

Staubimmissionsprognose nach TA Luft

für den

Kiessandtagebau Müncheberg Vorheide II

der

Heidelberg Materials Mineralik DE GmbH



Gutachten-Nr. L230387-01

29.07.2025

Angaben zur Auftragsbearbeitung

Bauherr: Heidelberg Materials Mineralik DE GmbH
Berliner Str. 6
69120 Heidelberg

Auftraggeber: GICON® Resources GmbH
Rhinstraße 137a
10315 Berlin

Ansprechpartner: Herr Böhme
Tel.: +49 30 5497997 511
E-Mail: a.boehme@glu-freiberg.de

Auftragsnummer: P230387UM.1276.DD1

Auftragnehmer: GICON®-Großmann Ingenieur Consult GmbH

Postanschrift: GICON®-Großmann Ingenieur Consult GmbH
Tiergartenstraße 48
01219 Dresden

Projektleitung: Dipl.-Ing. Doris Grahn
Telefon: +49 351 47878-52
E-Mail: d.grahn@gicon.de

Projektbearbeitung: B.Eng Jessica Weise
Telefon: +49 351 47878-7789
E-Mail: j.weise@gicon.de

Berichts-Nr. L230387-01

Fertigstellungsdatum: 29.07.2025

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	7
1.1	Aufgabenstellung.....	7
1.2	Standort und Umgebung	7
2	Anlagen- und Verfahrensbeschreibung.....	9
2.1	Rohstoffabbau und Abraumwirtschaft	9
2.2	Bilanzierung der Materialmengen	12
2.3	Eingesetzte Fahrzeuge und wesentliche Fahrzeugbewegungen	12
2.4	Betriebszeiten.....	13
2.5	Emissionsmindernde Faktoren.....	13
3	Bestimmung der Emissionsmassenströme für die Ausbreitungsrechnung.....	14
3.1	Immissionserheblichste Jahresscheibe.....	14
3.2	Festlegung der Emissionsquellen	14
3.3	Abschätzung der Emissionsmassenströme nach VDI 3790	14
3.4	Zusammenfassung der diffusen Emissionsquellen.....	15
4	Grundlagen für die Immissionsberechnung.....	16
4.1	Berechnungsgrundlagen	16
4.2	Bewertungsmaßstäbe	16
4.3	Beurteilungsgebiet und Beurteilungspunkte	16
5	Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen	18
6	Zusammenfassung.....	21
7	Quellenverzeichnis.....	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Luftbild mit Kennzeichnung der Grenze der Erweiterungsfläche des RBP (blau, orange gefüllt), bestehenden RBP-Fläche (magenta) und der nächstgelegenen Wohnbebauung.....	8
Abbildung 2: Auszug OpenStreetMap mit Kennzeichnung der Erweiterungsfläche des RBP (blau, orange gefüllt), bestehenden RBP-Fläche (magenta) und der nächstgelegenen Wohnbebauung.....	8
Abbildung 3: Aufbereitungsanlage zur Aufbereitung des Rohstoffes.....	10
Abbildung 4: Zeitliche und räumliche Entwicklung des Tagebaus (Quelle: Abbau- und Abraumkonzept /9/).....	11
Abbildung 5: Luftbild mit Kennzeichnung des Kiessandtagebaus (blau = Vorhabenfläche, magenta = Bestand) der Beurteilungspunkt (gelb, BUP) und des Beurteilungsgebiets (rot, Radius = 2.000 m)	17
Abbildung 6: PM10-J00 (Jahresmittelwert Schwebstaub PM10-Fraktion), Gesamtzusatzbelastung im Beurteilungsgebiet (Radius = 2.000 m).....	18
Abbildung 7: PM2,5-J00 (Jahresmittelwert Schwebstaub PM2,5-Fraktion), Gesamtzusatzbelastung im Beurteilungsgebiet (Radius = 2.000 m).....	19
Abbildung 8: StN (Jahresmittelwert Staubniederschlag), Gesamtzusatzbelastung im Beurteilungsgebiet (Radius = 2.000 m)	19
Abbildung 9: Windrichtungsverteilung Station Berlin Brandenburg, repräsentatives Jahr 23.04.2014 bis 22.04.2015.....	32
Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung von Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen der Station Berlin Brandenburg, repräsentatives Jahr 23.04.2014 bis 22.04.2015.....	33
Abbildung 11: Geländehöhen im Beurteilungsgebiet (rot) für den Kiessandtagebau (blau = Vorhabenfläche, magenta = Bestand).....	35
Abbildung 12: Geländesteigung und Anemometerposition im Rechengebiet für den Kiessandtagebau (blau = Vorhabenfläche, magenta = Bestand) und Beurteilungsgebiet (rot).....	36
Abbildung 13: Lage der Emissionsquellen für die Ausbreitungsberechnung	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Emissionsansatz – Parameter der gehandhabten Stoffe.....	15
Tabelle 2:	Zusammenfassung der Emissionsquellen und Emissionsdaten für Staub...	15
Tabelle 3:	Bewertungsmaßstäbe für Immissionen gem. TA Luft.....	16
Tabelle 4:	Beurteilungspunkt für die Immissionsberechnungen	17
Tabelle 5:	Gesamtzusatzbelastung am maßgeblichen Beurteilungspunkt	20

Anhangsverzeichnis

Anhang 1:	Staubemissionsabschätzung gem. VDI 3790 Blatt 3 und 4	
Anhang 2:	Grundlagen der Ausbreitungsrechnung	
Anhang 3:	Rechenprotokolle austal.log	
Anhang 4:	Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft	

Abkürzungsverzeichnis

AKTerm	Meteorologische Zeitreihe für ein Jahr
BEW	Bewilligungsfeld/ bewilligte Gesamtfläche
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BUP	Beurteilungspunkt
BW	Beurteilungswert
Fz	Fahrzeug
LKW	Lastkraftwagen
PM	Particulate Matter (Feinstaub)
PM10	Staub der Partikelgröße < 10 µm
PM10-J00	Jahresmittelwert Feinstaub
PM10-T35	Tagesmittelwert Feinstaub mit 35 zulässigen Überschreitungen im Jahr
PM2,5	Staub der Partikelgröße < 2,5 µm
RL	Radlader
RBP	Rahmenbetriebsplan
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
StN	Staubniederschlag
ü. NHN	über Normalhöhennull (Geodätische Höhe in Meter über Meeresspiegel)

1 Einführung

1.1 Aufgabenstellung

Die Heidelberg Materials Mineralik DE GmbH betreibt den Kiessandtagebau Müncheberg Vorheide II. Nunmehr ist eine Erweiterung des Tagesbaus um eine Fläche von 45,91 ha (unverritzte, potenzielle Abbaufäche rund 41,6 ha) innerhalb des Bergwerkseigentumes vorgesehen.

Die derzeitige Planung sieht die Erweiterung des Abbaufeldes ausgehend von der bestehenden RBP-Fläche von ca. 35,8 ha in nördliche, östliche und südliche Richtung vor. Die Rohstoffgewinnung erfolgt ausschließlich im Trockenschnitt.

Die Abbau- und Abraumkonzeption wurde durch das Ingenieurbüro GICON® Resources GmbH erstellt. /9/

Im Rahmen der Antragsunterlagen ist die Erarbeitung einer Staubimmissionsprognose erforderlich. Die GICON GmbH wurde mit der Durchführung dieser Untersuchung beauftragt, mit dem Ziel, die in den relevanten Betriebsphasen zukünftig vom Tagebau in der Umgebung zu erwartenden Staubimmissionen zu ermitteln, zu beurteilen und in einem schriftlichen Gutachten darzustellen. Dabei werden die freigesetzten Emissionsmassenströme auf Basis der vorliegenden Abbau- und Abraumkonzeption sowie den Eindrücken des Ortstermins vom 27.11.2023 nach VDI 3790 Blatt 3 /3/ und Blatt 4 /4/ bestimmt sowie deren Ausbreitung und die sich ergebenden Immissionen in der Umgebung nach TA Luft /1/ berechnet.

1.2 Standort und Umgebung

Der Kiessandtagebau Müncheberg Vorheide II befindet sich im Bundesland Brandenburg, Landkreis Märkisch-Oderland, Gemarkung Waldsieversdorf, Flur 001 und Gemarkung Müncheberg 1, Flur 019. Die Tagebaufäche wird durch folgende Nutzungen begrenzt:

- Norden: Waldfläche
- Süden: Waldfläche und anschließend Bundesstraße B1
- Westen: Waldfläche und anschließend ehemal. NVA-Kaserne und Straße zum Roten Luch
- Osten: Wald- und Landwirtschaftsfläche und anschließend Ortslage Schlagenthin

Die nächstgelegene schutzbedürftige Wohnbebauung befindet sich in nordwestlicher Richtung in einer Entfernung von ca. 500 m zur geplanten Erweiterungsfläche, vgl. nachfolgende Abbildungen.

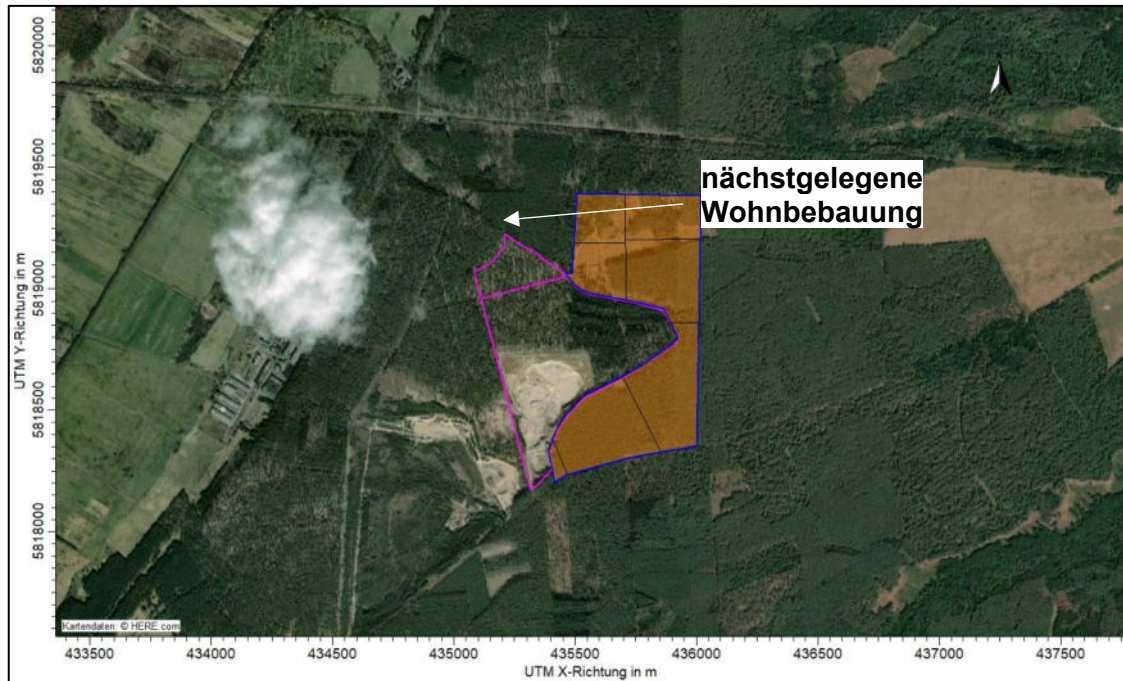


Abbildung 1: Luftbild mit Kennzeichnung der Grenze der Erweiterungsfläche des RBP (blau, orange gefüllt), bestehenden RBP-Fläche (magenta) und der nächstgelegenen Wohnbebauung

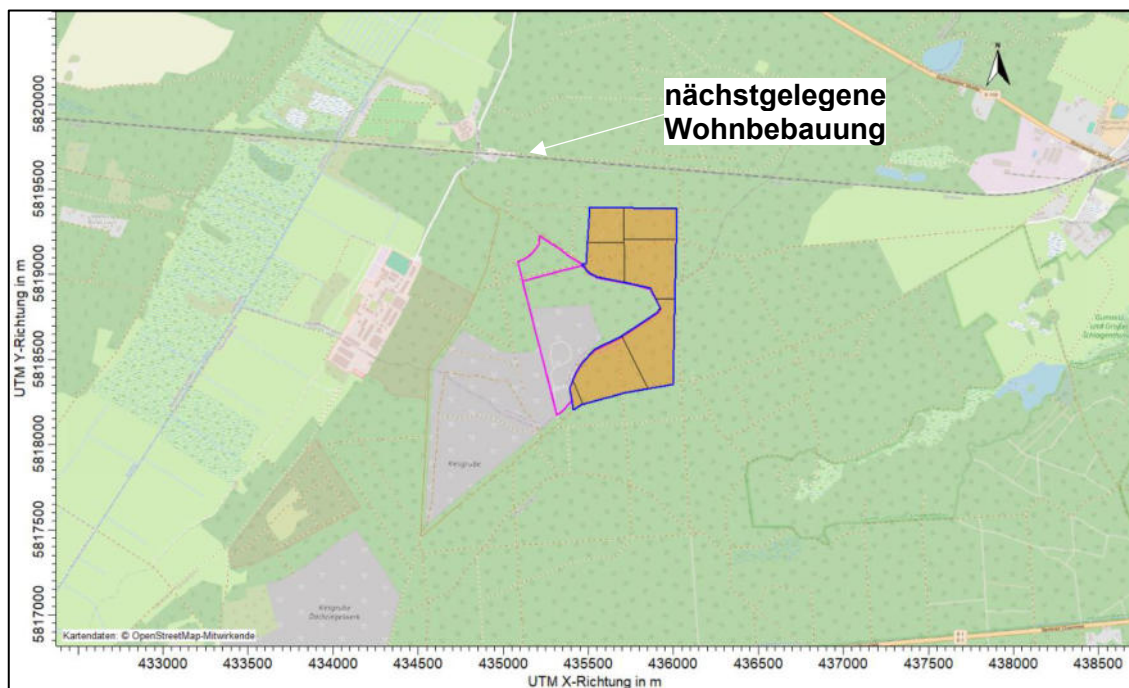


Abbildung 2: Auszug OpenStreetMap mit Kennzeichnung der Erweiterungsfläche des RBP (blau, orange gefüllt), bestehenden RBP-Fläche (magenta) und der nächstgelegenen Wohnbebauung

2 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung

Die nachfolgende Beschreibung basiert auf den vorliegenden Unterlagen und Informationen zum Kiessandtagebau Vorheide II /5/.

Ausgehend von einer durchschnittlichen jährlichen Rohstoffproduktion von ca. 300.000 t und einer durchschnittlichen Abbaumächtigkeit von etwa 11,5 m sowie einer Rohdichte von 1,7 t/m³ werden gegenwärtig und zukünftig jährlich 2,09 ha Fläche in Anspruch genommen.

2.1 Rohstoffabbau und Abraumwirtschaft

Die geplante Erweiterungsfläche des Kiessandtagebaus am Standort Vorheide umfasst eine Fläche von ca. 45,91 ha (Fläche inklusive Sicherheitsstreifen und Aufbereitungsflächen) und schließt sich an die bestehende Abbaufäche an. Bislang handelt es sich um eine Waldfläche.

Vorfeldberäumung

Für die Vorfeldberäumung wird die vorhandene Waldfläche abgeholzt und gerodet. Anschließend wird der Oberboden abschnittsweise mit einem zeitlichen Vorlauf abgeschoben.

Im Durchschnitt wird eine ca. 0,3 m mächtige Schicht abgeschoben. Der Abtrag des Mutterbodens erfolgt mittels Planierdraupe/Bagger und Radlader.

Die gewonnenen Erdmengen werden vor Ort an den Rändern des Tagebaus zwischengelagert und nicht abgefahren. Umlaufend um den Tagebau soll als Begrenzung sowie als Sicht- und Lärmschutz ein Wall errichtet werden, wofür der Mutterboden genutzt und mit bis zu 2 m Höhe aufgetragen wird.

Für die Immissionsprognose wird von einer vollständigen Beräumung des Mutterbodens auf der gesamten Abbaufäche des jeweiligen Abbaufeldes in einem Jahr ausgegangen.

Rohstoffgewinnung

Es erfolgt keine separate Beräumung von Abraum.

Die derzeitige Planung sieht die Erweiterung der bestehenden Rohstoffgewinnung aus östlicher bis südöstlicher Richtung bis an die geplante Feldesgrenze heran und anschließend in südwestlicher Richtung vor. Danach soll die Rohstoffgewinnung zunächst in nördliche Richtung bis zur Feldesgrenze fortgesetzt werden und dann in westliche Richtung schwenken. Die räumliche und zeitliche Entwicklung des Tagebaus ist in Abbildung 4 dargestellt.

Die Gewinnung erfolgt im Trockenschnitt / Hochschnitt, bis zu einer Tiefe von max. 1 m über höchst zu erwartenden Grundwasserstand.

Die Planung sieht vor, das gewonnene Rohmaterial, ausgehend von der Tagebaufront, per Bandanlage zur bestehenden Nassklassieranlage zu transportieren und aufzubereiten. Die Bandanlage soll abbaubegleitend mitgeführt werden. Der Transport zum Aufgabeträger

erfolgt mit Radlader zur Bandanlage. Weiterhin soll eine mobile Siebanlage für die bedarfsweise Trockenabsiebung mit der Tagebaufront mitgeführt werden.

Die Bereitstellung des erforderlichen Brauchwassers erfolgt über eine Rohrleitung aus dem angrenzenden Frischwasserbecken.

Als Abbauzeitraum werden ca. 22 Jahre veranschlagt.

Aufbereitung

Zur Aufbereitung wird entweder eine mobile Siebanlage oder eine stationäre Nassklassieranlage (vgl. Abbildung 3) eingesetzt. Der Einsatz richtet sich nach dem gewünschten Produkt. Die Beschickung der Anlagen erfolgt direkt oder über Bandanlage (s. Beschreibung oben).

Der Austrag aus der Aufbereitungsanlage erfolgt mittels Bandabwurf. Das aufbereitete Material wird vorgehalten und anschließend mittels Radlader auf LKW geladen und abtransportiert. Die Produktion richtet sich nach dem Bedarf. Die Nassklassieranlage verfügt über eine Durchsatzkapazität von 125 – 130 t/h, für die mobile Siebanlage ist von einem Durchsatz von 300 t/h auszugehen.

Nach Durchlaufen der stationären Aufbereitungsanlage werden ca. 10 % der Materialien abgetrennt (Aufbereitungsrückstände, d. h. nicht verwertbare Feinsande). Diese inerten Aufbereitungsrückstände werden zur Verfüllung der im Südosten der Erweiterung liegenden Fläche von 4,3 ha genutzt (vgl. Abbildung 4).

Dies entspricht einer Menge von ca. 30.000 t im Jahr, die auf der Fläche von ca. 4,3 ha sukzessive über den Abbauzeitraum verbracht werden sollen (Angleichung an die südöstliche Geländeaußenkante).

Der Eintrag in den Verkipfbereich erfolgt mit Radlader und Planierraupe.



Abbildung 3: Aufbereitungsanlage zur Aufbereitung des Rohstoffes

Abtransport der Rohstoffe

Der gewonnene Rohstoff wird im Bereich der Nassklassieranlage auf LKW geladen und über die bestehende Zufahrtsstraße in Richtung Süden zur Bundesstraße B1 abtransportiert.

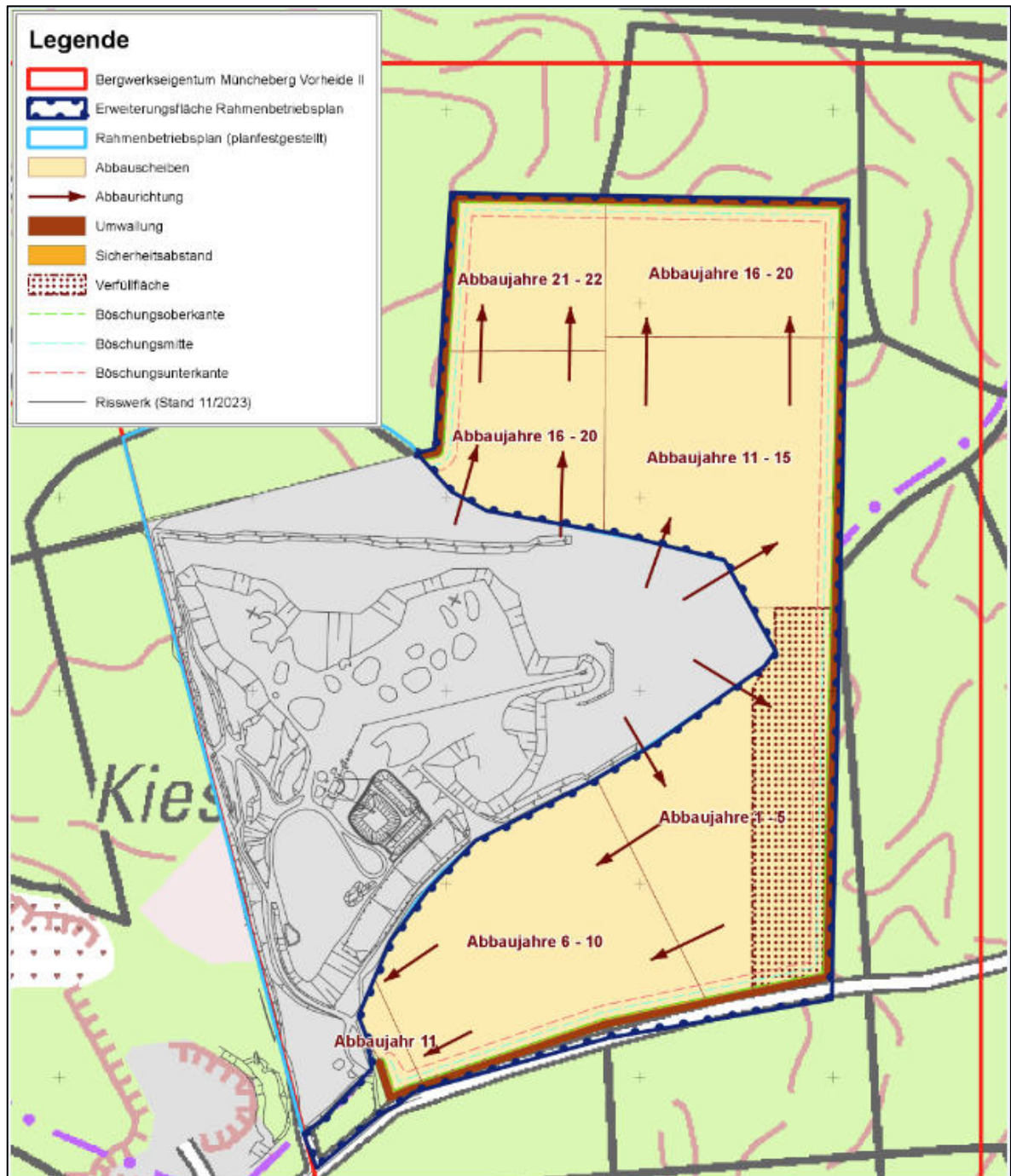


Abbildung 4: Zeitliche und räumliche Entwicklung des Tagebaus (Quelle: Abbau- und Abraumkonzept /9/)

2.2 Bilanzierung der Materialmengen

Materialmengen:

Mutterbodenberäumung:

- Abbaufäche Abbaufeld: 41,6 ha
- Mächtigkeit Mutterboden: 0,3 m
- Menge Mutterbodenschicht Abbaufäche: ca. 125.000 m³
- eingesetzte Menge an Mutterboden
(Umwallung, Zwischenlagerung): ca. 125.000 m³
- Mutterboden pro Abbauscheibe: ca. 21.000 m³
ca. 39.000 t

Abraumberäumung/ Rohstoffgewinnung:

- Abbaufäche, gesamt: 41,6 ha
- Menge Abraum/Rohstoff: 330.000 t/a
- Menge zu verkippende Materialien 30.000 t/a

Rohstoffproduktion:

- durchschnittliche Jahresproduktion: ca. 300.000 t

2.3 Eingesetzte Fahrzeuge und wesentliche Fahrzeugbewegungen

Für den Mutterbodenabtrag und Einbau, die Gewinnung und den innerbetrieblichen Transport kommen folgende Aggregate (oder vergleichbar) zum Einsatz:

- Radlader CAT 966M: ca. 3,2 – 7,4 m³ Schaufelinhalt → Ansatz 5 t
- Radlader Volvo L150G: ca. 4 – 4,4 m³ Schaufelinhalt → Ansatz 7 t
- Bagger CAT 325D L: ca. 1,4 m³ Schaufelinhalt → Ansatz 3 t
- Dumper Volvo A25C: ca. 13,5 m³ Muldeninhalt → Ansatz 25 t
- Planierdraupe Komatsu D61PXi: ca. 3,4 – 3,8 m³ Schildkapazität → Ansatz 7 t

Folgende wesentliche Fahrzeugbewegungen mit den genannten Ansätzen (aufgerundete konservative Werte) werden in der Prognose berücksichtigt (konservativer Ansatz bei Ansatz kleiner Menge Einzelfahrzeug):

- Bewegungen Bagger/Radlader (RL) zum Abtragen Mutterboden (durchschnittl. Transportmenge: 5 t, 39.000 t/a) → 7.800 Fahrzeugbewegungen pro Jahr (einfach)
- RL-Bewegungen Transport Mutterboden zum Wallbau/Zwischenlagerung (RL-Schaufel: 5 t, 39.000 t/a) → 7.800 Fahrzeugbewegungen pro Jahr (einfach)
- Bewegungen Bagger/RL zum Wallbau Mutterboden (Schaufel: 3 t) → 13.000 Fahrzeugbewegungen pro Jahr (einfach)

- RL-Bewegungen zum Transport Rohstoff zur Aufbereitungsanlage/Bandanlage (Schaufel: 5 t, 330.000 t/a) → 66.000 Fahrzeugbewegungen pro Jahr (einfach)
- RL/Planierdraupe/Dumper-Bewegungen zur Verkipfung der Materialreste aus Aufbereitung (Schaufel: 7 t, 30.000 t/a) → 4.300 Fahrzeugbewegungen pro Jahr (einfach)
- RL-Fahrten zum Materialtransport von Aufbereitungsanlage zur Zwischenlagerung (Schaufel: 5 t, 300.000 t/a) → 60.000 Fahrzeugbewegungen (einfach)
- RL-Bewegungen zur LKW-Beladung mit 300.000 t Fertigprodukt (Schaufel: 5 t) → 60.000 Fahrzeugbewegungen (einfach)
- LKW-Abtransport von 300.000 t Fertigprodukt (Zuladung: 20 t/Fz.) → 15.000 Fahrzeugbewegungen (einfach).

2.4 Betriebszeiten

Der Kiessandtagebau wird von Montag bis Freitag in der Zeit von 6:00 Uhr bis 22:00 Uhr und am Samstag in der Zeit von 6:00 Uhr bis 13:00 Uhr betrieben. Innerhalb dieser Zeiten werden sämtliche Arbeiten für die Rohstoffgewinnung und den Rohstofftransport durchgeführt.

Für die Immissionsprognose wird konservativ eine Emissionszeit von insgesamt 4.500 h/a angesetzt.

2.5 Emissionsmindernde Faktoren

Wichtige emissionsmindernde Faktoren beim Betrieb des Kiessandtagebaus sind:

- Der gewonnene Rohstoff wird teilweise über Bandanlage zur stationären Aufbereitungsanlage (Nassklassierung) auf der Tagebausohle transportiert.
- Es fällt kein separater Abraum an. Die in der Aufbereitungsanlagen aussortierten ca. 10 % nicht verwendbaren Rohstoffes verbleiben innerhalb der Abbaufäche und werden nicht mittels LKW vom Tagebau abgefahren. Mutterboden wird vollständig zur Wiedernutzbarmachung oder zur Errichtung eines umlaufenden Walls genutzt, so dass kein Antransport von Massen erfolgen muss.
- Es erfolgt die Herstellung von Sanden und Bausanden. In diesem Zusammenhang werden vergleichsweise kleinere Klassieranlagen eingesetzt und es findet überwiegend eine Nassklassierung zur Klassierung von Kiesen zur Betonherstellung statt.
- Die stationäre Aufbereitungsanlage (Nassklassierung) wird auf der Tagebausohle betrieben.

3 Bestimmung der Emissionsmassenströme für die Ausbreitungsrechnung

3.1 Immissionserheblichste Jahresscheibe

Die Ausbreitungsberechnung für Stäube hat gem. Anhang 2 Nr. 1 TA Luft als Zeitreihenrechnung über jeweils ein Jahr zu erfolgen. Aufgrund der Nähe zur nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzung (Straße zum Roten Luch 2 in Waldsieversdorf) werden in dieser Prognose als kritische Fälle die **Abbaujahre 21 bis 22** in nördlicher Richtung betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass im Prognosejahr der Mutterboden für die Gesamtflächen der Abbaujahre 21 bis 22 abgetragen wird.

Dieses Abbauszenario weist den geringsten Abstand auf und stellt damit das immissionserheblichste Szenario dar. Zusätzlich wird die vorgesehene Fläche zur Verkipfung der Materialien aus der Aufbereitung in der Prognose mit berücksichtigt.

3.2 Festlegung der Emissionsquellen

Für das Szenario werden die folgenden Emissionsquellen definiert:

- Q1 Mutterbodenberäumung, Zwischenlagerung und Verbau
- Q2 Rohstoffgewinnung (Abbautätigkeit)
- Q3 Abwehung von offener Fläche, Lagerflächen für Produkt und Bandanlage
- Q4 Innerbetrieblicher Radladertransport
- Q5 Rohstoffaufbereitung und Verladung
- Q6 LKW-Fahrverkehr
- Q7 Verbringung, Verkipfung und Abwehung Materialreste

Die jeweiligen emissionsverursachenden Vorgänge sind im Anhang 1 in der Berechnung der Emissionsfaktoren dargestellt. Die Lage der modellierten Flächen ist ebenfalls dem Anhang 1 zu entnehmen.

3.3 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 abgeschätzt werden.

Bilanziert und beurteilt wird der Zeitraum eines Kalenderjahres.

Die staubemittierenden Vorgänge werden wie folgt berücksichtigt:

- I. Transportvorgänge
- II. Umschlagprozesse /Klassieren/ Aufbereitung
- III. Abwehung.

Im Folgenden werden für diese Vorgänge Emissionsfaktoren bestimmt. Dabei werden die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Annahmen zur mittleren Staubentwicklung konservativ angesetzt, die auf Wahrnehmungen bei vielen Begehungen vergleichbarer Tagebaue und Aufbereitungsanlagen beruhen.

Tabelle 1: Emissionsansatz – Parameter der gehandhabten Stoffe

Stoff	mittlere Schüttdichte [t/m³]	Korngröße [mm]	Staubentwicklung (gem. VDI 3790, Bl. 3)
Mutterboden	1,85	< 20	Staub nicht wahrnehmbar
Rohstoff, nicht aufbereitet	1,7	> 32	Staub nicht wahrnehmbar
Rohstoff aufbereitet	1,7	0/2 2/8 8/16 16/32	schwach staubend

Die verwendeten Ansätze, die ermittelten Emissionsfaktoren und die sich ergebenden Emissionsmassenströme sind im Anhang 1 dargestellt und soweit notwendig erläutert.

3.4 Zusammenfassung der diffusen Emissionsquellen

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

Tabelle 2: Zusammenfassung der Emissionsquellen und Emissionsdaten für Staub

ID	Beschreibung	Quellart	Durchschnittliche Emissionszeit	Emiss.-höhe	Staubemissionsstrom
			[h/a]	[m]	[kg/h]
Q1.1	Mutterbodenberäumung, Zwischenlagerung und Verbau Wall	Volumen	4.500	0-5	2,51
Q1.2	Abwehung offene Abbaufäche	Flächenquelle	8.760	0	0,41
Q2	Rohstoffgewinnung (Abbautätigkeit) und mobile Siebanlage	Volumen	4.500	0-3	3,59
Q3	Abwehung Lagerflächen/Haufwerke für Produkt	Volumen	8.760	0-5	0,09
Q4	Innerbetrieblicher Transport	Volumen	4.500	0-2	6,76
Q5	Rohstoffaufbereitung und Verladung	Volumen	4.500	0-4	12,69
Q6	LKW-Fahrverkehr	Volumen	4.500	0-2	3,61
Q7.1	Verbringung Verkipfung Materialreste	Volumen	4.500	0-2	0,21
Q7.2	Abwehung Fläche Materialreste	Flächenquelle	8.760	0	0,05

Aufgrund der Überschreitung des Bagatellmassenstroms gem. Nr. 4.6.1.1 TA Luft für Gesamtstaub bei diffusen Vorgängen ist eine Immissionsberechnung für Staub durchzuführen.

4 Grundlagen für die Immissionsberechnung

4.1 Berechnungsgrundlagen

Für die Ausbreitungsberechnungen wird eine Software auf der Basis des Programmkerns AUSTAL (Version 3.3.0) angewendet, die die Vorgaben der TA Luft umsetzt (AustalVIEW, Fa. Argusoft).

Es wurde die ab Version 3.2 in AUSTAL implementierte Option Wetdrift verwendet, welche ein realistischeres Abbild der nassen Deposition liefert. Das zugrundeliegende Verfahren wurde in die Arbeitsgruppe zur Überarbeitung der Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 (Depositionsparameter) eingebracht und soll in der Richtlinie verankert werden.

Die Grundlagen der Immissionsberechnung sind dem Anhang 2 zu entnehmen.

4.2 Bewertungsmaßstäbe

Die TA Luft gibt für die in der Prognose betrachteten Schadstoffe (Staub) die in der folgenden Tabelle aufgeführten Immissionswerte vor.

Tabelle 3: Bewertungsmaßstäbe für Immissionen gem. TA Luft

Komponente	Mitteilungszeit- raum	Immissions- werte nach TA Luft	Zulässige Über- schreitungs- häufigkeit im Jahr in d	Irrelevanz- kriterien nach TA Luft ¹
Immissionswert nach Nr. 4.2.1 TA Luft zum Schutz der menschlichen Gesundheit				
PM10 in µg/m³	Jahr	40	-	1,2
	24-Stunden	50	35	-
PM2,5 in µg/m³	Jahr	25	-	0,75
Immissionswert nach Nr. 4.3.1 TA Luft zum Schutz vor erheblichen Belästigungen				
StN in g/(m²·d)	Jahr	0,35	-	0,0105

¹ gem. Nr. 5.4.2 TA Luft 3 % des Immissionswertes

4.3 Beurteilungsgebiet und Beurteilungspunkte

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 50fachen der tatsächlichen Schornsteinhöhe (hier Emissionshöhe) entspricht und in der die Zusatzbelastung im Aufpunkt mehr als 3,0 vom Hundert des Jahresimmissionswertes beträgt. Bei einer Austrittshöhe der Emissionen von weniger als 20 m soll der Radius mindestens 1 km betragen.

In der vorliegenden Prognose werden diffuse Emissionsquellen mit Höhen von bis zu 5 m betrachtet, sodass die Austrittshöhe der Emissionen weniger als 20 m beträgt. Es wird ein Beurteilungsgebiet mit einem Abstand von mindestens 1.000 m zu den Emissionsquellen und mit einem Radius von 2.000 m um den Mittelpunkt der Abbaufäche festgelegt. Damit

werden die Anforderungen an das Beurteilungsgebiet gem. TA Luft erfüllt. Innerhalb des Beurteilungsgebietes befinden sich alle maßgeblichen 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“ für dort nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter (Maximum der langfristigen Exposition und Maximum der Spitzenbelastung) möglich wird. Daher erfolgt eine Festlegung der Beurteilungspunkte im Hinblick auf die Exposition und höchsten zu erwartenden Gesamtbelastungen, d.h. Empfindlichkeiten für Immissionsbelastungen.

Unter diesem Gesichtspunkt wird die nächstgelegenen Wohnnutzung nordwestlich des Kiessandtagebaus für die Beurteilung herangezogen. Weitere Wohnnutzungen oder Büronutzungen sind im Beurteilungsgebiet nicht vorhanden.

Die Lage des Beurteilungspunktes ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen bzw. in Abbildung 5 dargestellt.

Tabelle 4: Beurteilungspunkt für die Immissionsberechnungen

ID	Erläuterung	Abstand zur Abbaufläche in m (Grenze des RBP)	x-Wert *	y-Wert *
BUP_1	Wohnbebauung Zum Roten Luch 2	ca. 920 m	434945,12	5819682,67

* UTM-Koordinaten (ETRS89, Zone 33/Nord)

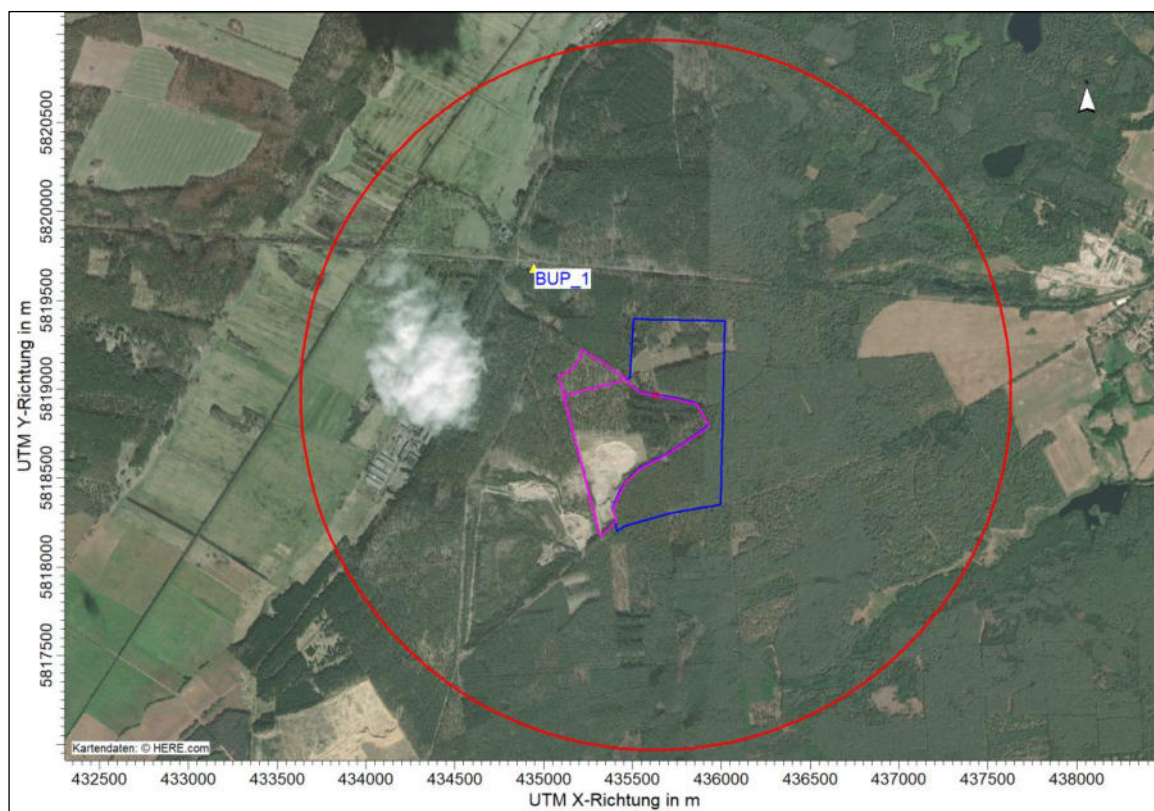


Abbildung 5: Luftbild mit Kennzeichnung des Kiessandtagebaus (blau = Vorhabenfläche, magenta = Bestand) der Beurteilungspunkt (gelb, BUP) und des Beurteilungsgebiets (rot, Radius = 2.000 m)

5 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen

In der Ausbreitungsberechnung nach TA Luft gilt es die Immissionskenngrößen zu ermitteln. Immissionskenngrößen kennzeichnen gem. Nr. 2.2 TA Luft die Höhe der Belastung durch einen luftverunreinigenden Stoff. Bei der Belastung sind Vorbelastung, Gesamtzusatzbelastung, Zusatzbelastung und Gesamtbelastung zu unterscheiden.

Die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag des Vorhabens. Die Gesamtbelastung ergibt sich aus der Vorbelastung und der Zusatzbelastung. Die Gesamtzusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der durch die gesamte Anlage hervorgerufen wird.

Aufgrund der Fortschreitung des Tagebaus mit veränderten Koordinaten der Emissionsquellen wird nachfolgend die Gesamtzusatzbelastung des Tagebaubetriebes ausgewiesen.

Die Ergebnisse der Prognose der Gesamtzusatzbelastung für PM10-Staub im Jahresmittel, PM2,5-Staub im Jahresmittel und Staubbiederschlag sind in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

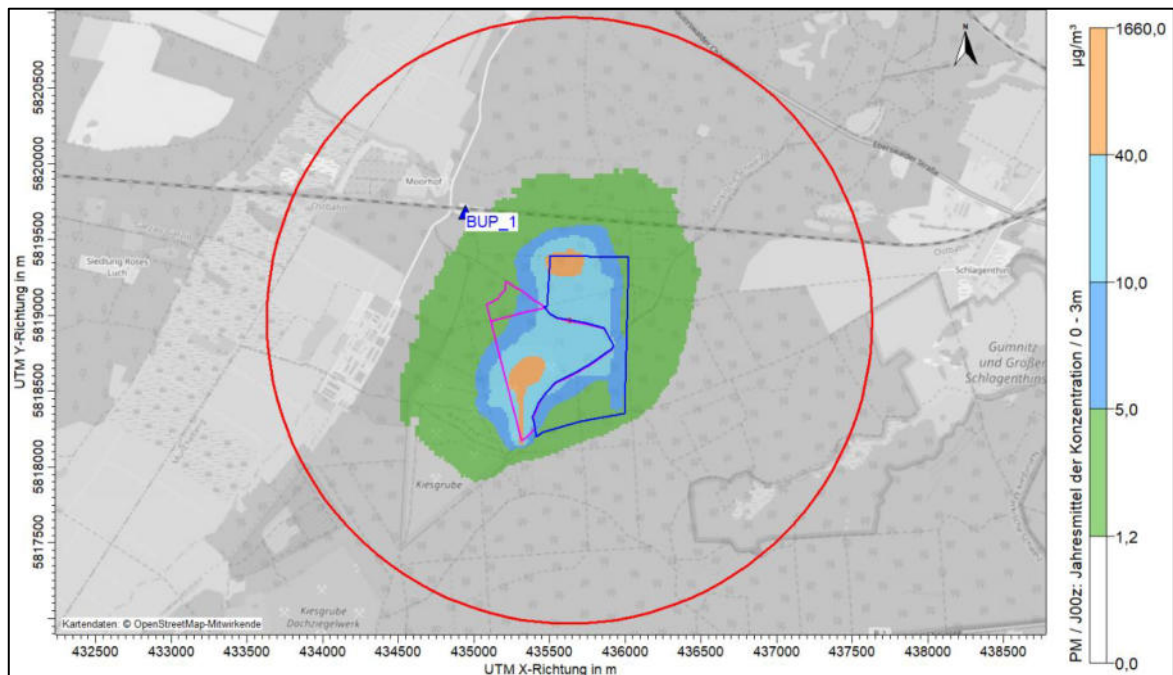


Abbildung 6: PM10-J00 (Jahresmittelwert Schwebstaub PM10-Fraktion), Gesamtzusatzbelastung im Beurteilungsgebiet (Radius = 2.000 m)

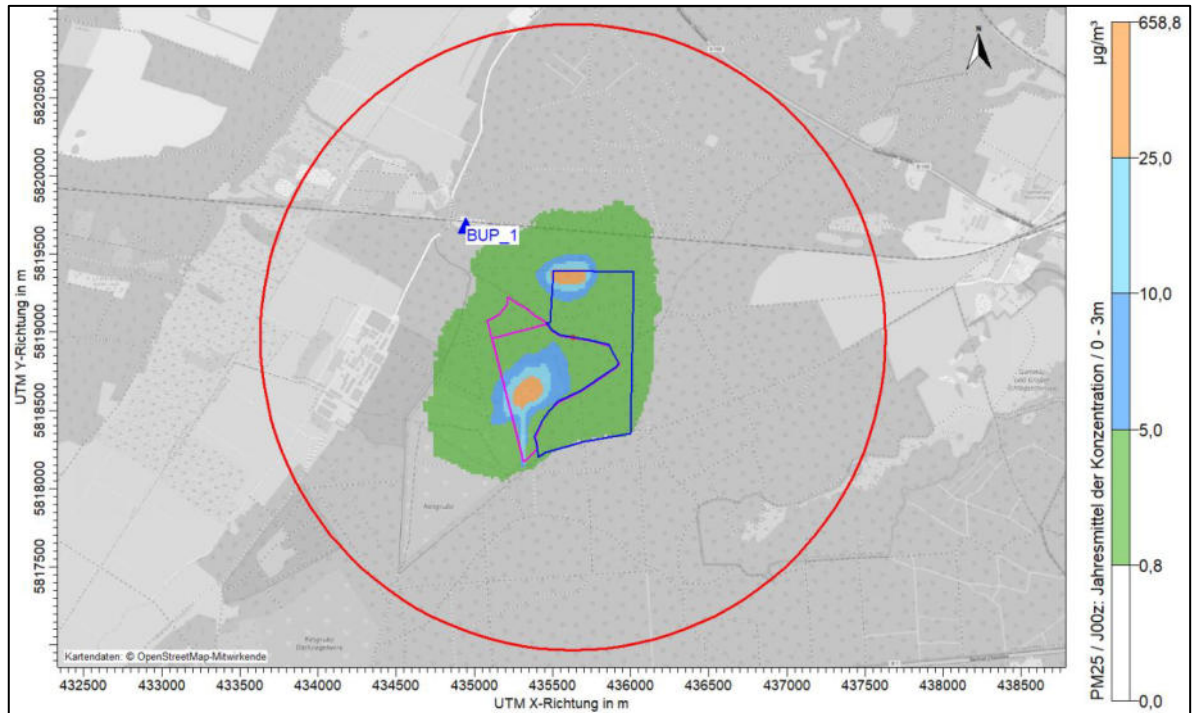


Abbildung 7: PM2,5-J00 (Jahresmittelwert Schwebstaub PM2,5-Fraktion), Gesamtzusatzbelastung im Beurteilungsgebiet (Radius = 2.000 m)

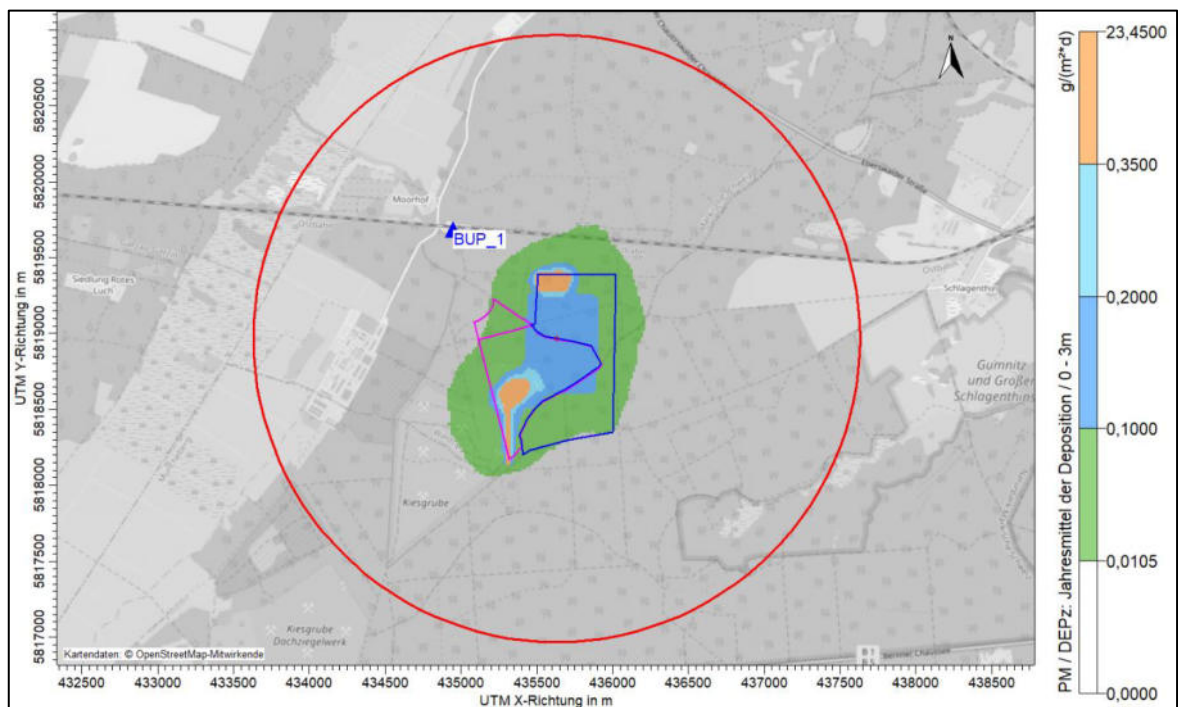


Abbildung 8: StN (Jahresmittelwert Staubniederschlag), Gesamtzusatzbelastung im Beurteilungsgebiet (Radius = 2.000 m)

Die Ergebnisse der durchgeführten Ausbreitungsberechnungen sind für den maßgeblichen Beurteilungspunkt in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt und den Beurteilungswerten gem. TA Luft gegenübergestellt.

Tabelle 5: Gesamtzusatzbelastung am maßgeblichen Beurteilungspunkt

Stoff	Beurteilungs- wert	Mittelungs- zeitraum	Irrelevanz- wert	BUP_1
Schutz der menschlichen Gesundheit gem. TA Luft Pkt. 4.2.1 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
PM10	40	Jahr	1,2	0,79
	50	24 h (35)*	-	2,77
PM2,5	25	Jahr	0,75	0,388
Schutz vor erheblichen Nachteilen und Belästigungen gem. TA Luft Pkt. 4.3.1 in $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$				
StN	0,35	Jahr	0,0105	0,00184

*((zulässige Überschreitungshäufigkeit)

Am maßgeblichen Beurteilungspunkt werden für PM10-Staub, PM2,5-Staub und Staubbiederschlag die Irrelevanzwerte unterschritten. Bei Unterschreitung der Irrelevanz kann gem. Nr. 4.1 der TA Luft davon ausgegangen werden, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch diese im Anlagenbetrieb freigesetzten Stoffe hervorgerufen werden können.

6 Zusammenfassung

Die Heidelberg Materials Mineralik DE GmbH betreibt den Kiessandtagebau Müncheberg Vorheide II. Nunmehr ist eine Erweiterung des Tagesbaus um eine Fläche von 45,91 ha (unverritzte, potenzielle Abbaufäche rund 41,6 ha) innerhalb des Bergwerkseigentumes vorgesehen.

Die derzeitige Planung sieht die Erweiterung des Abbaufeldes ausgehend von der bestehenden RBP-Fläche von ca. 35,8 ha in nördliche, östliche und südliche Richtung vor. Die Rohstoffgewinnung erfolgt ausschließlich im Trockenschnitt.

In der vorliegenden Staubimmissionsprognose wurden die durch den geplanten Betrieb des Kiessandtagebaus verursachten Staubemissionen abgeschätzt und die daraus resultierenden Immissionen in der Umgebung nach TA Luft über Ausbreitungsberechnungen berechnet. Dabei wurde die immissionserheblichste Jahresscheibe identifiziert mit größter Annäherung an den maßgeblichen Beurteilungspunkt.

Die Ergebnisse der Berechnungen unter Berücksichtigung konservativer Ansätze zeigen:

- Die ermittelten Gesamtzusatzbelastungen für PM10-Staub, PM2,5-Staub und Staubniederschlag unterschreiten am maßgeblichen Beurteilungspunkt, der Wohnbebauung Zum Roten Luch 2, die Irrelevanzwerte.

Im Ergebnis der Immissionsprognose können somit erhebliche Auswirkungen durch Staubemissionen und daraus resultierende Immissionen des geplanten Abbaus, der Aufbereitung und des Rohstofftransports im Kiessandtagebau ausgeschlossen werden.

Dresden, den 29.07.2025

GICON[®] - Großmann Ingenieur Consult GmbH

gez. B.Eng Jessica Weise
FB Umweltmanagement

7 Quellenverzeichnis

- /1/ BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2021): Erste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Luft), Neufassung vom 18.08.2021
- /2/ VDI - Verein Deutscher Ingenieure (2010): VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13, Qualitätssicherung in der Immissionsprognose, Anlagenbezogener Immissionsschutz Ausbreitungsrechnung gem. TA Luft, (Januar 2010)
- /3/ 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, (Januar 2010)
- /4/ VDI – Verein Deutscher Ingenieure (2018): VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Fahrzeugbewegungen auf gewerblich-industriellem Gelände, Stand: September 2018
- /5/ GICON® Resources GmbH (2025): Unterlagen und Informationen zum Kiessandtagebau Vorheide II, Stand: Juli 2025
- /6/ Österreichisches Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2013): Technische Grundlagen zur Beurteilung diffuser Staubemissionen (www.bmwfj.gv.at)
- /7/ Kummer et al. (2010): Ermittlung des PM10-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschuttaufbereitungsanlagen
- /8/ Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (2000): Bericht „Grundsatzuntersuchung über die Ermittlung der Korngrößenverteilung im Abgas verschiedener Emittenten“ Projekt 1: Anlagen der Zement-, Glas-, Keramik und Metallindustrie, Asphaltmischanlagen, Schwerölfeuerungen“ (Dezember 2000)
- /9/ GLU (2024): Erweiterung des Kiessandtagebaus Müncheberg Vorheide II, Abraum – und Abbaukonzept, Geologische Landesuntersuchung GmbH Freiberg, Freiberg 18.03.2024

Anhang 1

Staubemissionsabschätzung gem. VDI 3790 Blatt 3 und 4

\\gicon.de\\Daten\\PRJ\\IDD1\\PROJEKT\\2023\\P230387\\AK_1276_DD1\\DOK\\Impro_Staub\\L230387-01_Staub-Impro_Kiessandtagebau Müncheberg Vorheide II_2025-07-29.docx

zu I.) Transportvorgänge

Für die Herstellung und den Betrieb des Kiessandtagebaus am Standort Vorheide II werden vorwiegend die Fahrzeuge Bagger und Radlader eingesetzt. Für weitere Transporte kann zudem ein Dumper und eine Planierraupe eingesetzt werden. Nach der Mutterbodenberäumung entstehen ausschließlich unbefestigte Fahrwege und Flächen.

Die Emissionsfaktoren für die Staubaufwirbelung durch die Fahrzeugbewegungen werden gemäß der VDI 3790 Bl. 4, Punkt 6.1 /4/ nach der Gleichung für Staubaufwirbelungen beim Transport auf unbefestigten Fahrwegen abgeschätzt. Dabei wird für die Hin- und Rückfahrt (leer und voll) ein mittlerer Emissionsfaktor gebildet. Es werden konservativ keine Emissionsminderungsmaßnahmen berücksichtigt.

Der Emissionsfaktoren ergeben sich wie folgt:

Emissionsfaktoren - unbefestigter Fahrweg

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

(Gleichung 1 in VDI 3790 Blatt 4)

mit

$q_{T,uF}$	Emissionsfaktor Verkehr auf unbefestigten Fahrwegen in g/(m Fz)
k_{kgv}	Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung gem. Tabelle 1 in /4/
S	Feinkornanteil des Straßenmaterials, Abschätzung gem. Tabelle 2 in /4/
a	Exponent gem. Tabelle 1 in /4/; $a_{PM_{2,5}} = 0,9$; $a_{PM_{10}} = 0,9$; $a_{PM_{30}} = 0,7$
b = 0,45	Exponent gem. Tabelle 1 in /4/
W	Mittlere Fahrzeugmasse mit Beladung und ohne Beladung
P	Anzahl der Tage pro Jahr mit mind. 1 mm Regenniederschlag (Bild A1 in /4/)
k_M	Kennzahl zur Maßnahmenwirksamkeit von Minderungsmaßnahmen

Berechnung nach VDI 3790-4, Pkt. 6.1		LKW	Radlader 1	Radlader 2	Bagger	Planier- raupe	Dumper
Feinkornanteil des Straßenmaterials S	%	5	5	5	5	5	5
mittlere Zuladung/Transportmenge	t	20	5	7	3	-	25
Schildkapazität	t	-	-	-	-	7	-
Leergewicht	t	8	20	22	30	19	39,2
Vollgewicht	t	28	25	29	33	19	64,2
W (Mittel voll + leer)	t	18	22,5	25,5	31,5	19	51,7
Anzahl Regentage p		115	115	115	115	115	115
Emissionsminderungsmaßnahmen k_M		0	0	0	0	0	0
Emissionsfaktor PM2.5	g/(mFz)	0,031	0,034	0,036	0,040	0,031	0,049
Emissionsfaktor PM10	g/(mFz)	0,307	0,340	0,359	0,395	0,315	0,494
Emissionsfaktor (PM30)	g/(mFz)	1,204	1,331	1,408	1,548	1,233	1,935

Für die Planierraupe erfolgt keine separate Bilanzierung der Transportbewegungen, vgl. Kapitel 2.3. Die mittels Planierraupe transportierte Abraummenge ist vergleichbar mit dem Transportaufkommen des zweiten Radladers (7 t). Konservativ werden alle Materialtransportfahrten, für

die im Betrieb mehrere Fahrzeuge eingesetzt werden können, mit dem höheren Emissionsfaktor der betreffenden Fahrzeuge berücksichtigt.

Die Berechnung des Emissionsmassenstroms für die Transportvorgänge erfolgt nach Gleichung:

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

mit

q_T	Emissionsfaktor Verkehr in g/(m·Fz)
L	Länge der Fahrlinien (Hinweg- und Rückweg)
n	Anzahl der Fahrten innerhalb der Betriebszeit

Ermittlung des Transportaufkommens

Die Fahrzeugbewegungen werden anhand der geschätzten Materialmengen im Kap. 2.3 bilanziert.

Für die Bilanzierung der Fahrzeugbewegungen wird von einer einheitlichen Dichte von 1,85 t/m³ (Mutterboden) bzw. 1,7 t/m³ (Rohstoff) des Materials gem. /5/, vgl. Tabelle 1, ausgegangen. Weiterhin wird für die Berechnung des emissionsverursachenden Vorgangs zum Abtragen von Abraum, wobei sowohl Radlader als auch Bagger eingesetzt werden können, ein einheitlicher Emissionsfaktor angesetzt. Es wird dabei der höhere Emissionsfaktor der beiden Fahrzeugtypen berücksichtigt.

TRANSPORT													
Nr.	Beschreibung	Fahrzeugbew. Hin- und Rück	Fahrzeuge	Mittl. Strecke- einfach	Emissionsfaktor - q _T			Emissionensmassenstrom - m _T				Emiss. zeit	Quelle
		[g/(m³Fz)]			[g/h]				[h/a]				
		[Fz/a]	[Fz/h]	[m]	PM2,5	PM10	PM30	PM1 da <2,5 µm		PM2 da >2.5 <10 µm	PM3 da >10 < 30 µm	gesamt	
T1	Bewegungen Bagger/RL zum Mutterbodenabtrag	15.600	3,47	100	0,040	0,395	1,548	13,9	123,1	399,7	536,6	4500	Q1
T2	RL-Bewegungen Transport Mutterboden zum Wallbau/Zwischenlagerung	15.600	3,47	200	0,034	0,340	1,331	23,6	212,2	687,1	922,8	4500	Q1
T3	Bewegungen Bagger/RL zum Wallbau	26.000	5,78	100	0,040	0,395	1,548	23,1	205,1	666,2	894,4	4500	Q1
T4	RL-Bewegungen zum Rohstofftransport zur Aufbereitungsanlage/ Bandanlage	132.000	29,33	100	0,040	0,395	1,548	117,3	1041,3	3382,1	4540,8	4500	Q4
T5	RL/Planierraupen/Dumper-Bewegungen zur Verkipfung der Materialreste aus Aufbereitung	8.600	1,91	600	0,049	0,494	1,935	56,2	510,3	1652,3	2218,8	4500	Q4
T6	RL-Fahrten zum Materialtransport von Aufbereitungsanlage zur Zwischenlagerung	120.000	26,67	25	0,040	0,395	1,548	26,7	236,7	768,7	1032,0	4500	Q5
T7	RL-Bewegungen zur LKW-Beladung	120.000	26,67	10	0,040	0,395	1,548	10,7	94,7	307,5	412,8	4500	Q5
T8	LKW-Abtransport Fertigprodukt	30.000	6,67	450	0,031	0,307	1,204	93,0	828,0	2691,0	3612,0	4500	Q6

zu II.) Umschlagprozesse/Aufbereitung

Die Abschätzung der Staubbefreiung beim *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). Die Emissionsfaktoren ergeben sich somit zu:

$$q_{\text{Abkippen}} = q_{\text{norm, korr}} \cdot \rho_s \cdot k_U$$

$$q_{\text{Aufnahme}} = q_{\text{norm}} \cdot \rho_s \cdot k_U$$

mit

$q_{\text{norm, korr}}$	normierter Emissionsfaktor aus Tabelle 12 in /3/ für Abkippvorgänge Radlader und Bandabwurf entsprechend der Stoffparameter (vgl. Tabelle 1)
q_{norm}	Tabelle 11 in /3/ für Aufnahme mit Radlader/Bagger entsprechend der Stoffparameter (vgl. Tabelle 1)
ρ_s	Schüttdichte
k_U	Umfeldfaktor: Abkippen auf Halde/Trichter (Tabelle 6 in /3/)

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

$M_{\text{Ab/Auf}}$	Mengendurchsatz Abkippen/ Aufnahme
---------------------	------------------------------------

Während des Betriebes der Aufbereitungsanlagen sowie bei der Förderung des Rohstoffs wird ebenfalls Staub freigesetzt. Es wird konservativ folgender Emissionsfaktor angesetzt:

$$q_{\text{Betrieb}} = 12 \text{ g/t}_{\text{Gut}} \cdot \text{m}^3/\text{t} \quad \dots \text{ Emissionsfaktor Betrieb mobile Siebanlage (staub erdfeucht, nicht wahrnehmbar)}$$

$$q_{\text{Betrieb}} = 25 \text{ g/t}_{\text{Gut}} \cdot \text{m}^3/\text{t} \quad \dots \text{ Emissionsfaktor Betrieb Aufbereitungsanlage (schwach staubend)}$$

UMSCHLAG																
Nr.	Beschreibung	Umschlag		Schüttdichte	Einstufung Staubneigung	norm. E.faktor-	k _{Umfeld}	Emiss.- minderung	E.faktor- q _U	Emissionensmassenstrom - m _U					Emiss.zeit	
		[t/a]	[t/h]	[t/m³]		[(g/tGut)*(m³/t)]				[g/q _{Gut}]	[g/h]				Quelle	[h/a]
											PM1 10 %	PM2 5 %	PMU 75 %	gesamt		
U1	Abschieben und Aufnehmen von Mutterboden durch RL	39.000	8,67	1,85	Staub nicht wahrnehmbar	7	0,9	1	11,7	10,10	15,15	75,76	101,01	Q1	4.500	
U2	Abkippen Mutterboden/Wall durch RL	39.000	8,67	1,85	Staub nicht wahrnehmbar	4	0,9	1	6,7	5,77	8,66	43,29	57,72	Q1	4.500	
U3	Rohstoffabbau (Trockenschnitt/Hochschnitt)	330.000	73,33	1,7	Staub nicht wahrnehmbar	3	0,9	1	4,6	33,66	50,49	252,45	336,60	Q2	4.500	
U4	Abkippen von Rohstoff mobile Siebanlage	330.000	73,33	1,7	Staub nicht wahrnehmbar	4	0,9	1	6,1	44,88	67,32	336,60	448,80	Q2	4.500	
U5	Betrieb mobile Siebanlage	330.000	73,33	1,7	Staub nicht wahrnehmbar	12	0,9	1	18,4	134,64	201,96	1009,80	1346,40	Q2	4.500	
U6	Bandabwurf Siebanlage	330.000	73,33	1,7	Staub nicht wahrnehmbar	10	0,9	1	15,3	112,20	168,30	841,50	1122,00	Q2	4.500	
U7	Aufnahme Rohstoff/Material Siebanlage	330.000	73,33	1,7	Staub nicht wahrnehmbar	3	0,9	1	4,6	33,66	50,49	252,45	336,60	Q2	4.500	
U8	Abkippen von Rohstoff Aufbereitungsanlage/Bandanlage	330.000	73,33	1,7	Staub nicht wahrnehmbar	4	0,9	1	6,1	44,88	67,32	336,60	448,80	Q5	4.500	
U9	Betrieb Aufbereitungsanlage	330.000	73,33	1,7	Staub nicht wahrnehmbar	25	0,9	1	38,3	280,50	420,75	2103,75	2805,00	Q5	4.500	
U10	Bandabwurf Aufbereitungsanlage	330.000	73,33	1,7	schwach staubend	33	0,9	1	50,5	370,26	555,39	2776,95	3702,60	Q5	4.500	
U11	Aufnehmen von Fertigprodukt durch RL	300.000	66,67	1,7	schwach staubend	9	0,9	1	13,8	91,80	137,70	688,50	918,00	Q5	4.500	
U12	Abwurf von Fertigprodukt in LKW/ Zwischenlager durch RL	300.000	66,67	1,7	schwach staubend	12	0,9	1	18,4	122,40	183,60	918,00	1224,00	Q5	4.500	
U13	Aufnahme Fertigprodukt vom Zwischenlager	300.000	66,67	1,7	schwach staubend	9	0,9	1	13,8	91,80	137,70	688,50	918,00	Q5	4.500	
U14	Abwurf von Fertigprodukt in LKW durch RL	300.000	66,67	1,7	schwach staubend	12	0,9	1	18,4	122,40	183,60	918,00	1224,00	Q5	4.500	
U15	Aufnahme Materialreste	30.000	6,67	1,7	schwach staubend	9	0,9	1	13,8	9,18	13,77	68,85	91,80	Q7	4.500	
U16	Abwurf Materialreste	30.000	6,67	1,7	schwach staubend	12	0,9	1	18,4	12,24	18,36	91,80	122,40	Q7	4.500	

zu III.) Lagerung

Die Abwehbarkeit von Partikeln bei der ruhenden Freilagerung hängt in erster Linie von der Korngröße, dem spezifischen Gewicht der Partikel, der Böschungsneigung und der Windgeschwindigkeit ab. Relevante Staubabwehungen werden erst bei höheren Windgeschwindigkeiten und/ oder hohem Feinstaubanteil erreicht. Bei längerer Lagerung verringert sich der abwehbare Anteil der Fläche.

Der Emissionsfaktor ergibt sich gem. VDI 3790 Bl. 3 Pkt. 7.1 zu:

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

mit

$q_{\text{L,norm}} = 1 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$... Für die Haufwerke und Zwischenlagerflächen

$q_{\text{L,norm}} = 0,6 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ Für die freie Abbaufäche und den Mutterboden wird die gesamte Jahresscheiben ganzjährig angesetzt. Der anhaftende Feinanteil verringert sich mit dem Windangriff über das Gesamtjahr.

Die von der Fläche freiwerdenden Stäube werden gem. Angaben der Tab. 9 in /3/ (mittlere Korngröße = 1 mm) anhand des anhaftenden, abwehbaren Feinanteils abgeschätzt.

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

$$m_{\text{Lagerung}} = q_{\text{Lagerung}} \cdot A_{\text{L}}$$

mit

A_{L} ... durchschnittlich genutzte Flächen, von denen eine Abwehung aufgehen könnte

LAGERUNG												
Nr.	Beschreibung	Lagerfläche	Emissionsfaktor - q_L		k_{Umfeld}	Emiss.- minderung	Emissionenmassenstrom - m_L				Quelle	Emiss.zeit
		[m²]	[g/(m²*d)]	[g/(m²*h)]			[g/h]					[h/a]
							PM1 7,5 %	PM2 42,5 %	PMU 50 %	gesamt		
L1	Abwehung offene Abbaufäche (Jahresscheiben)	18.060	0,6	0,025	0,9	1	30,48	172,72	203,20	406,4	Q1	8.760
L2	Abwehung Flächen Produkt und Haufwerke	2.500	1	0,042	0,9	1	7,09	40,16	47,25	94,5	Q3	8.760
L3	Abwehung Fläche Materialreste (Jahresscheibe)	2.000	0,6	0,025	0,9	1	3,38	19,13	22,50	45	Q7	8.760

Anhang 2

Berechnungsgrundlagen

\\gicon.de\Daten\PRJ\IDD1\PROJEKT\2023\IP230387\AK_1276_DD1\IDOK\Impro_Staub\L230387-01_Staub-Impro_Kiessandtagebau Müncheberg Vorheide II_2025-07-29.docx

Meteorologische Daten

Der Immissionsprognose liegt die Ausbreitungsklassenzeitreihe AKTerm der Station Berlin Brandenburg zugrunde, deren Übertragbarkeit in einer detaillierten Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI 3783 Blatt 20 bestätigt worden ist, vgl. Anhang 4.

Nach Nr. 9.7 Anhang 2 der TA Luft sind für die Berechnung der nassen Deposition die Niederschlagszeitreihe für das Bezugsjahr vom Umweltbundesamt zu verwenden. Als repräsentatives Jahr für diese Station wurde aus einem Gesamtzeitraum vom 03.04.2009 bis zum 14.03.2024 das Jahr vom 23.04.2014 bis zum 22.04.2015 ermittelt. Die entsprechenden Meteorologiedaten der verwendeten AKTerm sind in den folgenden Abbildungen grafisch dargestellt.

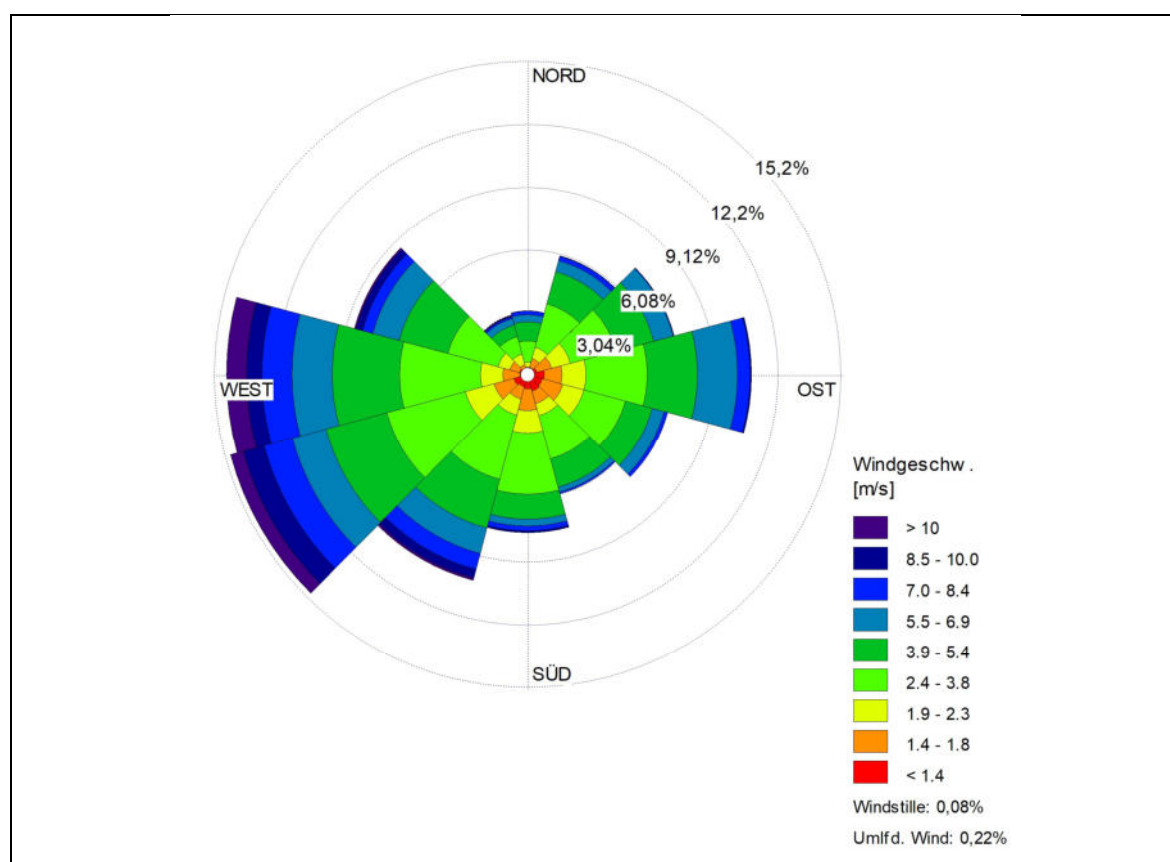


Abbildung 9: Windrichtungsverteilung Station Berlin Brandenburg, repräsentatives Jahr 23.04.2014 bis 22.04.2015

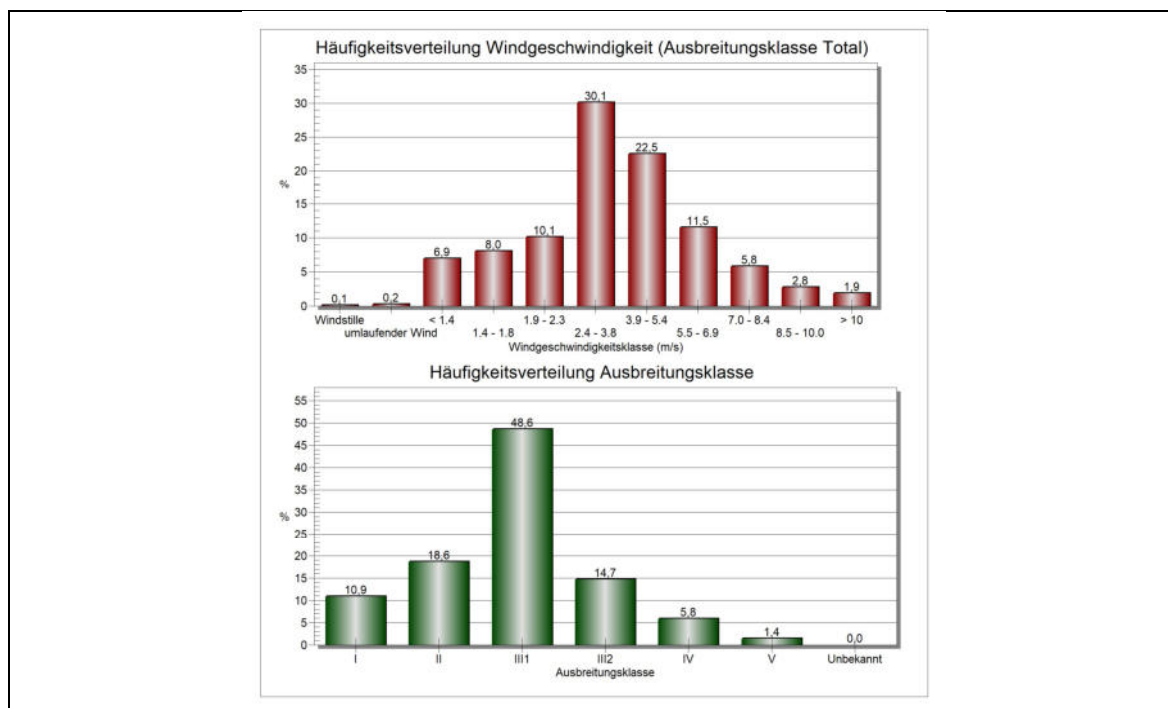


Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung von Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen der Station Berlin Brandenburg, repräsentatives Jahr 23.04.2014 bis 22.04.2015

Anemometerstandort

Für die Ausbreitungsberechnung wurde folgende Ersatzanemometerposition mit folgenden Koordinaten (ETRS89/UTM 33N) verwendet:

x-Wert: 434850 y-Wert: 5819250.

Die Anemometerposition ist ca. 907 m von der westlichsten Ausdehnung des RBP entfernt und liegt in westlicher Richtung. Die Lage ist der Abbildung 12 zu entnehmen.

Die verwendete Anemometerhöhe beträgt 28,8 m.

Rechengebiet/Rechengitter

Die Bestimmung des Rechengitters erfolgt nach den Vorgaben gem. Nr. 8 Anhang 2 TA Luft. Das Rechengebiet für eine einzelne Emissionsquelle ist dabei das Innere eines Kreises um den Ort der Quelle, dessen Radius das 50fache der Schornsteinbauhöhe bzw. Emissionshöhe ist.

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

Die Größe des Rechengebietes wurde so gewählt, dass das nach TA Luft geforderte Rechengebiet vollständig eingeschlossen wird und die o.g. Vorgaben eingehalten sind. Das Rechengebiet weist eine Größe von ca. 4,6 km x 4,0 km auf.

Das Rechengebiet ist 4-fach geschachtelt. Im inneren Netz im Anlagenbereich weist es eine Gitternetzweite von 16 m x 16 m auf, im äußersten Netz beträgt die Gitternetzweite 128 m x 128 m.

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 6fache 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.

Eine Berücksichtigung von Gebäuden ist im vorliegenden Fall nicht erforderlich.

Rauigkeitslänge

Die Rauigkeitslänge ist gem. Nr. 6 Anhang 2 TA Luft für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein bzw. dem Emissionsaufpunkt festzulegen, dessen Radius das 15fache der Freisetzungshöhe (tatsächliche Bauhöhe des Schornsteins), mindestens aber 150 m beträgt. Setzt sich dieses Gebiet aus Flächenstücken mit unterschiedlicher Bodenrauigkeit zusammen, so ist eine mittlere Rauigkeitslänge durch arithmetische Mittelung mit Wichtung entsprechend dem jeweiligen Flächenanteil zu bestimmen und anschließend auf den nächstgelegenen Tabellenwert zu runden.

Die Berechnung der Rauigkeitslänge erfolgt durch die Bestimmung der Landnutzungs-kategorie des Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt a.M. Für die Prognose ergibt sich in Auswertung der gegebenen Bebauungs- bzw. Landnutzungsstruktur ein Wert von 0,50 m.

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 VDI-Richtlinie 3783 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 Rauigkeitslänge angesetzt.

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 östlich der Niederung Müncheberg auf einer Geländehöhe von ca. 70 m ü. NHN, vgl. Abbildung 11. In westlicher Richtung fällt das Gelände in einer Entfernung von ca. 1 km auf unter 40 m ü. NHN ab.

Aufgrund der gegebenen orografischen Situation ist eine Berücksichtigung der Geländeunebenheiten erforderlich. Dabei werden als konservativer Ansatz die allseitige Umwallung, welche immissionsmindernd wirken würde, nicht berücksichtigt.

Die für die Verwendung eines diagnostischen mesoskaligen Windfeldmodells maximal zulässige Steilheit von 1:5 (0,2) wird im Rechengebiet kleinräumig überschritten, vgl. Abbildung 12.

Aufgrund der Kleinräumigkeit dieser Überschreitungen werden die Geländeunebenheiten sachgerecht mit Hilfe des diagnostischen Windfeldmodells TALdia berücksichtigt. Zur Anwendung kommen die digitalen Geländedaten der SRTM.

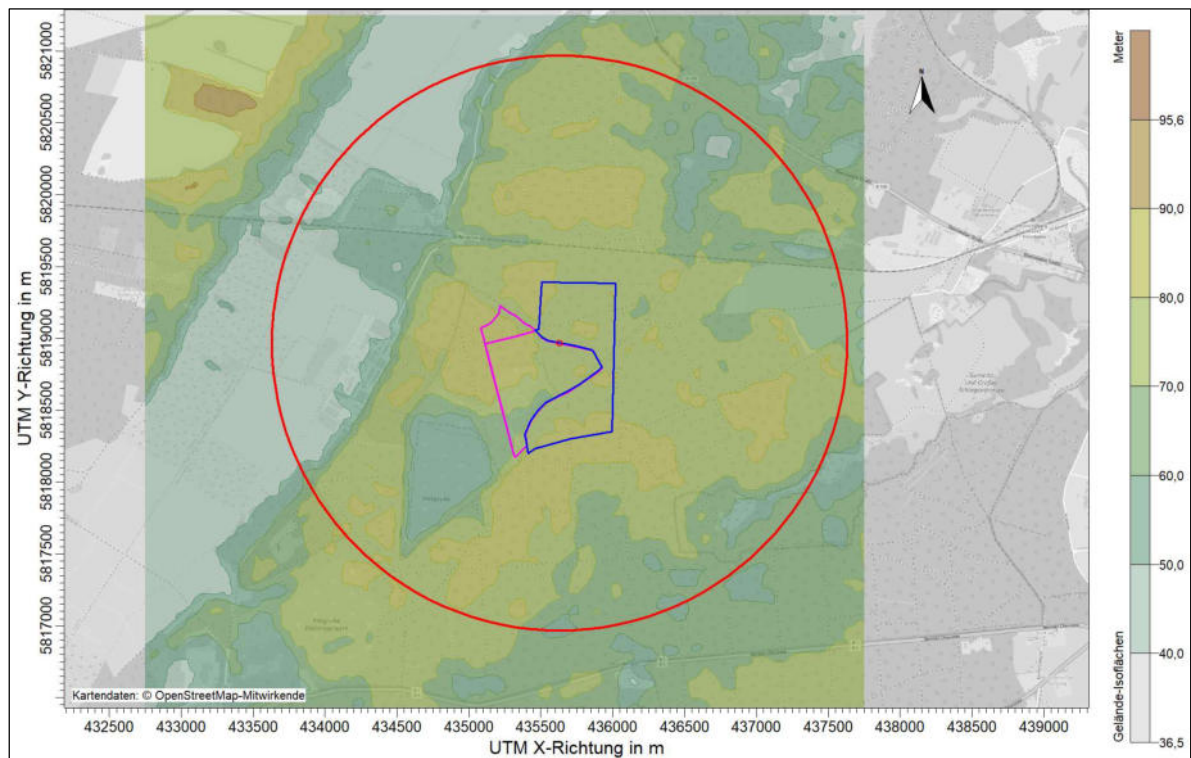


Abbildung 11: Geländehöhen im Beurteilungsgebiet (rot) für den Kiessandtagebau (blau = Vorhabenfläche, magenta = Bestand)

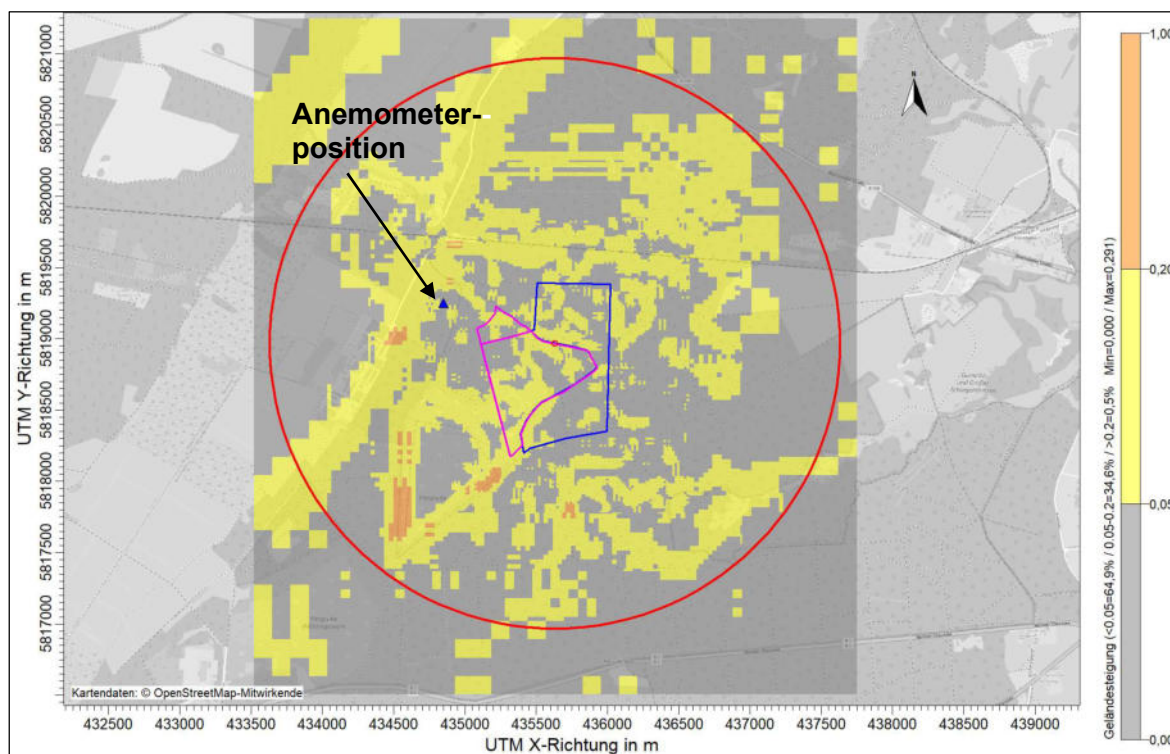


Abbildung 12: Geländesteigung und Anemometerposition im Rechengebiet für den Kiessandtagebau (blau = Vorhabenfläche, magenta = Bestand) und Beurteilungsgebiet (rot)

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.

Für die Transportprozesse werden die Staubanteile entsprechend der Vorgaben der VDI 3790 Blatt 4 /4/ in Verbindung mit Tabelle 14 des Anhangs 2 der TA Luft /1/ angesetzt.

Für die Umschlagvorgänge werden Feinstäube (Partikeldurchmesser < 10 µm) in Anlehnung an /7/ zu 25 % angesetzt, für Stäube mit einem aerodynamischen Durchmesser 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 von einem 25 %-igen Anteil am Gesamtstaub ausgegangen. Davon entfallen 10 % auf den PM2,5-Staub.

Staubdeposition

Bei der Ausbreitungsberechnung für Stäube sind Sedimentation und Deposition zu berücksichtigen. Für die Größenklassen der Korngrößenverteilung sind die unter Nr. 4 Anhang 2 TA Luft 2021 angegebenen Werte von Sedimentationsgeschwindigkeit v_s , Depositionsgeschwindigkeit v_d , Auswaschfaktor λ und Auswaschexponenten κ zu verwenden.

Ist die Korngrößenverteilung nicht im Einzelnen bekannt, wird für Stäube $> 10 \mu\text{m}$ für die Depositionsgeschwindigkeit $0,07 \text{ m/s}$ und für die Sedimentationsgeschwindigkeit $0,06 \text{ m/s}$ verwendet (Partikelklasse unbekannt).

Statistische Unsicherheit

Die modellbedingte statistische Unsicherheit, berechnet als statistische Streuung des berechneten Zusatzbelastungswertes, soll nach den Vorgaben der Nr. 10 Anhang 2 TA Luft beim Jahres-Immissionswert 3 % und beim Tages-Immissionswert 30 % nicht überschreiten. Die statistische Unsicherheit der Berechnungsergebnisse ist dem Berechnungsprotokoll im Anhang 3 zu entnehmen.

Die statistische Unsicherheit liegt für die ermittelten Zusatzbelastungen für PM₁₀, PM_{2,5} und StN am maßgeblichen Beurteilungspunkt unter den geforderten Werten.

Divergenzfehler

Der im AUSTAL-Handbuch benannte Divergenzfehler von 0,05 wird mit 0,004 nicht überschritten.

Lage der modellierten Emissionsquellen

Die Lage der modellierten Emissionsquellen ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen.

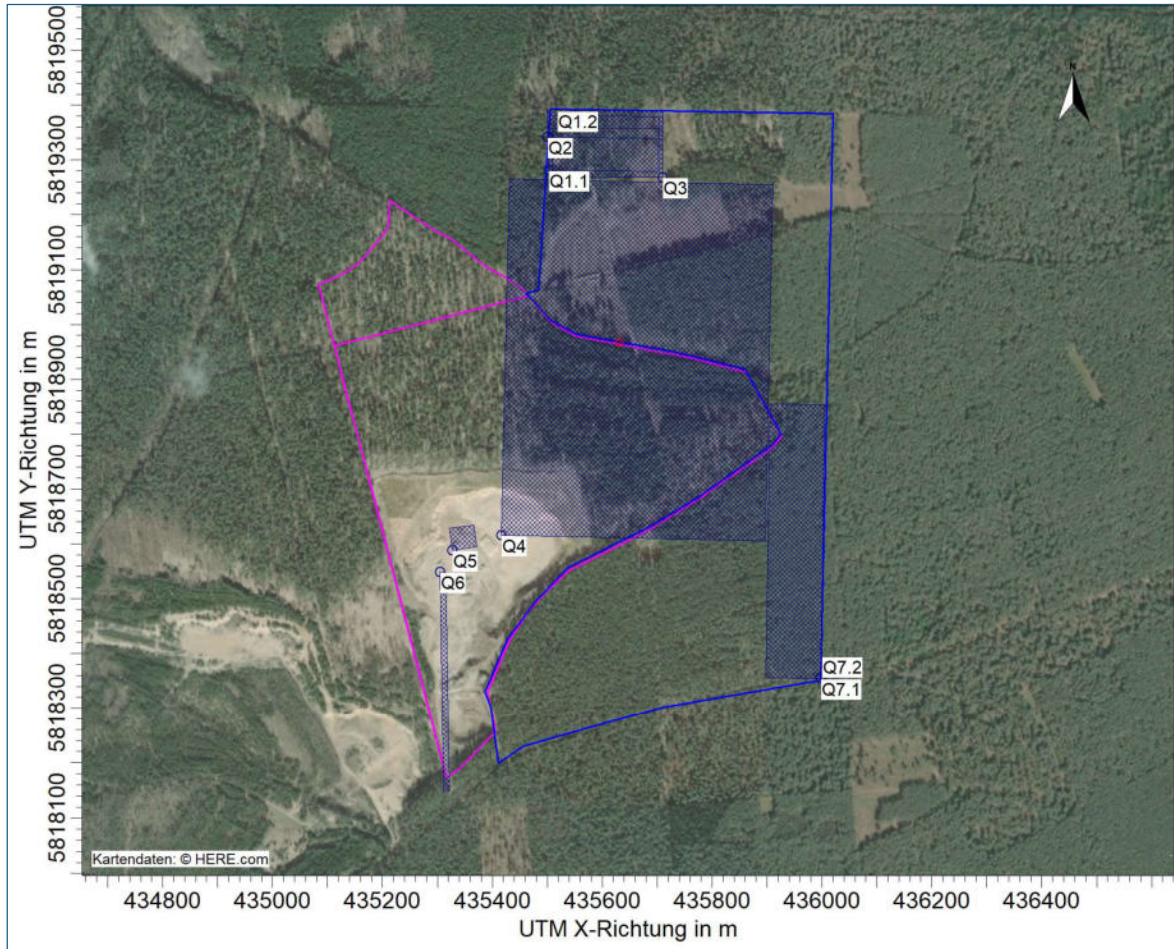


Abbildung 13: Lage der Emissionsquellen für die Ausbreitungsberechnung

\\gicon.de\Daten\PRJ\DD\PROJEKT\2023\230387\AK.1276.DD\1\DO\K\Impro_Staub\230387-01_Staub-Impro_Kiessandtagebau Müncheberg Vorheide II_2025-07-29.docx

Anhang 3

Rechenprotokoll austal.log

\\gicon.de\\Daten\\PRJ\\IDD1\\PROJEKT\\2023\\P230387\\AK.1276.DD1\\DOK\\Impro_Staub\\L230387-01_Staub-Impro_Kiessandtagebau Müncheberg Vorheide II_2025-07-29.docx

Rechenprotokoll austal.log

2025-07-27 20:05:03 AUSTAL gestartet

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

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

Arbeitsverzeichnis: D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016

Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-28 12:47:12
 Das Programm läuft auf dem Rechner "DD1PCFBUM02".

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

```
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> ti "P230387" 'Projekt-Titel
> ux 33435250 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5818750 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.50 'Rauigkeitslänge
> qs 1 'Qualitätsstufe
> az "D:\PRJ\P230387\P230387-02\MET\427.akterm" 'AKT-Datei
> xa -400.00 'x-Koordinate des Anemometers
> ya 500.00 'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 16.0 32.0 64.0 128.0 'Zellengröße (m)
> x0 -512.0 -896.0 -1152.0 -1664.0 'x-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> nx 114 80 48 32 'Anzahl Gitterzellen in X-
Richtung
> y0 -960.0 -1344.0 -1664.0 -2176.0 'y-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> ny 128 88 54 36 'Anzahl Gitterzellen in Y-
Richtung
> nz 19 19 19 19 'Anzahl Gitterzellen in Z-
Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
> 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 P230387.grid
> xq 251.98 251.98 250.12 459.84 166.54
77.48 55.07 747.53 747.53
> yq 531.62 531.62 591.73 518.32 -134.41
-161.24 -201.43 -395.94 -395.94
> hq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00
> aq 200.00 200.00 210.00 90.00 480.00
45.00 400.00 500.00 500.00
> bq 100.00 100.00 50.00 200.00 650.00
40.00 10.00 100.00 100.00
> cq 5.00 0.00 3.00 5.00 2.00
4.00 2.00 2.00 0.00
> wq 359.30 359.30 359.29 90.23 358.71
7.77 270.90 89.12 89.12
> dq 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
> tq 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
> rq 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
> sq 0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
> rf 1.0000         1.0000         1.0000         1.0000         1.0000
1.0000         1.0000         1.0000         1.0000         1.0000
> pm-1  ?           ?           0.0084666667      ?           0.0019694444      ?
?           ?           ?           ?           0.00093888889      ?
> pm-2  ?           ?           0.0479777778      ?           0.0111555556      ?
?           ?           ?           ?           0.0053138889      ?
> pm-3  ?           ?           0           ?           0           ?
?           ?           ?           ?           0           ?
> pm-u  ?           ?           0.0564444444      ?           0.013125          ?
?           ?           ?           ?           0.00625          ?
> pm25-1 ?           ?           0.0084666667      ?           0.0019694444      ?
?           ?           ?           ?           0.00093888889      ?
> xp -304.88
> yp 932.67
> hp 1.50
> LIBPATH "D:\PRJ\P230387\P230387-02\lib"
===== Ende der Eingabe =====

```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.
 >>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Anzahl CPUs: 16

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 maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.31 (0.29).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.33 (0.27).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.21 (0.19).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.14 (0.11).
 Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.
 Die Zeitreihen-Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
 Es wird die Anemometerhöhe ha=28.8 m verwendet.
 Die Angabe "az D:\PRJ\P230387\P230387-02\MET\427.akterm" wird ignoriert.

```

Prüfsumme AUSTAL    4b33f663
Prüfsumme TALDIA    adcc659c
Prüfsumme SETTINGS  b853d6c4
Prüfsumme SERIES    82ac30e7
Gesamtniederschlag 660 mm in 689 h.
14592 times wdep>1
7040 times wdep>1
2592 times wdep>1
1152 times wdep>1
14592 times wdep>1
7040 times wdep>1
2592 times wdep>1
1152 times wdep>1
14592 times wdep>1
7040 times wdep>1
2592 times wdep>1

```

\\gicon.de\Daten\PRJ\DD1\PROJEKT\2023\P230387AK.1276.DD1\DOK\Impro_Staub\Impro_Staub\L230387-01_Staub-Impro_Kiessandtagebau Müncheberg Vorheide II_2025-07-29.docx

[illegible]

[illegible]

\\gicon.de\Daten\PRJ\DD1\PROJEKT\2023\P230387AK.1276.DD1\DOK\Impro_Staub\Impro_Staub\L230387-01_Staub-Impro_Kiessandtagebau Müncheberg Vorheide II_2025-07-29.docx

g:\gicon.de\Daten\PRJ\DD1\PROJEKT\2023\230387AK_1276.DD1\DOK\Impro_Staub\230387-01_Staub-Impro_Kiessandtagebau Müncheberg Vortheide II_2025-07-29.docx

- Anhang -

TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-deps02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-wetz02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-wets02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-dryz02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-drys02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-j00z03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-j00s03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-t35z03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-t35s03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-t35i03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-t00z03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-t00s03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-t00i03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-depz03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-deps03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-wetz03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-wets03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-dryz03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-drys03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-j00z04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-j00s04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-t35z04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-t35s04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-t35i04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-t00z04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-t00s04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-t00i04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-depz04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-deps04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-wetz04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-wets04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-dryz04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-drys04" ausgeschrieben.
 TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm25".
 TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0).
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm25-j00z01" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm25-j00s01" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm25-j00z02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm25-j00s02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm25-j00z03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm25-j00s03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm25-j00z04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm25-j00s04" ausgeschrieben.
 TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.3.0-WI-x.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
 TMO: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-zbpz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm-zbps" ausgeschrieben.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm25"
 TMO: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm25-zbpz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "D:/PRJ/P230387/P230387-02/erg0016/pm25-zbps" ausgeschrieben.

Auswertung der Ergebnisse:

=====

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

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

Maximalwerte, Deposition

```

=====
PM      DEP : 2.345e+001 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 104 m, y= -136 m (1: 39, 52)
PM      DRY : 2.341e+001 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= 104 m, y= -136 m (1: 39, 52)
PM      WET : 3.949e-002 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= 104 m, y= -136 m (1: 39, 52)
=====
  
```

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

```

=====
PM      J00 : 1.660e+003 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 104 m, y= -136 m (1: 39, 52)
PM      T35 : 3.599e+003 µg/m³ (+/- 0.8%) bei x= 88 m, y= -136 m (1: 38, 52)
PM      T00 : 7.253e+003 µg/m³ (+/- 0.8%) bei x= 88 m, y= -136 m (1: 38, 52)
PM25    J00 : 6.588e+002 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 88 m, y= -136 m (1: 38, 52)
=====
  
```

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

```

=====
PUNKT              01
xp                 -305
yp                 933
hp                 1.5
-----+-----
PM      DEP      1.839e-003  2.7%  g/(m²*d)
PM      DRY      1.805e-003  2.7%  g/(m²*d)
PM      WET      3.443e-005  1.4%  g/(m²*d)
PM      J00      7.946e-001  2.4%  µg/m³
PM      T35      2.766e+000 23.5% µg/m³
PM      T00      1.474e+001 13.8% µg/m³
PM25    J00      3.878e-001  2.5%  µg/m³
=====
  
```

2025-07-27 22:18:00 AUSTAL beendet.

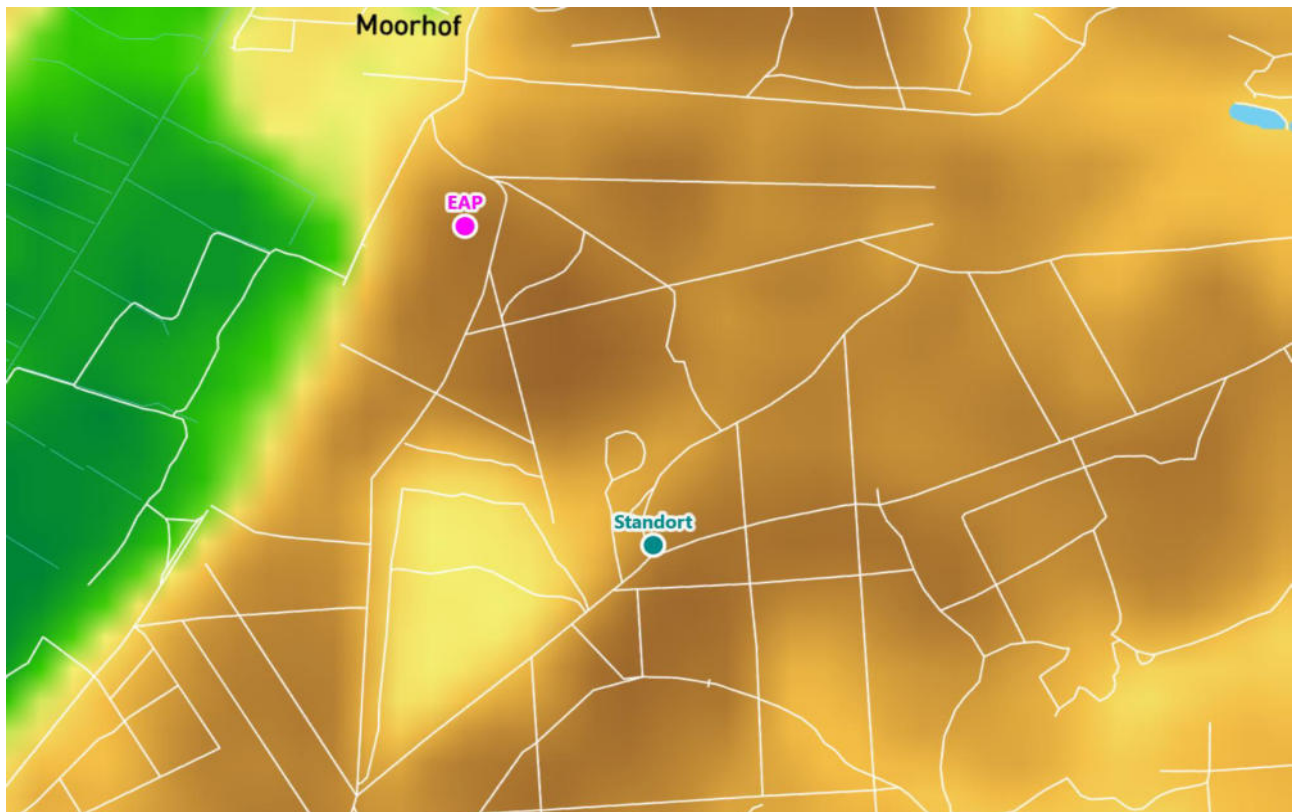
Anhang 4

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

\\gicon.de\Daten\PRJ\IDD1\PROJEKT\2023\IP230387\AK_1276_DD1\IDOK\Impro_Staub\L230387-01_Staub-Impro_Kiessandtagebau Müncheberg Vorheide II_2025-07-29.docx

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

an einem Anlagenstandort bei Müncheberg



Auftraggeber:	GICON®-Großmann Ingenieur Consult GmbH Tiergartenstr. 48 01219 Dresden	Tel.: 0351 47878-7736
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.20240403-01	
Ort, Datum:	Frankenberg, 24. April 2024	
Anzahl der Seiten:	59	
Anlagen:	-	



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

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

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Aufgabenstellung	5
2 Beschreibung des Anlagenstandortes	6
2.1 Lage	6
2.2 Landnutzung	7
2.3 Orographie	9
3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition	12
3.1 Hintergrund	12
3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition	12
3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall	13
4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten	16
4.1 Allgemeine Betrachtungen	16
4.2 Meteorologische Datenbasis	16
4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort	20
4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen	24
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen	31
4.6 Auswahl der Bezugswindstation	32
5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation	35
6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres	38
6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums	38
6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde	42
6.3 Prüfung auf Plausibilität	44
7 Beschreibung der Datensätze	49
7.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge	49
7.1.1 Theoretische Grundlagen	49
7.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall	52
7.2 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse	53
7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe	54
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung	55
9 Zusammenfassung	56
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung	57
11 Schrifttum	59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Kleinstadt Müncheberg in Brandenburg	6
Abbildung 2: Lage des Standortes bei Müncheberg.....	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	11
Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition....	14
Abbildung 7: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort	15
Abbildung 8: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes.....	17
Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen	19
Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet.....	21
Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition.....	22
Abbildung 12: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition	23
Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Müncheberg mit dem Erwartungswert ..	25
Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Heckelberg mit dem Erwartungswert	26
Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Lindenberg mit dem Erwartungswert	27
Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Manschnow mit dem Erwartungswert ...	28
Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Berlin Brandenburg mit dem Erwartungswert	29
Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Berlin-Tempelhof mit dem Erwartungswert	30
Abbildung 19: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der Windverteilungen der betrachteten Bezugswindstationen mit dem EAP-Erwartungswert.....	34
Abbildung 20: Lage der ausgewählten Station.....	35
Abbildung 21: Luftbild mit der Umgebung der Messstation.....	36
Abbildung 22: Orographie um den Standort der Wetterstation.....	37
Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung	39
Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	40
Abbildung 25: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse	41
Abbildung 26: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum	44
Abbildung 27: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	45
Abbildung 28: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	46
Abbildung 29: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	47
Abbildung 30: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	48
Abbildung 31: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit.....	51
Abbildung 32: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Berlin Brandenburg.....	53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes	7
Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition.....	13
Tabelle 3: Zur Untersuchung verwendete Messstationen	18
Tabelle 4: Gegenüberstellung meteorologischer Kennwerte der betrachteten Messstationen mit den Erwartungswerten am Standort	24
Tabelle 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung	31
Tabelle 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung	32
Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen	32
Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation	36
Tabelle 9: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Berlin Brandenburg	52
Tabelle 10: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Berlin Brandenburg	54

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet bei der Kleinstadt Müncheberg, im Landkreis Märkisch-Oderland in Brandenburg.

Bei dem in den Ausbreitungsrechnungen betrachteten Sachverhalt handelt es sich um Staubprognosen für einen Tagebau. Die Quellhöhen liegen in einem Bereich von maximal 10 m über Grund, aber teilweise unter der Geländeoberkante.

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

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

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

2 Beschreibung des Anlagenstandortes

2.1 Lage

Der untersuchte Standort befindet sich bei der Kleinstadt Müncheberg in Brandenburg. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

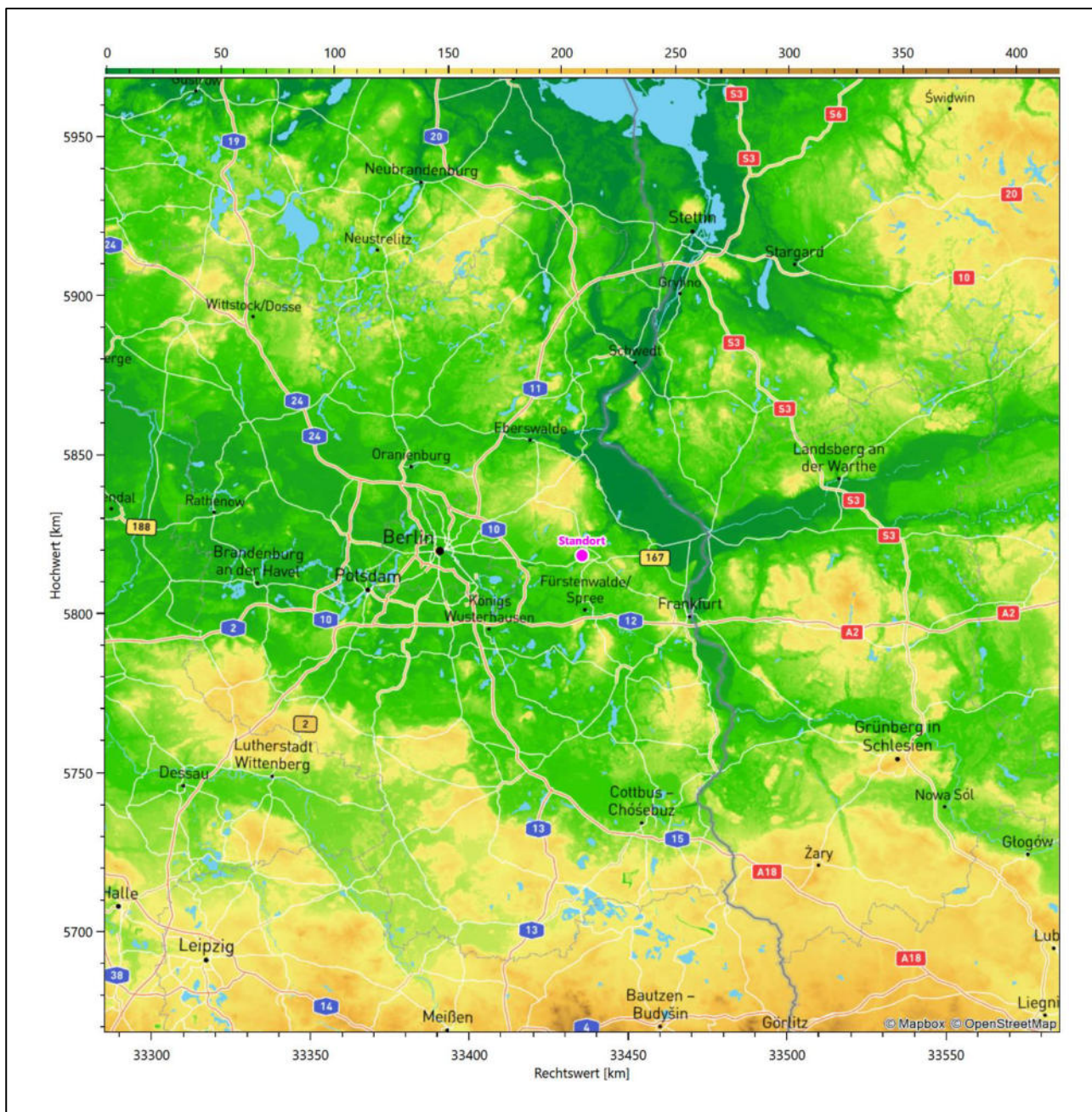
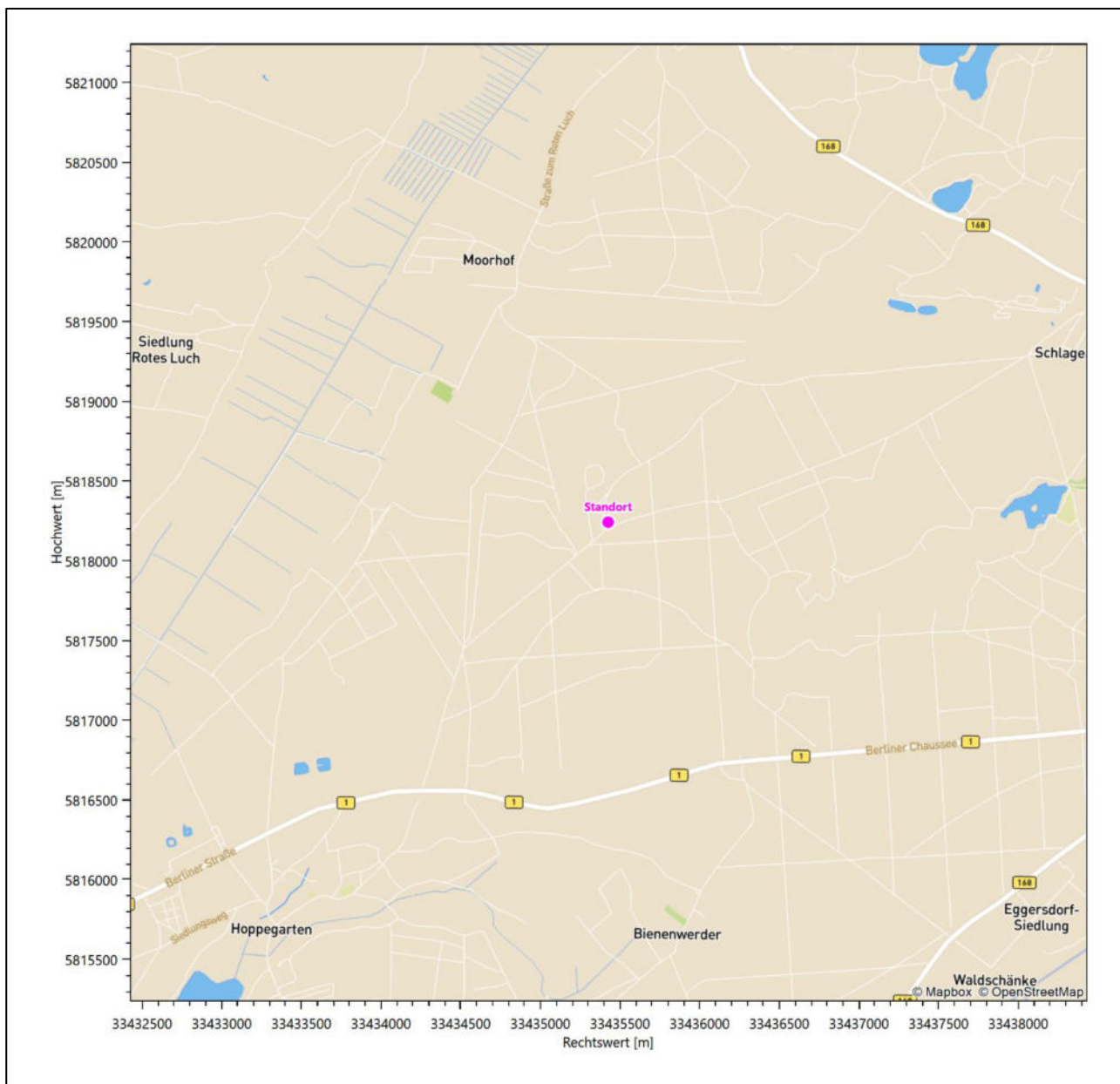


Abbildung 1: Lage der Kleinstadt Müncheberg in Brandenburg

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


Abbildung 2: Lage des Standortes bei Müncheberg

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Standortes angegeben.

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes

RW	33435426
HW	5818242

2.2 Landnutzung

Der Standort selbst liegt 3,8 km westlich der Wohnbebauung der Kernstadt Müncheberg in einem Tagebau. Die Umgebung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Unterschiedlich dicht bebautes Siedlungs- und Gewerbegebiet wechselt sich mit geschlossenen Waldgebieten (der Tagebau ist komplett

von Wald umgeben)¹, landwirtschaftlichen Flächen, Wasserflächen (Stöbber, Großer Schlangenthinsee, Maxsee, Liebenberger See, Bauernsee u.v.a., Spree mittelbar) und einer vor Ort ländlichen Verkehrswegeinfrastruktur (außer relativer Nähe zur B 1 und B 168) ab.

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

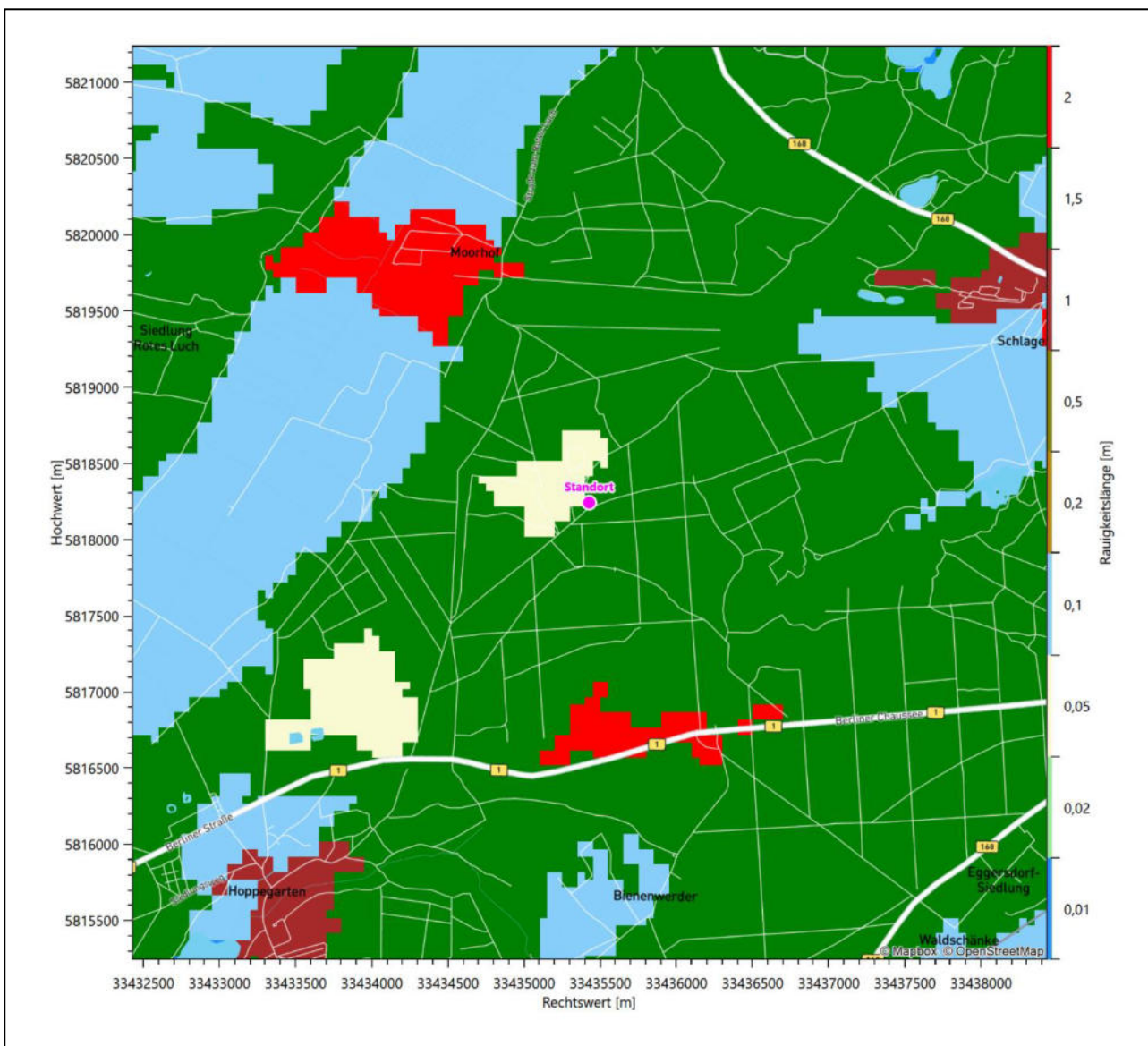


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

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

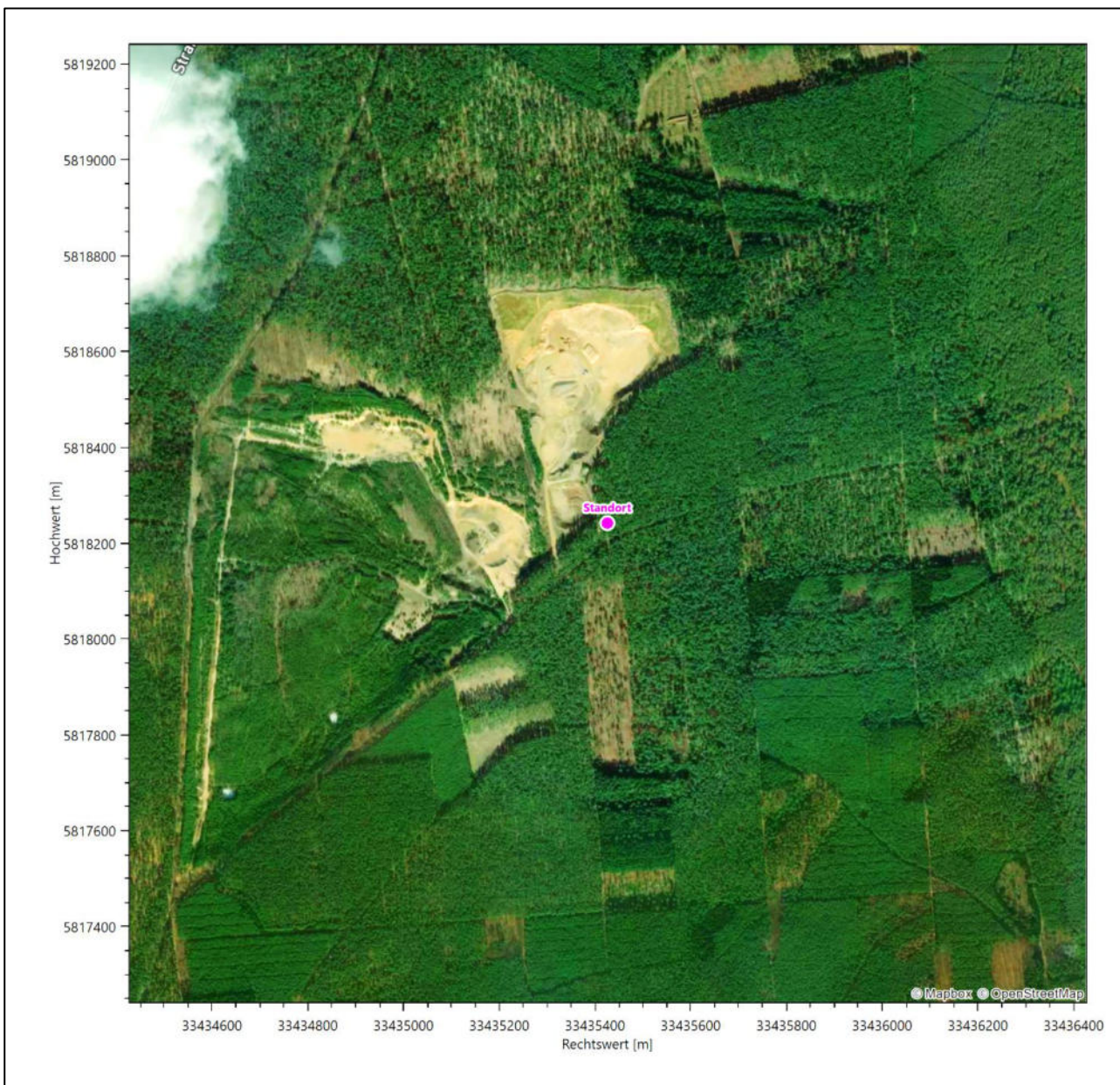


Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes

2.3 Orographie

Der Standort liegt auf einer Höhe von etwa 80 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch moderat gegliedert. Müncheberg liegt naturräumlich im Westen der flachwelligen Landschaft des *Landes Lebus*, das sich nach Westen und Südwesten zur *Fürstenwalder Spreetalniederung* abflacht. Im Norden liegt dann die *Märkische Schweiz*.

Land Lebus ist die Bezeichnung für eine flachwellige, überwiegend ackergeprägte Grundmoränenplatte, die sich in 50 bis 90 m Höhe zwischen dem Oderbruch und der Fürstenwalder Spreetalniederung erstreckt. Während die Abflachung zur Spreetalniederung ganz allmählich erfolgt, ist der Übergang zum Oderbruch durch

steil abfallende Hänge gekennzeichnet. In einigen Teilen ist die Platte stark von Sanderflächen mitgeprägt bzw. von diesen überschüttet. In den Sanderflächen verlaufen in Nord-Süd-Richtung Rinnen- und Fließtäler.

Die Berlin-Fürstenwalder Spreetalniederung ist ein Teil des Berliner Urstromtals, das die Schmelzwasser des Frankfurter Stadions abführte und heute von der Spree und dem Oder-Spree-Kanal durchflossen wird. Im Westen queren einige Rinnentäler mit zahlreichen Seen das Tal. Ferner wird die in West-Ost-Richtung verlaufende Spreetalniederung von mehreren Fließtälern gegliedert, die direkt oder indirekt in die Spree münden. Die ebene bis flach geneigte Talsandfläche mit einer mittleren Höhe von 30 bis 45 m wird nur von einigen kleinen Diluvialinseln überragt.

Die Märkische Schweiz ist eine abwechslungsreiche Landschaft, die sich durch Vielfalt an Oberflächenformen und Höhenunterschieden auf kleinem Raum, einem Mosaik aus Hügeln und Schluchten, Bergen und Seen auszeichnet. Morphologisch handelt es sich hierbei um eine Endmoränenlandschaft, die eingesenkt zwischen den Grund- und Endmoränenplatten von Barnim und Lebus liegt und im Norden an das Oderbruch grenzt. Charakteristisch sind mittel- bis steilhängige Hügel auf der einen Seite und ebenfalls steilhängig in die umgebenden Platten eingesenkte Talzüge, Kessel und tiefe Schluchten auf der anderen Seite.

Der Standort selbst ist gerade noch in einem nördlichen Wurmfortsatz der Berlin-Fürstenwalder Spreetalniederung verortet. Er befindet sich leicht östlich einer Seenkette, die sich u. A. über den Priestersee, Werlsee, Baberowsee bis zum Liebenberger See, Maxsee und darüber hinaus erstreckt. Die Seenkette ist ein Relikt der glazial gebildeten Löcknitz-Stöbber-Rinne. So fließt die Stöbber in 2,3 km westlicher Distanz in SW-NO-Orientierung und auf einem Niveau von nur noch 47 m über NHN. Die Niederung der Rinne ist gut im nordwestlichen Bildquadranten der Abbildung 10 zu erkennen. Auf die Spree selbst trifft man 15,4 km süd-südwestlich des Standortes bei der Siedlung Spreetal. Sie wendet sich hier aus OSO kommend vorerst nach SSW. Der Standort selbst liegt auf einer bewaldeten Erhebung, die unmittelbar am östlichen Rand des Tagebaus 80 m über NHN erreicht. Somit werden also Höhendifferenzen von wenig über 30 m in der mittelbaren Standortumgebung aufgezeigt.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

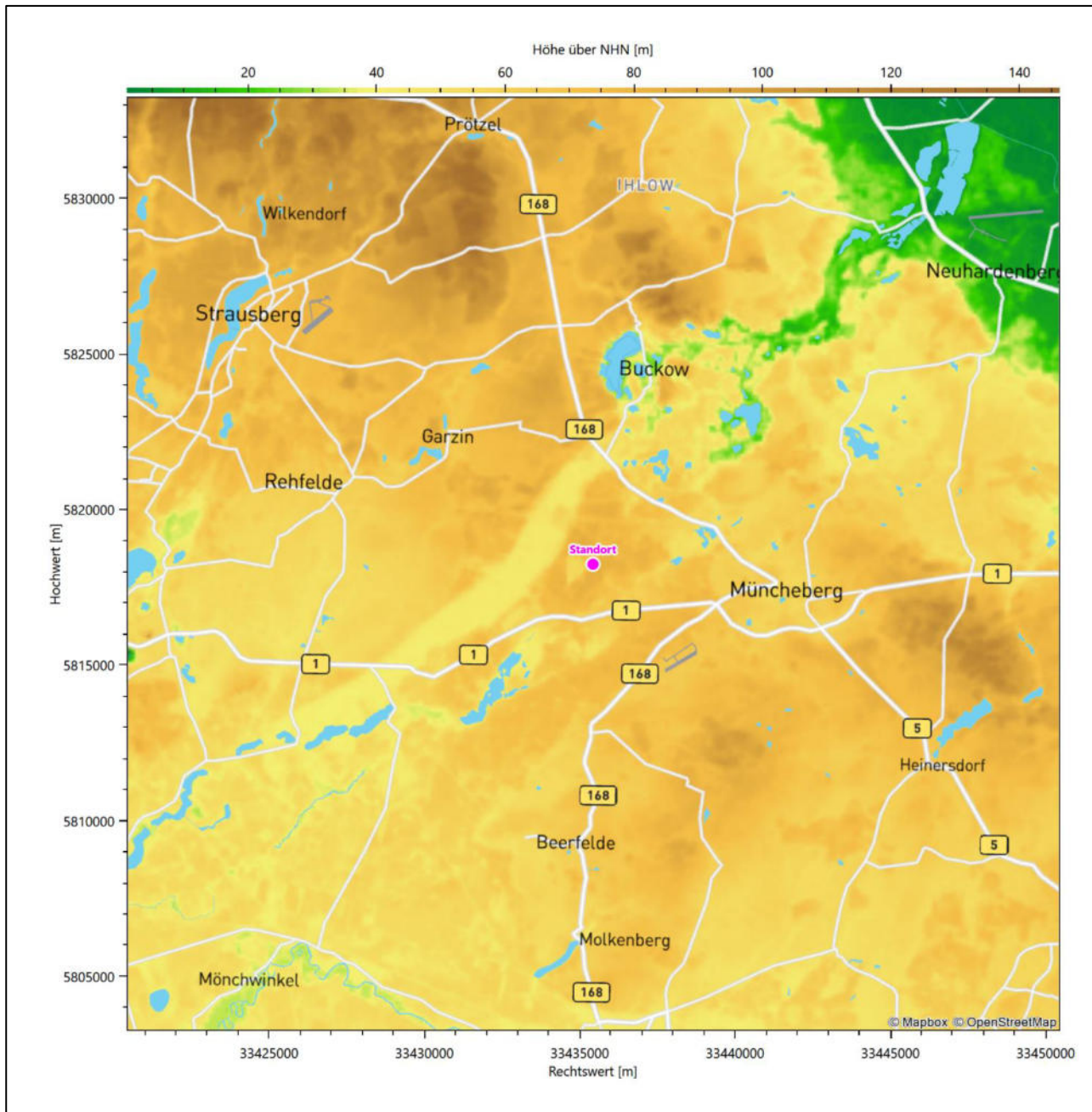


Abbildung 5: Orographie um den Standort

3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition

3.1 Hintergrund

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

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

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

3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

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

1. Es werden nur Gitterpunkte im Inneren des Rechengebiets ohne die drei äußeren Randpunkte betrachtet. Gitterpunkte in unmittelbarer Nähe von Bebauung, die als umströmtes Hindernis berücksichtigt wurde, werden nicht betrachtet.
2. Es werden alle Gitterpunkte aussortiert, an denen sich der Wind nicht mit jeder Drehung der Anströmrichtung gleichsinnig dreht oder an denen die Windgeschwindigkeit kleiner als 0,5 m/s ist. Die weiteren Schritte werden nur für die verbleibenden Gitterpunkte durchgeführt.
3. An jedem Gitterpunkt werden die Gütemaße g_d (für die Windrichtung) und g_f (für die Windgeschwindigkeit) über alle Anströmrichtungen und Ausbreitungsklassen berechnet, siehe dazu VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 [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 0,57 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von 0,78 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 1,2 km nordwestlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	33434850
HW	5819250

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

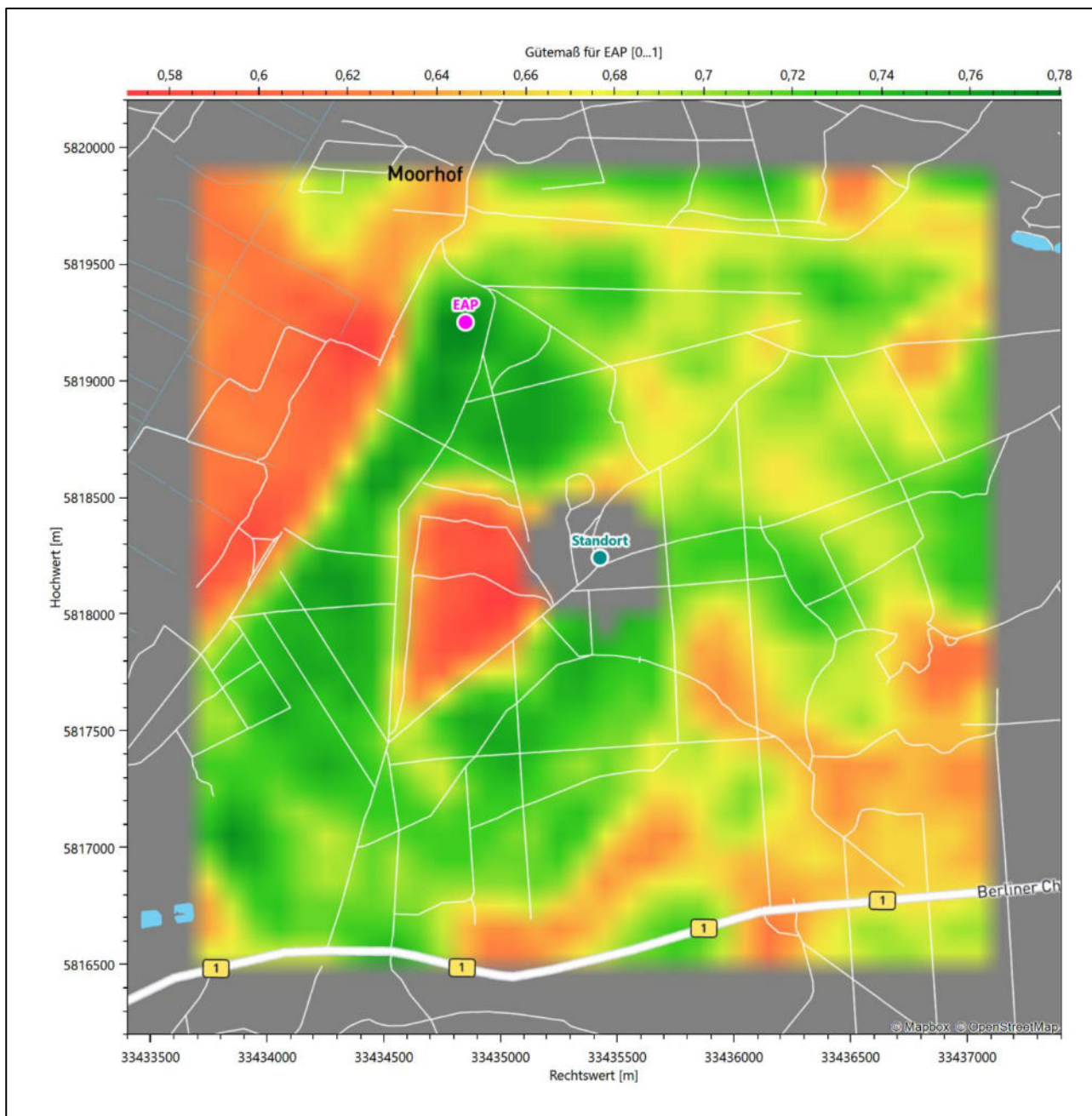


Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Die zweidimensionale Darstellung bezieht sich lediglich auf die ausgewertete Modellebene im Bereich von 17,2 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.

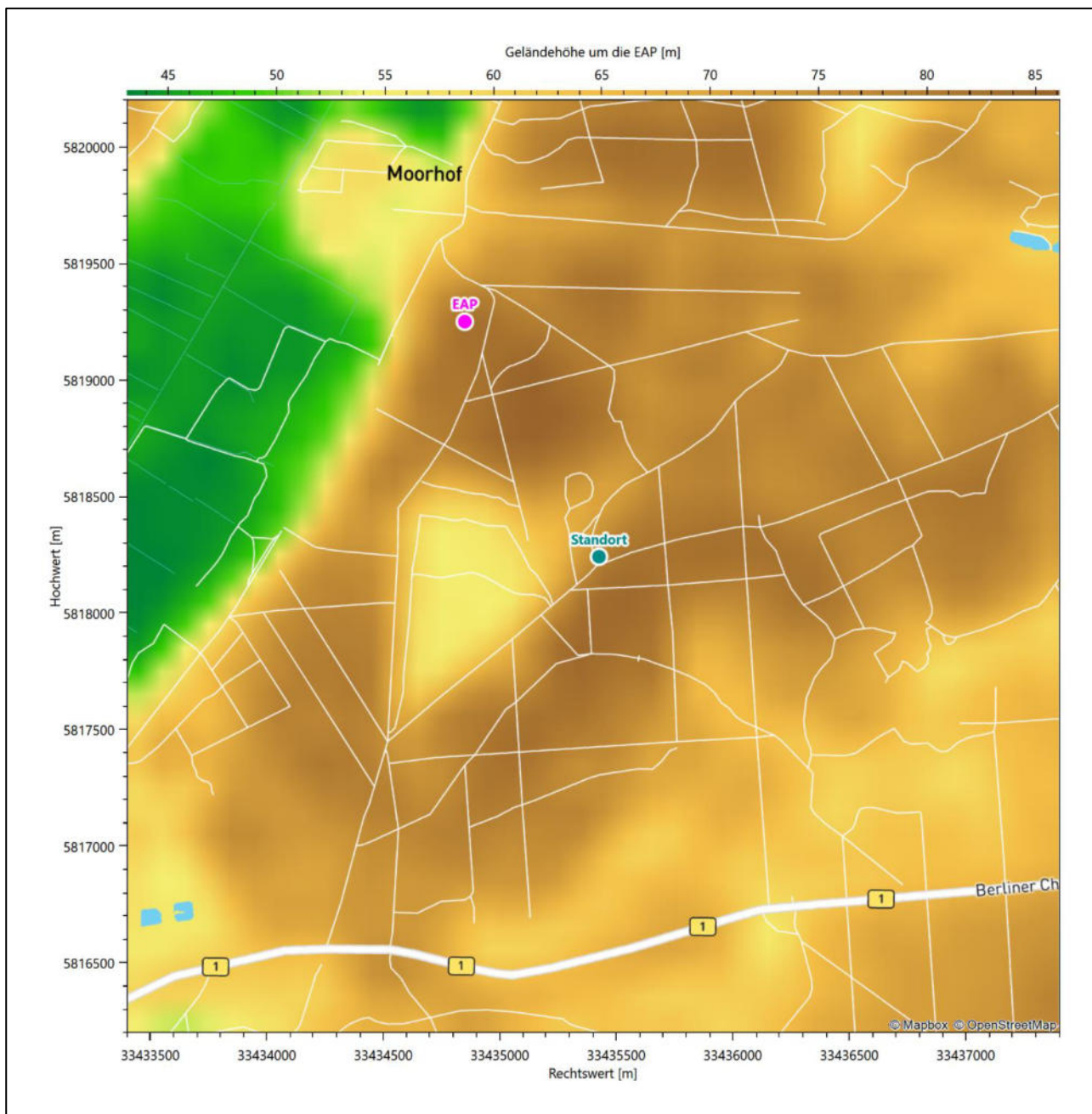


Abbildung 7: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort

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 Brandenburg 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.

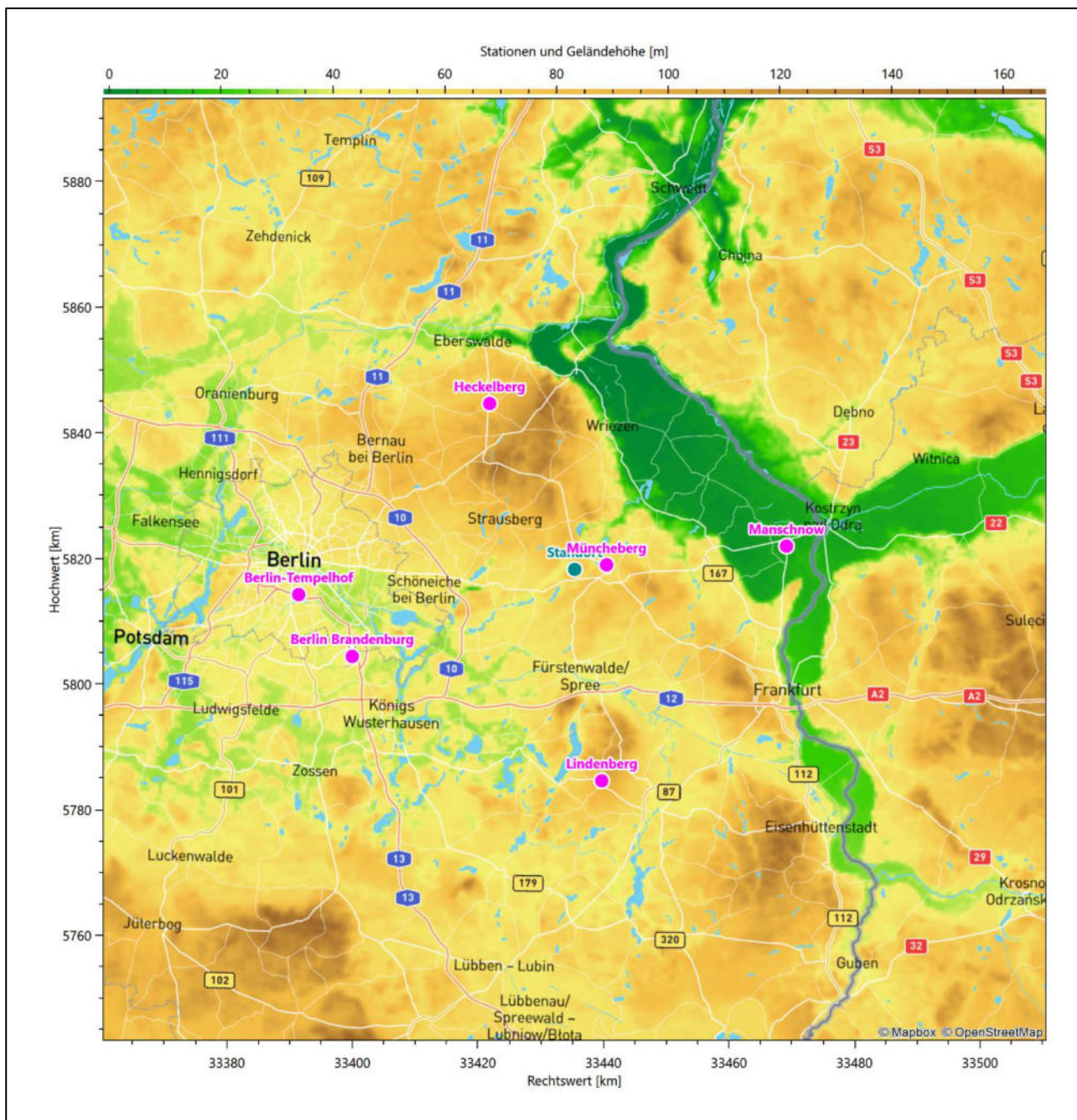


Abbildung 8: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

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
Müncheberg	3376	5	10,0	14,1232	52,5176	63	03.04.2009	14.03.2024
Heckelberg	7389	30	12,0	13,8427	52,7461	83	01.05.2013	14.03.2024
Lindenberg	3015	34	10,4	14,1180	52,2085	98	03.04.2009	14.03.2024
Manschnow	3158	34	12,0	14,5453	52,5468	12	03.04.2009	14.03.2024
Berlin Brandenburg	427	38	10,0	13,5306	52,3807	46	03.04.2009	14.03.2024
Berlin-Tempelhof	433	44	10,0	13,4021	52,4675	48	03.04.2009	14.03.2024

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

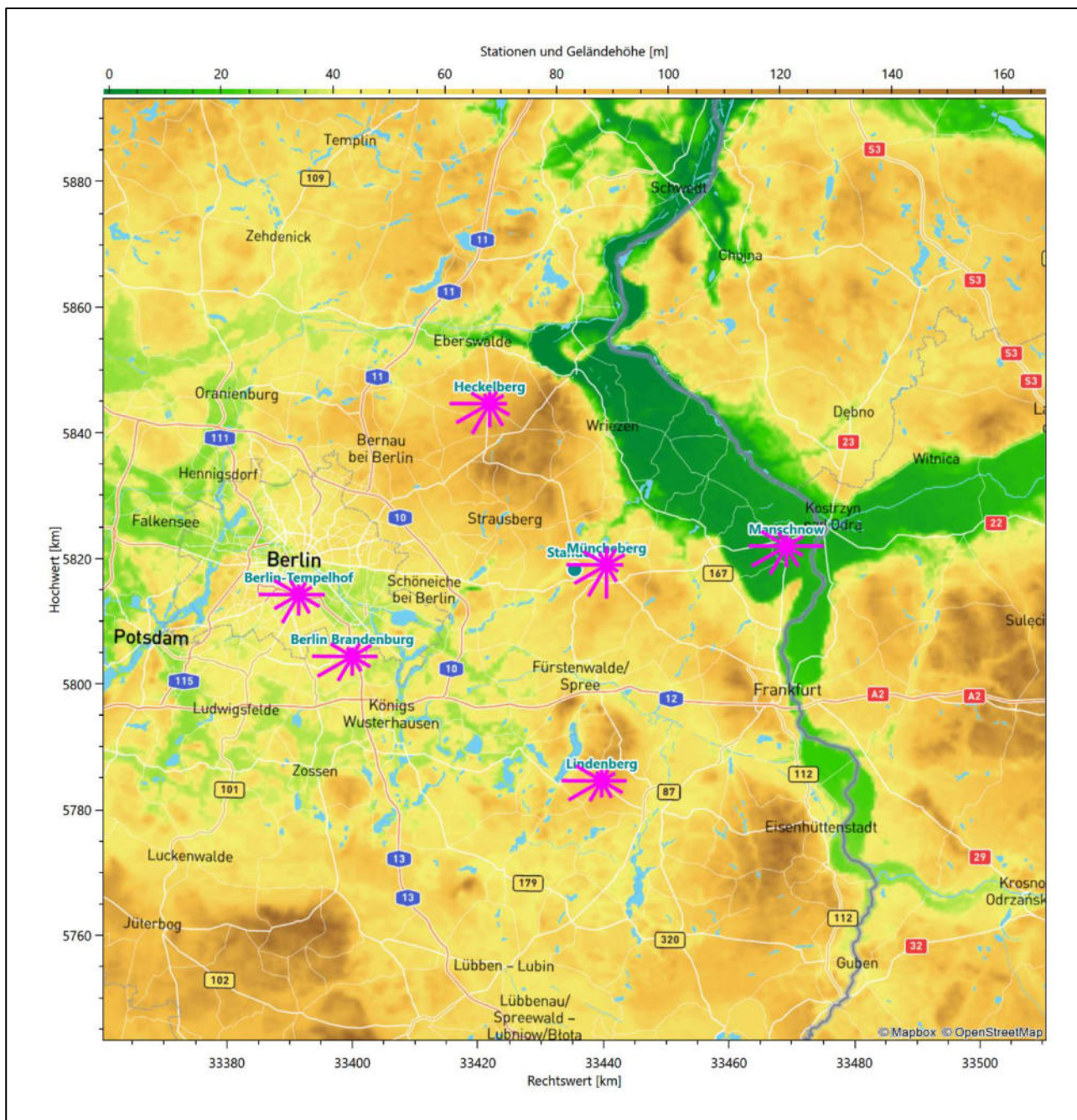


Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

Die Richtungsverteilungen der sechs Bezugswindstationen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Müncheberg besitzt das formale Hauptmaximum aus Westen, wobei aber der gesamte südwestliche Quadrant eine nur wenig geringere Intensität aufweist und aus Süden noch über 80% der Maximalhäufigkeit verzeichnet werden. Ein Nebenmaximum ist aus der 60°-Richtung erkennbar. Minimale Beiträge kommen aus 150° und 330°. Müncheberg liegt naturräumlich im Westen der flachwelligen Landschaft des Landes Lebus, das sich mit Höhenlagen zwischen 50 und 90 m über NHN allmählich nach Westen zur Fürstenwalder Spreealniederung abflacht. Die großräumig typische Anströmung wird an einer etwas erhabenen, im Südwesten der Station liegenden, bewaldeten Sanderinsel breiter gestreut.

Heckelberg überstreicht in der Hauptwindrichtung breit den südwestlichen Quadranten mit dem formalen Hauptmaximum aus Westen. Ein nur schwaches und stumpfes Nebenmaximum deutet sich aus Südosten an. Die Station liegt auf der weitgehend offenen, flachhügeligen Grundmoränenplatte des Barnim. Im Nordwesten fällt das Gebiet ins Eberswalder Urstromtal hin ab, im Südosten liegt dann das SW-NO-streichende Hügelland des Oberbarnim, das sich mit Höhenlagen bis zu 150 m über NHN deutlich über der Barnimplatte erhebt. Die Nacht- und Schwachwindcharakteristik deutet auf mögliche Kaltluftabflüsse aus dem Oberbarnim hin, die das süd-südöstliche Nebenmaximum bewirken.

Lindenberg hat das Hauptmaximum aus West bei 270°, folgt einer West-Ost Achse zu einem moderat ausgeprägten Nebenmaximum aus östlicher Richtung. Die Station liegt frei anströmbar im Zentrum der Beeskower Platte. Der großräumig typischen Anströmung ist wahrscheinlich eine Land-See-Windzirkulation, senkrecht zum westlich liegenden, hier SSW-NNO-orientierten Scharmützelseeufer, überlagert.

Für Manschnow erstreckt sich die Hauptwindrichtung, die sich mit fast identischer Intensität um das Hauptmaximum bei 240° zentriert, im Winkelbereich zwischen Süd-Südwesten und Westen. Das primäre Nebenmaximum kommt intensiv aus Osten, ein sekundäres deutet sich aus Süd-Südosten an. Die Station liegt in der flachen und tiefen Niederung des Oderbruchs. Der großräumig typischen Anströmung sind regionale Effekte überlagert. Dies sind Kanalisierungseffekte an der SO-NW-verlaufenden steilen Abbruchkante des Land Lebus zum Oderbruch hin (hier Seelower Höhen), die auch lokale Kaltluftabflüsse mit sich bringt und das hier noch aus Süden kommende Tal der Oder, in das auf Stationshöhe aus Osten das breite Tal der Warta zustößt.

An der Flughafenstation Berlin-Schönefeld erstreckt sich die Hauptwindrichtung praktisch gleichintensiv von 240° bis West. Das Nebenmaximum kommt aus Osten. Ein Minimum wird im Norden angenommen. Naturräumlich liegt die Station am nordöstlichen Rand der Teltowplatte im Übergang zur Berlin-Fürstenwalder Spreetalniederung im östlichen Anschluss. Die großräumig typische Anströmung wird hierbei im Bereich der Hauptanströmung lokal durch südwestlich und südlich gelegene Endmoränenkuppen etwas breiter gestreut, wohingegen der im Nordosten der Station befindliche bewaldete Höhenzug der Müggelberge die Nebenanströmung auf Ost hin abschirmt.

Berlin-Tempelhof zeigt gegenüber den anderen beiden Flughafenstationen Tegel und Schönefeld die Besonderheit, dass hier das primäre Nebenmaximum aus 210° (Südsüdwest) kommt, aus Osten nur ein sekundäres Nebenmaximum. Ansonsten folgt auch diese Verteilung noch genähert einer West-Ost-Achse mit dem Hauptmaximum aus Westen und dem globalen Minimum aus Norden.

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 2) 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.

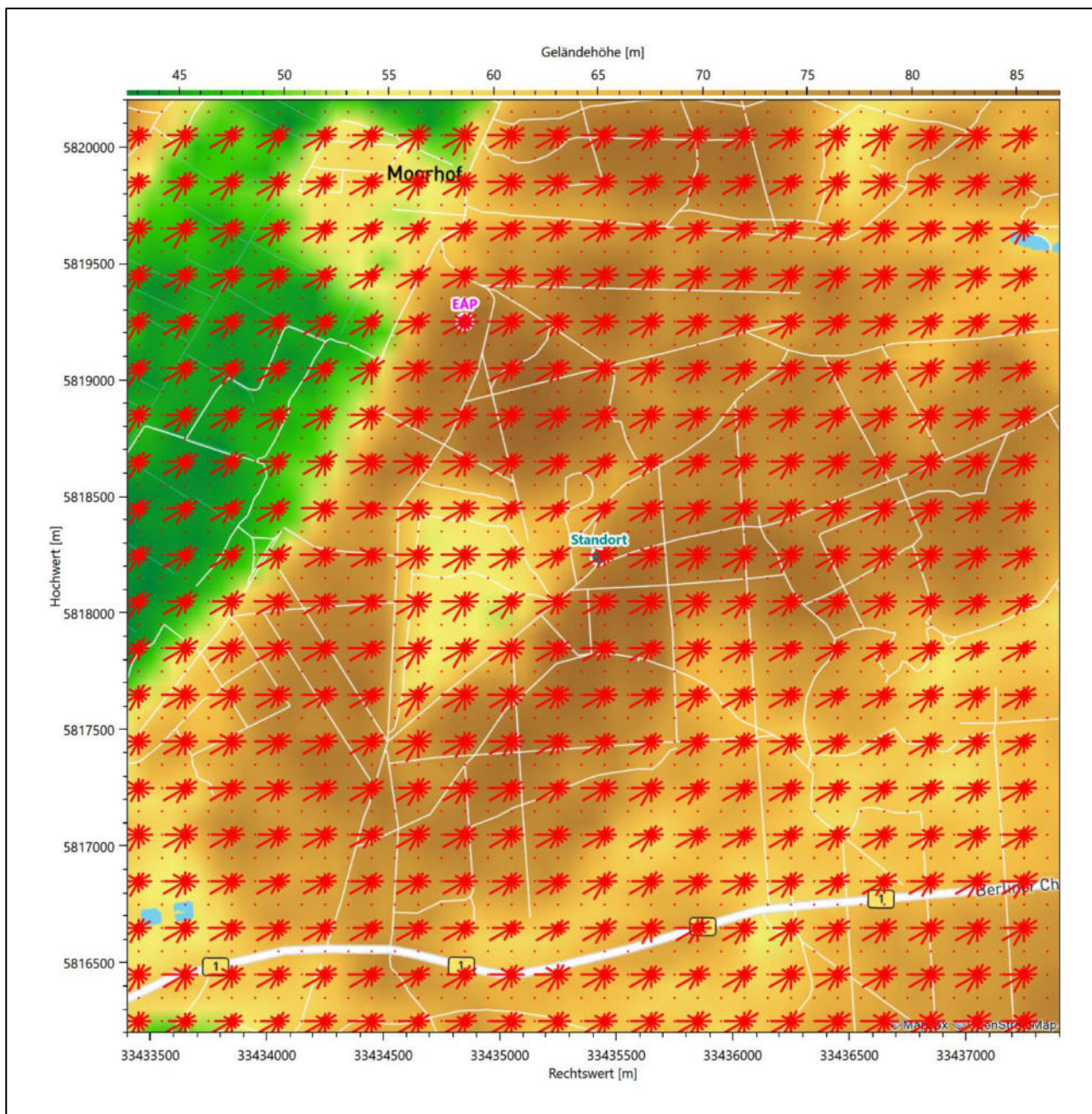


Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet

Mit den modellierten Windfeldern wurden die erwarteten Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen an der Ersatzanemometerposition in einer Höhe von 17,2 m berechnet. Die Verteilungen sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

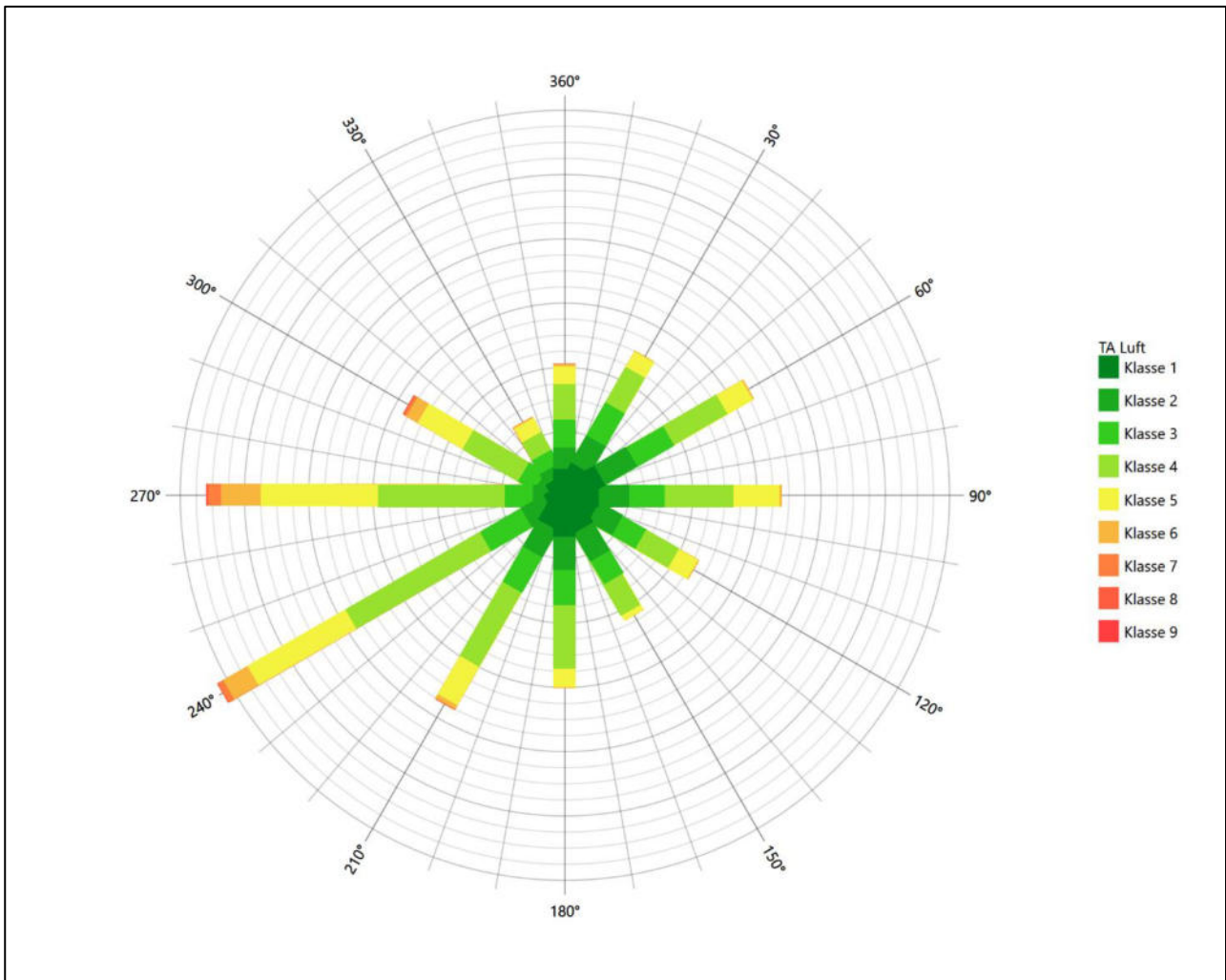


Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition

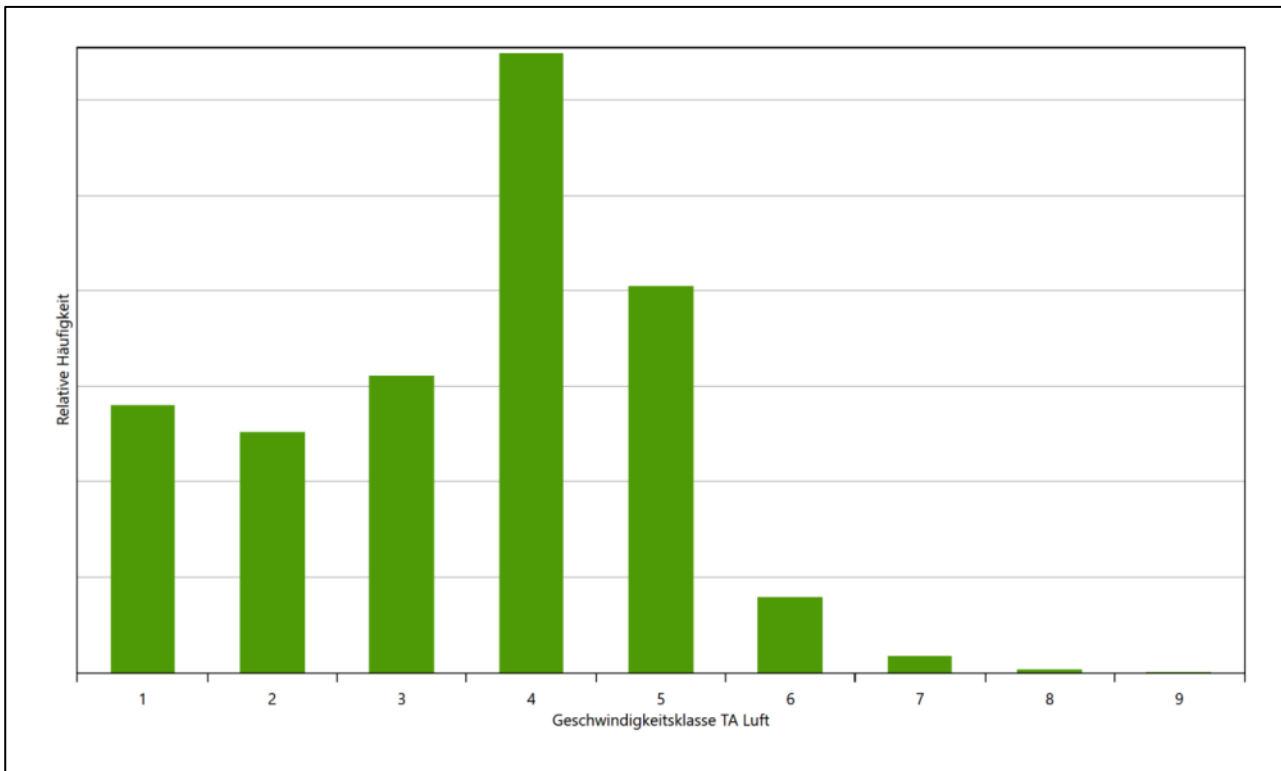


Abbildung 12: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition

Als Durchschnittsgeschwindigkeit ergibt sich der Wert 2,88 m/s.

Für das Gebiet um die EAP wurde in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] eine aerodynamisch wirk-same 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 1,20 m.

Es ist zu beachten, dass dieser Wert hier nur für den Vergleich von Windgeschwindigkeitsverteilungen benö-tigt wird und nicht dem Parameter entspricht, der als Bodenrauigkeit für eine Ausbreitungsrechnung anzu-wenden ist. Für letzteren gelten die Maßgaben der TA Luft, Anhang 2.

Um die Windgeschwindigkeiten für die EAP und die betrachteten Bezugswindstationen vergleichen zu kön-nen, 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 1,20 m. Als einheit-liche Referenzhöhe sollte nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] ein Wert Anwendung finden, der weit genug über Grund und über der Verdrängungshöhe (im Allgemeinen das Sechsfache der Bodenrauigkeit) liegt. Hier wurde ein Wert von 17,2 m verwendet.

Neben der graphischen Darstellung oben führt die folgende Tabelle numerische Kenngrößen der Verteilun-gen 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	2,88	6,3	1,199
Müncheberg	270	2,29	14,9	0,109
Heckelberg	270	2,29	15,4	0,074
Lindenberg	270	2,47	4,9	0,090
Manschnow	240	2,17	16,9	0,061
Berlin Brandenburg	270	2,76	7,7	0,023
Berlin-Tempelhof	270	2,57	9,2	0,060

Die Lage des Richtungsmaximums ergibt sich aus der graphischen Darstellung. Für die mittlere Windgeschwindigkeit wurden die Messwerte der Stationen von der tatsächlichen Geberhöhe auf eine einheitliche Geberhöhe von 17,2 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 1,20 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, wobei die Verteilung einer Achse von 255° nach 75° folgt. Die 270°-Komponente ist dem Hauptmaximum durchaus vergleichbar intensiv, so dass die Hauptanströmung stumpf ein 30°-Winkelintervall überstreicht. Ein deutliches Nebenmaximum zeichnet sich aus östlicher Richtung ab und ist, im Rahmen einer Fehlerbetrachtung der hier verwendeten Methoden gesehen, gleichintensiv bis nach Ost-Nordosten verbreitert. Das globale Minimum wird aus 330° erwartet, ein weites liegt direkt gegenüber bei 150°. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

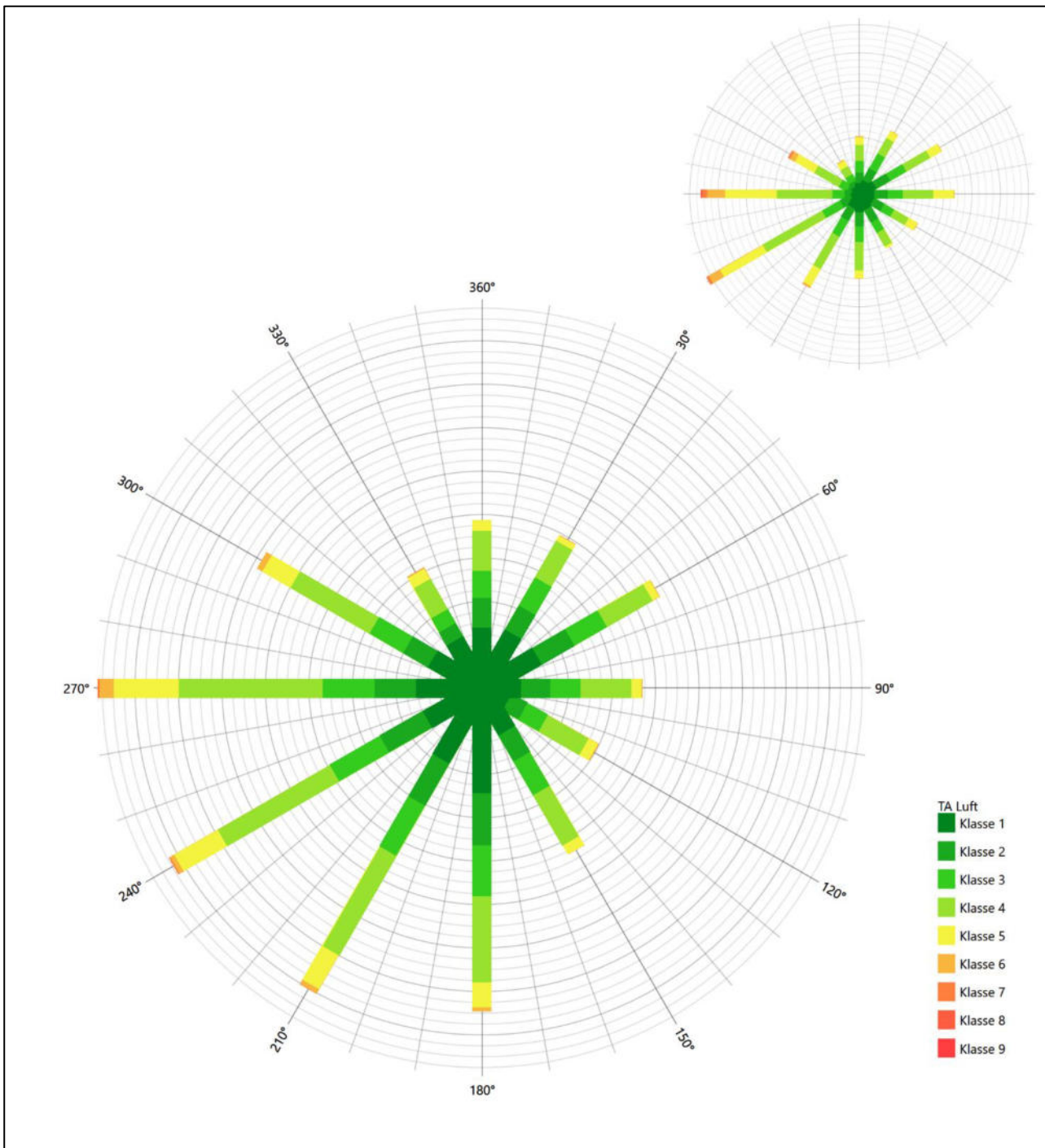


Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Müncheberg mit dem Erwartungswert

Die Station Müncheberg liegt mit einem formalen Hauptmaximum bei 270° noch im benachbarten 30°-Sektor zum Erwartungswert an der EAP. Die Richtungskomponente bei 240° ist aber immer noch stark. Durch deutlich überschätzte süd-südwestliche bzw. südliche Richtungskomponenten wird die Hauptanströmung jedoch breiter dargestellt als erwartet. Das ost-nordöstliche Nebenmaximum liegt zwar genau auf dem unteren Randwert des breiter erwarteten Nebenmaximums der EAP, der Schwerpunkt der Nebenanströmung hier tendiert aber schon dazu, 30° vom Schwerpunkt der erwarteten Nebenanströmung abzuweichen. Insgesamt soll deshalb nur auf eine ausreichende Eignung zur Übertragung abgestellt werden.

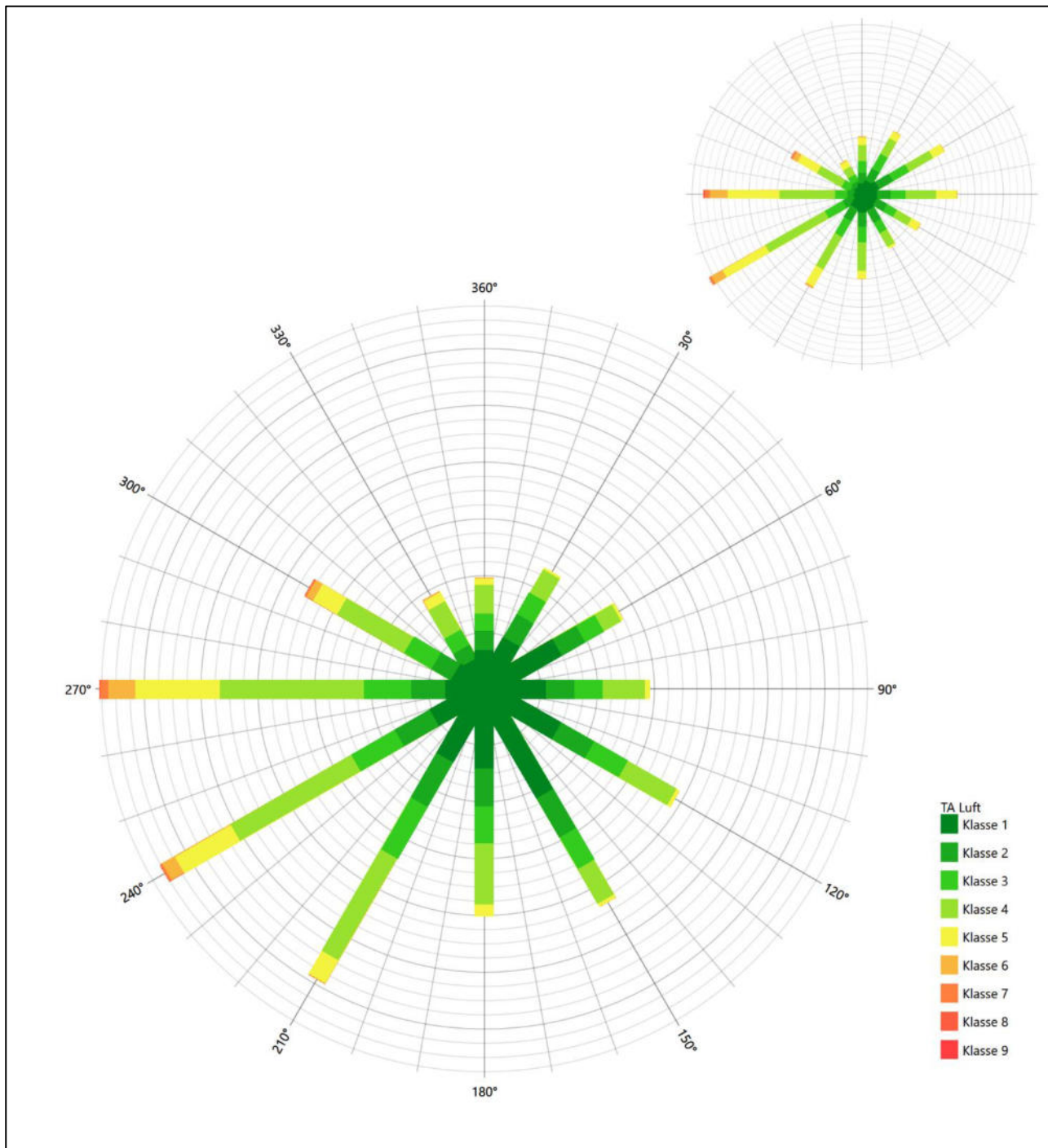


Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Heckelberg mit dem Erwartungswert

Die Station Heckelberg liegt mit einem formalen Hauptmaximum bei 270° noch im benachbarten 30°-Sektor zum Erwartungswert an der EAP. Die Richtungskomponente bei 240° ist aber immer noch stark, so dass Schwerpunkt und Breite der Hauptwindrichtung annähernd beschrieben werden. Das süd-südöstliche Nebenmaximum jedoch befindet sich außerhalb benachbarter 30° Richtungssektoren zur EAP. Die Station ist in diesem Fall formal nicht übertragbar.

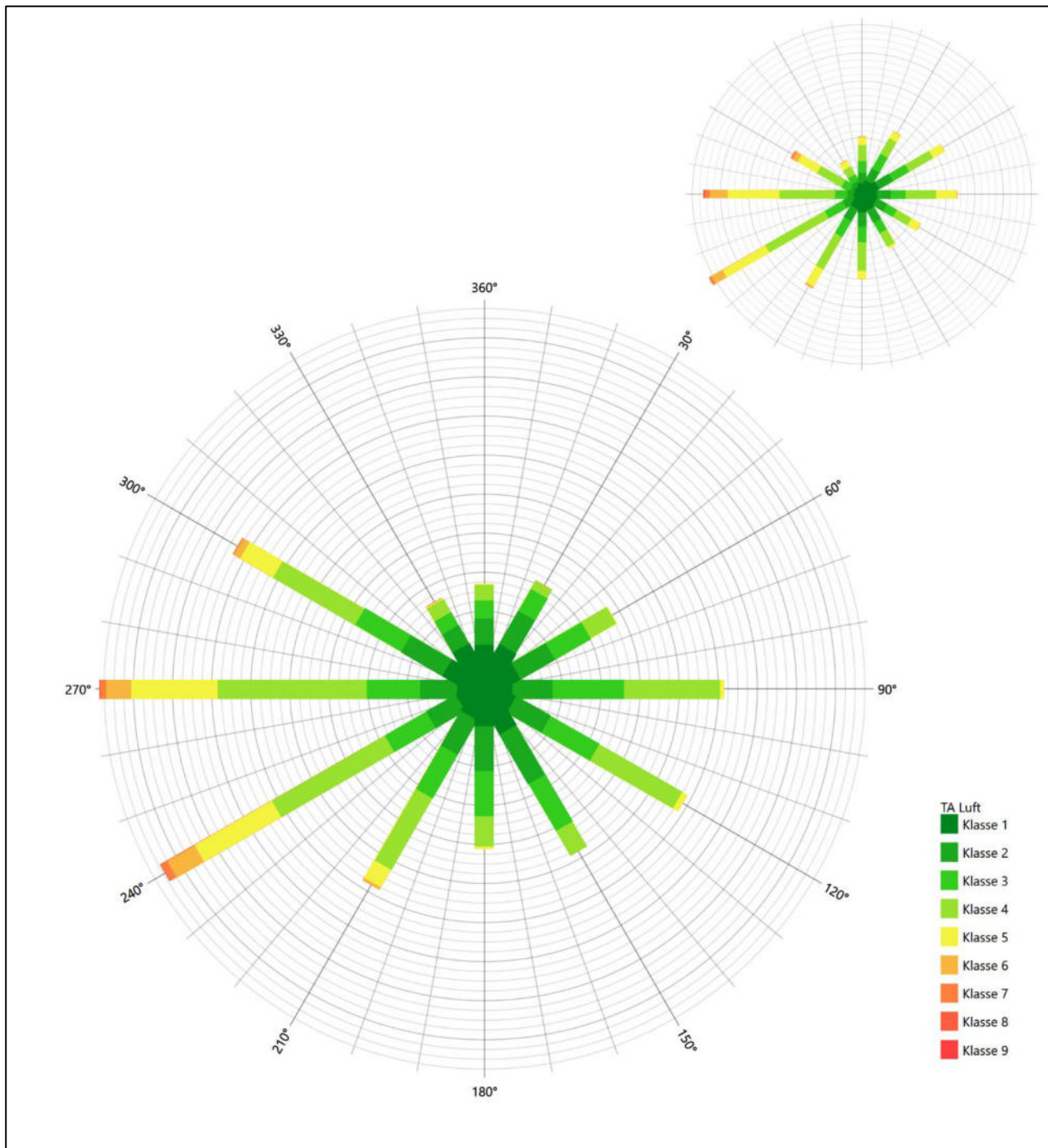


Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Lindenberg mit dem Erwartungswert

Die Station Lindenberg liegt mit einem formalen Hauptmaximum bei 270° noch im benachbarten 30°-Sektor zum Erwartungswert an der EAP. Die Richtungskomponente bei 240° ist aber immer noch stark, so dass der Schwerpunkt der Hauptwindrichtung genau getroffen wird. West-nordwestliche Richtungsbeiträge werden überschätzt. Das Nebenmaximum aus Osten liegt noch auf dem oberen Randwert des breiter erwarteten Nebenmaximums an der EAP. Hier ist eine befriedigende Eignung zur Übertragung gegeben.

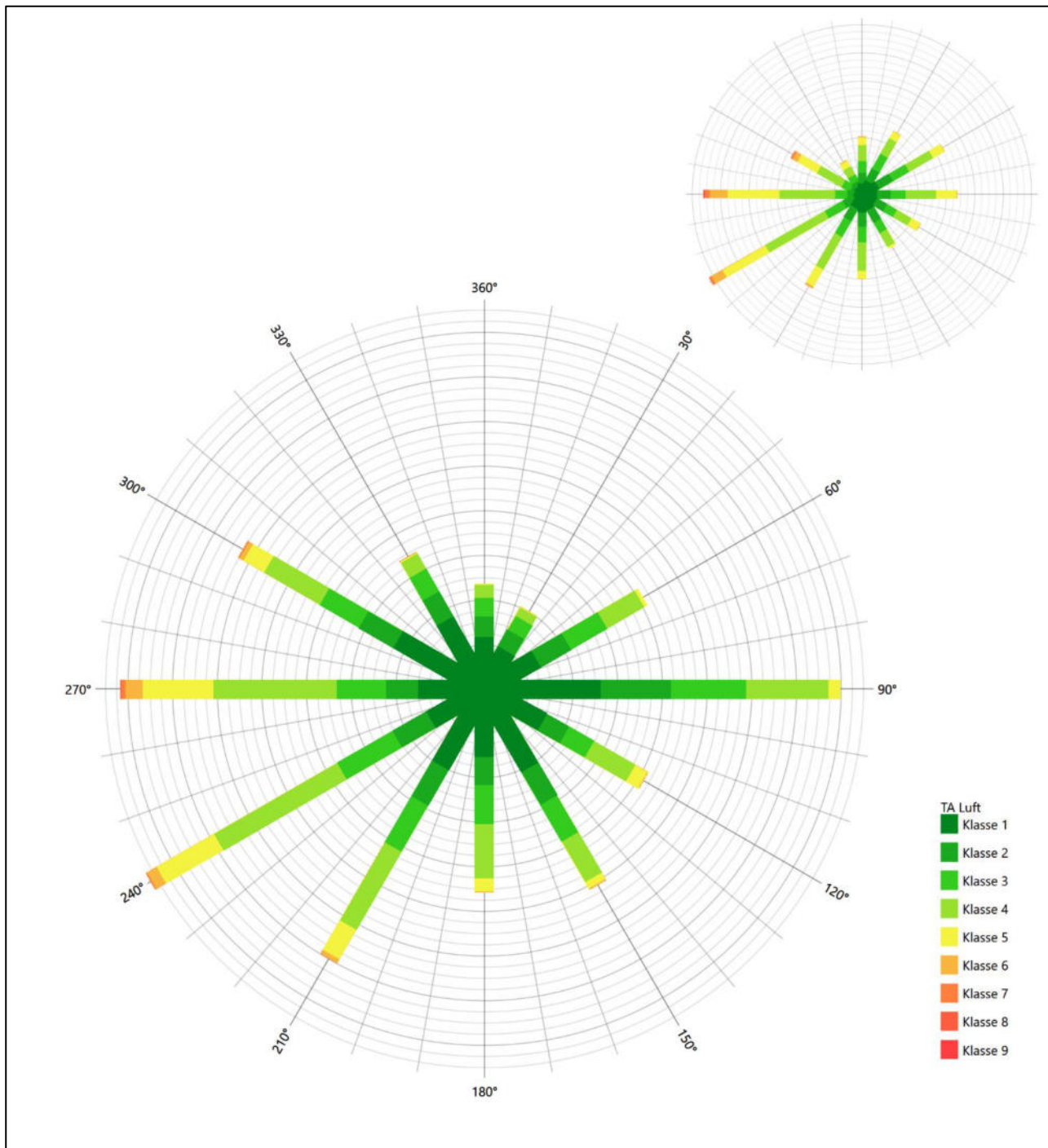


Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Manschnow mit dem Erwartungswert

Manschnow hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten genau auf dem erwartungswert an der EAP. Die Hauptanströmung ist hinreichend abgebildet, in der Breite leicht überschätzt, im Schwerpunkt perfekt. Das primäre Nebenmaximum aus Osten liegt noch auf dem oberen Randwert des breiter erwarteten Nebenmaximums an der EAP, ist aber deutlich zu intensiv. Anstelle eines süd-südöstlichen Minimums erscheint ein sekundäres Nebenmaximum. Beide Makel sollen in einer befriedigenden Übertragungseignung münden.

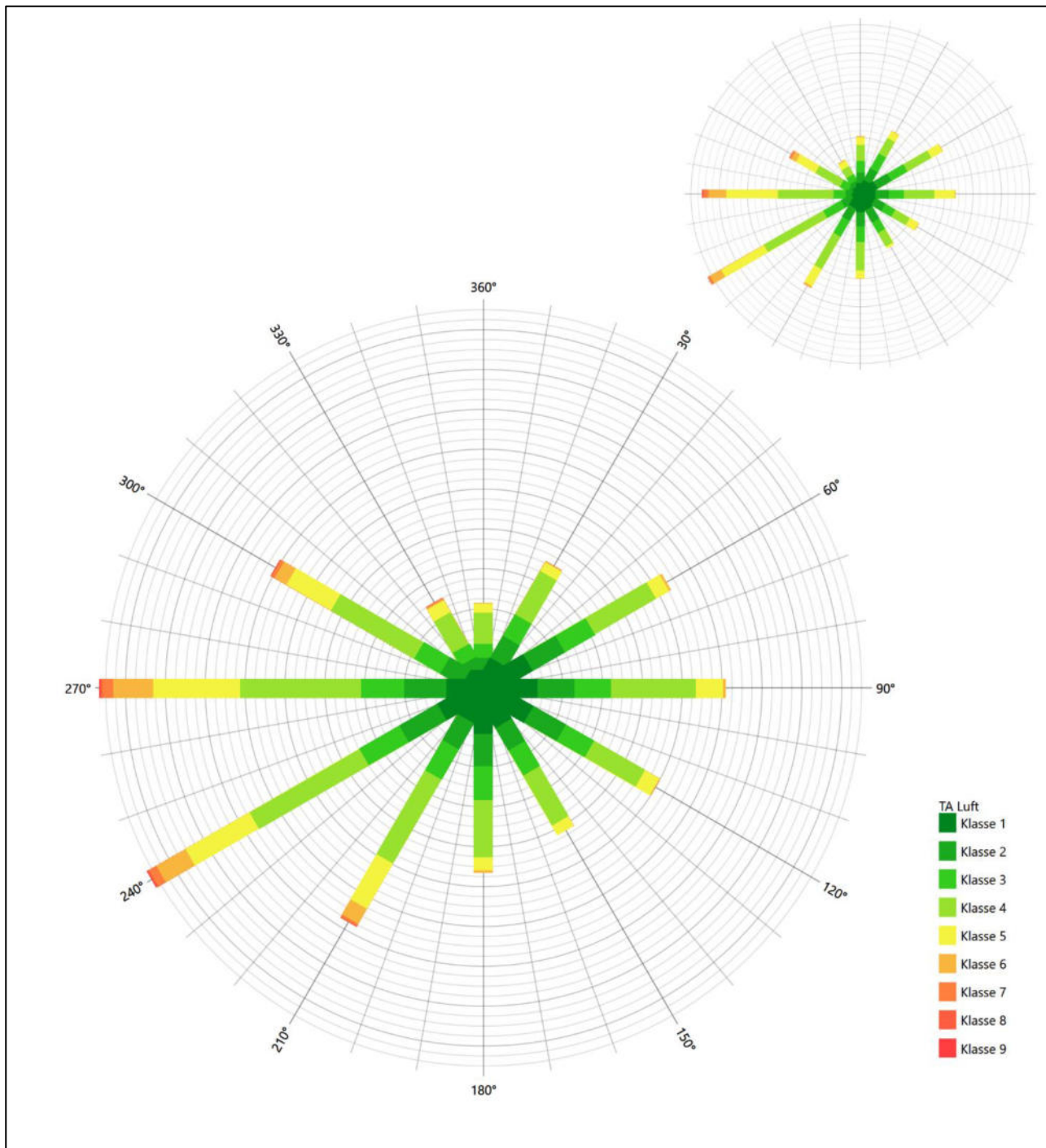


Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Berlin Brandenburg mit dem Erwartungswert

Die Station Berlin-Brandenburg liegt mit einem formalen Hauptmaximum bei 270° noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zum Erwartungswert an der EAP. Die Richtungskomponente bei 240° ist dem Hauptmaximum aber nahezu gleich, so dass die Ausformung der Hauptanströmung adäquat gelungen ist. Das östliche Nebenmaximum liegt genau auf dem oberen Randwert des breiter erwarteten Nebenmaximums an der EAP. Minima kommen aus 360° und 150°. Hier liegt eine gute Eignung zur Übertragung vor.

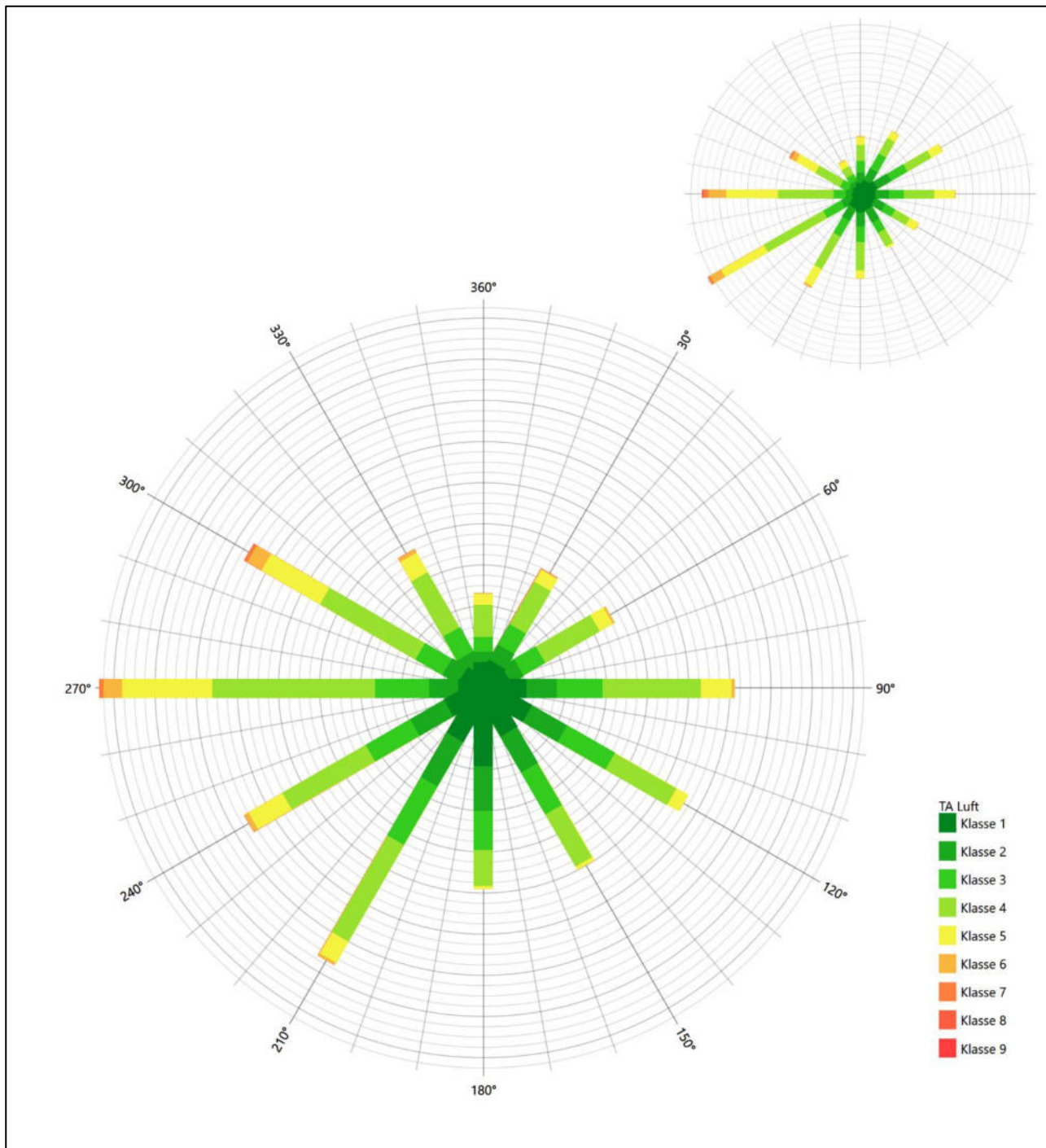


Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Berlin-Tempelhof mit dem Erwartungswert

Die Station Berlin-Tempelhof liegt mit einem formalen Hauptmaximum bei 270° noch im benachbarten 30°-Sektor zum Erwartungswert an der EAP. Eine zu schwache 240°-Richtungskomponente führt jedoch dazu, dass ein primäres Nebenmaximum bei 210° aus Süd-Südwest entsteht, das der EAP nicht entspricht. Die Station ist deshalb nicht geeignet übertragen zu werden.

Somit ist aus Sicht der Windrichtungsverteilung die Stationen Berlin-Brandenburg gut für eine Übertragung geeignet. Lindenberg und Manschnow stimmen noch befriedigend mit der EAP überein, Müncheberg noch ausreichend. Heckelberg und Tempelhof 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
Berlin-Brandenburg	++++
Lindenberg	+++
Manschnow	+++
Müncheberg	++
Heckelberg	-
Berlin-Tempelhof	-

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 17,2 m werden an der EAP 2,88 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 Lindenberg, Berlin Brandenburg und Berlin-Tempelhof mit 2,5 m/s, 2,8 m/s bzw. 2,6 m/s (auch wieder bezogen auf 17,2 m Höhe und die EAP-Rauigkeit von 1,20 m) sehr nahe. Sie zeigen eine Abweichung von nicht mehr als $\pm 0,5$ m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Müncheberg, Heckelberg und Manschnow liegen mit Werten von 2,3 m/s, 2,3 m/s und 2,2 m/s noch innerhalb einer Abweichung von $\pm 1,0$ m/s, was noch eine ausreichende Übereinstimmung darstellt.

Aus Sicht der Windgeschwindigkeitsverteilung sind also Lindenberg, Berlin Brandenburg und Berlin-Tempelhof gut für eine Übertragung geeignet. Müncheberg, Heckelberg und Manschnow 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
Lindenberg	++
Berlin Brandenburg	++
Berlin-Tempelhof	++
Müncheberg	+
Heckelberg	+
Manschnow	+

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
Berlin-Brandenburg	+++++	++++	++
Lindenberg	+++++	+++	++
Manschnow	+++++	+++	++
Müncheberg	+++	++	+
Heckelberg	-	-	+
Berlin-Tempelhof	-	-	+

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 Berlin Brandenburg die beste Eignung für eine Übertragung befunden wurde. Ein statistisches Ähnlichkeitsmaß bestätigt dieses Urteil:

Dabei wird die Ähnlichkeit der Windverteilungen der in Frage kommenden Bezugswindstationen mit dem berechneten Erwartungswert mit Hilfe eines gewichteten, additiven χ^2 -Maßes beurteilt. Ganz wie im Verfahren AKJahr, das vom DWD zur Auswahl eines repräsentativen Jahres aus einem Gesamtzeitraum verwendet wird und in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] beschrieben wurde, werden dabei die vier Bewertungsparameter Windrichtungsverteilung, Geschwindigkeitsverteilung, Richtungsverteilung der Nacht- und Schwachwinde sowie die Verteilung der Ausbreitungsklassen herangezogen. Diese vier Häufigkeitsverteilungen liegen als Erwartungswerte für die EAP und für jede Bezugswindstation vor und werden über einen genügend langen Zeitraum (siehe Tabelle 3) ermittelt, wobei die absoluten Häufigkeiten pro Klasse auf die Häufigkeit des Erwartungswertes normiert wird. Anschließend wird für jeden der vier Parameter ein separater χ^2 -Term

bestimmt, indem in jeder Klasse^[1] die Differenz zwischen der normierten Häufigkeit der Bezugswindstation und der erwarteten Häufigkeit an der EAP gebildet und quadriert wird, und die Quadrate aufsummiert werden. Der resultierende χ^2 -Term ist umso kleiner, je besser die Häufigkeitsverteilung einer Station im betrachteten Bewertungsparameter mit der erwarteten Verteilung übereinstimmt. Für ein Gesamturteil werden die vier χ^2 -Zahlenwerte schließlich zu einem einzigen aufaddiert, wobei die vier Parameter entsprechend ihrer Bedeutung gewichtet werden; an dieser Stelle werden dieselben Wichtungsfaktoren wie im Verfahren AKJahr des DWD benutzt, die sich bei der Bestimmung eines repräsentativen Jahres empirisch bewährt haben: Windrichtung: 0,36 - Windgeschwindigkeit: 0,24 - Ausbreitungsklassen: 0,25 – Nacht- und Schwachwinde: 0,15.

Das hier verwendete objektive Verfahren erlaubt es, ein Gütemaß zur Übereinstimmung von Erwartungswerten an der EAP mit den Bezugswindstationen zu berechnen, das wesentlich aussagekräftiger als die minimalen Übereinstimmungskriterien von VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 ist. Es werden nicht nur die Lage der Windrichtungsmaxima und der Mittelwert der Windgeschwindigkeit betrachtet, sondern die gesamten Verteilungen berücksichtigt, sowie zusätzlich auch noch die Nacht- und Schwachwinde sowie die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen einbezogen.

In der folgenden Grafik ist das χ^2 -Gesamtmaß für jede Bezugswindstation dargestellt und auch, wie es sich aus den vier einzelnen Gütemaßen zusammensetzt.

^[1] Diese Unterklassen zu jedem Bewertungsparameter sind die zwölf 30°-Sektoren bei der Windrichtung, die neun Geschwindigkeitsklassen bei der Windgeschwindigkeit und die sechs Ausbreitungsklassen.

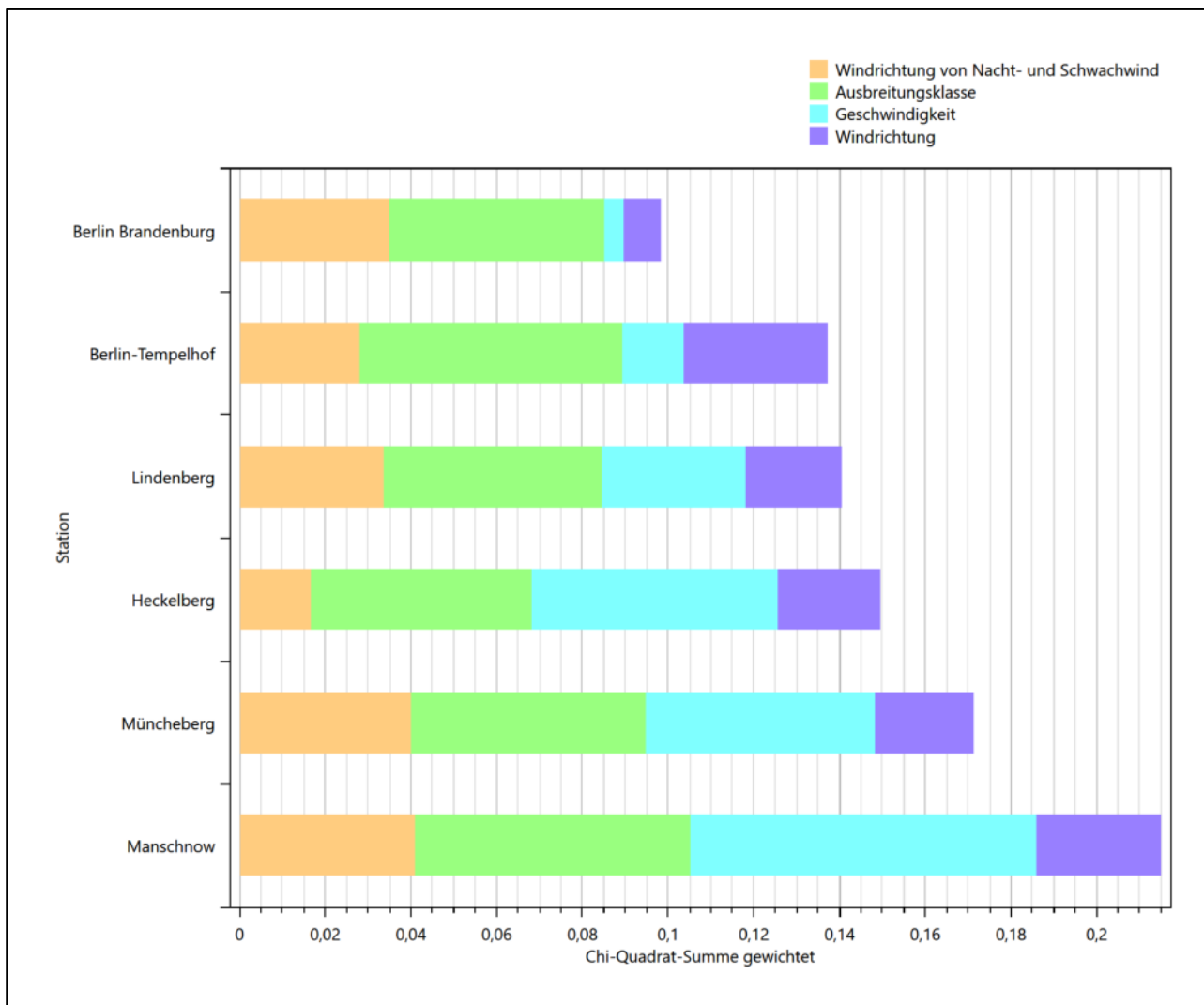


Abbildung 19: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der Windverteilungen der betrachteten Bezugswindstationen mit dem EAP-Erwartungswert

Aus den Gütemaßen für die einzelnen Bezugswindstationen lässt sich die gezeigte Rangfolge ableiten, welche der Bezugswindstationen am besten für eine Übertragung geeignet ist.

Für die Station Berlin Brandenburg kann also befunden werden, dass sie einerseits die beste Übereinstimmung der statistischen Verteilungsparameter der meteorologischen Daten aufweist und darüber hinaus die Kriterien zur Übertragbarkeit nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 erfüllt. Darüber hinaus sind auch keine Vorbehalte bekannt, die einer Eignung dieser Station entgegenstehen könnten.

Berlin Brandenburg wird demzufolge für eine Übertragung ausgewählt.

5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation

Die zur Übertragung ausgewählte Station Berlin Brandenburg befindet sich auf dem Flughafen Berlin-Brandenburg, etwa 22 km in südöstlicher Richtung vom Berliner Stadtkern entfernt. Der Flughafen liegt im Landkreis Dahme-Spreewald und gehört zum Bundesland Brandenburg.

Die Lage der Station in Brandenburg ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

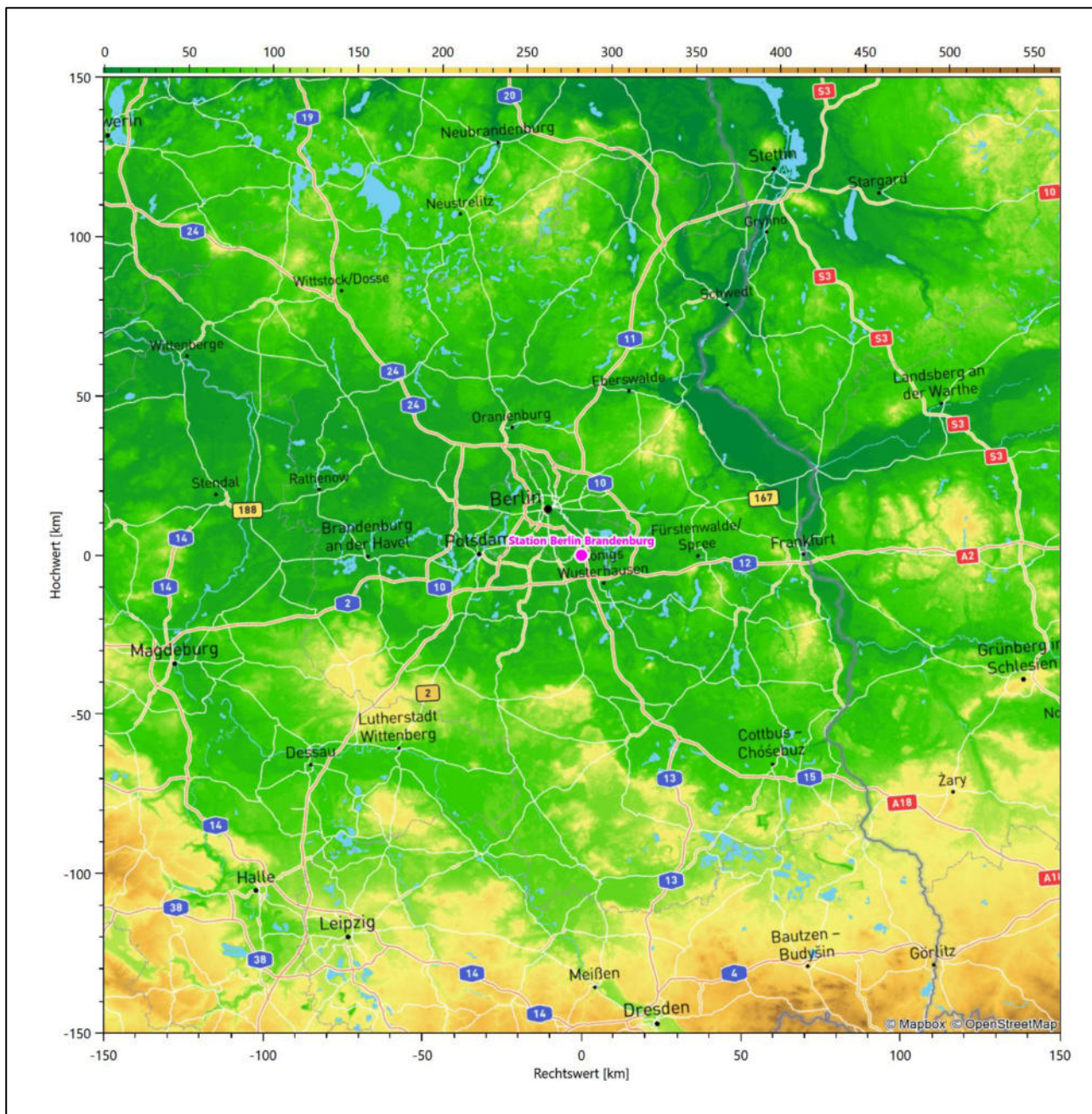


Abbildung 20: Lage der ausgewählten Station

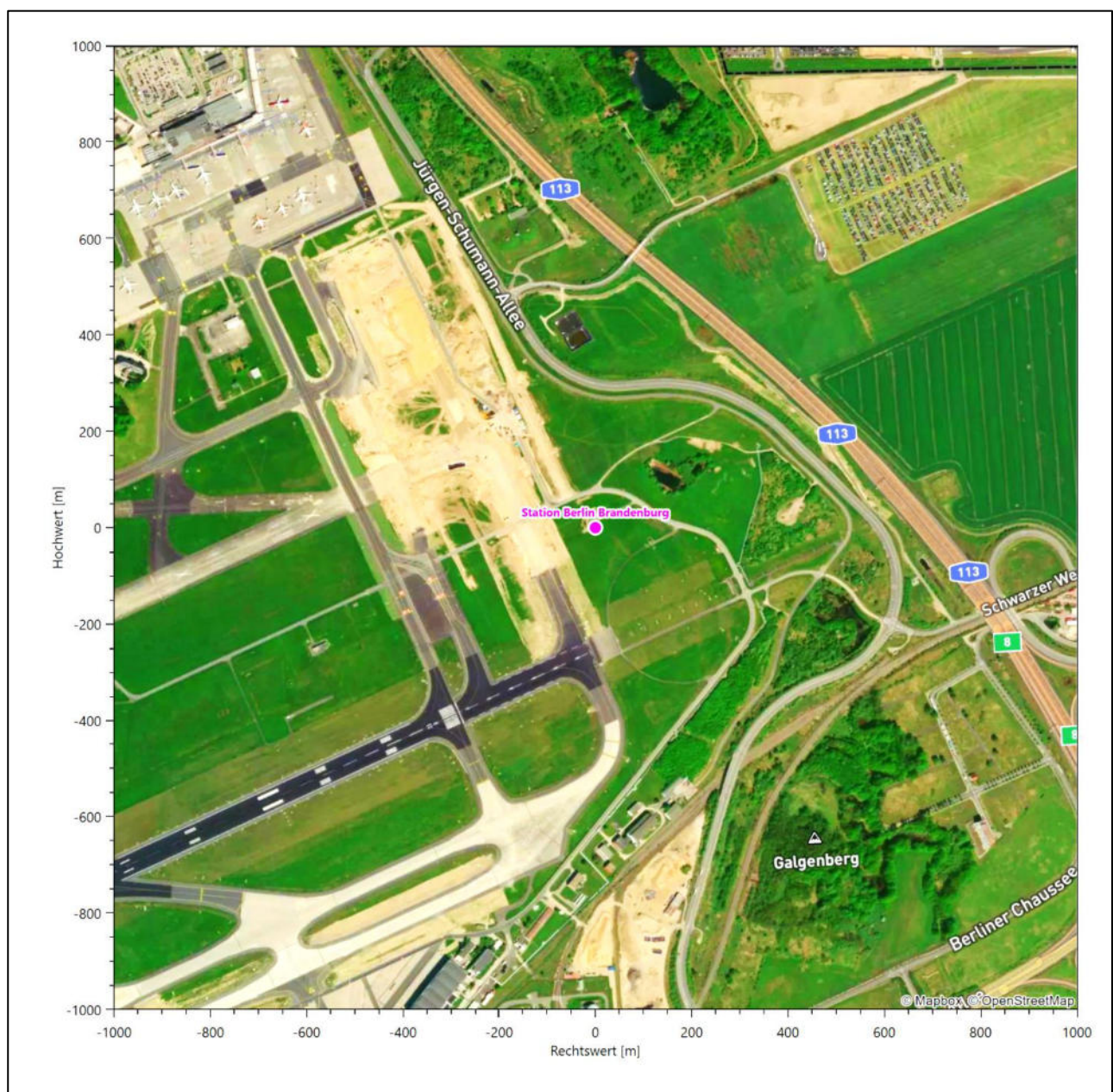
In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 46 m über NHN. Der Windgeber war während des hier untersuchten Zeitraumes in einer Höhe von 10 m angebracht.

Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	13,5306°
Geographische Breite:	52,3807°

Die Umgebung der Station ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Die Station liegt am östlichen Rand des Flughafens, westlich erstrecken sich die Start- und Landebahnen, östlich schließen sich nach der Autobahn A113 Wiesen, Ackerflächen und kleine Waldstücke an. In etwas Abstand folgen die dichten Siedlungsbebauungen der Stadtteile Schönefeld, Waltersdorf und Bohnsdorf.

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

**Abbildung 21: Luftbild mit der Umgebung der Messstation**

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

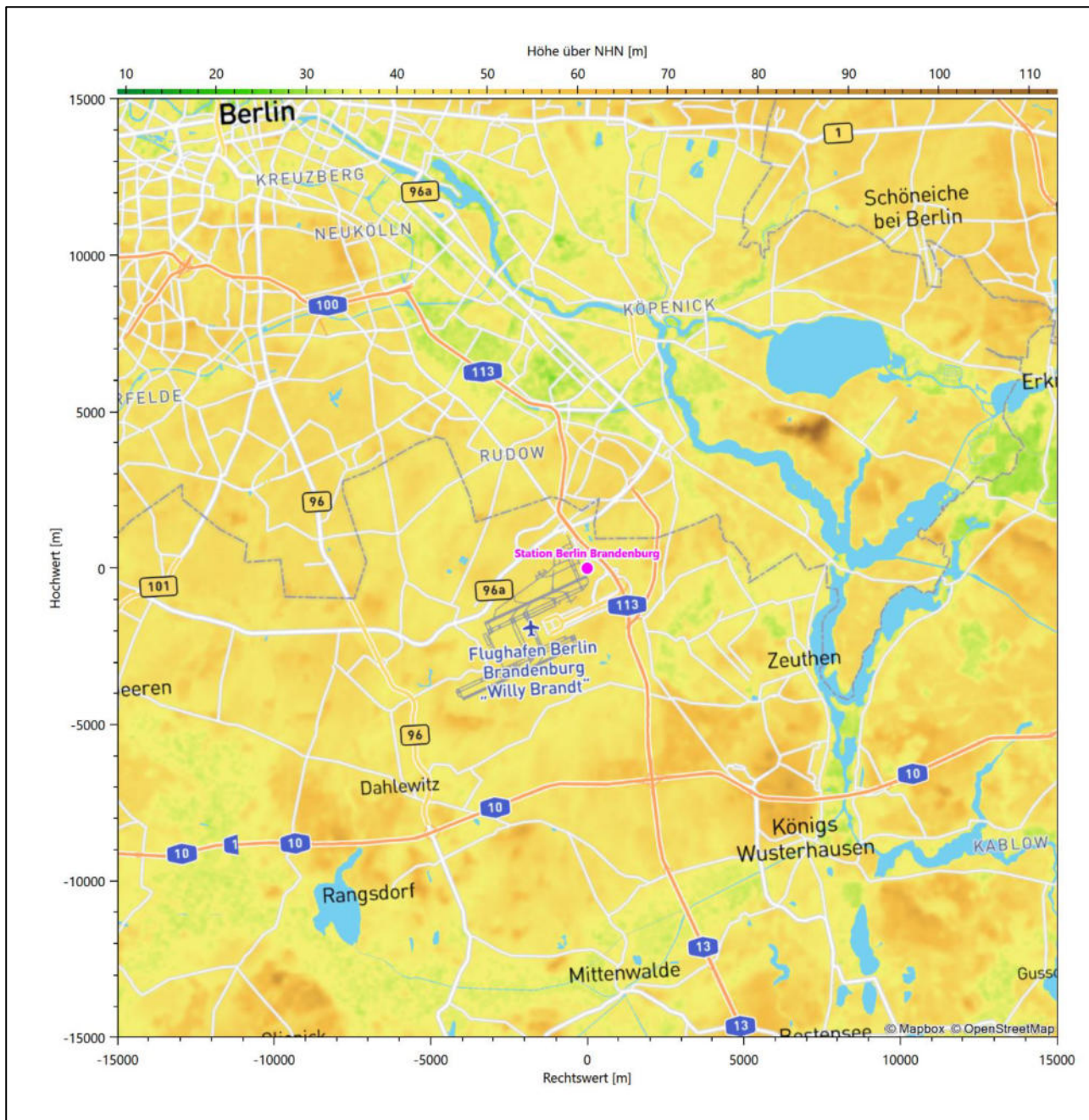


Abbildung 22: Orographie um den Standort der Wetterstation

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 VDI-Richtlinie 3782 Blatt 6 erfolgt. Schließlich wird auch die Verteilung der Ausbreitungsklassen im zeitlichen Verlauf über den Gesamtzeitraum untersucht.

Im vorliegenden Fall sollte ein repräsentatives Jahr ermittelt werden, für das auch Niederschlagsdaten aus dem RESTNI-Datensatz des Umweltbundesamtes zur Verfügung stehen. Ziel des Projektes RESTNI (Regionalisierung stündlicher Niederschläge zur Modellierung der nassen Deposition) an der Leibniz Universität Hannover war es gewesen, räumlich hochaufgelöste, modellierte Niederschlagsdaten für ganz Deutschland bereitzustellen. Diese Daten existieren derzeit noch nur für die Jahre 2006 bis 2015 („UBA-Jahre“). Nur aus diesem Zeitraum konnte das repräsentative Jahr gewählt werden.

Weil der UBA-Zeitraum mittlerweile schon länger zurückliegt, wurde das Verfahren wie folgt modifiziert: Es wird zwischen dem Auswahlzeitraum und dem Repräsentationszeitraum unterschieden. Der

Auswahlzeitraum ist derjenige, aus dem das repräsentative Jahr ausgewählt werden kann; dieses ist hier der UBA-Zeitraum. Der Repräsentationszeitraum ist derjenige, anhand dessen die langjährig gemittelten Zielgrößen bestimmt werden, denen das repräsentative Jahr dann möglichst nahekommen soll. Also derjenige Zeitraum, den das repräsentative Jahr dann repräsentiert. Beider Anfang wird hier identisch gewählt, aber der Repräsentationszeitraum dann so weit als möglich bis in die Gegenwart verlängert. Das auf diese Weise ermittelte Jahr repräsentiert dann einen aktuelleren Gesamtzeitraum als nur den UBA-Zeitraum.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den Test auf Homogenität für die ausgewählte Station für den Repräsentationszeitraum („Gesamtzeitraum“).

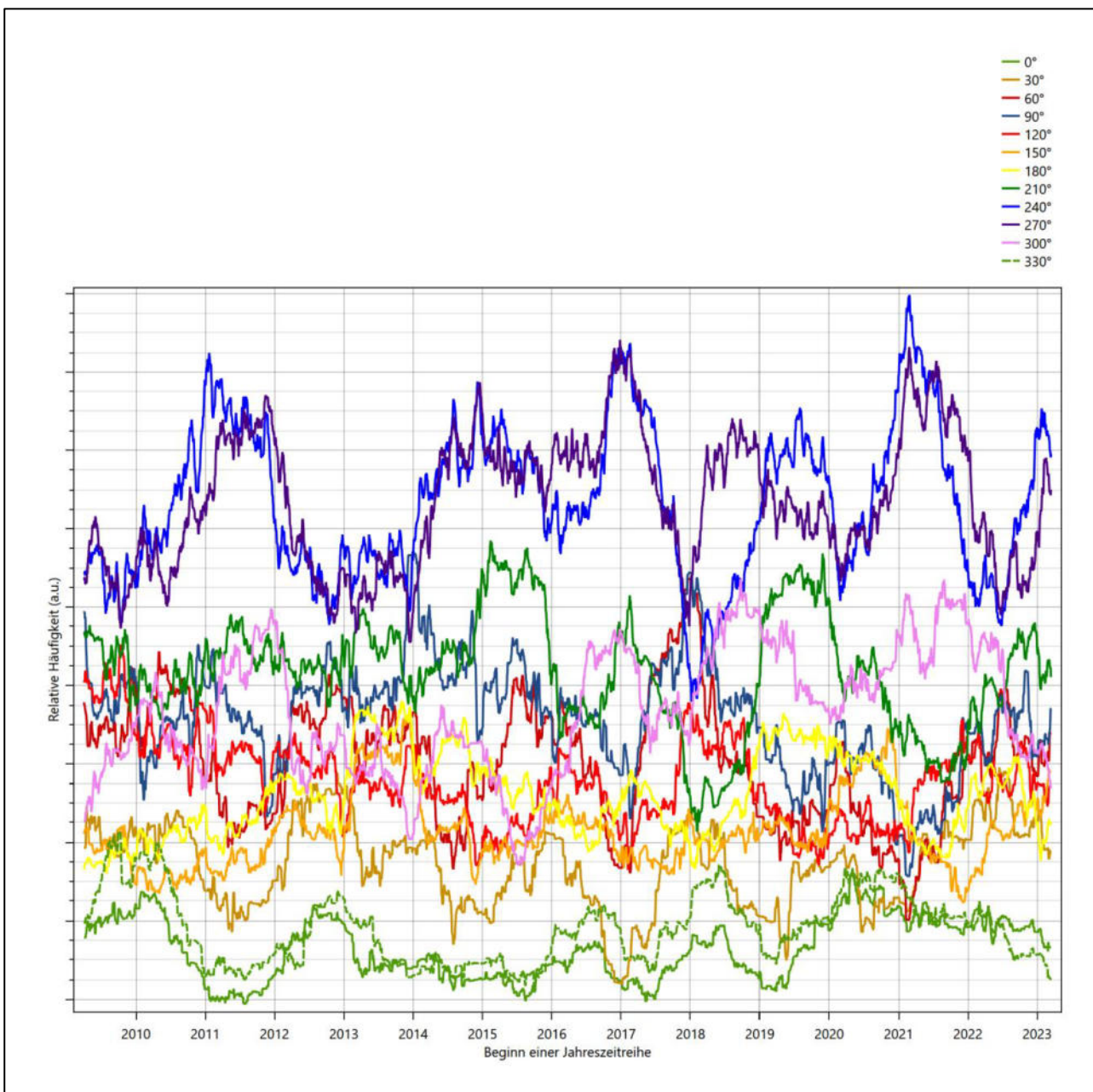


Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung

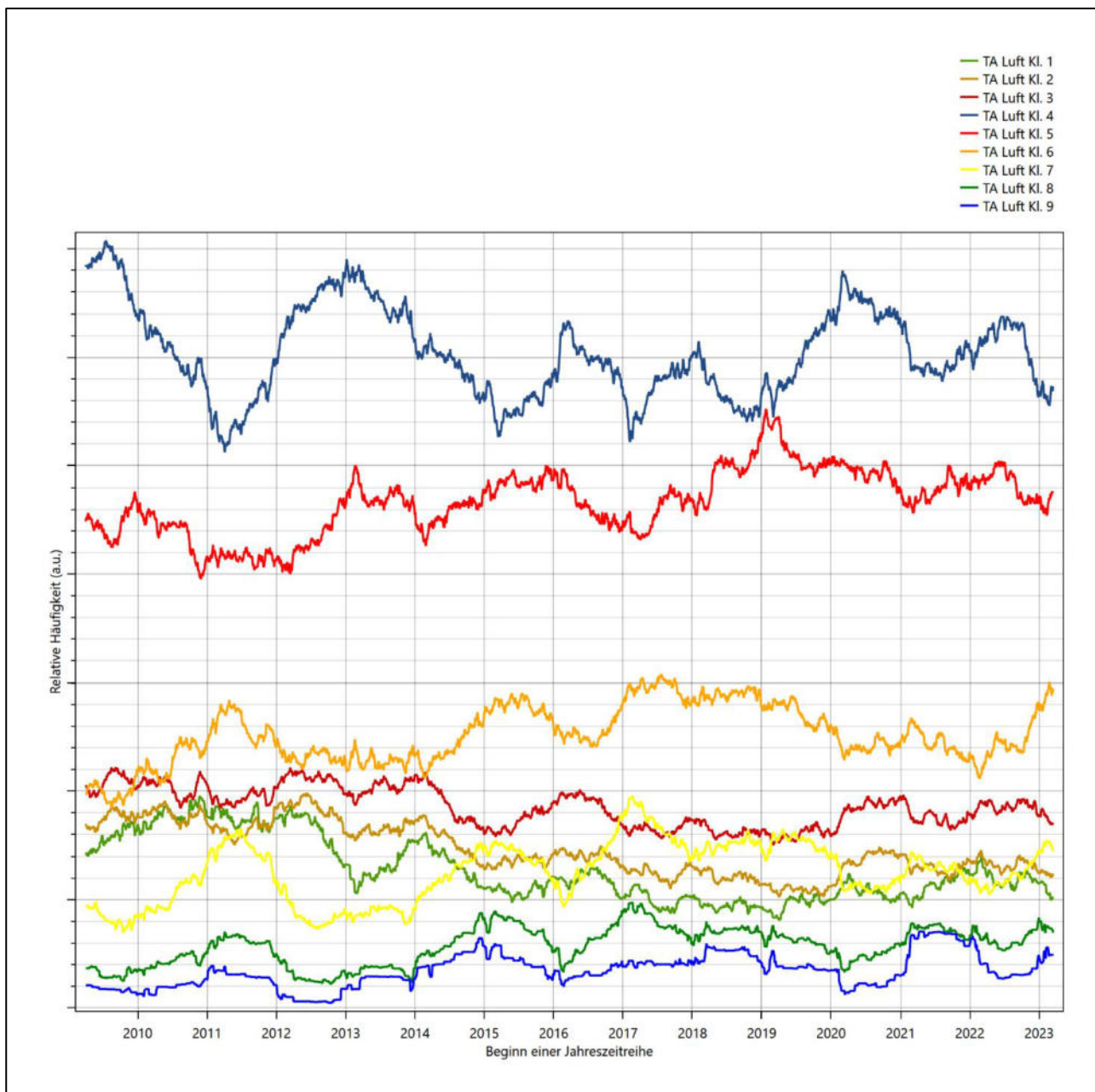


Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung

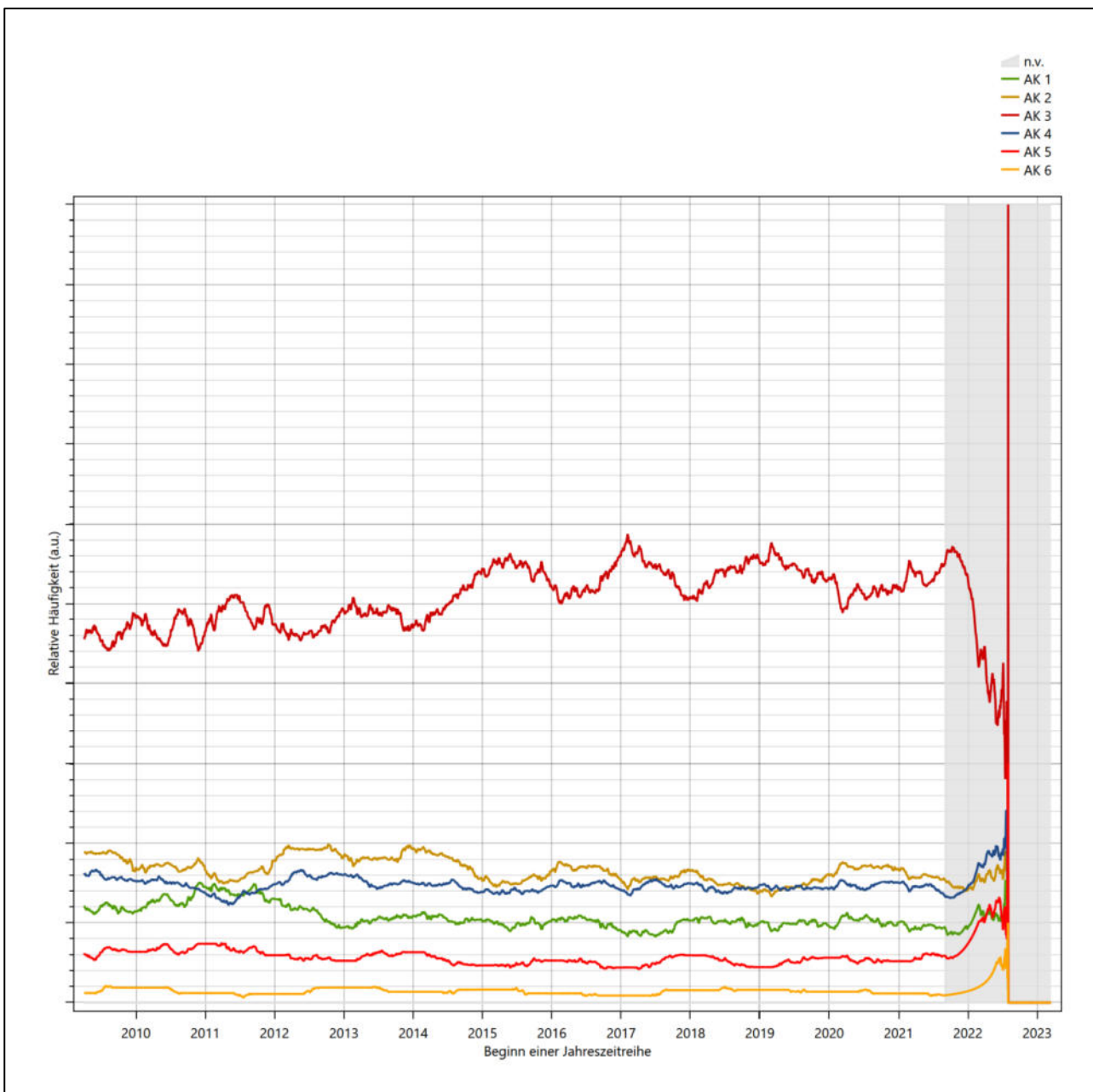


Abbildung 25: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 03.04.2009 bis zum 14.03.2024 verwendet.

Grau dargestellte Bereiche in Abbildung 25 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 in den auswertbaren (nicht grau hinterlegten) Zeiträumen 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. Dieser χ^2 -Test wird zunächst für den gesamten Repräsentationszeitraum (im folgenden „Gesamtzeitraum“) durchgeführt, auch wenn anschließend das repräsentative Jahr dann nur aus dem kürzeren UBA-Zeitraum ausgewählt werden kann. Das erlaubt eine Abschätzung auch, ein wie viel besseres repräsentatives Jahr gefunden werden könnte, wenn die Beschränkung auf den UBA-Zeitraum nicht nötig wäre bzw. UBA-Niederschlagsdaten für den Gesamtzeitraum zur Verfügung ständen.

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

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

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

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

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

Schließlich wird eine weitere Untersuchung der Windrichtungsverteilung durchgeführt, wobei jedoch das Testkollektiv gegenüber der ersten Betrachtung dieser Komponente dadurch beschränkt wird, dass ausschließlich Nacht- und Schwachwinde zur Beurteilung herangezogen werden. Der Einfachheit halber wird dabei generell der Zeitraum zwischen 18:00 und 6:00 Uhr als Nacht definiert, d.h. auf eine jahreszeitliche Differenzierung wird verzichtet. Zusätzlich darf die Windgeschwindigkeit 3 m/s während dieser nächtlichen

Stunden nicht überschreiten. Die bereits bestehende Einteilung der Windrichtungssektoren bleibt hingegen ebenso unverändert wie die konkrete Anwendung des χ^2 -Tests.

Als Ergebnis dieser Untersuchungen stehen für die einzelnen Testzeiträume jeweils vier Zahlenwerte zur Verfügung, die anhand der Verteilung von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse und der Richtung von Nacht- und Schwachwinden die Ähnlichkeit des Testzeitraumes mit dem Gesamtzeitraum ausdrücken. Um daran eine abschließende Bewertung vornehmen zu können, werden die vier Werte gewichtet addiert, wobei die Windrichtung mit 0,36, die Windgeschwindigkeit mit 0,24, die Ausbreitungsklasse mit 0,25 und die Richtung der Nacht- und Schwachwinde mit 0,15 gewichtet wird. Die Wichtefaktoren wurden aus der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] entnommen. Als Ergebnis erhält man einen Indikator für die Güte der Übereinstimmung eines jeden Testzeitraumes mit dem Gesamtzeitraum.

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

Dabei werden nur die Zeitpunkte graphisch dargestellt, für die sich in Kombination mit Messungen der Bedeckung eine Jahreszeitreihe bilden lässt, die mindestens eine Verfügbarkeit von 90 % hat. Ausgesparte Bereiche stellen Messzeiträume an der Station dar, in denen aufgrund unvollständiger Bedeckungsdaten keine Zeitreihe mit dieser Verfügbarkeit zu erstellen ist (siehe oben).

Endlich wird derjenige Testzeitraum gesucht, dessen gewichtete χ^2 -Summe *innerhalb des UBA-Zeitraumes* den kleinsten Wert annimmt (vertikale Linie). Diese Jahreszeitreihe ist unter allen im UBA-Zeitraum verfügbaren als diejenige anzusehen, die dem gesamten Repräsentationszeitraum im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen am ähnlichsten ist. Sie beginnt im vorliegenden Fall am 23.04.2014 und läuft dann bis zum 23.04.2015. Das ist die hier ermittelte repräsentative Jahreszeitreihe.

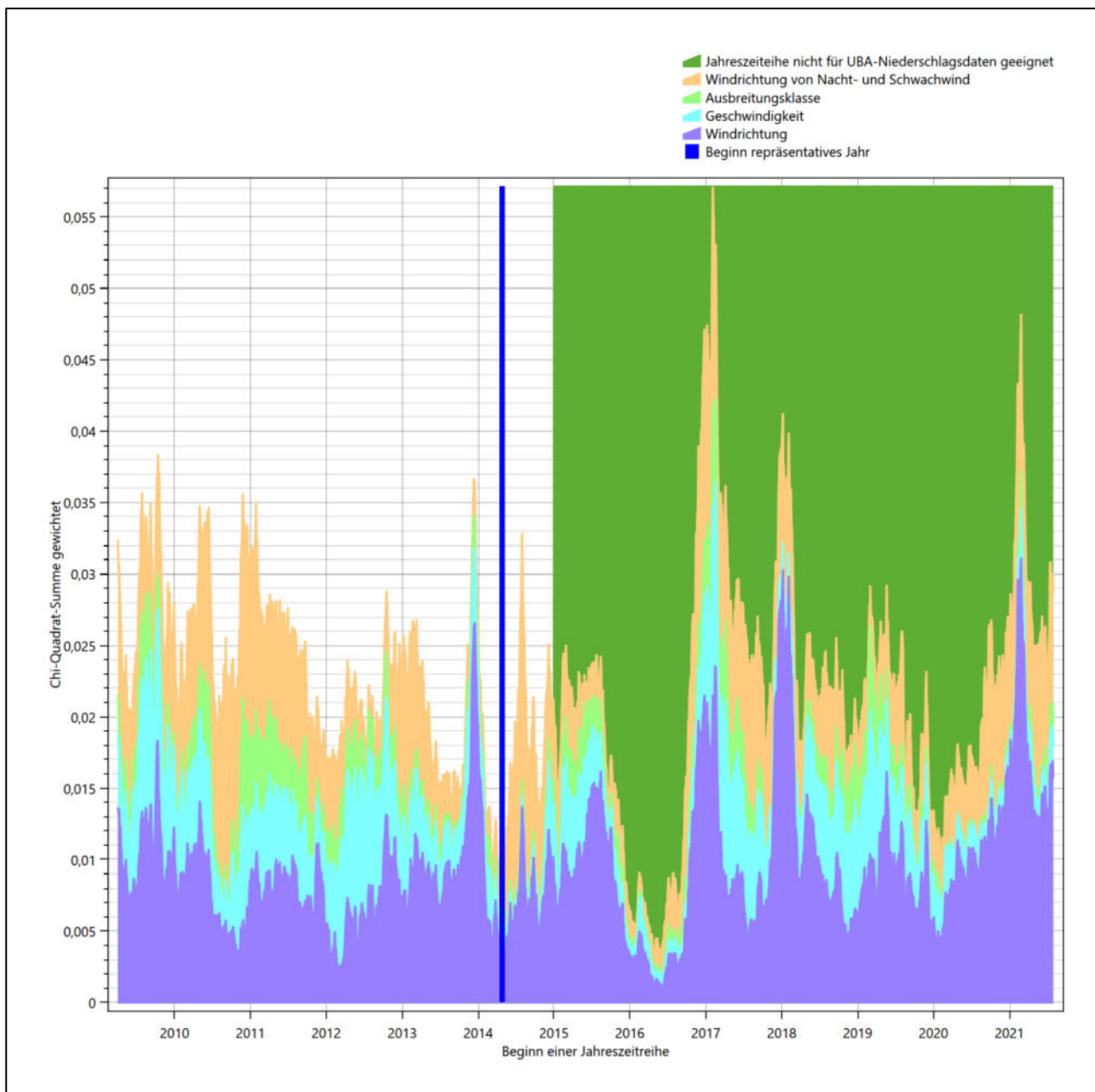


Abbildung 26: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

6.3 Prüfung auf Plausibilität

Der im vorigen Schritt innerhalb des UBA-Zeitraumes gefundene Testzeitraum mit der größten Ähnlichkeit zum Gesamtzeitraum erstreckt sich vom 23.04.2014 bis zum 23.04.2015. Inwieweit diese Jahreszeitreihe tatsächlich für den Gesamtzeitraum repräsentativ ist, soll anhand einer abschließenden Plausibilitätsprüfung untersucht werden.

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

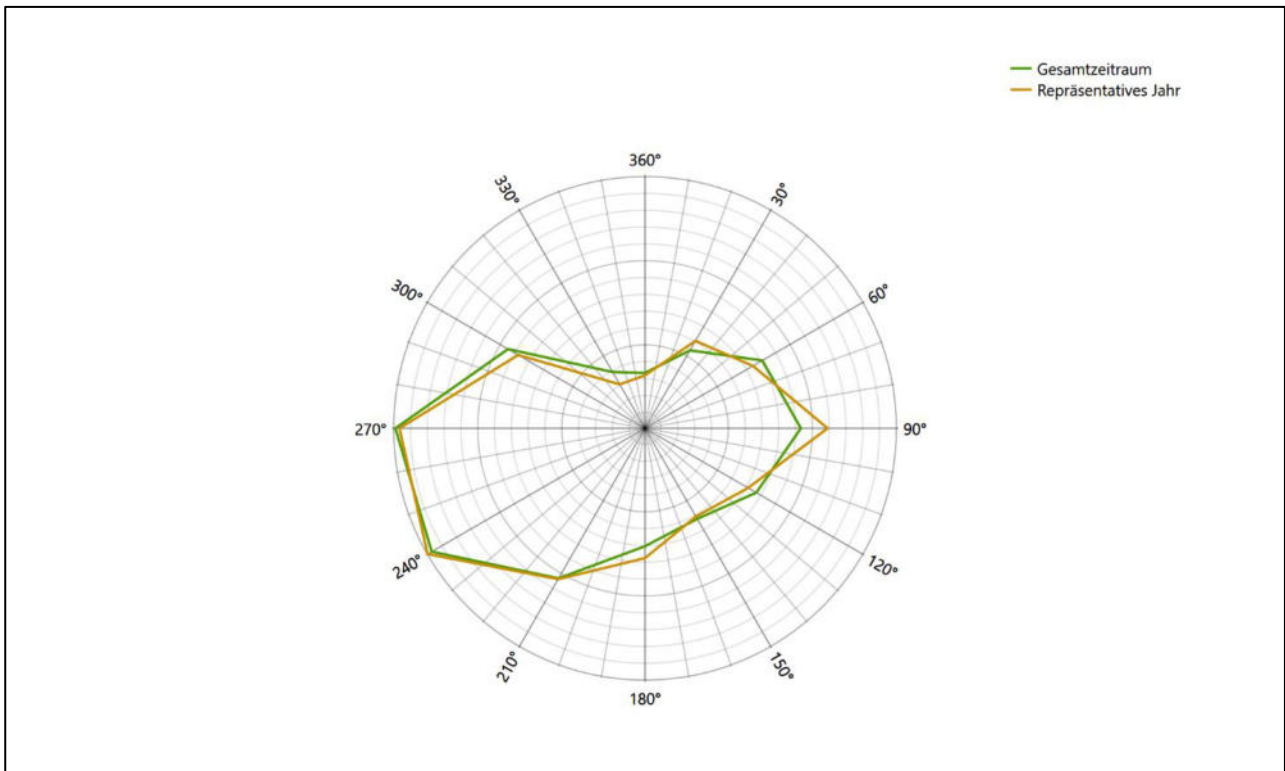


Abbildung 27: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

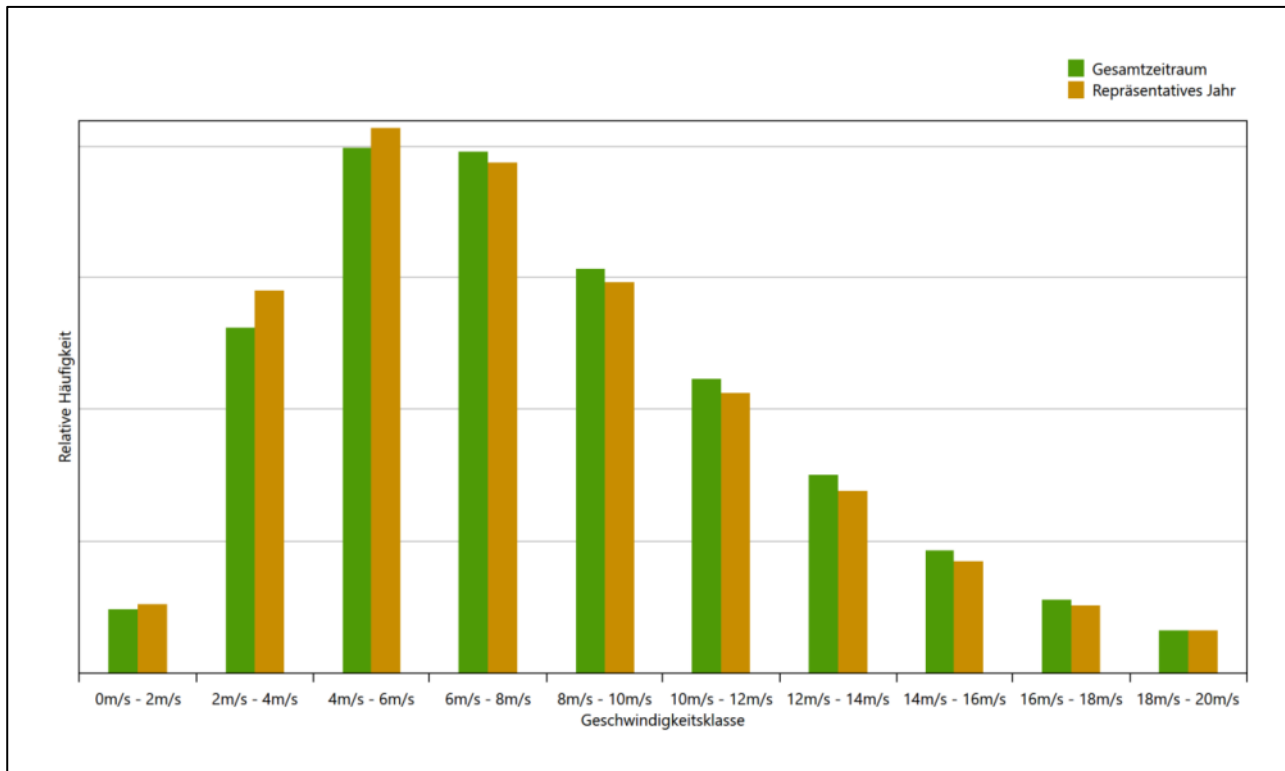


Abbildung 28: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

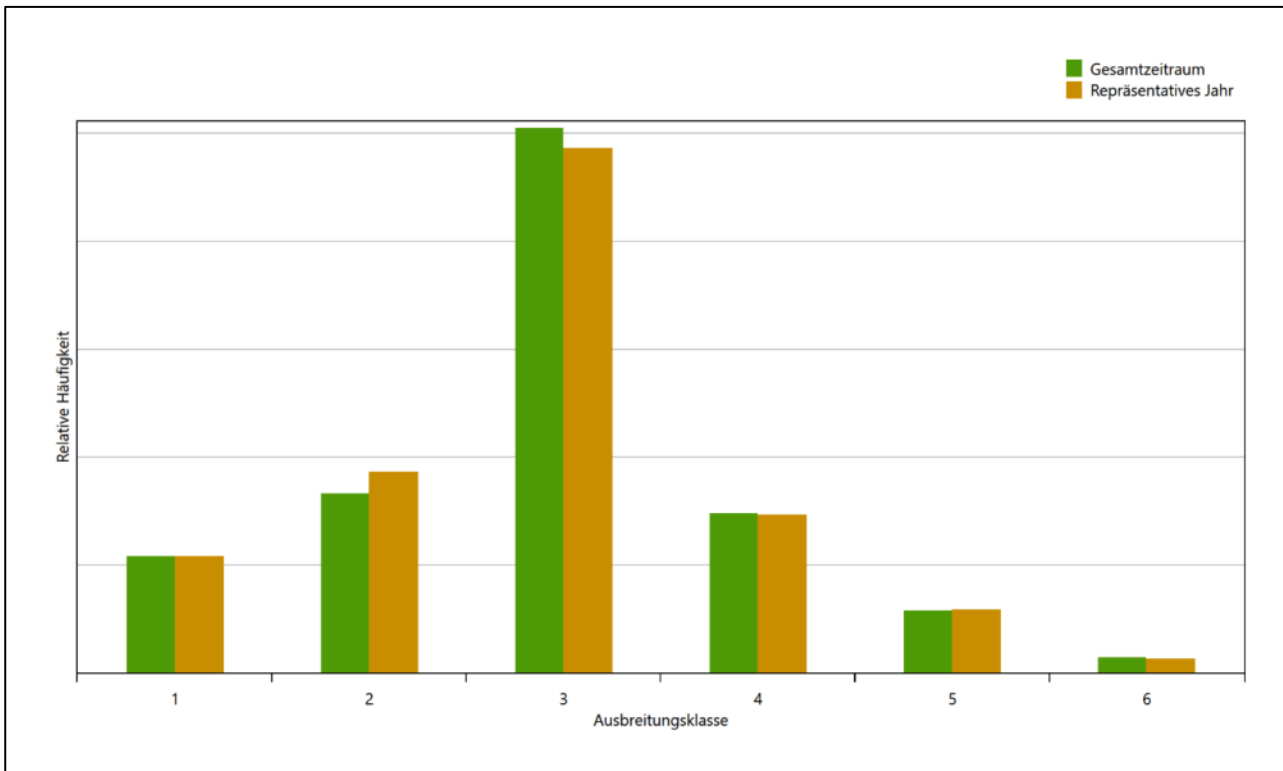


Abbildung 29: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

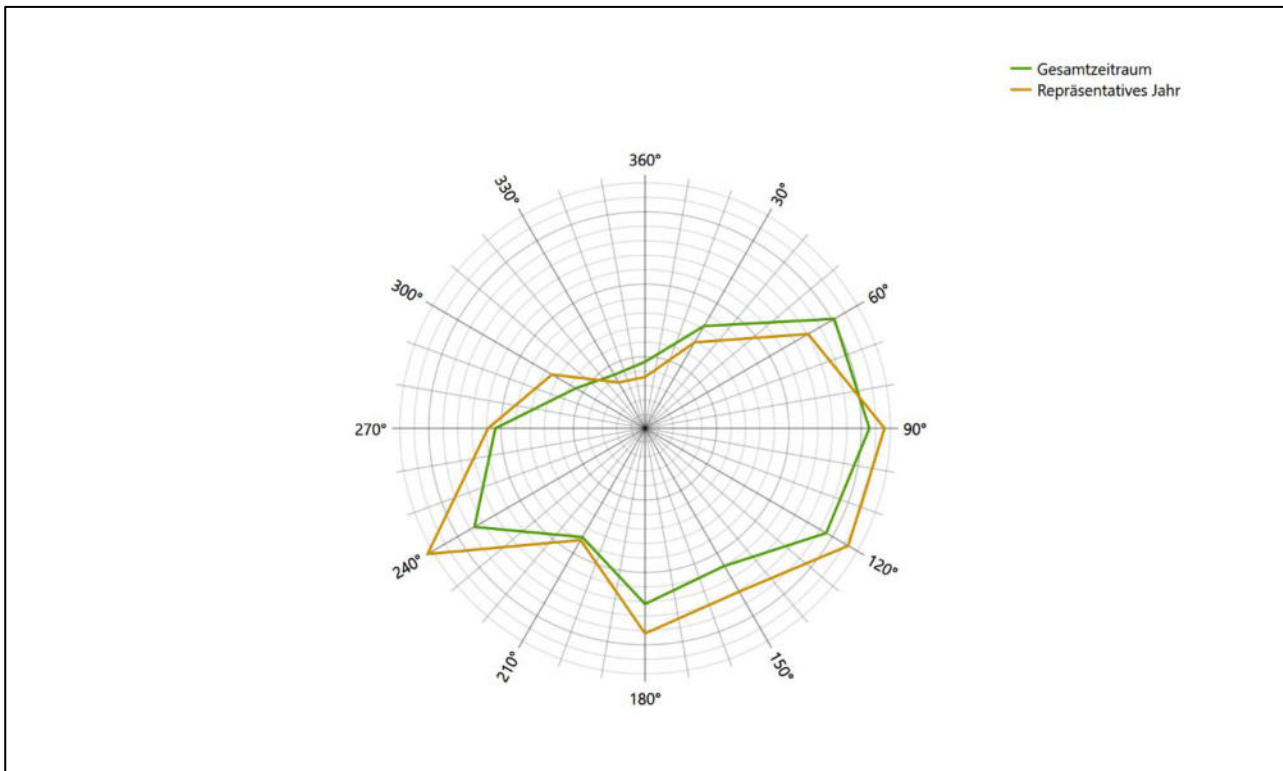


Abbildung 30: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

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 23.04.2014 bis zum 23.04.2015 ein repräsentatives Jahr für die Station Berlin Brandenburg im betrachteten Gesamtzeitraum vom 03.04.2009 bis zum 14.03.2024 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) [10], [11] und für analoge nach dem Verfahren von Wieringa (Dämpfungsfaktor A_W) [12], [13] 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.

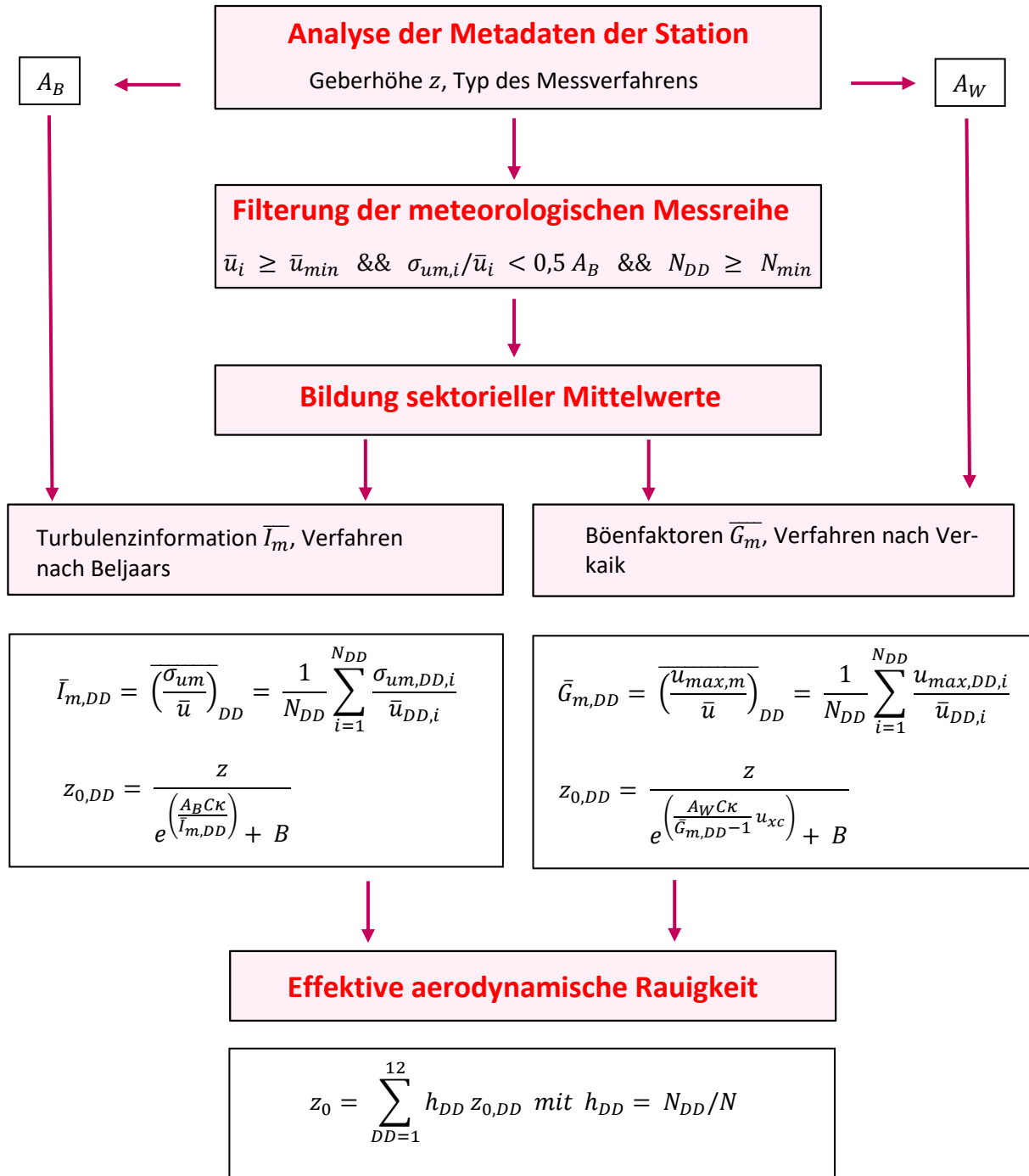


Abbildung 31: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit

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

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 Windrichtungsklasse zur Verfügung stehen. Ist dies nicht der Fall, reduziert man sukzessive den Schwellwert $\bar{u}_{min}$ von 5 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 $\bar{I}_m$ (Verfahren nach Beljaars, prioritäre Empfehlung) oder der gemessene Böenfaktor $\bar{G}_m$ (Verfahren nach Verkaik bzw. Wieringa) verwendet werden kann. Danach werden in jedem Fall sektorielle Mittelwerte für jede Windrichtungsklasse 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 Berlin Brandenburg und den Zeitraum vom 23.04.2014 bis zum 23.04.2015 bestimmt werden. Als Messwertgeber wurde aus den Daten des Deutschen Wetterdienstes das System „Windsensor Classic 4.3303 (DWDSYN)“ (Windmessung, elektr.) entnommen. Damit steht zur Rauigkeitsbestimmung das Verfahren nach Beljaars zur Verfügung. Für den Parameter A_B ergibt sich dabei ein Wert von 0,9. 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, war der Schwellwert $\bar{u}_{min}$ auf 3,0 ms^{-1} abzusenken und zusätzlich der Zeitraum auf den 28.05.2013 bis zum 26.03.2020 auszudehnen. 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 Berlin Brandenburg

Sektor um	Anzahl der Einzelmessungen	Rauigkeit im Sektor [m]
0°	56	0,043 m
30°	174	0,017 m
60°	231	0,011 m
90°	388	0,013 m
120°	207	0,031 m
150°	467	0,007 m
180°	1072	0,005 m
210°	2297	0,006 m
240°	2569	0,005 m
270°	1802	0,012 m
300°	679	0,029 m
330°	88	0,085 m

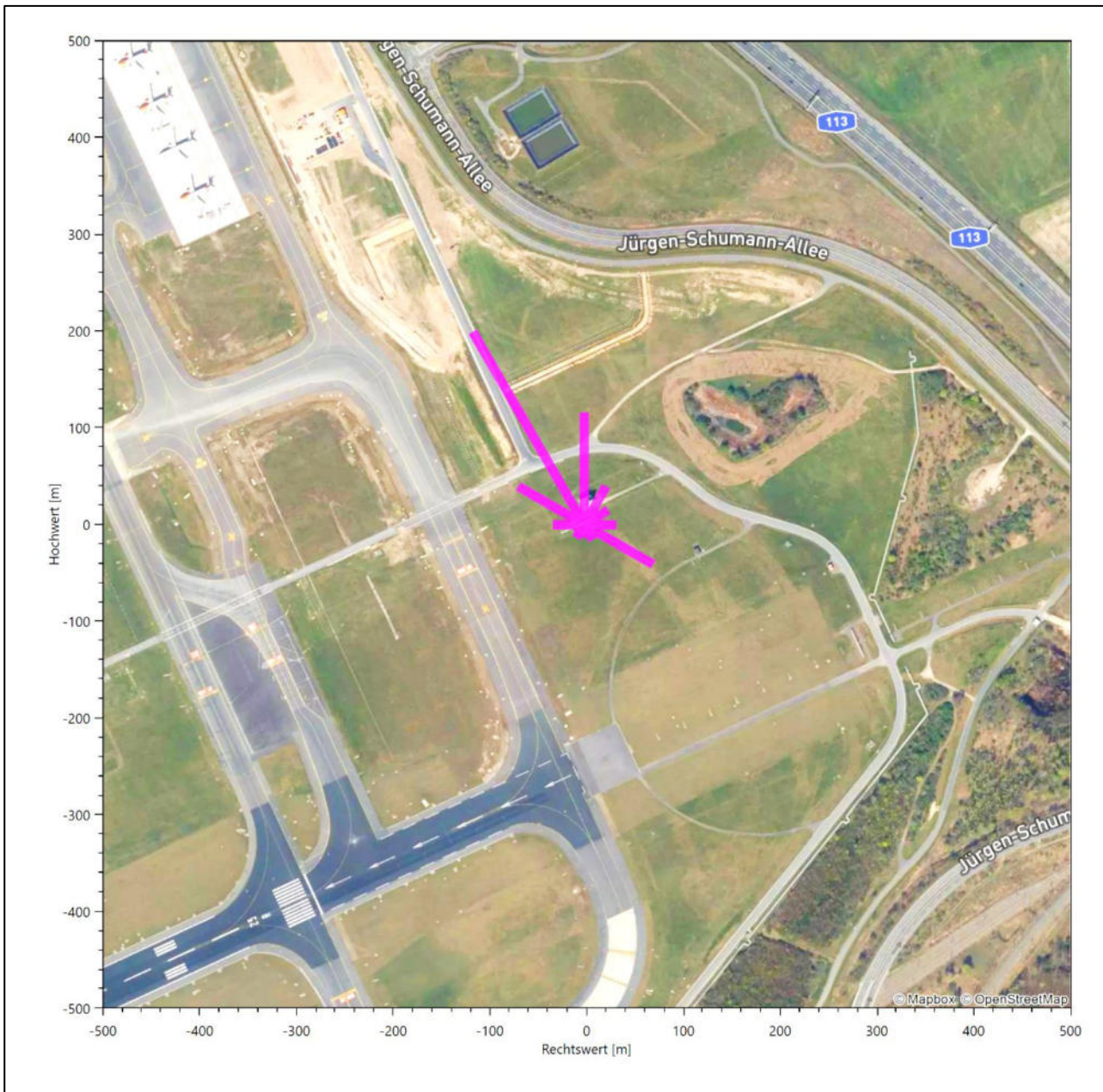


Abbildung 32: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Berlin Brandenburg

Aus der mit den Anströmhäufigkeiten gewichteten Mittelung ergibt sich schließlich für die Station Berlin Brandenburg eine effektive aerodynamische Rauigkeit von 0,010 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 Berlin Brandenburg) 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 Berlin Brandenburg wurde nach dem im Abschnitt 7.1.2 beschriebenen Verfahren berechnet. Für Berlin Brandenburg ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 23.04.2014 bis zum 23.04.2015 einen Wert von 0,010 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 Berlin Brandenburg

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	9,9	11,9	15,1	18,2	22,0	28,8	36,0	41,4	46,0

7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Berlin Brandenburg für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bedeckung wurde eine Ausbreitungsklassenzeitreihe gemäß den Vorgaben der TA Luft und VDI-Richtlinie 3782 Blatt 6 erstellt. Die gemessenen meteorologischen Daten werden als Stundenmittel angegeben, wobei die Windgeschwindigkeit vektoriell gemittelt wird. Die Verfügbarkeit der Daten soll nach TA Luft mindestens 90 % der Jahresstunden betragen. Im vorliegenden Fall wurde eine Verfügbarkeit von 100 % bezogen auf das repräsentative Jahr vom 23.04.2014 bis zum 23.04.2015 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 10 wurden im Dateikopf hinterlegt.

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Übertragbarkeit der meteorologischen Daten von den Messstationen wurde für einen Aufpunkt etwa 1,2 km nordwestlich des Standortes (Rechtswert: 33434850, Hochwert: 5819250) 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

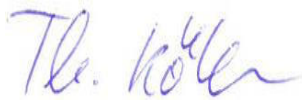
Für den zu untersuchenden Standort bei Müncheberg wurde überprüft, ob sich die meteorologischen Daten einer oder mehrerer Messstationen des Deutschen Wetterdienstes zum Zweck einer Ausbreitungsberechnung nach Anhang 2 der TA Luft übertragen lassen.

Als Ersatzanemometerposition empfiehlt sich dabei ein Punkt mit den UTM-Koordinaten 33434850, 5819250.

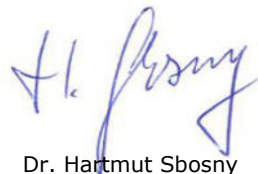
Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Berlin Brandenburg die beste Eignung zur Übertragung auf die Ersatzanemometerposition. Die Daten dieser Station sind für eine Ausbreitungsrechnung am betrachteten Standort verwendbar.

Als repräsentatives Jahr für diese Station wurde aus einem Gesamtzeitraum vom 03.04.2009 bis zum 14.03.2024 das Jahr vom 23.04.2014 bis zum 23.04.2015 ermittelt.

Frankenberg, am 24. April 2024



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		☒	1 / 5
	Lage der Anlage mit kartografischer Darstellung		☒	2.1 / 6
	Höhe der Quelle(n) über Grund und NHN		☒	1 / 5
	Angaben über Windmessstandorte verschiedener Messnetzbetreiber und über Windmessungen im Anlagenbereich		☒	4.2 / 16
	Besonderheiten der geplanten Vorgehensweise bei der Ausbreitungsrechnung	☒	☐	
5	Angaben zu Bezugswindstationen			
	Auswahl der Bezugswindstationen dokumentiert (Entfernungsangabe, gegebenenfalls Wegfall nicht geeigneter Stationen)		☒	4.2 / 16
	Für alle Stationen Höhe über NHN		☒	4.2 / 18
	Für alle Stationen Koordinaten		☒	4.2 / 18
	Für alle Stationen Windgeberhöhe		☒	4.2 / 18
	Für alle Stationen Messzeitraum und Datenverfügbarkeit		☒	4.2 / 18
	Für alle Stationen Messzeitraum zusammenhängend mindestens 5 Jahre lang		☒	4.2 / 18
	Für alle Stationen Beginn des Messzeitraums bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend		☒	4.2 / 18
	Für alle Stationen Rauigkeitslänge		☒	0 / 24
	Für alle Stationen Angaben zur Qualitätssicherung vorhanden		☒	4.2 / 16...19
	Lokale Besonderheiten einzelner Stationen	☐	☒	4.2 / 16...19
6	Prüfung der Übertragbarkeit			
6.2.1	Zielbereich bestimmt und Auswahl begründet	☐	☒	3.3 / 13
6.2.2	Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		☒	0 / 19...24
6.2.2	Erwartungswerte für Windgeschwindigkeitsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		☒	0 / 19...24
6.2.3.2	Messwerte der meteorologischen Datenbasis auf einheitliche Rauigkeitslänge und Höhe über Grund umgerechnet		☒	0 / 19...24
6.2.3.1	Abweichung zwischen erwartetem Richtungsmaximum und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit 30° verglichen		☒	0 / 24

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		☒	4.5 / 31
6.1	Als Ergebnis die Übertragbarkeit der Daten einer Bezugswindstation anhand der geprüften Kriterien begründet (Regelfall) oder keine geeignete Bezugswindstation gefunden (Sonderfall)		☒	4.6 / 32
6.3	Sonderfall			
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Vorgehensweise und Modellansätze dokumentiert und deren Eignung begründet	☒	☐	
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Nachweis der räumlichen Repräsentativität der angepassten Daten	☒	☐	
6.4	Repräsentatives Jahr			
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Auswahlverfahren dokumentiert und dessen Eignung begründet	☐	☒	6.2 / 42
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Angabe, ob bei Auswahl auf ein Kalenderjahr abgestellt wird oder nicht (beliebiger Beginn der Jahreszeitreihe)	☐	☒	6.2 / 42
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Messzeitraum mindestens 5 Jahre lang und bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend	☐	☒	6.1 / 38
7.1	Erstellung des Zieldatensatzes			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		☒	7.1 / 49
	Bei Verwendung von Stabilitätsinformationen, die nicht an der Bezugswindstation gewonnen wurden: Herkunft der Stabilitätsinformationen dokumentiert und deren Eignung begründet	☒	☐	
	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	☐	☒	8 / 55

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] R. Petrich, „Praktische Erfahrungen bei der Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 (E),“ *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft*, pp. 311 - 315, 07/08 2015.
- [10] 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.
- [11] A. C. M. Beljaars, „The measurement of gustiness at routine wind stations – a review,“ *Instruments and Observing Methods*, Nr. Reports No. 31, 1987.
- [12] J. Wieringa, „Gust factors over open water and built-up country,“ *Boundary-Layer Meteorology*, Nr. 3, pp. 424-441, 1973.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, *Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz*, vom 14. September 2021; in aktueller Fassung.