohgestein an.

Unter Beibehaltung der bisherigen jährlichen Abbaurate von ca. 170.000 m³ ermöglicht die geplante Erweiterung eine Fortführung der Rohstoffproduktion um ca. 18 Jahre. Die für die zukünftige Betriebsphase angenommene jährliche Abbaurate entspricht etwa den Werten der zurückliegenden 5 Jahre. Die tatsächlichen Abbauraten sind jedoch regelmäßig deutlichen saisonalen und konjunkturellen Schwankungen unterworfen.

Die geplante Steinbrucherweiterung soll im unmittelbaren Anschluss an die westliche Genehmigungsgrenze des bestehenden Abbaus erfolgen. Die innerbetrieblichen Fahr- und Förderwege werden hierfür verlängert, sodass keine neue Erschließung erforderlich wird. Sobald es die Abbaugeometrie und die Platzverhältnisse zulassen, soll die Abbaurichtung dann nach Nordwesten gedreht werden.

3.3 Betriebsbeschreibung

Der Abtrag des Keuper-Abraums kann ohne Sprengung durch Abgrabung mit dem Bagger erfolgen. Der Abraum wird mit Großraumkippern (SKW - Ladung 30 t) zum Kippenbereich im östlichen Steinbruchbereich verbracht und mit mobiler Technik (Raupe) eingebaut.

Die Dolomitbank und die darunterliegenden Gesteinsschichten müssen durch Bohren und Sprengen gelöst werden. Die maximale Abschlagshöhe der Sprengungen und damit auch die Höhe der Abbaustrossen liegen bei ca. 25 m. Die Gewinnungssprengungen werden in der Re-

gel ungefähr alle zwei Wochen durchgeführt, wobei die Häufigkeit in Abhängigkeit der Rohstoffnachfrage oder auch in Abhängigkeit von abbautechnischen Gegebenheiten variieren kann.

Das gewonnene Dolomitgestein wird mit einem Radlader in den Mobilbrecher aufgegeben und von diesem über eine Bandanlage zur Dolomitanlage transportiert. Die Anlage besteht aus einer staubgekapselten Siebmaschine mit 2 Stahlsilokammern. Der nicht verwertbare Materialanteil wird über eine Bandanlage mit Gliederfallrohr auf Halde ausgetragen.

Das durch die Sprengung geworfene Haufwerk (Muschelkalk) wird von einem Radlader aufgenommen, auf Schwerlastkraftwagen (SKW - Ladung 40 t) verladen und über diese zum Vorbrecher gefahren. Vom Vorbrecher aus wird das zerkleinerte Rohmaterial über eine abgedeckte Bandanlage zu den Nachbrechern im Schotterwerk gefördert. In der Aufbereitungsanlage bestehend aus der Mineralbetonanlage und dem Splittwerk werden Gesteinsprodukte unterschiedlicher Körnungen hergestellt. Die Lagerung der Produkte erfolgt in Silos bzw. bei Überschreiten der Silokapazitäten auch auf Halden. Die Aufbereitungsanlagen (Brecher, Siebe) sind an zwei Entstaubungsanlagen angeschlossen.

Der Abtransport der Mineralstoffe erfolgt mittels LKW (Zuladung 20 t), die direkt über die Verladeanlage aus den Silos (ca. 80 %) bzw. mit Radlader von Halde (ca. 20 %) beladen werden.

Der abgetragene Keuperabraum, die nicht absetzbaren Dolomit-Anteile und die bei der Aufbereitung ausgeschiedenen nicht verwertbaren tonigen und mergeligen Schichten werden im Verfüllbereich des Steinbruches als Rekultivierungsmaterial wieder eingebaut.

Neben dem grubeneigenen Abraum soll Fremdmaterial bis zur Zuordnungsklasse Z0* zur Rekultivierung eingesetzt werden. Mit dieser Auffüllung soll in den Bereichen, in denen eine Vollverfüllung vorgesehen sein wird, die geplante Geländetopographie bis 2 m unter die geplante Geländeoberkante modelliert werden. Für die abschließend aufzubringende, 2 m starke Rekultivierungsschicht wird ausschließlich Bodenmaterial der Zuordnungsklasse Z0 eingesetzt.

Mit Voranschreiten des Abbaus in Richtung Südwesten kann auch die Verfüllung der bereits abgebauten östlichen Steinbruchflächen in diese Richtung vorangetrieben werden. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass der Fahrweg aus dem Abbaubereich zum Schotterwerk während der Gewinnungsphase dauerhaft offengehalten werden muss.

Derzeit sind im Steinbruch Haigerloch-Weildorf die folgenden Mobilgeräte im Einsatz.

- Abraumabtrag: Bagger (CAT 330), Muldenkipper (CAT 730 - 30 t) (externe Mietgeräte)
- Bohren: externes Bohrgerät
- Gewinnung: Radlader (CAT 980), Muldenkipper (CAT 771 - 40 t)
- Haldenverladung: Radlader (CAT 972)
- Kippe: Raupe (CAT 963)
- Muldenkipper zum Aushalden und Verkippen (ca. 25-30 t)

3.4 Betriebszeiten

Die Arbeitszeiten in der Betriebsstätte Haigerloch-Weildorf sind:

Abraumberäumung

- Montag - Freitag: 07:00 - 17:00 Uhr, Regelarbeitszeit 9 Stunden

Die Beräumung des Abraumes erfolgt in Kampagnen meist im Zeitraum Herbst-Frühjahr.

Bohrarbeiten

- Montag - Freitag: 07:00 - 17:00 Uhr, Regelarbeitszeit 8 Stunden

Gewinnungs- und Aufbereitungsbetrieb, Verladung und An-/Abtransport

- Montag - Freitag 06:00 - 17:00 Uhr; Regelarbeitszeit 10 Stunden
- Samstag: 06.00 bis nach Bedarf (max. 12.00 Uhr, Verkauf für Privatabnehmer)
- Im Regelbetrieb wird die Dolomitanlage alternativ zur Muschelkalkaufbereitung betrieben.

3.5 Anlagenkapazität

Die jährliche Abbaumenge beträgt ca. 325 000 t Muschelkalkgestein und ca. 125 000 t Dolomitgestein. Davon werden ca. 340 000 t/a als Produkte verkauft. Der Rest (ca. 110 000 t/a) wird im Verfüllbereich verkippt.

Die Produktionsmenge für Muschelkalk beträgt 1 500 t/d und für Dolomit bis 1 250 t/d bei einer Aufbereitungsleistung von max. 150 t/h bzw. 125 t/h. Die durchschnittliche Abtransportmenge beträgt 1 545 t/d.

Es wird von einer jährlichen Abraummenge von ca. 125 000 t ausgegangen.

Pro Jahr werden ca. 150 000 t Fremderden angenommen.

4 Umgebungsbedingungen

4.1 Vorbelastung

Zur Bewertung der Vorbelastungssituation für Schwebstaub PM10 und Staubniederschlag werden die Messergebnisse des Luftmessnetzes des Landes Baden-Württemberg herangezogen [27].

Bei den zu beurteilenden Punkten in Haigerloch und Weildorf handelt es sich um Wohngebäude im städtischen Randbereich, sodass zur weiteren Bewertung die Vorbelastung einer vergleichbaren städtischen Hintergrundstation herangezogen wird.

Der Anlagenstandort bei Haigerloch befindet sich ca. 14 km nord-nordwestlich von Balingen. Die nächstgelegene Messstation der Kategorie städtischer Hintergrund für Schwebstaub PM10 ist Tübingen, Derendinger Straße 86, ca. 28 km nordöstlich. Da im näheren Umgebungsbereich der Anlage vom LUBW keine Messstellen vorhanden sind, wurde für Staubniederschlag die Station Plochingen, ca. 70 km nordöstlich herangezogen. Die Bewertung zur Vorbelastung wurde in Anlage 4.4.1 dargestellt.

Für die genannten Stationen ergeben sich die nachfolgenden Immissionswerte der Vorbelastung.

Tabelle 2 Vorbelastung (IV)

	IW	2016	2017	2018
Schwebstaub PM2,5 Immissionsjahreswert in µg/m³	25	landesweit < 15		
	Tübingen			
Schwebstaub PM10 Immissionsjahreswert in µg/m³	40	16	16	16
Schwebstaub PM10 Anzahl der Tage mit Werten > 50 µg/m³	35	1	10	4
	Plochingen			
Staubniederschlag Immissionsjahreswert in g/(m²·d)	0,35	0,06	0,06	n.v.

Aus den Werten der obigen Tabelle lässt sich für die Standortumgebung ein Immissionsjahreswert für die Vorbelastung für Staubniederschlag von ca. 0,06 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$) abschätzen, für Schwebstaub PM10 lassen sich ca. 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ableiten. Aus den Ergebnissen der Messstationen wurde die Feinstaub(PM10)-Konzentration flächendeckend als Jahresmittelwert modelliert. Danach ergibt sich für den Standort ebenfalls ein Wert von < 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert.

Nach Absatz 2 Ziffer 4.6.2.1 der TA Luft ist somit eine gesonderte Messung der Vorbelastung am Standort nicht erforderlich.

4.2 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 durchgeführt [17].

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:

„...“

Für den zu untersuchenden Standort bei Haigerloch 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 UTM-Koordinaten 32482336, 5356320.

Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Balingen-Bronnhaupten 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 01.12.2008 bis zum 11.04.2019 das Jahr vom 19.01.2009 bis zum 19.01.2010 ermittelt.

...“

Weitere Ausführungen des Gutachtens befinden sich in der Anlage 5.

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 eine prognostische Windfeldbibliothek erstellt [18].

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. Die Gitterweite für die prognostische Modellierung betrug 64 m.

Das Gutachten befindet sich in Anlage 6.

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 3 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 [21], [22], [23], auf die hier hilfsweise zurückgegriffen wird, werden prinzipielle Aussagen über die Art der Staubemissionen getroffen. Für die emittierten Stäube aus diffusen bodennahen 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 [24] 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 4 [15] 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 Angaben sind jedoch nicht vollständig. Die Schüttdichte der hier gehandhabten Gesteinskörnungen wurde beim Anlagenbetreiber erfragt bzw. aus der bekannten Literatur entnommen. Die Schüttdichte der Materialien wird wie folgt angegeben: Abraum $\rho_s = 2 \text{ t/m}^3$, gesprengtes Gestein $\rho_s = 2,6 \text{ t/m}^3$, Produktkörnungen $\rho_s = 1,8 - 2,0 \text{ t/m}^3$, Erdaushub $\rho_s = 1,6 \text{ t/m}^3$,

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 $a = 31,6$ (schwach staubend) für Vorsiebmaterial, getrocknete Sande und Mineralgemische in die Berechnung ein. Für Abraum, Rohgestein, Splitte, Schotter und Erdaushub wird $a = 10$ (Staub nicht wahrnehmbar) abgeschätzt.

Für die unbefestigten Fahrwege des Radladers mit möglicher Verschmutzung im Haldenbereich und der LKW im Bruch wird der Faktor für den Feinkornanteil mit $S = 8,3 \%$ in den Berechnungen berücksichtigt.

Für LKW-Bewegungen auf der asphaltierten Zufahrt wird eine Staubbeladung $s_L = 5 \text{ g/m}^2$ (mäßig verschmutzt) für den Anlagenbereich und $s_L = 1 \text{ g/m}^2$ für den Zufahrtsbereich bis zur Siloanlage 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 im Bereich des Steinbuches 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 $4 - 5 \text{ m/s}$ (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 Balingen-Bronnhaupten am Standort nachgebildet [18].

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 28.05.2019 wurde von folgender Betriebssituation hinsichtlich der Emissionen an Staub ausgegangen.

Umschlagvorgänge

Durch das Aufnehmen und Abwerfen von Gesteinsfraktionen durch Bagger, Radlader oder Bandanlagen werden staubförmige Emissionen freigesetzt. Beim Herabfallen des Gesteins nach erfolgter Sprengung sind ebenfalls Staubemissionen zu erwarten.

Aufbereiten

Beim Aufbereiten von Gesteinen in mobilen Brech- und Klassieranlagen werden Staubemissionen frei. Die stationären Anlagen (Schotterwerk) sind an entsprechende Entstaubungsanlagen angeschlossen.

Fahrbewegungen

Staubförmige Emissionen können durch Fahrbewegungen der LKW/SKW 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.

In Ziffer 5.2.3 der TA Luft [13] werden konkrete Anforderungen zur Minderung staubförmiger Emissionen bei Umschlag, Transport, Lagerung oder Bearbeitung festgelegt, die unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit zu berücksichtigen sind. Unter Punkt 9 der VDI 3790 Blatt 3 [14] werden allgemeine Möglichkeiten zur Emissionsminderung bei Lagerung und Umschlag genannt.

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

Allgemein

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.

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.

Die Aufgabe vom SKW in den Vorebrecher erfolgt über einen dreiseitig umschlossenen und überdachten Kippbunker. Bei Kippvorgängen (Erfassung der Anfahrt über Sensorik) wird der gesamte Kippbereich über Wasserdüsen benetzt.

An der Dolomitanlage ist am Abwurfband zur Halde ein Gliederfallrohr installiert, das angepasst an die Haldenhöhe abgesenkt wird. Die Fallhöhe wird auf maximal 4 m begrenzt.

Die Verladung an der Verladeanlage erfolgt mit absenkbarem Verladebalg.

Damit werden die Anforderungen gemäß Ziffer 5.2.3.2 TA Luft erfüllt.

Förderung oder Transport

Im Bereich der Zufahrt bis zur Siloanlage sind die Fahrwege asphaltiert, es erfolgt eine regelmäßige Reinigung. Die Emissionen durch Fahrbewegungen im Bruchgelände werden durch Wasserbenetzung (bei längerer Trockenheit mehrmals täglich) minimiert.

Die Bänder im Bereich des Werkes sind abgedeckt, sodass ein Windangriff verhindert wird.

Damit werden die Anforderungen gemäß Ziffer 5.2.3.3 TA Luft erfüllt.

Aufbereitung

Der Vorebrecher ist mit einer Überdachung versehen, die Brech- und Klassieranlage im Schotterwerk sind eingehaust und an Entstaubungsanlagen angeschlossen.

Damit werden die Anforderungen gemäß Ziffer 5.2.3.4 TA Luft erfüllt.

Lagerung

Die Produktfraktionen lagern in Silos. Die Lagerung von Produkten auf Halden im Freien wird auf das absolute Mindestmaß beschränkt.

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 [14].

Normierter Emissionsfaktor

Zur Berechnung der Staubemissionen von Umschlagvorgängen werden normierte Emissionsfaktoren bestimmt.

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

q_{norm}	normierter Emissionsfaktor in $g/t_{\text{Gut}} \cdot m^3/t$
$q_{\text{norm,korr}}$	korrigierter, normierter Emissionsfaktor in $g/t_{\text{Gut}} \cdot m^3/t$
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
$k_{\text{Gerät}}$	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 g/t_{Gut} · m³/t

ρ_S Schüttdichte beim jeweils gehandhabten Stoff in t/m³

k_U Umweltfaktor

Für Aufnahmevorgänge verschiedener staubender Güter sind die normierten Emissionsfaktoren in der VDI 3790 BI 3 [14] Tabelle 11 dargestellt.

Abwurf

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

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

q_{Ab} individueller Emissionsfaktor in g/t_{Gut}

$q_{norm,korr}$ korrigierter, normierter Emissionsfaktor in g/t_{Gut} · m³/t

ρ_S Schüttdichte beim jeweils gehandhabten Stoff in t/m³

k_U Umweltfaktor

Aufbereitung

Für die Aufbereitung von Stoffen (hier Brechen und Klassieren von Gestein) werden in der VDI 3790 Blatt 3 keine Berechnungsverfahren angegeben.

Nach der Berechnungshilfe für die Emissionserklärungserstellung wird für das Brechen von trockenen Materialien für den mobilen Dolomitbrecher von 25 g/t und unter Berücksichtigung der Einhausung (Minderung 80 %) ein Emissionsfaktor von 5 g/t für den Vorbrecher gewählt.

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 g/(m ² h)
α	Böschungswinkel in °
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 Staubimmission.

Der Staubabtrag von den hier zu betrachtenden Schüttgütern mit einer Dichte von ca. 1,6 bis 2,6 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:

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

q_{uF} Emissionsfaktor für Fahrbeweg. auf unbefestigten Fahrwegen (g / (km · 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 1 mm Regenniederschlag

k_M Kennzahl für Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

Befestigte Fahrwege

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

Nach VDI 3790 Blatt 4 [15] kann die diffuse Staubemission durch Aufwirbelung beim Befahren von befestigten Fahrwegen in industriell oder gewerblich genutzten Betriebsgeländen unter Berücksichtigung von Niederschlägen im Jahresmittel nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$q_{bF} = k_{Kgv} \cdot (s L)^{0,91} \cdot (1,1 \cdot W)^{1,02} \cdot \left(1 - \frac{p}{3 \cdot 365} \right) \cdot (1 - k_M) \frac{g}{km \cdot Fhz}$$

q_{bF} Emissionsfaktor für Fahrbeweg. auf befestigten Fahrwegen in g/(km Fahrzeug)

k_{Kgv} Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung

sL Flächenbelastung des befestigten Fahrwegs in g/m²

W mittlere Masse der Fahrzeugflotte in t

p Anzahl Tage pro Jahr mit mind. 1 mm natürlichem Niederschlag

k_M Kennzahl für Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen

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“ [25] 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 [25] $PM_{30} = 1$; $PM_{10} = 0,25$)
a	Gewichtungsfaktor der Staubbungsneigung (Tabelle 11 [25]: 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 Anlagenemissionen

7.1 Emissionsverursachende Vorgänge

Ausgehend von der Betriebsbeschreibung und den getroffenen Annahmen zu Einsatzzeiten und Häufigkeiten sind die folgenden Emissionsvorgänge und Schallquellen relevant.

Die folgenden emissionsverursachenden Vorgänge sind zu nennen:

- Abtrag des Abraums mit Bagger (ca. 505 m NN)
- Transport des Abraums mit SKW, Abkippen im Kippenbereich
- Sprengungen (im Dolomit und im Muschelkalk), (ca. 494 m NN und 474 m NN)
- Aufgabe mit Radlader in den Mobilbrecher (Dolomit)
- Mobilbrecher mit Bandanlage (ca. 474 m NN)
- Siloverladung Dolomitanlage
- Beladen der SKW mit Radlader (Muschelkalk), (ca. 450 m NN)
- Transport des Gesteins mit SKW zum Vorbrecher
- Vorbrecher
- Aufbereitungsanlagen - Kamine der Entstaubungsanlagen
- Verladeanlage SKW und LKW
- Transport des Materials mit SKW (Halden, Kippe)
- Beladen mit Radlader von Halde (Siebschutt, Produkte)
- LKW-Fahrverkehr Antransport Erde, Abtransport Produkte
- Abkippen von Schutt-/Abraum-/Erdmassen im Verfüllbereich (ca. 480 m NN)

Die Grundlagen für die Berechnung der Staubemissionen sind:

- Betriebszeit: 06:00 Uhr bis 17:00 Uhr, Regelarbeitszeit: 10 Stunden
- Abtrag und Transport von Abraum mit SKW: 1 250 t/d, 100 AT
- Aufbereitung von Dolomit mit Mobilbrecher und Dolomitanlage: 1 250 t/d, 100 AT
- Abtrag, Transport und Aufbereitung vom Muschelkalkgestein: 1 500 t/d, 220 AT
- Abtransport Produkte mit LKW: 1 545/d, 220 AT
- Antransport Erde mit LKW: 682 t/d, 220 AT

7.2 Emissionsquellen

Es wurden folgende Emissionsquellen berücksichtigt:

- 1.1 Sprengung Muschelkalk
- 1.2 Sprengung Dolomit
- 2 Radlader Muschelkalk (inkl. Fahrweg)
- 3 SKW zum Vorbrecher
- 4 SKW abkippen Gestein in VB
- 5 Vorbrecher
- 6 Haldenabwurf Vorsieb
- 7 EQ Hauptwerk, Mineralbeton
- 8 EQ Splittwerk
- 9 Beladeanlage für SKW und LKW
- 10 SKW zu den Halden
- 11 Abkippen Produkte vom SKW auf Halde
- 12.1 Halden 0/2, 2/5
- 12.2 Halden > 5
- 13 Radlader Haldenverladung, Sande, Splitte, Schotter, Gemische (inkl. Fahrweg)
- 14 LKW (Anlieferung Erde, Abtransport Produkte)
- 15 Radlader zum Mobilbrecher Dolomit (inkl. Fahrweg)
- 16 Mobilbrecher
- 17 Beladeanlage Dolomit
- 18 Haldenabwurf Dolomit 2/5
- 19 Halde Dolomit 2/5
- 20 Halde Vorsieb
- 21 Radlader verladen Dolomit (inkl. Fahrweg)
- 22 SKW Vorsieb, Siebschutt zur Kippe
- 23 22.6-22.10 SKW Vorsieb, Siebschutt; 14.12-14.16 LKW Erde: zur Kippe
- 24 Erde und Siebschutt verkippen
- 25 Bagger Abraum auf SKW verladen
- 26 SKW Abraum
- 27 Abkippen SKW Abraum Kippe

7.3 Emissionen aus geführten Quellen

Beim Betrieb der Anlage sind die nachfolgend genannten Emissionen für die Entstaubungsanlagen relevant. Grundlage für die Werte bilden die in der TA Luft festgelegten Emissionsgrenzwerte sowie die übermittelten Volumenströme [4].

Tabelle 4 Emission für geführte Quellen

Gesamtstaub	Massen- konzentration in mg/m ³	Volumenstrom in Ntr m ³ /h	Massenstrom in kg/h
7 EQ Hauptwerk, Mineralbeton	20	20 365	0,41
8 EQ Splittwerk	20	18 716	0,37

7.4 Diffuse 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 5 Emissionsfaktoren Gesamtstaub

Vorgang	Emission	
Sprengabschlag	2,6	g/t _{Gut}
Umschlagen mit Bagger (Abraum)	2,9 ... 5,4	g/t _{Gut}
Umschlagen mit Radlader (Gestein, Siebschutt, Produkte)	2,2 ... 16,2	g/t _{Gut}
Abkippen vom SKW	4,2 ... 14,7	g/t _{Gut}
Abwurf von Bandanlagen	403 ... 1506	g/t _{Gut}
Beladen aus Verladeanlage	1,7 ... 7,2	g/t _{Gut}
Brechen	5 ... 25	g/t _{Gut}
Transport mit Radlader	1,6 ... 1,7	g/m Fhz.
Transport mit SKW	0,5 ... 2,7	g/m Fhz.
Transport mit LKW	0,08 ... 1,8	g/m Fhz.
Abwehung Halden	0,02 ... 0,52	g/m ² h

Mit diesen Emissionsfaktoren wurden die nachfolgenden Emissionen berechnet:

Tabelle 6 Emissionen Gesamtstaub

Nr. Quelle	Emissions-zeit	Gesamt-staub	Gesamt-staub
	h/a	kg/h	kg/a
1.1 Sprengung Muschelkalk	33	36,56	1188
1.2 Sprengung Dolomit	13	36,56	457
2 Radlader Muschelkalk	2.200	1,78	3909
3 SKW zum Vordreher	2.200	5,00	11002
4 SKW abkippen Gestein in VB	2.200	0,77	1699
5 Vordreher	2.200	0,74	1625
6 Haldenabwurf Vorsieb	2.200	10,27	22592
7 EQ Hauptwerk, Mineralbeton	2.200	0,41	896
8 EQ Splittwerk	2.200	0,37	824
9 Beladeanlage für SKW und LKW	2.200	0,66	1454
10 SKW zu den Halden	2.200	0,17	380
11 Abkippen Produkte vom SKW auf Halde	2.200	0,32	693
12.1 Halden 0/2, 2/5	2.085	1,50	658
12.2 Halden > 5	0	0	0
13 Radlader Haldenverladung, Sande, Splitte, Schotter, Gemische	2.200	0,58	1269
14 LKW	2.200	1,12	2455
15 Radlader zum Mobilbrecher Dolomit	1.000	2,57	2571
16 Mobilbrecher	1.000	3,13	3125
17 Beladeanlage Dolomit	2.200	0,03	62
18 Haldenabwurf Dolomit 2/5	1.000	38,33	38331
19 Halde Dolomit 2/5	780	0,15	27
20 Halde Vorsieb	2.085	1,50	658
21 Radlader verladen Dolomit	2.200	1,10	2423
22 SKW Vorsieb, Siebschutt zur Kippe	2.200	2,52	2517
23: 22.6-22.10 SKW Vorsieb, Siebschutt; 14.12-14.16 LKW Erde: zur Kippe	2.200	4,24	4239
24 Erde und Siebschutt verkippen	2.200	1,04	2297
25 Bagger Abraum auf SKW verladen	1.000	1,04	1035
26 SKW Abraum	1.000	7,06	7057
27 Abkippen SKW Abraum Kippe	1.000	0,58	581
Gesamt Steinbruch Haigerloch-Weildorf		160,1	116024

8 Immissionsprognose

8.1 Notwendigkeit der Ausbreitungsrechnung

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [11] 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 [13] „*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.

8.2 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 7 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 Freistaates Sachsen [27] 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.

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 8 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	0,78
nicht über Schornsteine abgeleitete Emissionen		
Staub (ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe)	0,1	160

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 9.5.31 TG 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:

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 5,76 km · 4,8 km und einem geschachtelten Rechengitter mit Maschenweiten von 3 m bis 48 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, zu $z_0 = 0,2$ bestimmt. Wie der Anlage 1.2 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:

Das Gebäude des Schotterwerkes und die Dolomitanlage wurden in der Berechnung mit einer mittleren Höhe von 20 m berücksichtigt. Die Werkstatt und das Büro gehen mit ca. 6 m in die Berechnung ein.

Quellen:

Im Berechnungsprogramm können Emissionsquellen in unterschiedliche Quelltypen unterschieden werden.

Abluftkamine werden als Punktquellen definiert. Fahrwege gehen als Linienquellen in das Modell ein. Verteilt sich die Emission einer Quelle flächig vom Boden bis zu einer definierten Höhe, wird diese als Volumenquelle (z.B. Halden, Brecheranlagen, Radladerumschlag) definiert.

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

Die Berechnung der Emissionen befindet sich in Anlage 2. Bei der Berechnung der Emissionen durch Fahrbewegungen wurde nur der natürliche Niederschlag berücksichtigt. Die „Kennzahl für die Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen“ wurde mit dem Wert $k_M = 0$ bewertet.

Für die Einhausung des Vordrehers wurde eine Minderung der Staubemissionen von 80 % angenommen.

Die Quellen wurden mit den beschriebenen Parametern eingegeben. Die Parameter und Emissionsdaten sind der Anlage 3 zu entnehmen. Ein Emissionsquellenplan ist in der Anlage 1.4 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 %) (vgl. Abschnitt 6.1).

Ausbreitungsklassenzeitreihe

Die Windrichtungsverteilung und die Windgeschwindigkeiten wurden mit einer Ausbreitungsklassenzeitreihe der Station Balingen-Bronnhaupten [17] 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:

Im Rechengebiet beträgt die Geländesteigung teilweise mehr als 1:5. Aufgrund dieser Geländesteigung ist das diagnostische Windfeldmodell TALdia nicht anwendbar.

Deshalb wurde durch die IFU GmbH eine prognostische Windfeldbibliothek für den Standort berechnet [18], die für die Ausbreitungsrechnung zugrundegelegt wurde.

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 wurde die nächste Bebauung als Immissionspunkte für die Berechnungen festgelegt (BUP).

Zusätzlich ergaben sich bei der Auswertung der Berechnung weitere Punkte, die als Analysepunkte betrachtet wurden (ANP).

Die Lage der Immissionspunkte ist der Anlage 1.1 zu entnehmen.

Tabelle 9 Immissionsaufpunkte

Immissionsaufpunkte	
BUP 1:	Karlstal 1
BUP 2:	Karlstal 3
BUP 3:	Karlstal 2
BUP 4:	Schulzentrum Haigerloch
BUP 5:	Freibad Haigerloch
BUP 6:	Pfeifferweg 4 , Haigerloch
BUP 7:	Am Bildstöckle, Weildorf
BUP 8:	Theresienstraße 24, Weildorf
ANP 1:	Friedrich-Schüz-Weg 5, Haigerloch
ANP 2:	Vorstadt 10, Trillfingen

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. Es werden die nächsten Immissionsaufpunkte in den umliegenden Gemeinden beurteilt.

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 Kapitel 7 genannten Kenndaten der Emissionsquellen.

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

Tabelle 10 Immissionszusatzbelastung (IZ)

Zusatzbelastung (IZ)		Staubniederschlag in g/(m²·d)	Schwebstaub PM10 in µg/m³
BUP 1	Karlstal 1	0,0302	4,79
BUP 2	Karlstal 3	0,0800	9,34
BUP 3	Karlstal 2	0,0435	5,98
BUP 4	Schulzentrum Haigerloch	0,0033	0,73
BUP 5	Freibad Haigerloch	0,0650	11,64
BUP 6	Pfeifferweg 4 , Haigerloch	0,0254	4,68
BUP 7	Am Bildstöckle, Weildorf	0,0040	1,23
BUP 8	Theresienstraße 24, Weildorf	0,0013	0,63
ANP 1	Friedrich-Schüz-Weg 5, Haigerloch	0,0283	5,49
ANP 2	Vorstadt 10, Trillfingen	0,0083	2,95
<i>Irrel. IZ 4.2.2 TA Luft =</i>		<i>0,0105</i>	<i>1,2</i>

Der Irrelevanzwert für Schwebstaub und für Staubniederschlag wird an einigen Beurteilungspunkten überschritten, sodass eine Bestimmung der Gesamtbelastung nach TA Luft notwendig ist.

10.3 Ermittlung der Gesamtbelastung - Stäube

Zur Ermittlung der Gesamtbelastung werden die maximal beaufschlagten Immissionsaufpunkte betrachtet.

Tabelle 11 Beurteilungspunkte

BUP	Bebauung
BUP 2	Karlstal 3
BUP 5	Freibad Haigerloch
BUP 7	Am Bildstöckle, Weildorf
ANP 1	Friedrich-Schüz-Weg 5, Haigerloch
ANP 2	Vorstadt 10, Trillfingen

Unter Berücksichtigung der Vorbelastungswerte ergibt sich für Schwebstaub und Staubniederschlag die folgende Gesamtbelastung. Die ausführlichen Berechnungen der Gesamtbelastung befinden sich in den Anlage 4.6.

Tabelle 12 Immissionsgesamtbelastung der Beurteilungspunkte (IG)

Beurteilungspunkte		Immissionsjahreswert	
		Staubniederschlag	Schwebstaub PM10
		in g/(m ² ·d)	in µg/m ³
Vorbelastung IV		0,06	16
BUP 2	Karlstal 3	0,14	25
BUP 5	Freibad Haigerloch	0,13	28
BUP 7	Am Bildstöckle, Weildorf	0,06	17
ANP 1	Friedrich-Schütz-Weg 5, Haigerloch	0,09	21
ANP2	Vorstadt 10, Trillfingen	0,07	19
Immissionswert		0,35	40
Äquivalenzwert		-	30

Immissionsjahreswert Schwebstaub PM10 und Staubniederschlag

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

Wie die Auswertung zeigt, wird durch die Gesamtbelastung der Immissionsjahreswert für Staubniederschlag zu ca. 40 % ausgeschöpft und für Schwebstaub PM10 zu ca. 70 %. Eine Überschreitung des Immissionswertes ist somit nicht zu befürchten.

Immissionstageswert Schwebstaub PM10 mit zulässiger Überschreitung

Aus den Messreihen der Umweltmessstationen wurde ein Zusammenhang zwischen Jahresmittelwert und Tagesmittelwert und dessen zulässiger Überschreitungshäufigkeit festgestellt.

Der Jahresmittelwert, bei dem auch die Einhaltung des Tagesmittelwertes sichergestellt ist, beträgt 30 µg/m³ (Äquivalenzwert) [30].

Wie die Auswertung ergibt, wird dieser Wert im zu betrachtenden Fall unterschritten.

Der Tagesmittelwert mit der zulässigen Überschreitungshäufigkeit wird somit ebenfalls eingehalten.

10.4 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 7 dieses Gutachtens genannten Eingangsdaten durchgeführt. Eine zusätzliche Emissionsminderung wurde nicht berücksichtigt.

Die Berechnungsergebnisse stellen somit einen Maximalzustand dar.

11 Zusammenfassung

Die Fa. Engelbert Schneider GmbH & Co. KG betreibt in Haigerloch-Weildorf einen Muschelkalk- und Dolomitsteinbruch einschließlich diverser Aufbereitungsanlagen.

Zur langfristigen Sicherung der Rohstoffversorgung des Schotterwerkes plant die Engelbert Schneider GmbH & Co. KG eine Erweiterung des Abbaus in westliche Richtung um ca. 6 ha.

Das Vorhaben wurde während eines Scopingtermins am 15.06.2018 vorgestellt [1].

Durch das Landratsamt Zollernalbkreis, SG Immissionsschutz, wird die Fortschreibung der Staubimmissionsprognose nach TA Luft gefordert [2].

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 28.05.2019 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 9.5.31 TG der Firma Argusoft implementiert ist.

Die Berechnungen und Beurteilungen wurden in einem Rechengebiet von 5,76 km · 4,8 km und einem geschachtelten Rechengitter mit Maschenweiten von 3 m bis 48 m durchgeführt. Die Bodenrauigkeit und die Landnutzung wurden nach dem CORINE-Kataster berechnet. Die Geländeunebenheiten wurden durch ein digitales Geländemodell berücksichtigt. Mit der Ausbreitungsklassenzeitreihe der Station Balingen-Bronnhaupten wurde die Windrichtungsverteilung am Standort durch ein prognostisches Windfeldmodell berechnet. Unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit wurde die Ausbreitungsrechnung für Stäube durchgeführt.

Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung

An den maximal beaufschlagten Beurteilungspunkten in Karlstal, Haigerloch, Weildorf und Trillfingen werden die zulässigen Immissions-Jahreswerte durch die Gesamtbelastung für Schwebstaub und Staubbiederschlag unterschritten. Es kann ebenso davon ausgegangen werden, dass auch der Immissionstageswert für Schwebstaub PM10 mit den zulässigen Überschreitungshäufigkeiten sicher eingehalten wird. Somit sind die Kriterien nach den Ziffern 4.7.1 und 4.7.2 b) TA Luft erfüllt.

Schlussfolgerungen

Bei Einhaltung der genannten Minderungsmaßnahmen werden durch die Anlagen an allen maßgebenden Beurteilungspunkten weiterhin 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 den Betrieb und die Erweiterung des Steinbruchs Haigerloch-Weildorf der Engelbert Schneider GmbH & Co. KG.

12 Bewertung nach der Neufassung der TA Luft

Die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft wurde neu gefasst und ist am 01.12.2021 in Kraft getreten. Mit der Neufassung sind einige Änderungen verbunden, die sich auf die Ausbreitungsberechnung und die Immissionsbewertung auswirken. Die Ergebnisse dieses Gutachtens werden auf die Vorgaben der geänderten TA Luft hin überprüft.

12.1 Emissionsberechnungen

Die Berechnungen der Emissionen für die diffusen Vorgänge erfolgten nach der VDI 3790 Bl. 3 (Lagerung, Umschlag) und der VDI 3790 Bl. 4 (Fahrwege). Für die Emissionen der Abluftanlagen wurden die letzten vorliegenden Emissionsmessberichte herangezogen. Die Herangehensweise nach der TA Luft 2021 ist identisch.

Wie in Punkt 5.1 dargestellt, wird die Gesamtemission des diffusen Staubes durch Umschlag und Lagerung auf die Korngrößenklassen 2, 3 und 4 nach allgemein anerkannter Vorgehensweise aufgeteilt. Die Fraktion Partikel ($PM_{2,5}$) ist in der Klasse Partikel (PM_{10}) enthalten, jedoch ist deren Anteil nicht hinreichend bekannt. Lediglich für Fahrwege wird die Emission von $PM_{2,5}$ berechnet. Eine Neuberechnung der Emissionen würde hier zu keinen anderen Werten führen.

Eine Neuberechnung der Emissionen ist somit nicht erforderlich.

12.2 Bagatellmassenströme

Die Ermittlung der Immissionskenngrößen ist im Genehmigungsverfahren nicht erforderlich, wenn die in Nr. 4.6.1.1 TA Tabelle 7 Luft dargestellten Bagatellmassenströme nicht überschritten werden.

Tabelle 13 Bagatellmassenstrom nach Nummer 4.6.1.1 TA Luft

Schadstoffe	Bagatell- massenstrom	Anlagen- emissionen
	in kg/h	
über Schornsteine abgeleitete Emissionen		
Gesamtstaub ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	1,0	0,78
Partikel (PM ₁₀) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,8	0,5*
Partikel (PM _{2,5}) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,5	0,2*
nicht über Schornsteine abgeleitete Emissionen (diffuse Emissionen)		
Gesamtstaub ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,1	160
Partikel (PM ₁₀) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,08	36,8
Partikel (PM _{2,5}) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,05	> 0,6

*Ist die Korngrößenverteilung nicht im Einzelnen bekannt, dann ist PM₁₀ aus diffusen Quellen wie Staub der Klasse 2, PM₁₀ aus gefassten Quellen zu 30 Massenprozent wie Staub der Klasse 1 und zu 70 Massenprozent wie Staub der Klasse 2 zu behandeln.

Die Bagatellmassenströme werden weiterhin überschritten. Eine Ausbreitungsrechnung für Stäube ist weiterhin erforderlich.

12.3 Ausbreitungsrechnung

Die Ausbreitungsrechnung erfolgt nach Anhang 2 der TA Luft. Das zu verwendende Verfahren beruht weiterhin auf der VDI 3945 Bl. 3 (Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Partikelmodell - Ausgabe September 2000). Die VDI-Richtlinie bildete auch für die TA Luft 2002 die Grundlage. Die Umsetzung der Richtlinie erfolgte mit den Modellen AUSTAL2000 bzw. AUSTAL3.0 für die TA Luft 2021. Die Deposition ist gemäß der in der Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 (Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter - Ausgabe April 2006) beschriebenen Verfahren zu berechnen.

Bei der Bewertung der Staubdeposition sind nun zusätzlich in der Ausbreitungsrechnung mit AUSTAL3.0 die Niederschlagsintensitäten zu beachten. Das Berechnungsmodell weist bei Berücksichtigung der Niederschläge die Ergebnisse dann getrennt in nasse und trockene Deposition sowie der Summe der beiden aus. Ohne Berücksichtigung von Auswaschungen und nasser Deposition wird nur die trockene Deposition bewertet. Da der durch Auswaschung berechnete Teil aus der Ausbreitungssituation entfernt wird, stellen die ohne Niederschlag berechneten Immissionen somit den kritischeren Zustand dar.

Für die übrigen Parameter der Ausbreitungsrechnung (Korngrößenverteilung, Rechengebiet, Aufpunkte, Meteorologische Daten, Berücksichtigung von Bebauung, prognostische Windfeldberechnung, Statische Unsicherheit) ergeben sich durch die neue TA Luft keine Änderungen.

Eine erneute Durchführung der Ausbreitungsrechnung ist somit nicht erforderlich.

12.4 Immissionswerte und Immissionen

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.

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

Tabelle 14 Immissionswerte nach TA Luft

Stoff/ Stoffgruppe	Immissions- wert	Mittelungs- zeitraum	Zulässige Überschrei- tungshäufigkeit im Jahr
Immissionswerte nach Nummer 4.2.1 TA Luft Schutz der menschlichen Gesundheit			
Partikel (PM ₁₀)	40 µg/m ³ 50 µg/m ³	Jahr 24 Stunden	- 35 ¹⁾
¹⁾ Bei einem Jahreswert von unter 28 µg/m ³ gilt der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert als eingehalten.			
Partikel (PM _{2,5})	25 µg/m ³	Jahr	-
Immissionswerte nach Nummer 4.3.1 TA Luft Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag			
Staubbiederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35 g/(m ² -d)	Jahr	-

Die Immissionswerte der Neufassung der TA Luft für Partikel (PM₁₀) und Staubbiederschlag sind identisch mit den Immissionswerten der alten TA Luft von 2002. Hier ergeben sich keine Änderungen.

Neu hinzugekommen ist die Bewertung der Partikel (PM_{2,5}). Für Partikel (PM_{2,5}) liegen jedoch, wie oben bereits beschrieben, nur unzureichende Kenntnisse zu den Emissionsanteilen vor. Die Bewertung der Partikel (PM_{2,5}) erfolgt deshalb nach einem allgemeinen Näherungsverfahren.

Für Partikel (PM_{2,5}) wird allgemein ein Anteil von ca. 70 % der Partikel (PM₁₀) angegeben. Aus den Ergebnissen der Ausbreitungsberechnung ergeben sich somit an den maximal beaufschlagten Aufpunkten die folgenden Werte:

Tabelle 15 Immissionszusatzbelastung (IZ)

Zusatzbelastung (IZ)		Staubbiederschlag in g/(m ² -d)	Partikel (PM ₁₀) in µg/m ³	Partikel (PM _{2,5}) in µg/m ³
BUP 2	Karlstal 3	0,0800	9,34	6,54
BUP 5	Freibad Haigerloch	0,0650	11,64	8,15

An der Messstation Tübingen wurde 2019 für Partikel (PM₁₀) ein Jahresmittel von 15 µg/m³ und für Partikel (PM_{2,5}) von 10 µg/m³ ermittelt.

Die Komponente Staubbiederschlag wird in Baden-Württemberg nur noch an 6 Stationen gemessen. Die nächste vergleichbare Station wäre hier Stuttgart-Bad Cannstatt mit 0,05 g/(m² d).

Die Vorbelastung für Stäube hat sich nicht wesentlich verändert. Für die Gesamtbelastung ergibt sich:

Tabelle 16 Immissionsgesamtbelastung der Beurteilungspunkte (IG)

Beurteilungspunkte		Immissionsjahreswert		
		Staubnieder- schlag	Partikel (PM ₁₀) in µg/m³	Partikel (PM _{2,5}) in µg/m³
		in g/(m²·d)	in µg/m³	
Vorbelastung IV		0,05	15	10
Zusatzbelastung				
BUP 2	Karlstal 3	0,0800	9,34	6,54
BUP 5	Freibad Haigerloch	0,0650	11,64	8,15
Gesamtbelastung				
BUP 2	Karlstal 3	0,13	24	17
BUP 5	Freibad Haigerloch	0,12	27	18
Immissionswert		0,35	40¹⁾	25
¹⁾ Bei einem Jahreswert von unter 28 µg/m³ gilt der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert als eingehalten.				

Die Immissionswerte der geänderten TA Luft für Staubniederschlag und Partikel (PM₁₀) und Partikel (PM_{2,5}) werden durch die Gesamtbelastung eingehalten.

Der Tagesmittelwert mit der zulässigen Überschreitungshäufigkeit wird unter Anwendung des Äquivalenzwertes ebenfalls eingehalten.

Durch die Anlagen werden an allen maßgebenden Beurteilungspunkten weiterhin keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorgerufen.

Eine Neuberechnung ist nicht erforderlich.

Anlagen

- 1 Karten und Pläne
- 2 Berechnung der Emissionen
- 3 Berechnungseingangsdaten
- 4 Berechnungsergebnisse
- 5 Detaillierte Prüfung
- 6 Windfeldberechnung

Anlage

1 Karten und Pläne

- 1.1 Auszug aus der topografischen Karte
- 1.2 Berechnungsmodell mit Rauigkeitslänge
- 1.3 Geländemodell mit Steigung
- 1.4 Emissionsquellenplan

PROJEKT-TITEL:

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Erweiterung Steinbruch Haigerloch-Weildorf

BEMERKUNGEN:

Anlage
1.1 Auszug aus der topografischen
Karte

STOFF:

PM

QUELLEN:

58

FIRMENNAME:

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

BEARBEITER:

Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold

DATUM:

21.10.2019

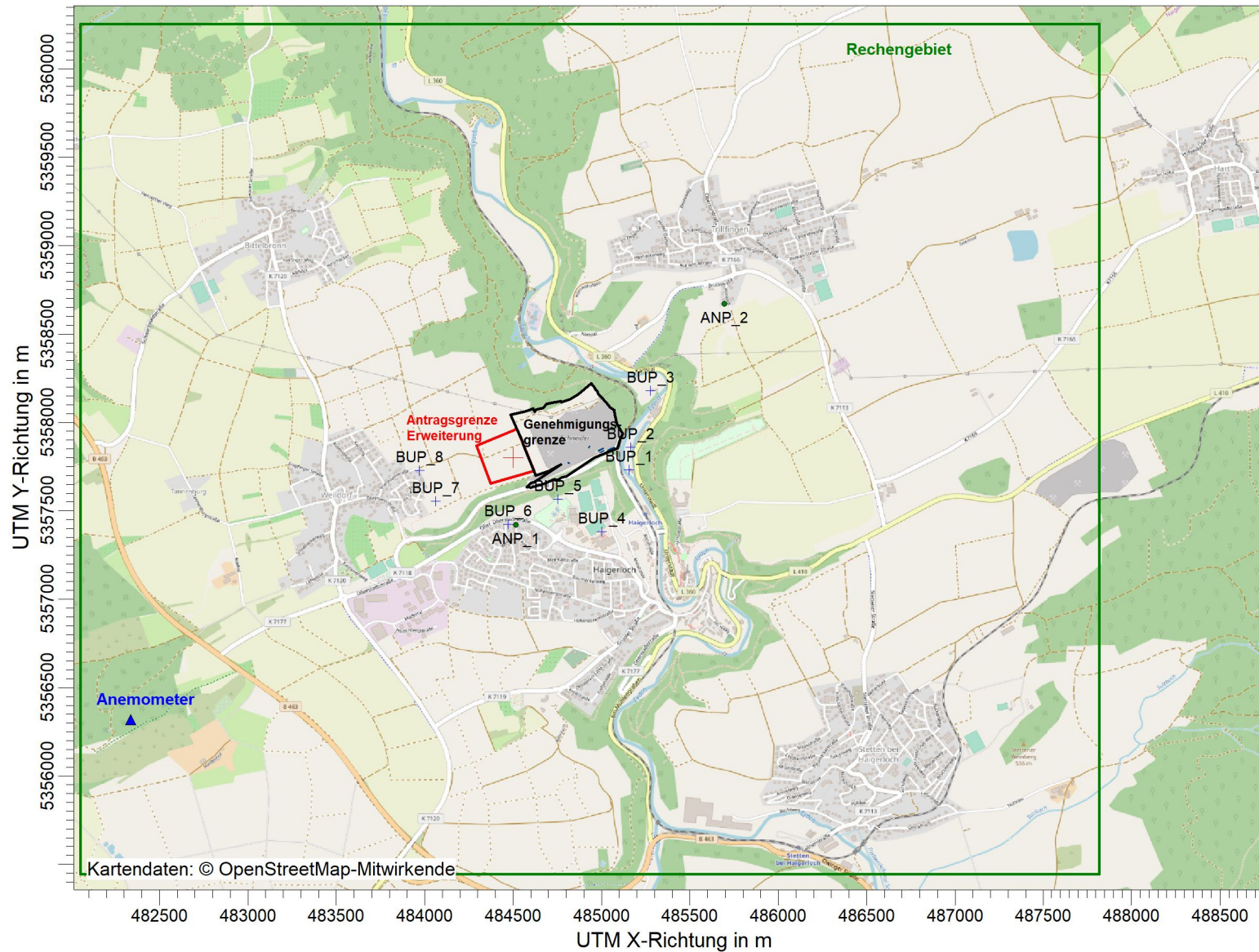
MAßSTAB: 1:35.000

0 1 km

Ingenieurbüro
Ulbricht GmbH

PROJEKT-NR.:

401.0539/19



PROJEKT-TITEL:

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Erweiterung Steinbruch Haigerloch-Weildorf

BEMERKUNGEN:

Anlage
1.2 Berechnungsmodell mit
Rauigkeitslänge

FIRMENNAME:

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

BEARBEITER:

Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold

DATUM:

21.10.2019

MAßSTAB:

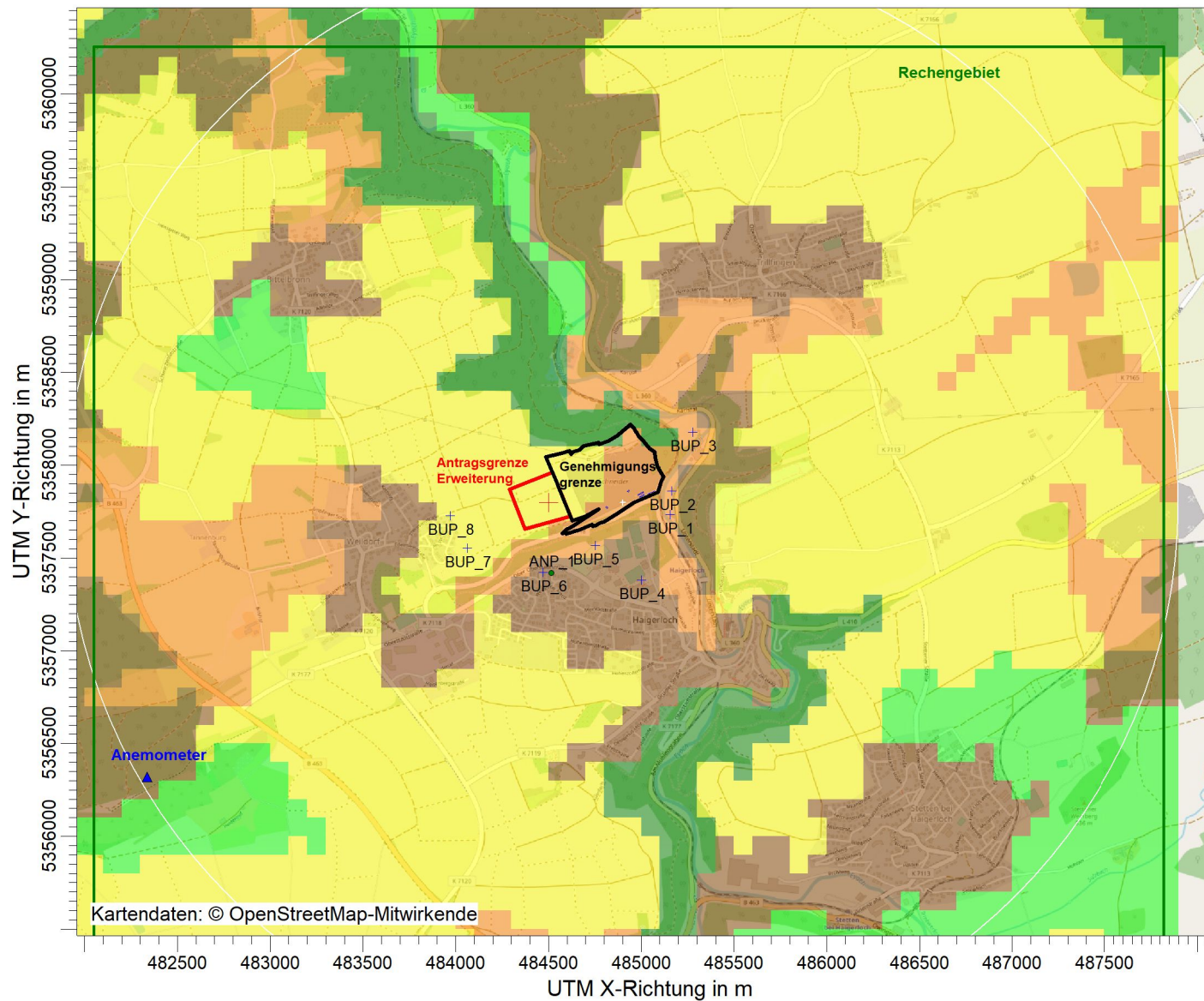
1:35.000

0 1 km

**Ingenieurbüro
Ulbricht GmbH**

PROJEKT-NR.:

401.0539/19



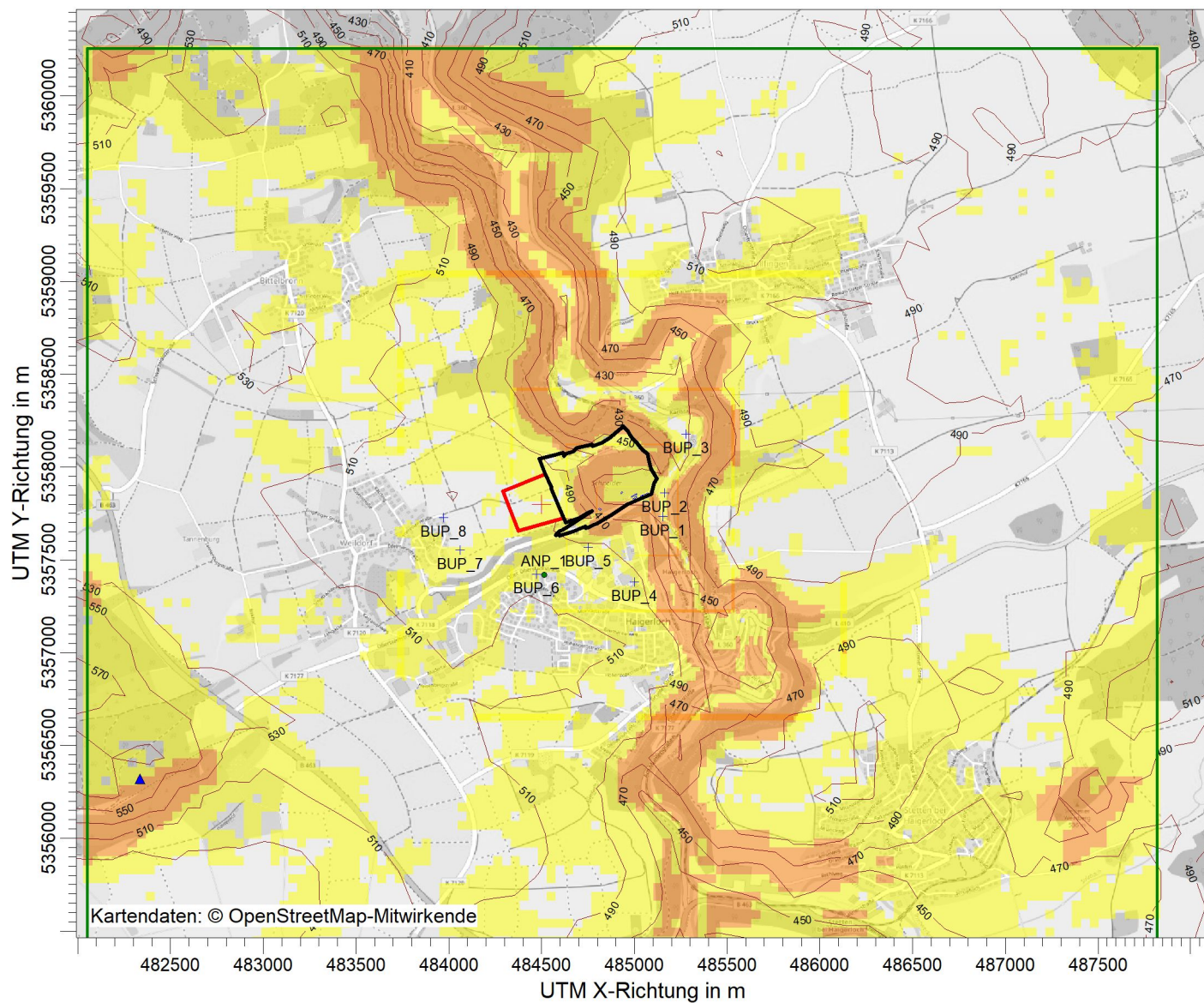
PROJEKT-TITEL:

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

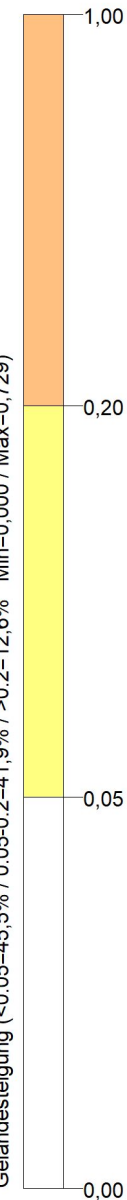
Erweiterung Steinbruch Haigerloch-Weildorf

BEMERKUNGEN:

Anlage
1.3 Geländemodell mit Steigung



Geländesteigung (<0,05=45,5% / 0,05-0,2=41,9% / >0,2=12,6% Min=0,000 / Max=0,729)



FIRMENNAME:

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

BEARBEITER:

Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold

DATUM:

21.10.2019

MAßSTAB:

1:35.000

0 1 km

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

PROJEKT-NR.:

401.0539/19

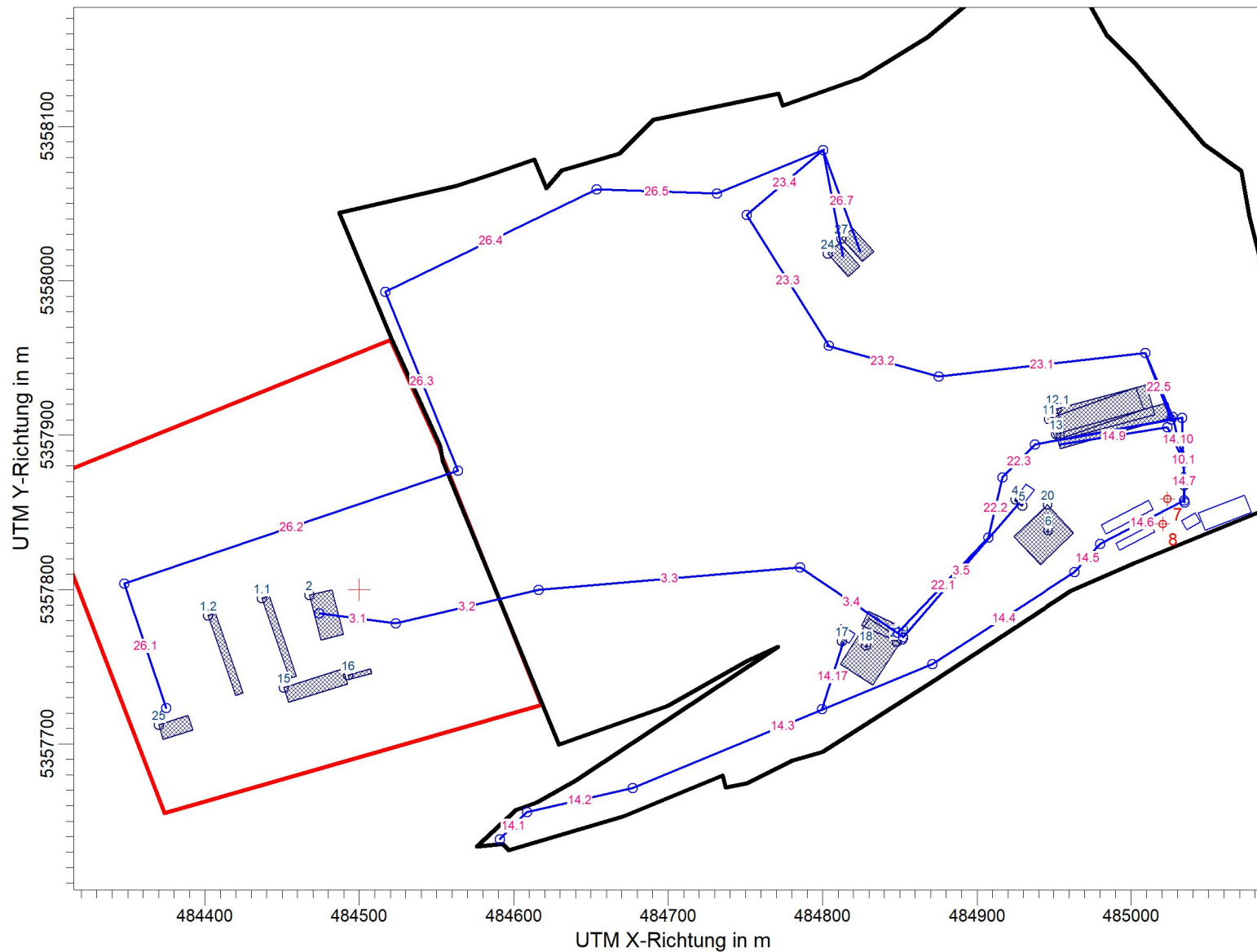
PROJEKT-TITEL:

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Erweiterung Steinbruch Haigerloch-Weildorf

BEMERKUNGEN:

Anlage
1.4 Emissionsquellenplan



FIRMENNAME:

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

BEARBEITER:

Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold

DATUM:

21.10.2019

MAßSTAB: 1:4.000

0 0,1 km

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

PROJEKT-NR.:

401.0539/19

Anlage

2 Berechnung der Emissionen

2.1 Emissionsquellen und Emissionen

Folgende Berechnungsmethodik wurde bei der Ermittlung der Durchsätze und Emissionen angewendet:
 genehmigt mo-fr 06.00-17.00 Uhr, Regelarbeitszeit 10 h; 220 AT, April - Dezember

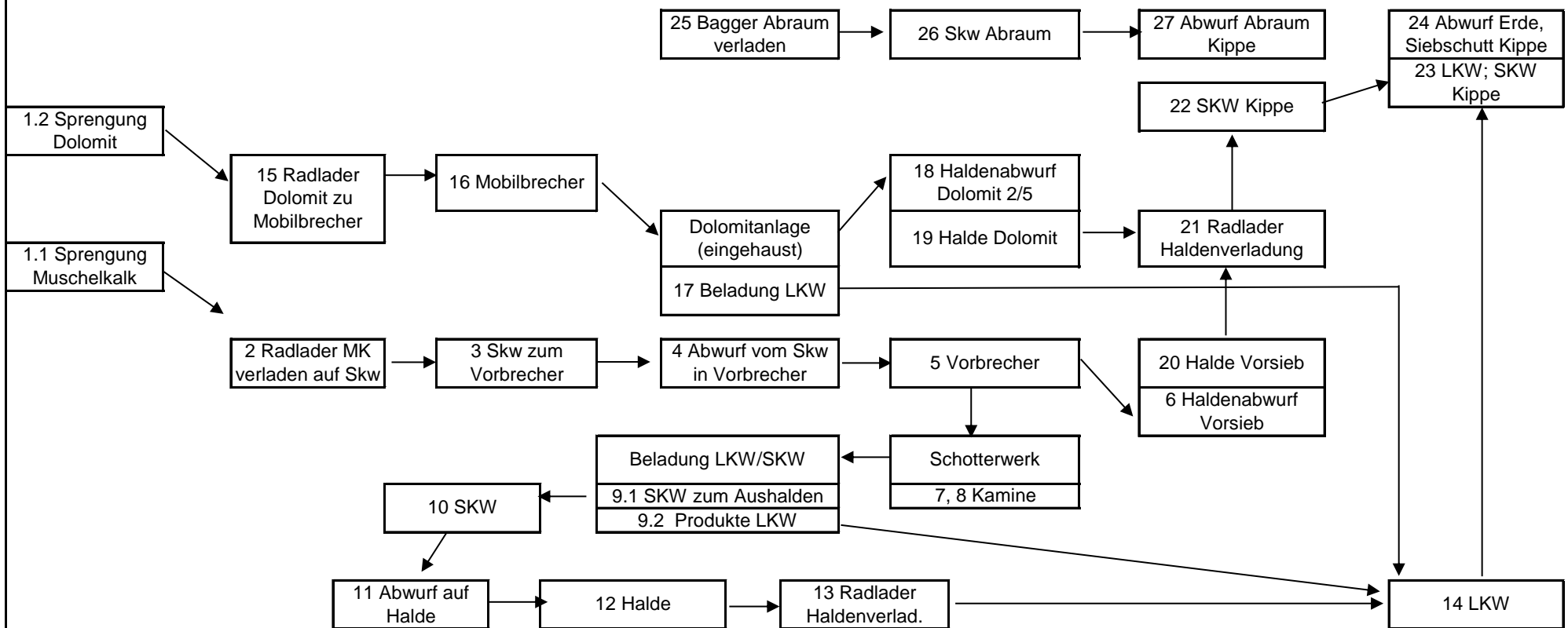
	t/a	t/d	t/h	h/d	AT/a	h/a	Fhz./h	Fhz./d
Abraum	125.000	1.250	125	10	100	1.000	4,2	42
Muschelkalk	325.000	1.477	148	10	220	2.200	3,7	37
Vorsieb Verkipfung	15.000	68	6,8	10	220	2.200	0,2	2
Aufbereitung	310.000	1.409	141	10	220	2.200		
Siloverladung 80%	248.000	1.127	113	10	220	2.200	5,6	56
Haldenverladung 20%	62.000	282	28	10	220	2.200	1,4	14
Halden Kipper 20 %	62.000	282	28	10	220	2.200	0,9	9
Sande 1/3	20.667	94	9,4	10	220	2.200	0,5	5
Splitt, Schotter 1/3	20.667	94	9,4	10	220	2.200	0,5	5
MG 1/3	20.667	94	9,4	10	220	2.200	0,5	5
<i>Kontrolle</i>	62.000	282	28					
Dolomit	125.000	1.250	125	10	100	1.000		
Dolomit-Vorsieb	95.000	950	95	10	100	1.000		
Dolomit Verkipfung	95.000	432	43	10	220	2.200	1,4	14
Dolomit Verladung	30.000	136	14	10	220	2.200	0,7	7
Erdanlieferung	150.000	682	68	10	220	2.200	3,4	34
LKW-Gesamt	490.000	2.227	223	10	220	2.200	11,1	111

Ladekapazitäten:		
Kipper Abraum	30	t
Kipper Gestein	40	t
Kipper Kippe	30	t
Kipper Halden	30	t
LKW	20	t
Bagger Abraum	5	t
Radlader Muschelk.	15	t
Radlader Verladg.	10	t
Radlader Dolomit	15	t

Korngrößenverteilung des diffusen Staubes

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

Schüttgut	Staubentwicklung	a	ρS t/m³
Deckgeb./Abraum	nicht wahrnehmbar	10	2,0
Rohgestein, gesprengt	nicht wahrnehmbar	10	2,6
Vorsieb	schwach	31,6	2,0
Sande	schwach	31,6	2,0
Splitte, Schotter	nicht wahrnehmbar	10	1,8
MG	schwach	31,6	2,0
Bodenaushub extern	nicht wahrnehmbar	10	1,6



Zusammenfassung der Emissionen								
Nr. Quelle	Durchsatz	Emissions-zeit	Gesamt-staub	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM ₅₀	PM _{>50}	Gesamt-staub
	t/h	h/a	kg/h					kg/a
1.1 Sprengung Muschelkalk	10.000	33	36,56		7,31	29,25		1188
1.2 Sprengung Dolomit	10.000	13	36,56		7,31	29,25		457
2 Radlader Muschelkalk (inkl. 2.1 Fahrweg)	148	2.200	1,78	0,012	0,46	0,93	0,51	3909
3 SKW zum Vorbrecher	148	2.200	5,00	0,141	1,42	5,00		11002
4 SKW abkippen Gestein in VB	148	2.200	0,77		0,19	0,29	0,29	1699
5 Vorbrecher	148	2.200	0,74		0,18	0,28	0,28	1625
6 Haldenabwurf Vorsieb	7	2.200	10,27		2,57	3,85	3,85	22592
7 EQ Hauptwerk, Mineralbeton		2.200	0,41		0,35	0,03	0,03	896
8 EQ Splittwerk		2.200	0,37		0,32	0,03	0,03	824
9 Beladeanlage für SKW und LKW	141	2.200	0,66		0,17	0,25	0,25	1454
10 SKW zu den Halden	28	2200	0,17	0,005	0,05	0,17		380
11 Abkippen Produkte vom SKW auf Halde	28	2.200	0,32		0,08	0,12	0,12	693
12.1 Halden 0/2, 2/5		2.085	1,50		0,37	0,56	0,56	658
12.2 Halden > 5		0	0					0
13 Radlader Haldenverladung, Sande, Splitte, Schotter, Gemische (inkl. 13.1 Fahrweg)	28	2.200	0,58	0,003	0,15	0,29	0,17	1269
14 LKW	223	2.200	1,12	0,044	0,26	1,12		2455
15 Radlader zum Mobilbrecher Dolomit (inkl. 15.1 Fahrweg)	125	1.000	2,57	0,040	0,69	1,85	0,43	2571
16 Mobilbrecher	125	1.000	3,13		0,78	1,17	1,17	3125
17 Beladeanlage Dolomit	14	2.200	0,03		0,01	0,01	0,01	62
18 Haldenabwurf Dolomit 2/5	95	1.000	38,33		9,58	14,37	14,37	38331
19 Halde Dolomit 2/5		780	0,15		0,04	0,06	0,06	27
20 Halde Vorsieb		2.085	1,50		0,37	0,56	0,56	658
21 Radlader verladen Dolomit (inkl. 21.1 Fahrweg)	43	2.200	1,10	0,005	0,28	0,52	0,35	2423
22 SKW Vorsieb, Siebschutt zur Kippe	50	2.200	2,52	0,071	0,71	2,52		2517
23: 22.6-22.10 SKW Vorsieb, Siebschutt; 14.12-14.16 LKW Erde: zur Kippe	118	2.200	4,24	0,120	1,20	4,24		4239
24 Erde und Siebschutt verkippen	118	2.200	1,04		0,26	0,39	0,39	2297
25 Bagger Abraum auf SKW verladen	125	1.000	1,04		0,26	0,39	0,39	1035
26 SKW Abraum	125	1000	7,06	0,199	2,00	7,06		7057
27 Abkippen SKW Abraum Kippe	125	1.000	0,58		0,15	0,22	0,22	581
Gesamt Steinbruch Haigerloch-Weildorf			160,1	0,6	37,5	104,8	24,0	116024

Umschlag												$q_{auf} = q_{norm} \cdot \rho_S \cdot k_U \cdot \frac{g}{t_{Gut}}$										$\dot{Q}_U = q_x \cdot \dot{M} \cdot \frac{g}{h}$
Aufnahme q_{norm} nach Tabelle 11 VDI3790 Bl.3, 01/2010																						
Abwurf diskontinuierlich $q_{norm} \approx a \cdot 2,7 \cdot M^{-0,5} \cdot \frac{g}{t_{Gut}} \cdot \frac{m^3}{t}$								$q_{norm,korr} = q_{norm} \cdot k_H \cdot 0,5 \cdot k_{Gerät} \cdot \frac{g}{t_{Gut}} \cdot \frac{m^3}{t}$														
kontinuierlich $q_{norm} \approx a \cdot 83,3 \cdot \dot{M}^{-0,5} \cdot \frac{g}{t_{Gut}} \cdot \frac{m^3}{t}$								$q_{ab} = q_{norm,korr} \cdot \rho_S \cdot k_U \cdot \frac{g}{t_{Gut}}$														
LfNr. Quelle	Menge	Abwurfhöhe	Auswirkungsfaktor	Korrekturfaktor	Umweltfaktor	Gewichtungsfaktor	Schüttdichte	Emissionsfaktoren				Massenstrom		Betriebszeit pro Jahr	Emissionen pro Stunde					Emissionen pro Jahr		
	M t/Hub M t/h	Hfrei m	kH	kGerät	kU	a	ρs t/m³	qnorm (g/tGut)*(m³/t)	qnorm,korr (g/tGut)*(m³/t)	qAuf bzw. qAb g/tGut		M t/h	t/a		t h/a	Gesamtstaub kg/h	PM2,5 kg/h	PM10 kg/h	PM50 kg/h		PM>50 kg/h	Gesamtstaub kg/a
2.2 RL aufnehmen					0,9	10,0	2,6	3,0		7,0		148		2200	1,04		0,26	0,39	0,39	2282		
2.3 RL abgeben	15	0,5	0,2	1,5	0,9	10,0	2,6	7,0	0,9	2,2		148		2200	0,32		0,08	0,12	0,12	703		
2 Radlader Muschelkalk (inkl. 2.1 Fahrweg)												148	325000	2200	1,78	0,012	0,46	0,93	0,51	3909		
4 SKW abkippen Gestein in VB	40	1,5	0,7	1,5	0,9	10,0	2,6	4,3	2,2	5,2	überdacht	148	325000	2200	0,77		0,19	0,29	0,29	1699		
6 Haldenabwurf Vorsieb	7	3,0	1,7	1,0	0,9	31,6	2,0	1.008	837	1.506		6,8	15000	2200	10,27		2,57	3,85	3,85	22592		
9.1.1 Beladeanlage, Sande	30	1,0	0,4	1,0	0,9	31,6	2,0	15,6	3,3	5,9		38	82667	2200	0,22		0,06	0,08	0,08	487		
9.1.2 Beladeanlage, Splitte, Schotter	30	1,0	0,4	1,0	0,9	10,0	1,8	4,9	1,0	1,7		38	82667	2200	0,06		0,02	0,02	0,02	139		
9.1.3 Beladeanlage, Gemische	30	1,0	0,4	1,0	0,9	31,6	2,0	15,6	3,3	5,9		38	82667	2200	0,22		0,06	0,08	0,08	487		
9.2.1 Beladeanlage, Sande	20	1,0	0,4	1,0	0,9	31,6	2,0	19,1	4,0	7,2		9	20667	2200	0,07		0,02	0,03	0,03	149		

9.2.2 Belade- anlage, Splitte, Schotter	20	1,0	0,4	1,0	0,9	10,0	1,8	6,0	1,3	2,1		9	20667	2200	0,02		0,00	0,01	0,01	42
9.2.3 Belade- anlage, Gemische	20	1,0	0,4	1,0	0,9	31,6	2,0	19,1	4,0	7,2		9	20667	2200	0,07		0,02	0,03	0,03	149
9 Beladeanlage für SKW und LKW												141	310000	2200	0,66		0,17	0,25	0,25	1454
11.1 SKW Abkippen, Sande	30	1,5	0,7	1,5	0,9	31,6	2,0	15,6	8,2	14,7		9	20667	2200	0,138		0,034	0,052	0,052	303
11.2 SKW Abkippen Splitte	30	1,5	0,7	1,5	0,9	10,0	1,8	4,9	2,6	4,2		9	20667	2200	0,04		0,010	0,015	0,015	86
11.4 SKW Abkip- pen Gemisch	30	1,5	0,7	1,5	0,9	31,6	2,0	15,6	8,2	14,7		9	20667	2200	0,14		0,034	0,052	0,052	303
11 Abkippen Produkte vom SKW auf Halde												28	62000	2200	0,32		0,08	0,12	0,12	693
13.2.1 RL auf - nehmen Sande					0,9	31,6	2,0	9,0		16,2		9,4	20667	2200	0,15		0,04	0,06	0,06	335
13.2.2 RL abgeben	15	0,5	0,2	1,5	0,9	31,6	2,0	22,0	2,9	5,3		9,4		2200	0,05		0,01	0,02	0,02	109
13.3.1 RL auf - nehmen Splitte, Schotter					0,9	10,0	1,8	3,0		4,9		9,4	20667	2200	0,05		0,01	0,02	0,02	100
13.3.2 RL abgeben	15	0,5	0,2	1,5	0,9	10,0	1,8	7,0	0,9	1,5		9,4		2200	0,01		0,00	0,01	0,01	31
13.4.1 RL auf - neh. MG					0,9	31,6	2,0	9,0		16,2		9,4	20667	2200	0,15		0,04	0,06	0,06	335
13.4.2 RL abgeben	15	0,5	0,2	1,5	0,9	31,6	2,0	22,0	2,9	5,3		9,4		2200	0,05		0,01	0,02	0,02	109
13 Radlader Haldenverladung, Sande, Splitte, Schotter, Gemische (inkl. 13.1 Fahrweg)												28	62000	2200	0,58	0,003	0,15	0,29	0,17	1269
15.2 RL aufnehmen					0,9	10,0	2,6	3,0		7,0		125	125000	1000	0,88		0,22	0,33	0,33	878
15.3 RL abgeben	15	0,5	0,2	1,5	0,9	10,0	2,6	7,0	0,9	2,2		125		1000	0,27		0,07	0,10	0,10	270
15 Radlader zum Mobilbrecher Dolomit (inkl. 15.1 Fahrweg)												125	125000	1000	2,57	0,040	0,69	1,85	0,43	2571

17 Beladeanlage Dolomit	20	1,0	0,4	1,0	0,9	10,0	1,8	6,0	1,3	2,1		14	30000	2200	0,03		0,007	0,011	0,011	62
18 Haldenabwurf Dolomit 2/5	95	3,0	1,7	1,0	0,9	31,6	2,0	270	224	403		95	95000	1000	38,33		9,58	14,37	14,37	38331
21.2 RL auf -neh. Dolomit					0,9	31,6	2,0	9,0		16,2		43	95000	2200	0,70		0,17	0,26	0,26	1539
21.3 RL abgeb. Dolomit	15	0,5	0,2	1,5	0,9	31,6	2,0	22,0	2,9	5,3		43		2200	0,23		0,06	0,09	0,09	499
21 Radlader verladen Dolomit (inkl. 21.1 Fahrweg)												43	95000	2200	1,10	0,005	0,28	0,52	0,35	2423
23.2 Abkippen SKW Siebschutt Kippe	30	1,5	0,7	1,5	0,9	31,6	2,0	15,6	8,2	14,7		50	110000	2200	0,73		0,18	0,28	0,28	1615
23.3 Abkippen LKW Erde Kippe	20	1,5	0,7	1,5	0,9	10,0	1,6	6,0	3,2	4,6		68	150000	2200	0,31		0,08	0,12	0,12	683
24 Erde und Siebschutt verkippen												118	260000	2200	1,04		0,26	0,39	0,39	2297
24.1 Bagger aufne. Abraum					0,9	10,0	2,0	3,0		5,4		125	125000	1000	0,68		0,17	0,25	0,25	675
24.2 Bagger abgeb. Abraum	5	0,5	0,2	1,5	0,9	10,0	2,0	12,1	1,6	2,9		125		1000	0,36		0,09	0,14	0,14	360
25 Bagger Abraum auf SKW verladen												125	125000	1000	1,04		0,26	0,39	0,39	1035
27 Abkippen SKW Abraum Kippe	30	1,5	0,7	1,5	0,9	10,0	2,0	4,9	2,6	4,6		125	125000	1000	0,58		0,15	0,22	0,22	581

Sprengungen		nach Technische Grundlagen zur Beurteilung diffuser Staubemissionen 2013, BMWFI Österreich										$Q_{S,PM} = 0,75 \cdot k_{U,PM} \cdot a \cdot H_{ges} \cdot \rho \cdot \sqrt{M_s} \quad [g]$								
LfNr. Quelle	Menge	Abwurfhöhe		Anteil Partikel- fraktion		Gewichtungs- faktor	Schüttdichte	Emissions- faktoren			Massenstrom		Betriebszeit pro Jahr	Emissionen pro Sprengung = Stunde					Emissionen pro Jahr	
	Ms t	Hges m		k _{U,PM10}	k _{U,PM30}	a	ρ t/m³		qPm10 g/tGut	qPM30 g/tGut		M t/h	t/a	t h/a	Gesamt-staub kg/h	PM2,5 kg/h	PM10 kg/h	PM50 kg/h	PM>50 kg/h	Gesamt-staub kg/a
1.1 Sprengung	10000	15		0,25	1,0	10,0	2,6		0,7	2,9	Muschelkalk	10000	325000	33	36,6		7,31	29,25		1188
1.2 Sprengung	10000	15		0,25	1,0	10,0	2,6		0,7	2,9	Dolomit	10000	125000	13	36,6		7,31	29,25		457
Aufbereitung		$\dot{Q}_{Aufbereit} = \frac{q_{Aufbereit} \cdot \dot{M}}{10^3} \quad \frac{kg}{h}$																		
										Faktor	Massen- strom		Betriebs- zeit pro Jahr	Emission pro Stunde					Emission pro Jahr	
										Aufbereit. g/t	t/h	t/a	h/a	Gesamt- staub kg/h		PM10 kg/h	PM50 kg/h	PM>50 kg/h	Gesamt- staub kg/a	
5 Vorbrecher		eingehaust, Minderung 80 %									5	148	325000	2.200	0,74		0,18	0,28	0,28	1625
16 Mobilbrecher											25	125	125000	1.000	3,13		0,78	1,17	1,17	3125

Abluftanlagen																							$\dot{Q}_{Abluft} = c \cdot \dot{V} \cdot t \cdot \frac{g}{h}$														
LfNr.	Quelle					Höhe Kamin	Durchmesser	Austrittsfläche						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	Gesamt-staub kg/h	PM2,5 kg/h	PM10 kg/h	PM50 kg/h	PM>50 kg/h	Gesamt-staub kg/a												
7 EQ Hauptwerk, Mineralbeton						22	0,89	0,62							20	20.365				2200	0,41		0,35	0,03	0,03	896											
8 EQ Splittwerk						22	0,69	0,37							20	18.716				2200	0,37		0,32	0,03	0,03	824											
Transportvorgänge befestigte Straßen																							$E = k \cdot (sL)^{0,91} \cdot (1,1 \cdot W)^{1,02} \cdot \left(1 - \frac{P}{3 \cdot 365}\right) \cdot (1 - k_M) \cdot \frac{g}{km \cdot Fhz}$					$\dot{Q}_T = \frac{E \cdot L_T \cdot n}{10^3} \cdot \frac{kg}{h}$									
	Staubbelastung								Regentage pro Jahr, befeuchtet.	Anzahl Tonnen pro Stunde	mittl. Ladung pro Fahrzeug	Gewicht Fahrzeug leer	Anzahl der Fahrzeuge / h	Mittl. Gewicht d. Flotte	Strecke	Emissionsfaktor PM2,5	Emissionsfaktor PM10	Emissionsfaktor PM30	Betriebszeit pro Jahr	Emissionen pro Stunde					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	Gesamtstaub kg/h	PM2,5 kg/h	PM10 kg/h	PM50 kg/h	PM>50 kg/h	Gesamtstaub kg/a											
10 SKW zu den Halden																																					
10.1	5,0		0,15		0,62		3,23		140	28	30,0	20	0,9	35,0	55	0,023	0,10	0,50	2.200	0,026	0,001	0,005	0,026		57												
14 LKW																																					
14.1 T1, Zufahrt	1,0		0,15		0,62		3,23		140	223	20,0	15	11,1	25,0	25	0,004	0,02	0,08	2.200	0,023	0,001	0,004	0,023		51												
14.2 T2, Zufahrt	1,0		0,15		0,62		3,23		140	223	20,0	15	11,1	25,0	70	0,004	0,02	0,08	2.200	0,065	0,003	0,012	0,065		142												
14.3 T3, Zufahrt	1,0		0,15		0,62		3,23		140	223	20,0	15	11,1	25,0	210	0,004	0,02	0,08	2.200	0,194	0,009	0,037	0,194		426												
14.4 T4, Zufahrt	1,0		0,15		0,62		3,23		140	223	20,0	15	11,1	25,0	110	0,004	0,02	0,08	2.200	0,101	0,005	0,019	0,101		223												

14.5 T5, Zufahrt	1,0		0,15		0,62		3,23		140	223	20,0	15	11,1	25,0	25	0,004	0,02	0,08	2.200	0,023	0,001	0,004	0,023		51
14.6 T6, Zufahrt	1,0		0,15		0,62		3,23		140	223	20,0	15	11,1	25,0	60	0,004	0,02	0,08	2.200	0,055	0,003	0,011	0,055		122
14.7 T7, Silo	5,0		0,15		0,62		3,23		140	223	20,0	15	11,1	25,0	25	0,017	0,07	0,36	2.200	0,100	0,005	0,019	0,100		219
14.8 T8, Halde	5,0		0,15		0,62		3,23		140	28	20,0	15	1,4	25,0	25	0,017	0,07	0,36	2.200	0,013	0,001	0,002	0,013		28
14.10 T10, Kippe	5,0		0,15		0,62		3,23		140	68	20,0	15	3,4	25,0	30	0,017	0,07	0,36	2.200	0,037	0,002	0,007	0,037		81
14.17 T17, Dolomit	5,0		0,15		0,62		3,23		140	68	20,0	15	3,4	25,0	45	0,017	0,07	0,36	2.200	0,055	0,003	0,011	0,055		121

Transportvorgänge unbefestigte Straßen

$$k_M = 0$$

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

$$\dot{Q}_T = q_T \cdot L_T \cdot n \frac{g}{h}$$

LfNr. Quelle	Feinkornanteil	Exponent	Korngrößen- verteilung 2,5 µm		Korngrößen- verteilung < 10 µm		Korngrößen- verteilung < 30 µm		Regentage pro Jahr	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	qT g/m Fhz	qT g/m Fhz	qT g/m Fhz	t h/a	Gesamtstaub kg/h	PM2,5 kg/h	PM10 kg/h	PM50 kg/h	PM>50 kg/h	Gesamtstaub kg/a
2.1 RL Muschel- kalk	8,3	0,45	42	0,9	422	0,9	1381	0,70	140	148	15	15	9,8	22,5	25	0,05	0,48	1,71	2200	0,42	0,012	0,119	0,420		925
13.1 RL Halde	8,3	0,45	42	0,9	422	0,9	1381	0,70	140	28	10	15	2,8	20,0	25	0,05	0,46	1,62	2200	0,11	0,003	0,032	0,114		251
15.1 RL Dolomit	8,3	0,45	42	0,9	422	0,9	1381	0,70	140	125	15	15	8,3	22,5	100	0,05	0,48	1,71	1000	1,42	0,040	0,404	1,423		1423
21.1 RL Dolomit Kippe	8,3	0,45	42	0,9	422	0,9	1381	0,70	140	43	10	15	4,3	20,0	25	0,05	0,46	1,62	2200	0,17	0,005	0,050	0,175		385

3 SKW zum Vorbrecher

3.1	8,3	0,45	42	0,9	422	0,9	1381	0,70	140	148	40	40	3,7	60,0	50	0,08	0,75	2,66	2200	0,49	0,014	0,14	0,49		1079
3.2															95					0,93	0,026	0,26	0,93		2049
3.3															170					1,67	0,047	0,47	1,67		3667
3.4															80					0,78	0,022	0,22	0,78		1726
3.8															115					1,13	0,032	0,32	1,13		2481

10 SKW zu den Halden

10.2	8,3	0,45	42	0,9	422	0,9	1381	0,70	140	28	30	20	0,9	35,0	75	0,06	0,59	2,08	2200	0,15	0,004	0,04	0,15		323
------	-----	------	----	-----	-----	-----	------	------	-----	----	----	----	-----	------	----	------	------	------	------	------	-------	------	------	--	-----

14 LKW zu den Halden																								
14.9 T9 Halden	8,3	0,45	42	0,9	422	0,9	1381	0,70	140	28	20	15	1,4	25,0	70	0,05	0,51	1,79	2200	0,18	0,005	0,05	0,18	389
14 LKW Erde																								
14.11 T11, Kippe	8,3	0,45	42	0,9	422	0,9	1381	0,70	140	68	20	15	3,4	25,0	45	0,05	0,51	1,79	2200	0,27	0,008	0,08	0,27	604
22 SKW Vorsieb, Siebschutt zur Kippe																								
22.1	8,3	0,45	42	0,9	422	0,9	1381	0,70	140	50	30	20	1,7	35,0	85	0,06	0,59	2,08	2200	0,74	0,021	0,21	0,74	738
22.2															40					0,35	0,010	0,10	0,35	347
22.3															30					0,26	0,007	0,07	0,26	260
22.4															90					0,78	0,022	0,22	0,78	781
22.5															45					0,39	0,011	0,11	0,39	391
23: 22.6-22.10 SKW Vorsieb, Siebschutt; 14.12-14.16 LKW Erde: zur Kippe																								
23.1: 14.12, 22.6	8,3	0,45	42	0,9	422	0,9	1381	0,70	140	118	25	20	4,7	32,5	135	0,06	0,57	2,01	2200	1,29	0,036	0,36	1,29	1286
23.2: 14.13, 22.7															75					0,71	0,020	0,20	0,71	714
23.3: 14.14, 22.8															100					0,95	0,027	0,27	0,95	952
23.4: 14.15, 22.9															65					0,62	0,017	0,18	0,62	619
23.5: 14.15, 22.10															70					0,67	0,019	0,19	0,67	667
26 SKW Abraum																								
26.1	8,3	0,45	42	0,9	422	0,9	1381	0,70	140	125	30	20	4,2	35,0	85	0,06	0,59	2,08	1000	0,74	0,021	0,21	0,74	738
26.2															228					1,98	0,056	0,56	1,98	1979
26.3															125					1,08	0,031	0,31	1,08	1085
26.4															152					1,32	0,037	0,37	1,32	1319
26.5															78					0,68	0,019	0,19	0,68	677
26.6															75					0,65	0,018	0,18	0,65	651
26.7															70					0,61	0,017	0,17	0,61	608

Lagerung																					
$C_A \approx 0,1 \cdot \frac{v_{wi}^2}{d_{50} \cdot \rho_K \cdot k_f \cdot \tan \alpha} \rightarrow q_L = 5 \cdot (C_A - 1)^{1,60} \frac{\text{g}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}} \rightarrow \bar{q}_L = \sum_{i=1}^n 5 \cdot \left(0,1 \cdot \frac{v_{wi}^2}{d_{50} \cdot \rho_K \cdot k_f \cdot \tan \alpha} - 1 \right)^{1,60} \cdot \frac{w_i}{100} \frac{\text{g}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}} \quad \dot{Q}_L = q_L \cdot A_L \frac{\text{g}}{\text{h}}$																					
LfNr. Quelle	mittlere Korngröße	Schüttdichte	Faktor für Materialfeuchte	Böschungswinkel		Windgeschwindigkeit	Anteile der Windgeschwindigkeit	Kennzahl	flächenbezog. Staubabtrag		Häufigk. Windgeschwindigkeitskl.	Haldenfläche	mittlere Haldenhöhe		Emissionen pro Stunde					Emissionen pro Jahr	
	d50 mm	rk t/m³	k _f	a °	tanα	vwi m/s	wi %	C _A	q _L g/(m² h)	q _L · wi/100 g/(m² h)	h/a	AL m²	h m		Gesamtstaub kg/h	PM2,5 kg/h	PM10 kg/h	PM50 kg/h	PM>50 kg/h	Gesamtstaub kg/a	
12.1 Halden 0/2, 2/5	1,0	2,00	1	45	1,00	1,4	13,7	0,10			1.200	1.500	5	Bei CA < 1 ist die Haftkraft des Korns größer oder gleich der Windkraft. Es wird kein Feingut abgetragen.							
						1,8	13,4	0,16			1.174										
						2,3	14,1	0,26			1.235										
						3,8	28,8	0,72			2.523										
						5,4	14,9	1,46			1.305										
						6,9	6,2	2,38			543					0,21		0,05	0,08	0,08	279
						8,4	2,0	3,53	22,05	0,44	175					0,52		0,13	0,19	0,19	282
						10,0	0,7	5,00	45,95	0,32	61					0,44		0,11	0,17	0,17	77
																0,32		0,08	0,12	0,12	20
12.2 Halden > 5	5,0	1,80	1	45	1,00	1,4	13,7	0,02			1.200	1.000	5	Bei CA < 1 ist die Haftkraft des Korns größer oder gleich der Windkraft. Es wird kein Feingut abgetragen.							
						1,8	13,4	0,04			1.174										
						2,3	14,1	0,06			1.235										
						3,8	28,8	0,16			2.523										
						5,4	14,9	0,32			1.305										
						6,9	6,2	0,53			543										
						8,4	2,0	0,78			175										
						10,0	0,7	1,11			61										

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG
Steinbruch Haigerloch-Weildorf
Emissionsquellen und Emissionen

19 Halde Dolomit 2/5	2,0	2,00	1	45	1,00	1,4	13,7	0,05			1.200	1.000	5	Bei CA < 1 ist die Haftkraft des Korns größer oder gleich der Windkraft. Es wird kein Feingut abgetragen.						
						1,8	13,4	0,08			1.174									
						2,3	14,1	0,13			1.235									
						3,8	28,8	0,36			2.523									
						5,4	14,9	0,73			1.305									
						6,9	6,2	1,19	0,35	0,02	543				0,02		0,01	0,01	0,01	12
						8,4	2,0	1,76	3,25	0,07	175				0,07		0,02	0,02	0,02	11
						10,0	0,7	2,50	9,57	0,07	61				0,07		0,02	0,03	0,03	4
20 Halde Vorsieb	1,0	2,00	1	45	1,00	1,4	13,7	0,10			1.200	1.000	5	Bei CA < 1 ist die Haftkraft des Korns größer oder gleich der Windkraft. Es wird kein Feingut abgetragen.						
						1,8	13,4	0,16			1.174									
						2,3	14,1	0,26			1.235									
						3,8	28,8	0,72			2.523									
						5,4	14,9	1,46			1.305				0,21		0,05	0,08	0,08	279
						6,9	6,2	2,38	8,38	0,52	543				0,52		0,13	0,19	0,19	282
						8,4	2,0	3,53	22,05	0,44	175				0,44		0,11	0,17	0,17	77
						10,0	0,7	5,00	45,95	0,32	61				0,32		0,08	0,12	0,12	20

Gesamte Staubemissionen

Steinbruch Haigerloch-Weildorf	160,1	0,6	37,5	104,8	24,0	116024
---------------------------------------	--------------	------------	-------------	--------------	-------------	---------------

Anlage

3 Berechnungseingangsdaten

- 3.1 Quellenparameter
- 3.2 Emissionen
- 3.3 Variable Emissionsszenarien
- 3.4 Variable Emissionen
- 3.5 Emissionen Meteomatrix
- 3.6 Parameter der Monitorpunkte
- 3.7 Parameter der Analysepunkte

Quellen-Parameter

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

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
7	485023,39	5357858,76	22,00	0,89	0,08	20365,00	20,00	9,76	0.00	<input type="checkbox"/>
Hauptwerk										
8	485020,31	5357842,39	22,00	0,69	0,07	18716,00	20,00	14,92	0.00	<input type="checkbox"/>
Splittwerk										

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]
1.1	484436,72	5357794,51	55,00	5,00	3,00	289,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Sprengung Muschelkalk										
2	484467,61	5357796,33	30,00	15,00	3,00	284,3	0,00	0,00	0,00	0,00
RL verladen Muschelkalk										
4	484924,76	5357858,53	1,00	6,00	4,00	-127,5	0,00	0,00	0,00	0,00
Abkippen SKW in VB										
5	484929,22	5357854,52	0,50	6,00	6,00	52,8	0,00	0,00	0,00	0,00
Vorbrecher										
6	484946,35	5357838,36	1,00	1,00	3,00	214,2	3,00	0,00	0,00	0,00
Haldenabwurf Vorsieb										
9	485034,23	5357867,47	2,00	2,00	2,00	270,0	4,00	0,00	0,00	0,00
Beladeanlage SKW, LKW										
11	484946,57	5357910,74	15,00	60,00	2,00	-70,4	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW Abwurf auf Halde										
12.1	484952,12	5357916,94	20,00	60,00	5,00	285,3	0,00	0,00	0,00	0,00
Halden 0/2, 2/5										
13	484951,48	5357900,91	10,00	75,00	3,00	-74,4	0,00	0,00	0,00	0,00
RL Haldenverladung										

Projektdatei: D:\2019\0539Schneider\0539Schneider.aus

AUSTAL View - Lakes Environmental Software & ArguSoft

16.10.2019

Seite 1 von 5

Quellen-Parameter

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

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]
1.2	484401,90	5357783,37	55,00	5,00	3,00	289,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Sprengung Dolomit										
15	484451,24	5357736,52	10,00	40,00	3,00	287,5	0,00	0,00	0,00	0,00
RL Aufgabe in Dolomitbrecher										
16	484492,75	5357744,69	3,00	15,00	3,00	-75,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Mobilbrecher Dolomit										
17	484812,37	5357766,82	2,00	2,00	2,00	239,0	3,00	0,00	0,00	0,00
LKW Beladung Silo Dolomit										
18	484828,15	5357764,01	1,00	1,00	3,00	247,8	5,00	0,00	0,00	0,00
Haldenabwurf Dolomit 2/5										
19	484851,22	5357767,85	25,00	35,00	5,00	147,4	0,00	0,00	0,00	0,00
Halde Dolomit										
20	484945,71	5357854,91	30,00	25,00	5,00	223,2	0,00	0,00	0,00	0,00
Halde Vorsieb										
21	484848,03	5357766,20	10,00	25,00	3,00	64,5	0,00	0,00	0,00	0,00
RL Haldenverladung Absiebung										
24	484803,15	5358017,59	20,00	10,00	2,00	-48,2	0,00	0,00	0,00	0,00
Erde und Siebschutt verkippen										
25	484370,07	5357712,61	10,00	20,00	2,00	287,1	0,00	0,00	0,00	0,00
Bagger verladen Abraum										
27	484812,21	5358027,33	20,00	10,00	2,00	-48,2	0,00	0,00	0,00	0,00
Abraum verkippen										

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	484473,97	5357784,52	50,00		352,6	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW Muschelkalk T1										

Quellen-Parameter

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

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]
3.2	484523,56	5357778,11	95,00		13,3	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW Muschelkalk T2										
3.3	484616,00	5357800,03	170,00		4,8	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW Muschelkalk T3										
3.4	484785,40	5357814,26	80,00		326,1	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW Muschelkalk T4										
3.5	484852,17	5357768,91	115,00		49,4	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW Muschelkalk T5										
10.1	485034,68	5357856,55	55,00		91,7	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW zu den Halden T1										
10.2	485032,79	5357911,44	75,00		190,6	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW zu den Halden T2										
14.1	484590,86	5357638,24	25,00		44,7	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T1, Zufahrt										
14.2	484608,64	5357655,82	70,00		13,0	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T2, Zufahrt										
14.3	484676,85	5357671,54	210,00		22,5	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T3, Zufahrt										
14.4	484870,86	5357751,90	110,00		32,6	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T4, Zufahrt										
14.5	484963,49	5357811,23	25,00		48,1	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T5, Zufahrt										
14.6	484980,20	5357829,82	60,00		27,4	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T6, Zufahrt										
14.7	485034,12	5357857,78	25,00		90,7	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T7, Silo										
14.8	485034,23	5357882,65	25,00		115,6	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T8, Halden										

Projektdatei: D:\2019\0539Schneider\0539Schneider.aus

AUSTAL View - Lakes Environmental Software & ArguSoft

16.10.2019

Seite 3 von 5

Quellen-Parameter

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

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]
14.9	485023,39	5357905,26	70,00		189,3	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T9, Halden										
14.10	485033,83	5357882,78	30,00		103,4	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T10, Erdekippe										
14.11	485026,88	5357911,96	45,00		113,3	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T11, Erdkippe										
23.1	485009,09	5357953,30	135,00		186,5	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T12, SKW T6, Erdkippe										
23.2	484874,95	5357938,09	75,00		164,5	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T13, SKW T7, Erdkippe										
23.3	484804,03	5357958,05	100,00		122,2	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T14, SKW T8, Erdkippe										
23.4	484750,71	5358042,65	65,00		40,4	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T15, SKW T9, Erdkippe										
23.5	484800,24	5358084,74	70,00		280,7	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T16, SKW T10, Erdkippe										
14.17	484799,40	5357722,54	45,00		72,3	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
LKW T17, Dolomit										
22.1	484848,58	5357772,26	85,00		46,2	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW T1, Kippe										
22.2	484907,38	5357833,64	40,00		76,9	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW T2, Kippe										
22.3	484916,48	5357872,59	30,00		45,7	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW T3, Kippe										
22.4	484937,44	5357894,05	90,00		10,5	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW T4, Kippe										
22.5	485025,94	5357910,42	45,00		111,5	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW T5, Kippe										

Quellen-Parameter

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

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]
26.1	484374,81	5357723,27	85,00		108,5	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW T1, Abraum										
26.2	484347,91	5357803,90	228,00		18,7	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW T2, Abraum										
26.3	484563,84	5357877,11	125,00		112,1	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW T3, Abraum										
26.4	484516,75	5357992,90	152,00		25,9	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW T4, Abraum										
26.5	484653,44	5358059,39	78,00		358,0	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW T5, Abraum										
26.6	484731,39	5358056,65	75,00		22,2	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW T6, Abraum										
26.7	484800,24	5358084,74	70,00		290,1	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SKW T7, Abraum										

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 1.1 - Sprengung Muschelkalk

PM	
Emissionszeit [h]:	31
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,133E+3

Quelle: 1.2 - Sprengung Dolomit

PM	
Emissionszeit [h]:	12
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	4,387E+2

Quelle: 10.1 - SKW zu den Halden T1

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	6,826E+1

Quelle: 10.2 - SKW zu den Halden T2

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	4,138E+2

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 11 - SKW Abwurf auf Halde

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	6,826E+2

Quelle: 12.1 - Halden 0/2, 2/5

PM	
Emissionszeit [h]:	2088
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	6,517E+2

Quelle: 13 - RL Haldenverladung

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,308E+3

Quelle: 14.1 - LKW T1, Zufahrt

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	5,972E+1

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 14.10 - LKW T10, Erdekippe

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	9,812E+1

Quelle: 14.11 - LKW T11, Erdkippe

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	7,636E+2

Quelle: 14.17 - LKW T17, Dolomit

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,472E+2

Quelle: 14.2 - LKW T2, Zufahrt

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,706E+2

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 14.3 - LKW T3, Zufahrt

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	5,119E+2

Quelle: 14.4 - LKW T4, Zufahrt

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,666E+2

Quelle: 14.5 - LKW T5, Zufahrt

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	5,972E+1

Quelle: 14.6 - LKW T6, Zufahrt

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,472E+2

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 14.7 - LKW T7, Silo

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,645E+2

Quelle: 14.8 - LKW T8, Halden

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	3,413E+1

Quelle: 14.9 - LKW T9, Halden

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	5,013E+2

Quelle: 15 - RL Aufgabe in Dolomitbrecher

PM	
Emissionszeit [h]:	968
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,914E+3

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 16 - Mobilbrecher Dolomit

PM	
Emissionszeit [h]:	968
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	3,020E+3

Quelle: 17 - LKW Beladung Silo Dolomit

PM	
Emissionszeit [h]:	968
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,807E+1

Quelle: 18 - Haldenabwurf Dolomit 2/5

PM	
Emissionszeit [h]:	968
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	3,709E+4

Quelle: 19 - Halde Dolomit

PM	
Emissionszeit [h]:	787
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	3,218E+1

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 2 - RL verladen Muschelkalk

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	4,078E+3

Quelle: 20 - Halde Vorsieb

PM	
Emissionszeit [h]:	2088
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	6,517E+2

Quelle: 21 - RL Haldenverladung Absiebung

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,464E+3

Quelle: 22.1 - SKW T1, Kippe

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,071E+3

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 22.2 - SKW T2, Kippe

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	9,812E+2

Quelle: 22.3 - SKW T3, Kippe

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	7,188E+2

Quelle: 22.4 - SKW T4, Kippe

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,180E+3

Quelle: 22.5 - SKW T5, Kippe

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,090E+3

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 23.1 - LKW T12, SKW T6, Erdkippe

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	3,596E+3

Quelle: 23.2 - LKW T13, SKW T7, Erdkippe

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,984E+3

Quelle: 23.3 - LKW T14, SKW T8, Erdkippe

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,660E+3

Quelle: 23.4 - LKW T15, SKW T9, Erdkippe

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,743E+3

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 23.5 - LKW T16, SKW T10, Erdkippe

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,875E+3

Quelle: 24 - Erde und Siebschutt verkippen

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,218E+3

Quelle: 25 - Bagger verladen Abraum

PM	
Emissionszeit [h]:	972
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,011E+3

Quelle: 26.1 - SKW T1, Abraum

PM	
Emissionszeit [h]:	972
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	9,438E+2

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 26.2 - SKW T2, Abraum

PM	
Emissionszeit [h]:	972
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,523E+3

Quelle: 26.3 - SKW T3, Abraum

PM	
Emissionszeit [h]:	972
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,381E+3

Quelle: 26.4 - SKW T4, Abraum

PM	
Emissionszeit [h]:	972
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,679E+3

Quelle: 26.5 - SKW T5, Abraum

PM	
Emissionszeit [h]:	972
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	8,641E+2

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 26.6 - SKW T6, Abraum

PM	
Emissionszeit [h]:	972
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	8,243E+2

Quelle: 26.7 - SKW T7, Abraum

PM	
Emissionszeit [h]:	972
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	7,747E+2

Quelle: 27 - Abraum verkippen

PM	
Emissionszeit [h]:	972
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	5,735E+2

Quelle: 3.1 - SKW Muschelkalk T1

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,374E+3

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 3.2 - SKW Muschelkalk T2

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,594E+3

Quelle: 3.3 - SKW Muschelkalk T3

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	4,665E+3

Quelle: 3.4 - SKW Muschelkalk T4

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,180E+3

Quelle: 3.5 - SKW Muschelkalk T5

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-3 0,0% pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	3,161E+3

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 4 - Abkippen SKW in VB

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,642E+3

Quelle: 5 - Vorbrecher

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,578E+3

Quelle: 6 - Haldenabwurf Vorsieb

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,191E+4

Quelle: 7 - Hauptwerk

PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	8,745E+2

Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quelle: 8 - Splittwerk	
PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	8,105E+2
Quelle: 9 - Beladeanlage SKW, LKW	
PM	
Emissionszeit [h]:	2133
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 0,0% pm-1 ? pm-2 ? pm-3 ? pm-4
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,429E+3
Gesamt-Emission [kg oder MGE]:	1,319E+5
Gesamtzeit [h]:	8379

Variable Emissions-Szenarien

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen	Quellen-Beschreibung	Stoff	Emissionsrate [g/s oder GE/s]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Volumenstrom [m³/h]	Emissionskonzentration [mg/m³ or GE/m³]	Szenario
1.1	Sprengung Muschelkalk	pm-2	2,031E+0	7,310E+0	0,00	0,000E+0	Muschelkalk Spreng 33 h
1.1	Sprengung Muschelkalk	pm-3	8,125E+0	2,925E+1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk Spreng 33 h
1.2	Sprengung Dolomit	pm-2	2,031E+0	7,310E+0	0,00	0,000E+0	Dolomit Spreng 13 h
1.2	Sprengung Dolomit	pm-3	8,125E+0	2,925E+1	0,00	0,000E+0	Dolomit Spreng 13 h
10.1	SKW zu den Halden T1	pm-1	2,778E-4	1,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
10.1	SKW zu den Halden T1	pm-2	1,389E-3	5,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
10.1	SKW zu den Halden T1	pm-3	7,222E-3	2,600E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
10.2	SKW zu den Halden T2	pm-1	1,111E-3	4,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
10.2	SKW zu den Halden T2	pm-2	1,111E-2	4,000E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
10.2	SKW zu den Halden T2	pm-3	4,167E-2	1,500E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
11	SKW Abwurf auf Halde	pm-2	2,222E-2	8,000E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
11	SKW Abwurf auf Halde	pm-3	3,333E-2	1,200E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
11	SKW Abwurf auf Halde	pm-4	3,333E-2	1,200E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
12.1	Halden 0/2, 2/5	pm-2	0,000E+0	0,000E+0	0,00	0,000E+0	Meteo-Matrix
12.1	Halden 0/2, 2/5	pm-3	0,000E+0	0,000E+0	0,00	0,000E+0	Meteo-Matrix
12.1	Halden 0/2, 2/5	pm-4	0,000E+0	0,000E+0	0,00	0,000E+0	Meteo-Matrix
13	RL Haldenverladung	pm-1	8,333E-4	3,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
13	RL Haldenverladung	pm-2	4,167E-2	1,500E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
13	RL Haldenverladung	pm-3	8,056E-2	2,900E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
13	RL Haldenverladung	pm-4	4,722E-2	1,700E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.1	LKW T1, Zufahrt	pm-1	2,778E-4	1,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.1	LKW T1, Zufahrt	pm-2	1,111E-3	4,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.1	LKW T1, Zufahrt	pm-3	6,389E-3	2,300E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.10	LKW T10, Erdekippe	pm-1	5,556E-4	2,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.10	LKW T10, Erdekippe	pm-2	1,944E-3	7,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.10	LKW T10, Erdekippe	pm-3	1,028E-2	3,700E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h

Variable Emissions-Szenarien

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

14.11	LKW T11, Erdkippe	pm-1	2,222E-3	8,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.11	LKW T11, Erdkippe	pm-2	2,222E-2	8,000E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.11	LKW T11, Erdkippe	pm-3	7,500E-2	2,700E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.17	LKW T17, Dolomit	pm-1	8,333E-4	3,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.17	LKW T17, Dolomit	pm-2	3,056E-3	1,100E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.17	LKW T17, Dolomit	pm-3	1,528E-2	5,500E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.2	LKW T2, Zufahrt	pm-1	8,333E-4	3,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.2	LKW T2, Zufahrt	pm-2	3,333E-3	1,200E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.2	LKW T2, Zufahrt	pm-3	1,806E-2	6,500E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.3	LKW T3, Zufahrt	pm-1	2,500E-3	9,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.3	LKW T3, Zufahrt	pm-2	1,028E-2	3,700E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.3	LKW T3, Zufahrt	pm-3	5,389E-2	1,940E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.4	LKW T4, Zufahrt	pm-1	1,389E-3	5,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.4	LKW T4, Zufahrt	pm-2	5,278E-3	1,900E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.4	LKW T4, Zufahrt	pm-3	2,806E-2	1,010E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.5	LKW T5, Zufahrt	pm-1	2,778E-4	1,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.5	LKW T5, Zufahrt	pm-2	1,111E-3	4,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.5	LKW T5, Zufahrt	pm-3	6,389E-3	2,300E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.6	LKW T6, Zufahrt	pm-1	8,333E-4	3,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.6	LKW T6, Zufahrt	pm-2	3,056E-3	1,100E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.6	LKW T6, Zufahrt	pm-3	1,528E-2	5,500E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.7	LKW T7, Silo	pm-1	1,389E-3	5,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.7	LKW T7, Silo	pm-2	5,278E-3	1,900E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.7	LKW T7, Silo	pm-3	2,778E-2	1,000E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.8	LKW T8, Halden	pm-1	2,778E-4	1,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.8	LKW T8, Halden	pm-2	5,556E-4	2,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.8	LKW T8, Halden	pm-3	3,611E-3	1,300E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.9	LKW T9, Halden	pm-1	1,389E-3	5,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.9	LKW T9, Halden	pm-2	1,389E-2	5,000E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
14.9	LKW T9, Halden	pm-3	5,000E-2	1,800E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
15	RL Aufgabe in Dolomitbrecher	pm-1	1,111E-2	4,000E-2	0,00	0,000E+0	Dolomit 1000 h

Variable Emissions-Szenarien

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

15	RL Aufgabe in Dolomitbrecher	pm-2	1,917E-1	6,900E-1	0,00	0,000E+0	Dolomit 1000 h
15	RL Aufgabe in Dolomitbrecher	pm-3	5,139E-1	1,850E+0	0,00	0,000E+0	Dolomit 1000 h
15	RL Aufgabe in Dolomitbrecher	pm-4	1,194E-1	4,300E-1	0,00	0,000E+0	Dolomit 1000 h
16	Mobilbrecher Dolomit	pm-2	2,167E-1	7,800E-1	0,00	0,000E+0	Dolomit 1000 h
16	Mobilbrecher Dolomit	pm-3	3,250E-1	1,170E+0	0,00	0,000E+0	Dolomit 1000 h
16	Mobilbrecher Dolomit	pm-4	3,250E-1	1,170E+0	0,00	0,000E+0	Dolomit 1000 h
17	LKW Beladung Silo Dolomit	pm-2	1,944E-3	7,000E-3	0,00	0,000E+0	Dolomit 1000 h
17	LKW Beladung Silo Dolomit	pm-3	3,056E-3	1,100E-2	0,00	0,000E+0	Dolomit 1000 h
17	LKW Beladung Silo Dolomit	pm-4	3,056E-3	1,100E-2	0,00	0,000E+0	Dolomit 1000 h
18	Haldenabwurf Dolomit 2/5	pm-2	2,661E+0	9,580E+0	0,00	0,000E+0	Dolomit 1000 h
18	Haldenabwurf Dolomit 2/5	pm-3	3,992E+0	1,437E+1	0,00	0,000E+0	Dolomit 1000 h
18	Haldenabwurf Dolomit 2/5	pm-4	3,992E+0	1,437E+1	0,00	0,000E+0	Dolomit 1000 h
19	Halde Dolomit	pm-2	0,000E+0	0,000E+0	0,00	0,000E+0	Meteo-Matrix
19	Halde Dolomit	pm-3	0,000E+0	0,000E+0	0,00	0,000E+0	Meteo-Matrix
19	Halde Dolomit	pm-4	0,000E+0	0,000E+0	0,00	0,000E+0	Meteo-Matrix
2	RL verladen Muschelkalk	pm-1	3,333E-3	1,200E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
2	RL verladen Muschelkalk	pm-2	1,278E-1	4,600E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
2	RL verladen Muschelkalk	pm-3	2,583E-1	9,300E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
2	RL verladen Muschelkalk	pm-4	1,417E-1	5,100E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
20	Halde Vorsieb	pm-2	0,000E+0	0,000E+0	0,00	0,000E+0	Meteo-Matrix
20	Halde Vorsieb	pm-3	0,000E+0	0,000E+0	0,00	0,000E+0	Meteo-Matrix
20	Halde Vorsieb	pm-4	0,000E+0	0,000E+0	0,00	0,000E+0	Meteo-Matrix
21	RL Haldenverladung Absiebung	pm-1	1,389E-3	5,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
21	RL Haldenverladung Absiebung	pm-2	7,778E-2	2,800E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
21	RL Haldenverladung Absiebung	pm-3	1,444E-1	5,200E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
21	RL Haldenverladung Absiebung	pm-4	9,722E-2	3,500E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.1	SKW T1, Kippe	pm-1	5,833E-3	2,100E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.1	SKW T1, Kippe	pm-2	5,833E-2	2,100E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.1	SKW T1, Kippe	pm-3	2,056E-1	7,400E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.2	SKW T2, Kippe	pm-1	2,778E-3	1,000E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.2	SKW T2, Kippe	pm-2	2,778E-2	1,000E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h

Variable Emissions-Szenarien

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

22.2	SKW T2, Kippe	pm-3	9,722E-2	3,500E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.3	SKW T3, Kippe	pm-1	1,944E-3	7,000E-3	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.3	SKW T3, Kippe	pm-2	1,944E-2	7,000E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.3	SKW T3, Kippe	pm-3	7,222E-2	2,600E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.4	SKW T4, Kippe	pm-1	6,111E-3	2,200E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.4	SKW T4, Kippe	pm-2	6,111E-2	2,200E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.4	SKW T4, Kippe	pm-3	2,167E-1	7,800E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.5	SKW T5, Kippe	pm-1	3,056E-3	1,100E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.5	SKW T5, Kippe	pm-2	3,056E-2	1,100E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
22.5	SKW T5, Kippe	pm-3	1,083E-1	3,900E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.1	LKW T12, SKW T6, Erdkippe	pm-1	1,000E-2	3,600E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.1	LKW T12, SKW T6, Erdkippe	pm-2	1,000E-1	3,600E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.1	LKW T12, SKW T6, Erdkippe	pm-3	3,583E-1	1,290E+0	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.2	LKW T13, SKW T7, Erdkippe	pm-1	5,556E-3	2,000E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.2	LKW T13, SKW T7, Erdkippe	pm-2	5,556E-2	2,000E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.2	LKW T13, SKW T7, Erdkippe	pm-3	1,972E-1	7,100E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.3	LKW T14, SKW T8, Erdkippe	pm-1	7,500E-3	2,700E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.3	LKW T14, SKW T8, Erdkippe	pm-2	7,500E-2	2,700E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.3	LKW T14, SKW T8, Erdkippe	pm-3	2,639E-1	9,500E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.4	LKW T15, SKW T9, Erdkippe	pm-1	4,722E-3	1,700E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.4	LKW T15, SKW T9, Erdkippe	pm-2	5,000E-2	1,800E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.4	LKW T15, SKW T9, Erdkippe	pm-3	1,722E-1	6,200E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.5	LKW T16, SKW T10, Erdkippe	pm-1	5,278E-3	1,900E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.5	LKW T16, SKW T10, Erdkippe	pm-2	5,278E-2	1,900E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
23.5	LKW T16, SKW T10, Erdkippe	pm-3	1,861E-1	6,700E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
24	Erde und Siebschutt verkippen	pm-2	7,222E-2	2,600E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
24	Erde und Siebschutt verkippen	pm-3	1,083E-1	3,900E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
24	Erde und Siebschutt verkippen	pm-4	1,083E-1	3,900E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
25	Bagger verladen Abraum	pm-2	7,222E-2	2,600E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
25	Bagger verladen Abraum	pm-3	1,083E-1	3,900E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
25	Bagger verladen Abraum	pm-4	1,083E-1	3,900E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h

Variable Emissions-Szenarien

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

26.1	SKW T1, Abraum	pm-1	5,833E-3	2,100E-2	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.1	SKW T1, Abraum	pm-2	5,833E-2	2,100E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.1	SKW T1, Abraum	pm-3	2,056E-1	7,400E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.2	SKW T2, Abraum	pm-1	1,556E-2	5,600E-2	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.2	SKW T2, Abraum	pm-2	1,556E-1	5,600E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.2	SKW T2, Abraum	pm-3	5,500E-1	1,980E+0	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.3	SKW T3, Abraum	pm-1	8,611E-3	3,100E-2	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.3	SKW T3, Abraum	pm-2	8,611E-2	3,100E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.3	SKW T3, Abraum	pm-3	3,000E-1	1,080E+0	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.4	SKW T4, Abraum	pm-1	1,028E-2	3,700E-2	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.4	SKW T4, Abraum	pm-2	1,028E-1	3,700E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.4	SKW T4, Abraum	pm-3	3,667E-1	1,320E+0	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.5	SKW T5, Abraum	pm-1	5,278E-3	1,900E-2	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.5	SKW T5, Abraum	pm-2	5,278E-2	1,900E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.5	SKW T5, Abraum	pm-3	1,889E-1	6,800E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.6	SKW T6, Abraum	pm-1	5,000E-3	1,800E-2	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.6	SKW T6, Abraum	pm-2	5,000E-2	1,800E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.6	SKW T6, Abraum	pm-3	1,806E-1	6,500E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.7	SKW T7, Abraum	pm-1	4,722E-3	1,700E-2	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.7	SKW T7, Abraum	pm-2	4,722E-2	1,700E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
26.7	SKW T7, Abraum	pm-3	1,694E-1	6,100E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
27	Abraum verkippen	pm-2	4,167E-2	1,500E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
27	Abraum verkippen	pm-3	6,111E-2	2,200E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
27	Abraum verkippen	pm-4	6,111E-2	2,200E-1	0,00	0,000E+0	Abraum 1000 h
3.1	SKW Muschelkalk T1	pm-1	3,889E-3	1,400E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
3.1	SKW Muschelkalk T1	pm-2	3,889E-2	1,400E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
3.1	SKW Muschelkalk T1	pm-3	1,361E-1	4,900E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
3.2	SKW Muschelkalk T2	pm-1	7,222E-3	2,600E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
3.2	SKW Muschelkalk T2	pm-2	7,222E-2	2,600E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
3.2	SKW Muschelkalk T2	pm-3	2,583E-1	9,300E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
3.3	SKW Muschelkalk T3	pm-1	1,306E-2	4,700E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h

Variable Emissions-Szenarien

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

3.3	SKW Muschelkalk T3	pm-2	1,306E-1	4,700E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
3.3	SKW Muschelkalk T3	pm-3	4,639E-1	1,670E+0	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
3.4	SKW Muschelkalk T4	pm-1	6,111E-3	2,200E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
3.4	SKW Muschelkalk T4	pm-2	6,111E-2	2,200E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
3.4	SKW Muschelkalk T4	pm-3	2,167E-1	7,800E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
3.5	SKW Muschelkalk T5	pm-1	8,889E-3	3,200E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
3.5	SKW Muschelkalk T5	pm-2	8,889E-2	3,200E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
3.5	SKW Muschelkalk T5	pm-3	3,139E-1	1,130E+0	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
4	Abkippen SKW in VB	pm-2	5,278E-2	1,900E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
4	Abkippen SKW in VB	pm-3	8,056E-2	2,900E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
4	Abkippen SKW in VB	pm-4	8,056E-2	2,900E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
5	Vorbrecher	pm-2	5,000E-2	1,800E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
5	Vorbrecher	pm-3	7,778E-2	2,800E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
5	Vorbrecher	pm-4	7,778E-2	2,800E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
6	Haldenabwurf Vorsieb	pm-2	7,139E-1	2,570E+0	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
6	Haldenabwurf Vorsieb	pm-3	1,069E+0	3,850E+0	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
6	Haldenabwurf Vorsieb	pm-4	1,069E+0	3,850E+0	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
7	Hauptwerk	pm-2	9,722E-2	3,500E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
7	Hauptwerk	pm-3	8,333E-3	3,000E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
7	Hauptwerk	pm-4	8,333E-3	3,000E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
8	Splittwerk	pm-2	8,889E-2	3,200E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
8	Splittwerk	pm-3	8,333E-3	3,000E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
8	Splittwerk	pm-4	8,333E-3	3,000E-2	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
9	Beladeanlage SKW, LKW	pm-2	4,722E-2	1,700E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
9	Beladeanlage SKW, LKW	pm-3	6,944E-2	2,500E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h
9	Beladeanlage SKW, LKW	pm-4	6,944E-2	2,500E-1	0,00	0,000E+0	Muschelkalk 2200 h

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 1.1 (Sprengung Muschelkalk)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk Spreng 33 h	pm-2	31	7,310E+0	2,266E+2
Muschelkalk Spreng 33 h	pm-3	31	2,925E+1	9,068E+2

Quellen: 2 (RL verladen Muschelkalk)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	1,200E-2	2,560E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	4,600E-1	9,812E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	9,300E-1	1,984E+3
Muschelkalk 2200 h	pm-4	2.133	5,100E-1	1,088E+3

Quellen: 3.1 (SKW Muschelkalk T1)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	1,400E-2	2,986E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,400E-1	2,986E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	4,900E-1	1,045E+3

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 3.2 (SKW Muschelkalk T2)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	2,600E-2	5,546E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	2,600E-1	5,546E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	9,300E-1	1,984E+3

Quellen: 3.3 (SKW Muschelkalk T3)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	4,700E-2	1,003E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	4,700E-1	1,003E+3
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	1,670E+0	3,562E+3

Quellen: 3.4 (SKW Muschelkalk T4)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	2,200E-2	4,693E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	2,200E-1	4,693E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	7,800E-1	1,664E+3

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 3.5 (SKW Muschelkalk T5)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	3,200E-2	6,826E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	3,200E-1	6,826E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	1,130E+0	2,410E+3

Quellen: 4 (Abkippen SKW in VB)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,900E-1	4,053E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	2,900E-1	6,186E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-4	2.133	2,900E-1	6,186E+2

Quellen: 5 (Vorbrecher)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,800E-1	3,839E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	2,800E-1	5,972E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-4	2.133	2,800E-1	5,972E+2

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 6 (Haldenabwurf Vorsieb)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	2,570E+0	5,482E+3
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	3,850E+0	8,212E+3
Muschelkalk 2200 h	pm-4	2.133	3,850E+0	8,212E+3

Quellen: 7 (Hauptwerk)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	3,500E-1	7,466E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	3,000E-2	6,399E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-4	2.133	3,000E-2	6,399E+1

Quellen: 8 (Splittwerk)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	3,200E-1	6,826E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	3,000E-2	6,399E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-4	2.133	3,000E-2	6,399E+1

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 9 (Beladeanlage SKW, LKW)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,700E-1	3,626E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	2,500E-1	5,333E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-4	2.133	2,500E-1	5,333E+2

Quellen: 10.1 (SKW zu den Halden T1)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	1,000E-3	2,133E+0
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	5,000E-3	1,067E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	2,600E-2	5,546E+1

Quellen: 10.2 (SKW zu den Halden T2)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	4,000E-3	8,532E+0
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	4,000E-2	8,532E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	1,500E-1	3,200E+2

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 11 (SKW Abwurf auf Halde)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	8,000E-2	1,706E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	1,200E-1	2,560E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-4	2.133	1,200E-1	2,560E+2

Quellen: 13 (RL Haldenverladung)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	3,000E-3	6,399E+0
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,500E-1	3,200E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	2,900E-1	6,186E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-4	2.133	1,700E-1	3,626E+2

Quellen: 14.1 (LKW T1, Zufahrt)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	1,000E-3	2,133E+0
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	4,000E-3	8,532E+0
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	2,300E-2	4,906E+1

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 14.2 (LKW T2, Zufahrt)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	3,000E-3	6,399E+0
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,200E-2	2,560E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	6,500E-2	1,386E+2

Quellen: 14.3 (LKW T3, Zufahrt)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	9,000E-3	1,920E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	3,700E-2	7,892E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	1,940E-1	4,138E+2

Quellen: 14.4 (LKW T4, Zufahrt)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	5,000E-3	1,067E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,900E-2	4,053E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	1,010E-1	2,154E+2

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 14.5 (LKW T5, Zufahrt)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	1,000E-3	2,133E+0
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	4,000E-3	8,532E+0
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	2,300E-2	4,906E+1

Quellen: 14.6 (LKW T6, Zufahrt)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	3,000E-3	6,399E+0
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,100E-2	2,346E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	5,500E-2	1,173E+2

Quellen: 14.7 (LKW T7, Silo)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	5,000E-3	1,067E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,900E-2	4,053E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	1,000E-1	2,133E+2

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 14.8 (LKW T8, Halden)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	1,000E-3	2,133E+0
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	2,000E-3	4,266E+0
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	1,300E-2	2,773E+1

Quellen: 14.9 (LKW T9, Halden)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	5,000E-3	1,067E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	5,000E-2	1,067E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	1,800E-1	3,839E+2

Quellen: 14.10 (LKW T10, Erdekippe)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	2,000E-3	4,266E+0
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	7,000E-3	1,493E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	3,700E-2	7,892E+1

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 14.11 (LKW T11, Erdkippe)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	8,000E-3	1,706E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	8,000E-2	1,706E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	2,700E-1	5,759E+2

Quellen: 23.1 (LKW T12, SKW T6, Erdkippe)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	3,600E-2	7,679E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	3,600E-1	7,679E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	1,290E+0	2,752E+3

Quellen: 23.2 (LKW T13, SKW T7, Erdkippe)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	2,000E-2	4,266E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	2,000E-1	4,266E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	7,100E-1	1,514E+3

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 23.3 (LKW T14, SKW T8, Erdkippe)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	2,700E-2	5,759E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	2,700E-1	5,759E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	9,500E-1	2,026E+3

Quellen: 23.4 (LKW T15, SKW T9, Erdkippe)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	1,700E-2	3,626E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,800E-1	3,839E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	6,200E-1	1,322E+3

Quellen: 23.5 (LKW T16, SKW T10, Erdkippe)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	1,900E-2	4,053E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,900E-1	4,053E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	6,700E-1	1,429E+3

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 14.17 (LKW T17, Dolomit)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	3,000E-3	6,399E+0
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,100E-2	2,346E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	5,500E-2	1,173E+2

Quellen: 1.2 (Sprengung Dolomit)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Dolomit Spreng 13 h	pm-2	12	7,310E+0	8,772E+1
Dolomit Spreng 13 h	pm-3	12	2,925E+1	3,510E+2

Quellen: 15 (RL Aufgabe in Dolomitbrecher)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Dolomit 1000 h	pm-1	968	4,000E-2	3,872E+1
Dolomit 1000 h	pm-2	968	6,900E-1	6,679E+2
Dolomit 1000 h	pm-3	968	1,850E+0	1,791E+3
Dolomit 1000 h	pm-4	968	4,300E-1	4,162E+2

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 16 (Mobilbrecher Dolomit)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Dolomit 1000 h	pm-2	968	7,800E-1	7,550E+2
Dolomit 1000 h	pm-3	968	1,170E+0	1,133E+3
Dolomit 1000 h	pm-4	968	1,170E+0	1,133E+3

Quellen: 17 (LKW Beladung Silo Dolomit)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Dolomit 1000 h	pm-2	968	7,000E-3	6,776E+0
Dolomit 1000 h	pm-3	968	1,100E-2	1,065E+1
Dolomit 1000 h	pm-4	968	1,100E-2	1,065E+1

Quellen: 18 (Haldenabwurf Dolomit 2/5)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Dolomit 1000 h	pm-2	968	9,580E+0	9,273E+3
Dolomit 1000 h	pm-3	968	1,437E+1	1,391E+4
Dolomit 1000 h	pm-4	968	1,437E+1	1,391E+4

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 21 (RL Haldenverladung Absiebung)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	5,000E-3	1,067E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	2,800E-1	5,972E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	5,200E-1	1,109E+3
Muschelkalk 2200 h	pm-4	2.133	3,500E-1	7,466E+2

Quellen: 22.1 (SKW T1, Kippe)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	2,100E-2	4,479E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	2,100E-1	4,479E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	7,400E-1	1,578E+3

Quellen: 22.2 (SKW T2, Kippe)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	1,000E-2	2,133E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,000E-1	2,133E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	3,500E-1	7,466E+2

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 22.3 (SKW T3, Kippe)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	7,000E-3	1,493E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	7,000E-2	1,493E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	2,600E-1	5,546E+2

Quellen: 22.4 (SKW T4, Kippe)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	2,200E-2	4,693E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	2,200E-1	4,693E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	7,800E-1	1,664E+3

Quellen: 22.5 (SKW T5, Kippe)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-1	2.133	1,100E-2	2,346E+1
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	1,100E-1	2,346E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	3,900E-1	8,319E+2

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 24 (Erde und Siebschutt verkippen)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Muschelkalk 2200 h	pm-2	2.133	2,600E-1	5,546E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-3	2.133	3,900E-1	8,319E+2
Muschelkalk 2200 h	pm-4	2.133	3,900E-1	8,319E+2

Quellen: 25 (Bagger verladen Abraum)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 1000 h	pm-2	972	2,600E-1	2,527E+2
Abraum 1000 h	pm-3	972	3,900E-1	3,791E+2
Abraum 1000 h	pm-4	972	3,900E-1	3,791E+2

Quellen: 26.1 (SKW T1, Abraum)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 1000 h	pm-1	972	2,100E-2	2,041E+1
Abraum 1000 h	pm-2	972	2,100E-1	2,041E+2
Abraum 1000 h	pm-3	972	7,400E-1	7,193E+2

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 26.2 (SKW T2, Abraum)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 1000 h	pm-1	972	5,600E-2	5,443E+1
Abraum 1000 h	pm-2	972	5,600E-1	5,443E+2
Abraum 1000 h	pm-3	972	1,980E+0	1,925E+3

Quellen: 26.3 (SKW T3, Abraum)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 1000 h	pm-1	972	3,100E-2	3,013E+1
Abraum 1000 h	pm-2	972	3,100E-1	3,013E+2
Abraum 1000 h	pm-3	972	1,080E+0	1,050E+3

Quellen: 26.4 (SKW T4, Abraum)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 1000 h	pm-1	972	3,700E-2	3,596E+1
Abraum 1000 h	pm-2	972	3,700E-1	3,596E+2
Abraum 1000 h	pm-3	972	1,320E+0	1,283E+3

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 26.5 (SKW T5, Abraum)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 1000 h	pm-1	972	1,900E-2	1,847E+1
Abraum 1000 h	pm-2	972	1,900E-1	1,847E+2
Abraum 1000 h	pm-3	972	6,800E-1	6,610E+2

Quellen: 26.6 (SKW T6, Abraum)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 1000 h	pm-1	972	1,800E-2	1,750E+1
Abraum 1000 h	pm-2	972	1,800E-1	1,750E+2
Abraum 1000 h	pm-3	972	6,500E-1	6,318E+2

Quellen: 26.7 (SKW T7, Abraum)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 1000 h	pm-1	972	1,700E-2	1,652E+1
Abraum 1000 h	pm-2	972	1,700E-1	1,652E+2
Abraum 1000 h	pm-3	972	6,100E-1	5,929E+2

Variable Emissionen

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 27 (Abraum verkippen)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abraum 1000 h	pm-2	972	1,500E-1	1,458E+2
Abraum 1000 h	pm-3	972	2,200E-1	2,138E+2
Abraum 1000 h	pm-4	972	2,200E-1	2,138E+2

Emissionen Meteo Matrix

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Quellen: 12.1 (Halden 0/2, 2/5)

Stoff: pm-2 Emissions-Einheit: g Wind-Klassen: TA Luft

Ausb. Klasse	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10	> 10
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,11	0,08	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,11	0,08	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,11	0,08	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,11	0,08	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,11	0,08	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,11	0,08	0,00

Stoff: pm-3 Emissions-Einheit: g Wind-Klassen: TA Luft

Ausb. Klasse	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10	> 10
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00

Stoff: pm-4 Emissions-Einheit: g Wind-Klassen: TA Luft

Ausb. Klasse	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10	> 10
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00

Quellen: 19 (Halde Dolomit)

Emissionen Meteo Matrix

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Stoff: pm-2 Emissions-Einheit: g Wind-Klassen: TA Luft

Ausb. Klasse	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10	> 10
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00

Stoff: pm-3 Emissions-Einheit: g Wind-Klassen: TA Luft

Ausb. Klasse	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10	> 10
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00

Stoff: pm-4 Emissions-Einheit: g Wind-Klassen: TA Luft

Ausb. Klasse	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10	> 10
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00

Quellen: 20 (Halde Vorsieb)

Emissionen Meteo Matrix

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Stoff: pm-2 Emissions-Einheit: g Wind-Klassen: TA Luft

Ausb. Klasse	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10	> 10
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,11	0,08	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,11	0,08	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,11	0,08	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,11	0,08	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,11	0,08	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,11	0,08	0,00

Stoff: pm-3 Emissions-Einheit: g Wind-Klassen: TA Luft

Ausb. Klasse	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10	> 10
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00

Stoff: pm-4 Emissions-Einheit: g Wind-Klassen: TA Luft

Ausb. Klasse	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10	> 10
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,17	0,12	0,00

Monitor Punkt - Parameter

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

#	Aktiv	Monitor Punkten	X [m]	Y [m]	Höhe [m]
1	<input checked="" type="checkbox"/>	BUP_1: Karlstal 1	485154,72	5357732,68	1,50
2	<input checked="" type="checkbox"/>	BUP_2: Karlstal 3	485163,12	5357860,97	1,50
3	<input checked="" type="checkbox"/>	BUP_3: Karlstal 2	485278,03	5358179,19	1,50
4	<input checked="" type="checkbox"/>	BUP_4: Schulzentrum	485001,36	5357381,75	1,50
5	<input checked="" type="checkbox"/>	BUP_5: Freibad	484752,10	5357566,64	1,50
6	<input checked="" type="checkbox"/>	BUP_6: Pfeifferweg 4	484471,59	5357423,95	1,50
7	<input checked="" type="checkbox"/>	BUP_7: Am Bildstöckle	484061,86	5357553,17	1,50
8	<input checked="" type="checkbox"/>	BUP_8: Theresienstraße 24	483971,15	5357727,91	1,50

Analyse-Punkte Parameter

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

#	Aktiv	Analyse-Punkte	X [m]	Y [m]
1	<input checked="" type="checkbox"/>	ANP_1: Friedrich-Schüz-Weg 5	484514,79	5357420,03
2	<input checked="" type="checkbox"/>	ANP_2: Vorstadt 10	485695,10	5358670,89

Anlage

4 Berechnungsergebnisse

- 4.1 Ergebnisdatei - austal2000.log
- 4.2 Zusatzbelastung Schwebstaub PM10
 - 4.2.1 Zusatzbelastung Jahresmittelwert Schwebstaub PM10
 - 4.2.2 Kartenausschnitt - Ortschaft
- 4.3 Zusatzbelastung Staubniederschlag
 - 4.3.1 Zusatzbelastung Jahresmittelwert Staubniederschlag
 - 4.3.2 Kartenausschnitt - Ortschaft
- 4.4 Ermittlung der Schwebstaubvorbelastung
- 4.5 Auswertung
 - 4.5.1 Auswertung für die Beurteilungspunkte
 - 4.5.2 Auswertung für die Analysepunkte
- 4.6 Berechnung der Gesamtbelastung

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG
Steinbruch Haigerloch-Weildorf

Projekt: 401.0539/19

austal2000.log

Anlage 4.1

Seite 1 von 5

2019-10-16 15:01:43 -----

TalServer:D:/2019/0539Schneider/

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:/2019/0539Schneider

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

Das Programm läuft auf dem Rechner "CELSIUSW550".

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

```
> ti "Engelbert Schneider GmbH & Co. KG" 'Projekt-Titel
> ux 32484500 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5357800 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.20 'Rauigkeitslänge
> qs 2 'Qualitätsstufe
> az "Barlingen_Bronnhaupten.akterm" 'AKT-Datei
> xa -2164.00 'x-Koordinate des Anemometers
> ya -1480.00 'y-Koordinate des Anemometers
> dd 3 6 12 24 48 'Zellengröße (m)
> x0 298 136 -164 -764 -2444 'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 100 100 100 100 120 'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -57 -279 -579 -1155 -2355 'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 50 100 100 100 100 'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> gh "0539Schneider.grid" 'Gelände-Datei
> xq -63.28 -32.39 -26.03 23.56 116.00 285.40 352.17 424.76 429.22 446.35 523.39
520.31 534.23 534.68 532.79 446.57 452.12 451.48 90.86 108.64 176.85 370.86
463.49 480.20 534.12 534.23 523.39 533.83 526.88 509.09 374.95 304.03 250.71
300.24 299.40 -98.10 -48.76 -7.25 312.37 328.15 351.22 445.71 348.03 348.58
407.38 416.48 437.44 525.94 303.15 -129.93 -125.19 -152.09 63.84 16.75 153.44
231.39 300.24 312.21
> yq -5.49 -3.67 -15.48 -21.89 0.03 14.26 -31.09 58.53 54.52 38.36 58.76 42.39
67.47 56.55 111.44 110.74 116.94 100.91 -161.76 -144.18 -128.46 -48.10 11.23
29.82 57.78 82.65 105.26 82.78 111.96 153.30 138.09 158.05 242.65 284.74 -
77.46 -16.63 -63.48 -55.31 -33.18 -35.99 -32.15 54.91 -33.80 -27.74 33.64 72.59
94.05 110.42 217.59 -87.39 -76.73 3.90 77.11 192.90 259.39 256.65 284.74 227.33
> hq 0.00 0.00 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.00 0.00 3.00 22.00 22.00
4.00 0.50 0.50 0.00 0.00 0.00 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50
0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.00 0.00
3.00 5.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.50 0.50 0.50 0.50 0.00 0.50
0.50 0.50 0.58 0.50 0.50 0.50 0.00
> aq 55.00 30.00 50.00 95.00 170.00 80.00 115.00 1.00 0.50 1.00 0.00 0.00
2.00 55.00 75.00 15.00 20.00 10.00 25.00 70.00 210.00 110.00 25.00 60.00
25.00 25.00 70.00 30.00 45.00 135.00 75.00 100.00 65.00 70.00 45.00 55.00
10.00 3.00 2.00 1.00 25.00 30.00 10.00 85.00 40.00 30.00 90.00 45.00
20.00 10.00 85.00 228.00 125.00 152.00 78.00 75.00 70.00 20.00
> bq 5.00 15.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 6.00 6.00 1.00 0.00 0.00
2.00 0.00 0.00 60.00 60.00 75.00 0.00 0.00 0.00 0.00 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 40.00
2.00 1.00 35.00 25.00 25.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 10.00 20.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 10.00
> cq 3.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 4.00 6.00 3.00 0.00 0.00
2.00 0.00 0.00 2.00 5.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 3.00 3.00
2.00 3.00 5.00 5.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 2.00 2.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 2.00
> wq 289.03 284.26 352.63 13.34 4.80 326.12 49.35 -127.52 52.80 214.16 0.00
0.00 270.00 91.74 190.62 -70.41 285.26 -74.35 44.68 12.98 22.50 32.64 48.05
27.40 90.66 115.61 189.31 103.39 113.28 186.47 164.49 122.22 40.36 280.70
72.34 289.03 287.53 -74.98 239.04 247.75 147.40 223.22 64.49 46.23 76.85 45.67
10.48 111.45 -48.24 287.10 108.45 18.73 112.13 25.94 357.99 22.19 290.13 -48.24
> vq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 9.76 14.92
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
```

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG Steinbruch Haigerloch-Weildorf

Projekt: 401.0539/19

austal2000.log

Anlage 4.1

Seite 2 von 5

```

0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 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 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.89 0.69
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> qq 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.080
0.070 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 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 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 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
> 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 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 ? ?
? ? ? ? ? ? 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 ? ? ? ? ? ? ? 0
0 0 0 0 ? ? 0 0 0 0 0 0 ?
> xp 654.72 663.12 778.03 501.36 252.10 -28.41 -438.14 -528.85
> yp -67.32 60.97 379.19 -418.25 -233.36 -376.05 -246.83 -72.09
> hp 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50
> xb 480.71 490.40 543.49 431.80 307.96 532.57
> yb 41.69 29.92 49.74 68.39 -28.96 44.70
> ab 6.50 5.04 12.00 12.00 11.00 6.74
> bb 34.50 25.66 32.00 6.50 7.00 10.21
> cb 20.00 20.00 6.00 8.00 20.00 6.00
> wb -62.22 -61.96 291.04 -126.97 -31.52 299.60
===== Ende der Eingabe =====

```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.
 Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG
Steinbruch Haigerloch-Weildorf

Projekt: 401.0539/19

austal2000.log

Anlage 4.1

Seite 3 von 5

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 13 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 16 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 17 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 18 beträgt weniger als 10 m.
Die 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.
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 Höhe hq der Quelle 47 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 48 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 49 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 50 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 51 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 52 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 53 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 54 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 55 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 56 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 57 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 58 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 20.0 m.
>>> Die Höhe der Quelle 5 liegt unter dem 1.2-fachen der Höhe von Gebäude 5.
>>> Dazu noch 102 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 46.0 52.0 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 3 6 12 24 48
x0 298 136 -164 -764 -2444
nx 100 100 100 100 120
y0 -57 -279 -579 -1155 -2355
ny 50 100 100 100 100
nz 14 29 29 29 29

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG
Steinbruch Haigerloch-Weildorf

Projekt: 401.0539/19

austal2000.log

Anlage 4.1

Seite 4 von 5

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.53 (0.53).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.57 (0.57).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.73 (0.73).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.73 (0.68).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.64 (0.63).
Die Zeitreihen-Datei "D:/2019/0539Schneider/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=14.5 m verwendet.
Die Angabe "az Barlingen_Bronnhaupten.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f
Prüfsumme TALDIA 6a50af80
Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme SERIES 098d5f2c

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).
5000 times wdep>1

12000 times wdep>1

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 6)
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-depz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-deps01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-depz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-deps02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-depz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-deps03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-j00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-j00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35i04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00i04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-depz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-deps04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-j00z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-j00s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35s05" ausgeschrieben.

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG Steinbruch Haigerloch-Weildorf

Projekt: 401.0539/19

austal2000.log

Anlage 4.1

Seite 5 von 5

TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t35i05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-t00i05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-depz05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-deps05" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
TMO: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "D:/2019/0539Schneider/pm-zbps" ausgeschrieben.

Auswertung der Ergebnisse:

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

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

Maximalwerte, Deposition

PM DEP : 59.4891 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 429 m, y= 56 m (1: 44, 38)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

PM J00 : 2570.5 µg/m³ (+/- 0.2%) bei x= 429 m, y= 56 m (1: 44, 38)
PM T35 : 6194.0 µg/m³ (+/- 2.5%) bei x= 426 m, y= 56 m (1: 43, 38)
PM T00 : 13611.0 µg/m³ (+/- 1.2%) bei x= 447 m, y= 38 m (1: 50, 32)

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

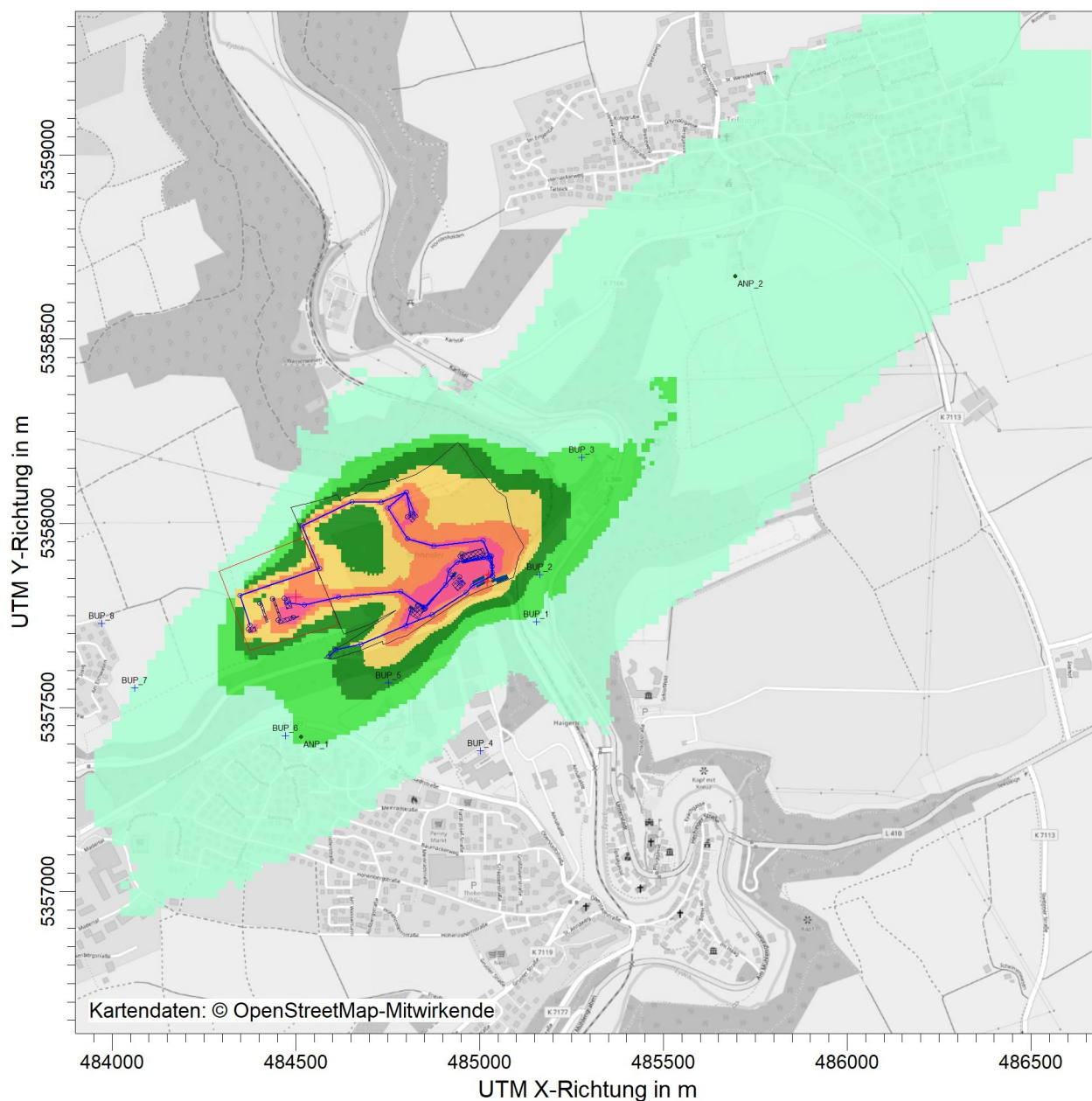
PUNKT		01		02		03		04		05		06		07		08	
xp		655		663		778		501		252		-28		-438		-529	
yp		-67		61		379		-418		-233		-376		-247		-72	
hp		1.5		1.5		1.5		1.5		1.5		1.5		1.5		1.5	
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----																	
--																	
PM	DEP	0.0294	2.6%	0.0787	1.6%	0.0428	1.6%	0.0031	6.8%	0.0638	1.9%	0.0248	2.3%				
0.0038	4.0%	0.0012	7.8%	g/(m²*d)													
PM	J00	4.7	2.0%	9.2	1.5%	5.9	1.3%	0.7	4.3%	11.5	1.2%	4.6	1.7%	1.2	2.8%		
0.6	5.3%	µg/m³															
PM	T35	16.0	21.4%	32.8	9.2%	20.7	16.7%	2.6	34.6%	34.7	11.1%	15.3	12.1%	4.4			
22.7%		1.0	56.0%	µg/m³													
PM	T00	82.0	22.1%	92.5	9.0%	61.0	7.7%	25.1	14.9%	238.1	5.5%	88.2	8.9%	21.6			
8.1%		21.3	24.0%	µg/m³													

2019-10-17 10:31:23 AUSTAL2000 beendet.

PROJEKT-TITEL:

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Erweiterung Steinbruch Haigerloch-Weildorf



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

µg/m³

PM J00: Max = 2570,5 µg/m³ (X = 484928,50 m, Y = 5357855,50 m)



BEMERKUNGEN:

Anlage
4.2.1 Zusatzbelastung
Jahresmittelwert Schwebstaub
PM10

STOFF:

PM

FIRMENNAME:

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

EINHEITEN:

µg/m³

BEARBEITER:

Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold

QUELLEN:

58

MAßSTAB:

1:18.000

0 0,5 km

**Ingenieurbüro
Ulbricht GmbH**

AUSGABE-TYP:

PM J00

DATUM:

21.10.2019

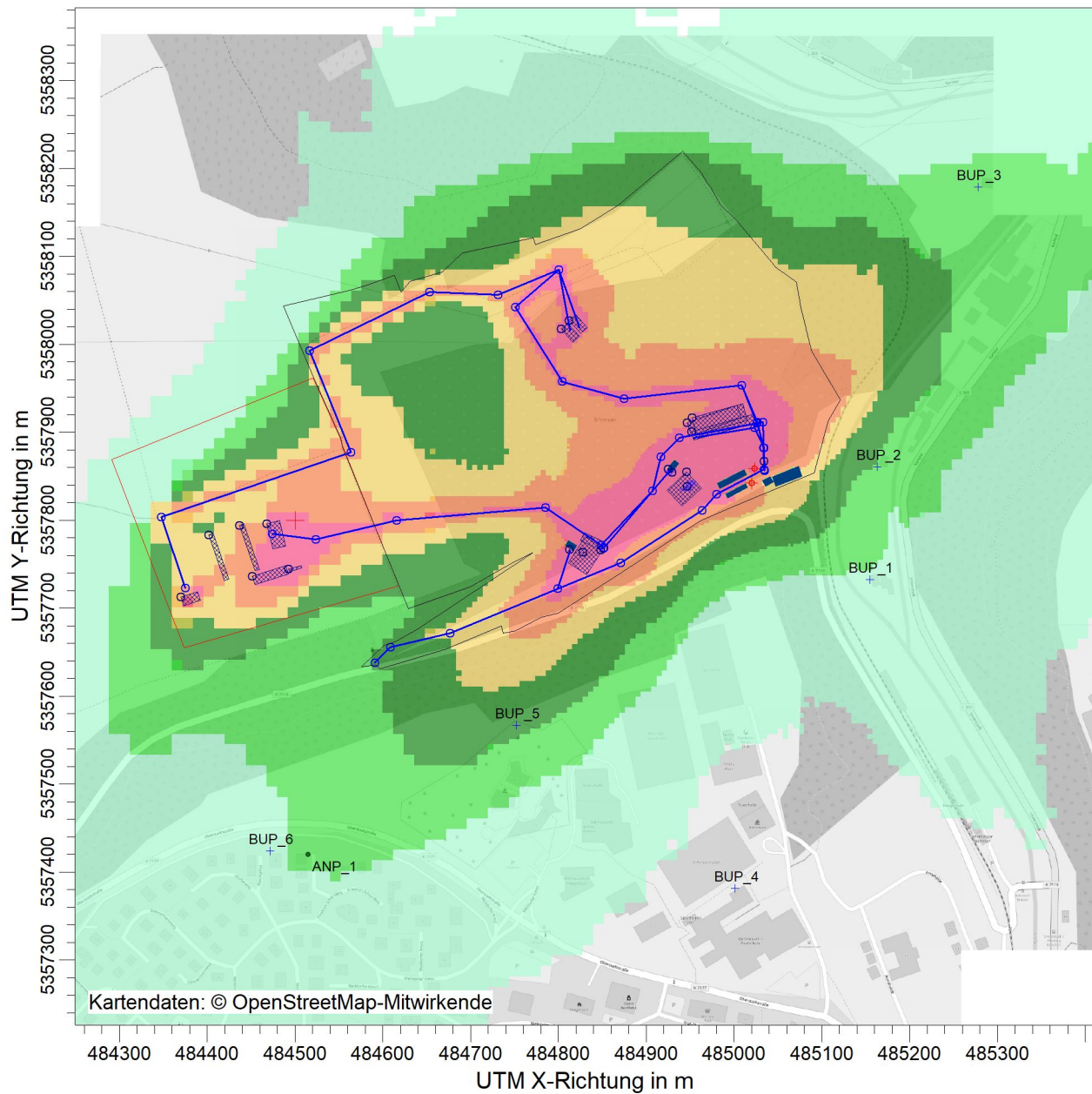
PROJEKT-NR.:

401.0539/19

PROJEKT-TITEL:

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

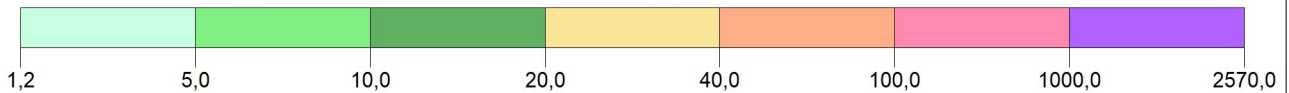
Erweiterung Steinbruch Haigerloch-Weildorf




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

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

PM J00: Max = 2570,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (X = 484928,50 m, Y = 5357855,50 m)

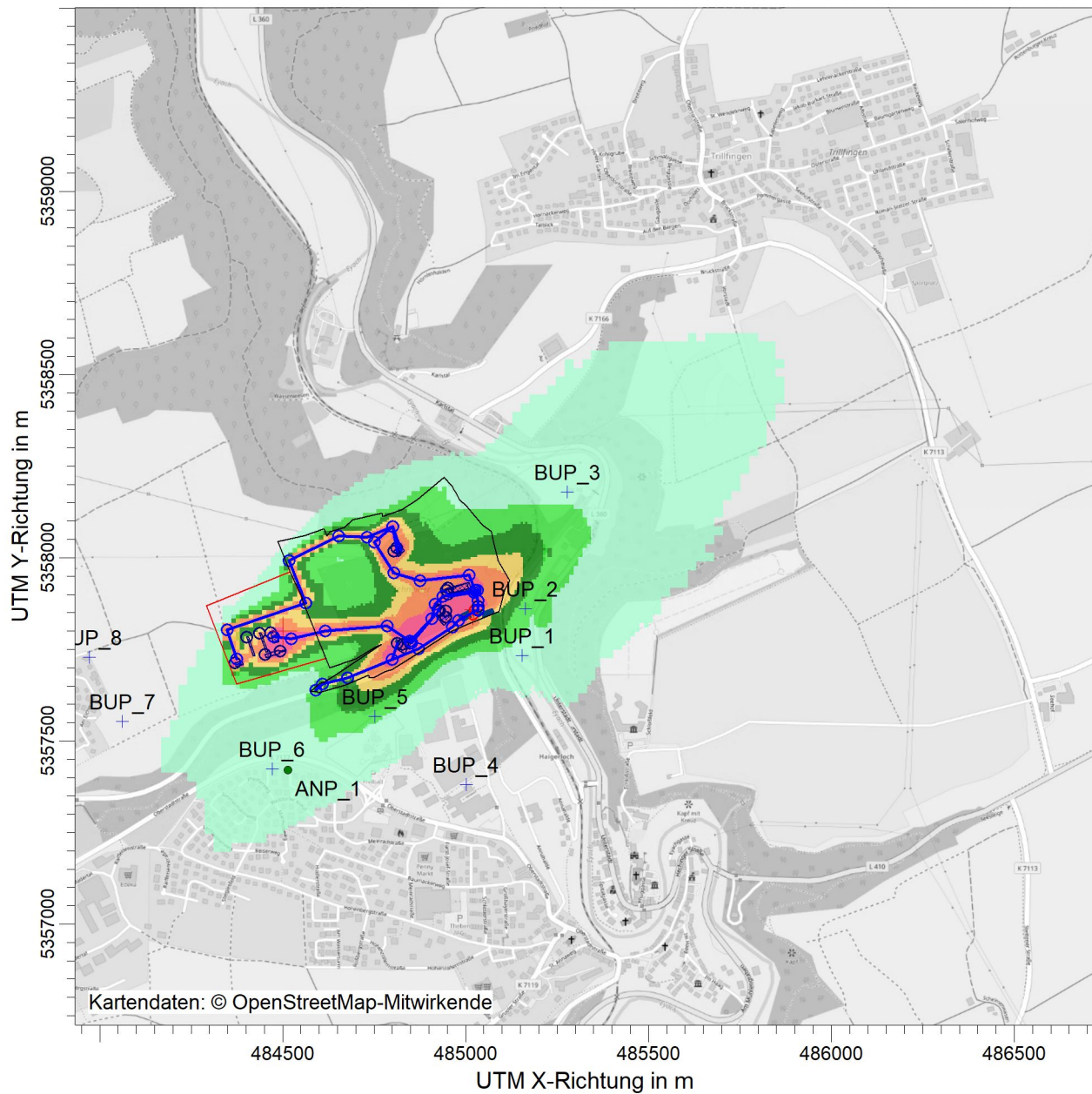


BEMERKUNGEN: Anlage 4.2.2 Zusatzbelastung Jahresmittelwert Schwebstaub PM10 - Ausschnitt	STOFF: PM		FIRMENNAME: Ingenieurbüro Ulbricht GmbH	
		EINHEITEN: $\mu\text{g}/\text{m}^3$	BEARBEITER: Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold	
	QUELLEN: 58		MAßSTAB: 1:7.500 0 0,2 km	
	AUSGABE-TYP: PM J00		DATUM: 21.10.2019	
			PROJEKT-NR.: 401.0539/19	

PROJEKT-TITEL:

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

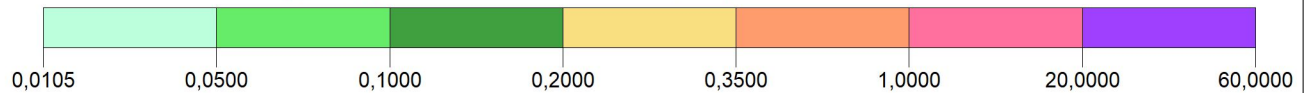
Erweiterung Steinbruch Haigerloch-Weildorf





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

g/(m²*d)

PM DEP: Max = 59,4891 g/(m²*d) (X = 484928,50 m, Y = 5357855,50 m)

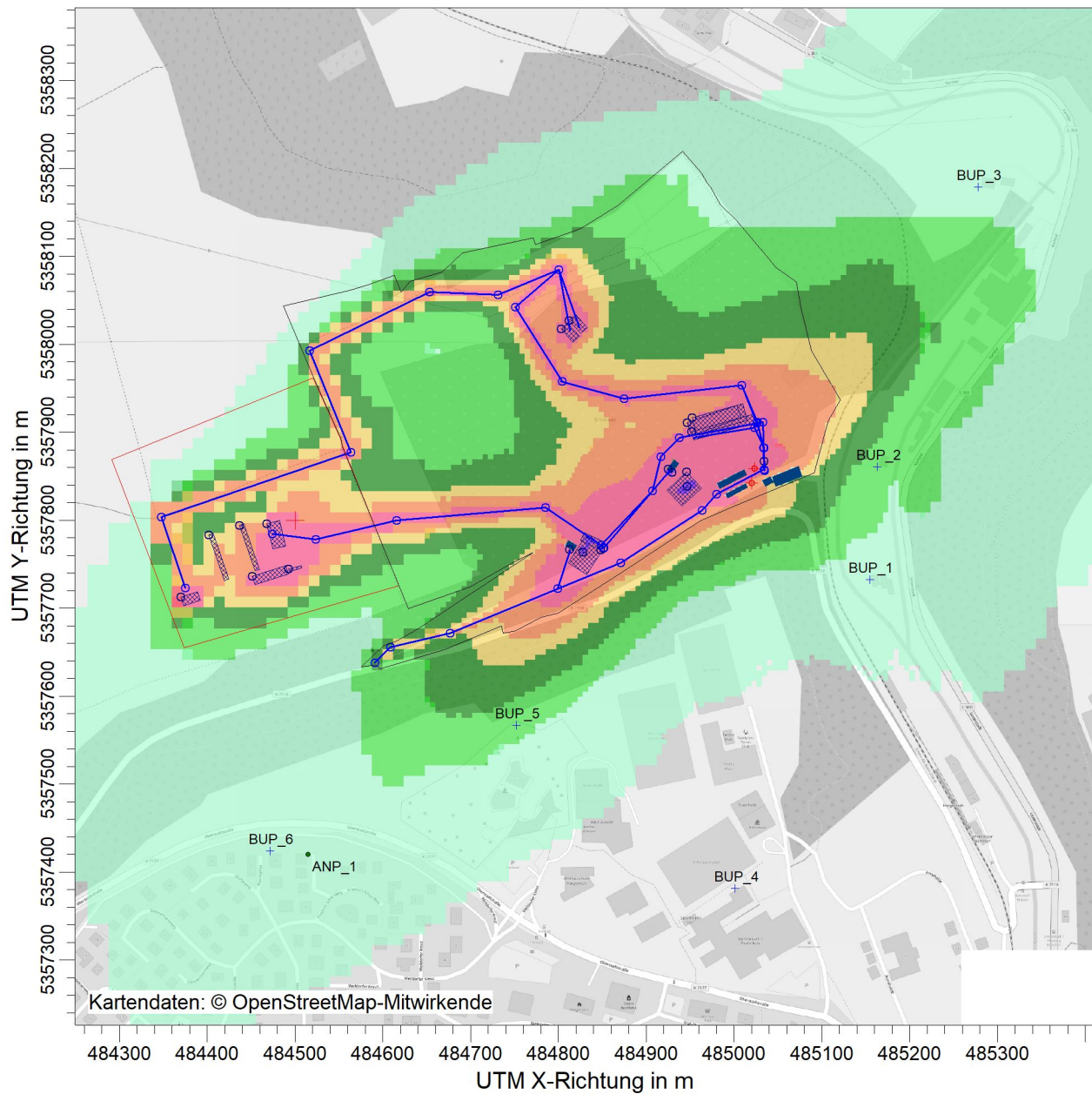


BEMERKUNGEN: Anlage: 4.3.1 Zusatzbelastung Jahresmittelwert Staubbiederschlag	STOFF: PM		FIRMENNAME: Ingenieurbüro Ulbricht GmbH	
		EINHEITEN: g/(m²*d)	BEARBEITER: Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold	
	QUELLEN: 58		MAßSTAB: 1:18.000  0,5 km	
	AUSGABE-TYP: PM DEP		DATUM: 21.10.2019	

PROJEKT-TITEL:

Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

Erweiterung Steinbruch Haigerloch-Weildorf





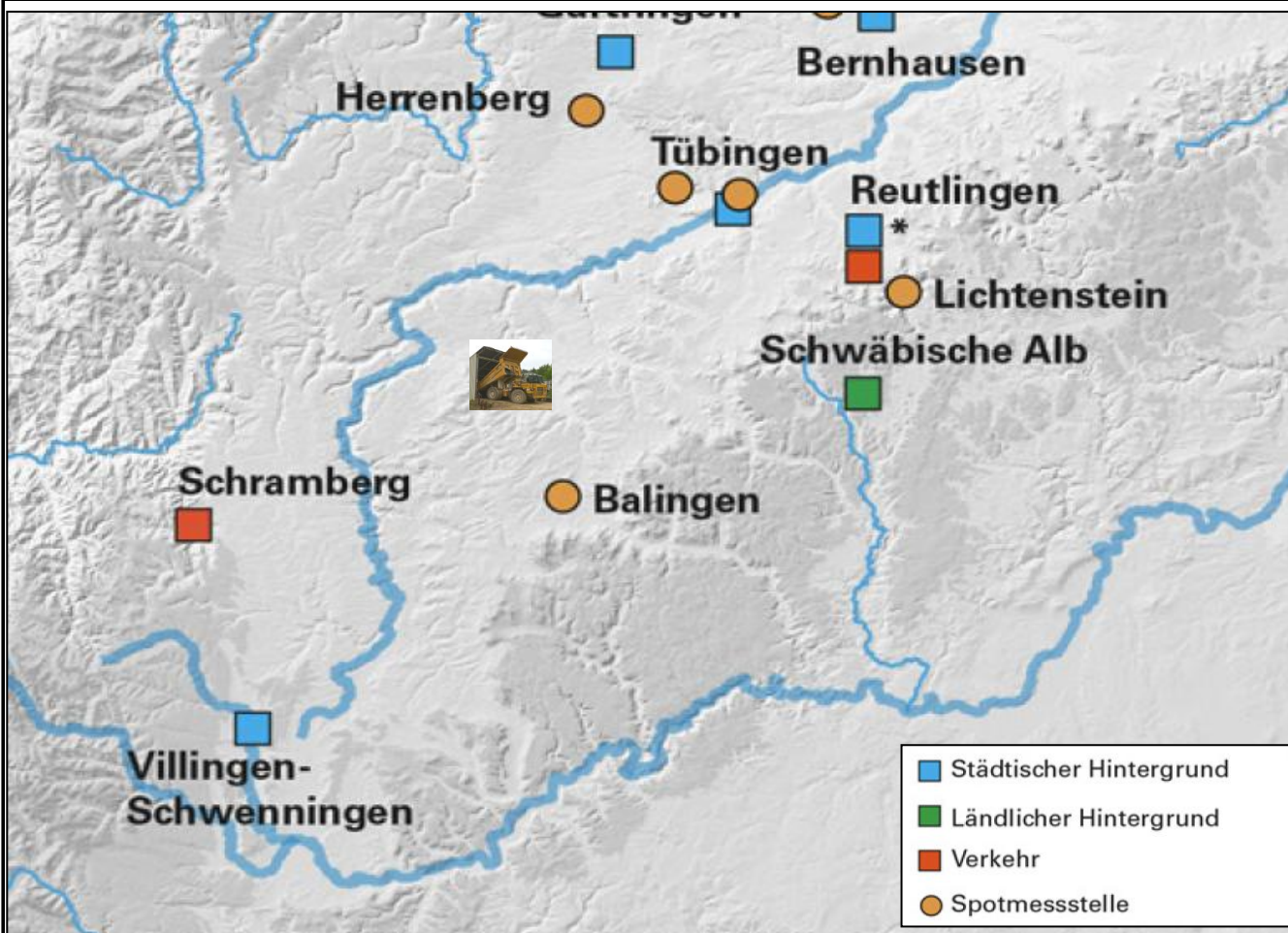
PM / DEPz: Jahresmittel der Deposition / 0 - 3m

g/(m²*d)

PM DEP: Max = 59,4891 g/(m²*d) (X = 484928,50 m, Y = 5357855,50 m)



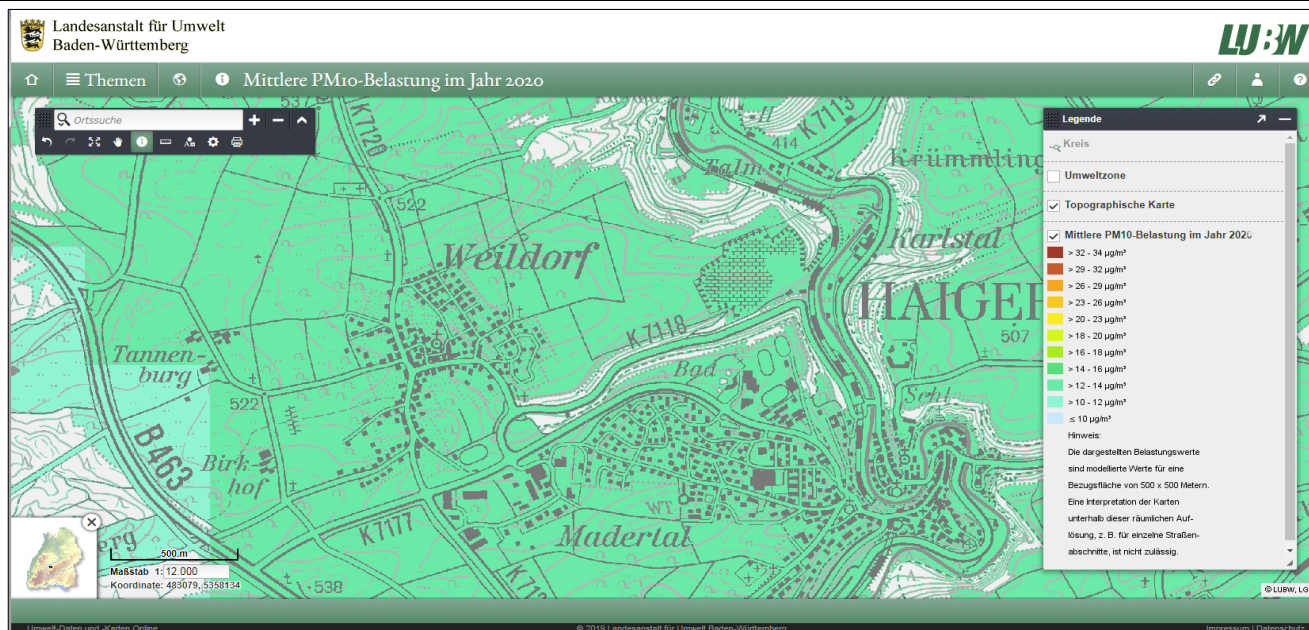
BEMERKUNGEN: Anlage: 4.3.2 Zusatzbelastung Jahresmittelwert Staubbiederschlag - Ausschnitt	STOFF: PM		FIRMENNAME: Ingenieurbüro Ulbricht GmbH	
		EINHEITEN: g/(m²*d)	BEARBEITER: Dipl.-Ing.(FH) Regina Haubold	
	QUELLEN: 58		MAßSTAB: 1:7.500 0  0,2 km	
	AUSGABE-TYP: PM DEP		DATUM: 21.10.2019	
				PROJEKT-NR.: 401.0539/19

Ermittlung der Schwebstaubvorbelastung**Standorte der Luftmessstationen in Baden-Württemberg, 2017 [27]****Vorbelastungswerte der nächsten Stationen**

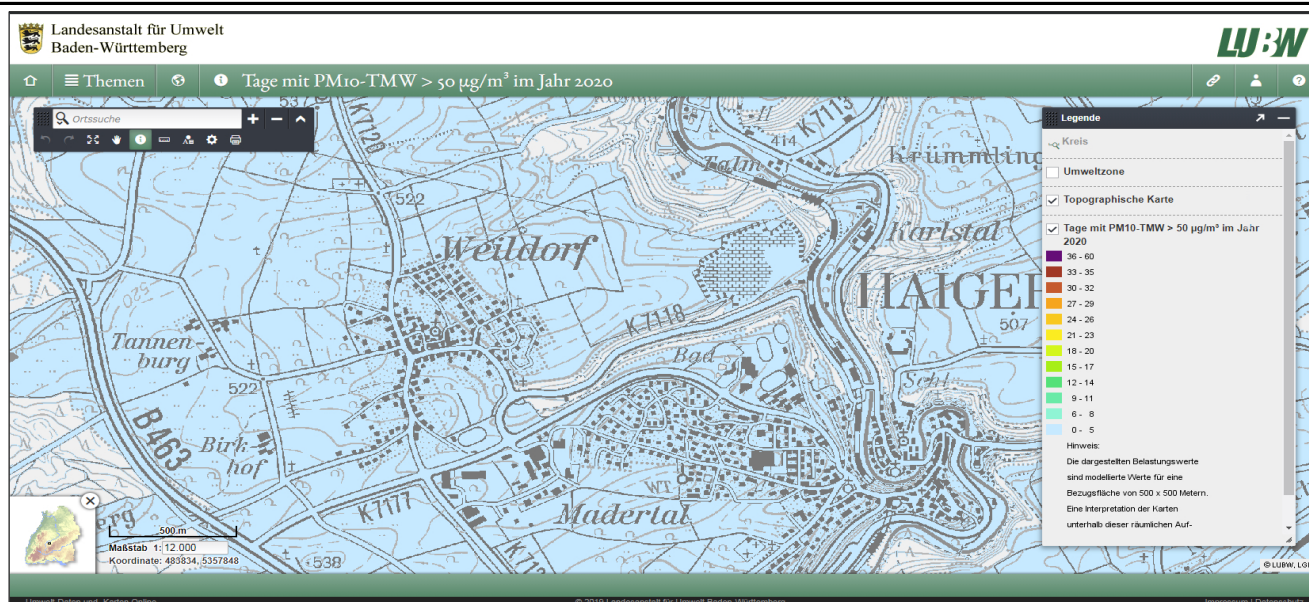
	Schwebstaub PM10			Staubniederschlag
	in µg/m³			in g/(m² d)
	JMW / T > 50 µg/m³			
Station:	Tübingen	Schramberg	Schwäbische Alb	Plochingen
	Derendiger Straße 86	Oberndorfer Straße 94	Sonnenbühl-Erpfingen, Sportplatz	Deizisauer Weg
Gebietszuordnung:	städt. Hintergrund	verkehrsnahe	ländl.Hintergrund	
Abstand z. Anlage:	28 km NO	39 km SW	34 km O	70 km NO
2016	16 / 1	18 / 3	10 / 0	0,06
2017	16 / 10	16 / 6	10 / 1	0,06
2018	16 / 4	16 / 4	11 / 2	
Daten:	LUBW - Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg: http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de			

Ermittlung der Schwebstaubvorbelastung

Modellierte PM10-Vorbelastung für 2020 - Jahresmittelwert



Modellierte PM10-Vorbelastung für 2020 - Anzahl der Tage mit TMW > 50 µg/m³



Vergleichbare Station

Tübingen, Derendinger Straße 86

Gebietszuordnung städtischer Hintergrund

Höhe: 324 m über NN

Abstand zur 28 km nordöstlich

Auswertung Monitor-Punkten

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

1	Monitor-Punkten: BUP_1: Karlstal 1	X [m]: 485154,72	Y [m]: 5357732,68
----------	---	-------------------------	--------------------------

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	4,7	µg/m³	2 %
PM: Partikel	DEP	0,0294	g/(m²*d)	2,6 %
PM: Partikel	T00	82,0	µg/m³	22,2 %
PM: Partikel	T35	16,0	µg/m³	21,6 %

2	Monitor-Punkten: BUP_2: Karlstal 3	X [m]: 485163,12	Y [m]: 5357860,97
----------	---	-------------------------	--------------------------

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	9,2	µg/m³	1,5 %
PM: Partikel	DEP	0,0787	g/(m²*d)	1,6 %
PM: Partikel	T00	92,5	µg/m³	9 %
PM: Partikel	T35	32,8	µg/m³	9,2 %

3	Monitor-Punkten: BUP_3: Karlstal 2	X [m]: 485278,03	Y [m]: 5358179,19
----------	---	-------------------------	--------------------------

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	5,9	µg/m³	1,3 %
PM: Partikel	DEP	0,0428	g/(m²*d)	1,6 %
PM: Partikel	T00	61,0	µg/m³	7,7 %
PM: Partikel	T35	20,7	µg/m³	16,8 %

Auswertung Monitor-Punkten

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

4	Monitor-Punkten: BUP_4: Schulzentrum	X [m]: 485001,36	Y [m]: 5357381,75
----------	---	-------------------------	--------------------------

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	0,7	µg/m³	4,3 %
PM: Partikel	DEP	0,0031	g/(m²*d)	6,8 %
PM: Partikel	T00	25,1	µg/m³	15 %
PM: Partikel	T35	2,6	µg/m³	34,6 %

5	Monitor-Punkten: BUP_5: Freibad	X [m]: 484752,10	Y [m]: 5357566,64
----------	--	-------------------------	--------------------------

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	11,5	µg/m³	1,2 %
PM: Partikel	DEP	0,0638	g/(m²*d)	1,9 %
PM: Partikel	T00	238,1	µg/m³	5,5 %
PM: Partikel	T35	34,7	µg/m³	11,2 %

6	Monitor-Punkten: BUP_6: Pfeifferweg 4	X [m]: 484471,59	Y [m]: 5357423,95
----------	--	-------------------------	--------------------------

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	4,6	µg/m³	1,8 %
PM: Partikel	DEP	0,0248	g/(m²*d)	2,3 %
PM: Partikel	T00	88,2	µg/m³	9 %
PM: Partikel	T35	15,3	µg/m³	12,2 %

Auswertung Monitor-Punkten

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

7 Monitor-Punkten: BUP_7: Am Bildstöckle

X [m]: 484061,86

Y [m]: 5357553,17

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	1,2	µg/m³	2,8 %
PM: Partikel	DEP	0,0038	g/(m²*d)	4 %
PM: Partikel	T00	21,6	µg/m³	8,1 %
PM: Partikel	T35	4,4	µg/m³	23 %

8 Monitor-Punkten: BUP_8: Theresienstraße 24

X [m]: 483971,15

Y [m]: 5357727,91

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	0,6	µg/m³	5,4 %
PM: Partikel	DEP	0,0012	g/(m²*d)	7,8 %
PM: Partikel	T00	21,3	µg/m³	24,3 %
PM: Partikel	T35	1,0	µg/m³	56 %

Auswertung der Ergebnisse:

J00/Y00: Jahresmittel der Konzentration

Tnn/Dnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Snn/Hnn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

DEP: Jahresmittel der Deposition

Auswertung Analyse-Punkte

Projekt: Engelbert Schneider GmbH & Co. KG

1 Analyse-Punkte: ANP_1: Friedrich-Schüz-Weg 5

X [m]: 484514,79

Y [m]: 5357420,03

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	5,4	µg/m³	1,6 %
PM: Partikel	DEP	0,0277	g/(m²*d)	2,2 %
PM: Partikel	T00	155,2	µg/m³	6,8 %
PM: Partikel	T35	17,0	µg/m³	9,2 %

2 Analyse-Punkte: ANP_2: Vorstadt 10

X [m]: 485695,10

Y [m]: 5358670,89

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	2,9	µg/m³	1,7 %
PM: Partikel	DEP	0,0081	g/(m²*d)	2,5 %
PM: Partikel	T00	34,0	µg/m³	12,4 %
PM: Partikel	T35	9,5	µg/m³	23,9 %

Auswertung der Ergebnisse:

J00/Y00: Jahresmittel der Konzentration

Tnn/Dnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Snn/Hnn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

DEP: Jahresmittel der Deposition

Berechnung der Gesamtbelastung							
Vorbelastung (IV):							
Kenngrößen der Luftqualität - Jahresdaten 2016 - 2018, LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg							
	J00						
	Plochingen	Tübingen					
	PMDEP	PM10					
	g/(m²·d)	µg/m³					
IW	0,35	40					
IV	0,060	16					
Zusatzbelastung (IZ) und statistische Unsicherheit				PMDEP		PM10	
				g/(m²·d)	%	g/(m²·d)	µg/m³
Irrel. IZ 4.2.2 TA Luft =						0,0105	1,2
BUP 1	Karlstal 1	0,0294	2,6	0,0302	4,70	2,0	4,8
BUP 2	Karlstal 3	0,0787	1,6	0,0800	9,20	1,5	9,3
BUP 3	Karlstal 2	0,0428	1,6	0,0435	5,90	1,3	6,0
BUP 4	Schulzentrum Haigerloch	0,0031	6,8	0,0033	0,70	4,3	0,7
BUP 5	Freibad Haigerloch	0,0638	1,9	0,0650	11,50	1,2	11,6
BUP 6	Pfeifferweg 4 , Haigerloch	0,0248	2,3	0,0254	4,60	1,7	4,7
BUP 7	Am Bildstöckle, Weildorf	0,0038	4,0	0,0040	1,20	2,8	1,2
BUP 8	Theresienstraße 24, Weildorf	0,0012	7,8	0,0013	0,60	5,3	0,6
ANP 1	Friedrich-Schüz-Weg 5, Haigerloch	0,0277	2,2	0,0283	5,40	1,6	5,5
ANP 2	Vorstadt 10, Trifflingen	0,0081	2,5	0,0083	2,90	1,7	2,9
Gesamtbelastung (IG)				PMDEP		PM10	
				J00		J00	
Vorbelastung				0,06		16	
BUP 1	Karlstal 1	0,09		21			
BUP 2	Karlstal 3	0,14		25			
BUP 3	Karlstal 2	0,10		22			
BUP 4	Schulzentrum Haigerloch	0,06		17			
BUP 5	Freibad Haigerloch	0,13		28			
BUP 6	Pfeifferweg 4 , Haigerloch	0,09		21			
BUP 7	Am Bildstöckle, Weildorf	0,06		17			
BUP 8	Theresienstraße 24, Weildorf	0,06		17			
ANP 1	Friedrich-Schüz-Weg 5, Haigerloch	0,09		21			
ANP2	Vorstadt 10, Trifflingen	0,07		19			
Immissionswert 4.2.1, 4.3.1 TA Luft (IW)				0,35		40	
Äquivalenzwert						30	
Abkürzungen:							
J00	Immissionsjahreswert						
T00	Immissionstageswert						
IW	Immissionswert						
PMDEP	Staubniederschlag						
PM10	Schwebstaub						

Anlage

5 Detaillierte Prüfung

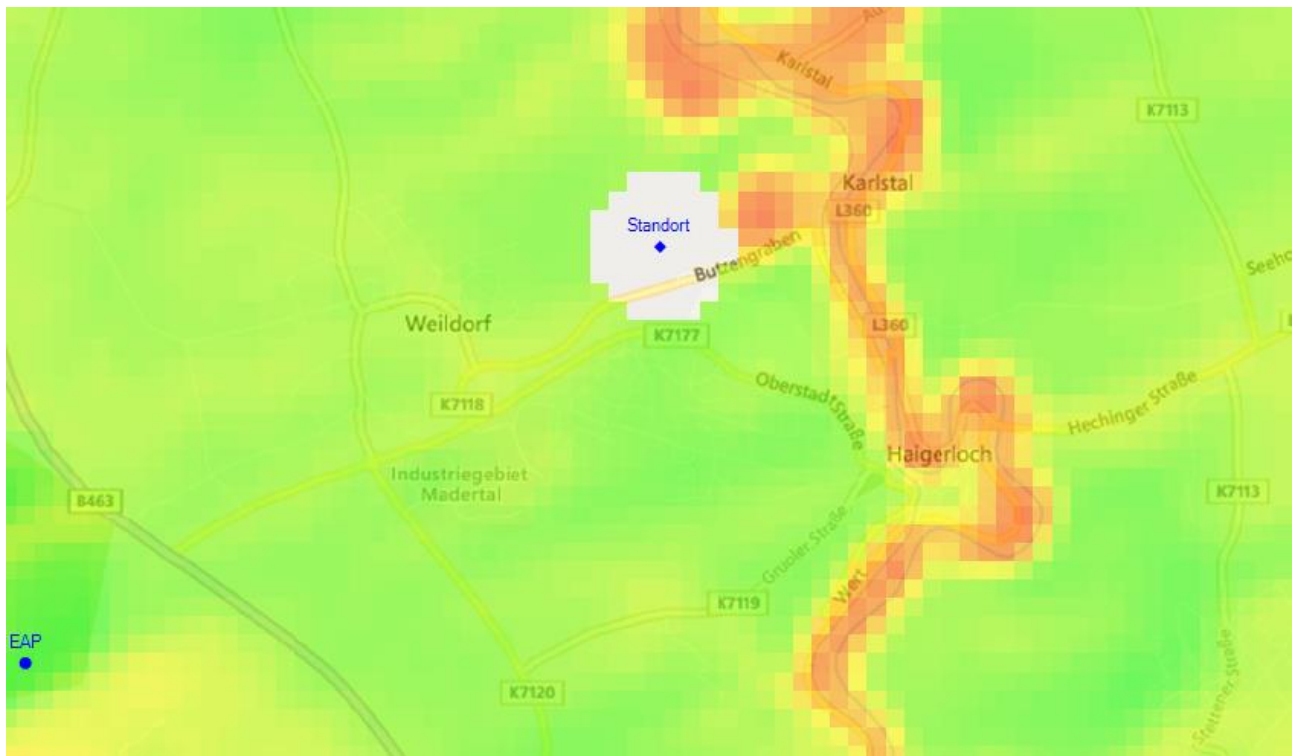
Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten
nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach
TA Luft an einem Anlagenstandort bei Haigerloch

DPR.20190421; 12.06.2019

IFU GmbH
Privates Institut für Analytik
09669 Frankenberg

Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft

an einem Anlagenstandort bei Haigerloch



Auftraggeber:	Ingenieurbüro Ulbricht GmbH Albert-Schweitzer-Straße 22 09648 Mittweida	Tel.: 03727 999061-0
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. Thomas Köhler Tel.: 037206 8929-44 Email: Thomas.Koehler@ifu-analytik.de	Dr. Hartmut Sbosny Tel.: 037206 8929-43 Email: Hartmut.Sbosny@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	DPR.20190421	
Ort, Datum:	Frankenberg, 12. Juni 2019	
Anzahl der Seiten:	51	
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	20
4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen	25
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen	27
4.6 Auswahl der Bezugswindstation	28
5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation	30
6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres	34
6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums	34
6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde	38
6.3 Prüfung auf Plausibilität	42
7 Beschreibung der Datensätze	46
7.1 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse	46
7.2 Ausbreitungsklassenzeitreihe	46
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung	47
9 Zusammenfassung	48
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung	49
11 Schrifttum	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Stadt Haigerloch in Baden-Württemberg.....	6
Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Haigerloch	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 der Station Balingen-Bronnhaupten	19
Abbildung 11: Windrichtungsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen	21
Abbildung 12: Windgeschwindigkeitsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen	22
Abbildung 13: Langjährige Windrichtungsverteilung aus den Testreferenzjahren des Deutschen Wetterdienstes für die EAP.....	23
Abbildung 14: Windrichtungsverteilung an der EAP nach den synthetischen Windstatistiken der LUBW.	24
Abbildung 15: Lage der ausgewählten Station.....	30
Abbildung 16: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der Station nach CORINE-Datenbank	31
Abbildung 17: Luftbild mit der Umgebung der Messstation.....	32
Abbildung 18: Orographie um den Standort der Wetterstation.....	33
Abbildung 19: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung	35
Abbildung 20: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	36
Abbildung 21: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse	37
Abbildung 22: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum	40
Abbildung 23: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum.....	41
Abbildung 24: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	42
Abbildung 25: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	43
Abbildung 26: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	44
Abbildung 27: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	45

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes	7
Tabelle 2: UTM-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	25
Tabelle 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung	26
Tabelle 6: EAP-Geschwindigkeiten verschiedener Modelle	27
Tabelle 7: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung	28
Tabelle 8: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen	28
Tabelle 9: Koordinaten der Wetterstation	31
Tabelle 10: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Balingen-Bronnhaupten.....	46

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet bei der Stadt Haigerloch in Baden-Württemberg.

Bei der in den Ausbreitungsrechnungen betrachteten Anlage handelt es sich um die geplante Erweiterung eines Steinbruchs mit Aufbereitungsanlagen. Als Emittenten werden Kamine mit Quelhöhen bis 22 m, eine diffuse, mobile Quelle bis 5 m und Bandabwürfe bis 15 m, über Grund angegeben.

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 im Ortsteil Weildorf, der Stadt Haigerloch in Baden-Württemberg. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

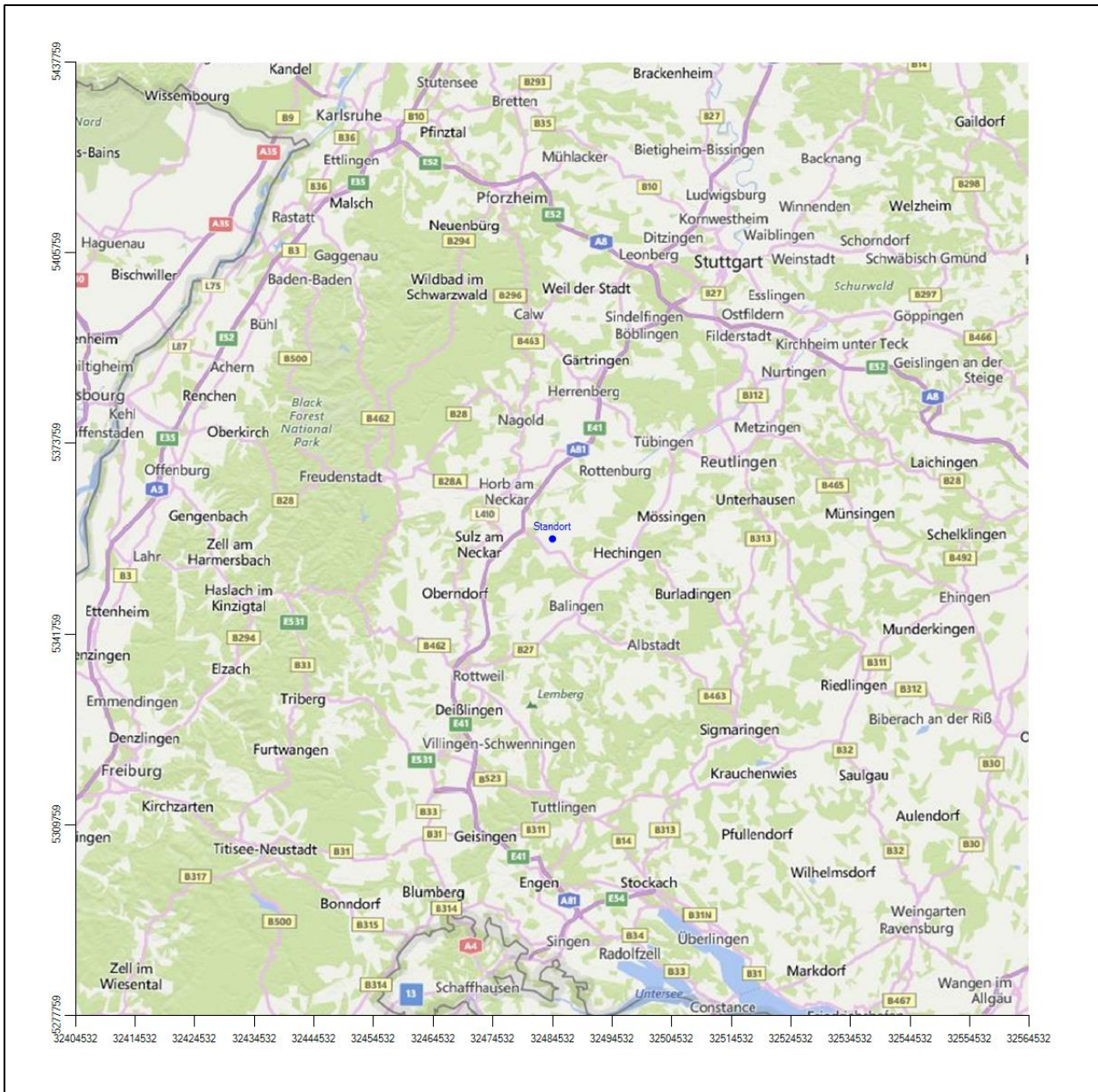
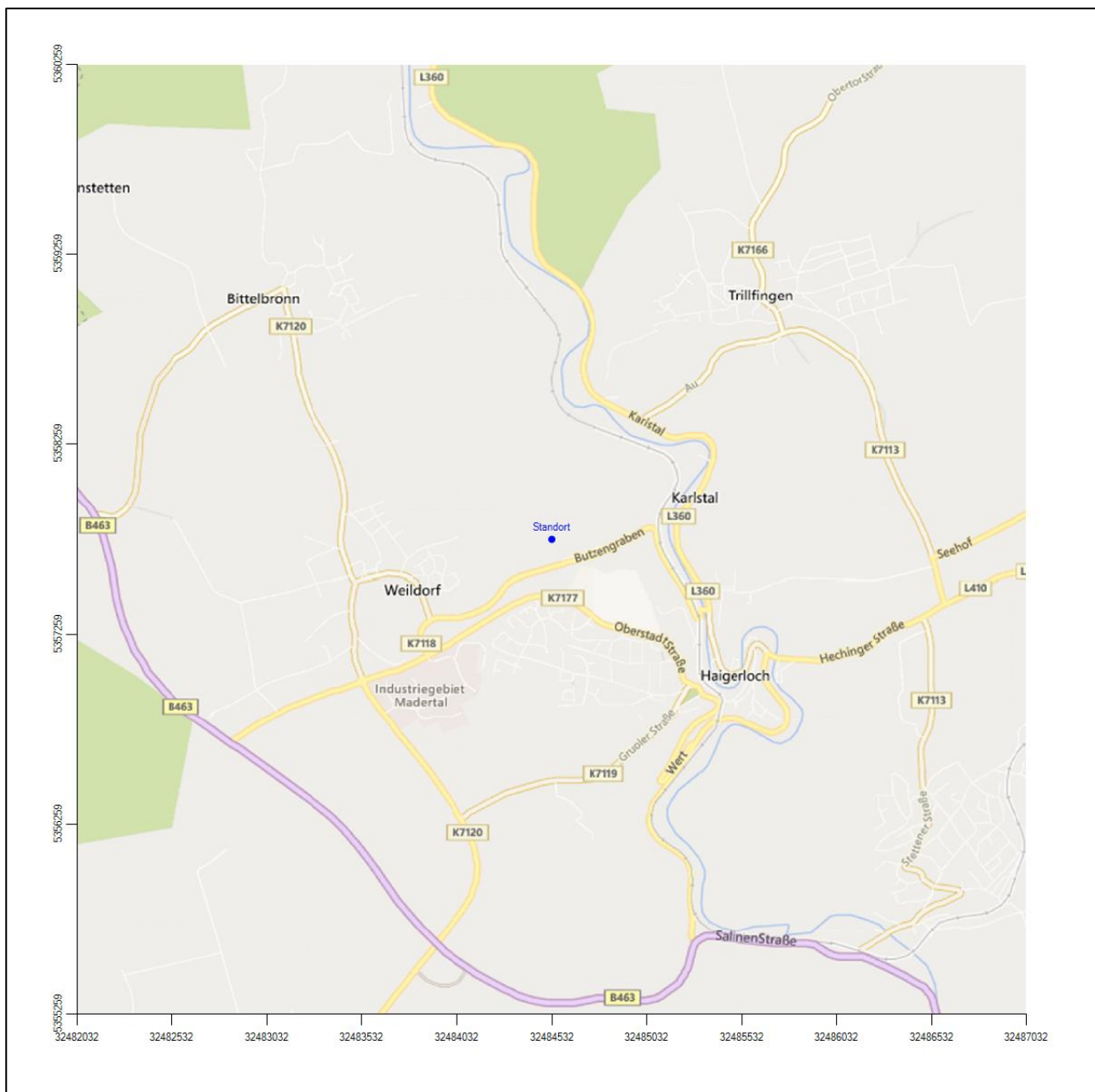


Abbildung 1: Lage der Stadt Haigerloch in Baden-Württemberg

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


Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Haigerloch

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Anlagenstandortes angegeben.

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes

RW	32484532
HW	5357759

2.2 Landnutzung

Der Standort selbst liegt nord-nordwestlich, leicht außerhalb der Stadt Haigerloch, ungefähr 1200 m vom Stadtkern (Sankt-Anna-Kirche) entfernt. Vom Ortsteil Weildorf aus gesehen, liegt er im Osten. Die Umge-

bung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Unterschiedlich dicht bebaute Siedlungsgebiete wechseln sich mit Waldgebieten, landwirtschaftlichen Flächen und Verkehrswegen ab.

Eine Verteilung der Bodenrauigkeit um den Standort ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich. Die Daten wurden dem CORINE-Kataster [1] entnommen.

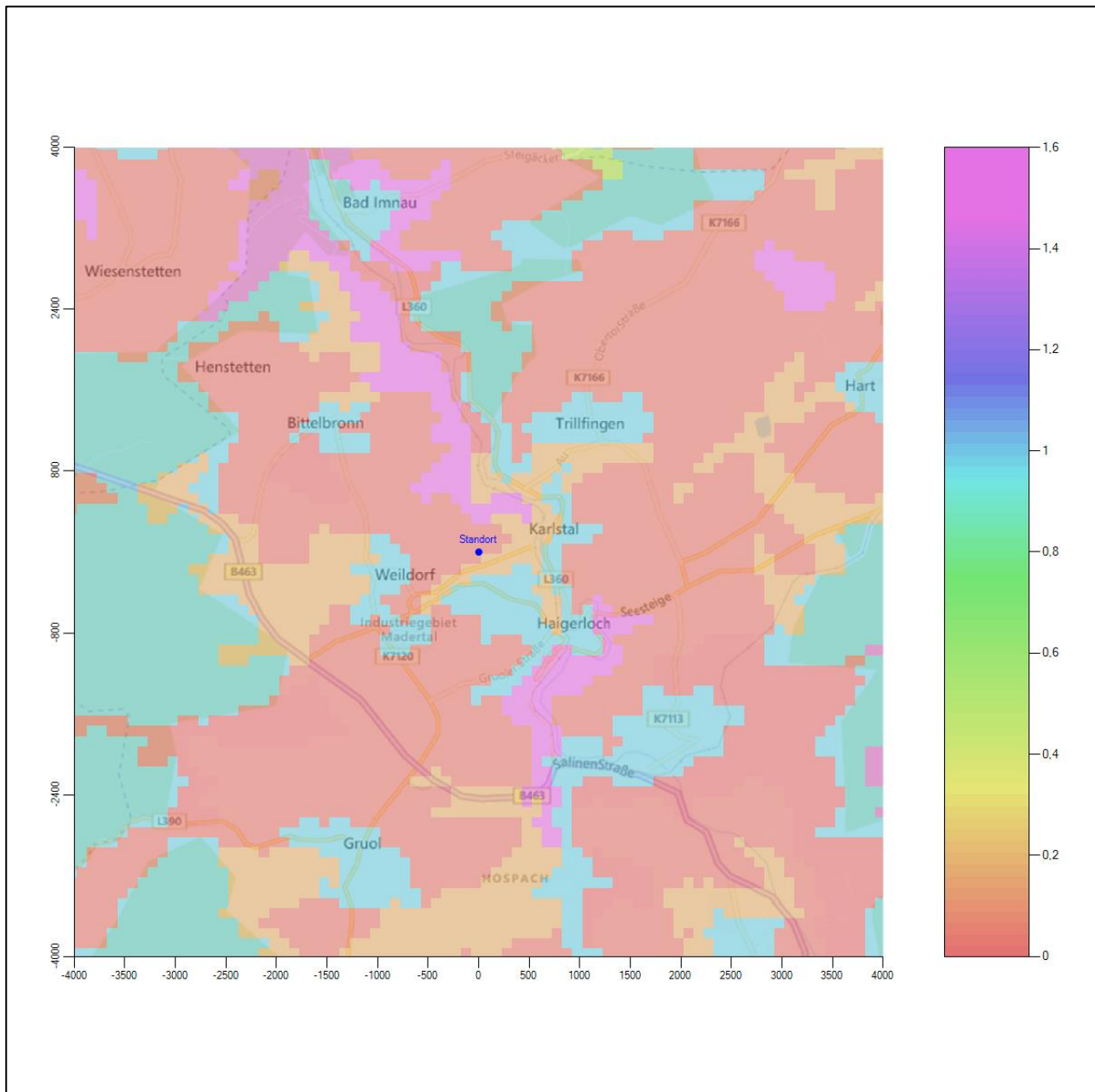


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

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 505 m über NHN. Die Umgebung ist in naher Umgebung orographisch deutlich gegliedert, im weiteren Umkreis eher moderat. Haigerloch liegt nordwestlich der Schwäbischen Alb im Tal der Eyach, einem steilen Muschelkalktal, das hier zwei ausgeprägte Schlingen bildet. Die Eyach fließt nahezu nach Norden, wo sie dem Neckar von rechts zufließt. Vom Standort aus gesehen erfolgt nach Osten hin ein Steilabstieg ins Tal der Eyach innerhalb einer Distanz von 700 m auf 420 m über NHN, also eine fast 100 m betragende Höhendifferenz. Am Zusammenfluss der Eyach mit dem ebenfalls tiefer eingeschnittenen Neckar in einer nördlichen Entfernung von 8,2 km vom Standort herrscht ein

Höheniveau von 372 m über NHN. Haigerloch wird der Landschaft der Östlichen Oberen Gäue zugerechnet. Dies ist der Übergangsbereich zwischen dem Neckartal und dem südwestlichen Albvorland, der sich von ungefähr 700 m im Süden bis auf 400 m im Norden durch sanfte Hügelwellen und Trockentalmulden abdacht.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

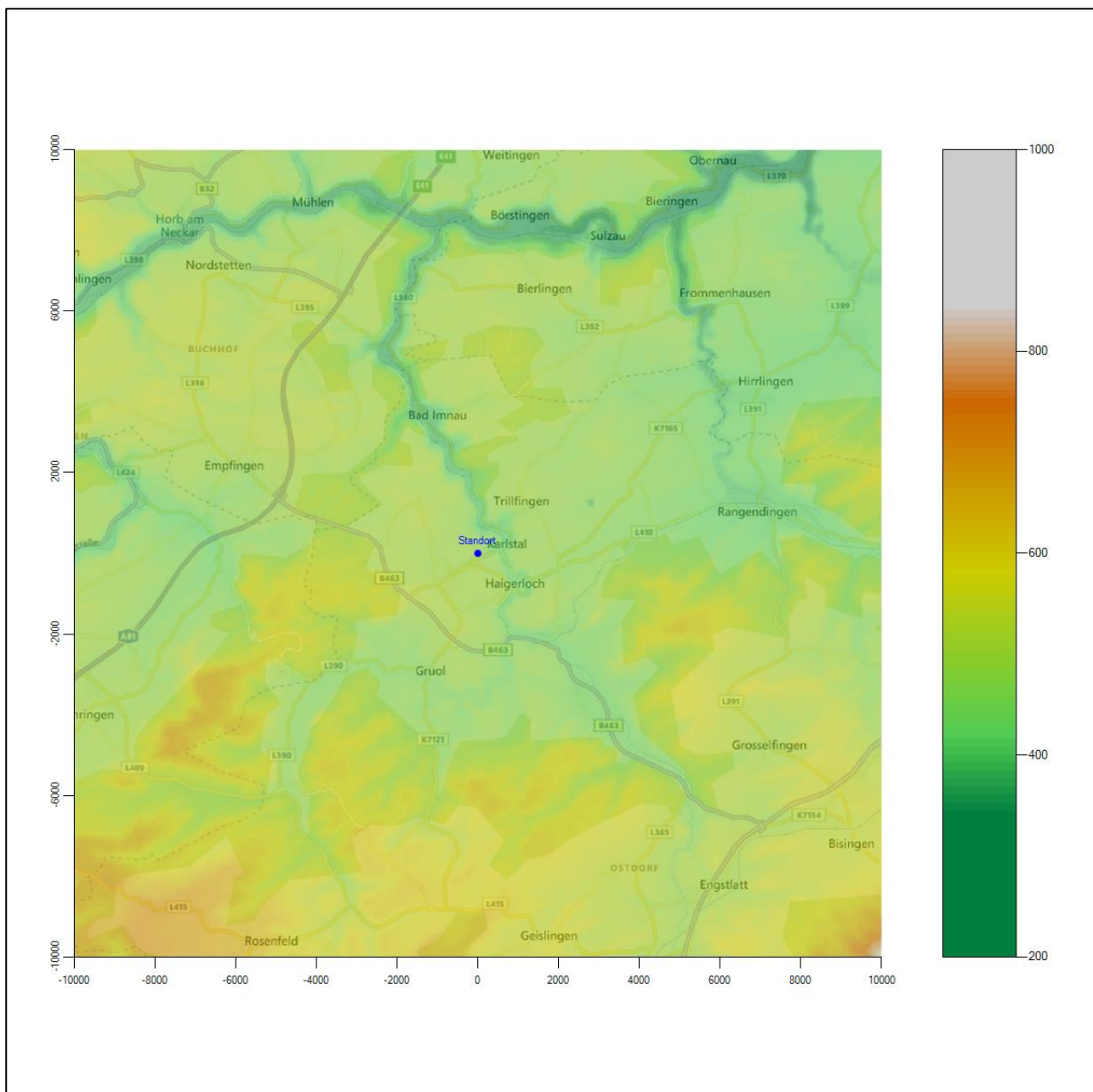


Abbildung 5: Orographie um den Standort

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 entfernteren 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 0,3 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von nahe 0,8 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 2,6 km südwestlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	32482336
HW	5356320

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

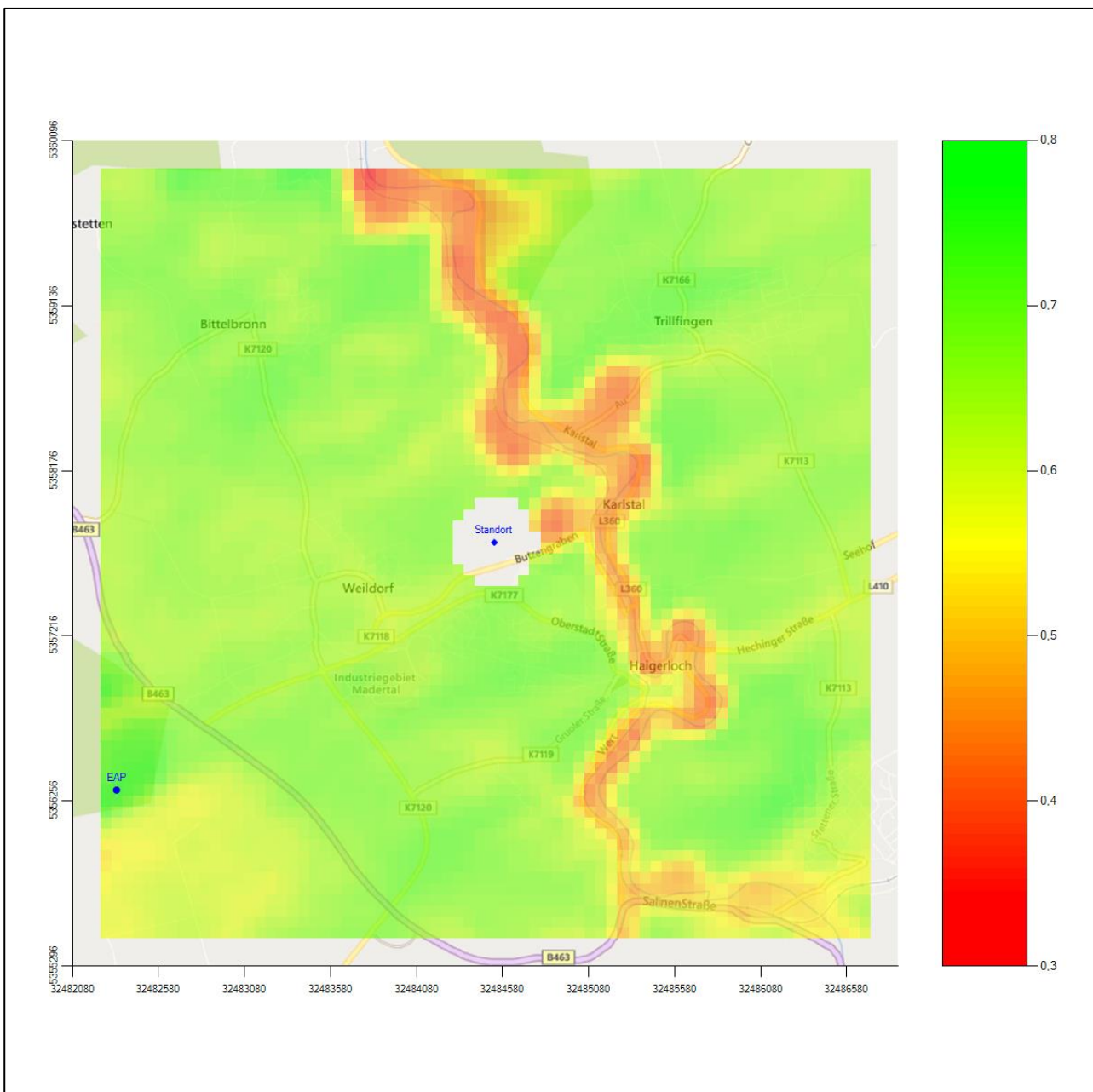


Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Die zweidimensionale Darstellung bezieht sich lediglich auf die ausgewertete Modellebene im Bereich von 15,8 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 (0,48 m).

Wird die Ausbreitungsrechnung statt mit einer diagnostischen mit einer prognostischen Windfeldbibliothek durchgeführt, empfiehlt es sich, die EAP noch einmal darüber zu bestimmen (vgl. Abschnitt 8).

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 Baden-Württemberg 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 sechs Messstationen des Deutschen Wetterdienstes (Abbildung 7), die den Qualitätsanforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 21 [5] genügen.

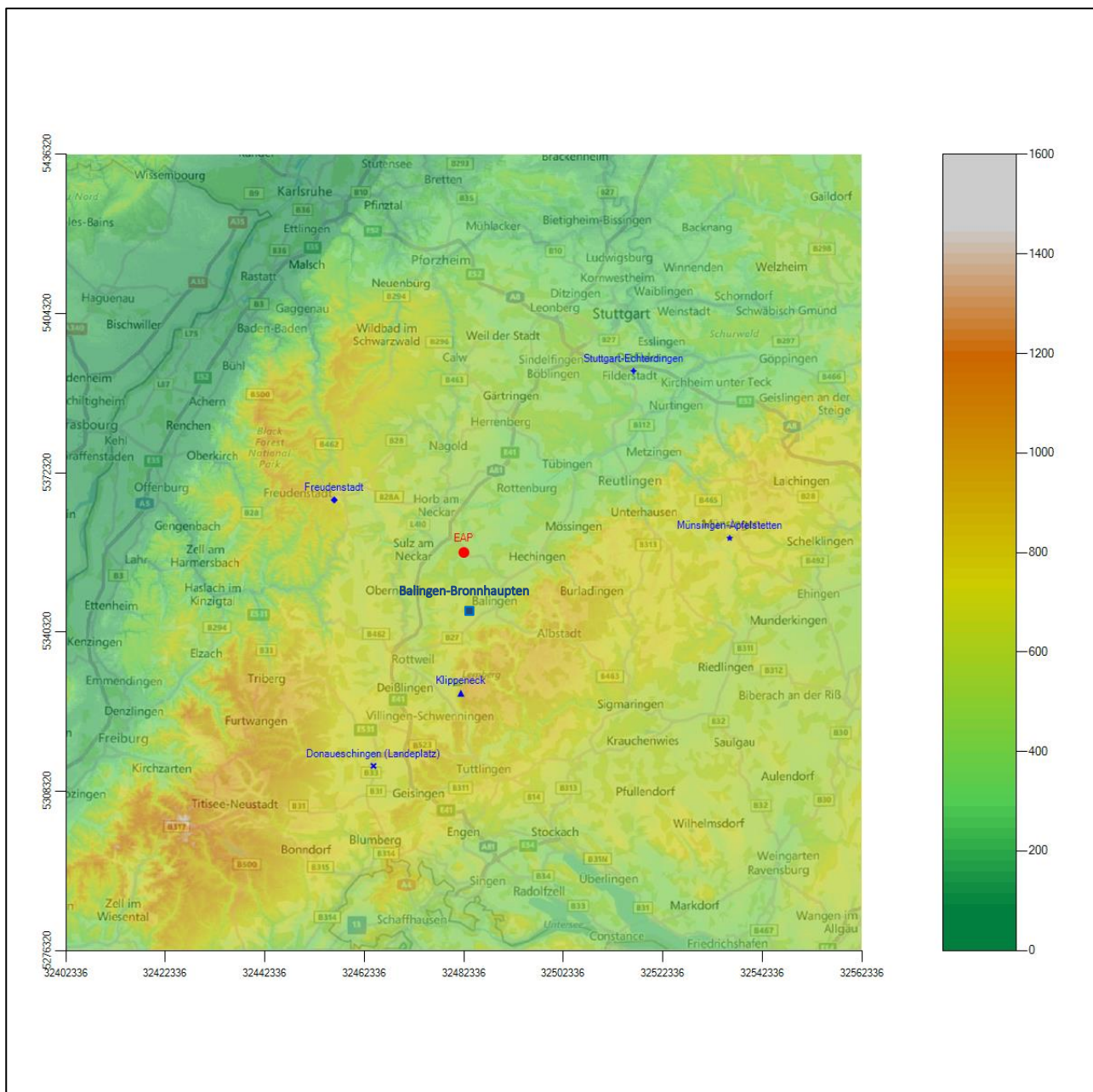


Abbildung 7: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

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
Balingen-Bronnhaupten	13965	11332	12,0	8,8134	48,2639	619	01.12.2008	11.04.2019
Freudenstadt	1468	28104	34,4	8.4089	48.4536	797	16.08.2004	22.10.2013
Klippeneck	2638	28293	15,8	8.7547	48.1053	973	25.11.1999	22.10.2013
Donaueschingen (Landeplatz)	11	46594	10,0	8.5200	47.9730	680	25.11.1999	22.10.2014
Stuttgart-Echterdingen	4931	49967	10,0	9.2235	48.6883	371	25.11.1999	22.10.2014
Münsingen-Apfelstetten	3402	53503	10,0	9.4830	48.3850	750	31.01.2008	01.09.2014

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

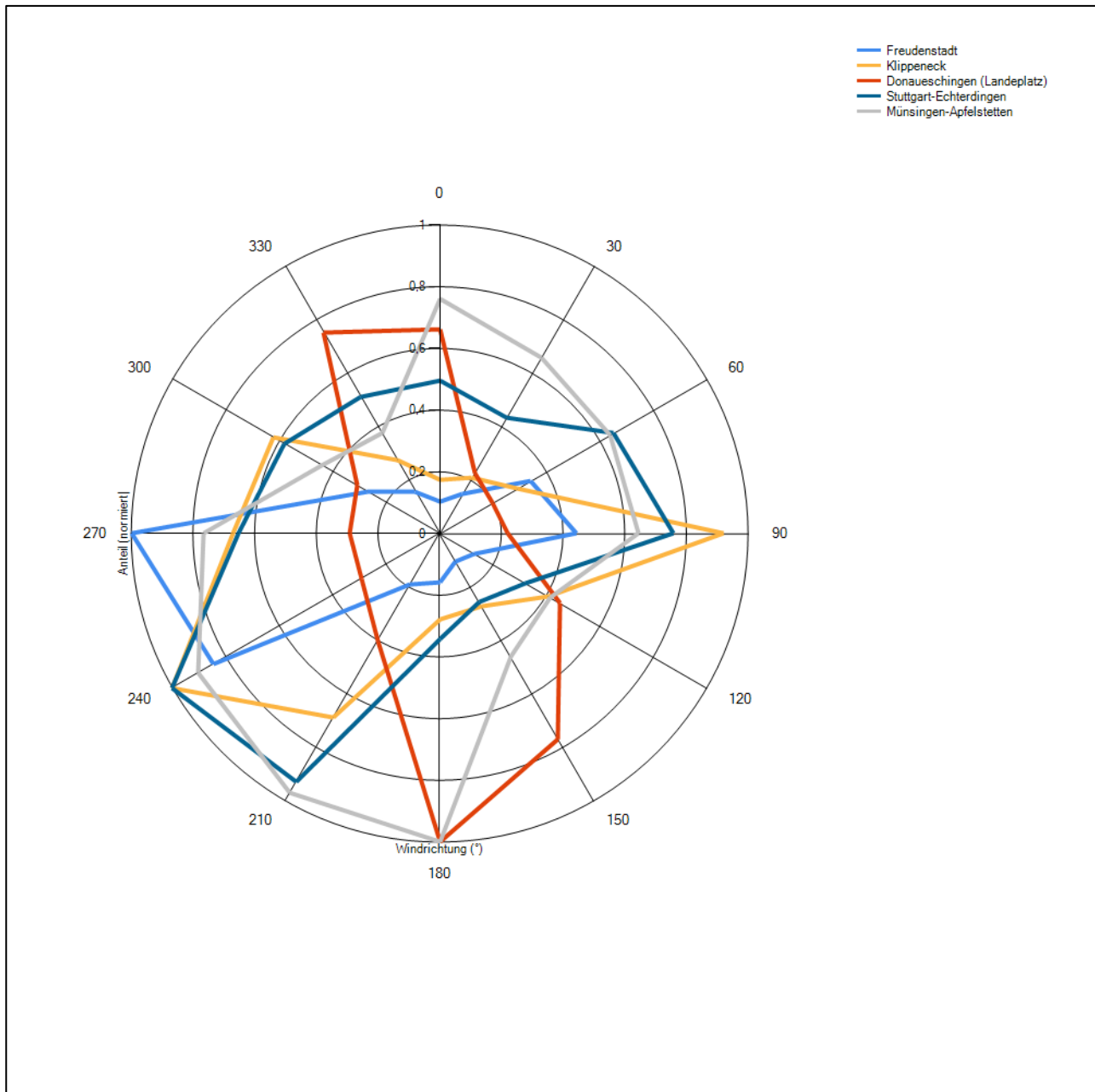


Abbildung 8: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

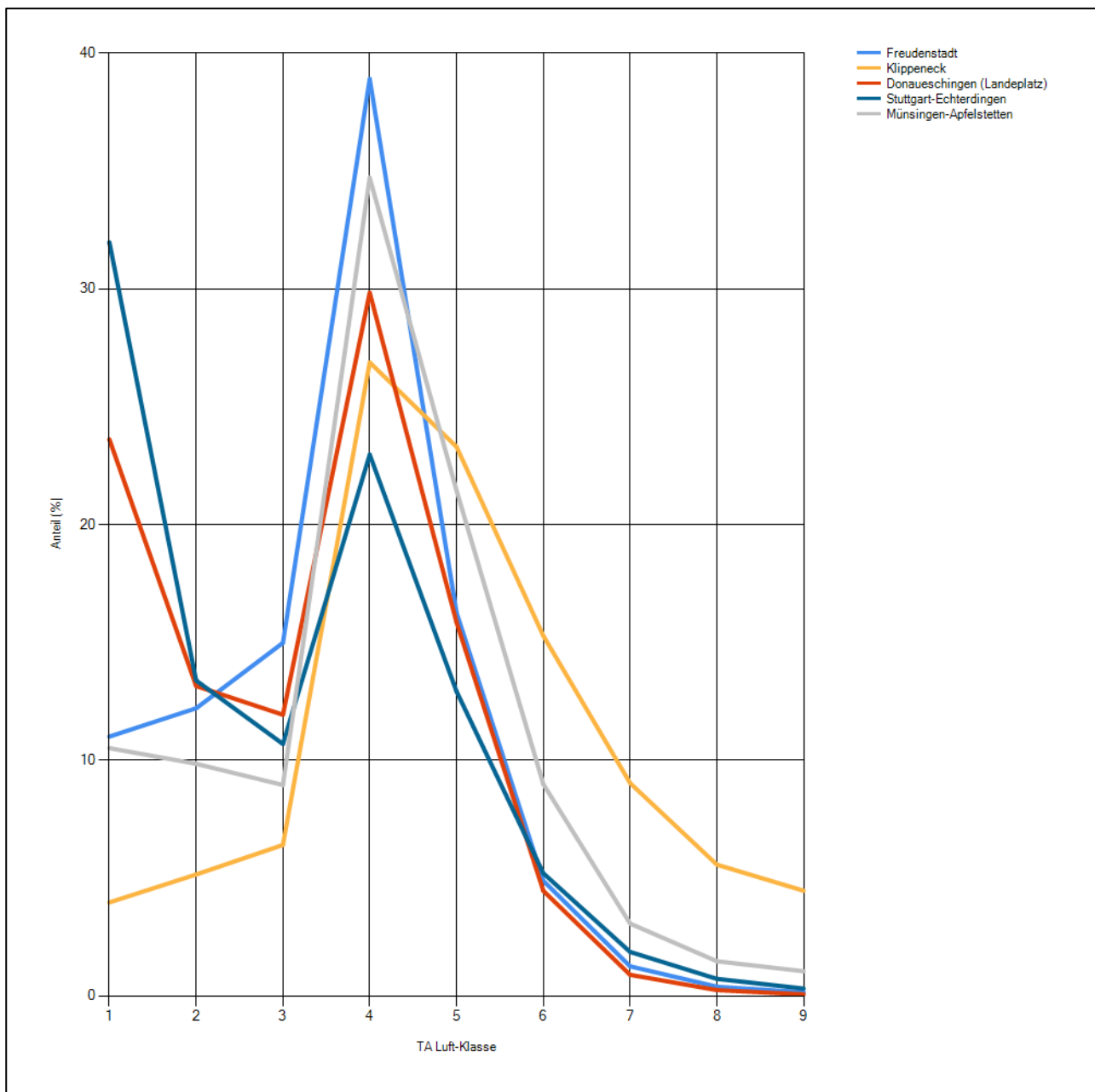


Abbildung 9: Windgeschwindigkeitsverteilung der betrachteten Messstationen

Die Richtungsverteilung der in Abbildung 8 noch fehlenden Station Balingen-Bronnhaupten ist in folgender Grafik dargestellt:

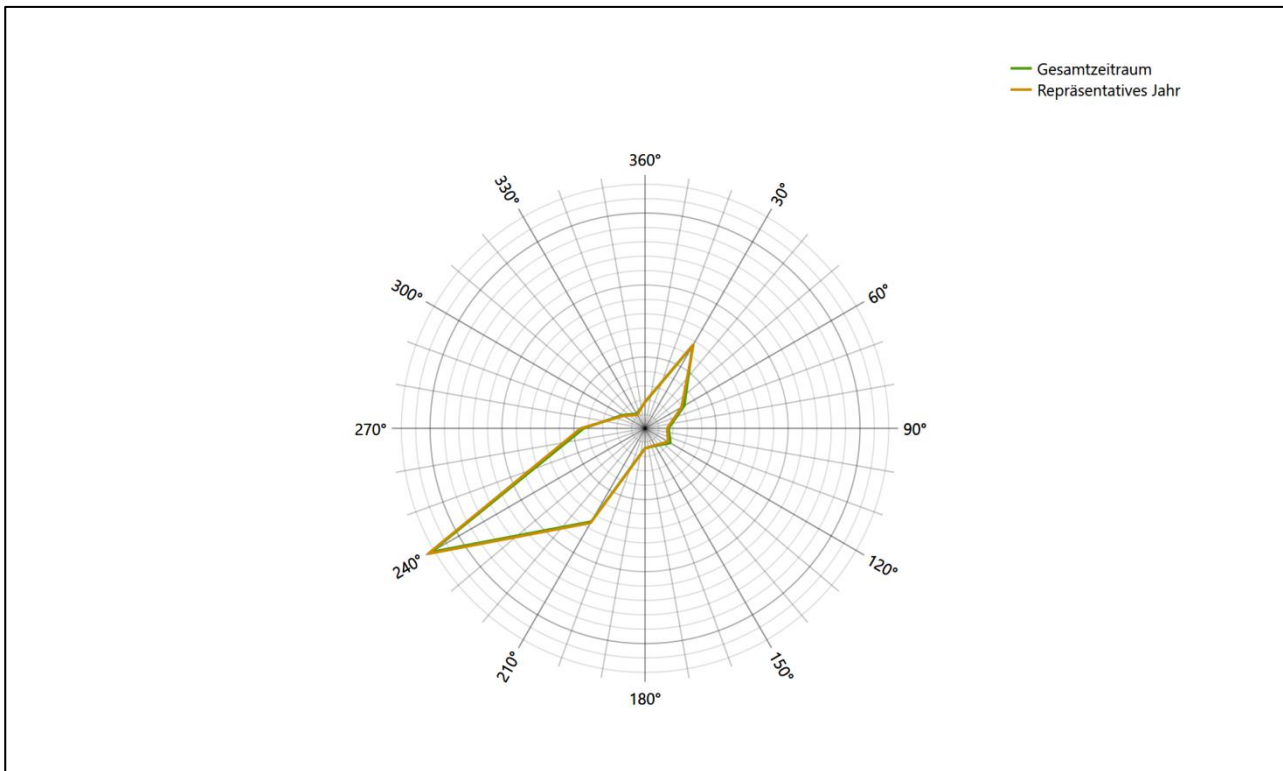


Abbildung 10: Windrichtungsverteilung der Station Balingen-Bronnhaupten

Die Richtungsverteilungen der sechs Bezugswindstationen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Das Klippeneck ist ein leicht erhöhter Geländepunkt am Albtrauf (dem nordwestlichen Steilabfall der Schwäbischen Alb), gelegen auf dem Heuberg, einer Hochebene der Schwäbischen Alb, die im Westen kilometerlang steil abbricht. Die gleichnamige Station folgt mit ihrem südwestlichen Hauptmaximum der großräumigen Verteilung, doch auffallend ist das sehr starke und scharfe Nebenmaximum aus Osten. Auch das zweite Nebenmaximum bei 300° mit den scharfen Abknick oberhalb stellt eine Eigentümlichkeit dar.

Donaueschingen (Landeplatz) hat sein Hauptmaximum aus Süden und folgt einer Achse nach Norden, wo ein ausgeprägtes Nebenmaximum über nord-nordwestliche Richtungen erscheint.

Die auf einem Hochplateau am Ostrand des Nordschwarzwaldes gelegene Station Freudenstadt liefert das genaue Gegenteil: Eine eng entlang einer West-Ost-Achse kanalisierte Verteilung, die westliche Hauptwindrichtung dominiert hier stark.

Stuttgart-Echterdingen ist eine Flughafenstation. Die südwestliche Hauptwindrichtung folgt dem großräumig vorherrschenden Höhenwind; das ausgeprägte Nebenmaximum ist etwas nach Osten verschoben.

Die Station Münsingen-Apfelstetten liegt inmitten der Schwäbischen Alb in einem reich gegliederten Gelände. Die Verteilung zeigt sich wenig kanalisiert, ein breites Richtungsspektrum wird überstrichen, wobei das formale Hauptmaximum aus Süden kommt, aber der gesamte südwestliche Quadrant starke Anteile aufweist. Das erste Nebenmaximum kommt hier aus Norden.

Die Station Balingen-Bronnhaupten hat ein äußerst scharfes Hauptmaximum aus 240°, folgt einer leicht nach Nord-Nordosten gekrümmten Achse mit einem ebenfalls scharfen, in der Intensität moderaten Nebenmaximum aus ebendieser Richtung.

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 LPRWND, 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 2,6 km südwestlich 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 wirksame Rauigkeitslänge ermittelt. Dabei wurde die Rauigkeit für die in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 (Tabelle 3) tabellierten Werte anhand der Flächennutzung sektorenweise 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 0,48 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 0,48 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 15,8 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.

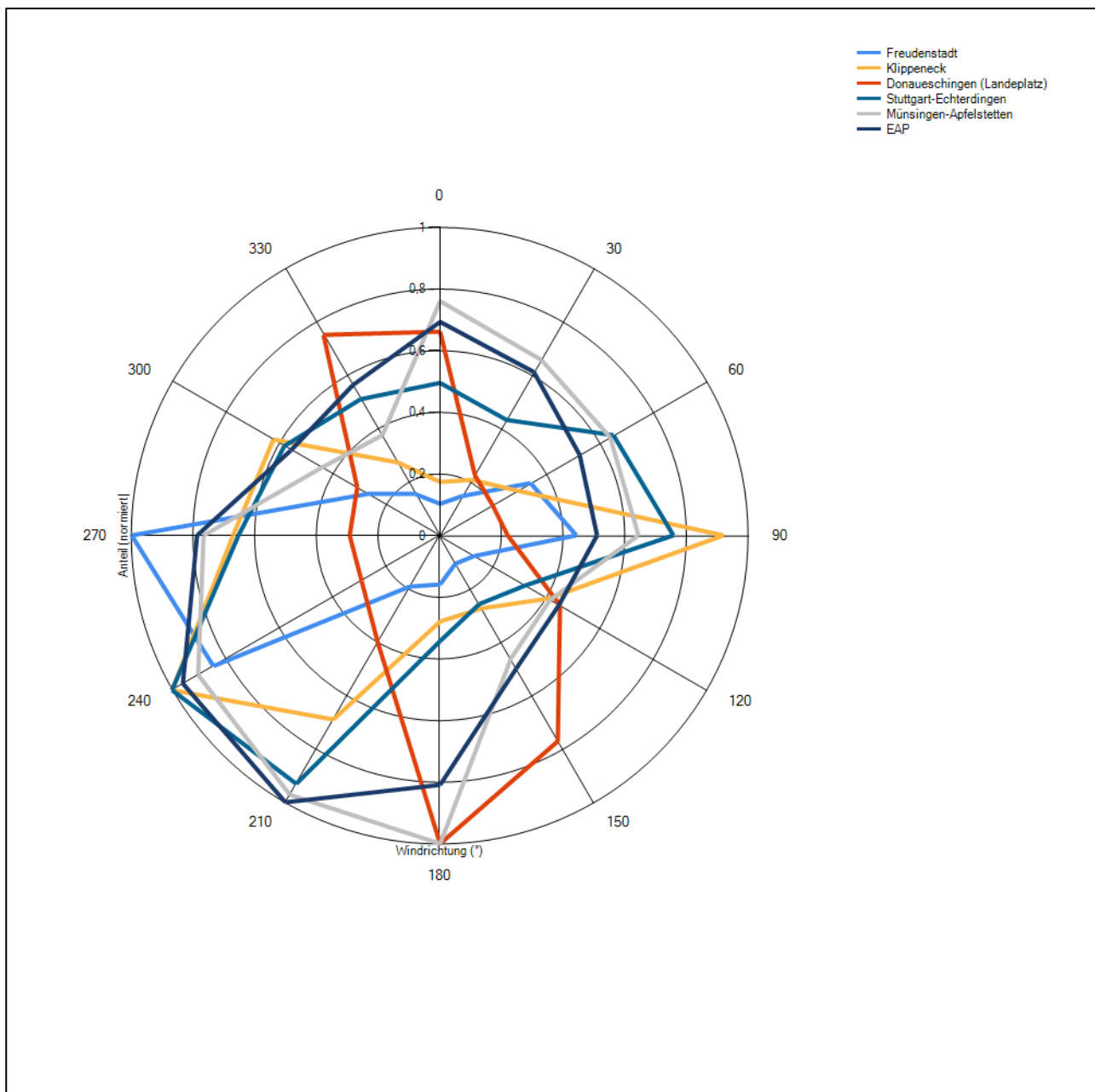


Abbildung 11: Windrichtungsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen

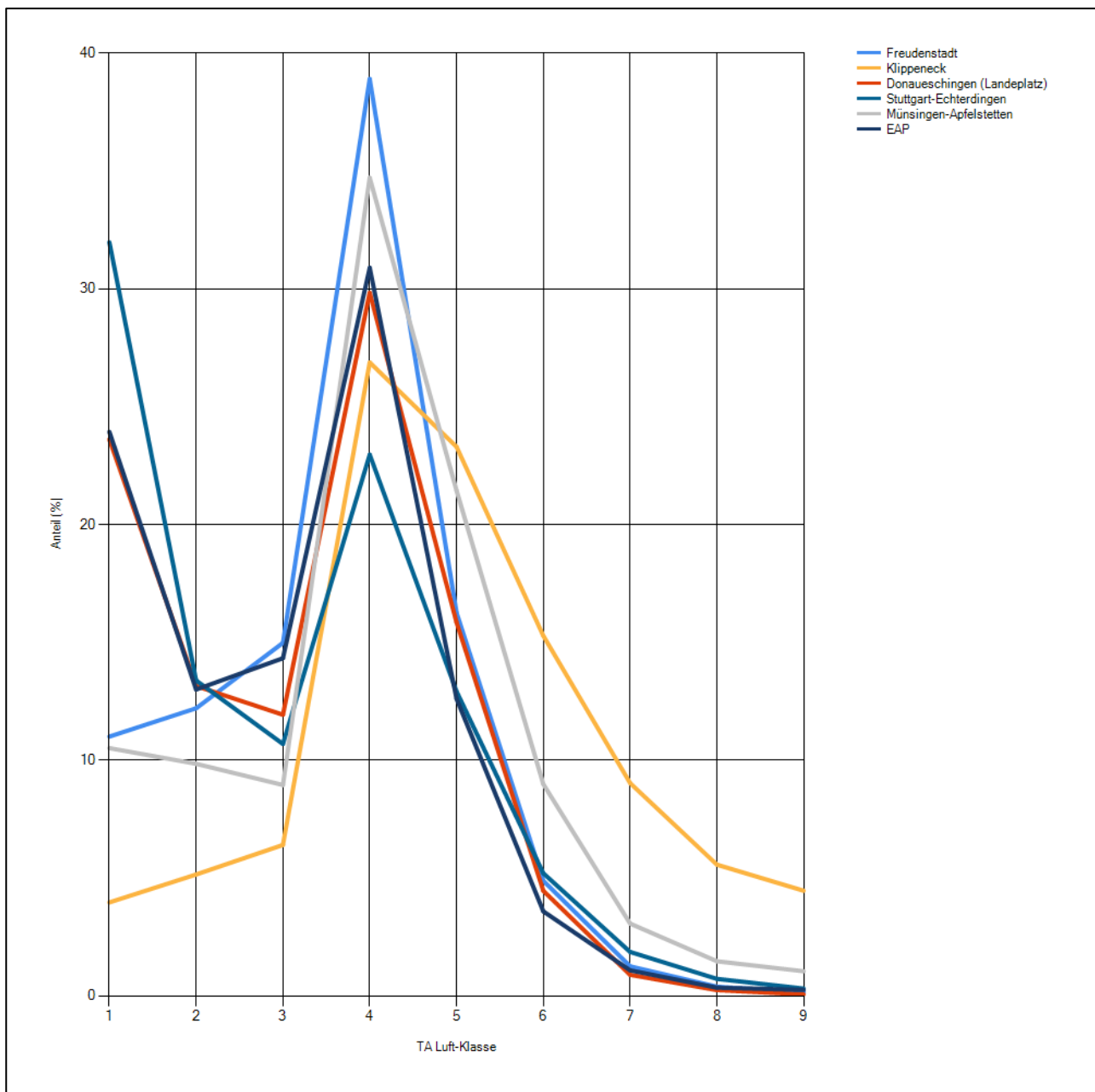


Abbildung 12: Windgeschwindigkeitsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen

Um bezüglich der Windrichtungsverteilung sicherzugehen, dass auch mit anderen Modellen keine abweichenden Ergebnisse hinsichtlich der Erwartungswerte erlangt werden, wurde für den Bereich der EAP zudem auf Modellierungsergebnisse zurückgegriffen, die vom Deutschen Wetterdienst im Rahmen der Testreferenzjahre berechnet wurden. Testreferenzjahre des DWD (TRY) sind speziell zusammengestellte Datensätze, die für jede Stunde eines Jahres verschiedene meteorologische Daten enthalten. Sie sollen einen mittleren, aber für das Jahr typischen Witterungsverlauf repräsentieren. [8] Die neuesten Datensätze dieser Art umfassen die Jahre 2003 bis 2012 und liegen hochortsaufgelöst in einem 1 km-Raster flächendeckend für die Bundesrepublik Deutschland vor. Bei der Erstellung der Testreferenzjahre in Kooperation mit dem

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) kamen moderne, innovative Modelle und Interpolationsmethoden zum Einsatz. Dabei kamen unter anderem erstmals Satelliten- sowie Wettermodelldaten zum Einsatz [9].

Die von den Datensätzen der Testreferenzjahre beschriebenen meteorologischen Verhältnisse sollen das überregionale und regionale Wettergeschehen abbilden, im hier betrachteten Kontext insbesondere die Windverhältnisse. Lokale Besonderheiten können aufgrund des verwendeten 1 km-Rasters nicht immer aufgelöst werden, wenn ihre Skala unterhalb der genannten 1 km liegt. Auch bei der Suche nach der EAP wird der Grundsatz verfolgt, eine Stelle zu finden, an der lokale Einflüsse auf Windrichtung und Windgeschwindigkeit am geringsten sind. Demzufolge kann davon ausgegangen werden, dass die Daten zur langjährigen Windrichtungsverteilung aus den Testreferenzjahren ähnlich den Erwartungswerten an der EAP sind.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die langjährige Windrichtungsverteilung aus den Testreferenzjahren für die EAP zum Vergleich mit der hier modellierten Erwartungsverteilung in Abbildung 11.

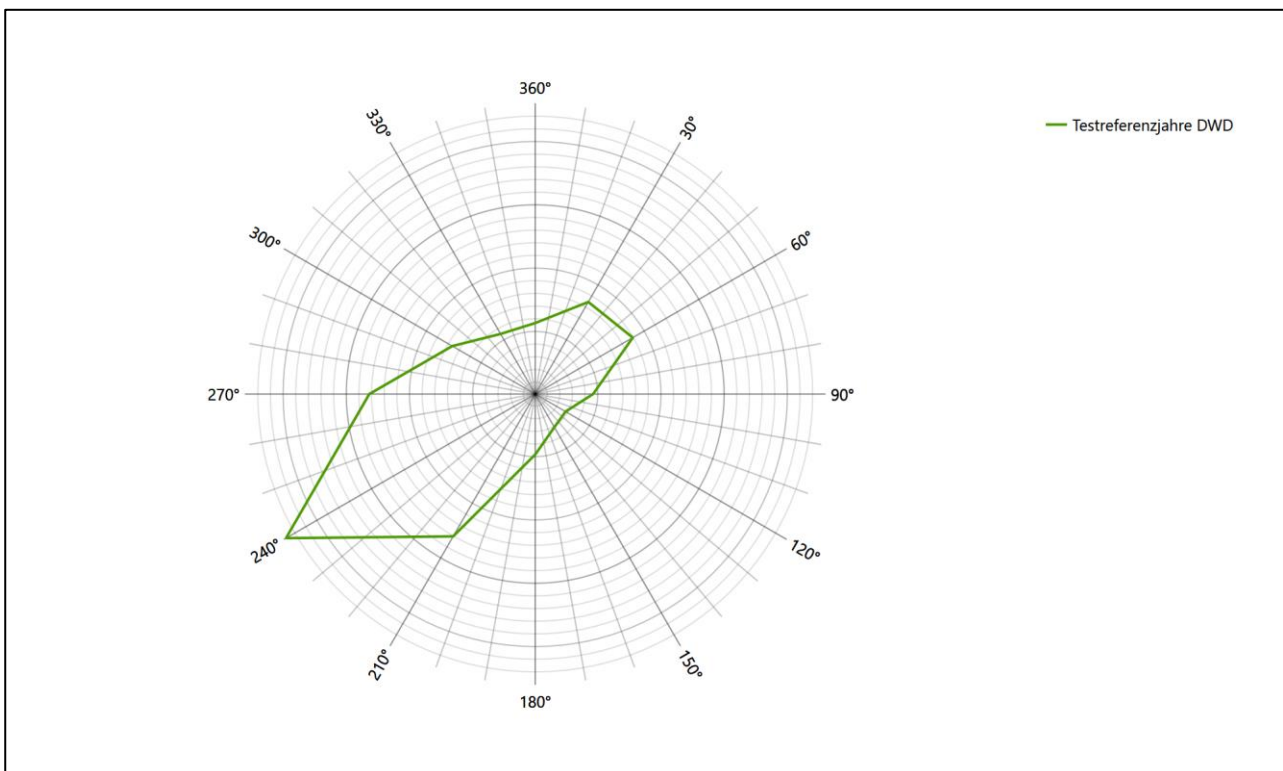


Abbildung 13: Langjährige Windrichtungsverteilung aus den Testreferenzjahren des Deutschen Wetterdienstes für die EAP

Die TRY-Modellierung des DWD prognostiziert an der EAP ein scharf definiertes Hauptmaximum aus 240°. Die Verteilung folgt einer Achse von 240° nach 60°; das in der Intensität moderate Nebenmaximum liegt dem Hauptmaximum direkt gegenüber.

Das diagnostische Ergebnis aus Abbildung 10 ist demgegenüber merklich rundlicher, streut wesentlich breiter und zeigt weniger Struktur. Diese Verrundung ist in Ansehung der hier sehr unterschiedlichen Richtungsverteilungen der umliegenden Windstationen, die dem diagnostischen Verfahren als Eingangsdaten

dienen, erfahrungsgemäß ein starkes Indiz für einen Mittelungseffekt disparater interner Teilergebnisse.¹ Demgegenüber ist das TRY-Ergebnis im Richtungsurteil sehr viel entschiedener und aussagekräftiger. Daher wird im Weiteren das TRY-Ergebnis als die beste Schätzung der an der EAP zu erwartenden Richtungsverteilung zu Grunde gelegt.

Für das Bundesland Baden-Württemberg existiert ein weiteres Werkzeug zur Abschätzung einer Windrichtungsverteilung: Von der LUBW² werden synthetische Windstatistiken in Form von Windrosen flächendeckend für das gesamte Bundesland in einem 500 m-Raster zur Verfügung gestellt. Die Berechnung der Daten erfolgte auf Basis von 10-jährigen-Reanalysedaten (2001 - 2010) mit einem prognostischen nicht-hydrostatischen Strömungsmodell [10]. Abbildung 14 zeigt die der EAP nächst benachbarte Windrose.

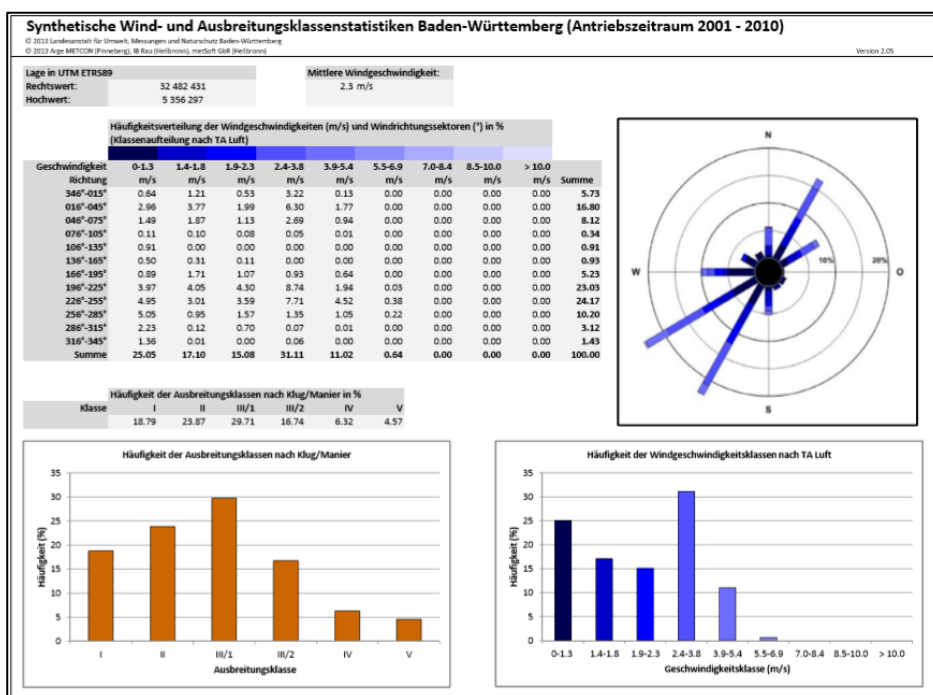


Abbildung 14: Windrichtungsverteilung an der EAP nach den synthetischen Windstatistiken der LUBW.

Auch die synthetischen Daten erwarten das formale Hauptmaximum wie im TRY-Ergebnis aus der 240°-Richtung, fast gleichstarke Anteile kommen hier aber auch noch aus 210°, so dass die Achse der synthetischen Daten um etwa 15° gegen die des TRY-Bildes gedreht ist. Das Nebenmaximum ist in den synthetischen Daten in der Intensität stärker und scharf auf die 30°-Richtung kanalisiert. Beide Ergebnisse sind gleichwohl so nahe beieinander, dass ein Verschnitt beider als sinnvoll anzusehen ist.

¹ Das diagnostische Modell nimmt die gemessenen Werte von etwa 15 Windstationen, die der EAP nächstbenachbart liegen, als Eingangsdaten und überträgt die Windverhältnisse unter Einberechnung der Orographie auf den Ort der EAP. An der EAP werden die 15 Übertragungsergebnisse dann überlagert, gewichtet mit dem Abstandsquadrat. Im Ideal sollte jeder Übertragungsweg, egal, bei welcher Station gestartet wird, an der EAP eine identische Windverteilung liefern. Praktisch ist das aber nie der Fall, weil die Windverhältnisse nie derart vollständig auf die orographischen Gegebenheiten zurückgeführt werden können. Sind die Eingangsdaten sehr disparat oder enthalten hochgewichtete Ausreißer, werden an der EAP noch immer recht unterschiedliche Verteilungen überlagert mit dem Effekt einer Ausmittelung und Verrundung.

² Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Neben der vergleichenden Visualisierung führt die folgende Tabelle numerische Kenngrößen der Verteilungen für die Messstationen und der (diagnostischen) 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	210	2.59	12.9	0.48
Balingen-Bronnhaupten	240	2.72	---	0,12
Freudenstadt	270	2.97	4.4	0.55
Klippeneck	240	4.83	2.4	0.70
Donaueschingen (Landeplatz)	180	2.65	13.5	0.11
Stuttgart-Echterdingen	240	2.57	18.1	0.19
Münsingen-Apfelstetten	180	3.54	6.3	0.68

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 15,8 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 0,48 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 sektorenweise 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 (aus einem Verschnitt von TRY-Ergebnis und den synthetischen Daten des LUBW) liegt das Windrichtungsmaximum bei 240° und ein deutliches Nebenmaximum kommt aus 30°. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

Die Station Balingen-Bronnhaupten hat das Hauptmaximum so scharf definiert wie im TRY-Ergebnis aus 240° und ein Nebenmaximum so scharf definiert wie in den synthetischen Daten aus 30°. Zu einem Verschnitt beider Modellergebnisse besitzt diese Station eine gute Übereinstimmung.

Die Stationen Stuttgart-Echterdingen repräsentiert die Hauptwindrichtung der EAP gut, doch das intensive Nebenmaximum aus Osten stellt eine deutliche Abweichung dar. Hier ist nur noch eine ausreichende Übereinstimmung zu attestieren.

Auch Klippeneck bildet das Hauptmaximum noch recht gut ab, aber auch hier kommt wie bei Stuttgart-Echterdingen das Nebenmaximum aus Osten, es erreicht in der Intensität hier zudem nahezu die Maximumhäufigkeit und ist anders als bei Stuttgart-Echterdingen überdies sehr scharf kanalisiert, so dass im Ganzen von einer signifikant anderen Charakteristik zu sprechen ist. Diese Station scheidet für eine Übertragung aus.

Die Station Freudenstadt liegt mit einem Maximum bei 270° noch nahe am Erwartungswert. Auch hier kommt das Nebenmaximum aus Osten, aber weniger intensiv als bei Klippeneck und auch breiter nach 60° ausgreifend, so dass die Verfehlung des EAP-Nebenmaximums weniger schwer ausfällt. Freudenstadt wird noch knapp als ausreichend gewertet.

Die südlichen Hauptmaxima, die für Donaueschingen (Landeplatz) und Münsingen-Apfelstetten zu beobachten sind, haben keine Ähnlichkeit mit der für die EAP erwarteten Verteilung und liegen auch außerhalb benachbarter 30°-Sektoren.

Somit ist aus Sicht der Windrichtungsverteilung die Station Balingen-Bronnhaupten gut für eine Übertragung geeignet. Freudenstadt und Stuttgart-Echterdingen stimmen noch ausreichend mit der EAP überein. Klippeneck, Donaueschingen (Landeplatz) und Münsingen-Apfelstetten sind für eine Übertragung nicht geeignet.

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 befriedigenden, 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
Balingen-Bronnhaupten	++++
Freudenstadt	++
Stuttgart-Echterdingen	++
Klippeneck	-
Donaueschingen (Landeplatz)	-
Münsingen-Apfelstetten	-

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.

Einen Erwartungswert für die mittlere Geschwindigkeit an der EAP liefert neben dem diagnostischen Modell und dem TRY-Modell auch noch das Statistische Windfeldmodell (SWM) des Deutschen Wetterdienstes.

Das SW-Modell des Deutschen Wetterdienstes bildet die Grundlage für die DWD-Windkarten und -daten der Bundesrepublik Deutschland. Anhand von 218 Windmessstationen des DWD wurde die räumliche Verteilung des Jahresmittels der Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit von verschiedenen Einflussfaktoren, wie z. B. der Höhe über dem Meeresspiegel, der geographischen Lage, der Geländeform und der Landnutzung mittels statistischer Verfahren bestimmt.

Zusätzlich wurden die Stationsmesswerte hindernisbereinigt, das heißt der Einfluss von Einzelhindernissen auf die gemessene Windgeschwindigkeit wurde eliminiert. Das Verfahren ist im Europäischen Windatlas beschrieben. Mit Hilfe eines Rechenprogramms werden die Ergebnisse für den Bezugszeitraum 1981 bis 2000 im 200-m-Raster berechnet und beispielsweise in Windkarten umgesetzt. Mit dem SW-Modell werden zwischen den gemessenen und den berechneten Windgeschwindigkeiten nach Angaben des DWD im Mittel Abweichungen von ± 0.15 m/s erzielt.

Für die EAP werden in 15,8 m Höhe von den drei hier herangezogenen Modellen folgende mittleren Windgeschwindigkeiten erwartet:

Tabelle 6: EAP-Geschwindigkeiten verschiedener Modelle

Modell	Geschwindigkeit [m/s]
diagnostisch	2,59
TRY	3,91
SWM	3,31
Mittelwert	3,27

Allen drei Modellen wird in diesem Aspekt gleiches Gewicht beigemessen, weshalb als beste Schätzung der mittleren Windgeschwindigkeit an der EAP im Weiteren der Mittelwert 3,3 m/s zu Grunde gelegt wird.

Dem kommen die Werte von Freudenberg und Münsingen-Apfelstetten mit 3 m/s bzw. 3,5 m/s (auch wieder bezogen auf 15,8 m Höhe und die EAP-Rauigkeit von 0,48 m) sehr nahe. Sie zeigen eine Abweichung von nicht mehr als $\pm 0,5$ m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Donaueschingen (Landeplatz), Stuttgart-Echterdingen und Balingen-Bronnhaupten liegen mit Werten von 2,6 m/s, 2,6 m/s und 2,7 m/s noch innerhalb einer Abweichung von $\pm 1,0$ m/s, was noch eine ausreichende Übereinstimmung darstellt.

Die Station Klippeneck liegt mit 4,8 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 Freudenstadt und Münsingen-Apfelstetten gut für eine Übertragung geeignet. Donaueschingen (Landeplatz), Stuttgart-Echterdingen und Balingen-Bronnhaupten zeigen eine noch ausreichende Übereinstimmung. Klippeneck 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 7: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Freudenstadt	++
Münsingen-Apfelstetten	++
Donaueschingen (Landeplatz)	+
Stuttgart-Echterdingen	+
Balingen-Bronnhaupten	+
Klippeneck	-

4.6 Auswahl der Bezugswindstation

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

Tabelle 8: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen

Bezugswindstation	Bewertung gesamt	Bewertung Richtungsverteilung	Bewertung Geschwindigkeitsverteilung
Balingen-Bronnhaupten	+++++	++++	+
Freudenstadt	++++	++	++
Stuttgart-Echterdingen	+++	++	+
Klippeneck	-	++	-
Münsingen-Apfelstetten	-	-	++
Donaueschingen (Landeplatz)	-	-	+

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 für Balingen-Bronnhaupten die beste Eignung für eine Übertragung befunden wurde. Es sind darüber hinaus auch keine weiteren Kriterien bekannt, die einer Eignung dieser Station entgegenstünden. Balingen-Bronnhaupten ist auch die räumlich nächst liegende Bezugswindstation und liegt in orografisch vergleichbarem Terrain.

Balingen-Bronnhaupten wird demzufolge für eine Übertragung ausgewählt.

5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation

Die zur Übertragung ausgewählte Station Balingen-Bronnhaupten befindet sich west-südwestlich der Stadt Balingen. Die Lage der Station in Baden-Württemberg ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

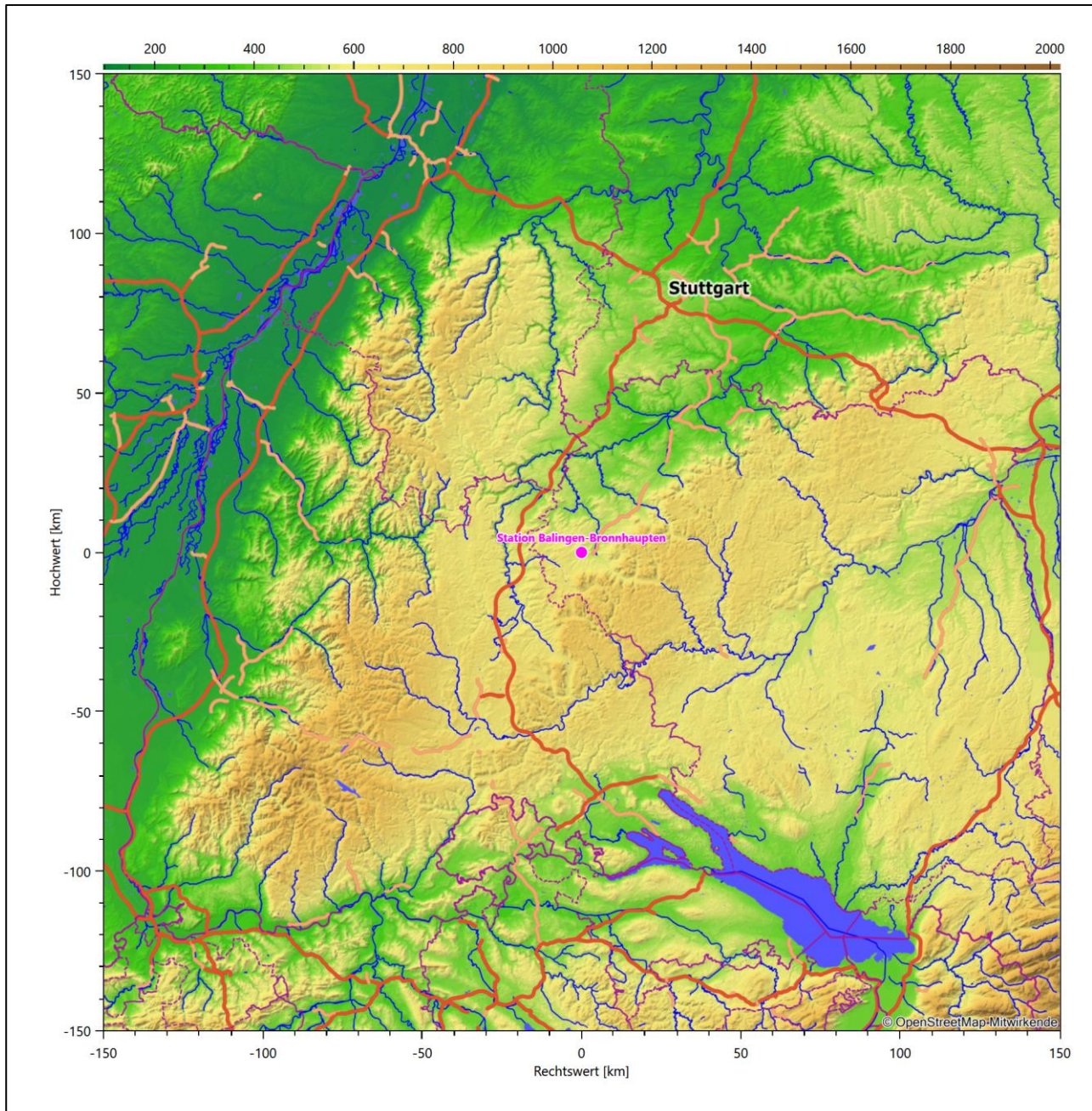


Abbildung 15: Lage der ausgewählten Station

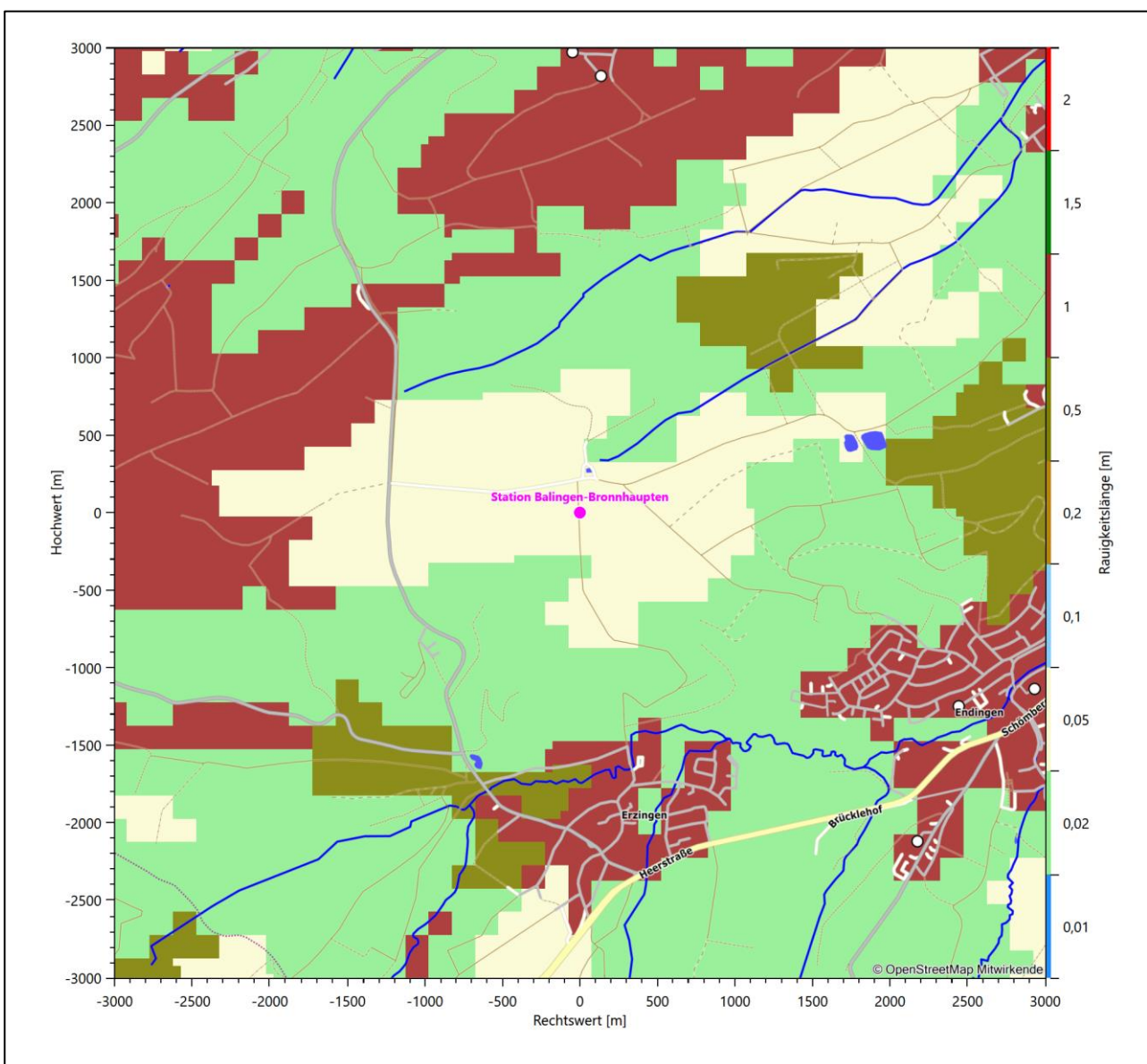
In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 619 m über NHN. Der Windgeber war während des hier untersuchten Zeitraumes in einer Höhe von 12 m angebracht.

Tabelle 9: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	8,8134°
Geographische Breite:	48,2639°

Die unmittelbare Umgebung der Station ist durch eine land- und forstwirtschaftliche Landnutzung geprägt. Landwirtschaftliche Flächen wechseln sich bewaldeten Arealen verschiedener Größe ab. Im weiteren Umkreis liegen die durchgängig bebauten Siedlungsgebiete Balingens, mit den Stadtteilen Erzingen und Endingen sowie die Nachbarstadt Geislingen.

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

**Abbildung 16: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der Station nach CORINE-Datenbank**

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

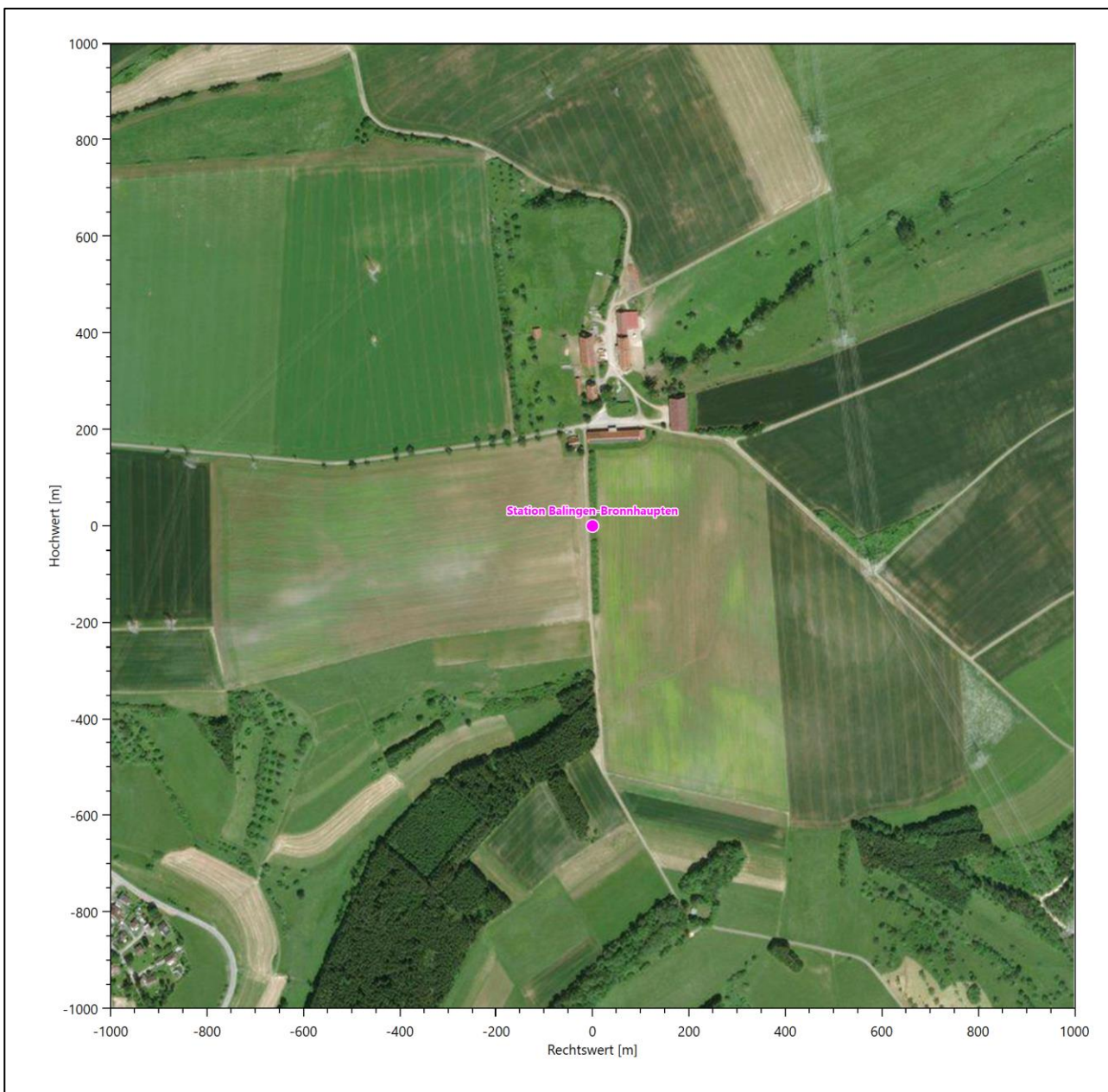


Abbildung 17: Luftbild mit der Umgebung der Messstation

Orographisch ist das Gelände, im nahen Umkreis, moderat gegliedert. Die Station liegt auf einer Hochfläche, es ist von allen Richtungen eine ungestörte Anströmung möglich. Im weiteren Umfeld steigt der Gliederungsgrad jedoch an. Nach Osten hin gelangt man auf eine Distanz von 3 km in das fast 100 m tiefere Tal der Eyach. Den südöstlichen Quadranten der Abbildung 18 nehmen die Balingen Berge ein, schon markante Erhebungen am Westrand der Schwäbischen Alb. So erreicht der südwestlich vom Ortsteil Roßwangen gelegene Plettenberg eine Höhe von 1001,6 m über NHN in einer Entfernung von 6,6 km zur Station. Dieser Berg ist einer der am weitesten aus der Mittelgebirgslandschaft herausragenden Berge. Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

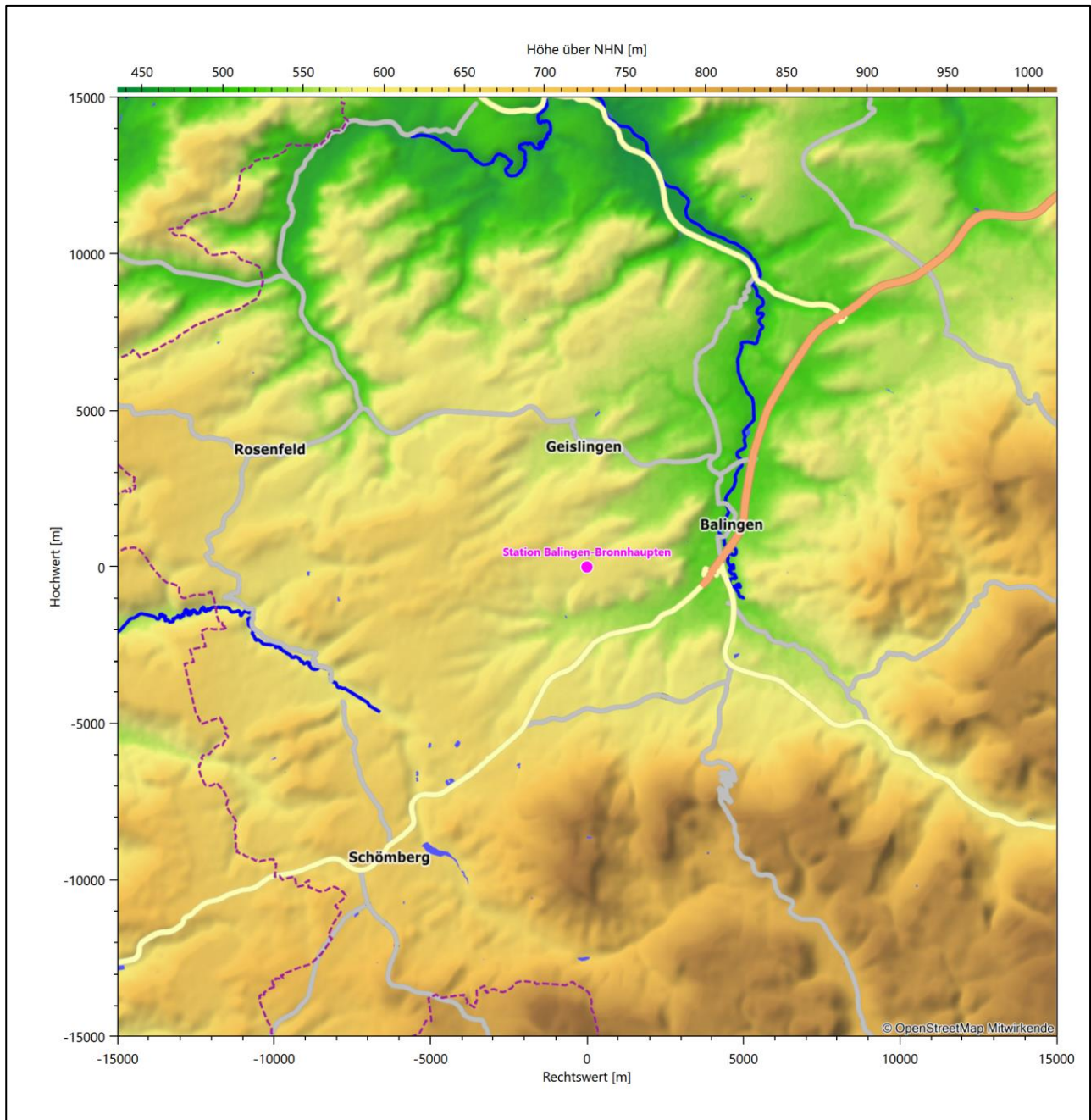


Abbildung 18: Orographie um den Standort der Wetterstation

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 [11] 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.

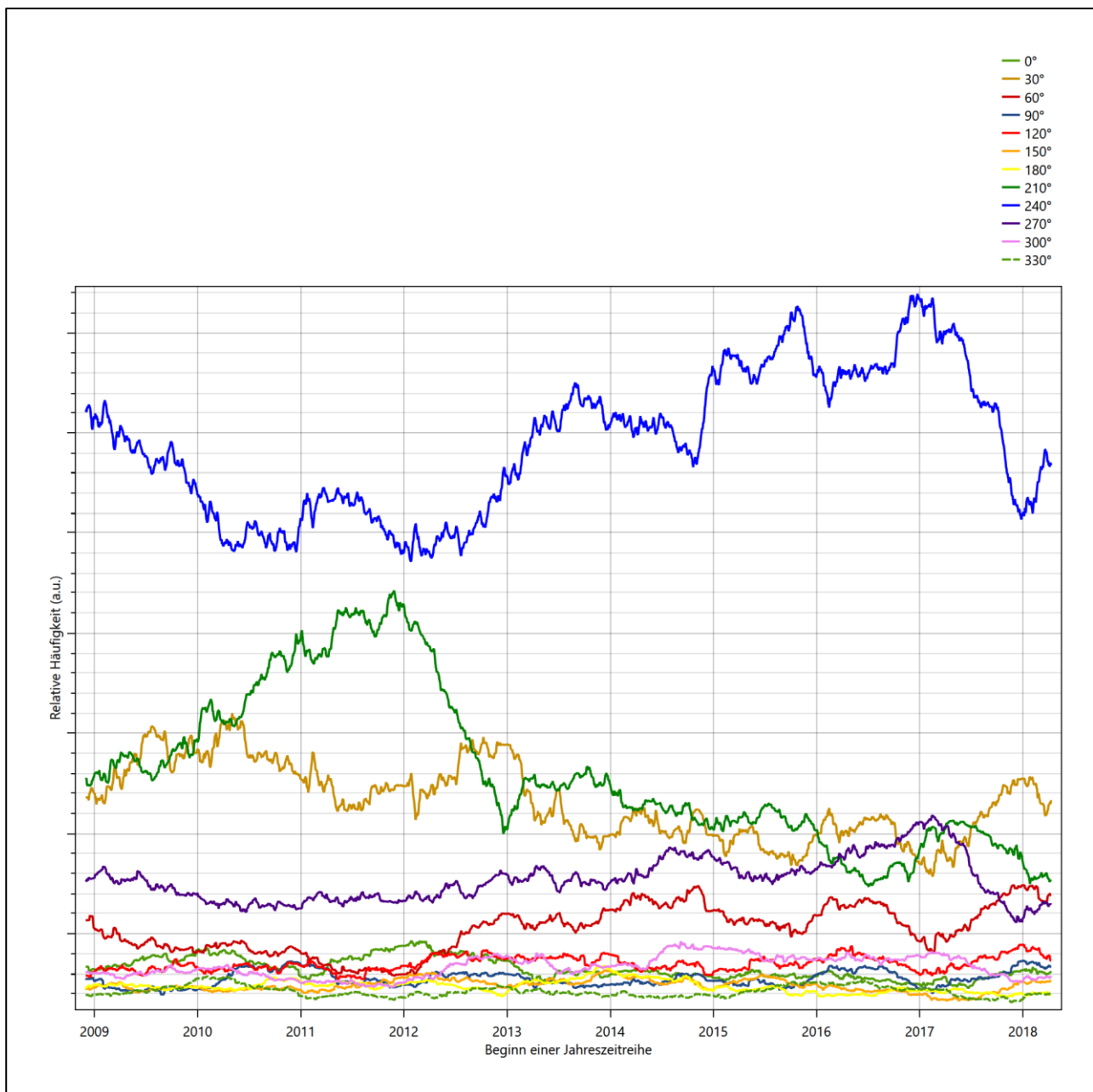


Abbildung 19: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung

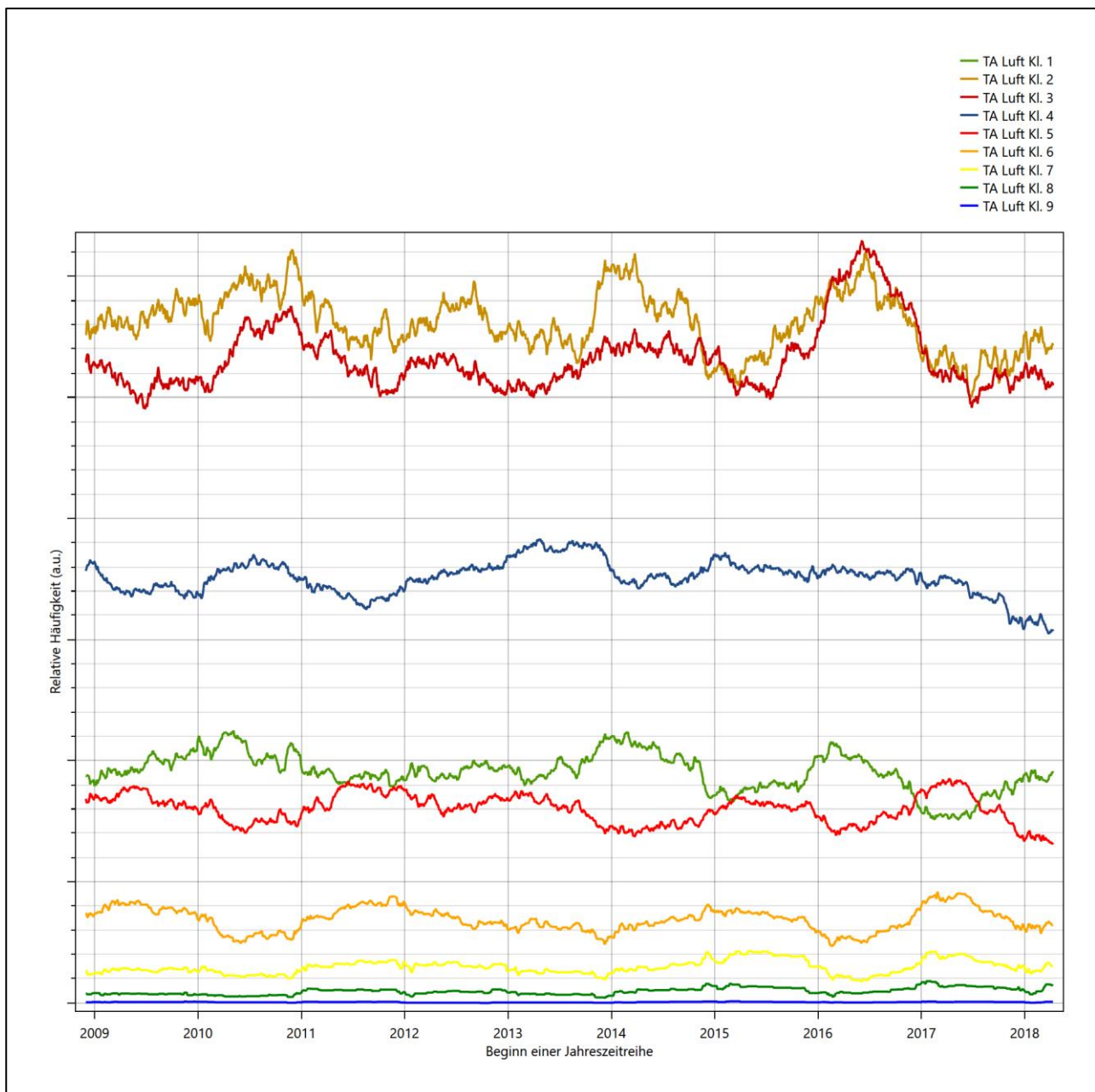


Abbildung 20: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung

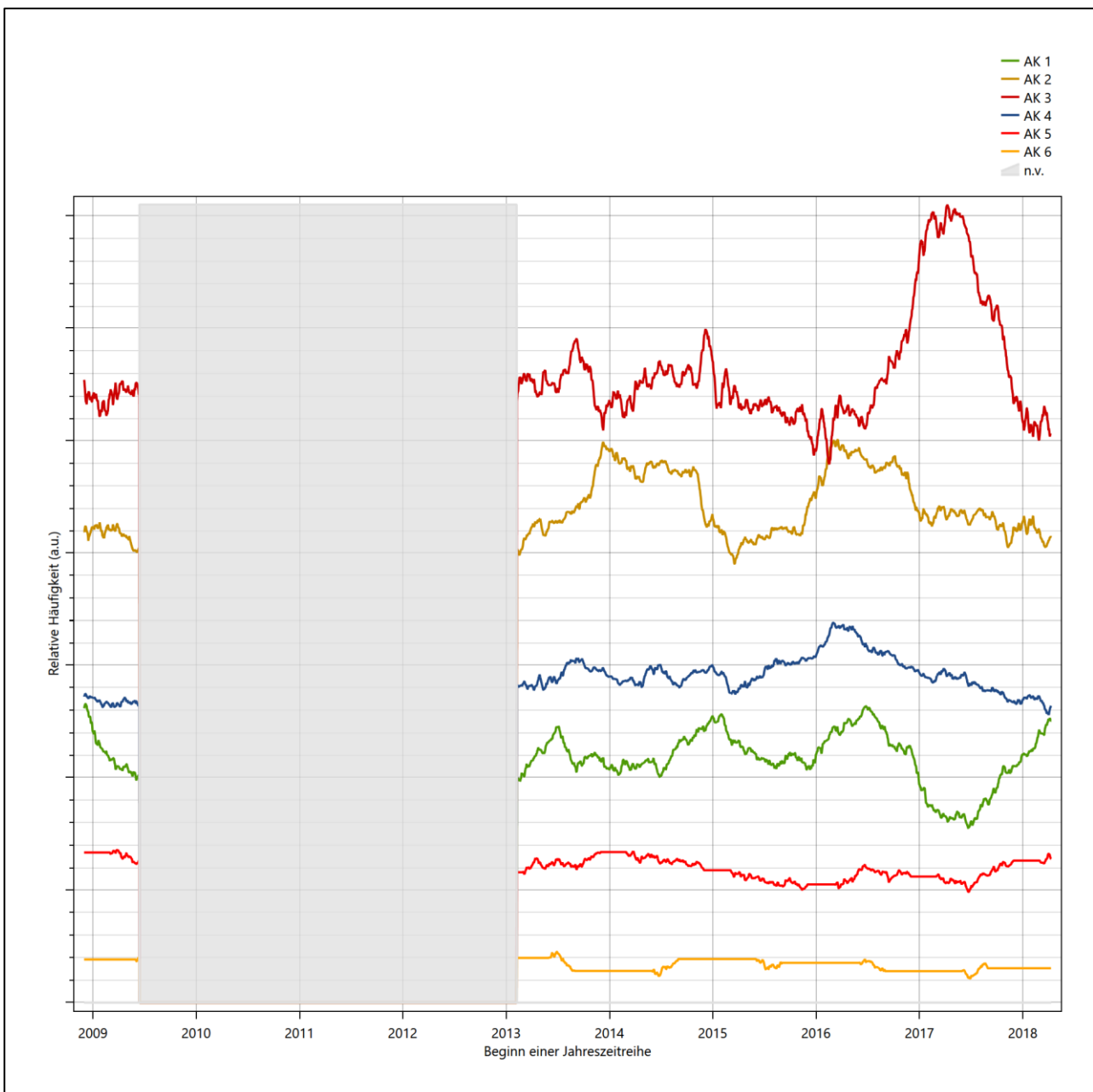


Abbildung 21: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 01.12.2008 bis zum 11.04.2019 verwendet.

Grau dargestellte Bereiche in Abbildung 21 markieren Messlücken bei der Bestimmung des Bedeckungsgrades (notwendig für die Ermittlung der Ausbreitungsklassen), weshalb für diese Zeiträume keine Jahreszeitreihe mit der notwendigen Verfügbarkeit von 90% gebildet werden konnte. Diese Bereiche 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 [12] 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 gewichtet 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. Ausgesparte Bereiche stellen Messzeiträume an der Station dar, in denen aufgrund unvollständiger Bedeckungsdaten keine Zeitreihe mit dieser Verfügbarkeit zu erstellen ist (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 19.01.2009, was als Beginn des repräsentativen Jahres angesehen werden kann. Die repräsentative Jahreszeitreihe läuft dann bis zum 19.01.2010.

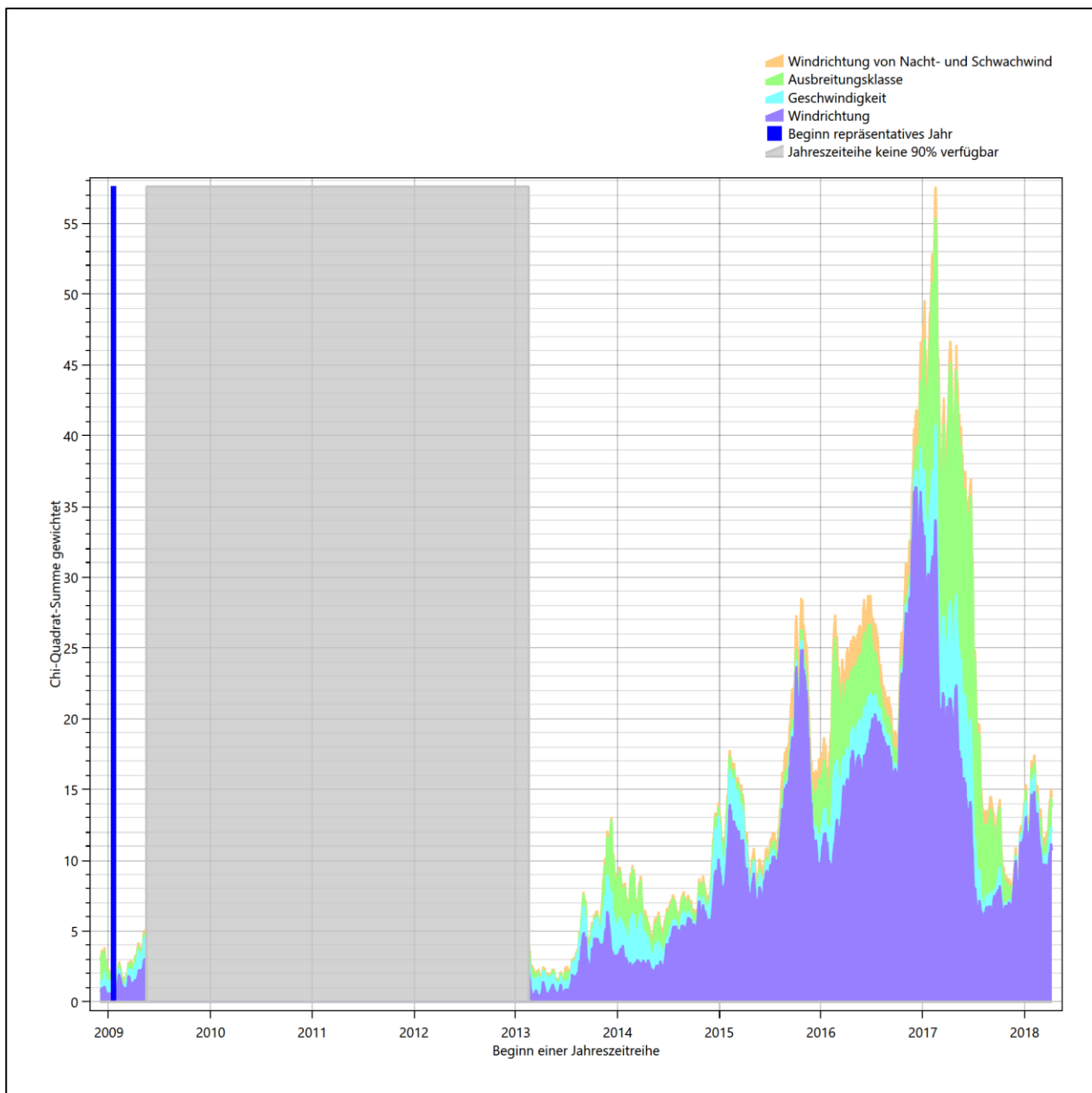


Abbildung 22: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

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 Wichtefaktoren 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.

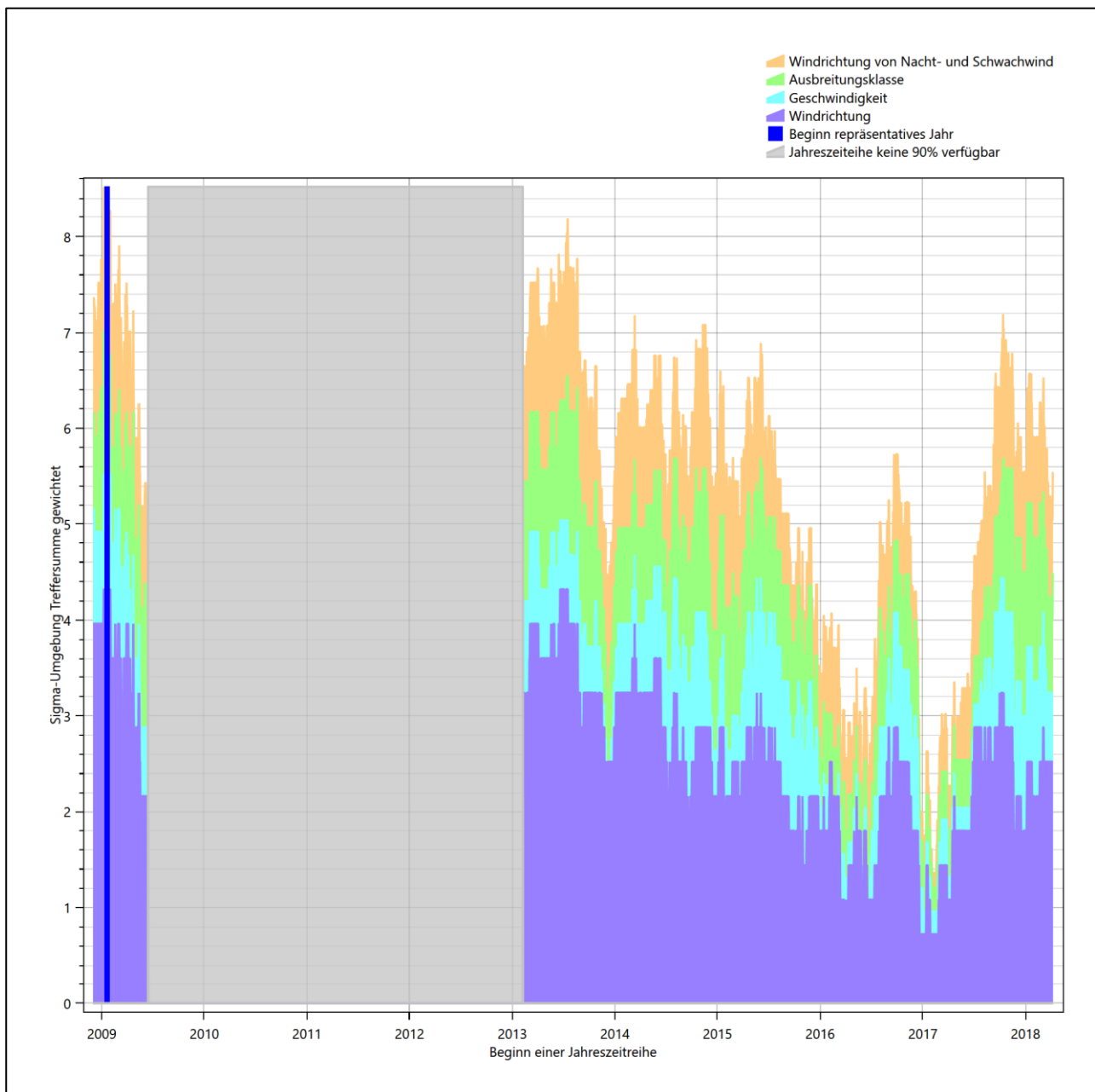


Abbildung 23: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Erfahrungsgemäß wird für das aus dem χ^2 -Test gefundene repräsentative Jahr vom 19.01.2009 bis zum 19.01.2010 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 99 % aller anderen 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 19.01.2009 bis zum 19.01.2010. 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.

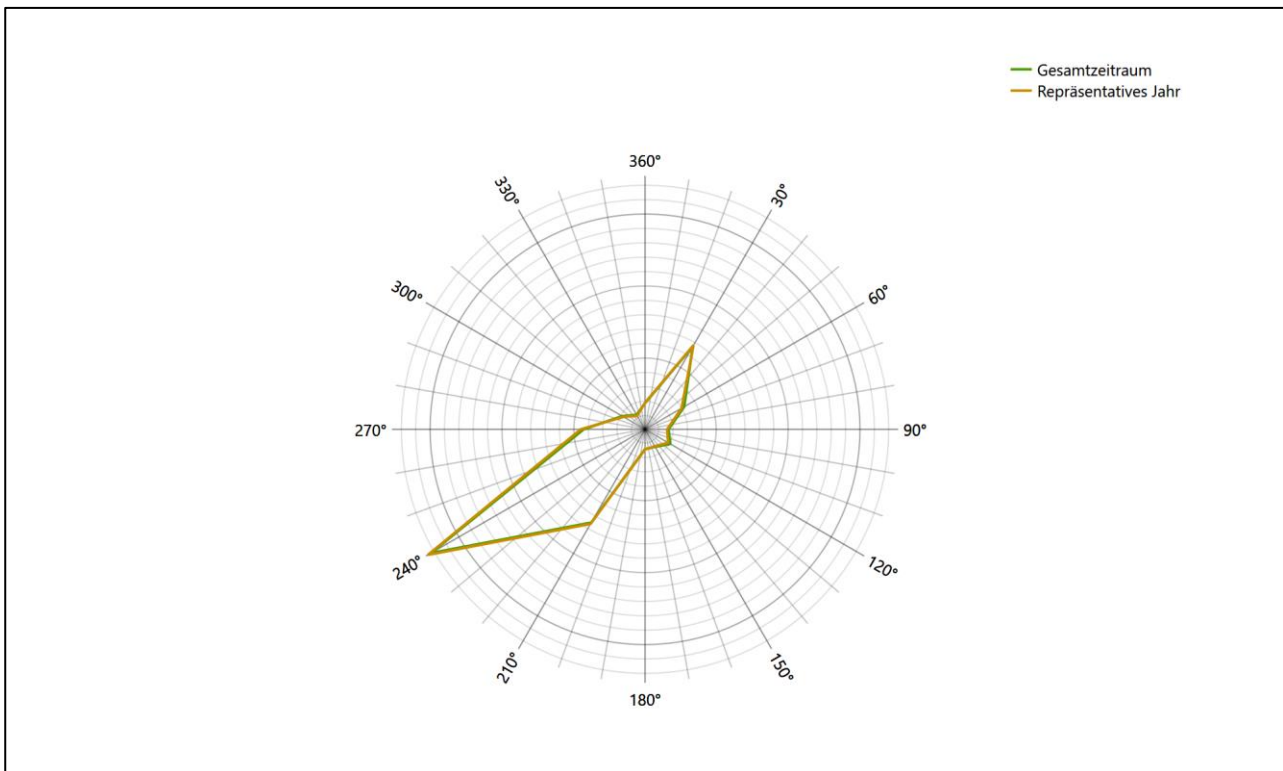


Abbildung 24: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

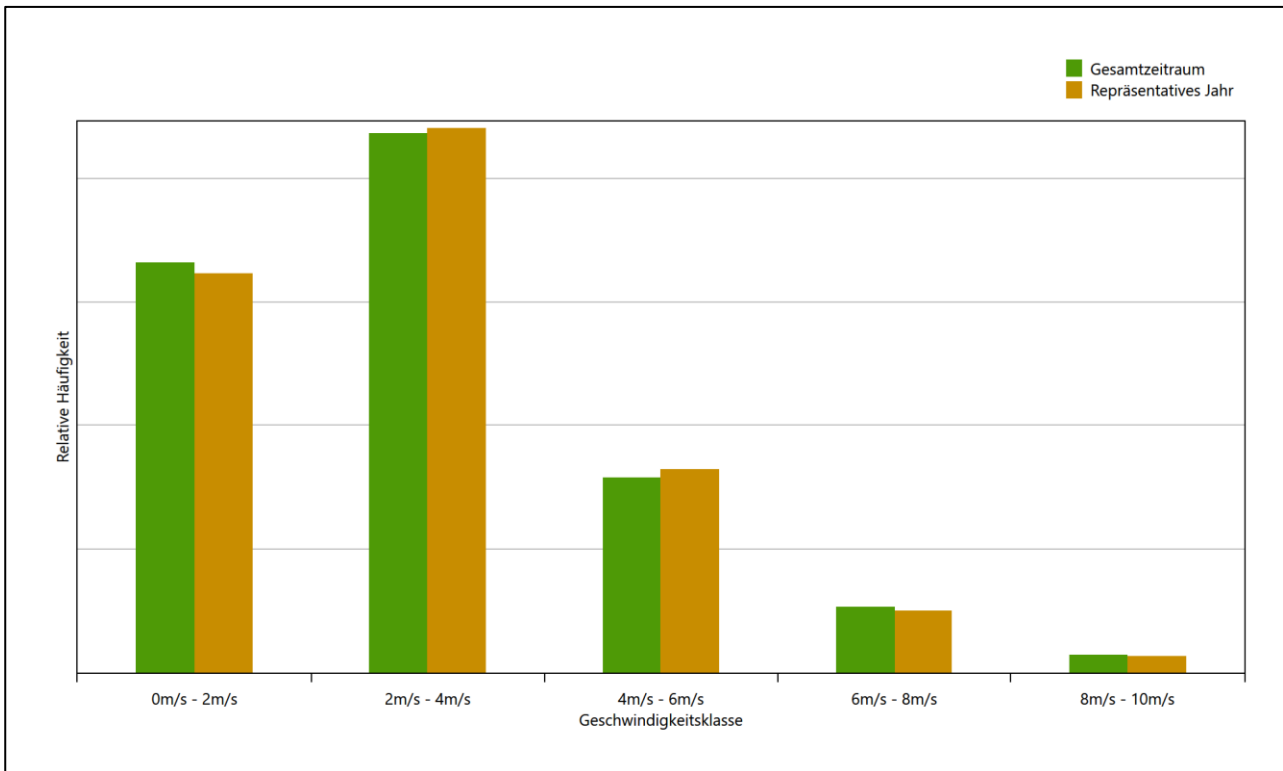


Abbildung 25: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

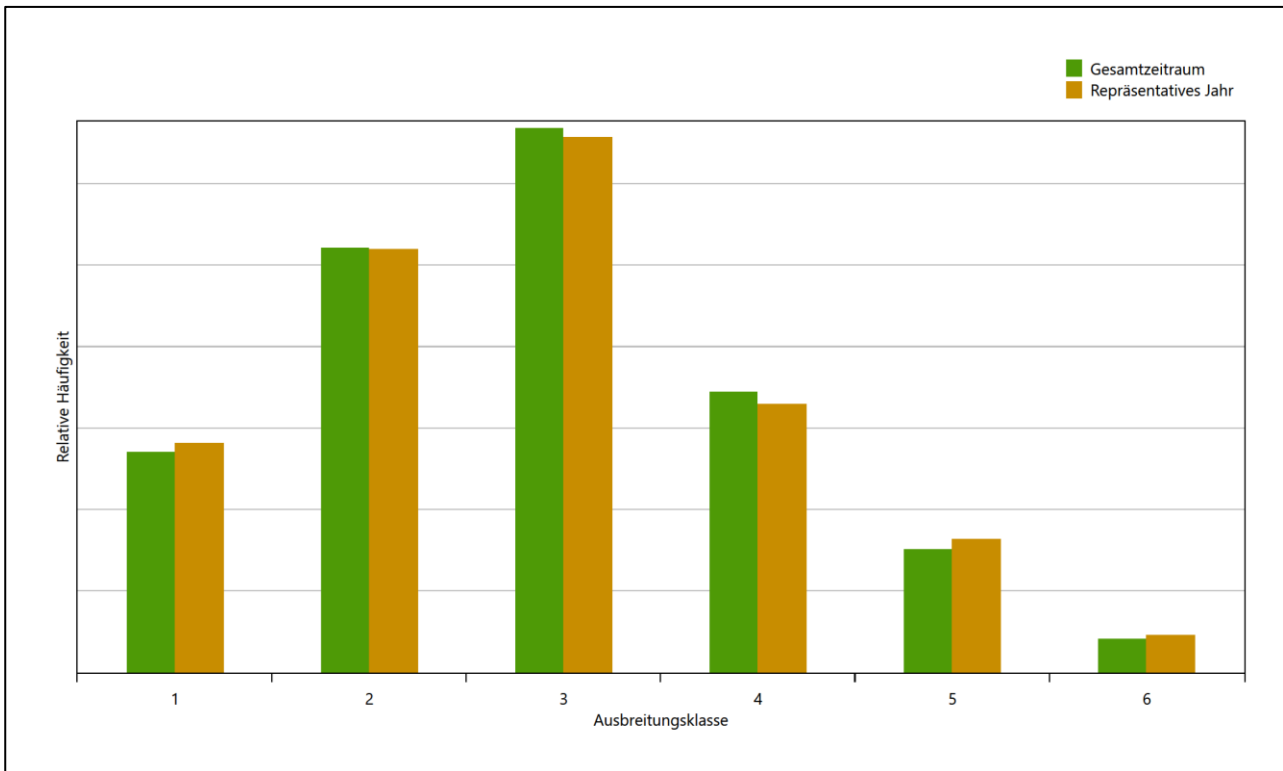


Abbildung 26: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

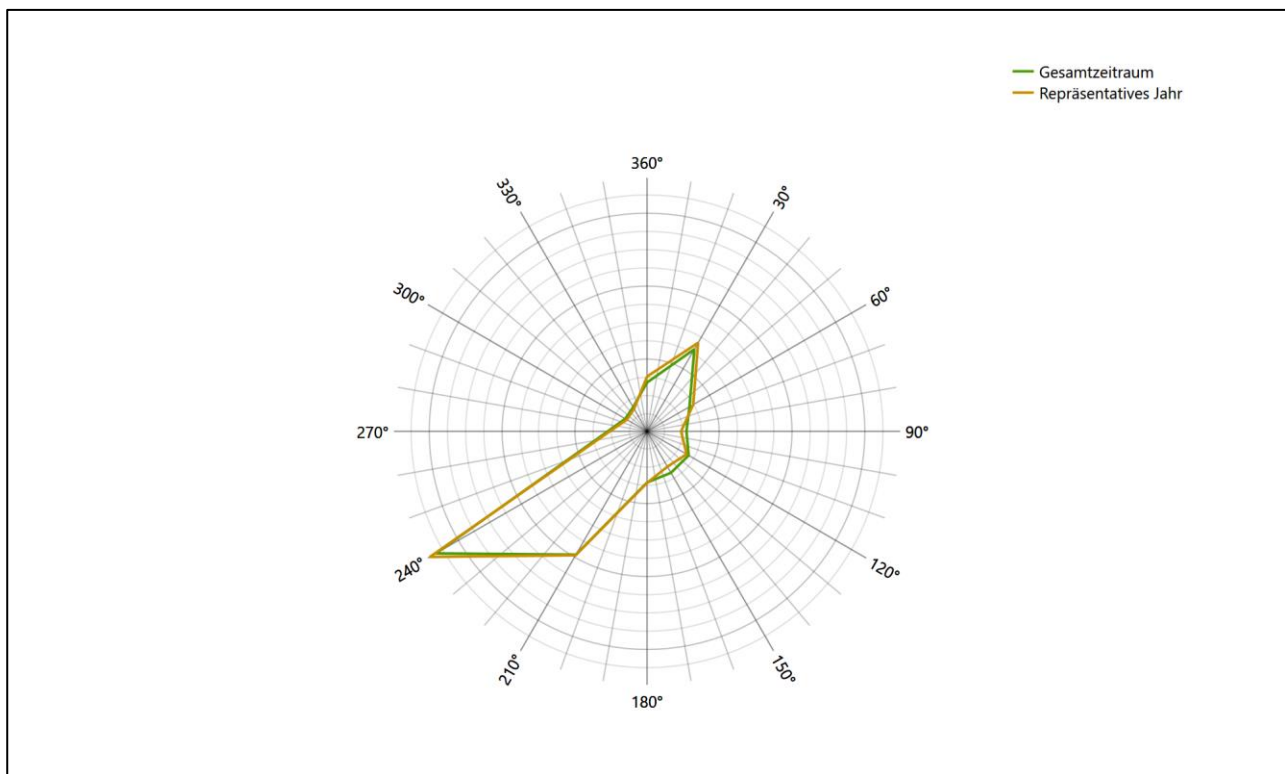


Abbildung 27: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

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 19.01.2009 bis zum 19.01.2010 ein repräsentatives Jahr für die Station Balingen-Bronnhaupten im betrachteten Gesamtzeitraum vom 01.12.2008 bis zum 11.04.2019 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 Balingen-Bronnhaupten) 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 Balingen-Bronnhaupten 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 Balingen-Bronnhaupten ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 19.01.2009 bis zum 19.01.2010 einen Wert von 0,12 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 10: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Balingen-Bronnhaupten

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	5,1	6,5	8,8	11,2	14,5	20,6	27,6	33,1	37,9

Um für die Station Balingen-Bronnhaupten vollständige Stabilitätsinformationen ableiten zu können, wurde auf die Station Meßstetten-Appental als Lieferant der Bedeckungsinformationen zurückgegriffen. Diese Station liegt in der Nähe und zusammen mit Balingen in einem meteorologisch homogenen Gebiet, um nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] Abschnitt 7.1 die Bedeckungsinformationen verwenden zu können.

7.2 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Balingen-Bronnhaupten für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bedeckung wurde eine Ausbreitungsklassenzeitreihe gemäß den Vorgaben der TA Luft in Anhang 3 Ziffer 8 [11] 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 Jahresstunden betragen. Im vorliegenden Fall wurde eine Verfügbarkeit von 95 % bezogen auf das repräsentative Jahr vom 19.01.2009 bis zum 19.01.2010 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 10 wurden im Dateikopf hinterlegt.

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Übertragbarkeit der meteorologischen Daten von den Messstationen wurde für einen Aufpunkt etwa 2,6 km südwestlich des Standortes (Rechtswert: 32482336, Hochwert: 5356320) geprüft. Dieser Punkt wurde mit einem Rechenverfahren und unter Zugrundelegung einer diagnostischen Windfelddbibliothek ermittelt, und es empfiehlt sich, diesen Punkt auch als Ersatzanemometerposition bei einer entsprechenden Ausbreitungsrechnung zu verwenden. Dadurch erhalten die meteorologischen Daten einen sachgerecht gewählten Ortsbezug im Rechengebiet. Generell sollte die EAP immer anhand der bei der Ausbreitungsrechnung tatsächlich verwendeten Windfelder bestimmt werden. Wird die Ausbreitungsrechnung mit prognostischen Windfeldern durchgeführt, empfiehlt es sich, die EAP noch einmal darüber zu ermitteln.

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

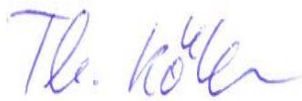
Für den zu untersuchenden Standort bei Haigerloch wurde überprüft, ob sich die meteorologischen Daten einer oder mehrerer Messstationen des Deutschen Wetterdienstes zum Zweck einer Ausbreitungsberechnung nach Anhang 3 der TA Luft übertragen lassen.

Als Ersatzanemometerposition empfiehlt sich dabei ein Punkt mit den UTM-Koordinaten 32482336, 5356320.

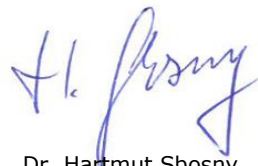
Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Balingen-Bronnhaupten die beste Eignung zur Übertragung auf die Ersatzanemometerposition. Die Daten dieser Station sind für eine Ausbreitungsrechnung am betrachteten Standort verwendbar.

Als repräsentatives Jahr für diese Station wurde aus einem Gesamtzeitraum vom 01.12.2008 bis zum 11.04.2019 das Jahr vom 19.01.2009 bis zum 19.01.2010 ermittelt.

Frankenberg, am 12. Juni 2019



Dipl.-Phys. Thomas Köhler
- Bearbeiter -



Dr. Hartmut Sbosny
- fachlich Verantwortlicher -

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 / 25
	Für alle Stationen Angaben zur Qualitätssicherung vorhanden		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 14...20
	Lokale Besonderheiten einzelner Stationen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 14...20
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 / 20...25
6.2.2	Erwartungswerte für Windgeschwindigkeitsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		<input checked="" type="checkbox"/>	4.3 / 20...25
6.2.3.2	Messwerte der meteorologischen Datenbasis auf einheitliche Rauigkeitslänge und Höhe über Grund umgerechnet		<input checked="" type="checkbox"/>	4.3 / 20...25
6.2.3.1	Abweichung zwischen erwartetem Richtungsmaximum und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit 30° verglichen		<input checked="" type="checkbox"/>	4.4 / 25

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 / 27
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 / 28
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 / 38
	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 / 38
	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 / 34
7.1	Erstellung des Zieldatensatzes			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		<input checked="" type="checkbox"/>	7.1 / 46
	Bei Verwendung von Stabilitätsinformationen, die nicht an der Bezugswindstation gewonnen wurden: Herkunft der Stabilitätsinformationen dokumentiert und deren Eignung begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7.1 / 46
	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 / 47

11 Schrifttum

- [1] Statistisches Bundesamt, *Daten zur Bodenbedeckung für die Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [2] VDI 3783 Blatt 16 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [3] VDI 3783 Blatt 10 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude und Hindernisumströmung*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2010; in aktueller Fassung.
- [4] Lasat 3.3, „Ing.-Büro Janicke,“ 1998-2013. [Online]. Available: <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [5] VDI 3783 Blatt 21 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [6] VDI 3783 Blatt 8 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle (Entwurf)*, Berlin: Beuth-Verlag, vom April 2017; in aktueller Fassung.
- [7] VDI 3783 Blatt 20 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [8] Deutscher Wetterdienst, „Handbuch Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse,“ Offenbach, 2014.
- [9] 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].
- [10] 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 13.02.2018].
- [11] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, *Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz*, vom 24. Juli 2002 (GMBI. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511); in aktueller Fassung.
- [12] 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.
- [13] metSoft GbR, Dr. Klaus Bigalke, Dipl.-Ing. Matthias Rau, Dr. Christoph Winkler, „Meteorologische Software,“ [Online]. Available: <http://www.metsoft.de/>. [Zugriff am 2016].
- [14] VDI 3783 Blatt 13 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom Januar 2010; in aktueller Fassung.

Anlage

6 Windfeldberechnung

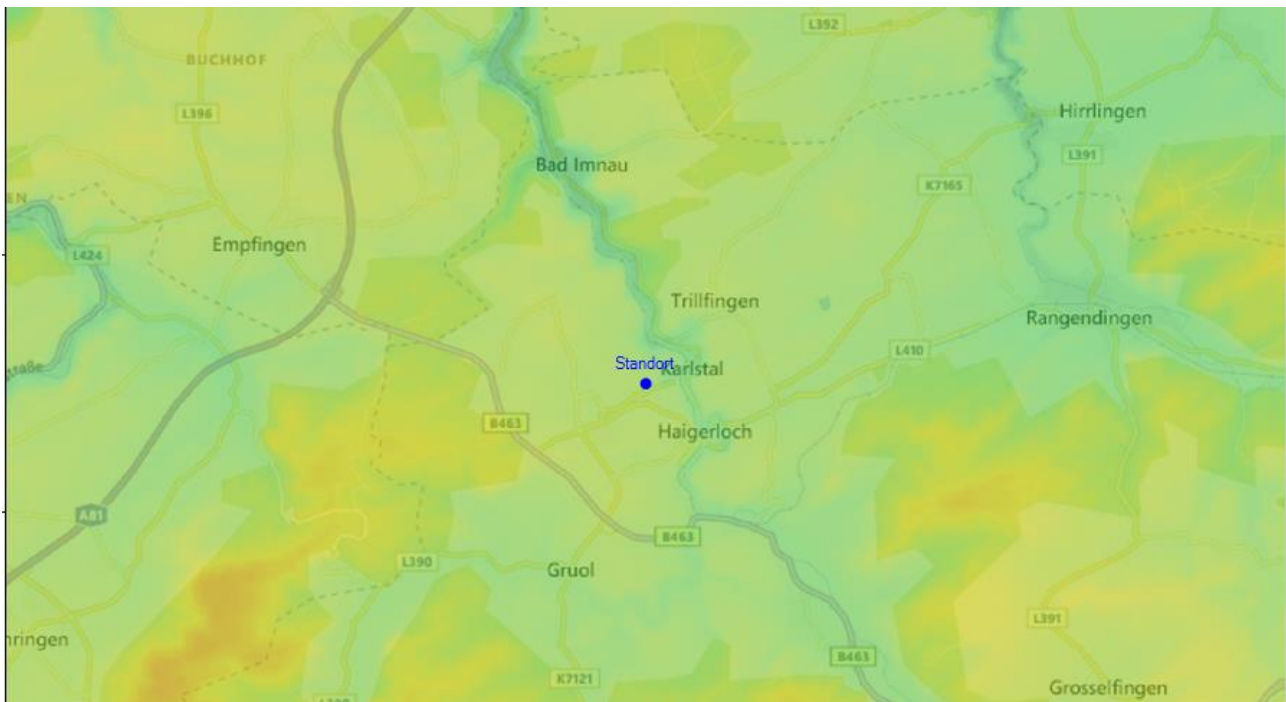
Windfeldberechnung bei steilem Gelände für Ausbreitungs-
rechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort bei
Haigerloch

Windfeld.20190421, 30.08.2019

IFU GmbH
Privates Institut für Analytik
09669 Frankenberg

Windfeldberechnung bei steilem Gelände für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft

an einem Anlagenstandort bei Haigerloch



Auftraggeber:	Ingenieurbüro Ulbricht GmbH Albert-Schweitzer-Straße 22 D-09648 Mittweida	Tel.: : 03727 999061-0
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. Thomas Köhler Tel.: 037206 8929-44 Email: Thomas.Koehler@ifu-analytik.de	Dr. Ralf Petrich Tel.: 037206 8929-40 Email: Ralf.Petrich@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	Windfeld.20190421	
Ort, Datum:	Frankenberg, 30. August 2019	
Anzahl der Seiten:	26	
Anlagen:		



Akkreditiert für die Bereitstellung meteorologischer Daten für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20

Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

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	14
4.1 Überblick über Windfeldmodelle	14
4.1.1 Diagnostische Windfeldmodelle	15
4.1.2 Prognostische Windfeldmodelle	15
4.2 Konkrete Realisierung der Windfeldberechnung	16
5 Ergebnisse	17
6 Schrifttum	25

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Stadt Haigerloch in Baden-Württemberg.....	5
Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Haigerloch	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: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition....	12
Abbildung 7: Darstellung der Windfelder für Ausbreitungsklasse 1 in 10 m Höhe.....	20
Abbildung 8: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Osten in 10 m Höhe.....	21
Abbildung 9: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Süden in 10 m Höhe.....	22
Abbildung 10: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Westen in 10 m Höhe.....	23
Abbildung 11: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Norden in 10 m Höhe.....	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes	6
Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition.....	12

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet bei der Stadt Haigerloch in Baden-Württemberg.

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 Haigerloch eine Windfeldbibliothek gemäß VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 erstellt wurde.

2 Beschreibung des Anlagenstandortes

2.1 Lage

Der untersuchte Standort befindet sich im Ortsteil Weildorf, der Stadt Haigerloch in Baden-Württemberg. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

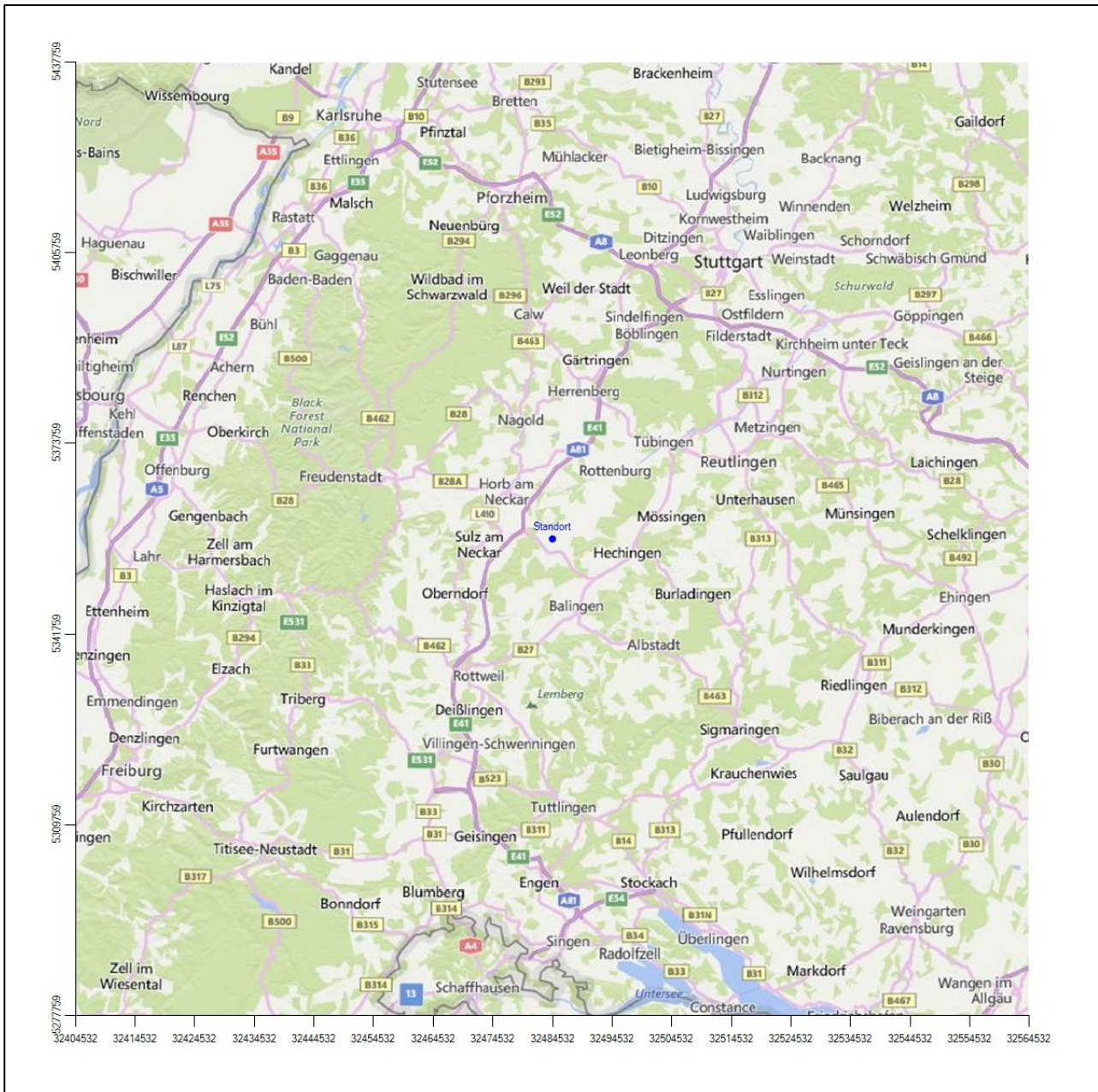


Abbildung 1: Lage der Stadt Haigerloch in Baden-Württemberg

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

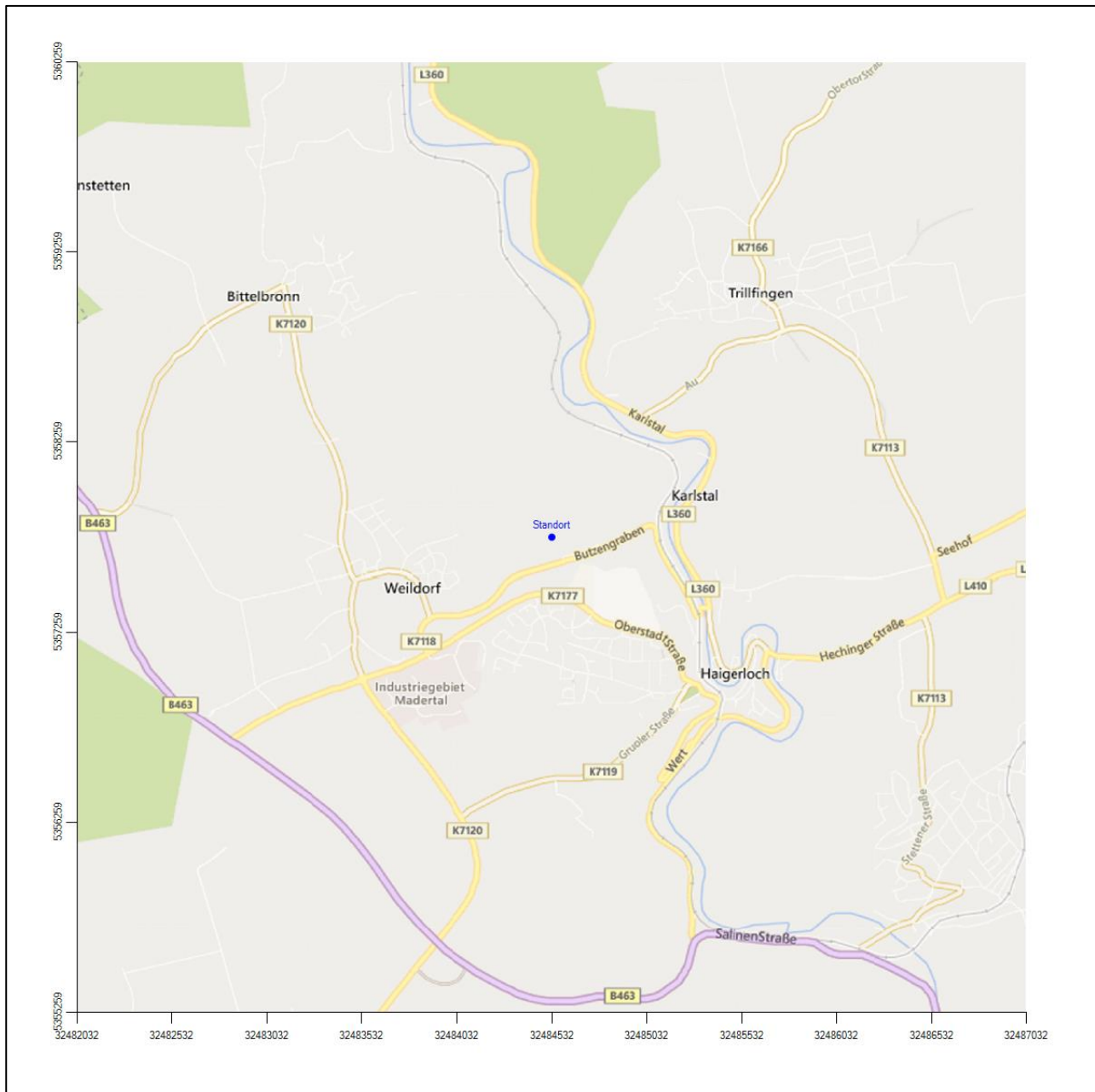


Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Haigerloch

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Anlagenstandortes angegeben.

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes

RW	32484532
HW	5357759

2.2 Landnutzung

Der Standort selbst liegt nord-nordwestlich, leicht außerhalb der Stadt Haigerloch, ungefähr 1200 m vom Stadtkern (Sankt-Anna-Kirche) entfernt. Vom Ortsteil Weildorf aus gesehen, liegt er im Osten. Die Umge-

lung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Unterschiedlich dicht bebaute Siedlungsgebiete wechseln sich mit Waldgebieten, landwirtschaftlichen Flächen und Verkehrswegen ab.

Eine Verteilung der Bodenrauigkeit um den Standort ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich. Die Daten wurden dem CORINE-Kataster [2] entnommen.

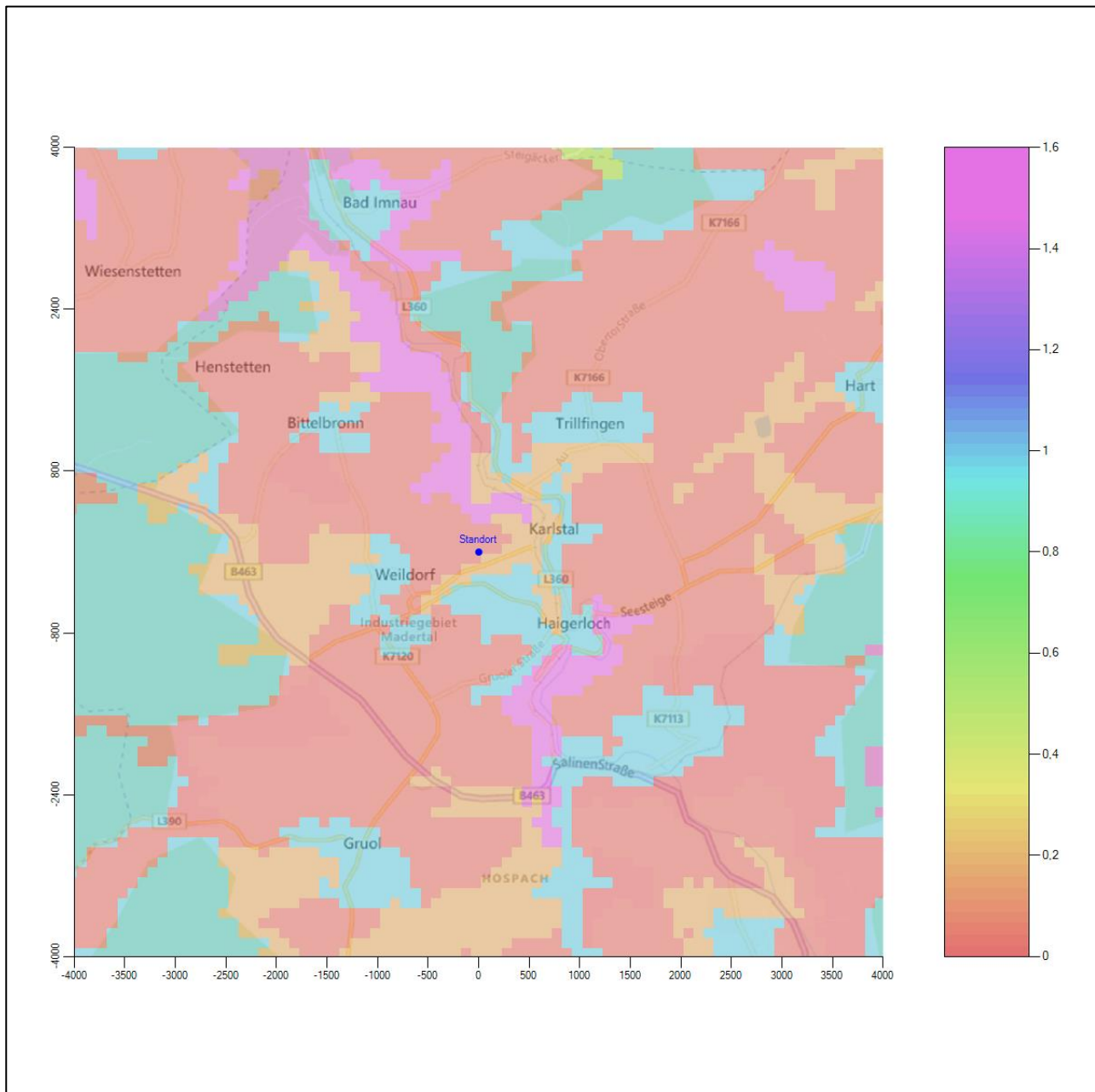


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

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



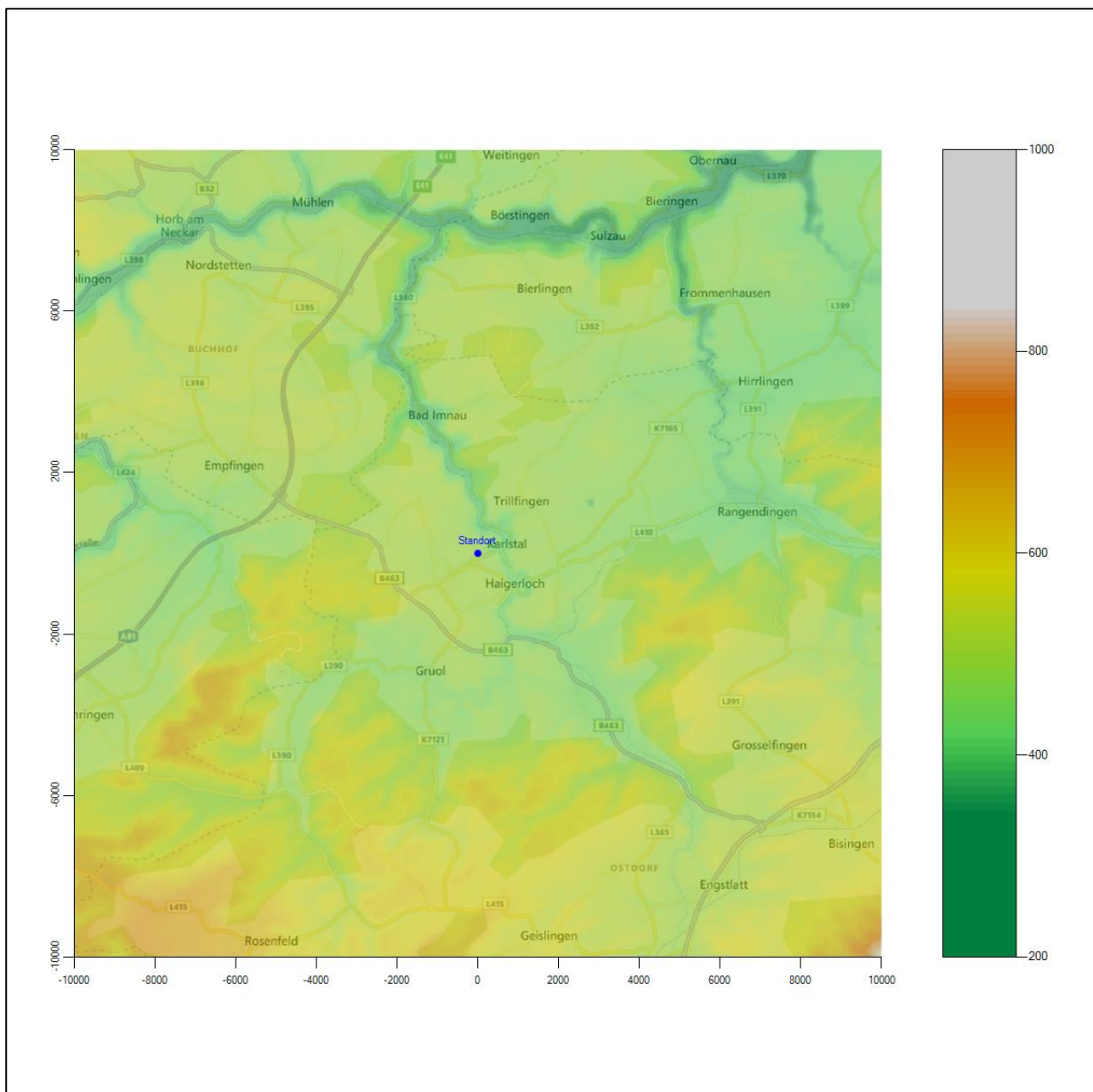
Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes

2.3 Orographie

Der Standort liegt auf einer Höhe von etwa 505 m über NHN. Die Umgebung ist in naher Umgebung orographisch deutlich gegliedert, im weiteren Umkreis eher moderat. Haigerloch liegt nordwestlich der Schwäbischen Alb im Tal der Eyach, einem steilen Muschelkalktal, das hier zwei ausgeprägte Schlingen bildet. Die Eyach fließt nahezu nach Norden, wo sie dem Neckar von rechts zufließt. Vom Standort aus gesehen erfolgt nach Osten hin ein Steilabstieg ins Tal der Eyach innerhalb einer Distanz von 700 m auf 420 m über NHN, also eine fast 100 m betragende Höhendifferenz. Am Zusammenfluss der Eyach mit dem ebenfalls tiefer eingeschnittenen Neckar in einer nördlichen Entfernung von 8,2 km vom Standort herrscht ein

Höheniveau von 372 m über NHN. Haigerloch wird der Landschaft der Östlichen Oberen Gäue zugerechnet. Dies ist der Übergangsbereich zwischen dem Neckartal und dem südwestlichen Albvorland, der sich von ungefähr 700 m im Süden bis auf 400 m im Norden durch sanfte Hügelwellen und Trockentalmulden abdacht.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.



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 Abbildung zeigt die dabei gefundenen Ergebnisse unter Anwendung der für den Standort als repräsentativ befundenen Ausbreitungsklassenzeitreihe.

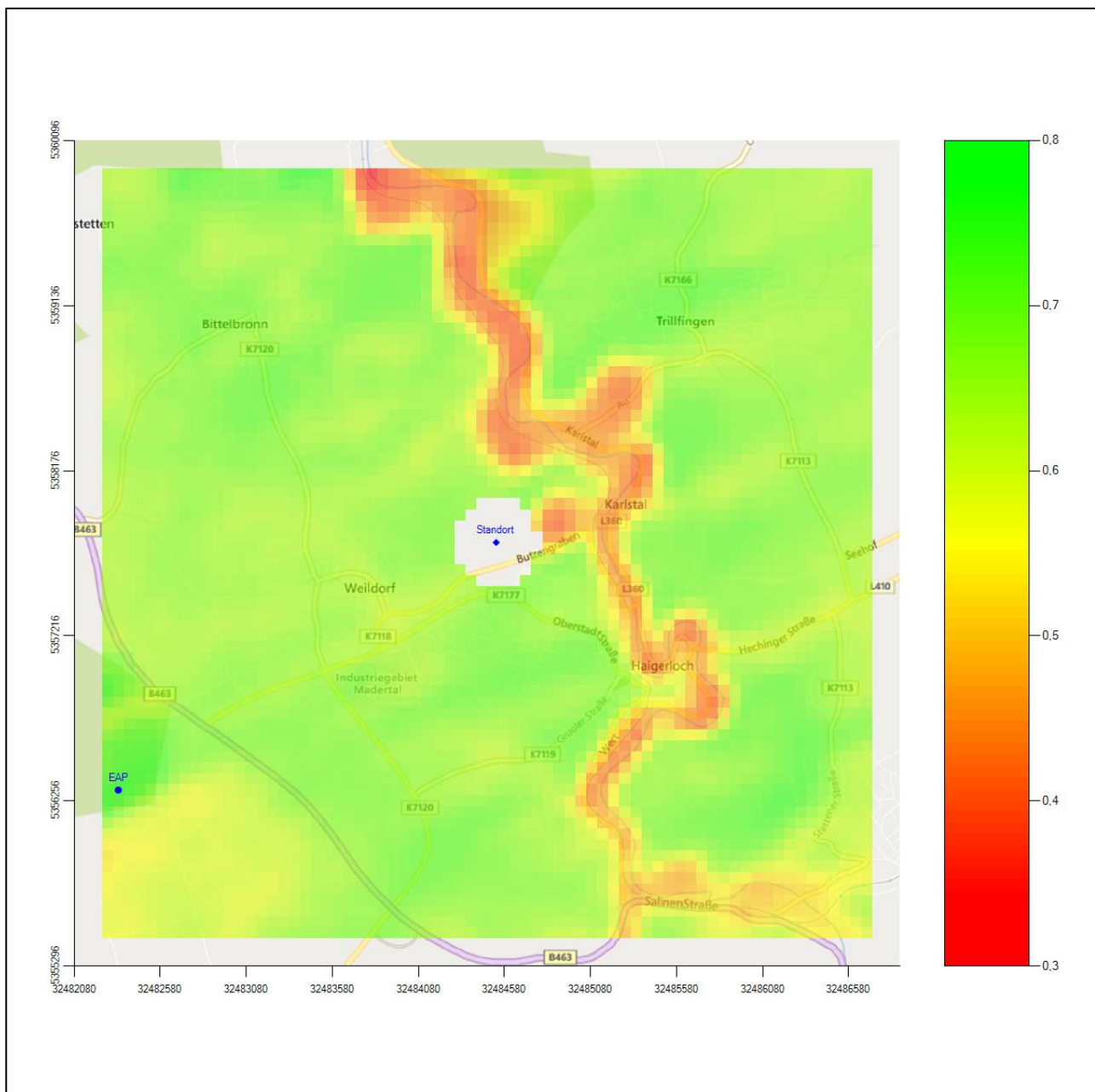


Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Es ist erkennbar, dass in ungünstigen Positionen das Gütemaß bis auf Werte von 0,3 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von 0,8 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 2,6 km südwestlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	32482336
HW	5356320

Die zweidimensionale Darstellung bezieht sich auf die Modellebene im Bereich von 14,5 m.

Von der oben empfohlenen EAP kann abgewichen werden, wenn sich im Vorfeld der Ausbreitungsrechnung für das dabei verwendete Windfeld eine ähnlich gut geeignete Position finden lässt.

Als Anemometerhöhe ergibt sich aus der zu verwendenden Bodenrauigkeit von 0,2 m der Wert von 14,5 m.

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 Be-

rechnung einer Jahreszeitreihe mit stündlicher Auflösung nicht 8760 Windfelder berechnet und vorgehalten werden, sondern nur die (beispielweise) 216 Bibliothekswindfelder. Für jede der 8760 konkreten meteorologischen Situationen (Stunden eines Jahres) werden dann je nach Anströmrichtung und Ausbreitungs-klasse 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 Wesentlichen 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

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

5 Ergebnisse

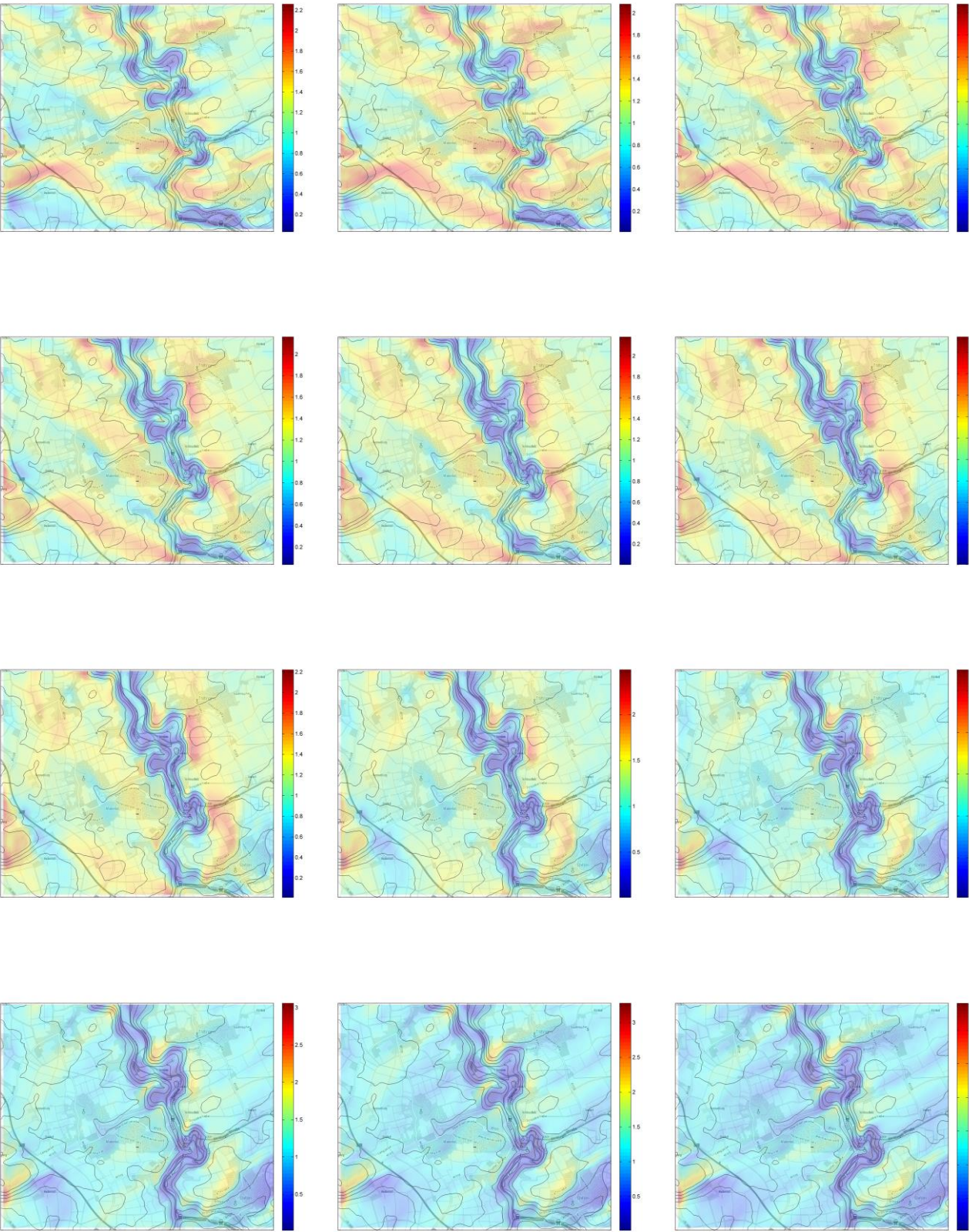
Nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 wurde in einem Modellgebiet von 18 km x 18 km und 8 km Höhe ein Satz prognostischer Windfelder berechnet. Dieser wurde auf die vom Auftraggeber vorgegebenen Rechengitter interpoliert. Die Gitterweite für die prognostische Modellierung betrug 64 m.

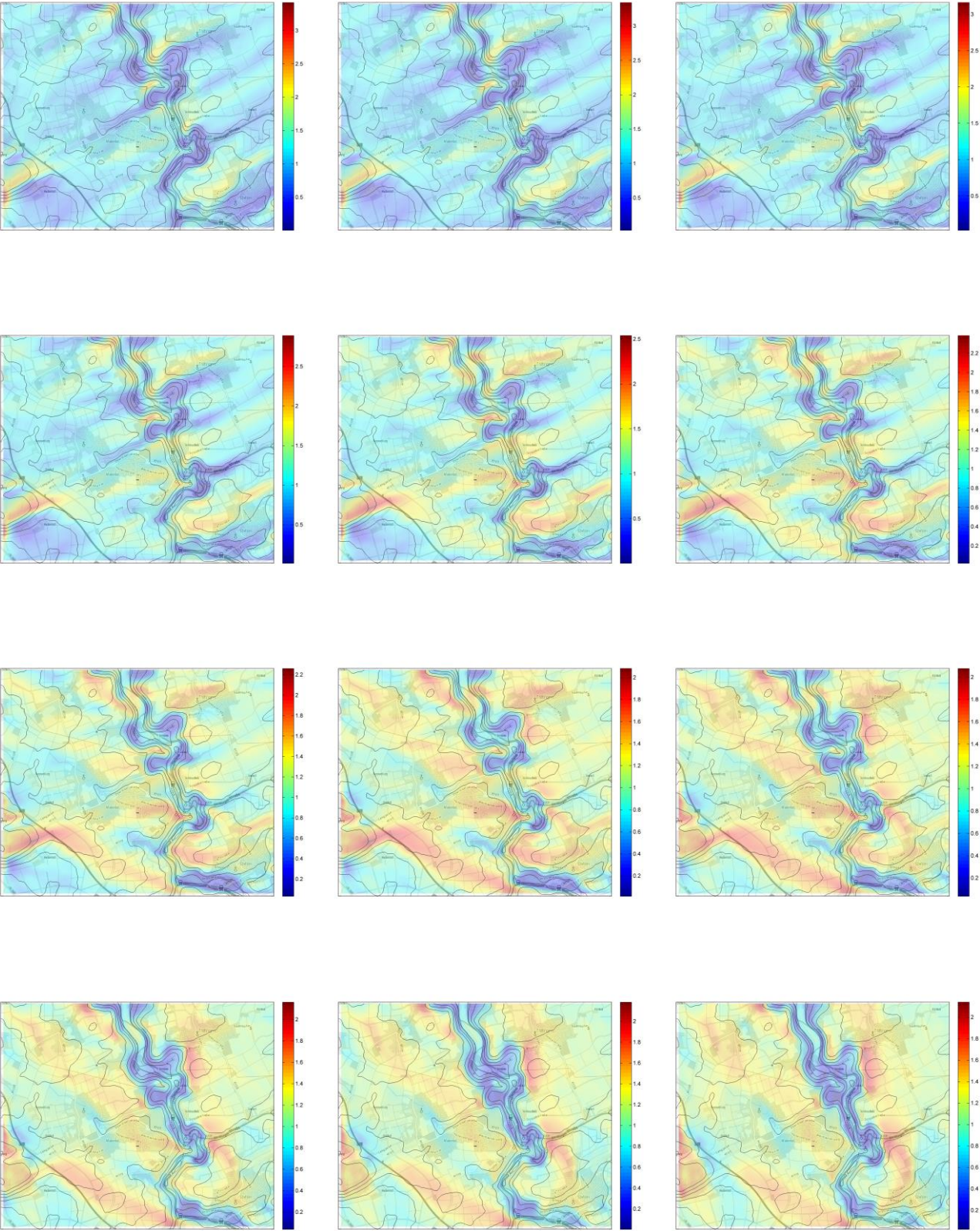
Zur Entfernung der verbleibenden Divergenz aus den interpolierten Windfeldern wurde das Programm LPRWND aus dem Programmpaket LASAT des Ingenieurbüros Janicke verwendet. Ebenfalls mit diesem Programm wurde die Aufprägung der vom Auftraggeber bereitgestellten digitalen Rasterung von umströmten Hindernissen vorgenommen.

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.





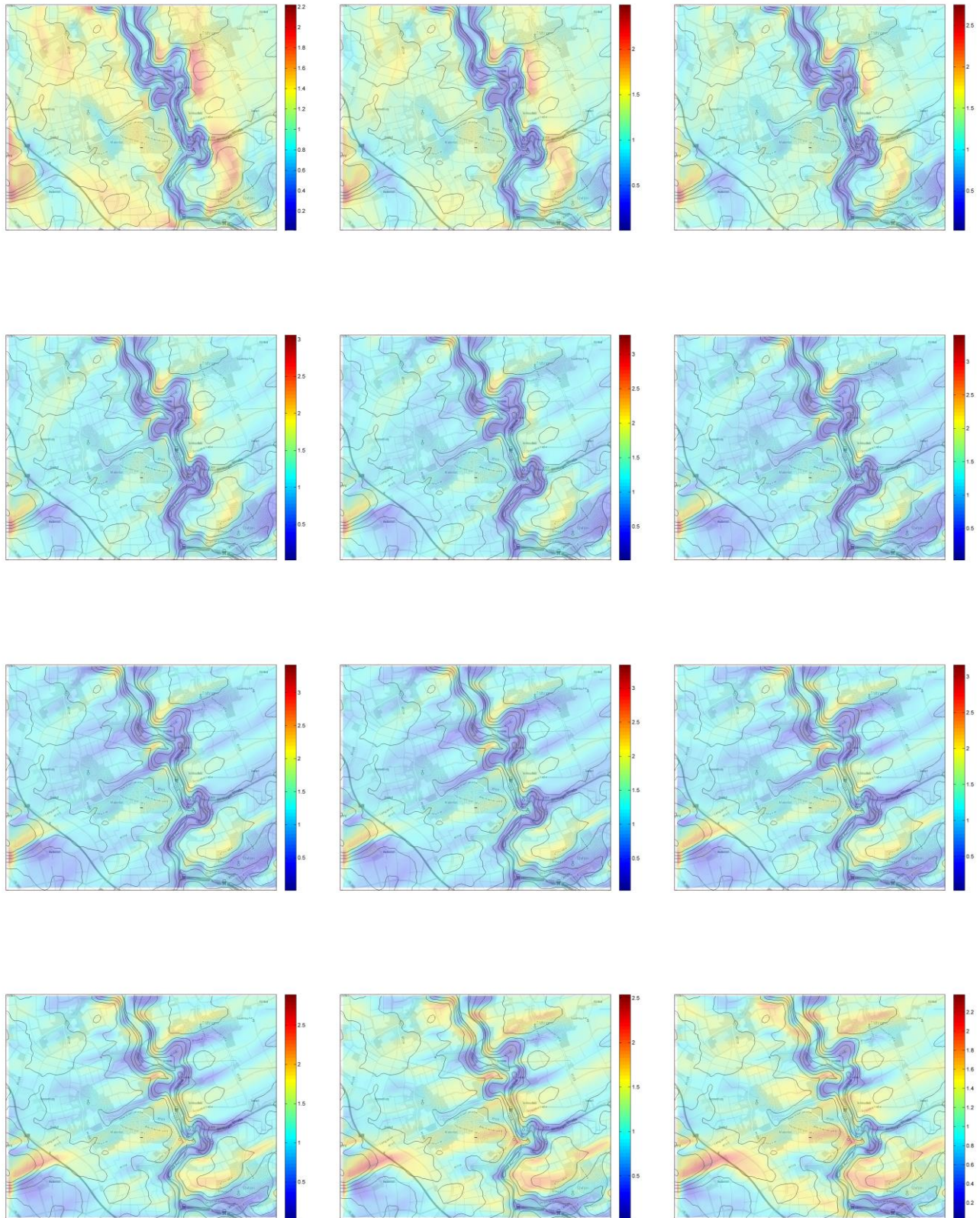


Abbildung 7: Darstellung der Windfelder für Ausbreitungsklasse 1 in 10 m Höhe

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.

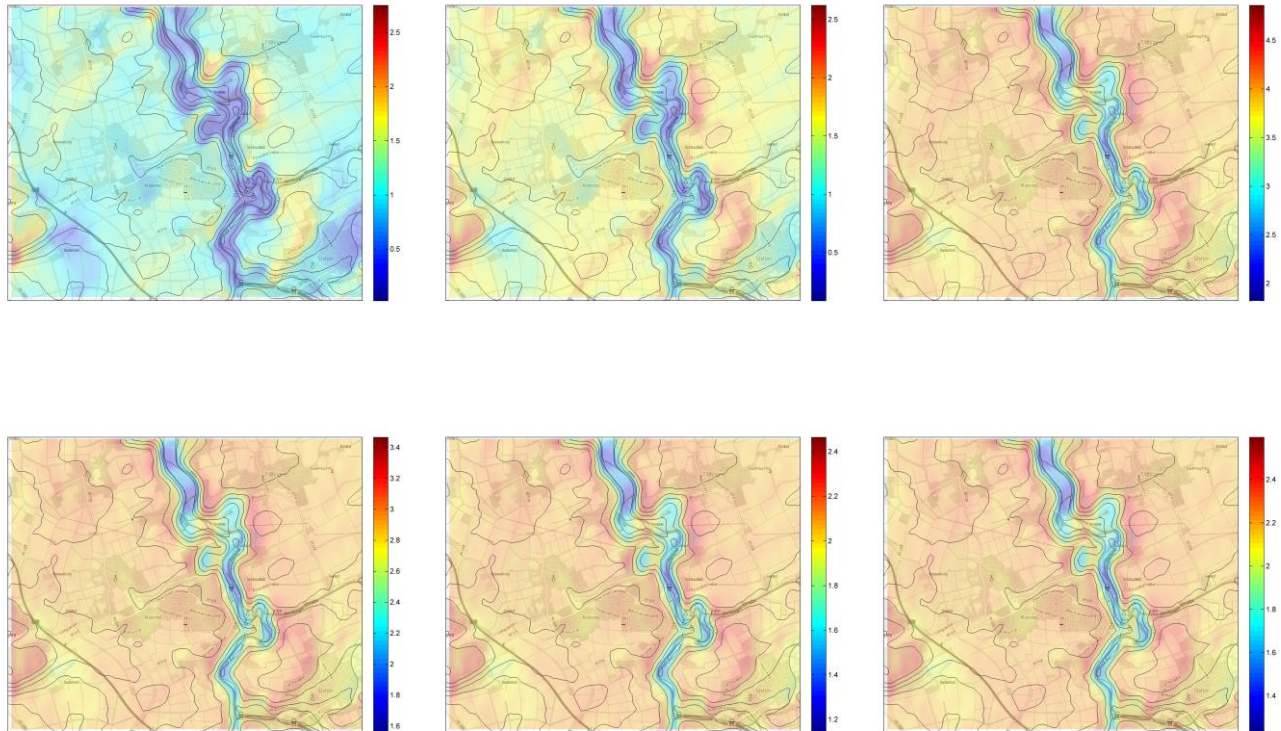


Abbildung 8: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Osten in 10 m Höhe

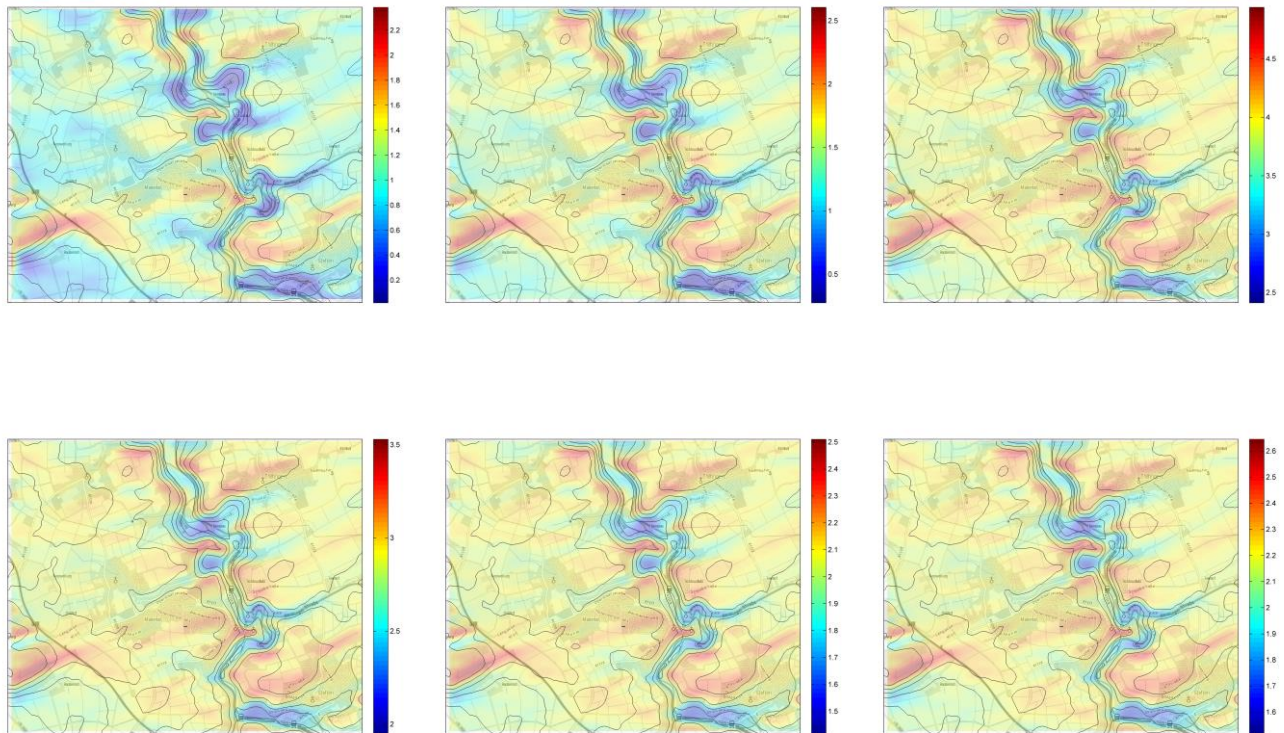


Abbildung 9: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Süden in 10 m Höhe

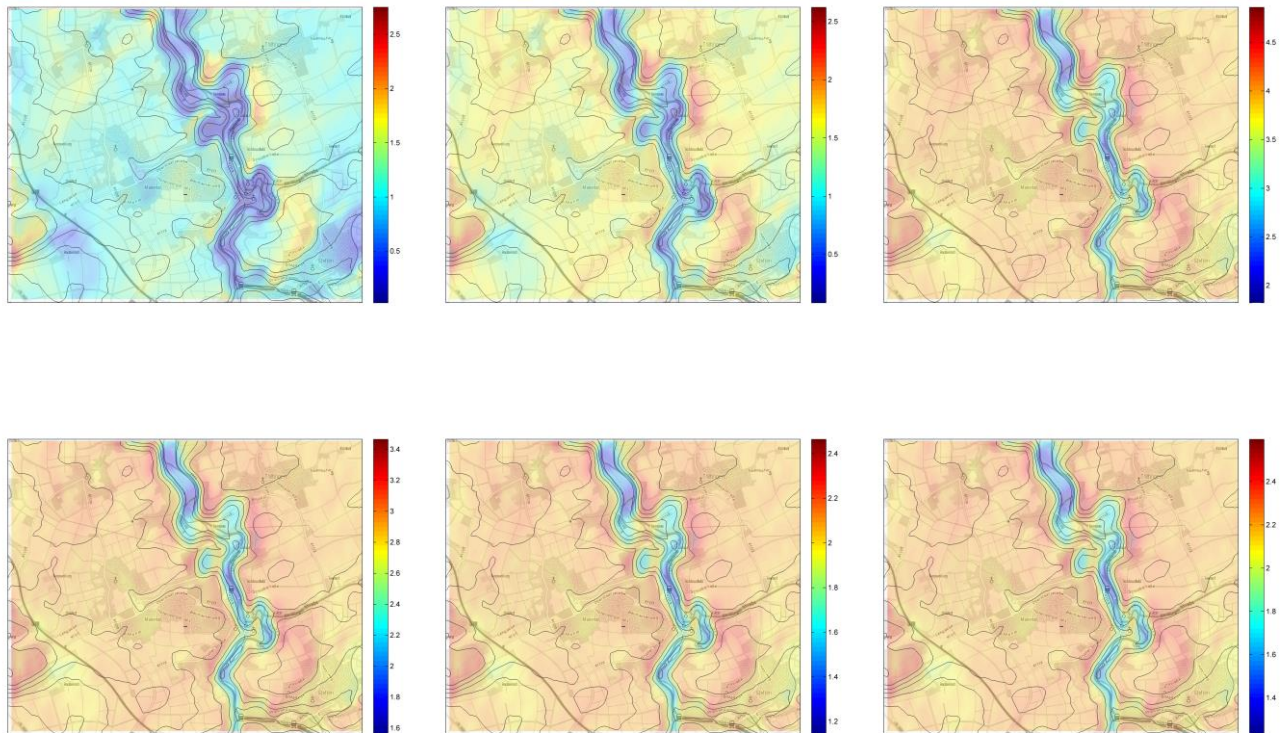


Abbildung 10: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Westen in 10 m Höhe

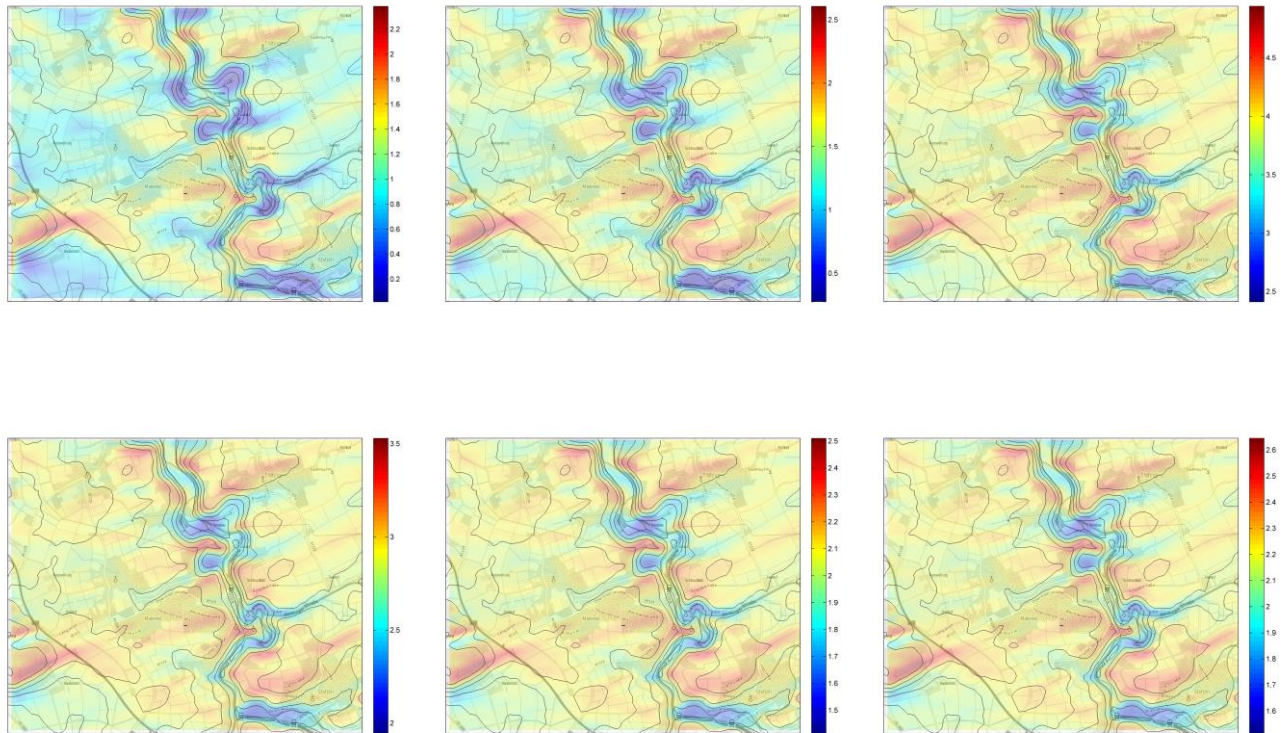


Abbildung 11: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Norden in 10 m Höhe

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

Frankenberg, am 30. August 2019

Th. Köhler

Dipl.-Phys. Thomas Köhler
- erstellt -

Ralf Petrich

Dr. Ralf Petrich
- freigegeben -

6 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 für die 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] Lasat 3.3, „Ing.-Büro Janicke,“ 1998-2013. [Online]. Available: <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [6] 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.
- [7] metSoft GbR, Dr. Klaus Bigalke, Dipl.-Ing. Matthias Rau, Dr. Christoph Winkler, „Meteorologische Software,“ [Online]. Available: <http://www.metsoft.de/>. [Zugriff am 2016].
- [8] Deutscher Wetterdienst, „Handbuch Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse,“ Offenbach, 2014.
- [9] 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].
- [10] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, *Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz*, vom 24. Juli 2002 (GMBL. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511); in aktueller Fassung.
- [11] VDI 3783 Blatt 10 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude und Hindernisumströmung*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2010; in aktueller Fassung.
- [12] VDI 3783 Blatt 13 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom Januar 2010; in aktueller Fassung.
- [13] VDI 3783 Blatt 8 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle (Entwurf)*, Berlin: Beuth-Verlag, vom April 2017; in aktueller Fassung.
- [14] VDI 3783 Blatt 16 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [15] VDI 3783 Blatt 20 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [16] VDI 3783 Blatt 21 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [17] 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 13.02.2018].
- [18] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, „Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz,“ vom 24. Juli 2002.
- [19] VDI 3783 Blatt 10, *Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude und*

Hindernisumströmung, Berlin: Beuth Verlag GmbH, März 2010.

- [20] Statistisches Bundesamt , *Daten zur Bodenbedeckung der Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [21] 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].
- [22] Ingenieurbüro Janicke GbR Gesellschaft für Umweltphysik, „LASAT,“ [Online]. Available: <http://janicke.de/de/lasat.html>. [Zugriff am 30 11 2011].
- [23] VDI 3783 Blatt 20, *Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2015.