

Staub-Immissionsprognose

für die

Erweiterung des Kiessandtagebaus Ponickau-Naundorf

der

Steine und Erden Lagerstättenwirtschaft GmbH

Gutachten-Nr. L220145-01

Datum: 07.06.2023

Angaben zur Auftragsbearbeitung

Betreiber: Steine und Erden
Lagerstättenwirtschaft GmbH
Bertolt-Brecht-Allee 24
01309 Dresden

Auftraggeber: Geologische Landesuntersuchung GmbH Freiberg
Halsbrücker Straße 34
09599 Freiberg

Ansprechpartner: Herr Tom Schillings
Telefon: +49 3731 20782 69
E-Mail: t.schillings@glu-freiberg.de

Auftragsnummer: P220145UM.1276

Auftragnehmer: GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH

Postanschrift: GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH
Tiergartenstraße 48
01219 Dresden

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Frank Naumann
Telefon: 0351 47878-7721
Telefax: 0351 47878-78
E-Mail: f.naumann@gicon.de

Gutachten-Nr.: L220145-01

Fertigstellungsdatum: 07.06.2023

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
1 Einführung.....	6
1.1 Aufgabenstellung.....	6
1.2 Standort und Umgebung.....	6
2 Beschreibung von Abbau und Aufbereitung	8
2.1 Abraumbeseitigung und Rohstoffgewinnung.....	9
2.2 Aufbereitung	9
2.3 Wesentliche Transportaufkommen	11
2.4 Betriebszeiten.....	12
3 Emissionsminderungsmaßnahmen	12
4 Bestimmung der Emissionsmassenströme für die Ausbreitungsrechnung.....	12
4.1 Festlegung der Emissionsquellen	12
4.2 Abschätzung der Emissionsmassenströme nach VDI 3790	15
4.3 Zusammenfassung der Emissionsquellen	19
5 Grundlagen für die Immissionsberechnung	20
5.1 Berechnungsgrundlagen.....	20
5.2 Bewertungsmaßstäbe.....	25
5.3 Festlegung der Beurteilungspunkte.....	25
5.4 Vorbelastungen	27
6 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen	27
6.1 Eingangsgroößen	27
6.2 Immissionszusatzbelastung	28
7 Zusammenfassende Bewertung	31
8 Quellenverzeichnis	32

Anhänge

Anhang 1: Emissionsdaten

Anhang 2: Rechenprotokoll

Anhang 3: Detaillierte Prüfung der meteorologischen Daten

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Luftbild mit Darstellung der Planfeststellungsgrenze des Vorhabens nach Erweiterung (Quelle: Google Earth, Image©2019 CNES/Astrium)	7
Abbildung 2: Ausschnitt der Open Street Map mit Darstellung der Planfeststellungsgrenze des Vorhabens und des Beurteilungsgebietes (Radius: 2.000 m)	8
Abbildung 3: Luftbild mit Darstellung des Abbauverlaufs innerhalb der Erweiterungsfläche (türkis)	11
Abbildung 4: Lageplan mit Emissionsquellen des Tagebaus für immissionserheblichster Jahresscheibe.....	14
Abbildung 5: Luftbild mit Emissionsquellen des Kieswerks und der Planfeststellungsgrenze	15
Abbildung 6: Windrichtungsverteilung der AKTerm Hoyerswerda 2010.....	21
Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten und der Ausbreitungsklassen der AKTerm Hoyerswerda 2010.....	21
Abbildung 8: Diagramm der Regenraten Ponikau 2010	22
Abbildung 9: Darstellung der Geländesteigung mit Höhenlinien und der Anemometerposition (Δ)	24
Abbildung 10: Open Street Map mit Kennzeichnung der Beurteilungspunkte.....	26
Abbildung 11: PM10-J00 (Jahresmittelwert PM10-Staub), anlagenbezogene Zusatzbelastung im Beurteilungsgebiet (Radius: 2 km)	28
Abbildung 12: PM2,5-J00 (Jahresmittelwert PM2,5-Staub), anlagenbezogene Zusatzbelastung im Beurteilungsgebiet (Radius: 2 km)	29
Abbildung 13: StN (Jahresmittelwert Staubbiederschlag), anlagenbezogene Zusatzbelastung im Beurteilungsgebiet (Radius: 2 km)	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Betriebszeiten der Betriebseinheiten des Kiessandtagebaus.....	12
Tabelle 2: Übersicht der staubemittierenden Vorgänge.....	13
Tabelle 3: Ansatz - Parameter der außerhalb von Hallen gehandhabten Stoffe	16
Tabelle 4: Zusammenfassung der Emissionsquellen und Emissionsdaten.....	19
Tabelle 5: Bewertungsmaßstäbe für Immissionen gem. TA Luft.....	25
Tabelle 6: Beurteilungspunkte für die Immissionsberechnungen.....	26
Tabelle 7: Angaben des LfULG zur Vorbelastung der Station Radebeul-Wahnsdorf /6/ - /8/	27
Tabelle 8: Anlagenbezogene Zusatzbelastung an den Beurteilungspunkten (BUP)	30

Abkürzungsverzeichnis

AKTerm	Meteorologische Zeitreihe für ein Jahr
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BUP	Beurteilungspunkt
Fz	Fahrzeug
GE	Gewerbegebiet
gem.	gemäß
NHN	Normalhöhennull (geodätische Höhe in Meter über Meeresspiegel)
LKW	Lastkraftwagen
Nr.	Nummer
NW	Nordwert der UTM-Koordinaten (ERTS 89, Zone 33 Nord)
OT	Ortsteil
OW	Ostwert der UTM-Koordinaten (ERTS 89, Zone 33, Nord)
PM	Particulate Matter (Feinstaub)
PM10	Staub der Partikelgröße < 10 µm
PM2,5	Staub der Partikelgröße < 2,5 µm
RL	Radlader
StN	Staubniederschlag
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WH	Wohnhaus

1 Einführung

1.1 Aufgabenstellung

Die Steine und Erden Lagerstättenwirtschaft GmbH beabsichtigt die Erweiterung des bestehenden Kiessandtagebaus Ponickau-Naundorf.

Im Zusammenhang mit der Erstellung der Antragsunterlagen wird eine Staubimmissionsprog-nose gefordert. Dabei werden für eine maßgebliche Jahresscheibe die freigesetzten Staube-missionsmassenströme v. a. gem. VDI 3790 Bl. 3 /2/ und Bl. 4 /3/ sowohl für den Tagebau als auch die anschließende Aufbereitung von Kiessand im zum Standort gehörenden Kieswerk abgeschätzt und deren Ausbreitung und die sich ergebenden Immissionen in der Umgebung nach TA Luft /1/ berechnet. Grundlage des Berichtes sind die Unterlagen und Informationen zum Planfeststellungsantrag /5/ und die Erkenntnisse eines Ortstermins am 20.10.2020

Im Rahmen einer zuvor erfolgten Abbauplanung durch die LiGAR Dresden GmbH wurde durch die GICON 2020 /12/ bereits eine Staubprognose erstellt und eine Detaillierte Prüfung der Übertragbarkeit der Wetterdaten einer geeigneten Station eingeholt, die auch diesem Bericht wieder beiliegt. Da sich die Abbauplanungen aber unterscheiden und seit Inkrafttreten der TA Luft 2021 auch für Staub die nasse Deposition zu ermitteln ist, stellt der vorliegenden Bericht eine Überarbeitung der Prognose /12/ dar.

1.2 Standort und Umgebung

Der Kiessandtagebau befindet sich im Bundesland Sachsen, Landkreis Meißen, Gemeinde Thiendorf, Gemarkung Naundorf bei Ortrand, Rohnaer Straße 34. Das Betriebsgelände wird durch folgende Nutzungen begrenzt:

- Norden: Rohnaer Straße und anschließend Landwirtschaftsfläche
- Osten: Landwirtschaftsfläche
- Süden: Grün- und Waldfläche
- Westen: Waldfläche.

Die nächstgelegene Wohnbebauung befindet sich in nordöstlicher Richtung in einer Entfernung von ca. 320 m zur geplanten Abbaufäche (Rohnaer Straße 31 Naundorf), vgl. Abbildung 1.

Die verkehrstechnische Anbindung des Kiessandtagebaus erfolgt über die Rohnaer Straße.



Abbildung 1: Luftbild mit Darstellung der Planfeststellungsgrenze des Vorhabens nach Erweiterung (Quelle: Google Earth, Image©2019 CNES/Astrium)

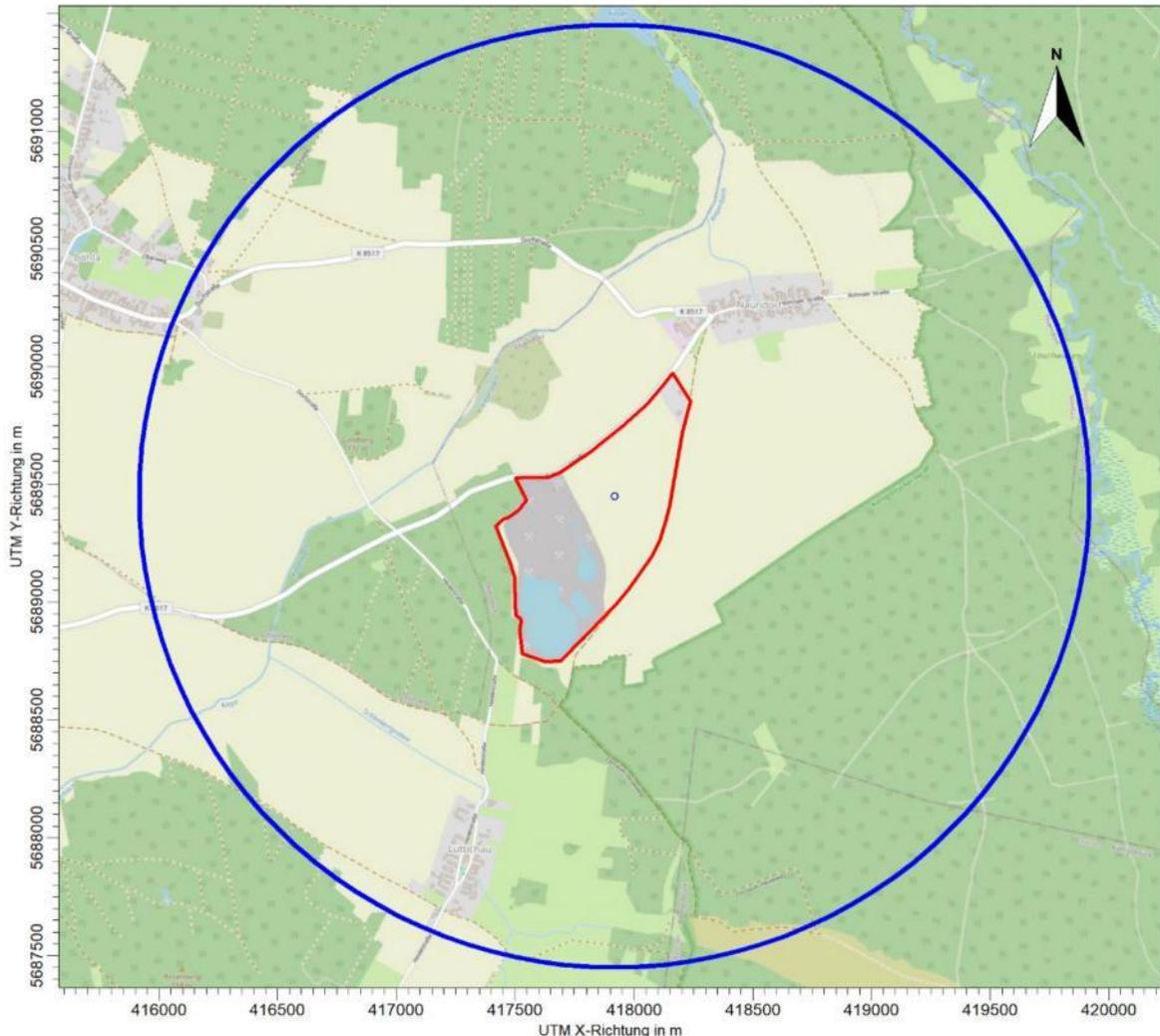


Abbildung 2: Ausschnitt der Open Street Map mit Darstellung der Planfeststellungsgrenze des Vorhabens und des Beurteilungsgebietes (Radius: 2.000 m)

2 Beschreibung von Abbau und Aufbereitung

Auf eine detaillierte Betriebsbeschreibung wird verzichtet. Aufschluss und Abbau werden in den Antragsunterlagen /5/ detailliert beschrieben. Im vorliegenden Gutachten werden die technischen und technologischen Angaben des Abbaus und der Aufbereitung dargestellt, soweit sie für die Abschätzung der Staubemission von Bedeutung sind.

Die Steine und Erden Lagerstättenwirtschaft GmbH betreibt seit 2002 den Kiessandtagebau Ponickau-Naundorf SW. Die geplante Erweiterung (Gewinnungsfeld NO) setzt den Rohstoffabbau unmittelbar anschließend in nordöstliche Richtung fort. Sowohl bei der Gewinnungstechnologie als auch der Aufbereitungstechnologie sind bis auf den zusätzlichen Einsatz eines Vorbrechers als Neuanlage keine wesentlichen Änderungen zum bestehenden Betrieb vorgesehen. Mit Beginn des Abbaus im Gewinnungsfeld NO erfolgt parallel kein Rohstoffabbau im Nassschnitt innerhalb der gegenwärtigen Standortfläche. Für einige Jahre wird weiterhin im Westteil des Standorts Rohstoff in vergleichsweise geringem Umfang im Trockenschnitt abgebaut und aufbereitet.

2.1 Abraumbeseitigung und Rohstoffgewinnung

Der Neuaufschluss des Erweiterungsfeldes NO umfasst eine Fläche von 14,8 ha, für den ein Planänderungsantrag des Rahmenbetriebsplans gestellt wird. Die Rohstoffmenge wird dabei mit 2.575.000 m³ bzw. 4.635.000 t (Dichte 1,8 t/m³) abgeschätzt. Dabei werden 980.000 m³ bzw. 1.764.000 t im Trockenschnitt und 1.595.000 m³ bzw. 2.871.000 t im Nassschnitt durch einen Seilzugbagger (Schrapper) gewonnen.

Bei einer jährlich geplanten Fördermenge von 400.000 t/a ergibt sich eine Abbaudauer von ca. 11 Jahren. Die mittlere jährliche Abbaufäche beträgt ca. 13.180 m².

Dabei beträgt die mittlere jährliche im Trockenschnitt abzubauende Menge 160.364 t/a. Diese Trockenschnittmenge wird durch einen Radlader (Schaufelvolumen: 5 m³ bzw. 9 t) abgebaut und anschließend im Bereich des Schrapppers in das Wasser abgekippt, so dass die gesamte Rohstoffmenge von 400.000 t/a als nasses Material über die Bandanlage zur Aufbereitung transportiert wird.

Die derzeit landwirtschaftlich genutzte Fläche besitzt eine weitgehend einheitliche Oberbodenschicht von 0,4 – 0,5 m Mächtigkeit. Insgesamt sind ca. 51.000 m³ bzw. 91.800 t (Dichte: 1,8 t/m³) Abraummaterial zu erwarten.

Diese Oberbodenschicht wird ausschließlich mit einem Radlader abgeschoben und für eine Umwallung als Zwischenlagerung um die Erweiterungsfläche genutzt. Vorrangig dient der Wall der Zwischenlagerung der zur Wiedernutzbarmachung benötigten Massen im unmittelbaren Umfeld des Tagebaus ohne erneute Umlagerung. Zusätzlich wird der Wall Sicht- und Lärmschutzfunktionen übernehmen. Nach Fertigstellung des Tagebauaufschlusses im ersten Vorratsfeld wird parallel zu den Gewinnungsarbeiten die Vorfeldberäumung vorausgehend in der geplanten Abbaurichtung fortgeführt.

Für die 11 Abbaujahre ergibt sich eine jährlich durch den RL abzuschleppende Oberbodenmenge von ca. 8.350 t/a. Ein LKW-Einsatz zum Transport ist nicht vorgesehen.

2.2 Aufbereitung

Das nasse Rohmaterial (400.000 t/a) wird aus dem Tagebau über die geplante Bandanlage bis zur Vorsiebstation transportiert, die das Überkorn (55/x) abscheidet, welches durch einen geplanten Vorbrecher (Jahresmenge: ca. 26.000 t/a) zerkleinert und anschließend dem Hauptmaterialstrom (0/55) zugegeben wird, der per Bandanlage zur Zwischenlagerhalde Rohmaterial mit Unterflurabzug transportiert wird (Höhe: 10 m). Ein Schrägband beschickt die Hauptaufbereitungsanlage, die mit einer Nasssiebmaschine die bindigen Bestandteile auswäscht. Anschließend wird das Material in die verschiedenen Fraktionen klassiert und über starre Haldenbänder getrennt aufgehaldet. Im Regelfall werden an diesen Halden die abholenden Fahrzeuge durch Radlader beschickt. Wird von einer Fraktion mehr produziert als abgeholt, wird das Material westlich der Hauptaufbereitung zwischengelagert. Gegenwärtig betrifft dies v. a. Sand 0/2. Dabei wird von einer Zwischenlagermenge von 20 % an Fertigprodukt ausgegangen.

Auf Kundenwunsch können auch verschiedene Gemische aus unterschiedlichen Fraktionen hergestellt werden, indem sie durch Radlader entsprechend Rezeptur auf einer gesonderten Fläche zwischenaufgehaldet und vor der LKW-Verladung durch den Radlader gemischt werden. Die so hergestellten Gemische umfassen allerdings weniger als 5 % des Gesamtdurchsatzes.

Ein Teil der Fraktion 16/32 (ca. 65.000 t/a) wird mit einem weiteren Backenbrecher an der Hauptaufbereitung zerkleinert, der per Radlader beschickt wird. Das Material durchläuft die Aufbereitung dann erneut.

Zur Erzeugung von Feinsand der Körnung 0/1 (ca. 10.000 t/a) wird eine gesonderte Aufbereitungsanlage genutzt, die v. a. mit dem gegenwärtig im westlichen Bereich des Standorts im Trockenschnitt abgebauten Wandkies (ca. 30.000 t/a) beschickt wird. Das Material wird durch ein Trommelsieb von Kies und Steinen befreit und anschließend in einem Doppelwellen-Schöpfrad gewaschen und klassiert. Alternativ kann die Teilanlage auch mit Sand 0/2 der Hauptaufbereitung beschickt werden, was auch in der Zeit nach Einstellung der Wandkiesgewinnung so erfolgen wird.

Für den westlichen Restsee ist die Verfüllung mit Fremdmaterial gem. dem Bauschutt- und Verfüllkonzept des Kiessandtagebaus vom 25.05.2023 vorgesehen. Im Grundwassereinflussbereich erfolgt die Rückverfüllung mit unbelastetem Bodenmaterial, darüber mit mineralischen Materialien mit den Vorsorgewerten nach Anlage 1 Tabelle 4 und 5 BBodSchV_{nov}. Den Abschluss bildet eine Schicht aus humosem Oberboden. Die Jahresmenge des angelieferten Fremdmaterials beträgt ca. 190.000 m³/a.

Die Zufahrt von der Rohnaer Straße ist bis zur Fahrzeugwaage am Betriebsgebäude asphaltiert. Alle übrigen Fahrwege sind nicht versiegelt.

Die folgende Abbildung zeigt den Standort mit der Erweiterungsfläche.

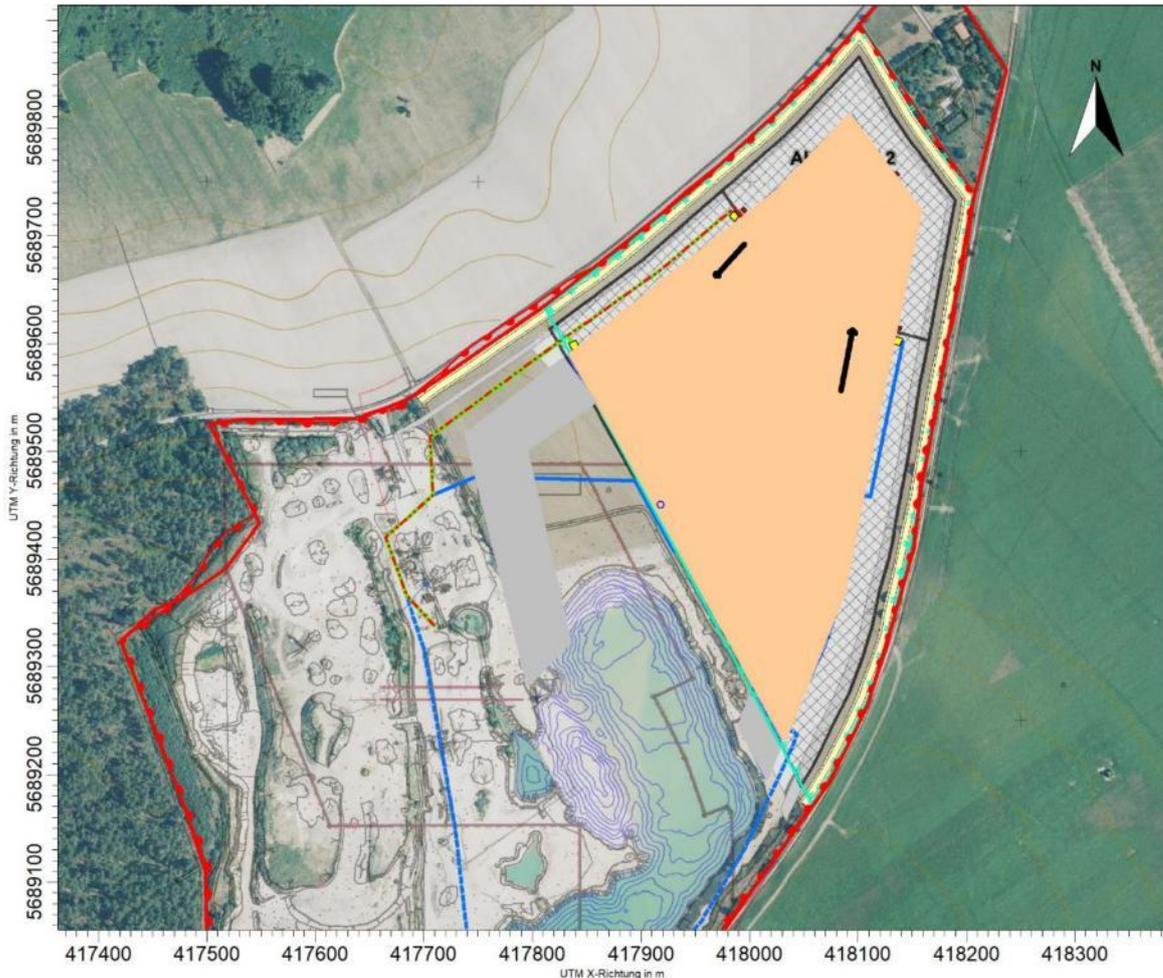


Abbildung 3: Luftbild mit Darstellung der Erweiterungsfläche (Linie, türkis)

2.3 Wesentliche Transportaufkommen

- RL-Fahrbewegungen beim Abtrag von 8.350 t/a Oberboden und Zwischenaufhaltung/Wallbildung (pro Schaufel 5 t) - 1.670 Bewegungen (einfach)
- Abbau und Transport von 160.364 t/a Trockenschnitt durch RL zum Schrapper (Schaufel: 5 m³ bzw. 9 t) - 17.818 Fahrten/a (einfach)
- Produktabtransport von 430.000 t/a aus dem Kieswerk durch LKW (Mittlere Zuladung: 20 t/Fz.) - 21.500 Fahrten/a (einfach)
- Fremdmaterialantransport (Verfüllmaterial: 190.000 m³/a) durch LKW (Zuladung: 32 m³/Fz.) - 6.000 Fahrten/a (einfach)
- Raupen-, RL- und Baggerbewegungen zum Einbau von Verfüllmaterial (150.000 t/a, 5 t/ Schaufel) - 30.000 Fahrten/a (einfach)
- Summe der RL- und Baggerfahrten im Kieswerk zur Trichterbeschickung der Brecher und Siebe, Zwischenlagerung sowie LKW-Beladung mit Fertigprodukten (430.000 t/a mit 2 -fachem Umschlag und 5 t/Schaufel) - 172.000 Fahrten/a

2.4 Betriebszeiten

Für die Anlagen werden folgende Betriebszeiten genannt:

Tabelle 1: Betriebszeiten der Betriebseinheiten des Kiessandtagebaus

Betriebseinheit	Wochentag	Arbeitszeit
Abraumbetrieb	Montag - Freitag	6.00 – 22.00 Uhr
	Samstag	6.00 – 16.00 Uhr
Gewinnung Kiessand	Montag - Freitag	0.00 – 24.00 Uhr
	Samstag	6.00 – 16.00 Uhr
Aufbereitung	Montag - Freitag	0.00 – 24.00 Uhr
	Samstag	0.00 – 16.00 Uhr
Betrieb Brecher	Montag - Freitag	7.00 – 20.00 Uhr
Verladung und Abtransport, Anlieferung Fremdmaterial	Montag - Freitag	0.00 – 24.00 Uhr
	Samstag	0.00 – 16.00 Uhr
Verwaltung	Montag - Freitag	6.00 – 20.00 Uhr

Zum Jahreswechsel vom 23.12.- 04.01. und im Februar für eine 14-tägige Wartung erfolgt kein Rohstoffabbau und dessen Aufbereitung.

Somit ergibt sich bei 48 Arbeitswochen eine Emissionsdauer von 6.240 h/a, die einheitlich für alle Aktivitäten am Standort angesetzt wird.

3 Emissionsminderungsmaßnahmen

Wichtige emissionsmindernde Maßnahmen sind:

- Rohstoffgewinnung erfolgt überwiegend im Nassschnitt
- Der gesamte Rohstoff wird nass per Landband ins Kieswerk transportiert
- Die Hauptaufbereitung sowie die Feinsandaufbereitung arbeiten mit Nassaufbereitungsanlagen
- die Fahrgeschwindigkeit ist auf allen Betriebsstraßen auf 20 km/h begrenzt.

4 Bestimmung der Emissionsmassenströme für die Ausbreitungsrechnung

4.1 Festlegung der Emissionsquellen

Die staubemittierenden Vorgänge sind in Tabelle 2 dargestellt und werden den jeweiligen Emissionsquellen zugeordnet.

Dabei wird die für den nächstgelegenen Beurteilungsort emissionserheblichste Jahres-scheibe im nördlichsten Abbauabschnitt betrachtet.

Für den Abbau auf der Erweiterungsfläche werden folgende Quellen definiert:

- QT1 zu beräumende Abbaufäche
- QT2 Fläche Trockenschnitt
- QT3 Abraumlager /Wall
- QT4 Beräumte offene Kiessandfläche – Abwehung

Im Kieswerk werden folgende Quellen definiert

- QK1 LKW-Fahrstrecke Fertigproduktabtransport
- QK3 LKW-Fahrstrecke Fremdmaterialanlieferung zur Verfüllung
- QK4 Vorbrecher
- QK5 Hauptaufbereitung
- QK6 Trockenschnitt (Wandabbau)
- QK7 Feinsandaufbreitung
- QK9 Lager Fertigprodukte
- QK10 Verfüllungsfläche
- QK11 RL-Fahrflächen Kieswerk
- QK12 Anlagenfläche – Abwehung.

Tabelle 2: Übersicht der staubemittierenden Vorgänge

Nr.	staubemittierender Vorgang	Emissionsquelle
<i>Abraumbeseitigung und Rohstoffabbau Erweiterungsfläche</i>		
U1	Abschieben und Aufnehmen des Abraums durch RL	QT1
V1	RL-Fahrbewegungen für Abraumtransport zum Abraumlager/Wall	QT1
U2	Abkippen von Abraum im Abraumlager/Wall durch RL	QT3
U4	Rohstoffabbau im Trockenschnitt durch Radlader	QT2
V2	Rohstofftransport (Trockenschnitt) zum Schrapper	QT2
U5	Abkippen von Rohstoff in die Wasserfläche	QT2
L1	Abwehung von offener beräumter Rohstofffläche	QT4
<i>Aufbereitung im Kieswerk, Trockenschnittabbau, Restseeverfüllung und Abtransport</i>		
V4	LKW-Abtransport Fertigprodukte	QK1
V6	LKW-Anlieferung von Fremdmaterial	QK3
U6	Aufnehmen von Überkorn durch RL	QK4
U7	Abkippen von Überkorn in den Vorbrecher	QK4
U8	Brechen von Überkorn	QK4
U9	Bandabwurf von gebrochenem Überkorn auf das Transportband	QK4
U10	Brechen 16/32	QK5

Nr.	staubemittierender Vorgang	Emissionsquelle
U11	Abwurf von gebrochenem Material	QK5
U12	Aufnehmen von Fertigprodukt durch RL	QK5
U13	Abwurf von Fertigprodukt in LKW durch RL	QK5
U14	Kiessandabbau durch RL im Trockenschnitt	QK6
U15	Beschicken des Trommelsiebs durch RL	QK7
U16	Klassieren des Kiessandes durch Trommelsieb	QK7
U17	Zwischenaufhaltung	QK7
U18	Aufnehmen von Sand durch RL	QK7
U19	Abwurf in Trichter Feinsandaufbereitung	QK7
U29	Abwurf von Fertigprodukt durch RL	QK9
U30	Aufnehmen von Fertigprodukt durch RL	QK9
U31	Abwurf von Fertigprodukt in LKW durch RL	QK9
U32	Abkippen von Verfüllmaterial (Fremdanlieferungen) durch LKW	QK10
U33	Aufnehmen von Verfüllmaterial durch RL	QK10
U34	Abwurf von Verfüllmaterial durch RL	QK10
V7	Raupen-, RL- und Baggerbewegungen zum Einbau Fremdmaterial	QK10
V8	Gesamte RL-Fahrten im Kieswerk	QK11
L2	Abwehung vom gesamten Kieswerksgelände	QK12

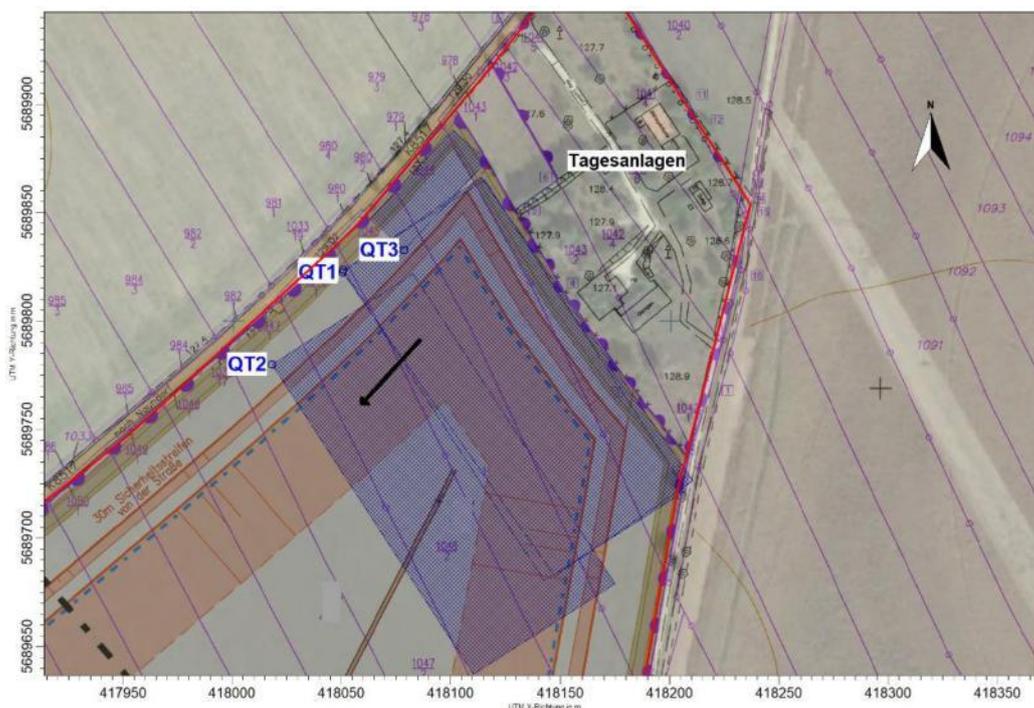


Abbildung 4: Lageplan mit Emissionsquellen des Tagebaus für immissionserheblichster Jahresscheibe

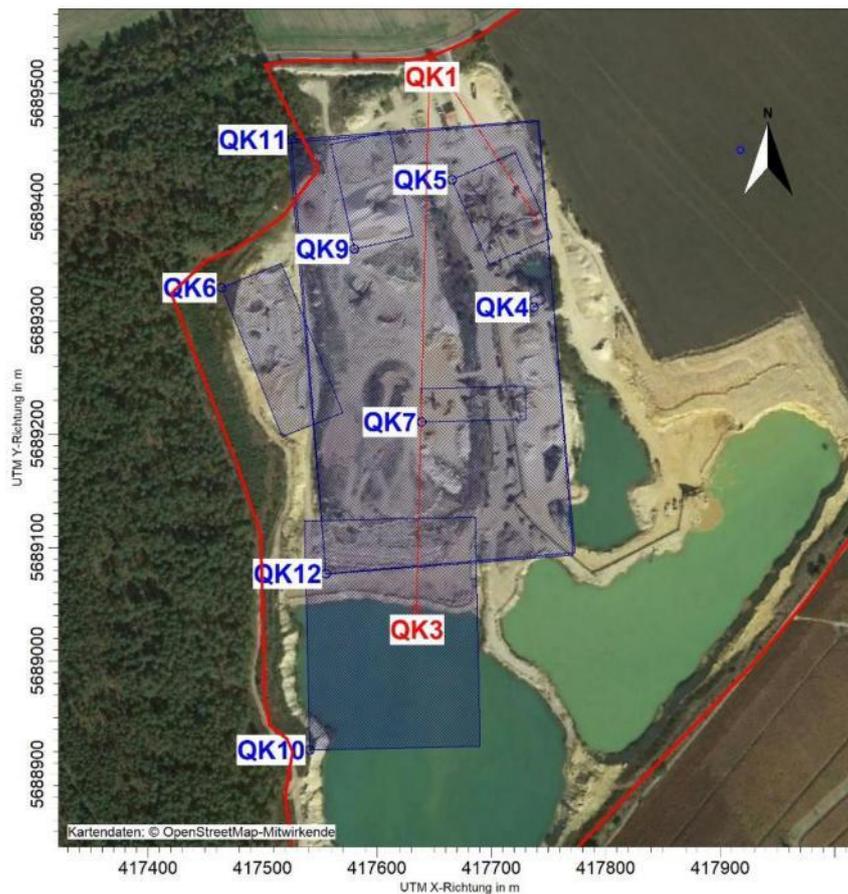


Abbildung 5: Luftbild mit Emissionsquellen des Kieswerks und der Planfeststellungsgrenze

4.2 Abschätzung der Emissionsmassenströme nach VDI 3790

Die Ermittlung der diffusen Staub-Emissionsmassenströme erfolgt auf Basis der

- VDI 3790 Blatt 3 /2/, mit deren Hilfe v. a. die Umschlag- und Lageremissionen beim Umgang mit staubenden Gütern abgeschätzt werden und
- VDI 3790 Blatt 4 /3/, mit deren Hilfe die Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen bilanziert werden.

Bilanziert und beurteilt wird der Zeitraum vom 01.01. bis 31.12. eines

Jahres. Die staubemittlernden Vorgänge werden wie folgt berücksichtigt:

- I. Transportvorgänge
- II. Umschlagprozesse/ Brechen /Klassieren
- III. Lagerung

Im Folgenden werden für diese Vorgänge Emissionsfaktoren bestimmt. Dabei werden die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Annahmen getroffen.

Tabelle 3: Ansatz - Parameter der außerhalb von Hallen gehandhabten Stoffe

Stoff	Abraum, Kiessand (Trockenschnitt), Sand (Nassaufbereitung)	Sand, Kies und Überkorn nach längerer Haldenlagerung	Verfüllmaterial
Schüttdichte in t/m ³	1,8	1,8	1,8
Staubentwicklung im Sinne der VDI 3790, Bl. 3, Anhang	„Staub nicht wahrnehmbar“	„schwach staubend“	„Staub nicht wahrnehmbar“

zu I.) Transportvorgänge

Transporte auf unbefestigte Flächen

Da lediglich die Zufahrt von der Rohnaer Straße bis zur Fahrzeugwaage asphaltiert ist, werden in der Prognose die gesamten Fahrwege als unbefestigt modelliert. Die Bewegungen der LKW, Bagger, Raupe und Radlader werden gemäß VDI 3790 Bl. 4 /3/, Punkt 6.1 nach der Gleichung für Staubaufwirbelungen beim Transport auf unbefestigten Fahrwegen abgeschätzt.

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

Für die Transportfahrzeuge wird eine einheitliches Fahrzeuggewicht angesetzt, das gemittelt über die Flotte im beladenen und unbeladene Zustand mit einem mittleren Gewicht berücksichtigt wird.

Für die innerbetrieblichen Fahrzeuge wird analog verfahren.

$$q_{T\ PM2,5} = k_{Kgv} \cdot (S/12)^a \cdot (W/2,7)^b \cdot (1-p/365) \cdot (1-k_M)$$

$$q_{T\ PM10} = k_{Kgv} \cdot (S/12)^a \cdot (W/2,7)^b \cdot (1-p/365) \cdot (1-k_M)$$

$$q_{T\ PM30} = k_{Kgv} \cdot (S/12)^a \cdot (W/2,7)^b \cdot (1-p/365) \cdot (1-k_M)$$

mit

a _{PMxx}	... korngößenabhängiger Exponent (a _{PM2,5} = 0,9; a _{PM10} = 0,9; a _{PM30} = 0,7)
S = 5 %	... Feinkornanteil des Straßenmaterials, Abschätzung (in Anlehnung an /3/)
b = 0,45	... Exponent gem. /3/
W _{LKW} = 22 t	... durchschnittliches Gewicht des Fahrzeugs [Mittelwert aus Fahrzeug mit Beladung (33 t) und ohne Beladung (11 t)]
W _{RL} = 17 t	... durchschnittliches Gewicht des Fahrzeugs [Mittelwert aus Fahrzeug mit Beladung (20 t) und ohne Beladung (14 t)]
P = 115	... Anzahl der Tage pro Jahr mit mindestens 0,3 mm Regenniederschlag nach /3/, Bild A1

k_{KgV}	...	Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung
$k_M=0,2$		Kennzahl zur Maßnahmewirksamkeit vom Minderungsmaßnahmen, hier aufgrund der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h angesetzt

Die Berechnung des Emissionsmassenstroms erfolgt gem. VDI 3790 Bl. 3 nach Gleichung 4 für Transportvorgänge:

$$m_{\text{Transport}} = q_T \cdot L \cdot n$$

mit

q_T in $g/(m \cdot Fz)$...	siehe obige Berechnung
L	...	Länge der Fahrlinien im Betriebsbereich (einfach).
n	...	Anzahl der LKW-Transporte und 0 % LKW, die an- und gleichzeitig abtransportieren
n	...	Anzahl der Radlader-/ Bagger-Transporte (vergl. Pkt. 2)

Die mit o.g. Berechnungsvorschrift ermittelten Emissionsfaktoren auf unbefestigten Fahrstrecken sind im Anhang 1 aufgeführt.

zu II.) Abkippen/ Umschlagprozesse/ Brechen/ Klassieren

Die Abschätzung der Staubfreisetzung bei Umschlagprozessen (Abkippen/ Aufnahme) und die Bestimmung der entsprechenden Emissionsfaktoren erfolgt gem. VDI 3790 Bl. 3, Punkt 7.2.2.3 (Aufnahme) bzw. 7.2.2.5 (Abkippen). Der Emissionsfaktor ergibt sich somit zu:

$$Q_{\text{Abkippen}} = Q_{\text{norm, korr}} \cdot \square S \cdot k_U$$

$$Q_{\text{Aufnahme}} = Q_{\text{norm}} \cdot \square S \cdot k_U$$

mit

$Q_{\text{norm, korr}}$...	normierter Emissionsfaktor aus Tabelle 12 in /2/ für Abkippvorgänge Bagger/RL und Dumper entsprechend der Stoffparameter (vgl. Tabelle 2)
Q_{norm}	...	Tabelle 11 in /2/ für Aufnahme mit Bagger/RL entsprechend der Stoffparameter (vgl. Tabelle 2)
$\square S$...	Schüttdichte in t/m^3
k_U	...	Umfeldfaktor: Abkippen/ Aufnahme von Halde/ LKW (Tabelle 6 in /2/)

Aus den genannten Ansätzen ergibt sich ein durchschnittlicher Emissionsmassenstrom für die Umschlagprozesse mit

$$m_{\text{Ab/Auf}} = Q_{\text{Ab/Auf}} \cdot M_{\text{Ab/Auf}}$$

mit

$$M_{\text{Ab/Auf}} \quad \dots \quad \text{Mengendurchsatz}$$

Die Brech- und Klassiervorgänge werden einheitlich mit 25 g/t angesetzt, die v. a. den Feuchtegehalt der behandelten Materialien berücksichtigt.

zu III.) Lagerung

Die Abwehbarkeit von Partikeln bei der ruhenden Freilagerung hängt in erster Linie von der Korngröße, dem spezifischen Gewicht der Partikel und der Windgeschwindigkeit ab. Relevante Staubabwehungen werden erst bei höheren Windgeschwindigkeiten und/ oder hohem Feinstaubanteil erreicht. Der Emissionsfaktor ergibt sich gem. VDI 3790 Bl. 3 Pkt. 7.1 zu:

$$Q_{\text{Lagerung}} = Q_{\text{L, norm}} / 24 \text{ h}$$

mit

$$Q_{\text{L, norm}} = 1 \text{ g}/(m^2d) \quad \dots \quad \text{Die bei der Lagerung durch Abwehungen freiwerdenden Stäube werden anhand /12/ abgeschätzt. Dabei wird berücksichtigt, dass die Materialien aufgrund der Lagerdauer (Boden) und der Materialfeuchte durch Nassgewinnung und Nassaufbereitung nur geringe Anteile an abwehbaren Stäuben aufweisen.}$$

Die Berechnung des Emissionsmassenstroms erfolgt gem. VDI 3790 Bl. 3 nach Gleichung 2 für Lagerprozesse:

$$m_{\text{Lagerung}} = q_{\text{Lagerung}} \cdot A_L$$

Mit

A_L ... durchschnittlich genutzte Lagerfläche

4.3 Zusammenfassung der Emissionsquellen

Die Ermittlung der Emissionsmassenströme der jeweiligen staubemittierenden Vorgänge ist dem Anhang 1 zu entnehmen.

In der folgenden Tabelle sind die Staubemissionsströme der Emissionsquellen zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 4: Zusammenfassung der Emissionsquellen und Emissionsdaten

Nr.	Beschreibung	Art der Quelle	durchschnittl. Emissionszeit [h/a]	Emissionshöhe [m]	Emissionsstrom [kg/h]
QT1	Zu beräumende Abbaufäche	Volumen	6.240	0 - 4	0,065
QT2	Fläche Trockenschnitt	Volumen	6.240	0 - 3	0,773
QT3	Abraumlager/Wall	Volumen	6.240	0 - 3	0,070
QT4	Beräumte offene Kiessandfläche- Abwehung	Volumen	8.760	0 - 2	0,378
QK1	LKW-Fahrweg Fertigproduktabtransport	Vertikale Fläche	6.240	0 - 2	1,307
QK3	LKW-Fahrstrecke Fremdmaterialanlieferung zur Verfüllung	Vertikale Fläche	6.240	0 - 2	1,115
QK4	Vorbrecher	Volumen	6.240	0 - 3	0,533
QK5	Hauptaufbereitung	Volumen	6.240	0 - 10	3,323
QK6	Trockenschnitt (Wandabbau)	Volumen	6.240	0 - 6	0,023
QK7	Feinsandaufbereitung	Volumen	6.240	0 - 6	0,358
QK9	Lager Fertigprodukte	Volumen	6.240	0 - 6	0,769
QK10	Verfüllungsfläche	Volumen	6.240	0 - 6	1,071
QK11	RL-Fahrten Kieswerk	Volumen	6.240	0 - 3	1,551
QK12	Anlagenfläche Abwehung	Volumen	8.760	0 - 6	2,381

5 Grundlagen für die Immissionsberechnung

5.1 Berechnungsgrundlagen

Die Berechnungen erfolgen gem. TA Luft mit dem Rechenmodell AUSTAL2000 (Version 3.1.2-WI-x). Zur Anwendung kam die Software AUSTALView (Version 10.2.11).

Beurteilungsgebiet

Das Beurteilungsgebiet ist gemäß Nr. 4.6.2.5 TA Luft die Fläche, die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befindet, der dem 50-fachen der Emissionshöhe (hier 10 m) entspricht und mindestens 1 km beträgt.

Für das Beurteilungsgebiet wurde aufgrund der Lage der Beurteilungspunkte ein Radius von 2 km festgelegt.

Die Bestimmung des Rechengitters erfolgt nach den Vorgaben gem. Nr. 8 Anhang 2 TA Luft. Es wird ein geschachteltes Rechengitter festgelegt. Die Aufrasterung beträgt in Anlagennähe 16 m x 16 m, in höherer Entfernung ist sie proportional größer und steigt bis auf 128 m-Raster.

Das der Immissionsprognose zugrunde liegende Rechengebiet weist eine Größe von ca. 5,4 km x 5,9 km auf. Damit wird das gesamte Beurteilungsgebiet gem. TA Luft erfasst.

Meteorologische Daten

Der Immissionsprognose liegt die Ausbreitungsklassenzeitreihe AKTerm für das repräsentative Jahr 2010 der Station Hoyerswerda des Deutschen Wetterdienstes (DWD) aus dem Bezugszeitraum vom 01.01.2010 bis zum 01.01.2016 zugrunde. Die Daten spiegeln hinsichtlich ihrer Richtungsverteilung und Windgeschwindigkeit die zu erwartenden Verhältnisse am Standort hinreichend genau wider. Die mit der Staubimmissionsprognose /13/ im Jahr 2020 durch die IFU GmbH für den Standort ausgewählten Daten der Station Hoyerswerda 2015/2016 (s. Anhang 4) sind für die aktuelle Ausbreitungsrechnung nach TA Luft 2021 nicht verwendbar, da die verbindlich zu verwendenden Niederschlagsdaten des UBA zur Ermittlung der nassen Deposition gegenwärtig nur bis zum Jahr 2015 vorliegen.

Die entsprechenden Meteorologiedaten sind in den drei folgenden Abbildungen grafisch dargestellt.

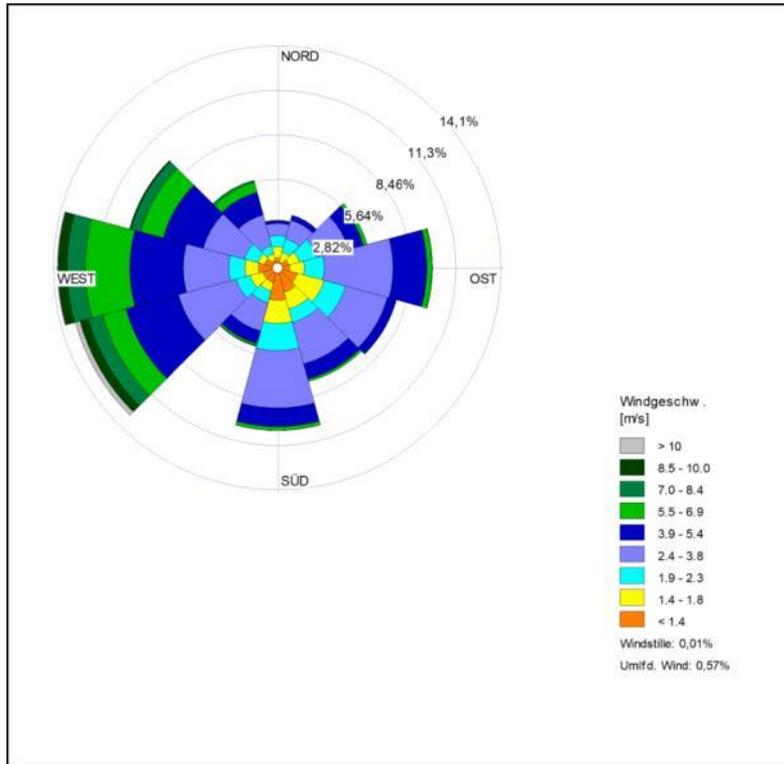


Abbildung 6: Windrichtungsverteilung der AKTerm Hoyerswerda 2010

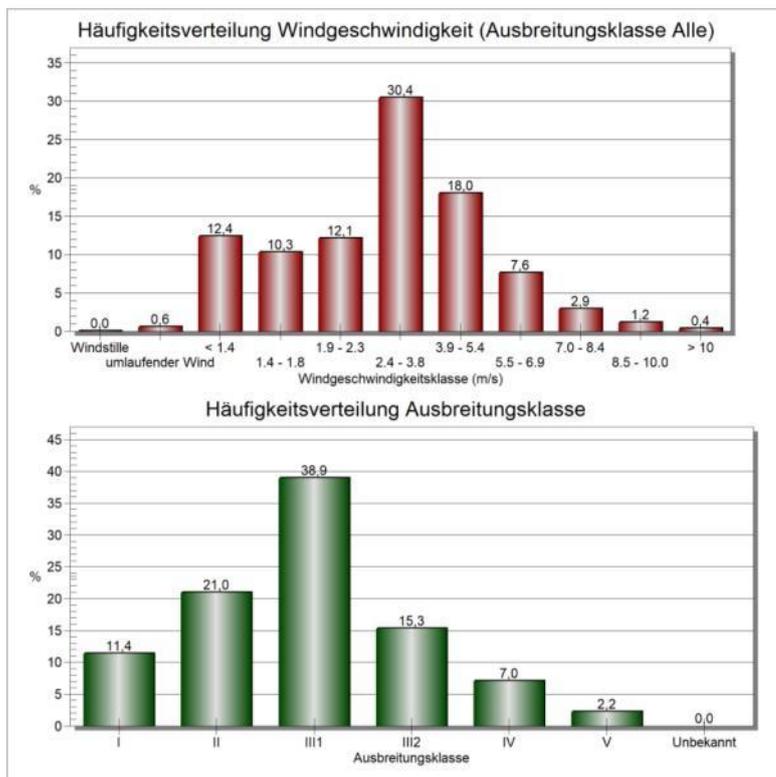


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten und der Ausbreitungsklassen der AKTerm Hoyerswerda 2010

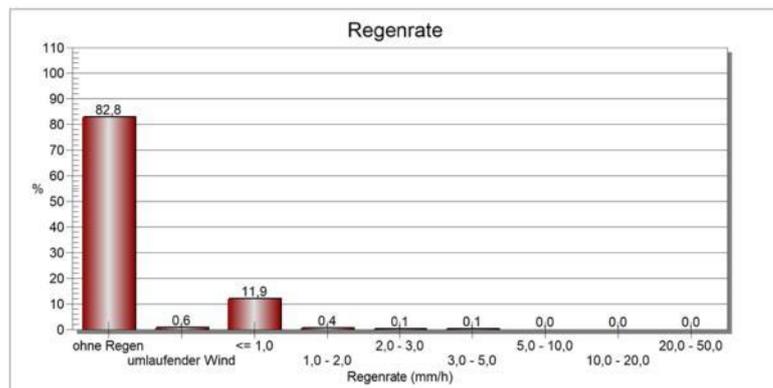


Abbildung 8: Diagramm der Regenraten Ponikau 2010

Anemometerstandort

Die zu verwendende Ersatzanemometerposition wurde im Rahmen der Detaillierten Prüfung (s. Anhang 3) bestimmt.

Die Lage wird durch folgende Koordinaten UTM-Koordinaten (ETRS 89, Zone 33) charakterisiert, vergl. Abb. 8:

Ostwert: 417850 Hochwert: 5688550.

Rauhigkeitslänge

Die Rauhigkeitslänge ist gem. Nr. 6 Anhang 2 TA Luft für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein (hier Emissionsschwerpunkt) festzulegen, dessen Radius das 15-fache der Freisetzungshöhe (tatsächliche Bauhöhe des Schornsteins), mindestens aber 150 m beträgt. Setzt sich dieses Gebiet aus Flächenstücken mit unterschiedlicher Bodenrauigkeit zusammen, so ist eine mittlere Rauhigkeitslänge durch arithmetische Mittelung mit Wichtung entsprechend dem jeweiligen Flächenanteil zu bestimmen und anschließend auf den nächstgelegenen Tabellenwert zu runden. Die Berechnung der Rauhigkeitslänge erfolgt durch die Bestimmung der Landnutzungsclassen des Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt a.M. Für die Prognose wird in Auswertung der gegebenen Bebauungs- und Landnutzungsstruktur ein Wert von 0,5 m angesetzt.

Verdrängungshöhe

Die Verdrängungshöhe gibt an, wie weit die theoretischen meteorologischen Profile aufgrund von Bewuchs und Bebauung in der Vertikalen zu verschieben sind.

Sie ist gemäß Nr. 9.6 Anhang 2 TA Luft nach VDI3783 Bl. 8 (2017) festzulegen. Aufgrund der Charakteristik der Bebauung im Rechengebiet und in der näheren Umgebung der Anlage wird die Verdrängungshöhe als das 6fache der Rauhigkeitslänge angesetzt.

Berücksichtigung von Bebauung

Einflüsse von Bebauung im Rechengebiet sind gemäß Nr. 11 Anhang 2 der TA Luft zu berücksichtigen.

Für Gebäude deren Entfernung vom Schornstein größer als das Sechsfache ihrer Höhe und größer als das Sechsfache der Schornsteinbauhöhe ist, ist die Modellierung der Bebauung nicht erforderlich.

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

Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches der quellenahen Gebäude, können die Einflüsse mit Hilfe eines diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung berücksichtigt werden.

In der Prognose kann auf die Berücksichtigung von Gebäuden verzichtet

werden. *Geländeunebenheiten*

Unebenheiten sind gem. Nr. 12 Anhang 2 TA Luft zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe bzw. Emissionshöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Die Steigung ist dabei aus der Höhendifferenz über eine Strecke zu bestimmen, die dem 2-fachen der Emissionshöhe entspricht.

Der Anlagenstandort befindet sich auf einer Geländehöhe von ca. 130 m ü. NHN (vergl. Abbildung 8). In Richtung Südost steigt das ansonsten weitgehend ebene Gelände innerhalb des Beurteilungsgebietes auf bis zu 150 m ü. NHN an.

Aufgrund dieser orografischen Situation ist eine Berücksichtigung der Geländeunebenheiten erforderlich.

Die für die Verwendung eines diagnostischen mesoskaligen Windfeldmodells maximal zulässige Steilheit von 1:5 (0,2) wird, wie Abbildung 8 zeigt, nicht überschritten.

Die Geländeunebenheiten werden deshalb sachgerecht mit Hilfe des diagnostischen Windfeldmodells TALdia berücksichtigt. Es werden die Geländedaten der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) verwendet.

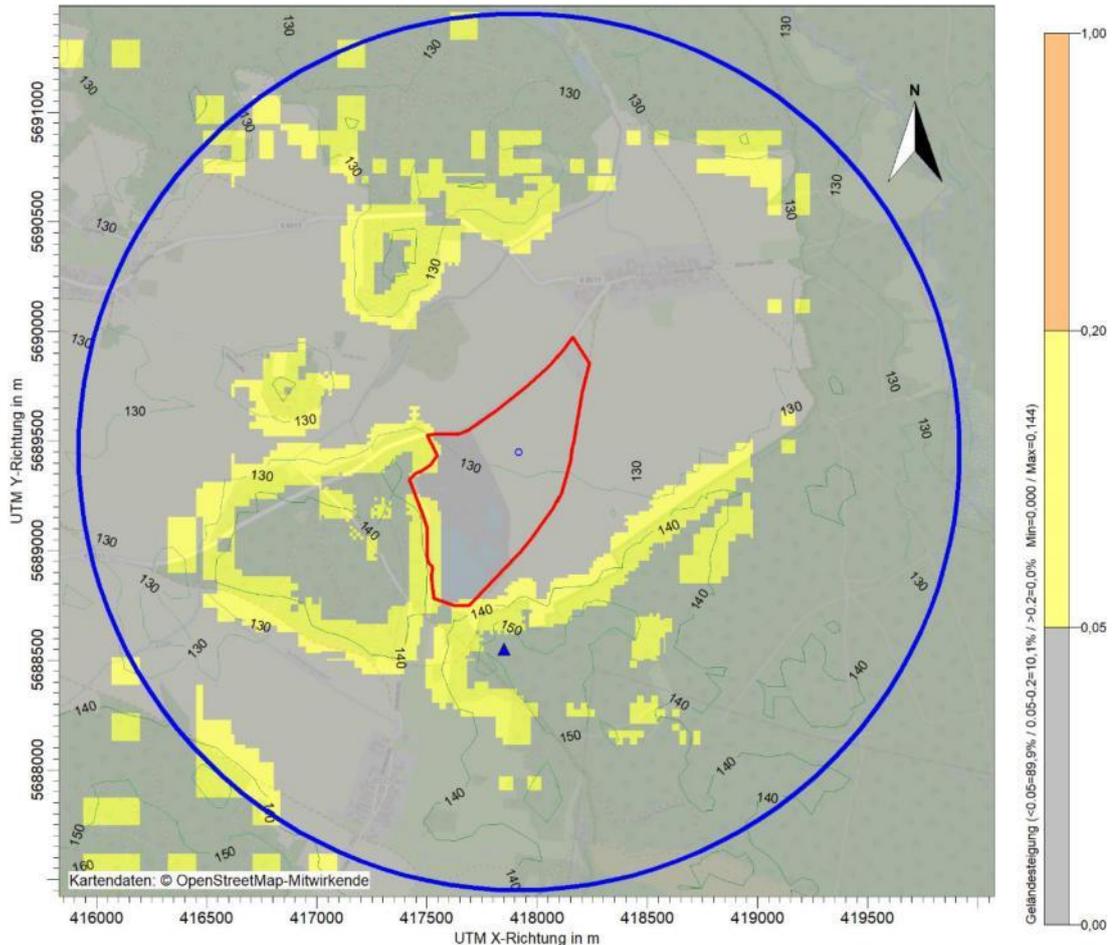


Abbildung 9: Darstellung der Geländesteigung mit Höhenlinien und der Anemometerposition (Δ)

Korngrößenklassen Stäube (PM-10)

Für die emittierten Stäube liegen keine Angaben zur Korngrößenverteilung der Staubpartikel vor. Für die Prognose werden folgende Ansätze getroffen:

Aufgrund der Charakteristik des Gutes und der Umschlagtechnologien kann davon ausgegangen werden, dass sich der Staub über die diffusen Emissionsquellen zu einem Teil aus PM10-Staub und zu einem anderen Teil aus Staub mit größeren Partikeln zusammensetzt. Ein Teil des PM-10-Staubes wird als PM2,5-Staub emittiert.

Für die Transportprozesse werden die Staubanteile entsprechend der Vorgaben der VDI 3790 Bl. 4 in Verbindung mit Tabelle 13 des Anhangs 3 der TA Luft angesetzt.

Für die Umschlagvorgänge werden Feinstäube (Partikeldurchmesser < 10 µm) in Anlehnung an /6/ zu 25 % angesetzt, für Stäube mit einem aerodynamischen Durchmessern von > 10 µm entsprechend 75 %. Feinstäube gehen als PM2,5-Stäube (Partikelklasse 1) zu 10 % und als PM10-Stäube (Partikelklasse 2) zu 15 % am Gesamtstaub in die Berechnung mit ein.

Bei der Abwehung von Feinstaub (Partikeldurchmesser < 10 µm) während der Lagerung wird in /11/, Anhang 8 von einem 50 %-igen Anteil am Gesamtstaub ausgegangen. Davon entfallen auf den PM2,5-Staub 7,5 %.

Für Stäube > 10 µm (75 %) wird gem. Anhang 2 der TA Luft für die Depositionsgeschwindigkeit 0,07 m/s, für die Sedimentationsgeschwindigkeit 0,06 m/s und als Auswaschexponent 0,8 verwendet (Partikelklasse unbekannt).

Der Parameter Quarzfeinstaub PM4 spielt bei der Beurteilung des Abbaus sowie des Betriebs der Aufbereitungsanlage aufgrund der hohen Materialfeuchte des Rohkieses und der Nassaufbereitung keine Rolle.

Statistische Unsicherheit

Die modellbedingte statistische Unsicherheit, berechnet als statistische Streuung des berechneten Zusatzbelastungswertes, soll nach den Vorgaben der TA Luft beim Jahres-Immissionswert 3 % und beim Tages-Immissionswert 30 % nicht überschreiten. Die statistische Unsicherheit der Berechnungsergebnisse ist dem Berechnungsprotokoll im Anhang 2 zu entnehmen. Das Protokoll zeigt, dass die genannten Vorgaben eingehalten werden.

5.2 Bewertungsmaßstäbe

Die TA Luft gibt für Stäube die in der folgenden Tabelle aufgeführten Immissionswerte vor.

Tabelle 5: Bewertungsmaßstäbe für Immissionen gem. TA Luft

Komponente	Mitteilungszeitraum	Immissionswerte nach TA Luft	Zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr in d	Irrelevanzkriterien nach TA Luft ¹
Immissionswert nach Nr. 4.2.1 TA Luft zum Schutz der menschlichen Gesundheit				
PM10 in µg/m ³	Jahr	40	-	1,2
	24-Stunden	50	35	-
PM2,5 in µg/m ³	Jahr	25	-	0,75
Immissionswert nach Nr. 4.3.1 TA Luft zum Schutz vor erheblichen Belästigungen				
StN in g/(m ² *d)	Jahr	0,35	-	0,0105

¹ ergibt sich aus der Formulierung gem. TA Luft, dass „...die Genehmigung nicht versagt werden darf, wenn die anlagenbezogene Zusatzbelastung kleiner ist als...“

5.3 Festlegung der Beurteilungspunkte

Die vorrangigen Beurteilungspunkte ergeben sich gemäß TA Luft Nr. 4.6.2.6. Demnach werden Beurteilungspunkte so festgelegt, dass eine Beurteilung der Gesamtbelastung an den Punkten mit „mutmaßlich höchster relevanter Belastung“ (Maximum der langfristigen Exposition und Maximum der Spitzenbelastung) möglich wird. Bei der Auswahl der Beurteilungspunkte sind somit die Belastungshöhe, ihre Relevanz für die Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit und die Exposition zu prüfen.

Aufgrund der Charakteristik der Staub-Emissionen, insbesondere durch die bodennahen Quellen, die bereits auf Immissionsniveau emittieren, treten die höchsten Immissionen für Staub im Bereich des Betriebsgeländes auf und nehmen mit zunehmender Entfernung von den Emissionsquellen rasch ab.

Als Beurteilungspunkte wurden daher die nächstgelegenen Wohnnutzungen der drei umgebenden Ortschaften herangezogen. Die Lage der Beurteilungspunkte ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt bzw. der Tabelle 6 zu entnehmen.

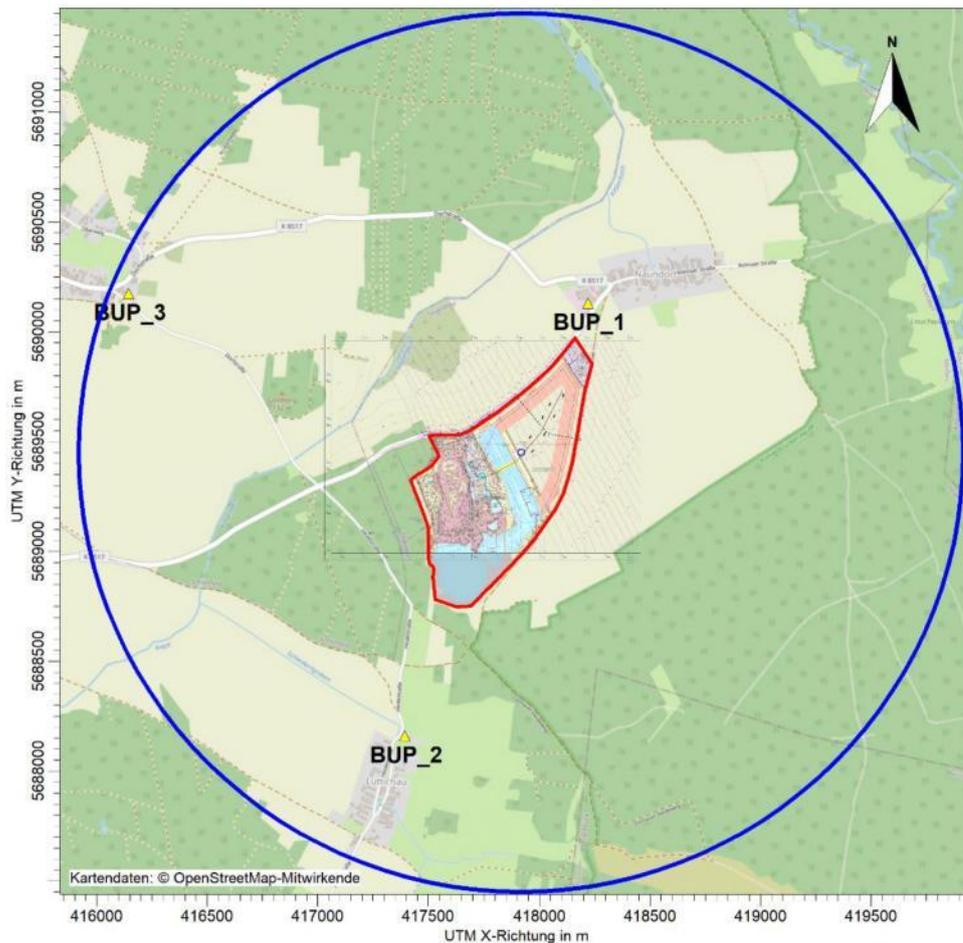


Abbildung 10: Open Street Map mit Kennzeichnung der Beurteilungspunkte

Tabelle 6: Beurteilungspunkte für die Immissionsberechnungen

ID	Erläuterung	Entfernung zur Ab- baufäche	OW 1 (x-Wert)	NW 1 (y- Wert)
BUP_1	Naundorf, Rohnaer Str. 32	320 m	418220	5690131
BUP_2	Lüttichau, Heidestr. 18 (WH)	1.210 m	417394	5688160
BUP_3	Böhla, Dorfstr. 38 (WH)	1.760 m	416145	5690174

1... UTM-Koordinaten (ETRS89 -Zone 33 Nord)

5.4 Vorbelastungen

Vorbelastungsmessungen für Luftschadstoffe liegen für das Untersuchungsgebiet nicht vor. Das Landesamt für Umwelt (LfULG) betreibt ein Messnetz zur Immissionsüberwachung und erstellt jährlich einen Bericht zur Luftqualität in Sachsen. Die dem geplanten Abbaug Gebiet am nächsten gelegene Messstelle ist die ca. 27 km entfernte Messstelle Radebeul-Wahnsdorf, Altwahnsdorf 12 (Typisierung nach EU-Richtlinie: ländlich, stadtnah).

Eine Übersicht der Messdaten für das Jahresmittel und die Anzahl der Überschreitungshäufigkeiten für die drei letzten Kalenderjahre (2019-2021) sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 7: Angaben des LfULG zur Vorbelastung der Station Radebeul-Wahnsdorf /6/ - /8/

Stoff	Mittelungszeitraum	Immissionswert TA Luft	Bezugsjahr		
			2019	2020	2021
Immissionswert nach Nr. 4.2.1 TA Luft zum Schutz der menschlichen Gesundheit in $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
PM10	Jahr	40	14	13	13
	24 h	50 (max. 35 Ü/a)	1 Tag	1 Tag	1 Tag
Immissionswert nach § 5 der 39. BImSchV in $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
PM2,5	Jahr	25	10 ¹	9 ¹	10 ¹
Immissionswert nach Nr. 4.3.1 TA Luft zum Schutz vor erheblichen Belästigungen in $\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$					
StN	Jahr	0,35	0,03	0,03	0,03

¹ Angaben der Messstelle Dresden Winckelmannstraße, da PM2,5 in Radebeul-Wahnsdorf nicht ermittelt wird

Für PM10-Schwebstaub werden Vorbelastungsdaten von bis zu 35 % des TA Luft-Jahres-Immissionswertes erfasst. Diese Belastung kann als vergleichsweise gering eingeschätzt werden.

Die Messwerte für PM2,5-Staub liegen bei ca. 40 % des Grenzwertes der 39. BImSchV von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Belastung kann als gering eingeschätzt werden.

Die Vorbelastung für Staubniederschlag liegt bei ca. 9 % des TA Luft-Jahres-Immissionswertes von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ und kann daher als gering eingeschätzt werden.

6 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen

6.1 Eingangsgrößen

Als Eingangsparameter für die Immissionsprognose sind gem. TA Luft Stundenmittelwerte beim bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage bei den für die Luftreinhaltung ungünstigsten Bedingungen anzugeben.

Dabei wird die für den nächstgelegenen Beurteilungsort (Naundorf) emissionserheblichste Jahresscheibe betrachtet. Emissionsdaten für diesen Emissionsfall sind zusammenfassend

in Tabelle 4 sowie Anhang 1 dargestellt. Angaben zu Berechnungsgrundlagen sind in Pkt. 5.1 aufgeführt.

Bei zeitlichen Schwankungen der Emissionsparameter sind diese als Zeitreihe anzugeben. Für die Emissionsquellen wurden auf Grundlage der in Tabelle 4 angegebenen Betriebszeiten Emissionszeitreihen generiert.

6.2 Immissionszusatzbelastung

Die Ergebnisse der Prognose der anlagenbezogenen Zusatzbelastung sind für

- PM10-Staub im Jahresmittel,
- PM2,5-Staub im Jahresmittel sowie
- Staubniederschlag im Jahresmittel

innerhalb des Beurteilungsgebietes in den nachfolgenden grafischen Darstellungen aufgeführt. Das Berechnungsprotokoll ist dem Anhang 2 zu entnehmen.

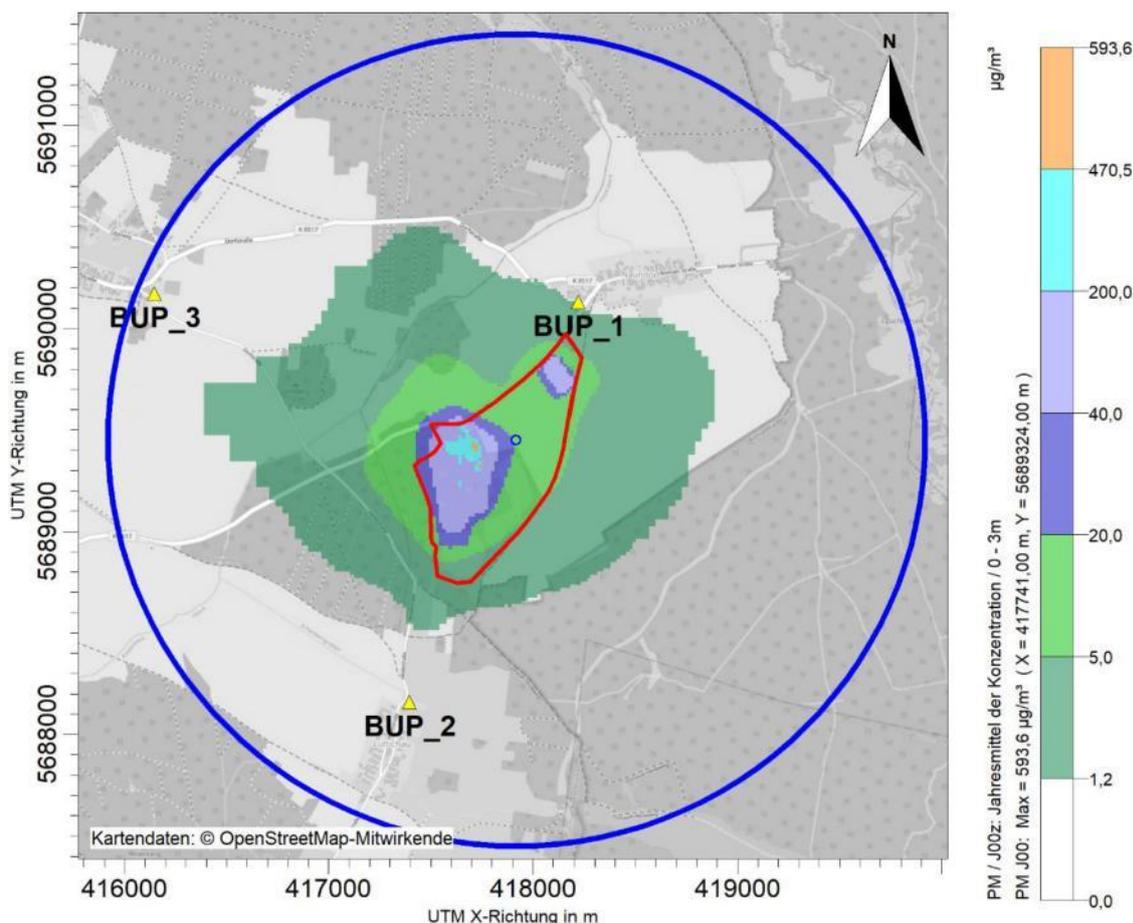


Abbildung 11: PM10-J00 (Jahresmittelwert PM10-Staub), anlagenbezogene Zusatzbelastung im Beurteilungsgebiet (Radius: 2 km)

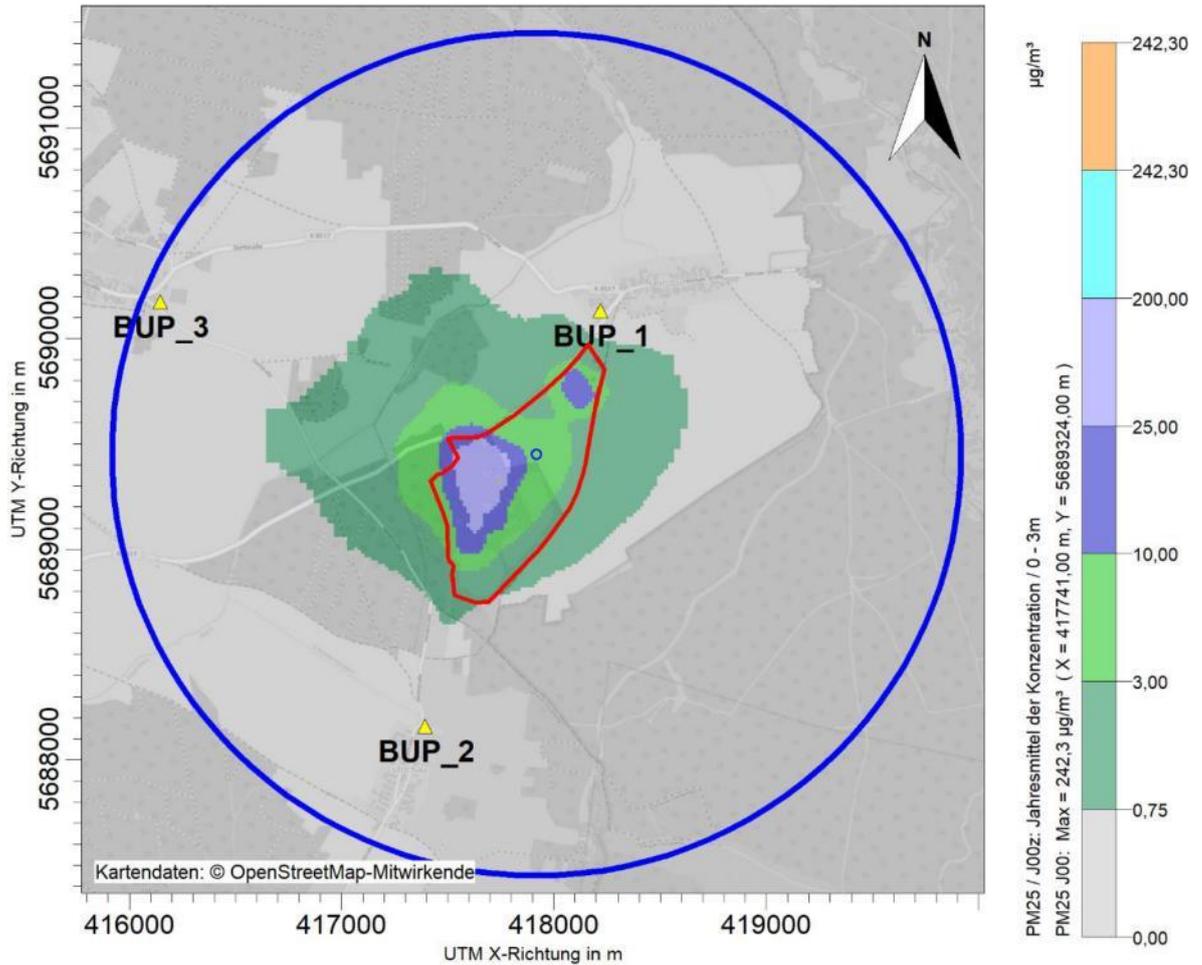


Abbildung 12: PM2,5-J00 (Jahresmittelwert PM2,5-Staub), anlagenbezogene Zusatzbelastung im Beurteilungsgebiet (Radius: 2 km)

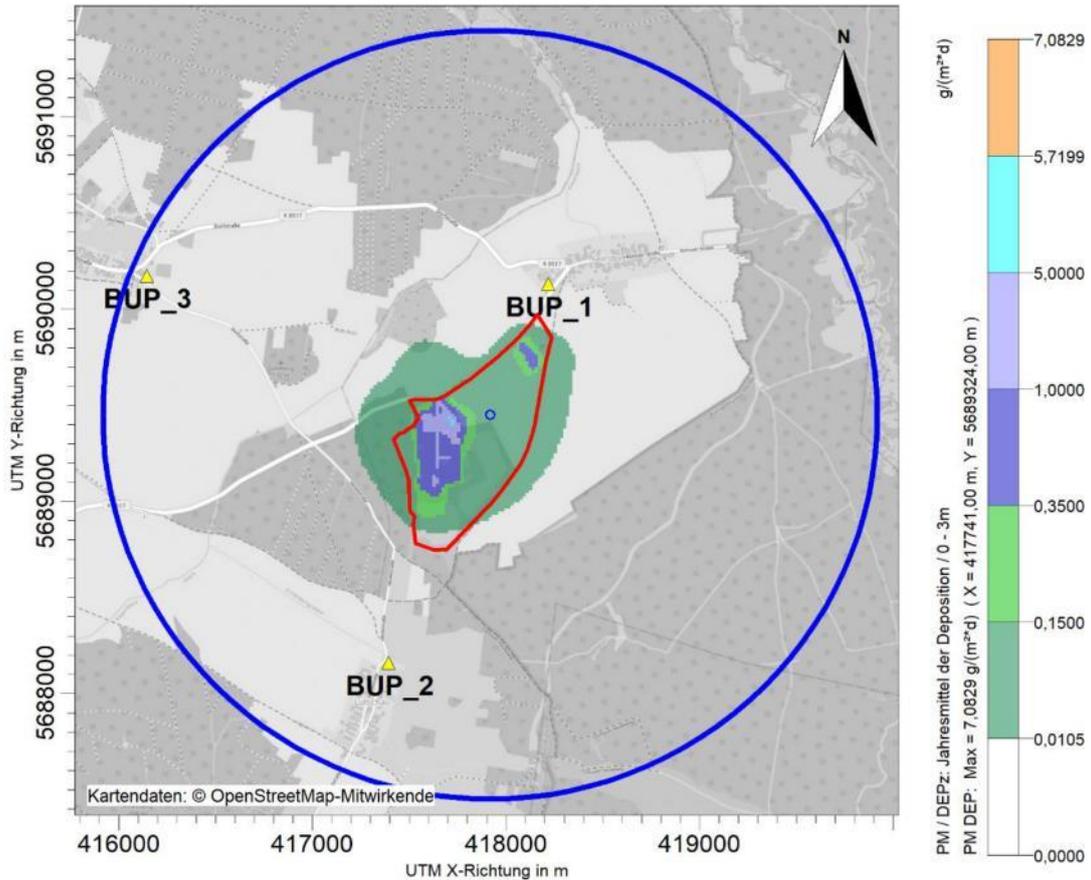


Abbildung 13: StN (Jahresmittelwert Staubbiederschlag), anlagenbezogene Zusatzbelastung im Beurteilungsgebiet (Radius: 2 km)

In der folgenden Tabelle sind die Zusatzbelastungen für die Beurteilungspunkte den Beurteilungswerten gem. TA Luft gegenübergestellt.

Tabelle 8: Anlagenbezogene Zusatzbelastung an den Beurteilungspunkten (BUP)

Stoff	BW ³	MZR ²	IRV ¹	BUP		
				1	2	3
Schutz der menschlichen Gesundheit gem. TA Luft Pkt. 4.2.1 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
PM-10	40	Jahr	1,2	1,1	0,4	0,5
PM-2,5	25	Jahr	0,75	0,5	0,2	0,2
Schutz vor erheblichen Nachteilen und Belästigungen gem. TA Luft Pkt. 4.3.1 in $\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$						
StN	0,35	Jahr	0,0105	0,0019	0,0004	0,0004

¹ IRV – Irrelevanzwert nach TA Luft: ergibt sich aus der Formulierung gem. TA Luft, dass „...die Genehmigung nicht versagt werden darf, wenn die anlagenbezogene Zusatzbelastung kleiner ist als...“

² MZR – Mittelungszeitraum, (zulässige Überschreitungshäufigkeit)

³ Beurteilungswert

Somit werden an allen drei Beurteilungspunkten die jeweiligen Irrelevanzwerte der TA Luft für die Parameter PM10-Staub, PM2,5-Staub und Staubbiederschlag unterschritten.

Bei Einhaltung bzw. Unterschreitung der Irrelevanzwerte kann gem. Pkt. 4.1 der TA Luft davon ausgegangen werden, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch die im

Anlagenbetrieb freigesetzten Stoffe hervorgerufen werden und weitere Betrachtungen nicht erforderlich sind.

7 Zusammenfassende Bewertung

Die Steine und Erden Lagerstättenwirtschaft GmbH plant den Aufschluss des neuen Gewinnungsfeldes NO des Kiessandtagebaus Ponickau-Naundorf.

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens wird eine Staubimmissionsprognose gefordert. Dabei wird die für den nächstgelegenen Beurteilungsort emissionserheblichste Jahres-scheibe betrachtet. Es werden die freigesetzten Staubemissionsmassenströme für Abraumbeseitigung, -transport und -lagerung, die Rohstoffgewinnung und den Transport sowie die Rohstoffaufbereitung im bestehenden Kieswerk gem. VDI 3790 Bl. 3 /2/ und Bl. 4 /3/ abgeschätzt und deren Ausbreitung und die sich ergebenden Immissionen in der Umgebung nach TA Luft /1/ berechnet.

Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass die ermittelten Immissionszusatzbelastungen für PM10-Staub, PM2,5-Staub und Staubniederschlag an allen maßgeblichen Beurteilungspunkten der umgebenden Ortschaften den jeweiligen Irrelevanzwert der TA Luft unterschreiten.

Im Ergebnis der Immissionsprognose können somit erhebliche Auswirkungen von Staubemissionen und daraus resultierenden Immissionen durch den geplanten Abbaubetrieb innerhalb der Erweiterungsfläche des Tagebaus Ponickau-Naundorf sowie der Rohstoffaufbereitung im bestehenden Kieswerk ausgeschlossen werden.

Dresden, den 07.06.2023

GICON
Großmann Ingenieur Consult GmbH



Dipl.-Ing. Frank Naumann
Projektbearbeiter

8 Quellenverzeichnis

- /1/ BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2021): Erste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Luft) vom 18.08.2021
- /2/ VDI - Verein Deutscher Ingenieure (2010): VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern, Stand: Januar 2010
- /3/ VDI - Verein Deutscher Ingenieure (2017): VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Fahrzeugbewegungen auf gewerblich-industriellem Betriebsgelände, Stand: September 2018
- /4/ VDI - Verein Deutscher Ingenieure (2010): VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13, Qualitätssicherung in der Immissionsprognose, Anlagenbezogener Immissionsschutz Ausbreitungsrechnung gem. TA Luft, Stand: Januar 2010
- /5/ Geologische Landesuntersuchung GmbH (2022): Unterlagen und Informationen zum Planfeststellungsverfahren für die Erweiterung des Kiessandtagebaus Ponickau-Naundorf SW (Stand: November 2022)
- /6/ LfULG - Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2020): Luftqualität in Sachsen - Jahresbericht 2019, 27.05.2020
- /7/ LfULG - Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2021): Luftqualität in Sachsen - Jahresbericht 2020, 28.07.2021
- /8/ LfULG - Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2022): Luftqualität in Sachsen - Jahresbericht 2021, 29.07.2022
- /10/ Kummer et al. (2010): Ermittlung des PM10-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschuttzubereitungsanlagen
- /11/ Österreichisches Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2013): Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen (www.bmwfj.gv.at), 2013
- /12/ GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH (2020): Staub-Immissionsprognose für die Erweiterung des Kiessandtagebaus Ponickau-Naundorf der Steine und Erden Lagerstättenwirtschaft GmbH (AG: LiGAR Dresden GmbH), 19.11.2020

Anhang 1

Quellen-Parameter							Source Parameters									
id =	Quelle Nr.						id =	Source ID								
xq =	X-Koordinate der Quelle						xq =	X-Coordinate of the Source								
yq =	Y-Koordinate der Quelle						yq =	Y-Coordinate of the Source								
hq =	Höhe der Quelle [m]						hq =	Source Height [m]								
aq =	Länge in X-Richtung [m]						aq =	Length in X-Direction [m]								
bq =	Länge in Y-Richtung [m]						bq =	Length in Y-Direction [m]								
cq =	Länge in Z-Richtung [m]						cq =	Length in Z-Direction [m]								
wq =	Drehwinkel der Quelle [Grad]						wq =	Source Rotation Angle [deg]								
vq =	Abgasgeschw. der Quelle [m/s]						vq =	Source Discharge Velocity [m/s]								
dq =	Durchmesser der Quelle [m]						dq =	Source Diameter [m]								
ts =	Zeitskala [s]						ts =	Timescale [s]								
lq =	Flüssigwassergehalt des Schwadens [kg/kg]						lq =	Liquid water content of the plume [kg/kg]								
rq =	Relative Feuchte des Schwadens [%]						rq =	Relative humidity of the plume [%]								
tq =	Austrittstemperatur [°C]						tq =	Discharge Temperature [°C]								
sq =	Spezifische Feuchte des Schwadens [kg/kg]						sq =	Specific humidity of the plume [kg/kg]								
zq =	Wasserbeladung des Schwadens [kg/kg]						zq =	Water load of the plume [kg/kg]								
ds =	Beschreibung (optional, kein AUSTAL-Parameter)						ds =	Description (optional, no AUSTAL-parameter)								
id	xq	yq	hq	aq	bq	cq	wq	dq	vq	tq	lq	rq	zq	sq	ts	ds
QT1	418050,7	5689823	0	170	77	77	4	-55,39	0	0	0	0	0	0	0	zu beräumte Fläche
QT2	418018,2	5689780	0	170	77	77	3	-57,17	0	0	0	0	0	0	0	Fläche Trockenschnitt
QT4	418050,8	5689824	0	170	77	77	2	302,64	0	0	0	0	0	0	0	Beräumte offene
QK1	417647,8	5689533	0	0	176,39	77	2	-147,26	0	0	0	0	0	0	0	LKW-Fahrstrecke Fertigproduktabtransport
QK3	417634,7	5689046	0	0	489,37	77	2	-1,37	0	0	0	0	0	0	0	LKW-Fahrstrecke Fremdmaterailanlieferung zur Verfüllu
QK4	417737,3	5689312	0	11,93	8,66	77	3	24,44	0	0	0	0	0	0	0	Vorbrecher
QK5	417665,5	5689424	0	81,83	60,24	77	10	293,47	0	0	0	0	0	0	0	Hauptaufbereitungsanlage
QK6	417464,1	5689329	0	141,77	56,88	77	6	292,1	0	0	0	0	0	0	0	Fläche Trockenschnitt
QK7	417639	5689211	0	91,38	29,21	77	6	1,24	0	0	0	0	0	0	0	Feinsandaufbereitung
QK9	417580,1	5689363	0	52,6	94,65	77	6	12,47	0	0	0	0	0	0	0	Lager Fertigprodukte
QK10	417541,3	5688922	0	149,18	202,05	77	6	1,28	0	0	0	0	0	0	0	Verfüllungsfläche
QK12	417555,6	5689077	0	218,5	381,09	77	6	4,94	0	0	0	0	0	0	0	Anlagenfläche - Abwehung
QK11	417525,4	5689460	0	384,09	216,94	77	3	274,49	0	0	0	0	0	0	0	RL- und Baggerfahrfläche Kieswerk
QT3	418078,8	5689833	0	55,75	21,3	77	3	47,35	0	0	0	0	0	0	0	Abraumlager Wall

LAGERUNG												
Nr.	Beschreibung	Lagerfläche [m²]	Emissionsfaktor - q _L		k _{Umfeld}	Emiss.- minderung	Emissionenmassenstrom - m _L				Quelle	Emiss.zeit [h/a]
			[g/(m²·d)]	[g/(m²·h)]			[g/h]			gesamt		
							PM1 7,5 %	PM2 42,5 %	PMU 50 %			
L1	Abwehung von offener beräumter Rohstofffläche (75 %)	10.000	1	0,042	0,9	1	28,35	160,65	189,00	378	QT4	8.760
L2	Abwehung gesamtes Kieswerksgelände	63.000	1	0,042	0,9	1	178,61	1012,1	1190,70	2381,4	QK12	8.760

TRANSPORT													
Nr.	Beschreibung	Fahrzeugbew..	Fahrzeuge	Mittl. Strecke-einfach	Emissionsfaktor - q _T			Emissionenmassenstrom - m _T				Quelle	Emiss.zeit
		[Fz/a]	[Fz/h]		[g/(m³Fz)]			[g/h]					
					[m]	PM2,5	PM10	PM30	PM1 da <2,5 µm	PM2 da >2,5 <10 µm	PM3 da >10 <30 µm		
V1	RL-Fahrbewegungen beim Abraumbtrag und Transport Abraumlager/ Wall	3.340	0,54	100	0,024	0,24	0,938	1,3	11,6	37,4	50,2	QT1	6240
V2	Rohstofftransport (Trockenschnitt) zum Schrapper	35.636	5,71	90	0,024	0,24	0,938	12,3	111,0	358,8	482,1	QT2	6240
V4	LKW-Abtransport Fertigprodukte	43.000	6,89	180	0,027	0,269	1,054	33,5	300,2	973,7	1307,4	QK1	6240
V6	LKW-Anlieferung von Fremdmaterial	12.000	1,92	550	0,027	0,269	1,054	28,6	256,0	830,3	1114,8	QK3	6240
V7	Raupen- RL- und Baggerbewegungen zum Einbau Fremdmaterial	60.000	9,62	80	0,024	0,24	0,938	18,5	166,2	536,9	721,5	QK10	6240
V8	Gesamte RL-Fahrten im Kieswerk	344000	55,13	30	0,024	0,24	0,938	39,7	357,2	1154,4	1551,3	QK11	6240

UMSCHLAG															
Nr.	Beschreibung	Umschlag		Schüttdichte	Einstufung Staubneigung	norm. E.faktor- [(g/tGut)*(m³/t)]	k _{Umfeld}	Emiss.-minderung	E.faktor- q _U [g/t _{Gut}]	Emissionenmassenstrom - m _U				Quelle	Emiss.zeit
		[t/a]	[t/h]							[t/m³]	[g/h]				
						10 %	15 %	75 %	gesamt						
U1	Abschieben und Aufnehmen von Abraum durch RL	8.350	1,34	1,8	Staub nicht wahrnehmbar	7	0,9	1	11,3	1,52	2,28	11,38	15,17	QT1	6.240
U2	Abkippen von Abraum im Abraumlager/Wall durch RL	8.350	1,34	1,8	Staub nicht wahrnehmbar	3	0,9	1	4,9	0,65	0,98	4,88	6,50	QT3	6.240
U4	Rohstoffabbau im Trockenschnitt durch Radlader	160.364	25,70	1,8	Staub nicht wahrnehmbar	3	0,9	1	4,9	12,49	18,73	93,67	124,90	QT2	6.240
U5	Abkippen von Rohstoff in die Wasserfläche	160.364	25,70	1,8	Staub nicht wahrnehmbar	4	0,9	1	6,5	16,65	24,98	124,90	166,53	QT2	6.240
U6	Aufnehmen von Überkorn durch RL	26.000	4,17	1,8	schwach staubend	9	0,9	1	14,6	6,08	9,11	45,56	60,75	QK4	6.240
U7	Abkippen von Überkorn in den Vorberecher	26.000	4,17	1,8	schwach staubend	12	0,9	1	19,4	8,10	12,15	60,75	81,00	QK4	6.240
U8	Brechen von Überkorn	26.000	4,17	1,8		25	0,9	1	40,5	16,88	25,31	126,56	168,75	QK4	6.240
U9	Bandabwurf von gebrochenem Überkorn auf das Transportband	26.000	4,17	1,8	schwach staubend	33	0,9	1	53,5	22,28	33,41	167,06	222,75	QK4	6.240

UMSCHLAG															
Nr.	Beschreibung	Umschlag		Schüttdichte [t/m ³]	Einstufung Staubneigung	norm. E.faktor- [(g/tGut) ³ (m ³ /t)]	k _{Umfeld}	Emiss.- minderung	E.faktor- q _U [g/t _{Gut}]	Emissionenmassenstrom - m _U				Quelle	Emiss.zeit [h/a]
		[t/a]	[t/h]							10 %	15 %	75 %	gesamt		
U11	Abwurf von gebrochenem Material	65.000	10,42	1,8	schwach staubend	33	0,9	1	53,5	55,69	83,53	417,66	556,88	QK5	6.240
U12	Aufnehmen von Fertigprodukt durch RL	430.000	68,91	1,8	schwach staubend	9	0,9	1	14,6	100,47	150,71	753,53	1004,71	QK5	6.240
U13	Abwurf von Fertigprodukt in LKW durch RL	430.000	68,91	1,8	schwach staubend	12	0,9	1	19,4	133,96	200,94	1004,71	1339,62	QK5	6.240
U14	Kiessandabbau durch RL im Trockenschnitt	30.000	4,81	1,8	Staub nicht wahrnehmbar	3	0,9	1	4,9	2,34	3,50	17,52	23,37	QK6	6.240
U15	Beschicken des Trommelsiebs durch RL	30.000	4,81	1,8	Staub nicht wahrnehmbar	4	0,9	1	6,5	3,12	4,67	23,37	31,15	QK7	6.240
U16	Klassieren des Kiessandes durch Trommelsieb	30.000	4,81	1,8		25	0,9	1	40,5	19,47	29,21	146,03	194,71	QK7	6.240
U17	Zwischenaufhaltung	30.000	4,81	1,8	Staub nicht wahrnehmbar	10	0,9	1	16,2	7,79	11,68	58,41	77,88	QK7	6.240
U18	Aufnehmen von Sand durch RL	30.000	4,81	1,8	Staub nicht wahrnehmbar	3	0,9	1	4,9	2,34	3,50	17,52	23,37	QK7	6.240
U19	Abwurf in Trichter Feinsandaufbereitung	30.000	4,81	1,8	Staub nicht wahrnehmbar	4	0,9	1	6,5	3,12	4,67	23,37	31,15	QK7	6.240
U29	Abwurf von Fertigprodukt durch RL	89.800	14,39	1,8	schwach staubend	12	0,9	1	19,4	27,98	41,96	209,82	279,76	QK9	6.240
U30	Aufnehmen von Fertigprodukt durch RL	89.800	14,39	1,8	schwach staubend	9	0,9	1	14,6	20,98	31,47	157,37	209,82	QK9	6.240
U31	Abwurf von Fertigprodukt in LKW durch RL	89.800	14,39	1,8	schwach staubend	12	0,9	1	19,4	27,98	41,96	209,82	279,76	QK9	6.240
U32	Abkippen von Verfüllmaterial (Fremdanlieferungen) durch LKW	150.000	24,04	1,8	Staub nicht wahrnehmbar	2	0,9	1	3,2	7,79	11,68	58,41	77,88	QK10	6.240
U33	Aufnehmen von Verfüllmaterial durch RL	150.000	24,04	1,8	Staub nicht wahrnehmbar	3	0,9	1	4,9	11,68	17,52	87,62	116,83	QK10	6.240
U34	Abwurf von Verfüllmaterial durch RL	150.000	24,04	1,8	Staub nicht wahrnehmbar	4	0,9	1	6,5	15,58	23,37	116,83	155,77	QK10	6.240

Anhang 2

Rechenprotokoll

2 2022-11-15 15:36:24 -----
TalServer:D:/PRJ/P220145/

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.1.2-WI-x
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2021
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2021

Arbeitsverzeichnis: D:/PRJ/P220145

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:41
Das Programm läuft auf dem Rechner "DD1UMPC02".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "P200265"                'Projekt-Titel
> ux 33417029                'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5689988                 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.50                    'Rauigkeitslänge
> qs 2                        'Qualitätsstufe
> az "Q:\AUSTAL2000\MET\Sachsen\Hoyerswerda 2010.akterm" 'AKT-Datei
> xa 821.00                   'x-Koordinate des Anemometers
> ya -1438.00                 'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 16.0                    32.0          64.0          128.0          'Zellengröße (m)
> x0 0.0                      -384.0         -512.0         -1792.0         'x-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> nx 96                       72            42             42              'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung
> y0 -1472.0                  -1856.0       -2048.0       -3456.0         'y-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> ny 112                      80            46             46              'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung
> nz 19                       19            19             19              'Anzahl Gitterzellen in Z-
Richtung
> os +NOSTANDARD
> hh 0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0
800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "P200265.grid"          'Gelände-Datei
> xq 1021.70                  989.18         1021.79        618.82          605.65          708.27          636.53
435.05          610.01         551.10         512.29          526.63          496.35          1049.84
> yq -165.41                -207.88        -164.41        -455.16         -942.30         -676.24         -563.66
-658.97         -777.07        -624.90        -1066.42        -910.96         -528.33         -155.19
> hq 0.00                   0.00          0.00          0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00            0.00          0.00          0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
> aq 170.00                  170.00        170.00        170.00          0.00            0.00            0.00            11.93            81.83
141.77          91.38         52.60         149.18          218.50          384.09          55.75
> bq 77.00                   77.00         77.00         77.00           176.39          489.37          8.66            60.24
56.88           29.21         94.65         202.05          381.09          216.94          21.30
> cq 4.00                    3.00          2.00          2.00            2.00            2.00            3.00            3.00            10.00
6.00            6.00          6.00          6.00            6.00            3.00            3.00
> wq -55.39                  -57.17        302.64         -147.26         -1.37           24.44           293.47
292.10          1.24          12.47         1.28            4.94            274.49          47.35
> dq 0.00                   0.00          0.00          0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00            0.00          0.00          0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
> vq 0.00                   0.00          0.00          0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00            0.00          0.00          0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
> 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
> 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
> 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
> zq 0.0000                  0.0000        0.0000        0.0000          0.0000          0.0000          0.0000          0.0000          0.0000
0.0000          0.0000        0.0000        0.0000          0.0000          0.0000          0.0000          0.0000
> 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
```

```

> pm-1 ? ? 0.0077777778 ? ? ?
? ? ? ? 0.049444444 ? ? ?
> pm-2 ? ? 0.044444444 ? ? ?
? ? ? ? 0.28111111 ? ? ?
> pm-3 0 0 0 0 ? 0 0
0 0 0 0 0 ? 0 0
> pm-u ? ? 0.0525 0 0 ? ? ?
? ? ? ? 0.31083333 0 ? ?
> pm25-1 ? ? 0.0077777778 ? ? ?
? ? ? ? 0.049444444 ? ? ?
> xp 1191.08 364.74 -884.01
> yp 142.78 -1827.52 185.61
> hp 1.50 1.50 1.50

```

===== Ende der Eingabe =====

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.14 (0.14).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.14 (0.14).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.14 (0.11).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.10 (0.09).
Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.
Die Zeitreihen-Datei "D:/PRJ/P220145/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=25.2 m verwendet.
Die Angabe "az Q:\AUSTAL2000\MET\Sachsen\Hoyerswerda 2010.akterm" wird ignoriert.

```

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
Prüfsumme TALDIA abbd92e1
Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
Prüfsumme SERIES d7e8a131
Gesamtniederschlag 655 mm in 1118 h.
10752 times wdep>1

```

```

...
1932 times wdep>1

```

```

=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 8)
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t35z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t35s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t35i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t00i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-depz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-deps01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-wetz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-wets01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-dryz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-drys01" ausgeschrieben.

```

TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t35z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t35s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t35i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t00i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-depz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-deps02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-wetz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-wets02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-dryz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-drys02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t35z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t35s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t35i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t00i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-depz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-deps03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-wetz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-wets03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-dryz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-drys03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-j00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-j00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t35z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t35s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t35i04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-t00i04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-depz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-deps04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-wetz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-wets04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-dryz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-drys04" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm25"
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 8)
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm25-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm25-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm25-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm25-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm25-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm25-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm25-j00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/PRJ/P220145/pm25-j00s04" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.1.2-WI-x.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
TMO: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "D:/PRJ/P220145/pm-zbps" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm25"
TMO: Datei "D:/PRJ/P220145/pm25-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "D:/PRJ/P220145/pm25-zbps" ausgeschrieben.
=====

Auswertung der Ergebnisse:
=====

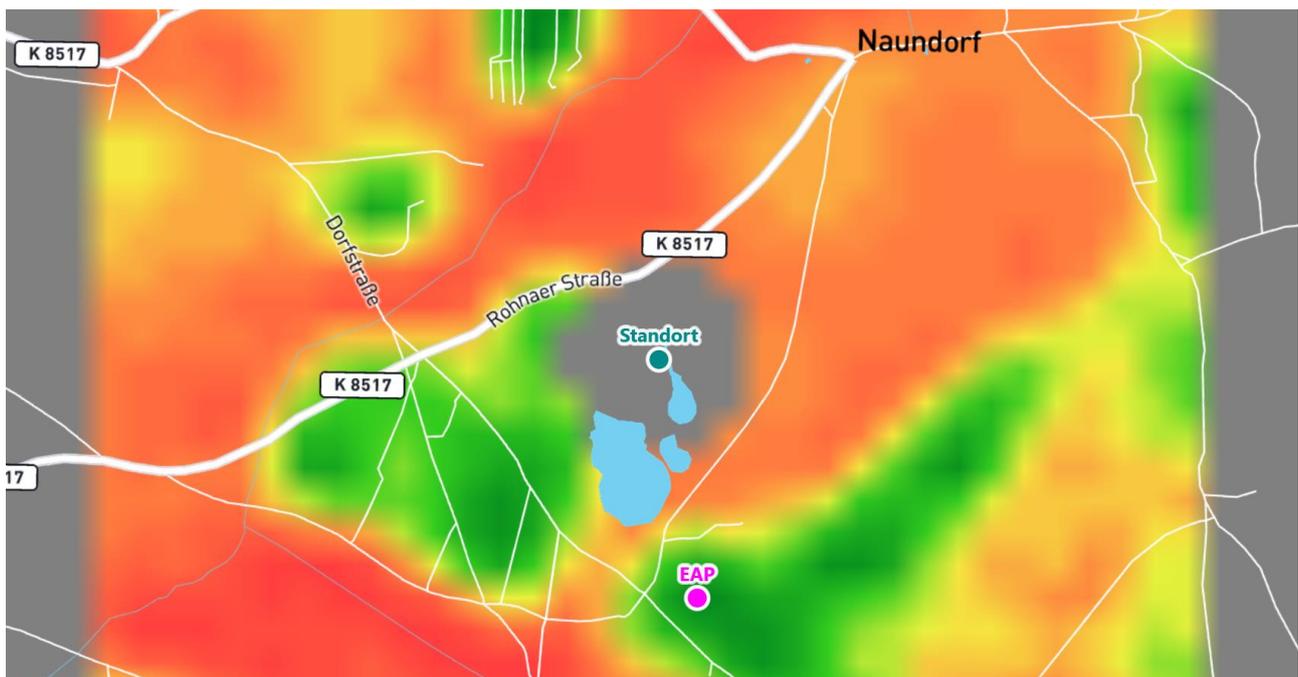
DEP: Jahresmittel der Deposition

Anhang 3

Detaillierte Prüfung der Repräsentativität der meteorologischer Daten

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

an einem Anlagenstandort in Thiendorf



Auftraggeber:	GICON®-Großmann Ingenieur Consult GmbH Tiergartenstr. 48 01219 Dresden	Tel.: +49 351 47878 7721
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.20201004	
Ort, Datum:	Frankenberg, 13. Oktober 2020	
Anzahl der Seiten:	58	
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
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	15
4.1 Allgemeine Betrachtungen	15
4.2 Meteorologische Datenbasis	15
4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort	19
4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen	23
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen	30
4.6 Auswahl der Bezugswindstation	31
5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation	32
6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres	35
6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums	35
6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde	39
6.3 Prüfung auf Plausibilität	43
7 Beschreibung der Datensätze	47
7.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge	47
7.1.1 Theoretische Grundlagen	47
7.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall	50
7.2 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse	51
7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe	52
7.4 Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag	52
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung	54
9 Zusammenfassung	55
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung	56
11 Schrifttum	58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Gemeinde Thiendorf in Sachsen	6
Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes in Thiendorf.....	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: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort	14
Abbildung 8: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes.....	16
Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen	18
Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet.....	20
Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition	21
Abbildung 12: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition	22
Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Dresden-Klotzsche mit dem Erwartungswert	24
Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Hoyerswerda mit dem Erwartungswert..	25
Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Doberlug-Kirchhain mit dem Erwartungswert	26
Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Nossen mit dem Erwartungswert	27
Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Oschatz mit dem Erwartungswert	28
Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Lichtenhain-Mittelndorf mit dem Erwartungswert	29
Abbildung 19: Lage der ausgewählten Station.....	32
Abbildung 20: Luftbild mit der Umgebung der Messstation.....	33
Abbildung 21: Orographie um den Standort der Wetterstation.....	34
Abbildung 22: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung	36
Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	37
Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse	38
Abbildung 25: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum	41
Abbildung 26: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum.....	42
Abbildung 27: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	43
Abbildung 28: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	44
Abbildung 29: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	45
Abbildung 30: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	46
Abbildung 31: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit.....	49
Abbildung 32: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Hoyerswerda.....	51
Tabellenverzeichnis	
Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes	7
Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition.....	12
Tabelle 3: Zur Untersuchung verwendete Messstationen	17

Tabelle 4: Gegenüberstellung meteorologischer Kennwerte der betrachteten Messstationen mit den Erwartungswerten am Standort	23
Tabelle 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung	30
Tabelle 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung	31
Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen	31
Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation	33
Tabelle 9: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Hoyerswerda	50
Tabelle 10: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Hoyerswerda	52

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet in der Gemeinde Thiendorf im Freistaat Sachsen.

Bei der in den Ausbreitungsrechnungen betrachteten Anlage handelt es sich um einen Kiestagebau. Die Quellhöhen liegen in einem Bereich von maximal 10 m über Grund.

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 zwischen den Ortsteilen Ponikau und Naundorf in der Gemeinde Thiendorf in Sachsen. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

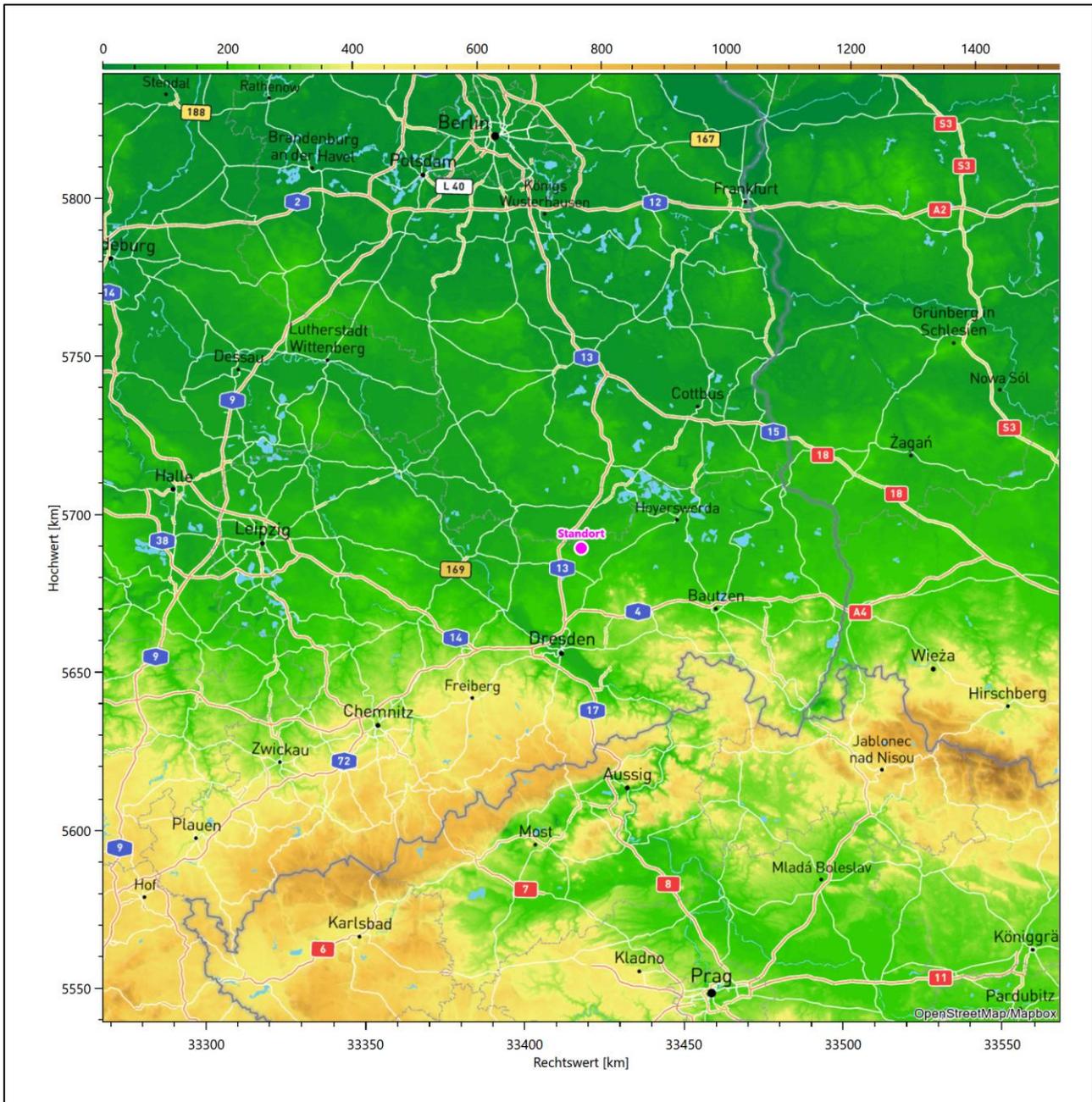


Abbildung 1: Lage der Gemeinde Thiendorf in Sachsen

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

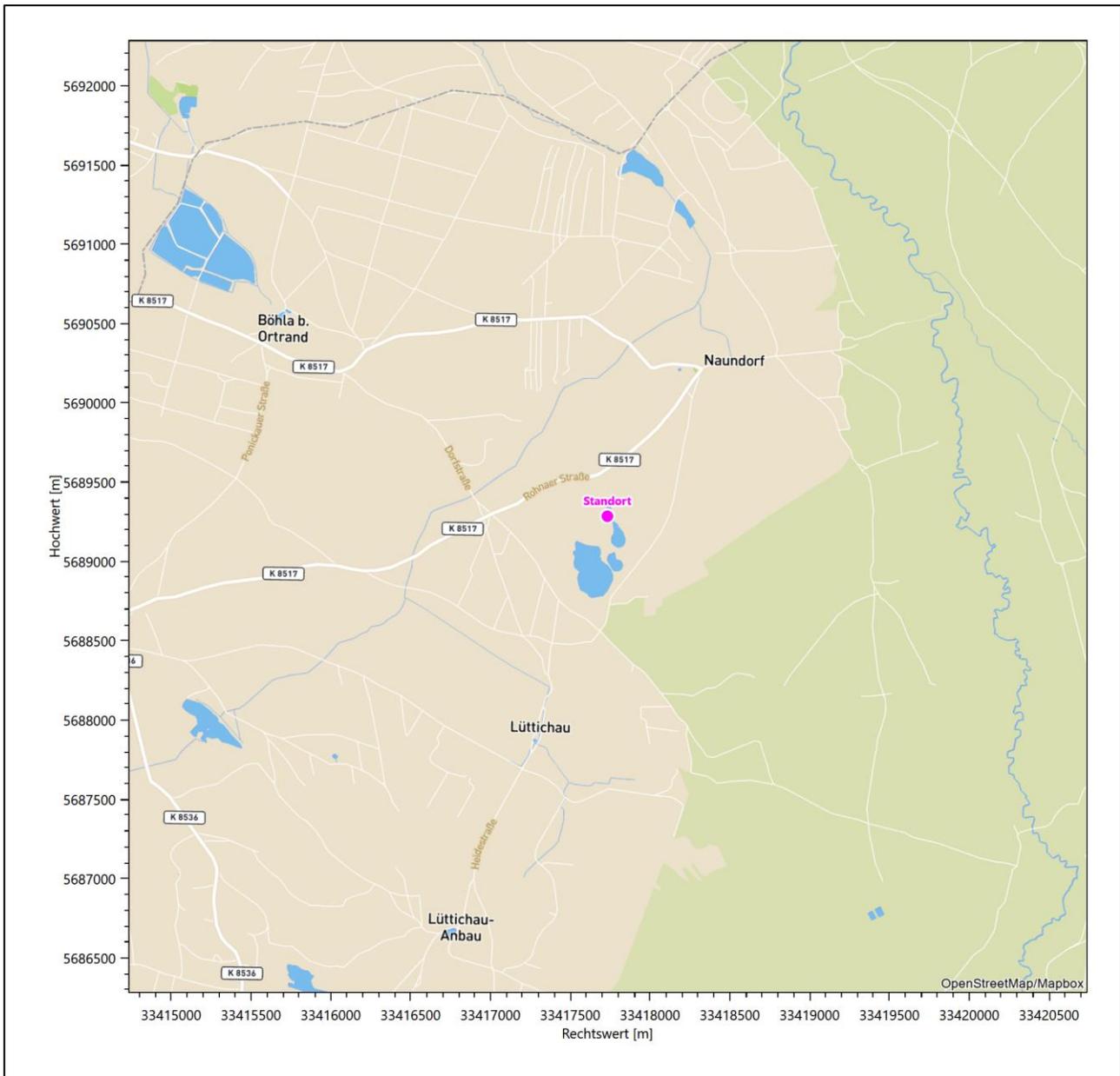


Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes in Thiendorf

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Anlagenstandortes angegeben.

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes

RW	33417733
HW	5689285

2.2 Landnutzung

Der Standort selbst liegt zwischen den Ortsteilen Ponikau und Naundorf der Gemeinde Thiendorf, auf dem Gelände des Kiestagebaus Ponikau-Naundorf. Die Umgebung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Unterschiedlich dicht bebaute Siedlungsgebiete wechseln sich mit verschiedenen gro-

ßen bewaldeten Gebieten, Wasserflächen (Kieperbach, Kiepersteiche), landwirtschaftlichen Flächen und einer ansonsten ländlichen Verkehrsweeinfrasturktur ab.

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

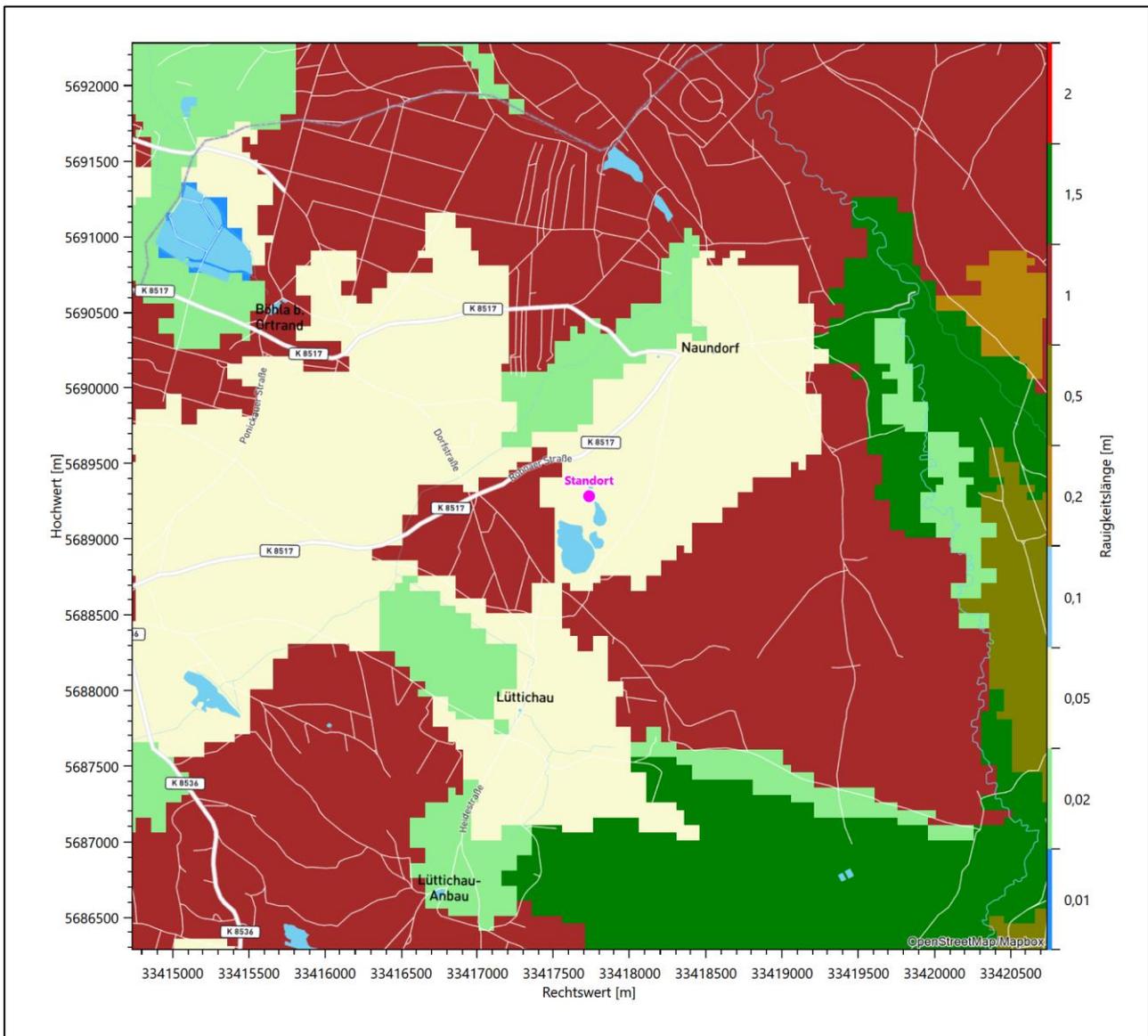


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

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

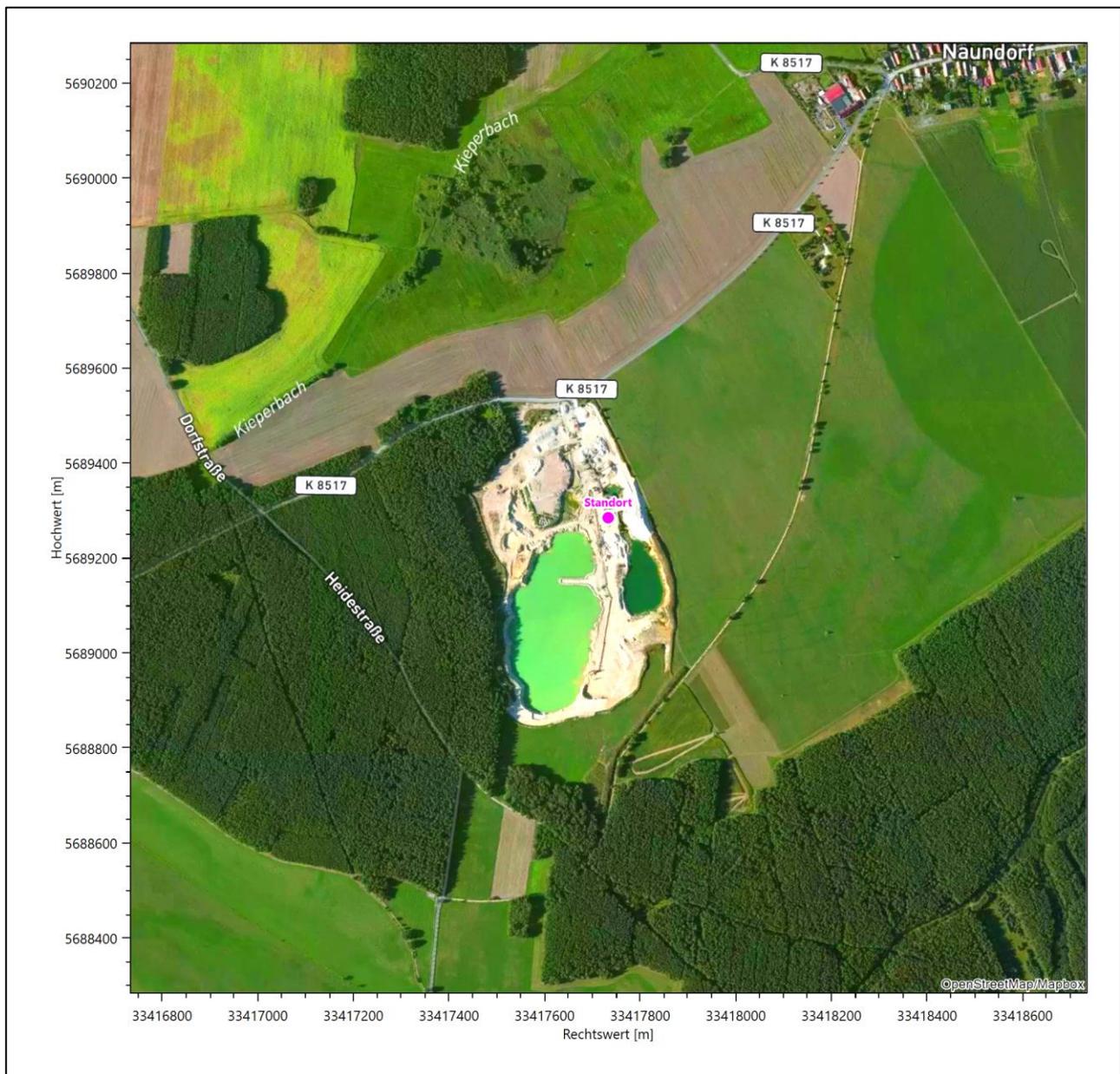


Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes

2.3 Orographie

Der Standort liegt auf einer Höhe von etwa 132 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch moderat gegliedert. Während die Kerngemeinde Thiendorf naturräumlich zur Großenhainer Pflege gehört, ist der Standort dem *Heide- und Teichgebiet zwischen Hoyerswerda-Radeburg-Ruhland* zugeordnet. Östlich schließt sich die Königsbrücker Heide an. Östlich des Standortes beginnt eine insgesamt sehr walddreiche Landschaft, die ehemals auch als Truppenübungsplatz genutzt wurde. Naundorf befindet sich auf einem sandigen Endmoränenzug zwischen den Bachläufen des Kieperbaches und der Pulsnitz. Zahlreiche Niederungen im Gebiet Schwepnitz-Straßgräbchen-Bernsdorf zeichnen den sich östlich dieser Linie anschließenden Bereich als Übergangszone zum Oberlausitzer Teichland aus. Nur 2 km nördlich des Standortes liegen

die beiden Kieperteeiche. Nordwestlich von Naundorf erhebt sich der Trebischberg (126 m über NHN), westlich der Goldberg (136 m über NHN). Der erstgenannte zeigt eine nördliche Distanz von 1,9 k zum Standort.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

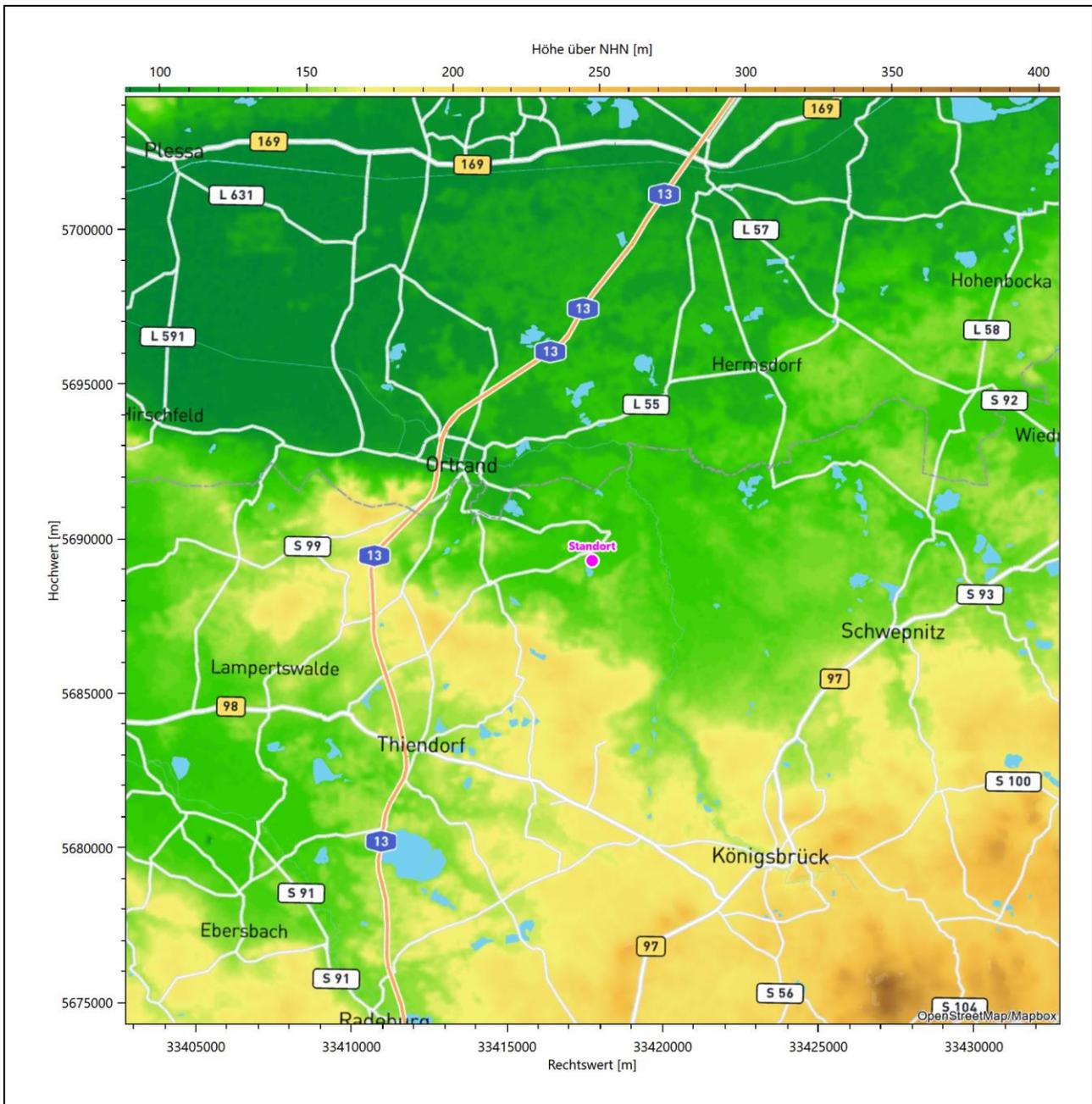


Abbildung 5: Orographie um den Standort

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 [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 Ausbreitungsclassen 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 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 Ausbreitungsclassen berechnet, siehe dazu VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 [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 prognostischen Windfeldmodell GRAMM [3] 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 0,65 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von 0,80 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 740 m südlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	33417850
HW	5688550

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

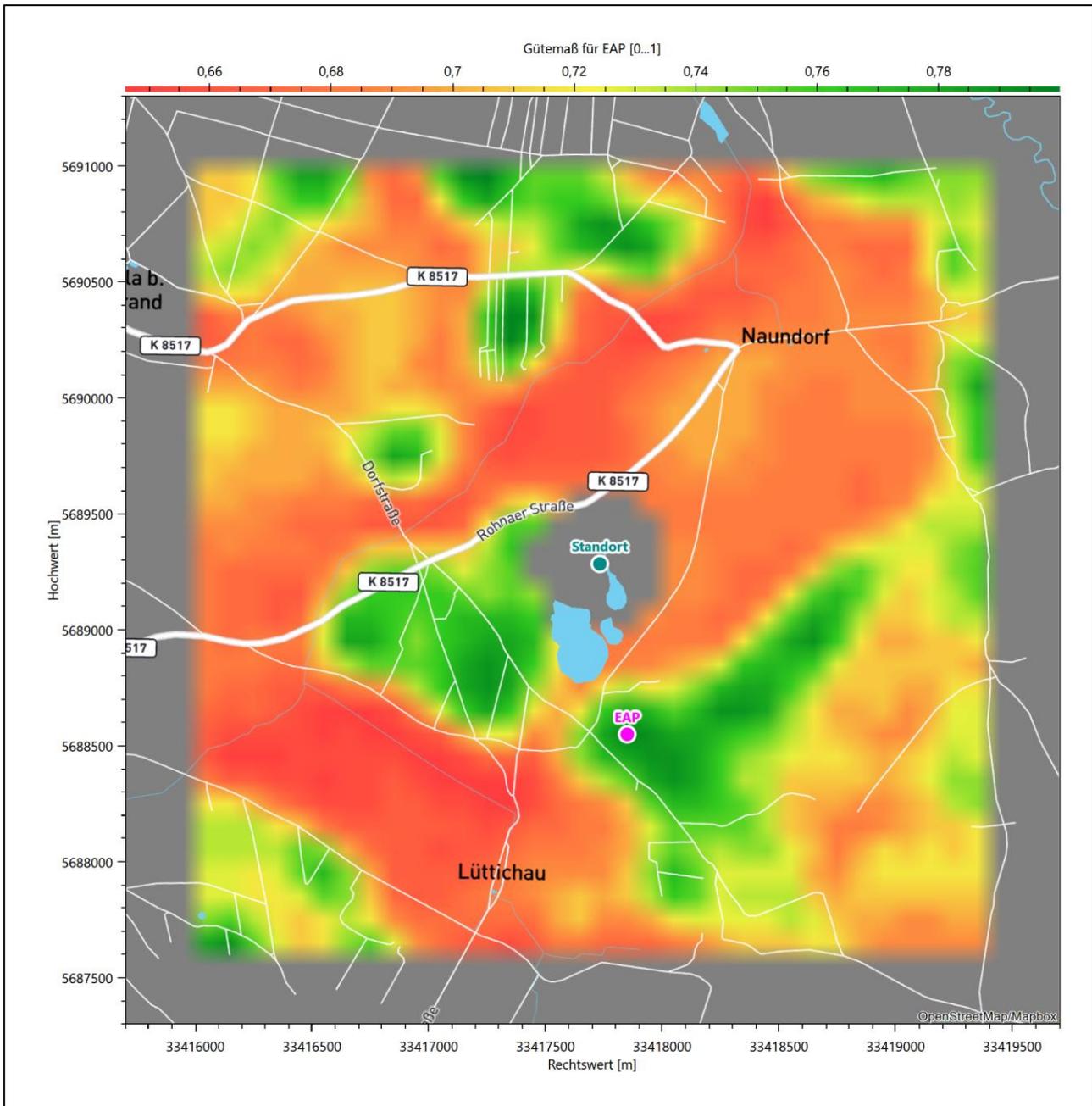


Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Die zweidimensionale Darstellung bezieht sich lediglich auf die ausgewertete Modellebene im Bereich von 10,6 m. Auf diese Höhe wurden im folgenden Abschnitt 4 die Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten bezogen, um vergleichbare Werte zu bekommen.

Die folgende Abbildung zeigt die Lage der bestimmten Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort.

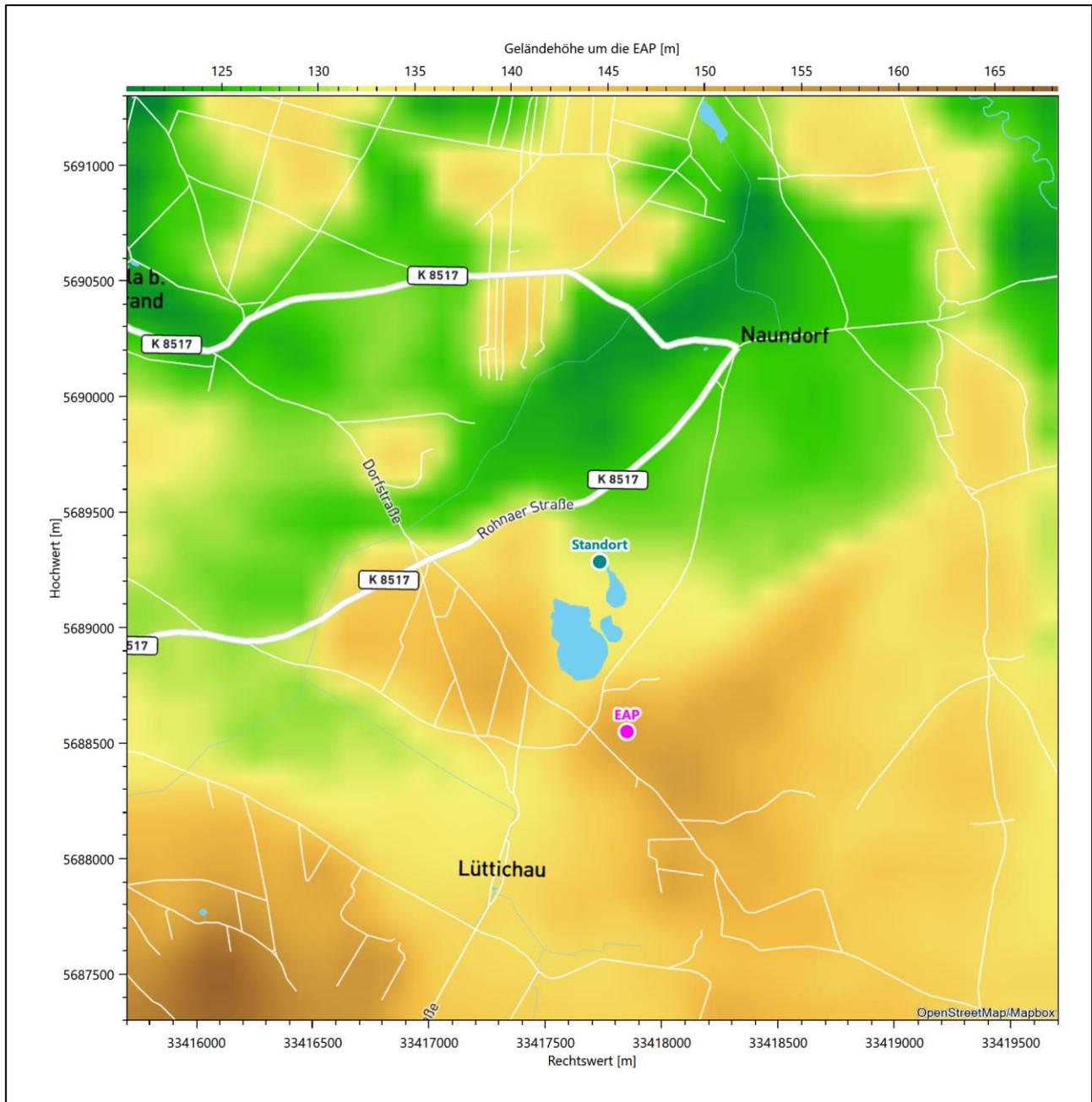


Abbildung 7: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort

4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten

4.1 Allgemeine Betrachtungen

Die großräumige Luftdruckverteilung bestimmt die mittlere Richtung des Höhenwindes in einer Region. Im Jahresmittel ergibt sich hieraus für Sachsen 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 8), die den Qualitätsanforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 21 [4] genügen.

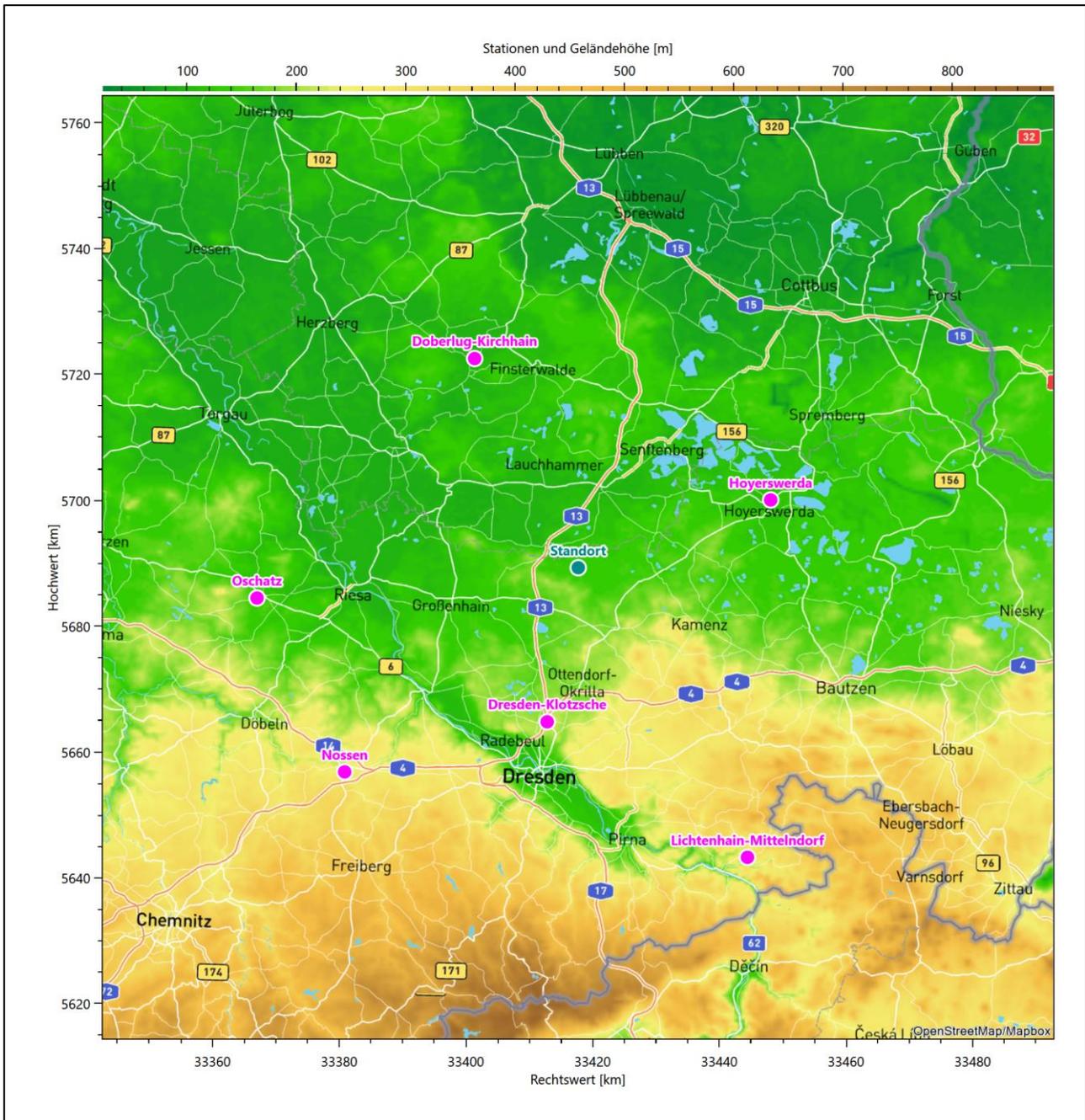


Abbildung 8: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

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 [4] 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 [km]	Geberhöhe [m]	geogr. Länge [°]	geogr. Breite [°]	Höhe über NHN [m]	Beginn der Datenbasis	Ende der Datenbasis
Dresden-Klotzsche	1048	25	10,0	13,7543	51,1280	227	06.10.2007	14.09.2020
Hoyerswerda	7393	32	12,0	14,2533	51,4493	116	01.01.2010	14.09.2020
Doberlug-Kirchhain	1001	37	15,0	13,5747	51,6451	97	06.10.2007	14.09.2020
Nossen	6314	49	12,0	13,3003	51,0507	308	06.10.2007	14.09.2020
Oschatz	3811	51	12,0	13,0928	51,2960	150	06.10.2007	14.09.2020
Lichtenhain-Mittelndorf	2985	53	15,0	14,2093	50,9383	321	06.10.2007	14.09.2020

Die folgende Abbildung stellt die Windrichtungsverteilung jeweils über den gesamten verwendeten Messzeitraum der Stationen dar.

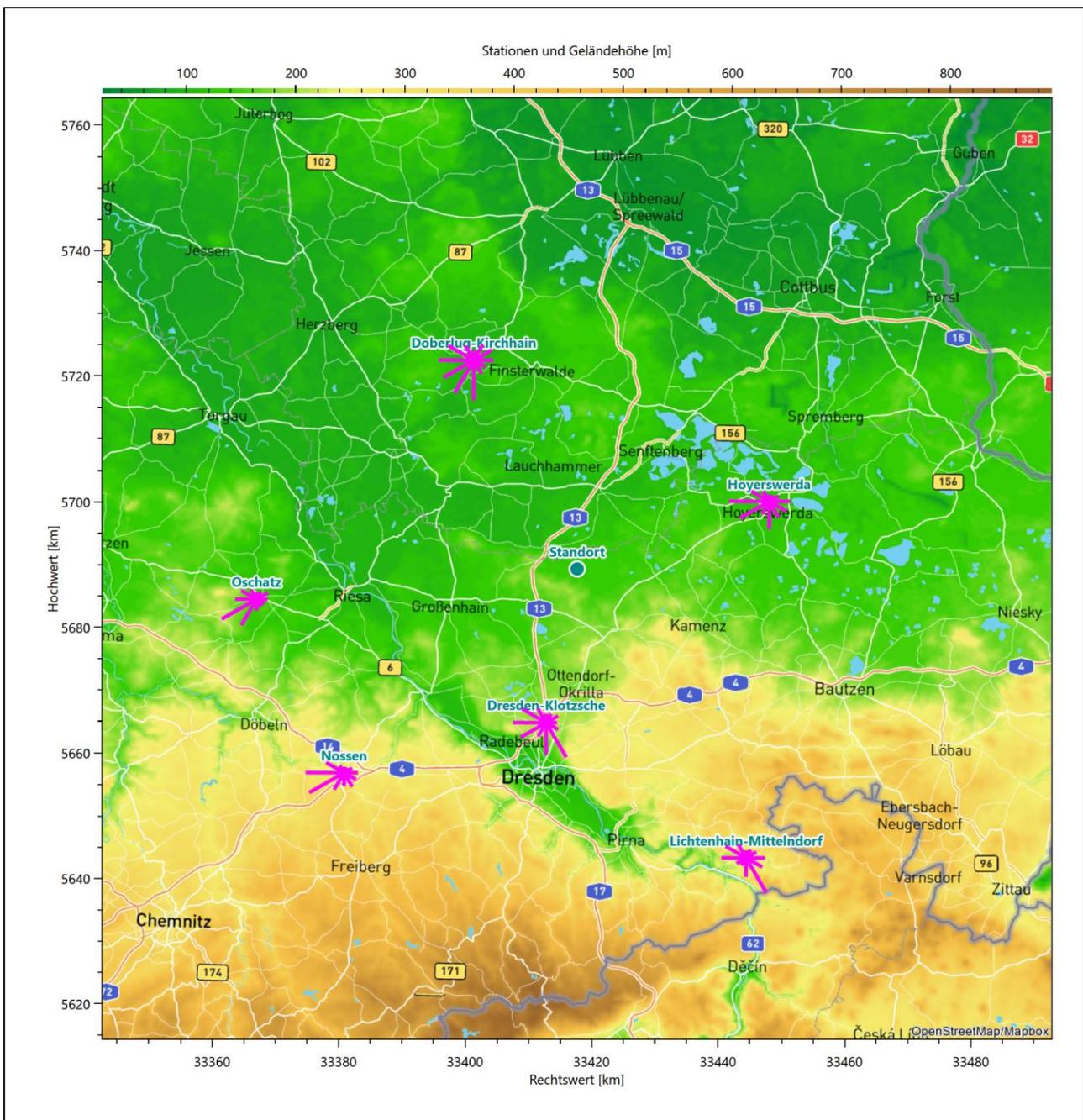


Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

Die Richtungsverteilungen der sechs Bezugswindstationen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Für Dresden-Klotzsche ist ein dominantes Hauptmaximum aus Südosten zu erkennen, das auf die Kanalisierung durch das nahe Elbtal und den Böhmisches Wind zurückzuführen ist. Die großräumige Anströmung aus Südwesten ist als Nebenmaximum erkennbar, das weit nach Westen hin verschoben ist, ebenfalls durch Kanalisierungseffekte. Das Nebenmaximum aus Nordosten ist schwach ausgeprägt.

Die Station Hoyerswerda hat ein formales Hauptmaximum aus West bei 270° und ein scharf definiertes Nebenmaximum aus Süden. Ein sekundäres Nebenmaximum zeichnet sich aus Osten ab.

Für Doberlug-Kirchhain ist der Einfluss des Böhmisches Windes so weit abgeklungen, dass er sich der großräumigen Anströmung aus Südwesten überlagert, wodurch sich die Hauptanströmung aus Südwesten aufweitert und den ganzen Quadranten von Süden bis Westen einnimmt.

Oschatz und Nossen zeigen keine durch den Böhmisches Wind verursachten Auffälligkeiten. Oschatz hat das typische Hauptmaximum aus Südwesten und ein Nebenmaximum aus Nordosten. Nossen ist in seiner Achse etwas verschoben hin zur West-Ost-Richtung, so dass das Hauptmaximum fast in westlicher Richtung liegt, das Nebenmaximum im Süd-Südosten.

Lichtenhain-Mittelndorf scheint fast vollständig regional geprägt, was auf die umgebende Sächsische Schweiz, das nahe gelegene Elbtal und den Böhmisches Wind zurückzuführen ist. Gerade der Böhmisches Wind mit seinen südlichen Vorzugsrichtungen führt zu einem Hauptmaximum aus Südsüdosten. Aus westlicher und östlicher Richtung sind nur Nebenmaxima erkennbar. Das typische Maximum aus südwestlicher Richtung fehlt.

4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort

Über die allgemeine Betrachtung in Abschnitt 4.1 hinausgehend wurde mit einer großräumigen prognostischen Windfeldmodellierung berechnet, wie sich Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort gestalten. Dazu wurde ein Modellgebiet gewählt, das den untersuchten Standort mit einem Radius von zehn Kilometern umschließt. Die Modellierung selbst erfolgte mit dem prognostischen Windfeldmodell GRAMM [3], die Antriebsdaten wurden aus den REA6-Reanalysedaten des Deutschen Wetterdienstes [5] gewonnen. 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. Die folgende Abbildung zeigt die orts aufgelösten Windrichtungsverteilungen, die für das Untersuchungsgebiet ermittelt wurden.

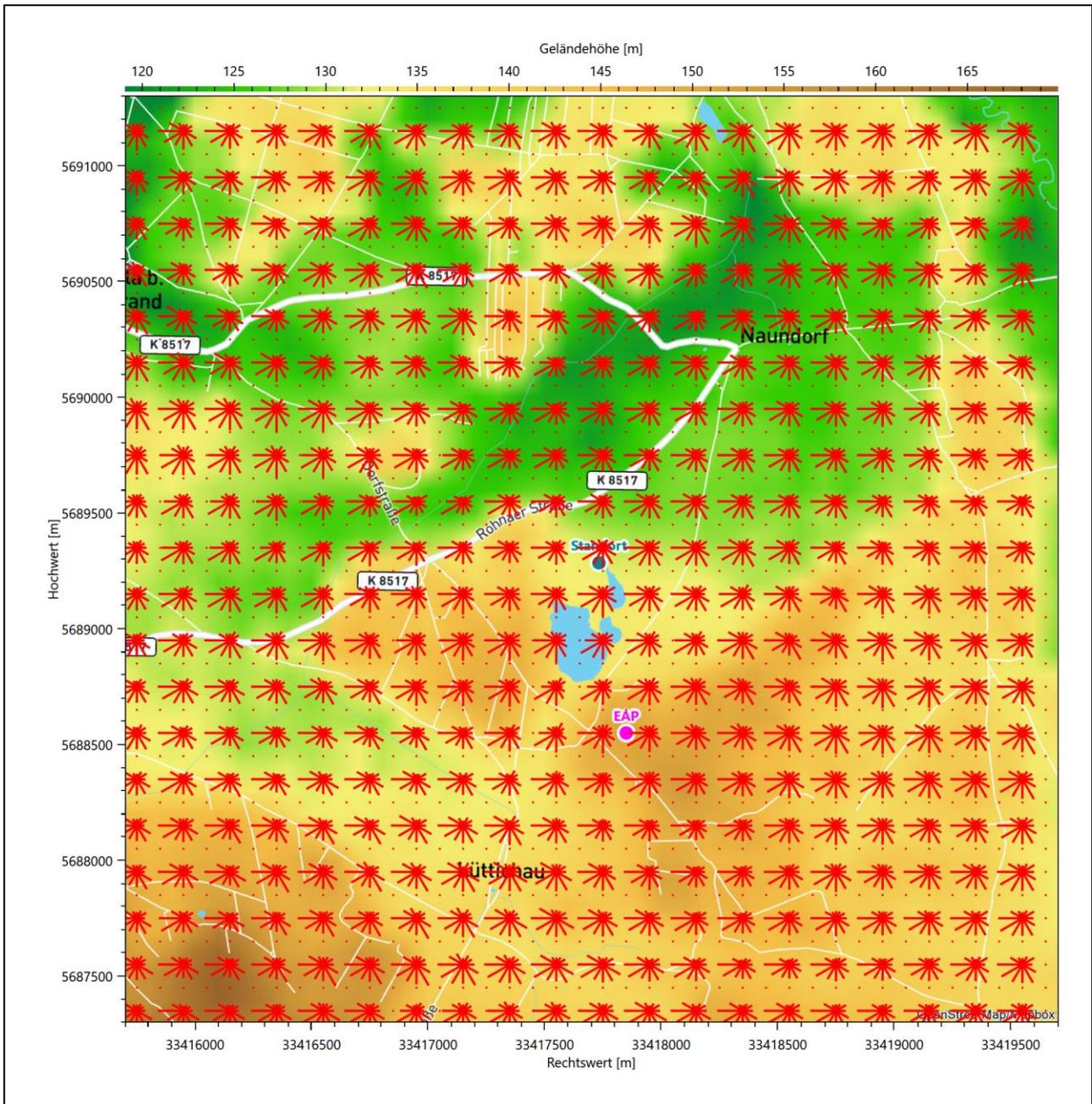


Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet

Mit den modellierten Windfeldern wurden die erwarteten Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen an der Ersatzanemometerposition in einer Höhe von 10,6 m berechnet. Die Verteilungen sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

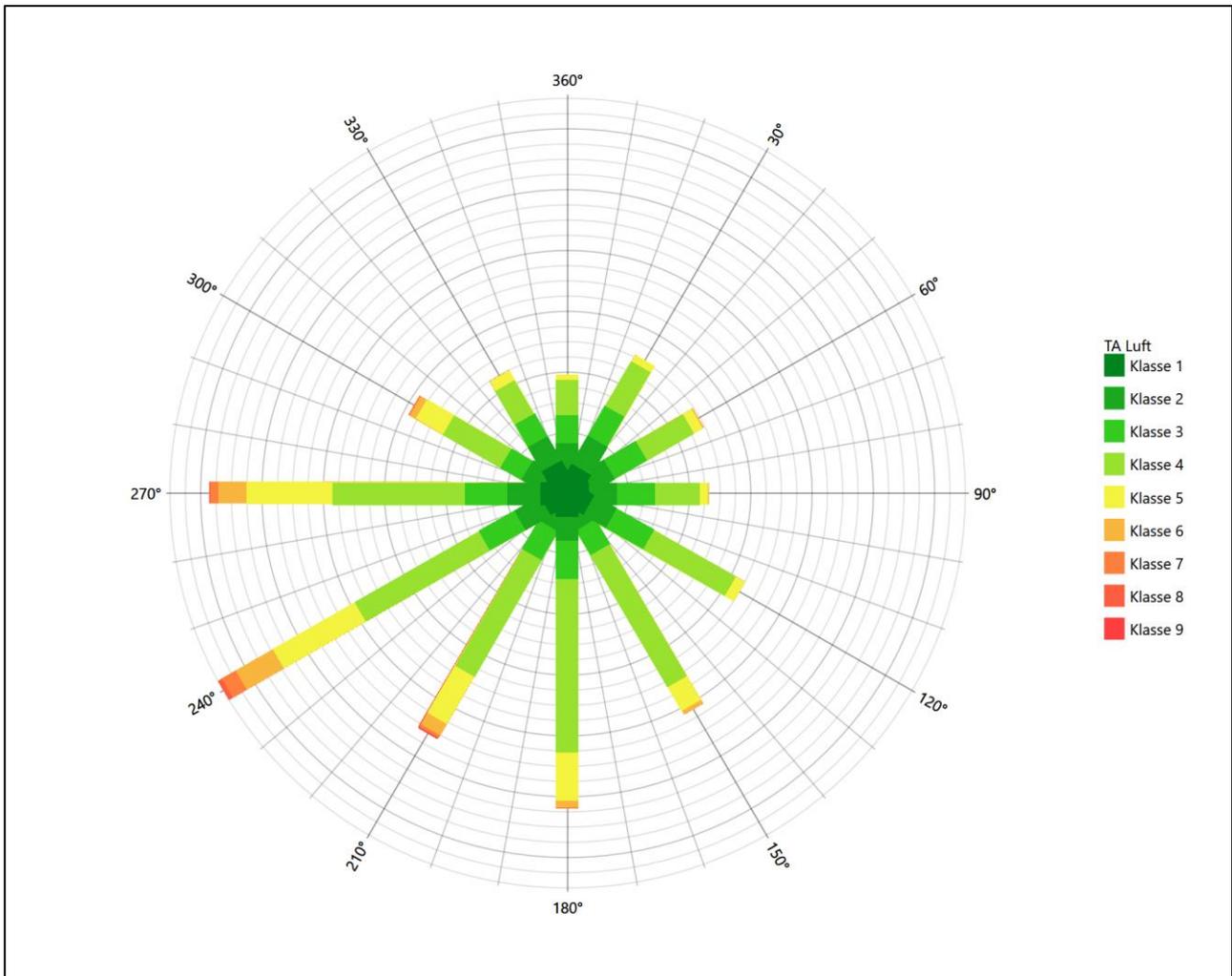


Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition

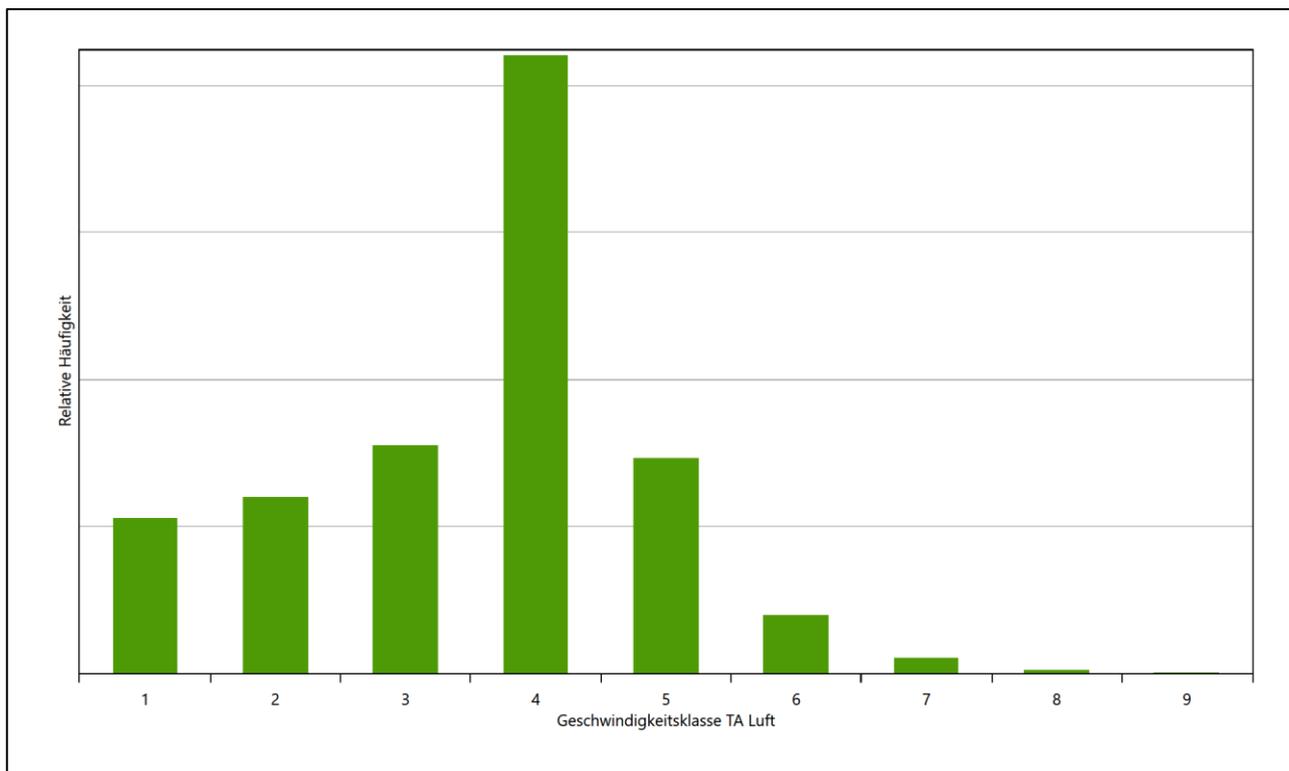


Abbildung 12: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition

Als Durchschnittsgeschwindigkeit ergibt sich der Wert 2,94 m/s.

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 0,11 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 0,11 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 10,6 m verwendet.

Neben der graphischen Darstellung oben führt die folgende Tabelle numerische Kenngrößen der Verteilungen für die Messstationen und die modellierten Erwartungswerte für die EAP auf.

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

Station	Richtungsmaximum [°]	mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	Schwachwindhäufigkeit [%]	Rauigkeitslänge [m]
EAP	240	2,94	3,5	0,107
Dresden-Klotzsche	150	3,89	2,1	0,053
Hoyerswerda	270	3,07	10,0	0,060
Doberlug-Kirchhain	180	2,96	9,5	0,107
Nossen	240	3,83	2,2	0,182
Oschatz	240	3,44	7,1	0,140
Lichtenhain-Mittelndorf	150	3,30	6,8	0,121

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 10,6 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 0,11 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. Ein Verfahren zur Ermittlung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit hat der Deutsche Wetterdienst 2019 in einem Merkblatt [8] vorgestellt. Dieses Verfahren wird hier angewendet. Dabei ergeben sich die Werte, die in Tabelle 4 für jede Bezugswindstation angegeben sind.

4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen

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

Für die EAP liegt formal das Windrichtungsmaximum bei 240° aus West-Südwesten. Ein deutliches Nebenmaximum zeichnet sich aus südlicher Richtung ab. Das Gewicht der Verteilung liegt im südwestlichen Quadranten, minimale Richtungsbeiträge werden im Norden und Osten erwartet. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

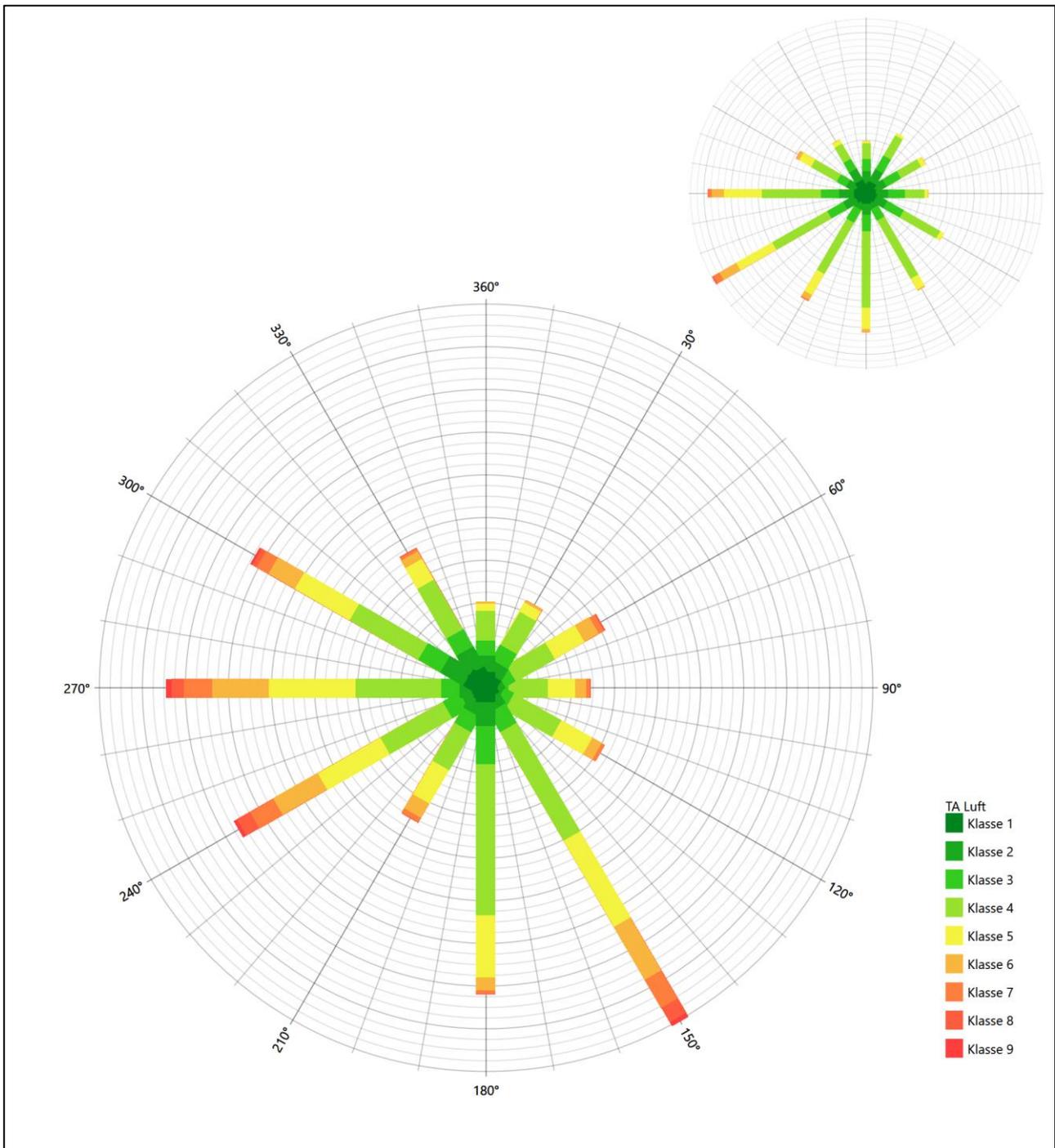


Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Dresden-Klotzsche mit dem Erwartungswert

Die Station Dresden-Klotzsche hat das formale Hauptmaximum bei 150° aus Süd-Südwesten nicht mehr in benachbarten 30°-Richtungssektoren zum Erwartungswert an der EAP. Sie ist folglich nicht für eine Übertragung geeignet.

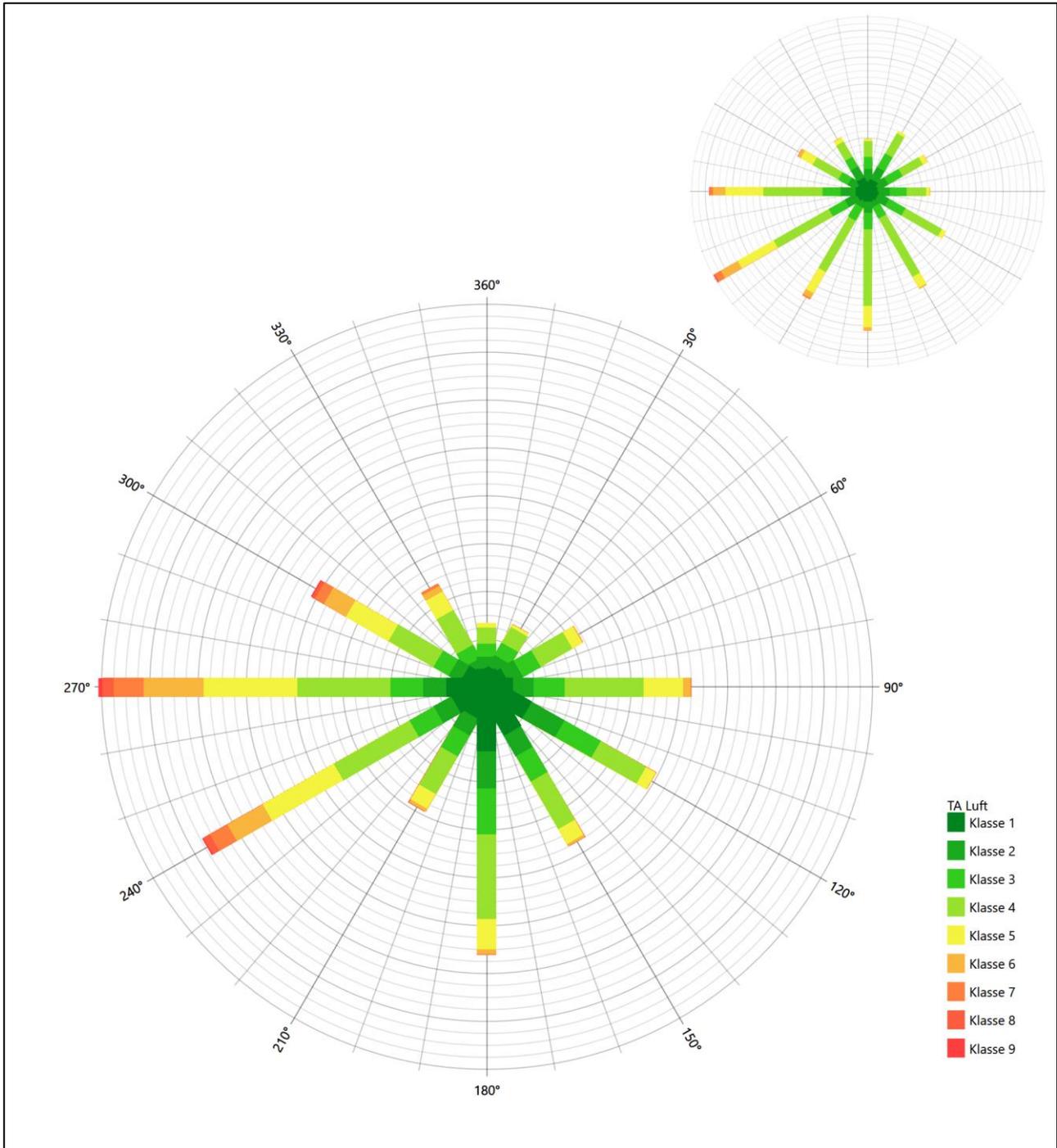


Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Hoyerswerda mit dem Erwartungswert

Die Station Hoyerswerda hat das formale Hauptmaximum bei 270° aus Westen noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zum Erwartungswert an der EAP. Da auch bei 240° noch ein starker Richtungsbeitrag vorhanden ist, liegt der Schwerpunkt der Hauptanströmung sogar besser. Das südliche, primäre Nebenmaximum ist genau getroffen und auch die erwarteten minimalen Richtungsbeiträge aus Norden werden interpretiert. Hier liegt eine noch befriedigende Eignung zur Übertragung vor.

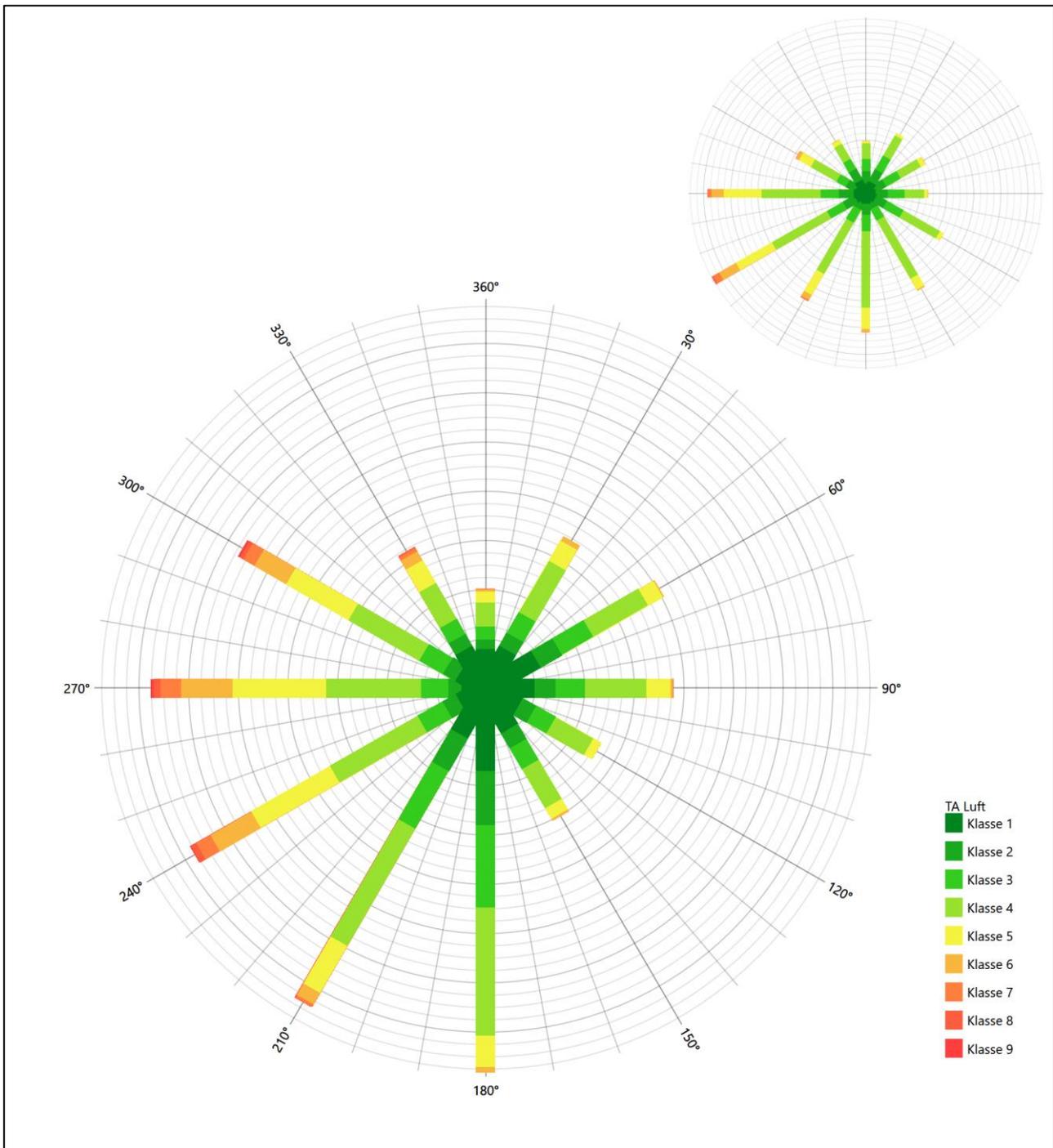


Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Doberlug-Kirchhain mit dem Erwartungswert

Die Station Doberlug-Kirchhain hat das formale Hauptmaximum bei 180° aus Süden auf dem primären Nebenmaximum an der EAP. Auch bei 240° ist ein starker Richtungsbeitrag vorhanden, der sich aber nicht als Nebenmaximum zu erkennen gibt. Betrachtet man die Ausgestaltung (Ausfüllung) des südwestlichen Quadranten und die restliche Form der Verteilung, auch in Hinsicht auf die aus Norden zu erwarteten minimalen Beiträge, so kommt man zum Schluss, dass diese Station nicht in Gänze abgelehnt werden sollte, aber auch höchstens eine ausreichende Eignung zur Übertragung zugesprochen bekommen kann.

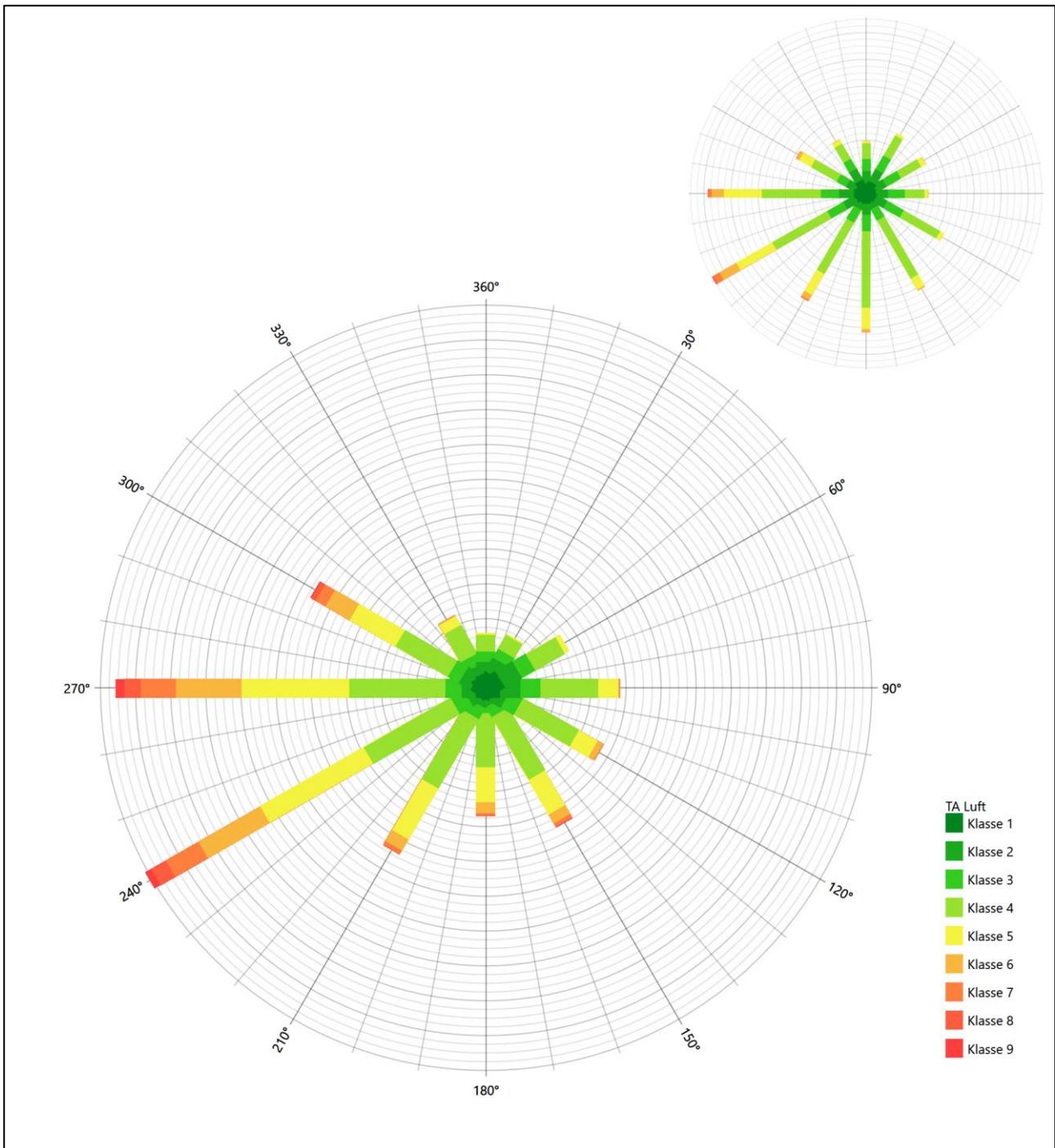


Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Nossen mit dem Erwartungswert

Die Station Nossen hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Das primäre Nebenmaximum aus Süd-Südosten liegt noch im benachbarten 30°-Sektor zur EAP, ist aber deutlich unterschätzt. Hier liegt höchstens eine ausreichende Eignung zur Übertragung vor.

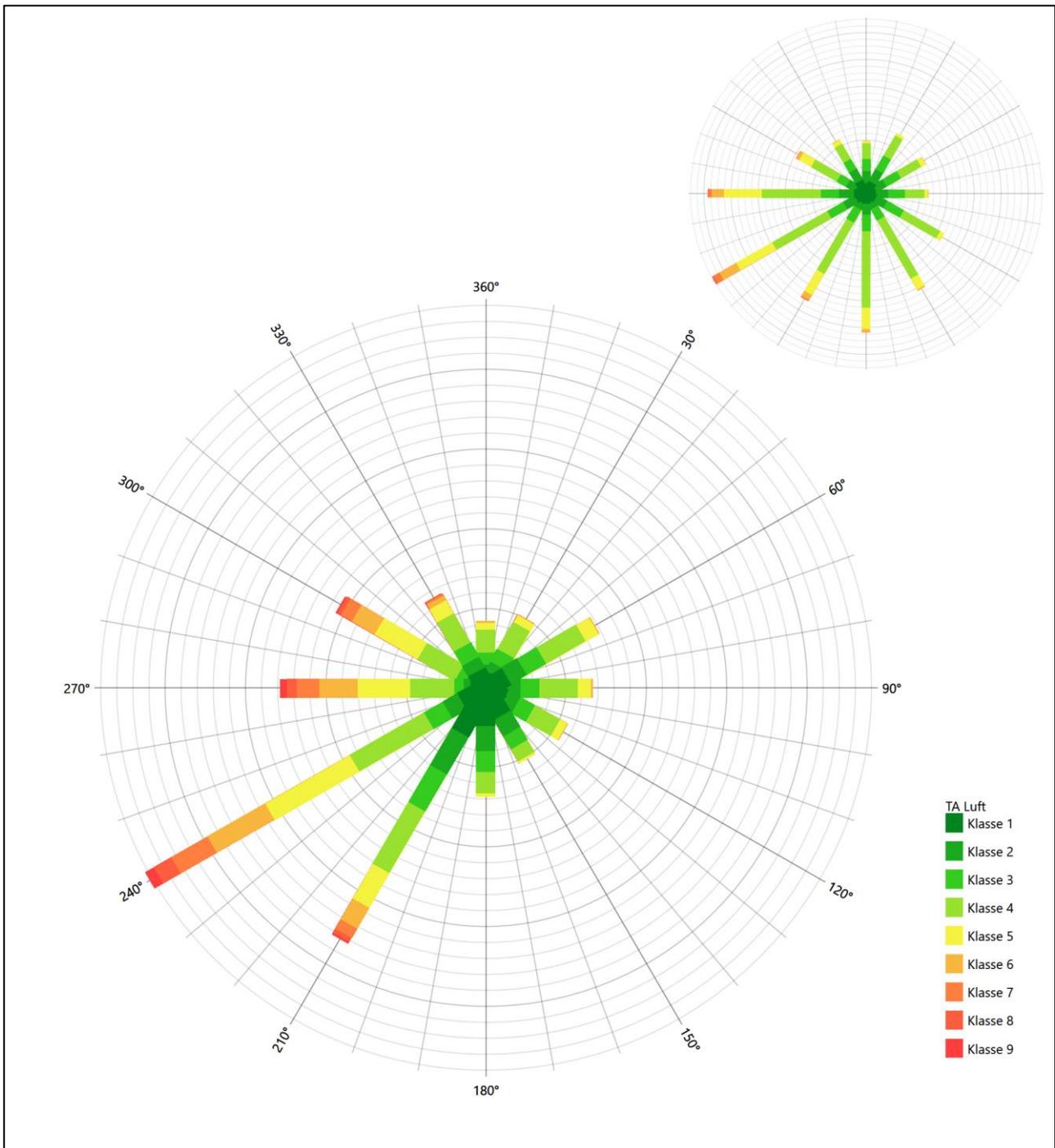


Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Oschatz mit dem Erwartungswert

Die Station Oschatz hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Das südliche Nebenmaximum fehlt hier völlig, auch die westlich Richtungskomponente ist stark unterschätzt. Diese Station empfiehlt sich zur Übertragung nicht.

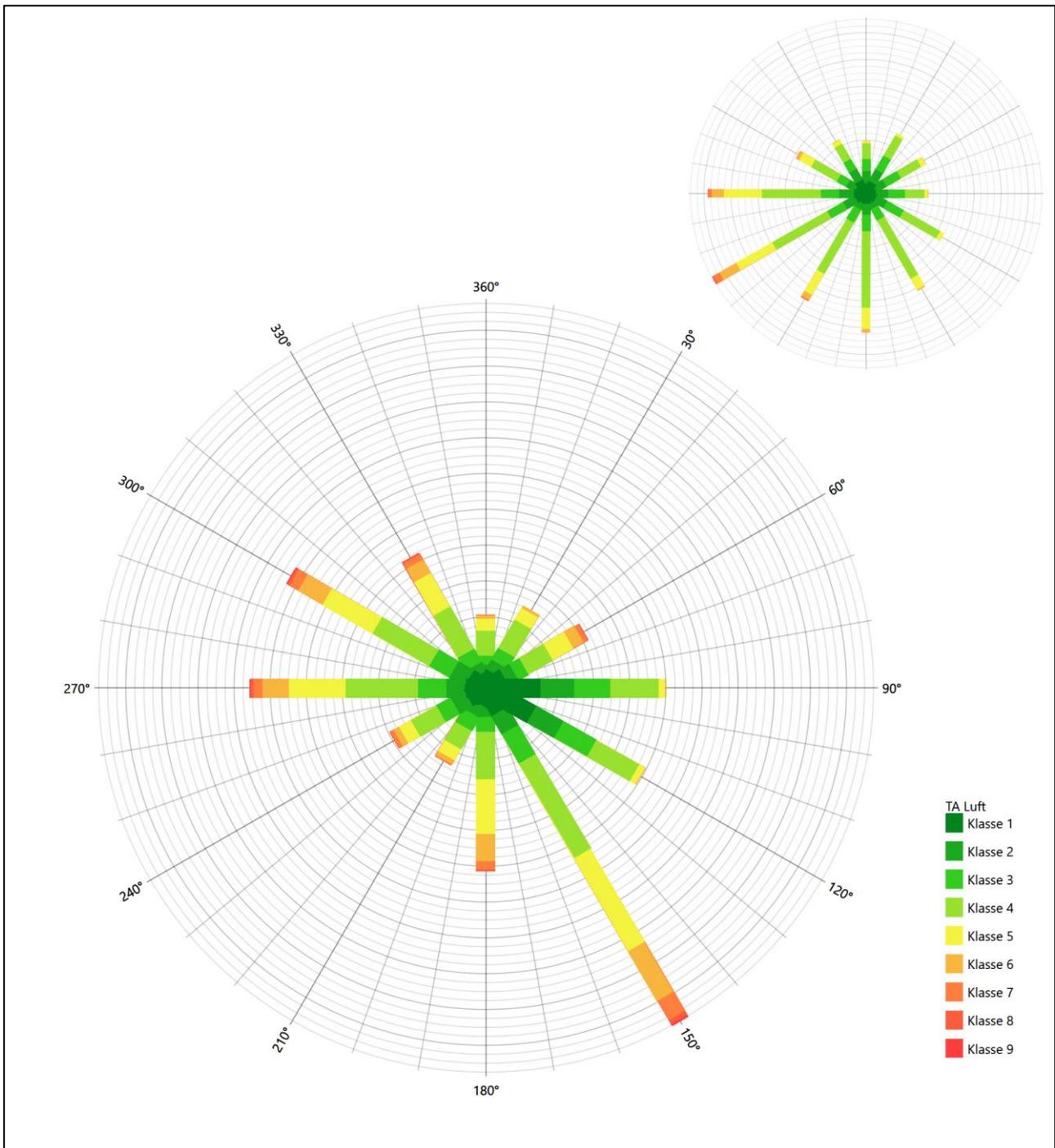


Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Lichtenhain-Mittelndorf mit dem Erwartungswert

Auch die Station Lichtenhain-Mittelndorf hat das formale Hauptmaximum bei 150° aus Süd-Südwesten nicht mehr in benachbarten 30°-Richtungssektoren zum Erwartungswert an der EAP. Sie ist ebenfalls nicht für eine Übertragung geeignet.

Somit ist aus Sicht der Windrichtungsverteilung die Station Hoyerswerda befriedigend eine Übertragung geeignet. Doberlug-Kirchhain und Nossen stimmen noch ausreichend mit der EAP überein. Alle weiteren Stationen erwiesen sich als nicht übertragbar.

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
Hoyerswerda	+++
Doberlug-Kirchhain	++
Nossen	++
Oschatz	-
Dresden-Klotzsche	-
Lichtenhain-Mittelndorf	-

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 das hier verwendete prognostische Modell. In der Referenzhöhe 10,6 m werden an der EAP 2,94 m/s erwartet.

Als beste Schätzung der mittleren Windgeschwindigkeit an der EAP wird im Weiteren der gerundete Wert 2,9 m/s zu Grunde gelegt.

Dem kommen die Werte von Hoyerswerda, Doberlug-Kirchhain, Oschatz und Lichtenhain-Mittelndorf mit 3,1 m/s, 3 m/s, 3,4 m/s bzw. 3,3 m/s (auch wieder bezogen auf 10,6 m Höhe und die EAP-Rauigkeit von 0,11 m) sehr nahe. Sie zeigen eine Abweichung von nicht mehr als $\pm 0,5$ m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Dresden-Klotzsche und Nossen liegen mit Werten von 3,9 m/s und 3,8 m/s noch innerhalb einer Abweichung von $\pm 1,0$ m/s, was noch eine ausreichende Übereinstimmung darstellt.

Aus Sicht der Windgeschwindigkeitsverteilung sind also Hoyerswerda, Doberlug-Kirchhain, Oschatz und Lichtenhain-Mittelndorf gut für eine Übertragung geeignet. Dresden-Klotzsche und Nossen zeigen eine noch ausreichende Übereinstimmung.

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

Tabelle 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Hoyerswerda	++
Doberlug-Kirchhain	++
Oschatz	++
Lichtenhain-Mittelndorf	++
Dresden-Klotzsche	+
Nossen	+

4.6 Auswahl der Bezugswindstation

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

Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen

Bezugswindstation	Bewertung gesamt	Bewertung Richtungsverteilung	Bewertung Geschwindigkeitsverteilung
Hoyerswerda	+++++	+++	++
Doberlug-Kirchhain	++++	++	++
Nossen	+++	++	+
Oschatz	-	-	++
Dresden-Klotzsche	-	-	+
Lichtenhain-Mittelndorf	-	-	++

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 Hoyerswerda die beste Eignung für eine Übertragung befunden wurde. Hoyerswerda ist zudem die räumlich zweit nächst liegende Bezugswindstation und liegt in orografisch vergleichbarem Terrain. Es sind darüber hinaus auch keine weiteren Kriterien bekannt, die einer Eignung dieser Station entgegenstehen könnten.

Hoyerswerda wird demzufolge für eine Übertragung ausgewählt.

5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation

Die zur Übertragung ausgewählte Station Hoyerswerda befindet sich am nördlichen Rand der Stadt Hoyerswerda. Die Lage der Station in Sachsen ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

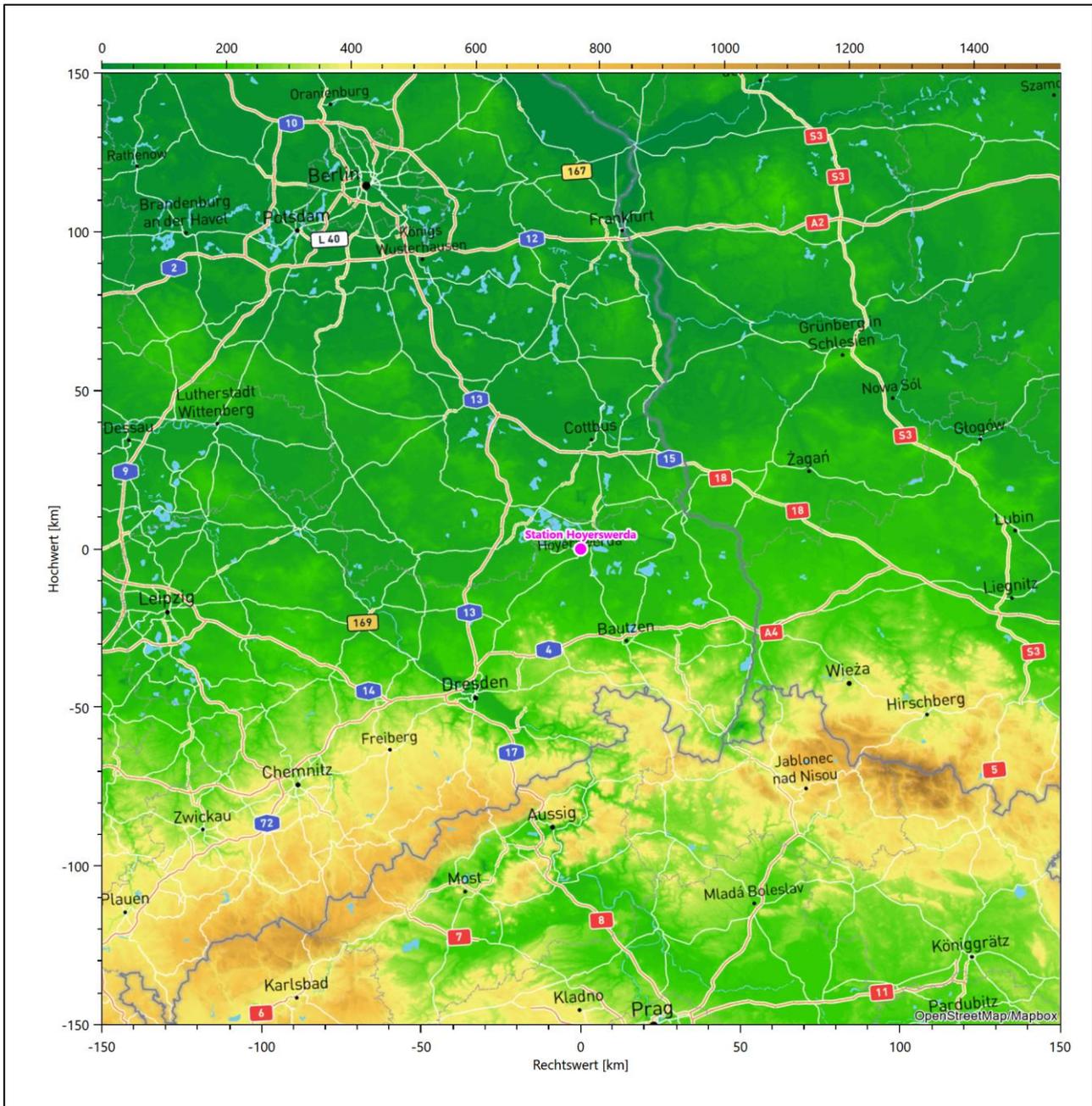


Abbildung 19: Lage der ausgewählten Station

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 116 m über NHN. Der Windgeber war während des hier untersuchten Zeitraumes in einer Höhe von 12 m angebracht.

Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	14,2533°
Geographische Breite:	51,4493°

Die Umgebung der Station ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Landwirtschaftliche Flächen wechseln sich mit durchgängig bebauten Siedlungsgebieten ab, außerdem mit Waldgebieten.

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

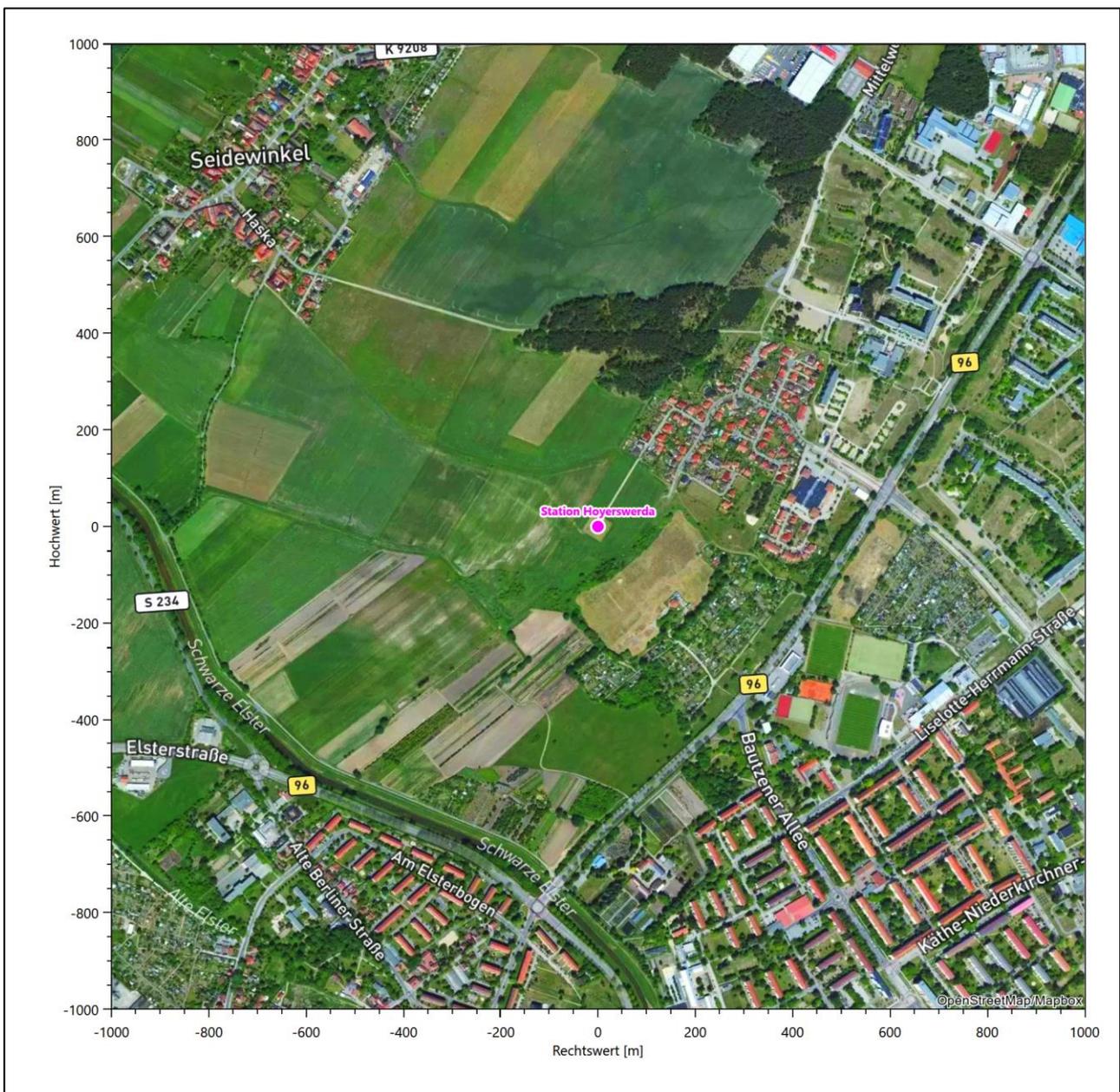


Abbildung 20: Luftbild mit der Umgebung der Messstation

Orographisch ist das Gelände, auch im weiteren Umkreis, nur wenig gegliedert. Es ist von allen Richtungen eine ungestörte Anströmung möglich. Hoyerswerda liegt am südlichen Rand des Lausitzer Seenlandes, naturräumlich gesprochen am Übergang vom Heide- und Teichgebiet zwischen Hoyerswerda-Radeburg-Ruhland im Norden und Westen zum Oberlausitzer Teichland im Süden und Südosten.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

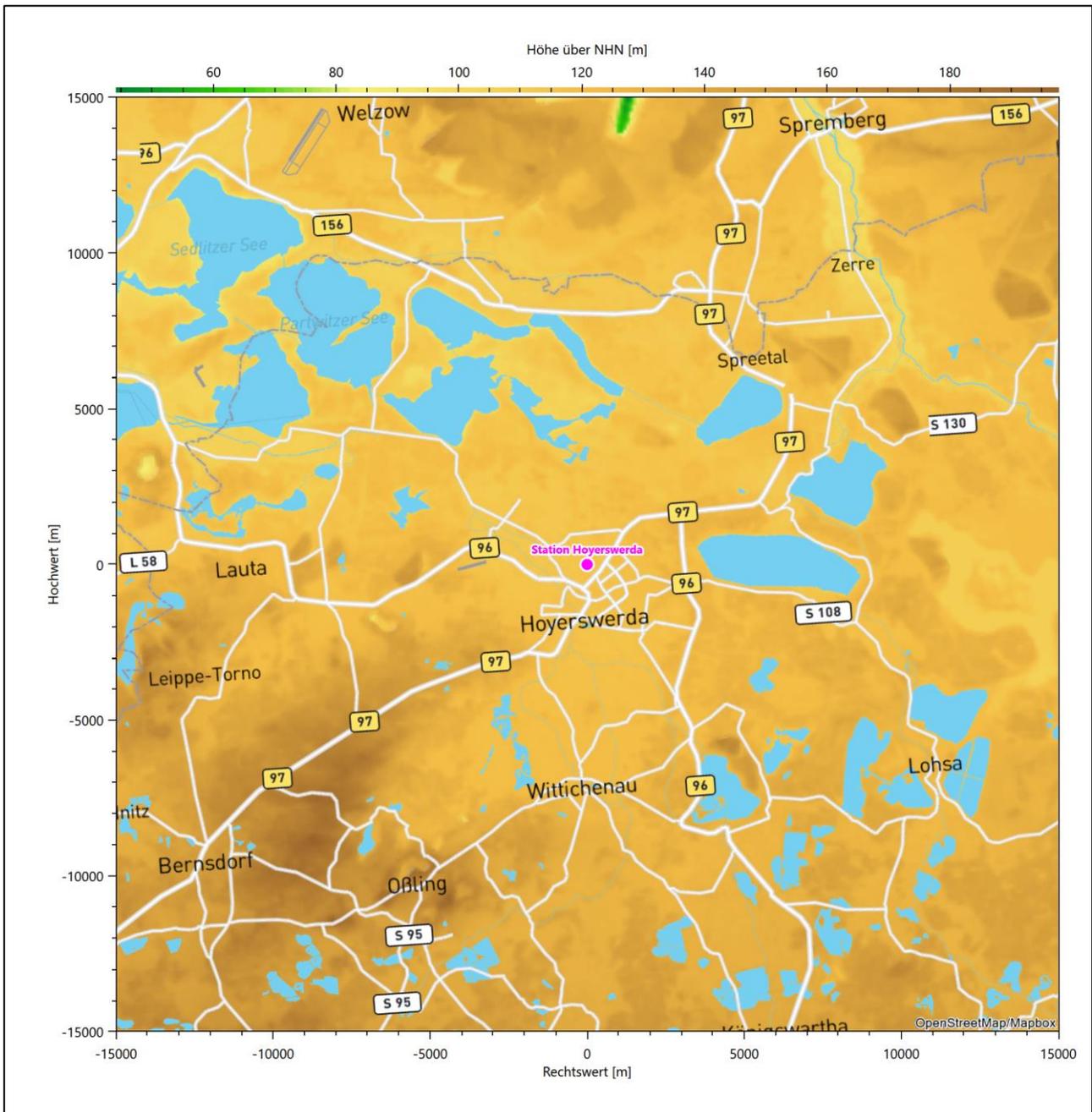


Abbildung 21: Orographie um den Standort der Wetterstation

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 [9] 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.

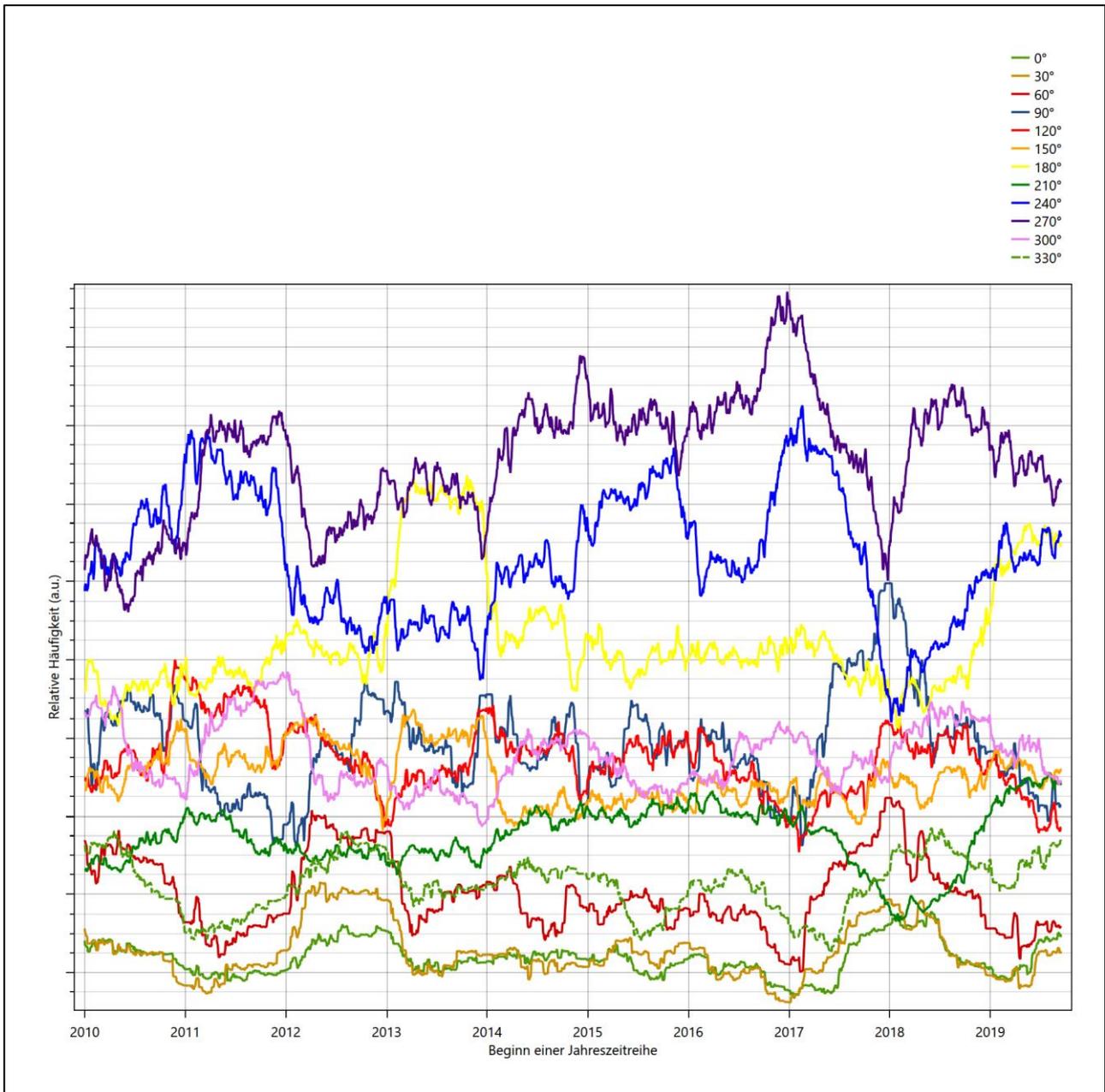


Abbildung 22: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmesstation anhand der Windrichtungsverteilung

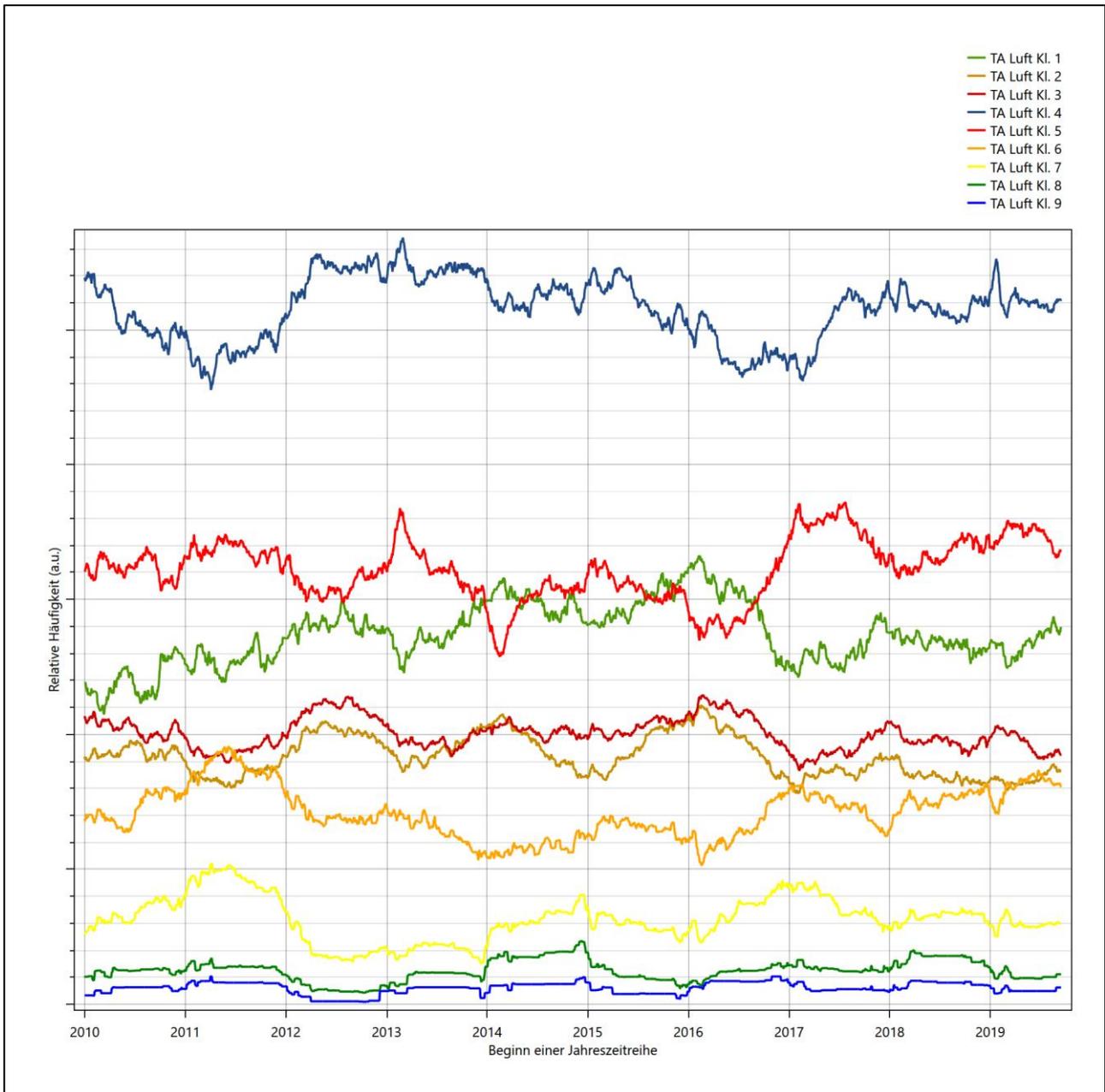


Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmesstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung

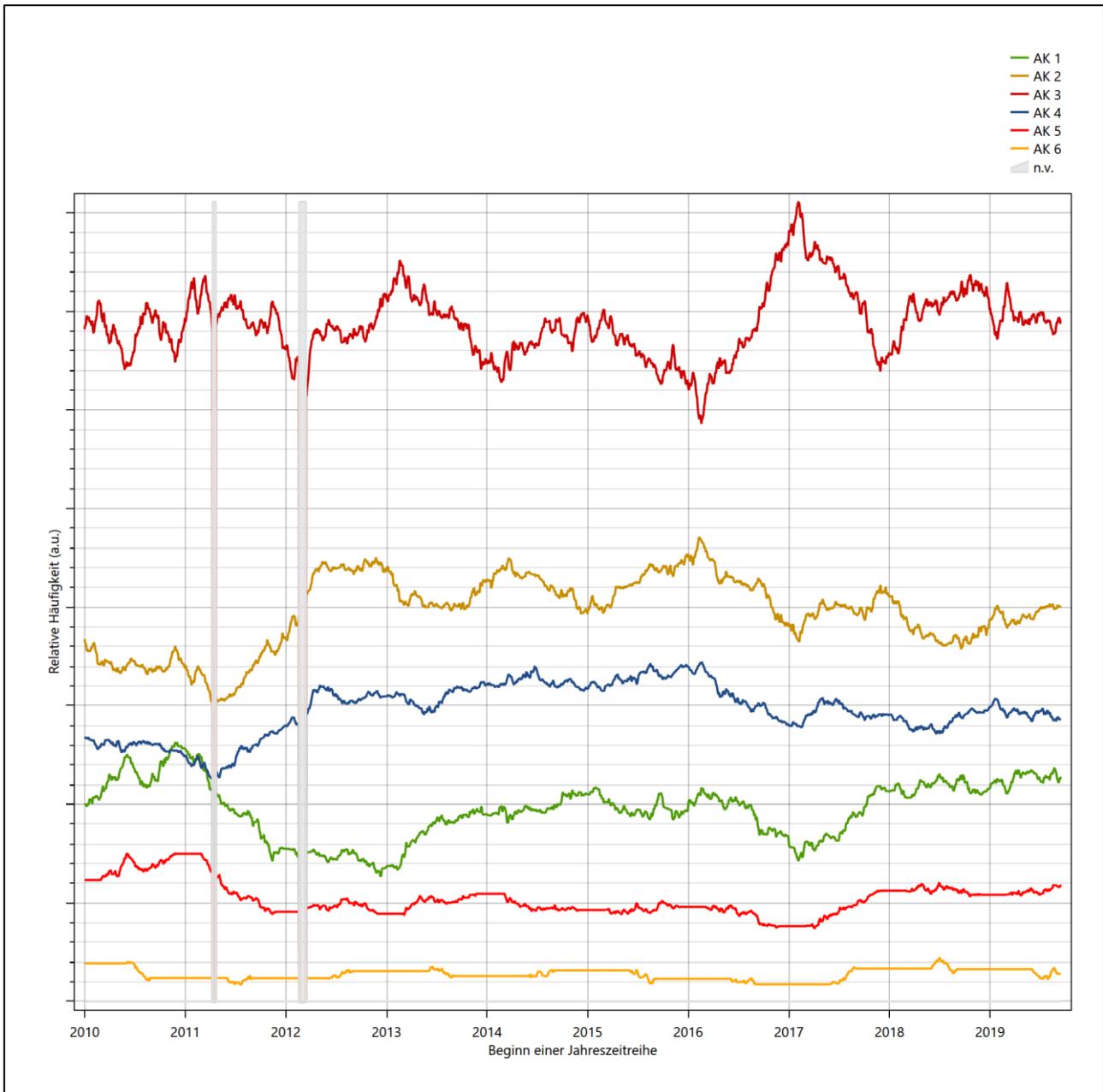


Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 01.01.2010 bis zum 14.09.2020 verwendet.

Grau dargestellte Bereiche in Abbildung 24 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 [10] 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 Wichtungsfaktoren 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 24.11.2018, was als Beginn des repräsentativen Jahres angesehen werden kann. Die repräsentative Jahreszeitreihe läuft dann bis zum 24.11.2019.

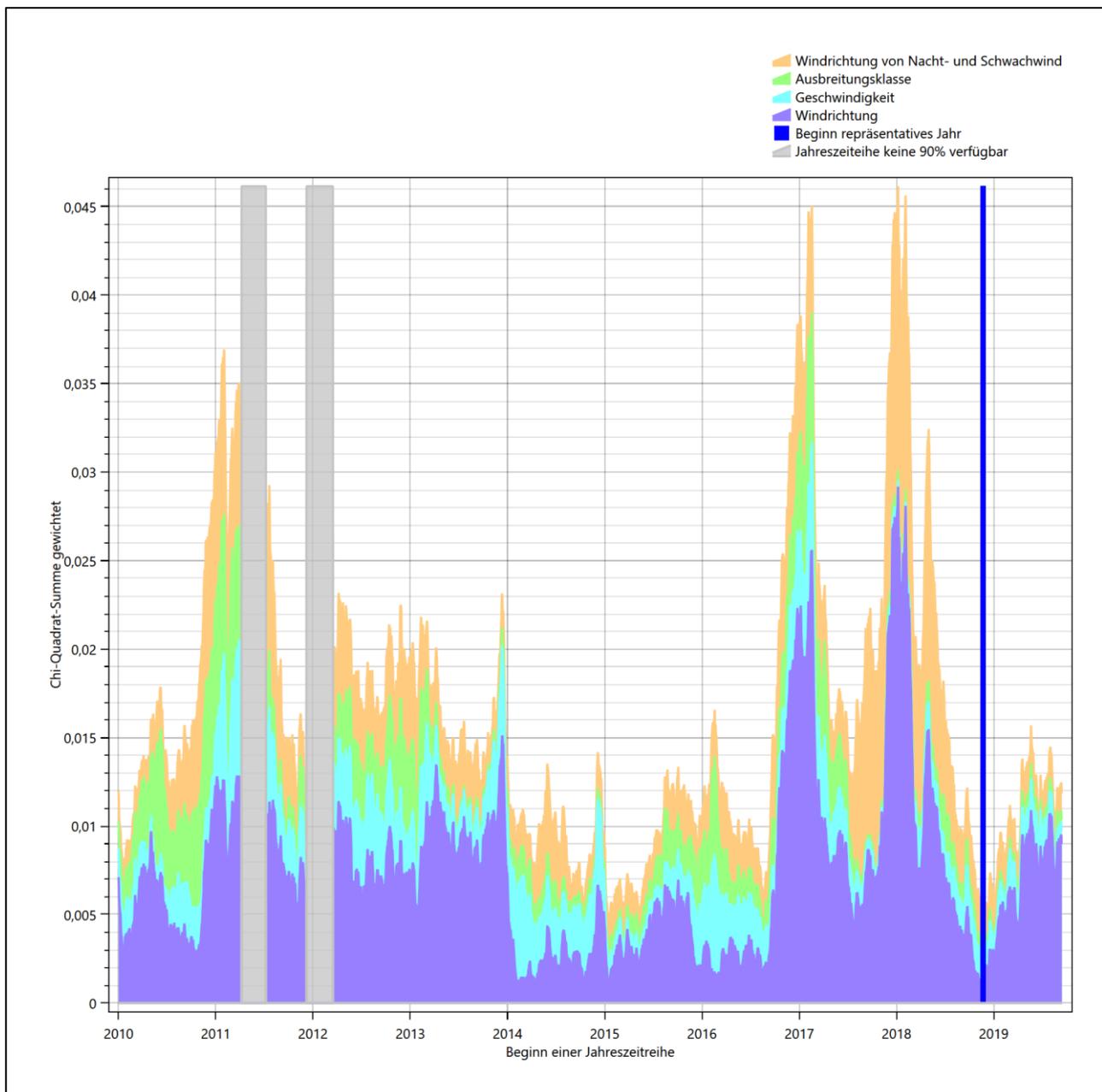


Abbildung 25: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

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

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

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

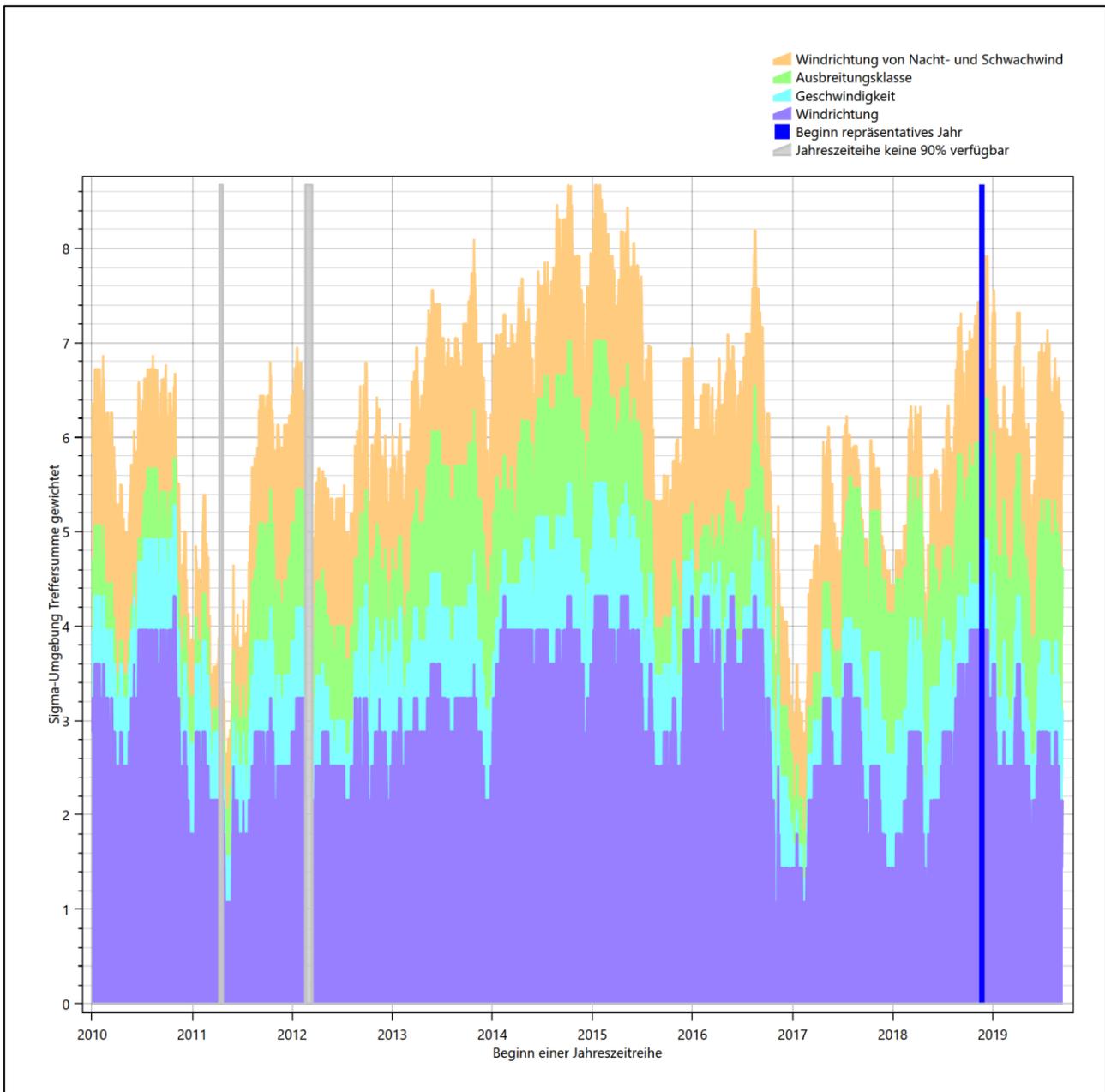


Abbildung 26: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Erfahrungsgemäß wird für das aus dem χ^2 -Test gefundene repräsentative Jahr vom 24.11.2018 bis zum 24.11.2019 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 92 % 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 24.11.2018 bis zum 24.11.2019. 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.

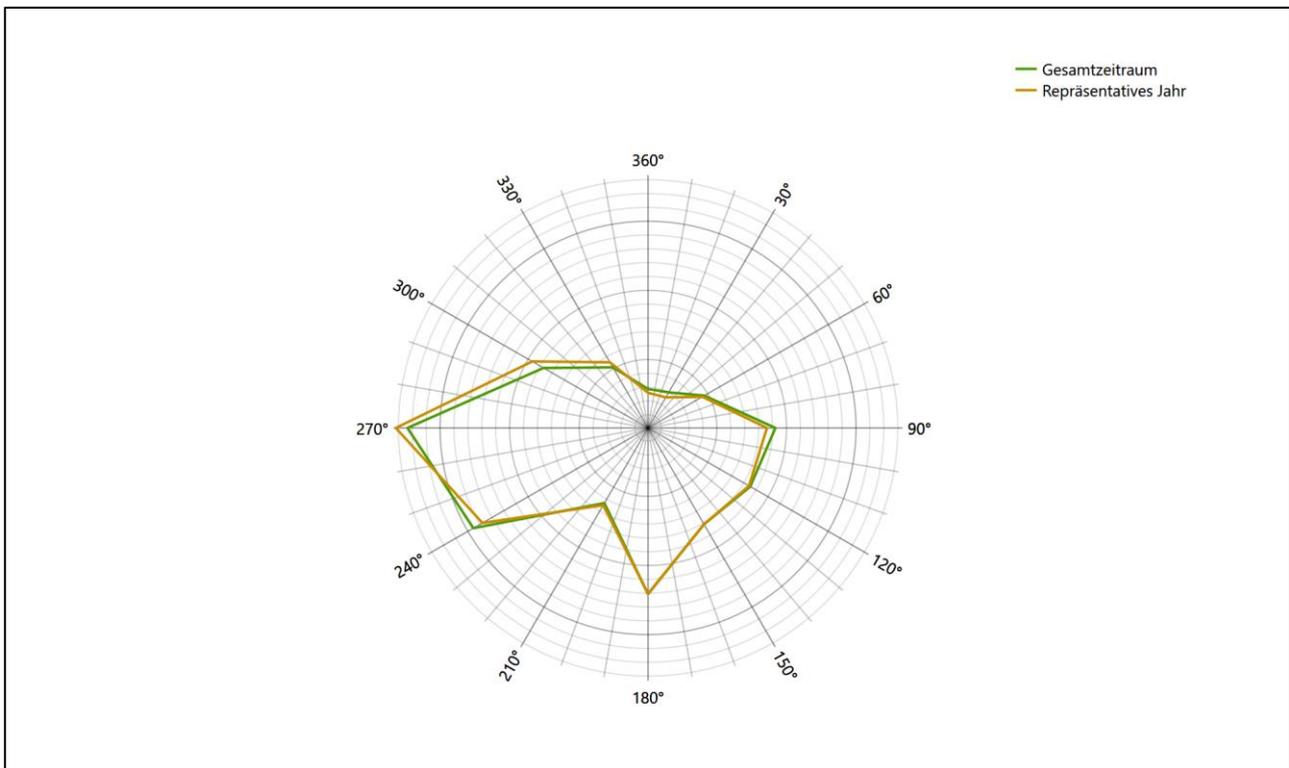


Abbildung 27: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

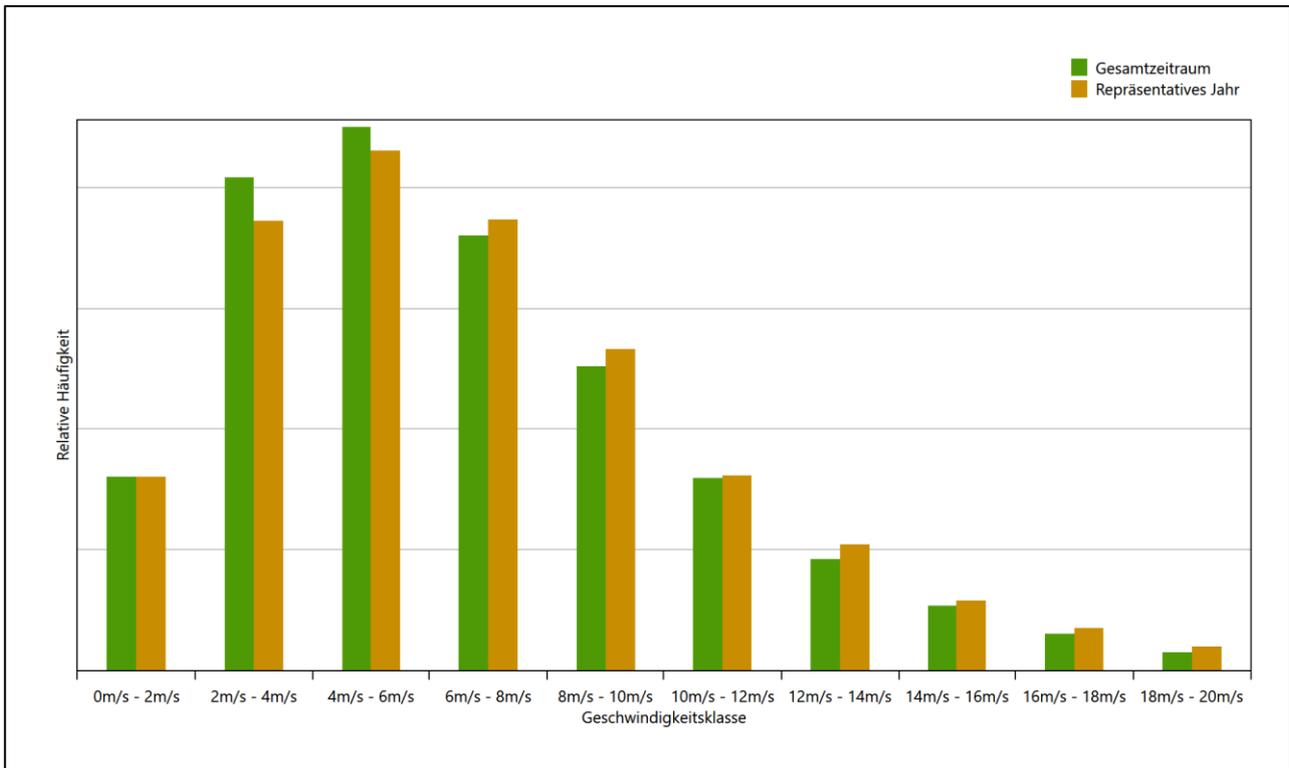


Abbildung 28: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

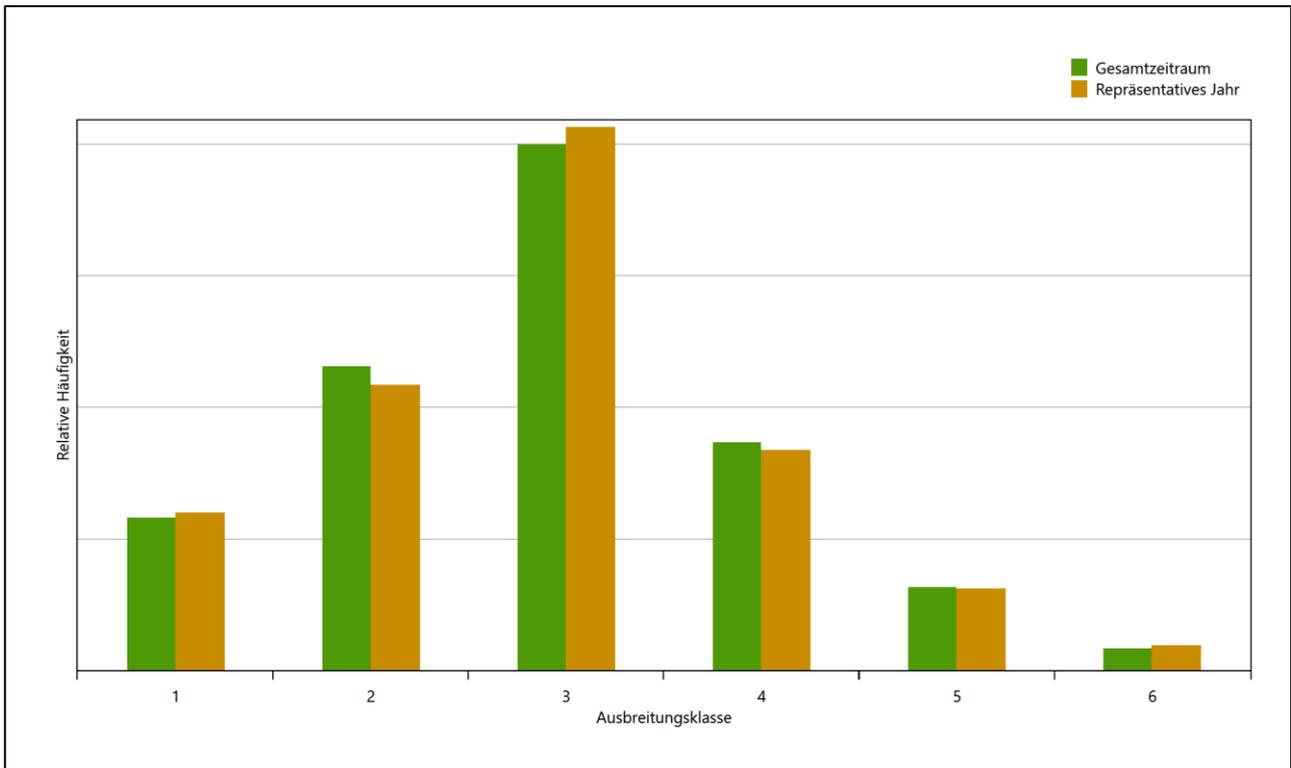


Abbildung 29: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

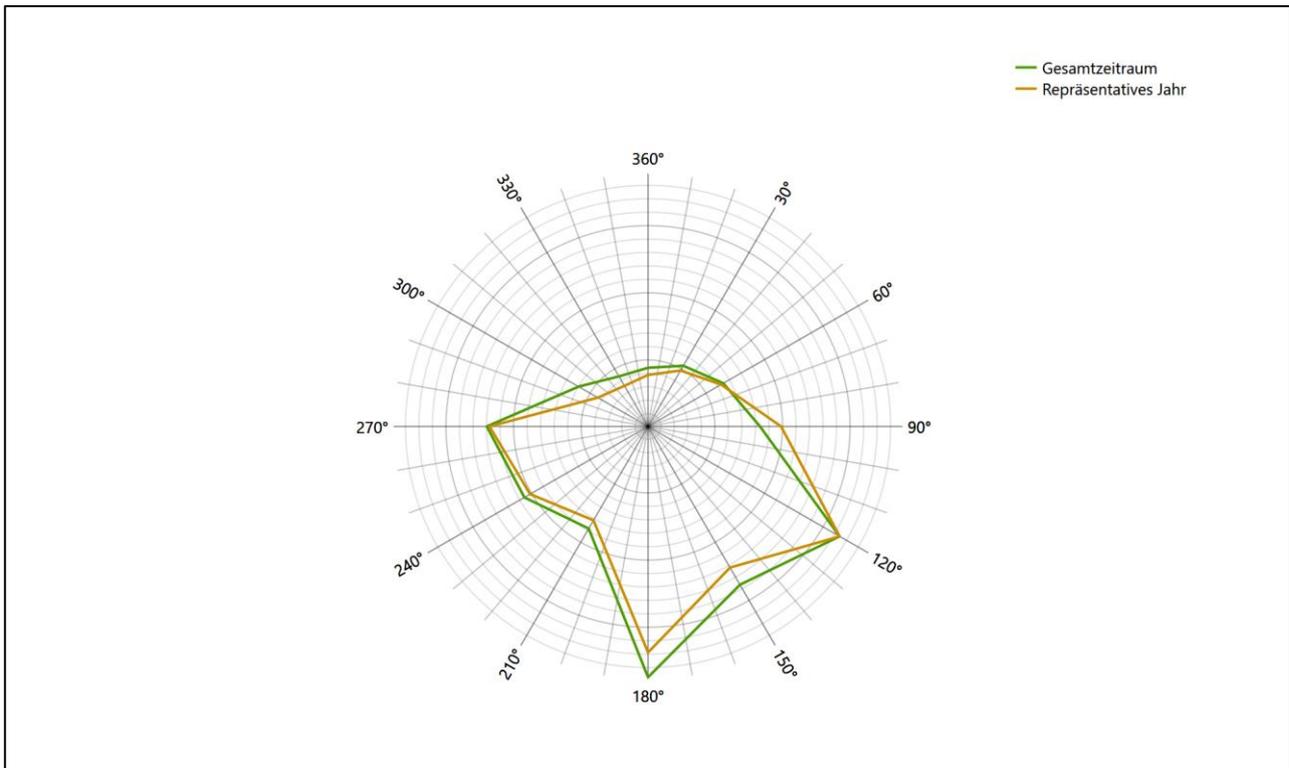


Abbildung 30: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

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 24.11.2018 bis zum 24.11.2019 ein repräsentatives Jahr für die Station Hoyerswerda im betrachteten Gesamtzeitraum vom 01.01.2010 bis zum 14.09.2020 ist.

7 Beschreibung der Datensätze

7.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge

7.1.1 Theoretische Grundlagen

Die Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeitslänge wird gemäß dem DWD-Merkblatt „Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen“ [8] vorgenommen. Ausgangspunkt der Betrachtungen ist, dass die Rauigkeitsinformation über luvseitig des Windmessgerätes überströmte heterogene Oberflächen aus den gemessenen Winddaten extrahiert werden kann. Insbesondere Turbulenz und Böigkeit der Luftströmung tragen diese Informationen in sich.

Der Deutsche Wetterdienst stellt die zur Auswertung benötigten Messwerte über ausreichend große Zeiträume als 10-Minuten-Mittelwerte zur Verfügung. Unter anderem sind dies die mittlere Windgeschwindigkeit \bar{u} , die maximale Windgeschwindigkeit u_{max} , die mittlere Windrichtung und die Standardabweichung der Longitudinalkomponente σ_u .

Zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit aus diesen Messwerten muss die Art des Messgerätes Berücksichtigung finden, da eine Trägheit der Apparatur Einfluss auf die Dynamik der Windmessdaten ausübt. In diesem Zusammenhang müssen Dämpfungsfaktoren bestimmt werden, die sich für digital, nicht trägheitslose Messverfahren nach den Verfahren von Beljaars (Dämpfungsfaktor A_B) [11], [12] und für analoge nach dem Verfahren von Wieringa (Dämpfungsfaktor A_W) [13], [14] ermitteln lassen.

Ausgangspunkt aller Betrachtungen ist das logarithmische vertikale Windprofil in der Prandtl-Schicht für neutraler Schichtung. Die Geschwindigkeit nimmt dann wie folgt mit der Höhe z zu:

$$\bar{u}(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln\left(\frac{z+d}{z_0}\right) \quad (1)$$

hierbei stellen z die Messhöhe, z_0 die Rauigkeitslänge, u_* die Schubspannungsgeschwindigkeit, die sich aus $\sigma_u = C u_*$ berechnen lässt, $\kappa \approx 0,4$ die Von-Karman-Konstante und $d = B z_0$ die Verdrängungshöhe dar. Im Folgenden seien dabei Werte $C = 2,5$ (neutrale Schichtung) und $B = 6$ verwendet, die in der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 8 [6] begründet werden. In späteren Anwendungen wird Gleichung (1) nach z_0 aufgelöst. Zur Wahrung der Voraussetzungen dieser Theorie in der Prandtl-Schicht ergeben sich folgende Forderungen für die mittlere Windgeschwindigkeit \bar{u} und die Turbulenzintensität I :

$$\bar{u}_i \geq \bar{u}_{min} = 5 \text{ms}^{-1} \quad (2)$$

und

$$I = \frac{\sigma_u}{\bar{u}} = \frac{1}{A_B} \frac{\sigma_{u,m}}{\bar{u}} < 0,5 \quad (3)$$

Die Forderung nach neutraler Schichtung resultiert in einer minimalen, mittleren Windgeschwindigkeit \bar{u}_{min} , die nicht unterschritten werden sollte (2), und die Einhaltung der näherungsweise Konstanz der turbulenten Flüsse, der „eingefrorenen Turbulenz“, (3). Beides wird im Merkblatt des Deutschen Wetterdienstes [8] anhand der Literatur begründet. Der Index „m“ steht dabei für gemessene Werte und „i“ bezeichnet alle Werte, die nach diesen Kriterien zur Mittelung herangezogen werden können.

Das folgende Schema, das im Anschluss näher erläutert wird, zeigt den Ablauf des Verfahrens je nach verwendeter Gerätetechnik.

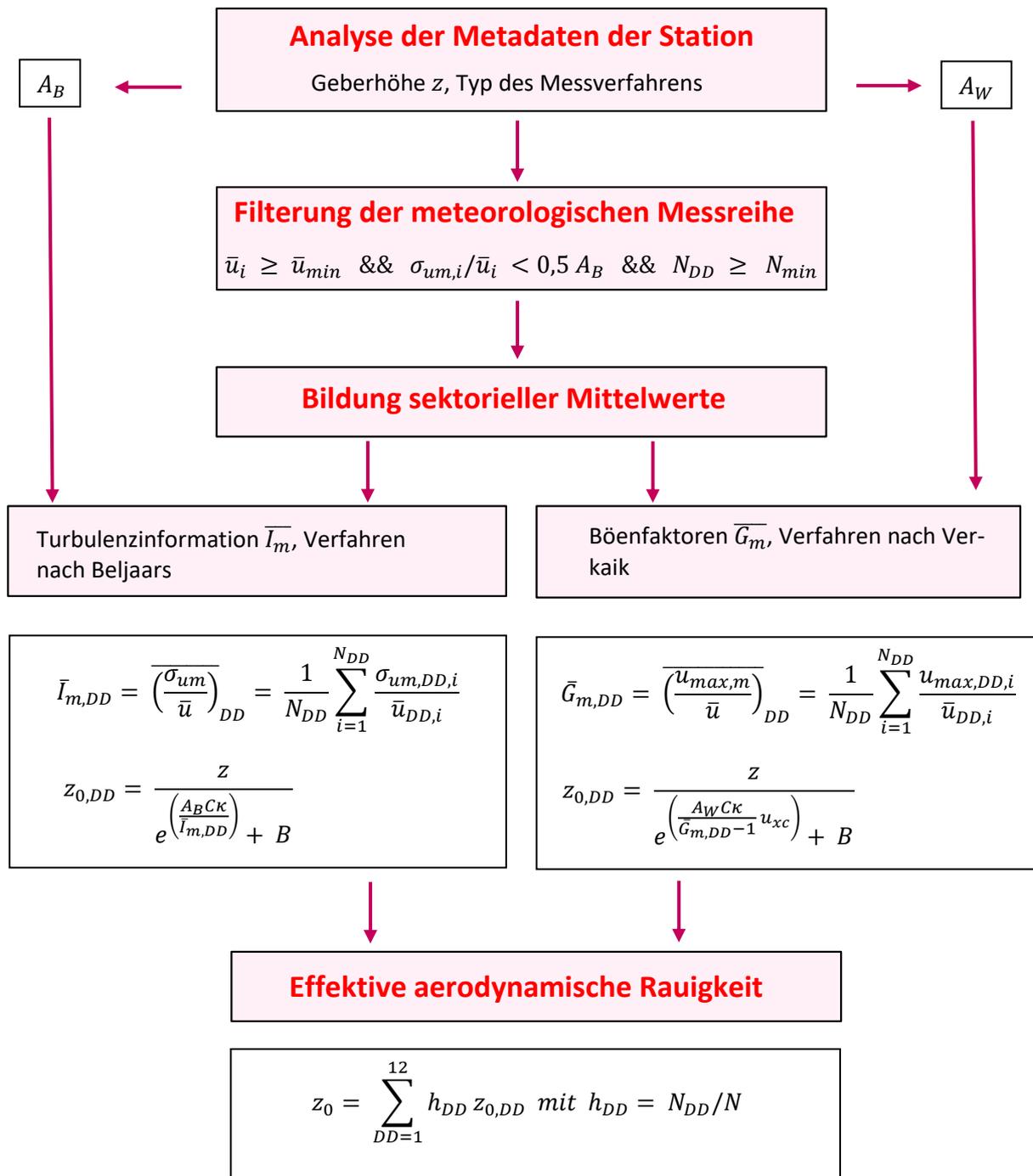


Abbildung 31: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit

Im Merkblatt des Deutschen Wetterdienstes [8] stellt sich der Algorithmus zur Berechnung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit über die nachfolgend beschriebene Schrittfolge dar: Zunächst müssen die Metadaten der Station nach Höhe des Windgebers über Grund (Geberhöhe z) und nach Art des Messverfahrens

rens durchsucht werden, um die Dämpfungsfaktoren A_B oder A_W zuzuordnen. Unter Beachtung von Gleichung (2) stellt man für den untersuchten Zeitraum sicher, dass mindestens 6 Werte pro Windrichtungs-klasse zur Verfügung stehen. Ist dies nicht der Fall, reduziert man sukzessive den Schwellwert \bar{u}_{min} von 5 ms^{-1} auf 4 ms^{-1} , bis die Bedingung erfüllt ist. Eine Untergrenze des Schwellwertes von 3 ms^{-1} , wie sie im DWD-Merkblatt Erwähnung findet, wird hier nicht zur Anwendung gebracht, um die Forderung nach neutraler Schichtung möglichst konsequent durchzusetzen. Kann man darüber die Mindestzahl von 6 Messungen pro Windrichtungssektor nicht erreichen, erweitert man die zeitliche Basis symmetrisch über den anfänglich untersuchten Zeitraum hinaus und wiederholt die Prozedur.

Anhand der vorgefundenen Messtechnik entscheidet man, ob die gemessene Turbulenzinformation $\overline{I_m}$ (Verfahren nach Beljaars, prioritäre Empfehlung) oder der gemessene Böenfaktor $\overline{G_m}$ (Verfahren nach Verkaik bzw. Wieringa) verwendet werden kann. Danach werden in jedem Fall sektorielle Mittelwerte für jede Windrichtungs-klasse gebildet, entweder $\overline{I_{m,DD}}$ für die Turbulenzinformation oder $\overline{G_{m,DD}}$ für die Böenfaktoren. Dies führt dann zu jeweiligen sektoriellen Rauigkeiten $z_{o,DD}$. Aus diesen wird schließlich durch gewichtete Mittelung die effektive aerodynamische Rauigkeit der Station ermittelt, wobei als Wichtefaktoren der Sektoren die jeweilige Häufigkeit der Anströmung aus diesem Sektor verwendet wird.

7.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall

Die effektive aerodynamische Rauigkeit musste im vorliegenden Fall für die Station Hoyerswerda und den Zeitraum vom 24.11.2018 bis zum 24.11.2019 bestimmt werden. Als Messwertgeber wurde aus den Daten des Deutschen Wetterdienstes das System „Ultrasonic Anemometer 2D“ (Windmessung, elektr.) entnommen. Damit steht zur Rauigkeitsbestimmung das Verfahren nach Beljaars zur Verfügung. Für den Parameter A_B ergibt sich dabei ein Wert von 1. Die Von-Karman-Konstante κ wird konventionsgemäß mit 0,4 angesetzt, weiterhin sind B konventionsgemäß mit 6 und C mit 2,5 angesetzt.

Um für jeden Windrichtungssektor wenigstens sechs Einzelmessungen bei neutraler Schichtung zu erreichen, genügte bei einem Schwellwert \bar{u}_{min} von $5,0 \text{ ms}^{-1}$ der ursprüngliche Zeitraum vom 24.11.2018 bis zum 24.11.2019 und musste nicht ausgedehnt werden. In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl der pro Windrichtungssektor verwendeten Einzelmessungen und die daraus ermittelten Sektorenrauigkeiten angegeben.

Tabelle 9: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Hoyerswerda

Sektor um	Anzahl der Einzelmessungen	Rauigkeit im Sektor [m]
0°	18	0,143 m
30°	19	0,166 m
60°	65	0,156 m
90°	355	0,150 m
120°	170	0,200 m
150°	304	0,190 m
180°	370	0,201 m
210°	319	0,100 m
240°	2597	0,052 m
270°	4029	0,026 m
300°	1830	0,036 m
330°	602	0,042 m

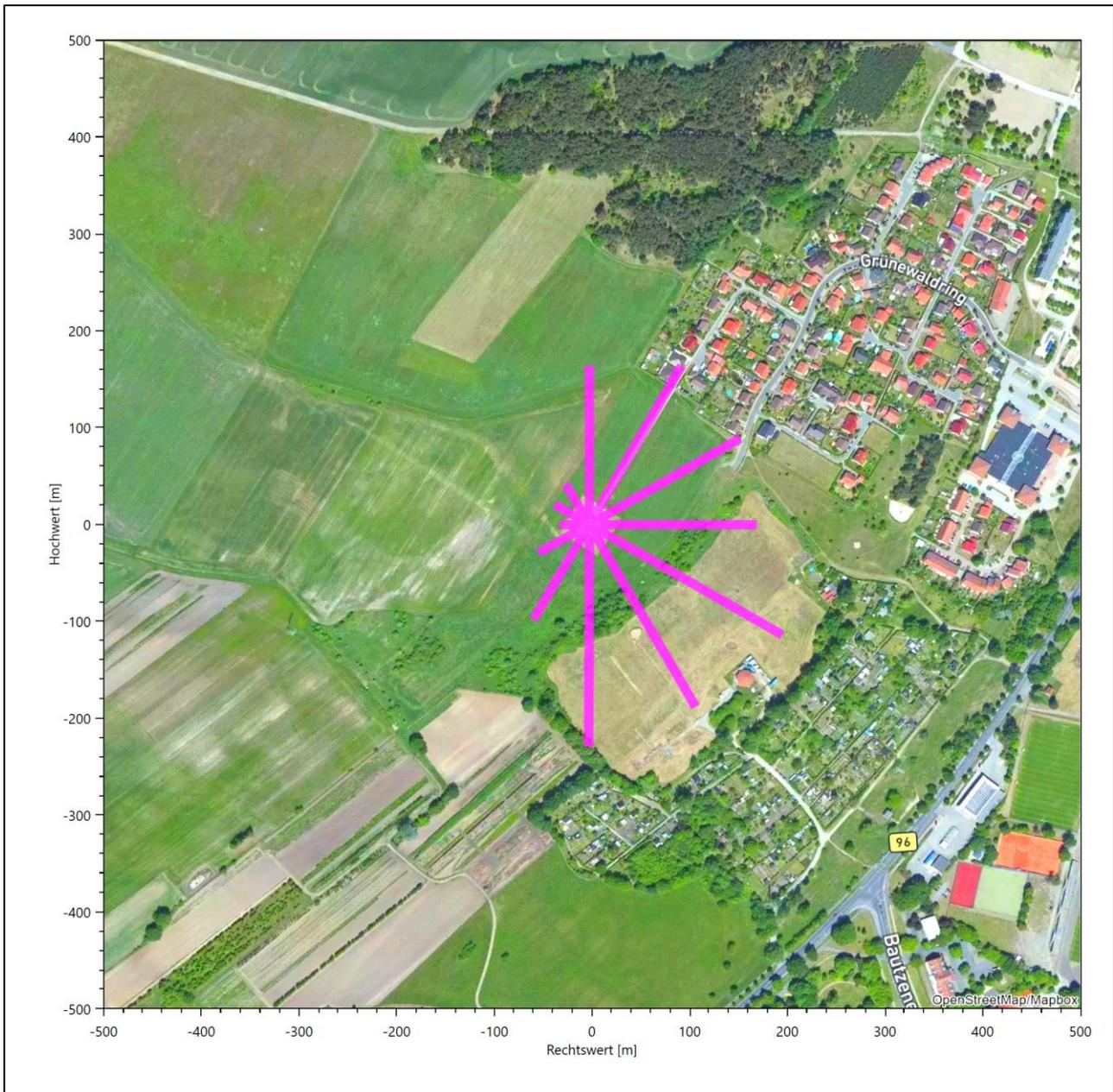


Abbildung 32: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Hoyerswerda

Aus der mit den Anströmhäufigkeiten gewichteten Mittelung ergibt sich schließlich für die Station Hoyerswerda eine effektive aerodynamische Rauigkeit von 0,056 m.

7.2 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 Hoyerswerda) 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 Hoyerswerda wurde nach dem im Abschnitt 7.1.2 beschriebenen Verfahren berechnet. Für Hoyerswerda ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 24.11.2018 bis zum 24.11.2019 einen Wert von 0,056 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 Hoyerswerda

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	7,2	8,8	11,6	14,3	17,9	24,4	31,5	37,0	41,7

7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Hoyerswerda für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bedeckung wurde eine Ausbreitungsklassenzeitreihe gemäß den Vorgaben der TA Luft in Anhang 3 Ziffer 8 [9] erstellt. Die gemessenen meteorologischen Daten werden als Stundenmittel angegeben, wobei die Windgeschwindigkeit vektoriell gemittelt wird. Die Verfügbarkeit der Daten soll nach TA Luft mindestens 90 % der Jahrestunden betragen. Im vorliegenden Fall wurde eine Verfügbarkeit von 100 % bezogen auf das repräsentative Jahr vom 24.11.2018 bis zum 24.11.2019 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 10 wurden im Dateikopf hinterlegt.

7.4 Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag

Das Programmsystem AUSTAL 2000N ist eine erweiterte Umsetzung des Referenzmodells AUSTAL 2000 nach Anhang 3 der TA Luft. Neben der trockenen Deposition kann mit AUSTAL 2000N auch nasse Deposition berücksichtigt werden. Voraussetzung dafür ist ein meteorologischer Datensatz, der Informationen zur Niederschlagsintensität enthält. Das Standardformat AKTERM wurde zu diesem Zweck erweitert, um eine Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlagsinformationen in zwei zusätzlichen Datenspalten unterzubringen.

Für den vorliegenden Fall wurde eine solche Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag erzeugt. Die stündliche Niederschlagsmenge wurde dabei von der Station Hoyerswerda übernommen, von der auch die Winddaten als übertragbar befunden wurden.

Diese Variante wurde gewählt, da derzeit noch keine hochaufgelösten Niederschlagsdaten zur Verfügung stehen.

Ziel des Projektes RESTNI (Regionalisierung stündlicher Niederschläge zur Modellierung der nassen Deposition) an der Leibniz Universität Hannover ist es derzeit, nach einem einheitlichen, objektiven und transparenten Verfahren vergleichbare Niederschlagsdaten für eine bundeseinheitliche Bemessungspraxis zur Ermittlung der nassen Deposition bereit zu stellen. Ausgangspunkt ist die bisherige Bemessungspraxis. Diese verwendet meteorologische Daten von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der atmosphärischen Schichtung. Die Bereitstellung der zuvor genannten Daten, sowie der für die nasse Deposition maßgebenden Größe Niederschlag, soll flächendeckend für die Pilotregion Niedersachsen erfolgen. Hierfür soll eine hoch aufgelöste Regionalisierung der Variablen mittels geostatistischer Interpolationsmethoden durchgeführt werden.

Bis zur Bereitstellung solcher Daten muss mit dem Kompromiss gearbeitet werden, dass Niederschlagsdaten von einer meteorologischen Messstation übertragen werden. Im vorliegenden Fall ist dies aber durchaus machbar, denn das Untersuchungsgebiet und die Messstation für die Niederschlagsdaten liegen nahe beieinander (32 km entfernt) und liegen in einer meteorologisch recht homogenen Region. Von Vorteil ist, dass die Niederschlagsdaten stundengenau synchron zu den Winddaten vorliegen, damit passen Ereignisse mit Niederschlägen und damit verbundenen Windspitzen zeitlich gut zusammen.

Für den Zeitraum der bereitgestellten Ausbreitungsklassenzeitreihe vom 24.11.2018 bis zum 24.11.2019 beträgt die gesamte Niederschlagsmenge 478,6 mm (hochgerechnet auf eine Verfügbarkeit von 100 %). In den letzten zehn Jahren betrug die gesamte Niederschlagsmenge pro Jahr 578,4 mm (ebenfalls hochgerechnet auf eine Verfügbarkeit von 100 %). Um für die Jahreszeitreihe eine langjährige zeitliche Repräsentativität zu gewährleisten, wird jede gemessene stündliche Niederschlagsmenge mit einem Skalierungsfaktor von 1,209 multipliziert. Damit wird erreicht, dass die bereitgestellte Jahreszeitreihe in Summe die gleiche Niederschlagsmenge wie der langfristige Durchschnitt (über zehn Jahre) aufweist, die Niederschlagsereignisse aber dennoch stundengenau angesetzt werden können.

Ansonsten gleicht die Ausbreitungsklasse mit Niederschlag der gewöhnlichen Ausbreitungsklassenzeitreihe, die hier im konkreten Fall in Abschnitt 7.3 beschrieben wurde.

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Übertragbarkeit der meteorologischen Daten von den Messstationen wurde für einen Aufpunkt etwa 740 m südlich des Standortes (Rechtswert: 33417850, Hochwert: 5688550) geprüft. Dieser Punkt wurde mit einem Rechenverfahren 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.

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 in Thiendorf 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 33417850, 5688550.

Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Hoyerswerda 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 01.01.2010 bis zum 14.09.2020 das Jahr vom 24.11.2018 bis zum 24.11.2019 ermittelt.

Frankenberg, am 13. Oktober 2020

Dipl.-Phys. Thomas Köhler
- erstellt -

Dr. Hartmut Sbosny
- freigegeben -

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 / 15
	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 / 15
	Für alle Stationen Höhe über NHN		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 17
	Für alle Stationen Koordinaten		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 17
	Für alle Stationen Windgeberhöhe		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 17
	Für alle Stationen Messzeitraum und Datenverfügbarkeit		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 17
	Für alle Stationen Messzeitraum zusammenhängend mindestens 5 Jahre lang		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 17
	Für alle Stationen Beginn des Messzeitraums bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 17
	Für alle Stationen Rauigkeitslänge		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 23
	Für alle Stationen Angaben zur Qualitätssicherung vorhanden		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 15...18
	Lokale Besonderheiten einzelner Stationen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 15...18
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"/>	0 / 18...23
6.2.2	Erwartungswerte für Windgeschwindigkeitsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 18...23
6.2.3.2	Messwerte der meteorologischen Datenbasis auf einheitliche Rauigkeitslänge und Höhe über Grund umgerechnet		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 18...23
6.2.3.1	Abweichung zwischen erwartetem Richtungsmaximum und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit 30° verglichen		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 23

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 / 30
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 / 31
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 / 39
	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 / 39
	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 / 35
7.1	Erstellung des Zieldatensatzes			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		<input checked="" type="checkbox"/>	7.1 / 47
	Bei Verwendung von Stabilitätsinformationen, die nicht an der Bezugswindstation gewonnen wurden: Herkunft der Stabilitätsinformationen dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Sonstiges			
7.2	Bei Besonderheiten im Untersuchungsgebiet: Hinweise für die Ausbreitungsrechnung und Angaben, unter welchen Voraussetzungen die Verwendung der bereitgestellten meteorologischen Daten zu sachgerechten Ergebnissen im Sinne des Anhangs zur Ausbreitungsrechnung der TA Luft führt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8 / 54

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] D. Öttl, „Documentation of the prognostic mesoscale model GRAMM (Graz Mesoscale Model) Vs. 17.1,“ Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, 2017.
- [4] 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.
- [5] Deutscher Wetterdienst, „Climate Data Center, CDC-Newsletter 6,“ Offenbach, 2017.
- [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] M. Koßmann und J. Namyslo, „Merkblatt Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen,“ Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 2019.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] A. C. M. Beljaars, „The influence of sampling and filtering on measured wind gusts,“ *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, Nr. 4, pp. 613-626, 1987.
- [12] A. C. M. Beljaars, „The measurement of gustiness at routine wind stations – a review,“ *Instruments and Observing Methods*, Nr. Reports No. 31, 1987.
- [13] J. Wieringa, „Gust factors over open water and built-up country,“ *Boundary-Layer Meteorology*, Nr. 3, pp. 424-441, 1973.
- [14] J. Wieringa, „An objective exposure correction method for average wind speeds measured at sheltered location,“ *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Nr. 102, pp. 241-253, 1976.
- [15] Deutscher Wetterdienst, „Handbuch Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse,“ Offenbach, 2014.
- [16] 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].
- [17] 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.
- [18] 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.