



Märkische Entsorgungsanlagen-
Betriebsgesellschaft mbH

Luftschadstoffprognose

für das Vorhaben

***„Deponie Röthehof – Ertüchtigung und
Erweiterung der SAD Röthehof um einen
Deponieabschnitt der Deponieklasse III (2023)“***

Antragstellerin: MEAB Märkische Entsorgungsanlagen-
Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße 3
14476 Potsdam

Verfasserin: GfBU-Consult
Gesellschaft für Umwelt- und Managementberatung mbH
Mahlsdorfer Straße 61b
15366 Hoppegarten / OT Hönow

Projektnummer: 2022_001

Datum: 30.11.2023

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2	Beschreibung des Vorhabens	5
2.1	Standort und Umgebung	5
2.2	Anlagenbeschreibung	7
3	Methodik	8
3.1	Immissionskenngrößen	8
3.2	Beurteilungsgebiet	8
3.3	Festlegung der Beurteilungspunkte	8
3.4	Beurteilungswerte	8
3.5	Ausbreitungsmodell und Rechenprogramm	9
3.6	Erfordernis der Bestimmung von Immissionskenngrößen	9
3.6.1	Geringfügigkeit von Emissionsmassenströmen	9
3.6.2	Geringfügigkeit der Vorbelastung	9
3.6.3	Irrelevanz der Gesamtzusatz- und Zusatzbelastung für Schadstoffe	10
3.6.4	Prüfung, soweit Immissionswerte nicht festgelegt sind, und in Sonderfällen	10
4	Untersuchungsumfang und Parameter der Ausbreitungsrechnung	11
4.1	Emissionen der Anlage	11
4.1.1	Staubemissionen	11
4.1.2	Schwermetalle	13
4.1.3	Asbestemissionen	13
4.2	Erfordernis der Bestimmung der Immissionskenngrößen	14
4.3	Lage der Beurteilungspunkte	14
4.4	Meteorologische Verhältnisse	15
4.5	Modell und Randbedingungen	18
4.6	Modelltechnische Besonderheiten	19
5	Ergebnisse und Bewertung	20
5.1	Ergebnisse Luftschadstoffe	20
5.1.1	Bewertung der maximalen Zusatzbelastung	20
5.1.2	Ermittlung der Gesamtbelastung	22
5.2	Beurteilung der Belastung durch Asbest	23
6	Zusammenfassung	24
7	Quellenverzeichnis	25

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Lage des Plangebietes (grau).....	5
Abbildung 2-2: Lage und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes	6
Abbildung 4-1: Windrose der Station Potsdam	16
Abbildung 4-2: Diagramm der Bezugsstation Potsdam	17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Diffuse Emissionen nach VDI 3790 Blatt 3 (Abgabe- und Aufnahmeprozesse)	11
Tabelle 4-2: Diffuse Emissionen nach VDI 3790 Blatt 3 (Transportprozesse).....	12
Tabelle 4-3: Lage und Beschreibung der Emissionsquellen	12
Tabelle 4-4: Korngrößenverteilung	12
Tabelle 4-5: Asbestemissionen der Anlage	14
Tabelle 4-6: Gegenüberstellung des Emissionsmassenstroms der beantragten Anlage mit dem Bagatellmassenstrom der TA Luft.....	14
Tabelle 4-7: Lage und Beschreibung der Beurteilungspunkte	15
Tabelle 5-1: Konzentration und Deposition an den Beurteilungspunkten	21
Tabelle 5-2: Ermittlung der Vorbelastung (Station Nauen)	22
Tabelle 5-3: Ermittlung der Gesamtbelastung.....	22
Tabelle 5-4: Konzentration der maximalen Zusatzbelastung von Asbest für die unterschiedlichen Beurteilungspunkte	23

Anhänge

Anhang 1:	Beurteilungsgebiet und Lage der Beurteilungspunkte
Anhang 2:	Rechengitter
Anhang 3:	Gelände-Isolinien
Anhang 4:	Emissionsquellenplan
Anhang 5:	Kartografische Ergebnisdarstellung der Immissionsgesamtzusatzbelastung
Anhang 6:	Protokoll des Rechenlaufs (austal.log)
Anhang 7:	Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Märkische Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH (MEAB) plant den Altstandort der Deponie Röthehof in einem Teilbereich als Deponie der Deponieklasse DK III gemäß Deponieverordnung (DepV) [1] zu ertüchtigen und zu erweitern.

Der Standort wurde erstmals 1924 zur Ablagerung von Siedlungsabfällen, später für Aschen des Berliner Bezirks Charlottenburg genutzt. 1979 wurde eine Nutzungsgenehmigung für die vorhandene Aschehalde zur Einlagerung von Schadstoffen erteilt. Seit 1981 wird der Standort erst durch die VEB (B) Potsdam und jetzt durch die MEAB (hervorgegangen aus der VEB Potsdam) zur Ablagerung von Sonderabfällen betrieben. Der Einlagerungsbetrieb wurde 2005 aufgrund fehlender Basis- und Oberflächenabdichtung und der höheren gesetzlichen Anforderungen an eine DK III Deponie beendet. Die Errichtung des Deponieabschnittes zur Erweiterung ist sowohl auf dem Altkörper als auch auf gewachsenem Baugrund geplant.

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens nach § 35 (2) KrWG [2] wird die Immissionszusatzbelastung an Luftschadstoffen der Anlage mittels Ausbreitungsrechnung nach TA Luft [3] bestimmt.

Das Gutachten beinhaltet die Berechnung der Luftschadstoffimmissionen mittels Ausbreitungsrechenprogramm unter Verwendung der gebietsrelevanten meteorologischen Daten sowie die Beurteilung der Luftschadstoffimmissionen an relevanten Beurteilungspunkten im Beurteilungsgebiet.

Ausgangsdaten zur Berechnung der Luftschadstoffimmissionen waren dabei Angaben zur eingesetzten Anlagentechnik sowie Literaturdaten.

Eine Ortsbegehung fand am 21.04.2023 statt.

2 Beschreibung des Vorhabens

2.1 Standort und Umgebung

Das Plangebiet der Deponie befindet sich in Nauen, Landkreis Havelland in Brandenburg auf dem Gelände der Altdeponie Röthehof und umfasst eine Fläche von ca. 12 ha. Der Standort befindet sich westlich der L86. Die Ertüchtigung soll, wie in Kapitel 1 beschrieben, v.a. auf dem Deponiealtkörper erfolgen.

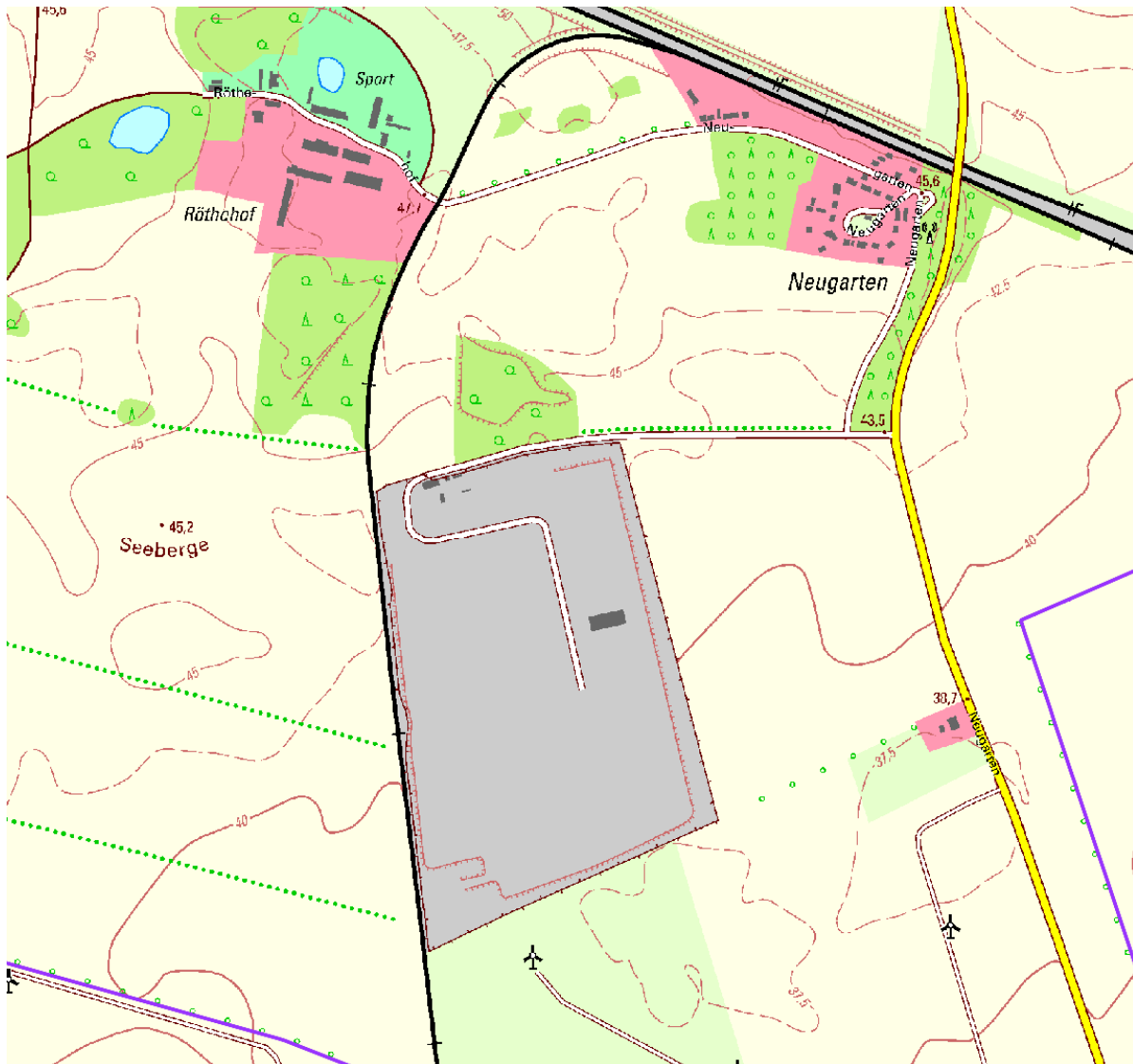


Abbildung 2-1: Lage des Plangebietes (grau) [4]

Aufgrund der aktuell laufenden und genehmigten Profilierung des Altkörpers wird die Fläche zum Umsetzungszeitpunkt voraussichtlich vegetationslos sein. Im Flächennutzungsplan der Stadt Nauen [5] wird die Fläche als Versorgungsanlage für die Abfallentsorgung und Abwasserbeseitigung sowie für Ablagerungen mit Zweckbestimmung Abfall ausgewiesen. Ein Bebauungsplan für den Deponiestandort und das relevante Umfeld besteht nicht [6].

Nördlich der Altdeponie und der geplanten Erweiterung befindet sich eine Ackerfläche, an welche nordöstlich bzw. -westlich die Wohnplätze des Ortsteils Markee der Stadt Nauen bzw. Röthehof angrenzen. Westlich und östlich befinden sich ebenfalls großflächige Ackerflächen. Im Osten grenzt an die Ackerfläche die L 86 an, an der ein Grundstück anliegt, in dessen Gebäude sich in Zusammenhang mit dem Betrieb von Windkraftanlagen auch Werkswohnungen für technisches Personal befinden.

Unmittelbar westlich an das Plangebiet grenzt eine Eisenbahntrasse. Im Süden schließen sich ebenfalls kleinflächige Ackerflächen mit Windenergieanlagen an, bis die Ackerfläche weiter südlich von einem großflächigen Gewerbegebiet abgelöst wird.



Abbildung 2-2: Lage und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes [7]

Der Untersuchungsraum befindet sich zwischen Etzin im Süden, einem Ortsteil der Stadt Ketzin, und Markee im Norden, einem Ortsteil der Stadt Nauen im Landkreis Havelland (Abb. 1) und umfasst ca. 24 ha. Es handelt sich um Flächen einer seit 1924 bis einschließlich 2005 betriebenen Deponie für Sonderabfälle. Die Fläche umfasst folgende Liegenschaften: Gemarkung Markee, Flur 11, Flurstücke 130/2, 180, 277, 278, 279, Gemarkung Markee, Flur 13, Flurstücke 2, 3/1, 17/2 (anteilig), 17/9, 18/1, 19, 23, 25, 27, 29, 31, 42, 43, 46. [8]

2.2 Anlagenbeschreibung

Die MEAB plant, einen Teilbereich der bestehenden Sonderabfalldeponie (SAD) als Deponie der Deponieklasse DK III gemäß Deponieverordnung (DepV) zu ertüchtigen und damit zu erweitern.

Für den größten Teil der geplanten Erweiterung soll der Altkörper der Deponie genutzt werden. Dieser soll mit einem kombinierten Basis- und Oberflächenabdichtungssystem ausgestattet werden. Nur ein geringer Teil (ca. 25 %) soll auf den Flächen errichtet werden, die im Zuge der Sicherung des Altkörpers von Abfall beräumt wurden und damit einen natürlichen Baugrund als Auflager haben.

Nach den Anforderungen der Deponieverordnung soll dort eine DK III - Basisdichtung mit einer entsprechenden Sickerwasserfassung mit Sammlung und Ableitung errichtet werden.

Auf der Grundlage der Deponieverordnung (DepV) ist es möglich ein zusätzliches Deponievolumen von ca. 1,24 Mio. m³ zu schaffen. Dafür wird auf einer Fläche von ca. 12 ha eine neue Basisabdichtung (ca. 3,2 ha 3D) bzw. eine kombinierte Basis- und Oberflächenabdichtung aufgebracht (8,8 ha 3D).

3 Methodik

Die Durchführung der Immissionsprognose erfolgt auf Grundlage der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) vom 18.08.2021.

3.1 Immissionskenngrößen

Die TA Luft unterscheidet zwischen Immissionskenngrößen der

- Vorbelastung,
- Gesamtzusatzbelastung,
- Zusatzbelastung und
- Gesamtbelastung.

3.2 Beurteilungsgebiet

Das Beurteilungsgebiet ist gemäß Nr. 4.6.2.5 TA Luft die Fläche, die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befindet, der dem 50-fachen der tatsächlichen Schornsteinhöhe entspricht und in der die Gesamtzusatzbelastung im Aufpunkt mehr als 3,0 Prozent des Langzeitkonzentrationswertes beträgt. Der Radius des Beurteilungsgebietes hat mindestens 1 km zu betragen.

3.3 Festlegung der Beurteilungspunkte

Innerhalb des Beurteilungsgebietes sind gemäß Nr. 4.6.2.6 TA Luft die Beurteilungspunkte so festzulegen, dass eine Beurteilung der Gesamtbelastung an den Punkten mit mutmaßlich höchster relevanter Belastung für dort nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter ermöglicht wird. Von Relevanz sind zum einen mittels einer Ausbreitungsrechnung bestimmte Aufpunkte mit maximaler berechneter Gesamtzusatzbelastung (langfristige Exposition und Spitzenbelastung), und zum anderen Gebiete mit der maximalen vorhandenen Vorbelastung durch andere Quellen. Daraus zusammengefasst sind in der Regel zwei Punkte mit der zu erwartenden höchsten Gesamtbelastung für das Beurteilungsgebiet festzulegen.

3.4 Beurteilungswerte

Zur Beurteilung der Immissionen sind in der TA Luft und 39. BImSchV [9] Immissionswerte zum Schutz

- der menschlichen Gesundheit,
 - vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen,
 - von Ökosystemen und der Vegetation sowie
 - vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen
- enthalten.

3.5 Ausbreitungsmodell und Rechenprogramm

Im Anhang 2 der TA Luft werden für die Ausbreitungsrechnung ein Partikelmodell nach der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 festgelegt sowie weitere Vorgaben zur Modellierung getroffen.

Das anzuwendende Modell AUSTAL wurde vom Ingenieurbüro Janicke im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin entwickelt. Die Berechnungen werden mit der Version 3.2 des Programms AUSTAL durchgeführt. Als Benutzeroberfläche für AUSTAL wird das Programm Austal View mit der Version 10.3 der Firma Argusoft GmbH & Co. KG genutzt.

3.6 Erfordernis der Bestimmung von Immissionskenngrößen

Bei Schadstoffen, für die Immissionswerte in den Nummern 4.2 bis 4.5 TA Luft festgelegt sind, soll die Bestimmung von Immissionskenngrößen gemäß 4.1 Satz 4 TA Luft wegen

- geringer Emissionsmassenströme,
- einer geringen Vorbelastung oder
- einer irrelevanten Gesamtzusatzbelastung

entfallen.

Eine besondere Prüfung ist nach Nr. 4.8 TA Luft für Schadstoffe erforderlich, für die keine Immissionswerte in den Nummern 4.2 bis 4.5 TA Luft festgelegt sind.

3.6.1 Geringfügigkeit von Emissionsmassenströmen

Die Bestimmung der Immissionskenngrößen der Vor-, Gesamtzusatz-, Zusatz- und Gesamtbelastung ist im Genehmigungsverfahren für den jeweils emittierten Schadstoff gemäß Nr. 4.6.1.1 TA Luft nicht erforderlich, wenn

- die Emissionen (Massenströme) die in Tabelle 7 der TA Luft festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten und
- die diffusen Emissionen 10 Prozent der in Tabelle 7 der TA Luft festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten,

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

3.6.2 Geringfügigkeit der Vorbelastung

Die Notwendigkeit der Ermittlung der Vorbelastung durch Messung kann gemäß Nr. 4.6.2.1 TA Luft in bestimmten Fällen entfallen.

Entscheidend ist, ob auf vorhandene Daten der Vorbelastung zurückgegriffen werden kann (z. B. Immissionsmessnetze der Länder, ältere Messungen, orientierende Messungen, Überschlagsrechnungen) und ob am Ort höchster Belastung die Vorbelastung bestimmte in Nr. 4.6.2.1 TA Luft festgelegte Schwellenwerte nicht überschreitet.

3.6.3 Irrelevanz der Gesamtzusatz- und Zusatzbelastung für Schadstoffe

Für die Beurteilung, ob eine Zusatzbelastung durch eine Maßnahme irrelevant ist, sieht die TA Luft die folgenden Bewertungskriterien vor:

- Die Kenngröße für die Zusatzbelastung durch die Emissionen der Anlage am Beurteilungspunkt überschreitet 3,0 Prozent des Immissions-Jahreswertes nicht (Nr. 4.2.2 a) TA Luft)
- Die Kenngröße für die Zusatzbelastung von Staubniederschlag überschreitet am Beurteilungspunkt einen Wert von 10,5 mg/(m²*d) (Jahreswert) nicht (Nr. 4.3.1.2 a) TA Luft)
- Eine Prüfung nach Nr. 4.8 ist für Schwefeldioxid und Stickstoffoxide nicht erforderlich, wenn die in Nr. 4.4.3 TA Luft festgelegten Zusatzbelastungswerte an keinem Beurteilungspunkt überschritten werden (Nr. 4.4.1 Satz 3 TA Luft)
- Die Kenngröße für die Zusatzbelastung für Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und anorganische Fluorverbindungen überschreiten am Beurteilungspunkt die in Tabelle 5 (Irrelevanzwerte) bezeichneten Werte - gerechnet als Mittelwert für das Jahr - nicht (Nr. 4.4.3 a) TA Luft)
- Die Kenngröße für die Zusatzbelastung für die Deposition überschreitet an keinem Beurteilungspunkt mehr als 5 Prozent des jeweiligen Immissionswertes (Nr. 4.5.2 a) TA Luft)

3.6.4 Prüfung, soweit Immissionswerte nicht festgelegt sind, und in Sonderfällen

Die TA Luft sieht für Schadstoffe, für die in den Nr. 4.2 bis 4.5 keine numerischen Immissionsrichtwerte vorgegeben sind, eine besondere Prüfung nach Nr. 4.8 TA Luft vor.

Anders als für Schadstoffe, für die Immissionswerte in der TA Luft geregelt sind, ist gemäß Nr. 4.8 TA Luft festzustellen, ob die Zusatzbelastung durch das Vorhaben im Beurteilungsgebiet zu Einwirkungen in Form von Gefahren, erheblichen Nachteilen oder erheblichen Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft führen kann.

Um diese Aussage treffen zu können, ist daher keine Betrachtung von Immissionssituationen an einzelnen Beurteilungspunkten zweckmäßig, sondern es wird der Wert der höchsten Zusatzbelastung mit entsprechenden Beurteilungswerten für die Immission den Grenz- bzw. Richtwerten gegenübergestellt.

Hilfsweise können hier entsprechend den Hinweisen des LAI (Länderausschuss für Immissionsschutz) in Analogie die Irrelevanzschwellen aus Nr. 4.2.2 a) TA Luft herangezogen werden [10].

4 Untersuchungsumfang und Parameter der Ausbreitungsrechnung

4.1 Emissionen der Anlage

4.1.1 Staubemissionen

Zu den emissionsverursachenden Verfahrensschritten auf dem Betriebsgelände zählen der Transport der Abfälle und Hilfsstoffe auf dem Betriebsgelände sowie die Umschlagprozesse beim Verladen und Einbau der Abfälle. Es treten ausschließlich diffuse Emissionen auf.

Die Abfälle und Deponiebaumaterialien werden per LKW über die Straße angeliefert (T1) und in ein Zwischenlager verbracht (Ab1). Von dort werden die Abfälle und Materialien mit Baggern und Radladern aufgenommen (Auf1-4) und zum nahe gelegenen Einbauort verbracht (T2, Ab2-5). Dort wird das Material eingebaut und verdichtet (T3-4).

Alle Umschlagsprozesse unterliegen einer dem Bedarf angepassten Bewässerung. Die Transportwege der LKW und Dumper sind befestigt, die der Radlader und Raupen nicht. Staubemissionen aufgrund von Abwehungen können aufgrund der geringen Windgeschwindigkeiten vernachlässigt werden [11].

Die diffusen Staubemissionen, die durch die Umschlagvorgänge und Fahrzeugbewegungen entstehen, werden mit Hilfe der VDI 3790 Blatt 3 [12] ermittelt. Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Prozesse und Eingangsdaten der diffusen Staubemissionen.

Tabelle 4-1: Diffuse Emissionen nach VDI 3790 Blatt 3 (Abgabe- und Aufnahmeprozesse)

Nr.	Tätigkeit	Menge [t/a]	Höhe [m]	k _G	k _U	E-Faktor	Emission [kg/a]	Emission [kg/h]
Ab1	LKW schüttet Material auf Zwischenlage	376.000	1	1,5	0,9	1,5	579,8	0,19
Auf 1	Radlader nimmt von Zwischenlager auf	376.000	-		0,9	2,2	1.296,5	0,43
Ab2	Radlader lädt von Zwischenlager auf Deponiekörper	376.000	1	1,5	0,9	3,4	822,3	0,27
Auf2	Radlader nimmt von Zwischenlager auf	376.000	--		0,9	2,2	1.296,5	0,43
Ab3	Radlader lädt von Zwischenlager auf Deponiekörper	376.000	1	1,5	0,9	3,4	822,3	0,27
Auf3	Bagger nimmt Ladung auf	376.000			0,9	2,2	1.453,7	0,48
Ab4	Bagger gibt Ladung ab	376.000	0,5	2	0,9	3,9	822,3	0,27
Auf4	Bagger nimmt Ladung auf	376.000	-		0,9	2,2	1.453,7	0,48
Ab5	Bagger gibt Ladung ab	376.000	0,5	2	0,9	3,9	822,3	0,27

Tabelle 4-2: Diffuse Emissionen nach VDI 3790 Blatt 3 (Transportprozesse)

Nr.	Tätigkeit	Fahrzeugbewegungen/d	Masse [t]	Fahrstrecke [m]	Emission [kg/a]	Emission [kg/h]
T1.1	Fahrt LKW auf Zwischenlager	94	40	335	8.054,3	2,68
T1.2	Fahrt LKW von Zwischenlager zum Ausgang (leer)	94	20			
T2	Fahrbewegung Radlader	470	25	50	7.130.4	2,38
T3	Fahrbewegungen Traktoren	35	25			
T4	Verteilen durch Raupe	35	25			

Modelltechnisch werden die Quellen zusammengefasst. Eine Flächenquelle fasst alle Prozesse auf dem Deponiekörper zusammen. Die Transportprozesse auf den befestigten Straßen des Betriebsgeländes werden als Linienquelle dargestellt. Die Transportwege werden dabei in mehrere Teilstrecken unterteilt. Die Quellen emittieren für die Dauer des Deponiebetriebs Mo – Sa 07:00 – 22:00 Uhr. Eine grafische Darstellung ist dem Anhang 4 zu entnehmen. Die Lage und Beschreibung der Emissionsquellen ist Tabelle 4-3 zu entnehmen.

Tabelle 4-3: Lage und Beschreibung der Emissionsquellen

Quell-Nr.	Beschreibung	Quellart (Modell)	Höhe [m]	Länge bzw. Fläche [m bzw. m ²]	Rechts-/ Hochwert [m]
Q1.1	Transportstrecke Teilstück 1	Linie	0,5	100	355110 / 5824879
Q1.2	Transportstrecke Teilstück 2	Linie	0,5	160	355009 / 5824869
Q1.3	Transportstrecke Teilstück 3	Linie	0,5	50	354861 / 5824831
Q1.4	Transportstrecke Teilstück 4	Linie	0,5	15	354813 / 5824815
Q1.5	Transportstrecke Teilstück 5	Linie	0,5	50	354805 / 5824788
Q2	Deponiekörper	Fläche	0,5	400 x 275	354811 / 5824715

Tabelle 4-4 fasst die oben verbal beschriebenen Staubemissionen und deren partikuläre Zusammensetzung in der Anlage zusammen. Die Grundlage bildet gutachterliche Erfahrung aus vergleichbaren Anlagen.

Tabelle 4-4: Korngrößenverteilung

Quell-Nr.	Gesamtstaub [kg/h]	pm-1	pm-2	pm-3
Q1		5 %	15 %	80 %
Q2		20 %	70 %	10 %

4.1.2 Schwermetalle

Es ist nicht auszuschließen, dass einzelne Abfallfraktionen auch Schwermetalle enthalten können und damit staubgebundene Schwermetallemissionen möglich wären. Der größte Teil der Staubemissionen stammt nicht aus dem Abfalleinbau, sondern aus Transportprozessen im Zusammenhang mit dem Deponiebau. Der Einbau der Abfälle erfolgt immer nur auf einem geringen Teil der Deponiefläche.

Grundsätzlich werden dauerhaft staubmindernde Maßnahmen am Standort durchgeführt, um die Staubemissionen so gering wie möglich zu halten. Dazu gehört eine bedarfsgerechte Bewässerung sowieso eine möglichst niedrige Schütthöhe beim Abkippen und Verbringen der Abfälle. Darüber hinaus können bei schwermetallhaltigen Abfällen durch weitere organisatorische Maßnahmen, wie z.B. sofortige Abdeckung mit anderen Abfällen / Folien, die Emissionen noch weiter reduziert werden.

Unter diesen Voraussetzungen kann gutachterlich davon ausgegangen werden, dass es zu keinen nennenswerten Schwermetallemissionen und insbesondere -immissionen kommen kann.

4.1.3 Asbestemissionen

Asbesthaltige Abfälle werden in Big Bags angeliefert und unter ständiger Bewässerung verbaut. In seltenen Fällen kann es dazu kommen, dass Big Bags beschädigt werden. In diesem Fall wird die Bewässerung intensiviert, sodass freiwerdende Asbestfasern möglichst schnell gebunden werden und so keine Beeinträchtigung von Menschen entstehen kann. Obwohl dieser Fall sehr selten eintritt, wird konservativ eine Störungsanfälligkeit von 1 % angenommen. Konservative Abschätzungen ergeben, dass bei einem Einbau im Regelbetrieb maximal $2,5 \cdot 10^3$ Fasern und im Falle einer Störung maximal $1,0 \cdot 10^8$ Fasern freigesetzt werden [11].

Die Anteile der asbesthaltigen Abfälle schwanken zum Teil stark. Konservativ wird von einer Menge von 10.000 t asbesthaltigen Abfälle pro Jahr ausgegangen. Ein Big Bag kann im Mittel ca. 0,5 t asbesthaltige Abfälle enthalten. Mithilfe der Betriebsstunden kann somit die Anzahl der Fasern, welche pro Stunde maximal freigesetzt werden könnte, bestimmt werden (siehe Tabelle 4-5).

Tabelle 4-5: Asbestemissionen der Anlage

	Fasern je Big Bag	Big Bags pro Jahr	Betriebsstunden	Fasern pro Betriebsstunde
Regelbetrieb	2,5*10 ³	20.000	3.000	1,67*10 ⁴
Störung des Regelbetriebs	1,0*10 ⁸	200	3.000	6,67*10 ⁶
Summe	-	-	-	6,68*10⁶

Für die Ausbreitungsrechnung wurde die Summe der Werte als Grundlage gewählt.

4.2 Erfordernis der Bestimmung der Immissionskenngrößen

Um das Erfordernis der Bestimmung der Immissionskenngrößen abzuleiten, wurde für die beantragten Emissionswerte der Schadstoffe eine Gegenüberstellung der Emissionsmassenströme mit den Bagatellmassenströmen nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft vorgenommen. Berechnet wurden die Emissionsmassenströme entsprechend der Vorgaben der TA Luft mit den beim bestimmungsgemäßen Betrieb für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen. Bei diffusen Emissionen ist bereits bei Überschreitung von 10 % des Bagatellmassenstroms eine Ermittlung der Immissionskenngröße erforderlich. Grundlage für die Emissionsmassenströme bilden Tabelle 4-1 und Tabelle 4-2.

Tabelle 4-6: Gegenüberstellung des Emissionsmassenstroms der beantragten Anlage mit dem Bagatellmassenstrom der TA Luft

Schadstoff	Emissionsmassenstrom [kg/h]	Bagatellmassenstrom diffus [kg/h]
Gesamtstaub	9,44	0,1

Tabelle 4-6 ist zu entnehmen, dass der Emissionsmassenstrom für Staub die nach TA Luft festgelegten 10 % des Bagatellmassenstroms für diffuse Quellen von 0,1 kg/h überschreitet. Somit ist die Ermittlung dieser Immissionskenngröße erforderlich.

4.3 Lage der Beurteilungspunkte

Für die Bewertung der berechneten Zusatzbelastung, und falls erforderlich der Gesamtbelastung, wird im Sinne einer worst-case Betrachtung die jeweils maximal auftretende Zusatzbelastung außerhalb des Anlagengeländes an den Punkten mit mutmaßlich höchster relevanter Belastung für dort nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter bestimmt. Durch diese Bewertung ist sichergestellt, dass die im Rahmen der Immissionsprognose getroffenen Aussagen auch auf andere bewertungsrelevante Punkte, wie z. B. Wohnbebauungen, empfindliche Nutzungen o. ä. zu übertragen sind, da an diesen Punkten die Zusatzbelastung maximal die ausgewiesenen Werte annehmen kann, jedoch i. d. R. deutlich geringer ausfällt.

Gemäß Nr. 4.6.2.6 TA Luft sind i. d. R. zwei Beurteilungspunkte auszuwählen, so dass sowohl eine Beurteilung des vermutlich höchsten Risikos durch langfristige Exposition als auch durch eine Exposition gegenüber Spitzenbelastungen ermöglicht wird.

Im vorliegenden Fall wurden vier Immissionsorte ausgewählt, um die Immissionszusatzbelastung der Anlage an der umliegenden Wohnbebauung bewerten zu können.

Tabelle 4-7: Lage und Beschreibung der Beurteilungspunkte

Beurteilungspunkt	Beschreibung	Entfernung	Rechts- / Hochwert
BUP_1	Neugarten 19	ca. 350 m östlich	355565 / 5824475
BUP_2	Neugarten 7	ca. 350 m nordöstlich	355395 / 5825135
BUP_3	Neugarten 17	ca. 450 m nördlich	355225 / 5825325
BUP_4	Röthehof 3	ca. 450 m nördlich	354775 / 5825285

4.4 Meteorologische Verhältnisse

Das Ausbreitungsverhalten von Luftschadstoffen wird durch die ausbreitungsrelevanten meteorologischen Verhältnisse bestimmt, die durch die Windrichtung, die Windgeschwindigkeit und die Ausbreitungsklasse (Stabilität der Atmosphäre) beschrieben werden.

Für die vorliegende Immissionsprognose wurde eine detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft bei der IfU GmbH in Auftrag gegeben (siehe Anhang 7). Aus meteorologischer Sicht kann die Ausbreitungsrechnung mit der Station Potsdam durchgeführt werden. Dafür wurde ein „für Ausbreitungszwecke repräsentatives Jahr“ nach VDI 3783 Blatt 20 ermittelt. Die Hauptkriterien zur Auswahl in der Reihenfolge ihrer Wichtigkeit sind:

1. Häufigkeiten der Windverteilung und ihre Abweichungen
2. Monatliche und jährliche mittlere Windgeschwindigkeit
3. Berücksichtigung von Nacht- und Schwachwindauswahl
4. Häufigkeiten der Großwetterlagen

Aus der Bezugsperiode vom 28.09.2008 bis zum 20.08.2023 wurde das Jahr vom 11.02.2014 bis zum 11.02.2015 als repräsentativ ausgewählt.

Die Verfügbarkeit der Wetterdaten der Station Potsdam für das o.g. Jahr beträgt 99 % und entspricht den Vorgaben der Anhang 2 Nr. 9.1 TA Luft.

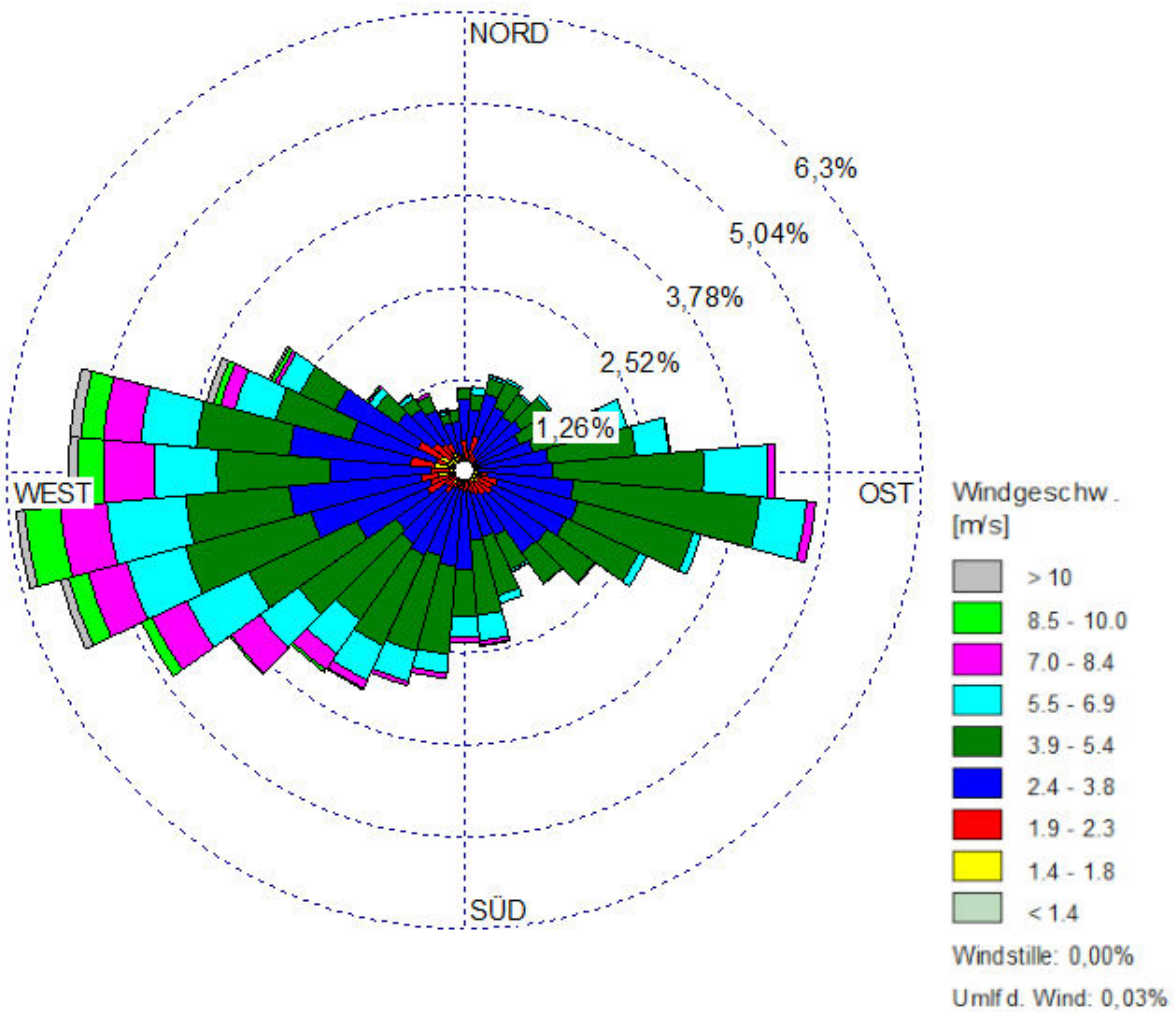


Abbildung 4-1: Windrose der Station Potsdam

Die Auswertung der an der Bezugsstation Potsdam gemessenen meteorologischen Daten zeigt, dass westliche Winde vorherrschend sind – siehe Abbildung 4-1.

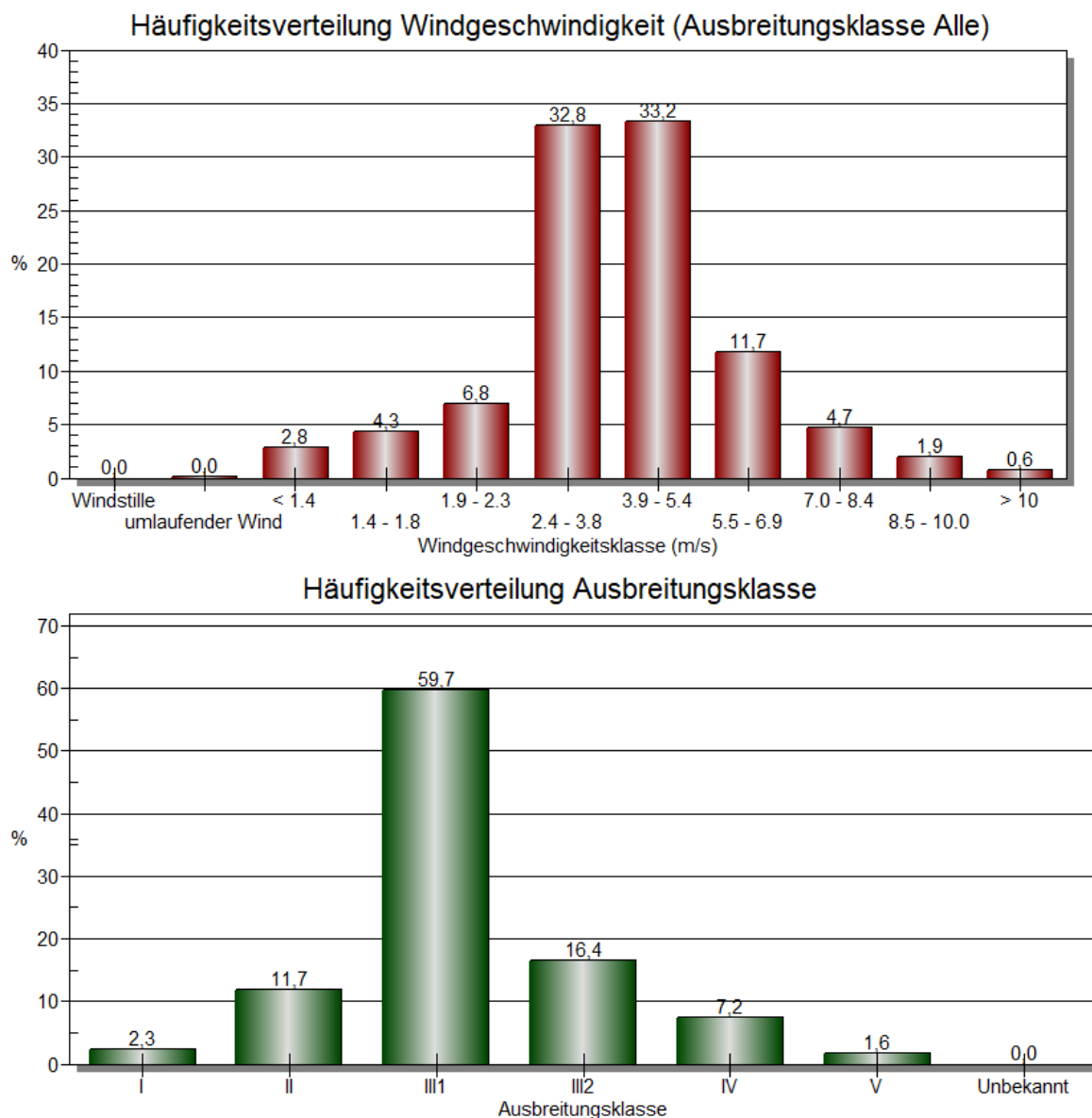


Abbildung 4-2: Diagramm der Bezugsstation Potsdam

Es sind keine lokalen Besonderheiten festzustellen, die zu signifikanten Kaltlufteinflüssen am Standort führen.

Der prozentuale Anteil der Schwachwindhäufigkeiten (siehe Abbildung 4-2) liegt unterhalb der 20 %-Schwelle (Sollwert nach Anhang 2 Nr. 13 TA Luft).

Die stündliche Niederschlagsmenge wurde aus dem RESTNI-Datensatz des Umweltbundesamtes übernommen. Für den hier erzeugten Datensatz wurde auf die regionalisierte Niederschlagsmenge für den Standort 33354971 (Rechtswert/Ostwert) und 5824559 (Hochwert/Nordwert) im RESTNI-Datensatz zurückgegriffen. Für den Zeitraum der bereitgestellten Ausbreitungsklassenzeitreihe vom 11.02.2014 bis zum 11.02.2015 beträgt die gesamte Niederschlagsmenge 581,8 mm. Das langjährige Mittel beträgt für den Standort 640,3 mm. Um

für die Jahreszeitreihe eine langjährige zeitliche Repräsentativität zu gewährleisten, wird jede gemessene stündliche Niederschlagsmenge mit einem Skalierungsfaktor von 1,100 multipliziert. Damit wird erreicht, dass die bereitgestellte Jahreszeitreihe in Summe die gleiche Niederschlagsmenge wie der langfristige Durchschnitt aufweist, die Niederschlagsereignisse aber dennoch stundengenau angesetzt werden können.

4.5 Modell und Randbedingungen

Das Rechengebiet für eine einzelne Emissionsquelle ist gemäß Anhang 2 Nr. 8 TA Luft das Innere eines Kreises um den Ort der Quelle, dessen Radius das 50-fache der Schornsteinbauhöhe beträgt, aber mindestens 1.000 m. Tragen mehrere Quellen zur Zusatzbelastung bei, dann besteht das Rechengebiet aus der Vereinigung der Rechengebiete der einzelnen Quellen. Im vorliegenden Fall ergibt sich ein Rechengebiet mit einem Radius von 1.000 m.

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

Zu Anwendung kam ein in sich geschachteltes Raster mit einer minimalen horizontalen Maschenweite von 16 m und einer maximalen horizontalen Maschenweite von 64 m. Dies entspricht einem 3-fach geschachtelten Netz (siehe Anhang 2).

Die Immissionskonzentration der einzelnen Raster wird nach TA Luft als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe über dem Erdboden berechnet.

Die Bodenrauigkeit des Geländes wurde für die Ausbreitungsrechnung entsprechend den Vorgaben der Anhang 2 Nr. 6 TA Luft durch die Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodell Deutschland (LBM-DE) bestimmt. Für die Berechnung wurde eine mittlere Rauigkeitslänge $z_0 = 0,05$ m ermittelt und überprüft.

Gemäß Anhang 2 Nr. 11 TA Luft können Einflüsse von Gebäuden in der Regel vernachlässigt werden, wenn die Schornsteinbauhöhe mehr als das 1,7-fache der Höhe von Gebäuden beträgt. Im vorliegenden Fall sind ausschließlich diffuse Emissionsquellen mit einer geringen Höhe vorhanden. Auf dem Gelände befinden sich keine Gebäude, die aufgrund ihrer Umströmungseffekte berücksichtigt werden müssten.

Unebenheiten des Geländes sind gemäß Anhang 2 Nr. 12 TA Luft in der Regel zu berücksichtigen, wenn innerhalb des Beurteilungsgebietes Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Im vorliegenden Fall wird mit Gelände gerechnet, da der Deponiekörper starke Steigungen aufweist. Da sich während der Einlagerungsphase die Höhe des Deponiekörpers verändert, wird in der vorliegenden Höhe mit der mittleren Höhe des Deponiekörpers gerechnet.

Als Qualitätsstufe für die Berechnung wurde $q_s = +2$ gewählt.

Die log-Datei des Rechenlaufes ist dem Anhang 6 zu entnehmen.

4.6 Modelltechnische Besonderheiten

Vorhandene Geländedaten bilden den Deponiekörper nur unzureichend ab. Eine korrekte Abbildung ist zur Berechnung der Umströmungsverhältnisse jedoch essenziell. Um den Deponiekörper darzustellen, wurden die vorhandenen Geländedaten mit den Höhenprofilen eines Lageplans mit Höhenschichtlinien erweitert. Die grafische Darstellung ist dem Anhang 3 zu entnehmen.

Asbestfasern werden konservativ als Gas ohne Deposition und Sedimentation angesetzt. Als Ersatzparameter wird „xx“ verwendet.

5 Ergebnisse und Bewertung

5.1 Ergebnisse Luftschadstoffe

5.1.1 Bewertung der maximalen Zusatzbelastung

Die Ergebnisse der Immissionsprognose gemäß TA Luft werden im Folgenden für den geplanten Betriebszustand dargestellt. Dazu werden sie den in Kapitel 3.4 bereits erwähnten Immissionsrichtwerten (Beurteilungswerten) nach TA Luft und 39. BImSchV gegenübergestellt und auf Irrelevanz geprüft. Die Ergebnisse (Zahlenwerte) werden gemäß Nr. 2.9 TA Luft gerundet.

Ergibt sich im Ergebnis der Berechnung eine irrelevante Zusatzbelastung, so kann auf die Bestimmung der Immissionskenngrößen der Vor- und Gesamtbelastung entsprechend Nr. 4.6 TA Luft verzichtet werden. Ist der Tatbestand einer irrelevanten Zusatzbelastung unter Berücksichtigung der Unterschreitung des jeweiligen Bagatellmassenstroms nicht gegeben, so ist im Weiteren der Nachweis der Einhaltung des Beurteilungswertes durch die Gesamtbelastung vorzunehmen. Neben den Jahresmittelwerten der Konzentration sind auch die Tages- und Stundenmittel der Konzentration für diejenigen Stoffe zu ermitteln, für die in der 39. BImSchV und Tabelle 1 der TA Luft ein solcher Immissionswert angegeben und für die Ermittlung der Immissionskenngröße erforderlich ist.

Im Rahmen der Immissionsprognose wurde die Immissionszusatzbelastung für die in Kapitel 4.1 aufgeführten Luftschadstoffe bestimmt. Aufgrund der örtlichen Windrichtungshäufigkeitsverteilung mit häufigen Westwinden breitet sich die Fahne erwartungsgemäß in Richtung Osten aus (räumliche Verteilung in Anhang 5 ersichtlich). Der Aufpunkt der maximal zu erwartenden Zusatzbelastung liegt innerhalb des Rechengebietes. Somit kann jeweils durch eine Bewertung der Auswirkungen der maximalen Zusatzbelastung an den Beurteilungspunkten eines Schadstoffs die Aussage als worst-case-Betrachtung auch auf Bereiche mit geringer Zusatzbelastung sowohl innerhalb als auch außerhalb des Beurteilungsgebietes übertragen werden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der maximalen Immissionszusatzbelastung an den Beurteilungspunkten zusammengefasst. Die Ergebnisse wurden gemäß Nr. 10 Anhang 2 TA Luft um die statistische Unsicherheit korrigiert.

Im vorliegenden Fall entspricht gemäß Nr. 2.2 TA Luft die Zusatzbelastung der Gesamtbelastung.

Tabelle 5-1: Konzentration und Deposition an den Beurteilungspunkten

Parameter	Einheit	Zusatzbelastung	Irrelevanzwert	Beurteilungswert
BUP_1				
Schwebstaub PM ₁₀	µg/m ³	3,59	1,2	40 _{JMW}
		12,8	-	50 _{T35}
Feinstaub PM _{2,5}	µg/m ³	1,216	0,75	25 _{JMW}
Staubniederschlag	g/(m ² *d)	0,00261	0,0105	0,35 _{JMW}
BUP_2				
Schwebstaub PM ₁₀	µg/m ³	2,36	1,2	40 _{JMW}
		8,5	-	50 _{T35}
Feinstaub PM _{2,5}	µg/m ³	0,811	0,75	25 _{JMW}
Staubniederschlag	g/(m ² *d)	0,00337	0,0105	0,35 _{JMW}
BUP_3				
Schwebstaub PM ₁₀	µg/m ³	1,57	1,2	40 _{JMW}
	µg/m ³	6,0	-	50 _{T35}
Feinstaub PM _{2,5}	µg/m ³	0,555	0,75	25 _{JMW}
Staubniederschlag	g/(m ² *d)	0,00210	0,0105	0,35 _{JMW}
BUP_4				
Schwebstaub PM ₁₀	µg/m ³	1,34	1,2	40 _{JMW}
	µg/m ³	4,9	-	50 _{T35}
Feinstaub PM _{2,5}	µg/m ³	0,496	0,75	25 _{JMW}
Staubniederschlag	g/(m ² *d)	0,00142	0,0105	0,35 _{JMW}

*entspricht der Gesamtzusatzbelastung

An den Beurteilungspunkten BUP_1 bis BUP_4 wird der Irrelevanzwert von PM₁₀ überschritten, wodurch sich das Erfordernis zur Ermittlung der Gesamtbelastung für diesen Parameter ergibt. Auch für den Parameter PM_{2,5} wird der Irrelevanzwert an den Beurteilungspunkten BUP_1 und BUP_2 überschritten. Die Ermittlung der Gesamtbelastung für die Parameter PM₁₀ und PM_{2,5} erfolgt in Kapitel 5.1.2.

5.1.2 Ermittlung der Gesamtbelastung

Da an den relevanten Beurteilungspunkten BUP_1 bis BUP_4 für PM₁₀ und an den Punkten BUP_1 und BUP_2 für PM_{2,5} die jeweilige Irrelevanzschwelle überschritten wird, ist für diese Parameter die Ermittlung der Gesamtbelastung und somit der Vorbelastung erforderlich. Aufgrund der räumlichen Lage wird die Messstation Nauen als Referenzstation herangezogen. Aus den letzten drei verfügbaren Jahren (2020 – 2022) [13] wird ein Mittelwert für die Vorbelastung gebildet (siehe Tabelle 5-2) und mit der Gesamtzusatzbelastung der Anlage addiert. Daraus ergibt sich die Gesamtbelastung (siehe Tabelle 5-3).

Tabelle 5-2: Ermittlung der Vorbelastung (Station Nauen)

Parameter	Einheit	Vorbelastung			
		2020	2021	2022	Mittel
Schwebstaub PM ₁₀	µg/m ³	15,0	15,0	18,0	16,0
Feinstaub PM _{2,5}	µg/m ³	10,0	11,0	10,0	10,3

Tabelle 5-3: Ermittlung der Gesamtbelastung

Parameter	Einheit	Vorbelastung	Gesamtzusatzbelastung	Gesamtbelastung	Beurteilungswert
BUP_1					
Schwebstaub PM ₁₀	µg/m ³	16,0	3,6	19,6	40 _{JMW}
Feinstaub PM _{2,5}	µg/m ³	10,3	1,2	11,5	25 _{JMW}
BUP_2					
Schwebstaub PM ₁₀	µg/m ³	16,0	2,4	18,4	40 _{JMW}
Feinstaub PM _{2,5}	µg/m ³	10,3	0,8	11,1	25 _{JMW}
BUP_3					
Schwebstaub PM ₁₀	µg/m ³	16,0	1,6	17,6	40 _{JMW}
BUP_4					
Schwebstaub PM ₁₀	µg/m ³	16,0	1,3	17,3	40 _{JMW}

Der jeweilige Beurteilungswert von PM₁₀ und PM_{2,5} wird an jedem Beurteilungspunkt sicher eingehalten.

5.2 Beurteilung der Belastung durch Asbest

Gemäß LAI wird in Bezug auf Asbest für eine Sonderfallprüfung nach Ziffer 4.8 TA Luft ein Beurteilungswert von 220 F/m³ bei einem Risiko von 4,4*10⁻⁵ bzw. von 2*10⁻⁵ pro 100 F/m³ für die Langzeitexposition empfohlen [11]. Es wird eine Irrelevanzschwelle von 3 % gewählt. Die Konzentration der maximalen Zusatzbelastung wird in Tabelle 5-4 dargestellt.

Tabelle 5-4: Konzentration der maximalen Zusatzbelastung von Asbest für die unterschiedlichen Beurteilungspunkte

Beurteilungspunkt	Einheit	Zusatzbelastung	Irrelevanzwert	Beurteilungswert
BUP 1	F/m ³	0,0082	6,6	220
BUP 2	F/m ³	0,0042	6,6	220
BUP 3	F/m ³	0,0031	6,6	220
BUP 4	F/m ³	0,0028	6,6	220

Bei allen Beurteilungspunkten liegt die Gesamtzusatzbelastung deutlich unterhalb der Irrelevanzschwelle. Eine Schädigung der menschlichen Gesundheit aufgrund von Asbest ist nicht zu befürchten.

Die maximale Zusatzbelastung ist als sehr gering zu bewerten, verglichen mit anderen Werten, welche als unbedenklich bzw. als biogener Hintergrund zu bewerten sind.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens „Ertüchtigung und Erweiterung SAD Röthehof“ wurde auf Grundlage der emissionstechnischen Daten des Auftraggebers und den Bestimmungen der TA Luft eine Bewertung der staubförmigen Gesamtzusatzbelastung der Anlage vorgenommen. Zusätzlich wurde untersucht, ob eine Schädigung für den Menschen durch emittierenden Asbest möglich ist.

Mit Hilfe des Rechenmodells gemäß Anhang 2 TA Luft wurden die durch die Anlage hervorgerufenen Immissionszusatzbelastungen für die in der TA Luft geregelten partikelgebundenen Komponenten und Asbest berechnet.

Es konnte nachgewiesen werden, dass für alle betrachteten Schadstoffe die Irrelevanzwerte bzw. die Beurteilungswerte einhalten werden. Die Gesamtzusatzbelastung von Asbest liegt ebenfalls unterhalb der Irrelevanzschwelle.

Bei ordnungsgemäßigem Betrieb der Anlage ist unter Berücksichtigung der im Gutachten dargestellten Bedingungen zum Bearbeitungszeitraum davon auszugehen, dass

- die von der Anlage ausgehenden Luftschadstoffemissionen keine schädlichen Umwelteinwirkungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft hervorrufen können und
- Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftschadstoffemissionen dieser Anlage getroffen ist.

Hoppegarten, 30.11.2023

GfBU-Consult
Gesellschaft für Umwelt- und
Managementberatung mbH



Dipl.-Met. Nora Richart



Dipl.-Ing. Mandy Klahn

7 Quellenverzeichnis

- [1] Deponieverordnung (DepV) - Verordnung über Deponien und Langzeitlager, vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert am 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598)
- [2] Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) - Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), zuletzt geändert am 2. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 56)
- [3] Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft), Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG vom 18. August 2021 (GMBl. Nr. 76/77 vom 23.12.2017 S. 1050 ff)
- [4] Topographische Karten 1:10000 (DTK10), <https://bb-viewer.geobasis-bb.de/>, ©GeoBasis-DE/LGB, dl-de/by-2-0; ©Geoportal Berlin, dl-de/by-2-0 (Daten geändert); ©BKG (Daten geändert), Abruf am 12.10.2023
- [5] Stadt Nauen (2006): Flächennutzungsplan. Geoportal Nauen
- [6] Kartenübersicht zu Bebauungsplänen (rechtswirksam oder im Verfahren), <https://geoportal.brandenburg.de/de/cms/portal/start/geosearch/1a3f1047-ee5f-4d26-bf35-065172d52564>; ©Geoportal Berlin, dl-de/by-2-0 (Daten geändert); ©BKG (Daten geändert), Abruf am 12.10.2023
- [7] LGB (2022): Luftbild aus dem Geoportal. LGB dl-de/by-2-0. URL: <https://geoportal.brandenburg.de/de/cms/portal/start/map/28> (abgerufen am 15.11.2022)
- [8] Stadt Nauen, OT Markee/Röthehof, SAD Röthehof – Errichtung und Betrieb einer Deponie der Deponiekategorie III, Nachkartierungen von Biotopen und Fauna in 2023, Stadt Land BREHM, Planungsbüro für Stadt und Landschaft, Königs Wusterhausen, 09/2023
- [9] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 02. August 2010, zuletzt geändert am 19.06.2020 (BGBl. I S. 1328)
- [10] Länderausschuss für Immissionsschutz, Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind: Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe, September 2004
- [11] Immissionsprognose für eine Musterdeponie – Bericht Nr. M128625/04, Bayrisches Landesamt für Umwelt
- [12] VDI 3790 Blatt 3: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus dif-fusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schuttgütern, Januar 2010
- [13] Luftqualität in Brandenburg, Jahreskurzberichte 2020, 2021, 2022, Landesamt für Umwelt, Potsdam

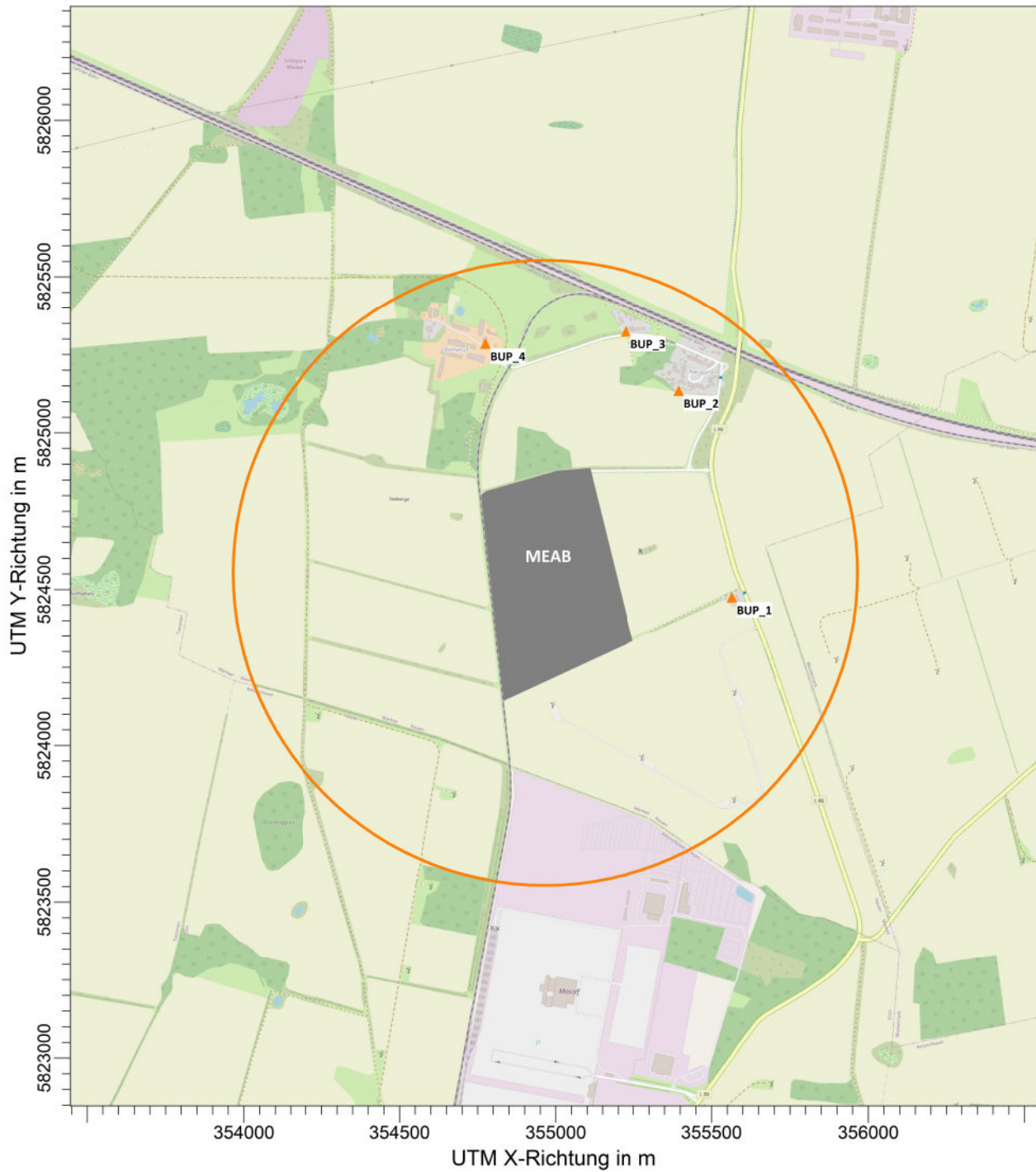
Anhänge

Anhang 1

Beurteilungsgebiet und Lage der Beurteilungspunkte

PROJEKT-TITEL:

MEAB - Ertüchtigung und Erweiterung SAD Röthehof
Anhang 1: Beurteilungsgebiet und Lage der Beurteilungspunkte



BEMERKUNGEN:

FIRMENNAME:

GfBU-Consult GmbH

MAßSTAB:

1:20.000

0  0,5 km



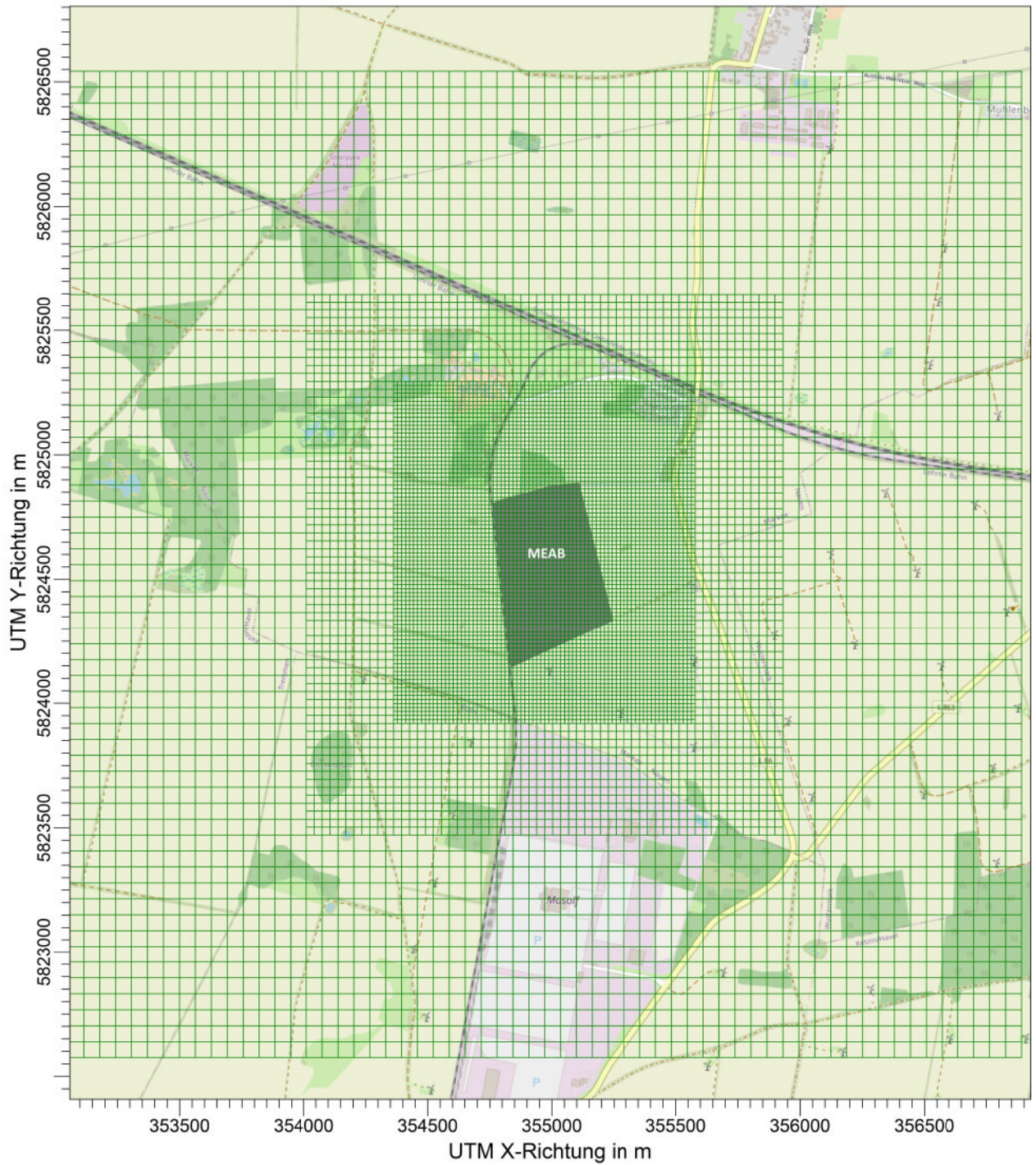
PROJEKT-NR.:

Anhang 2

Rechengitter

PROJEKT-TITEL:

MEAB - Ertüchtigung und Erweiterung SAD Röthehof
Anhang 2: Rechengitter



BEMERKUNGEN:

FIRMENNAME:

GfBU-Consult GmbH

MAßSTAB:

1:25.000

0  0,5 km



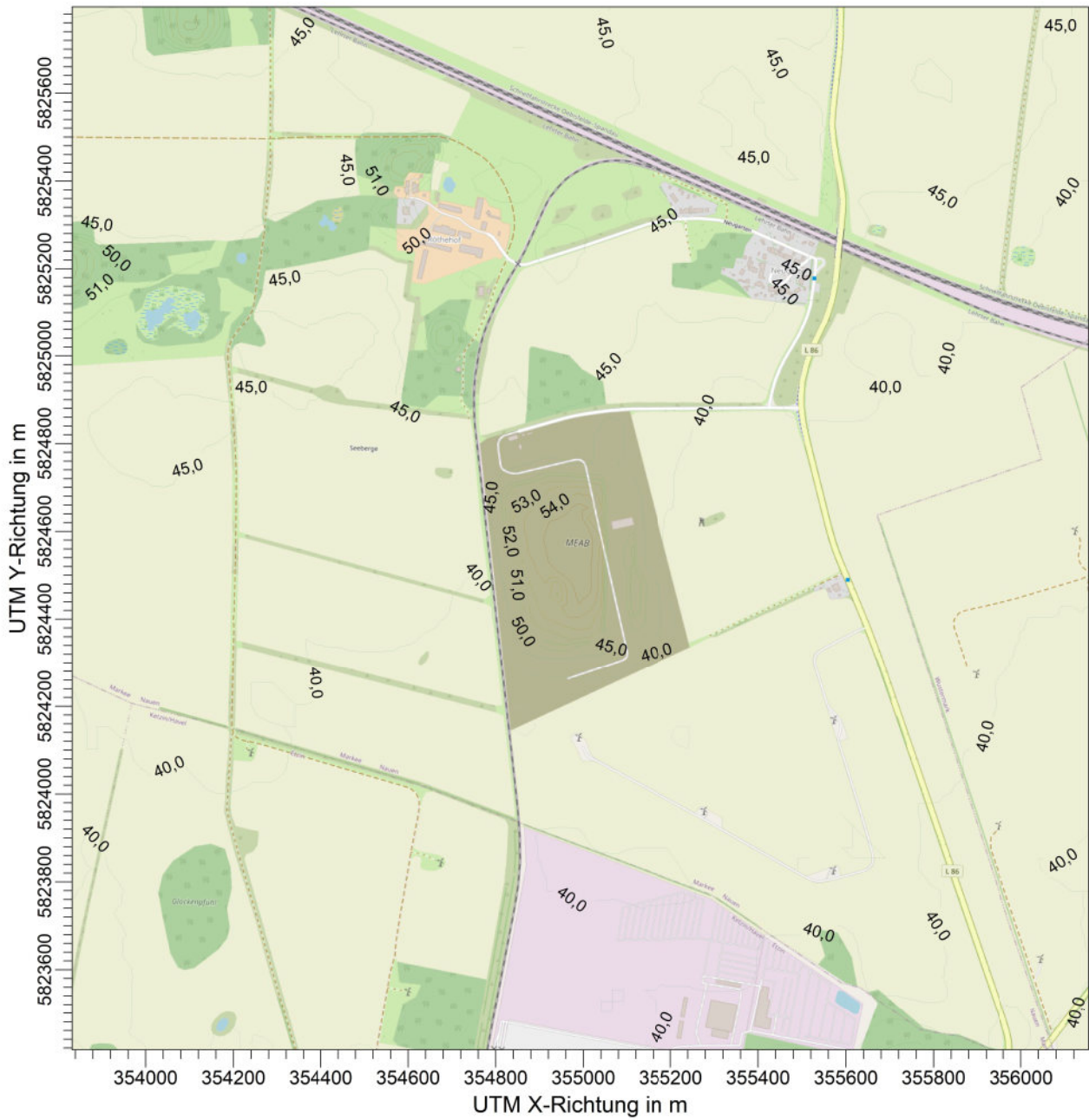
PROJEKT-NR.:

Anhang 3

Gelände-Isolinien

PROJEKT-TITEL:

MEAB - Ertüchtigung und Erweiterung SAD Röthehof
Anhang 3: Gelände-Isolinie



Gelände-Isflächen

Meter



BEMERKUNGEN:

FIRMENNAME:

GfBU-Consult GmbH

MAßSTAB:

1:15.000

0  0,4 km



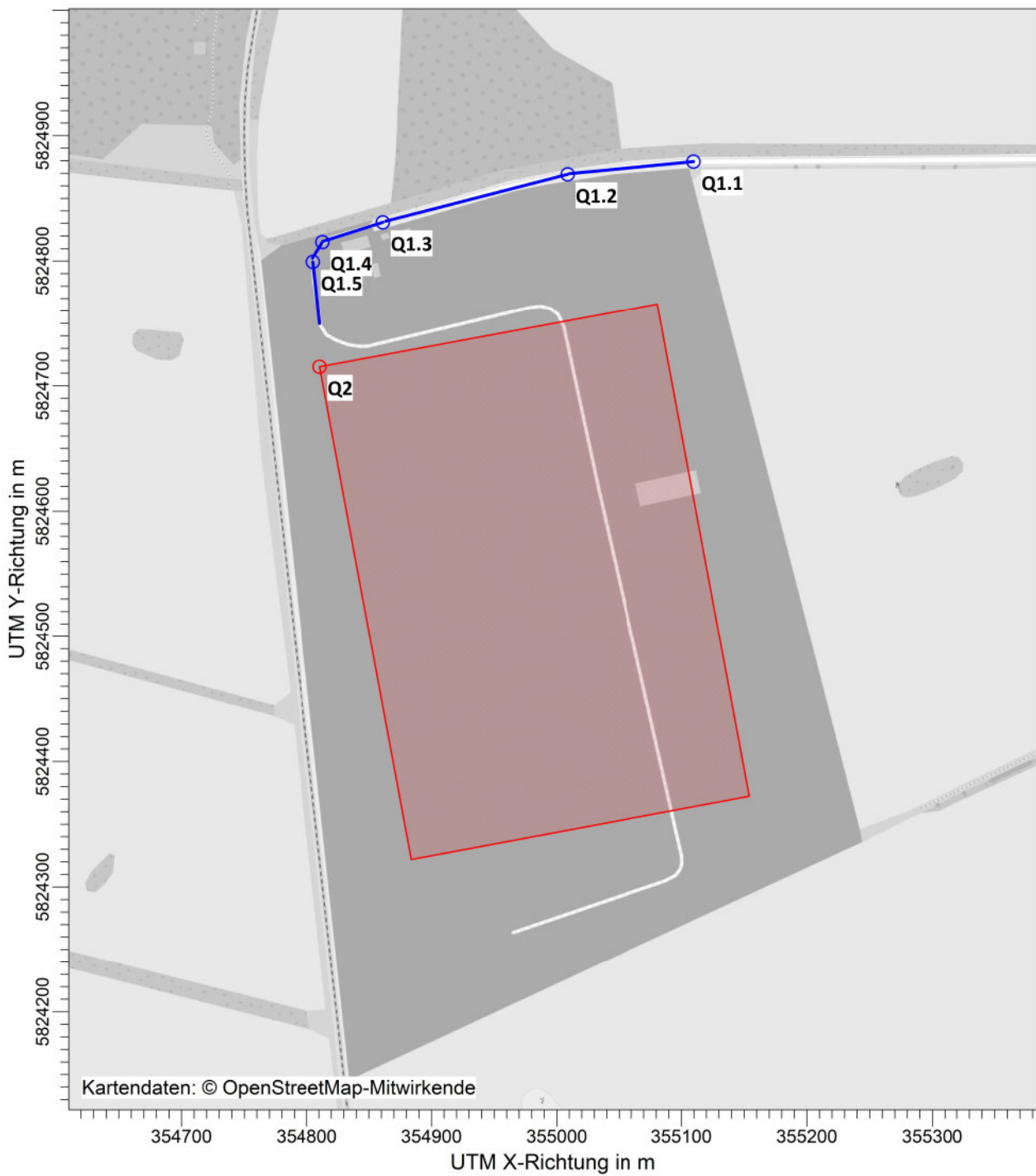
PROJEKT-NR.:

Anhang 4

Emissionsquellenplan

PROJEKT-TITEL:

MEAB - Ertüchtigung und Erweiterung SAD Röthehof
Anhang 4: Emissionsquellenplan



BEMERKUNGEN:

FIRMENNAME:

GfBU-Consult GmbH

MAßSTAB:

1:5.000

0  0,1 km



PROJEKT-NR.:

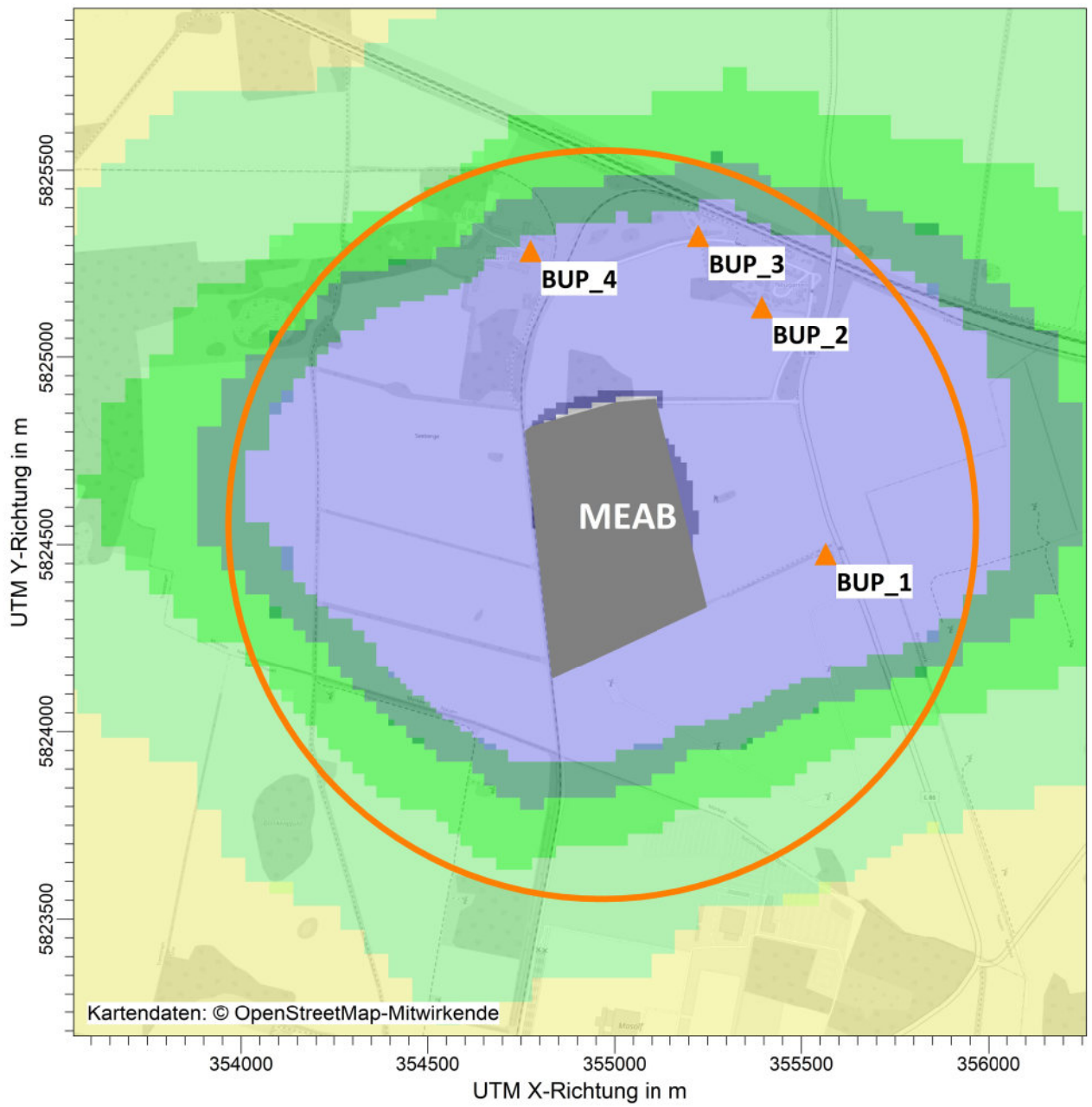
Anhang 5

Kartografische Ergebnisdarstellung der Immissionsgesamtzusatzbelastung

PROJEKT-TITEL:

MEAB - Ertüchtigung und Erweiterung SAD Röthehof

Anhang 5: Kartografische Ergebnisdarstellung der Immissionsgesamtzusatzbelastung





Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende

PM / J00f: Jahresmittel der Konz. inkl. stat. Fehler / 0 - 3m

µg/m³

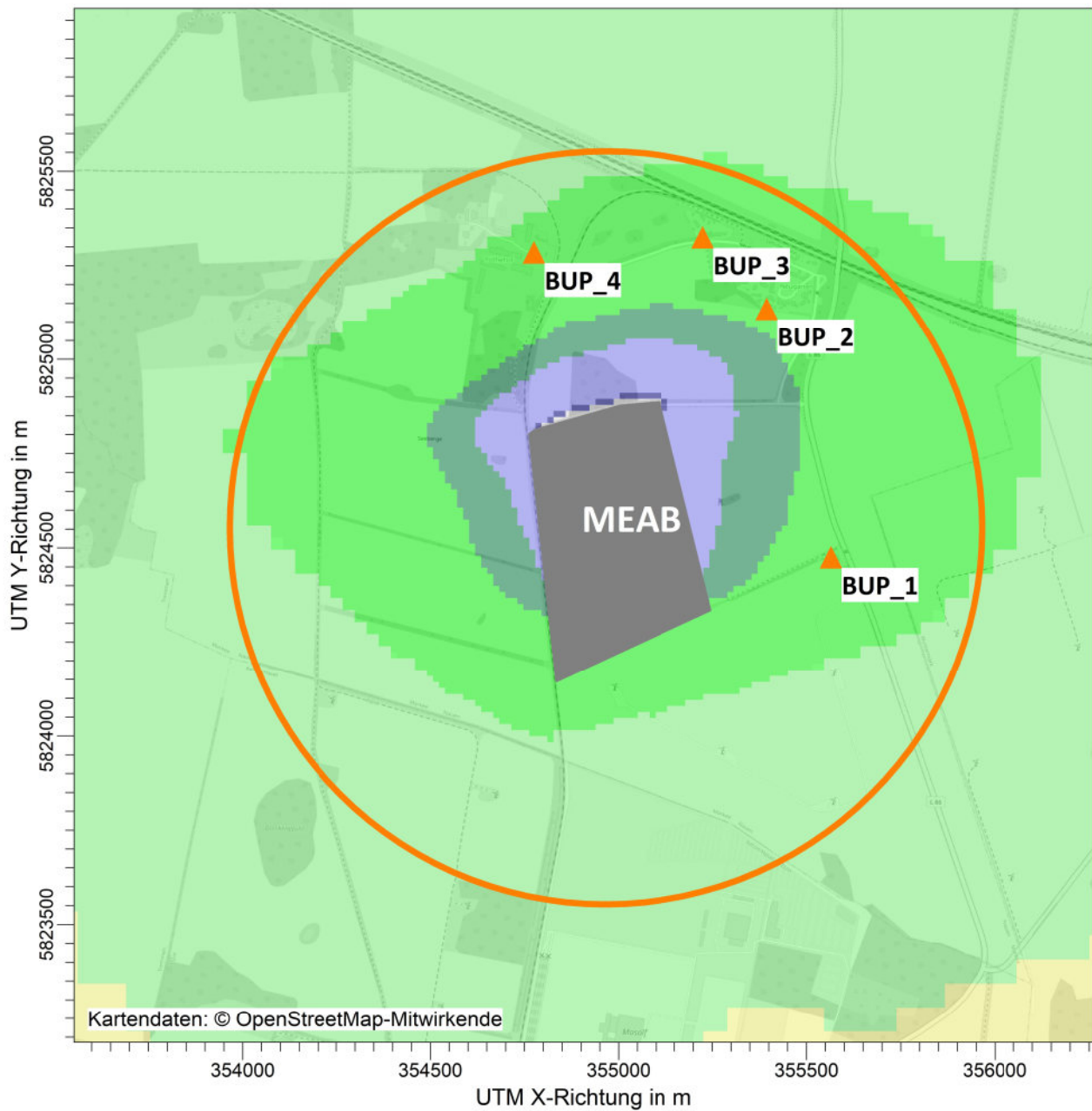


BEMERKUNGEN:	STOFF:		FIRMENNAME:	
	PM		GfBU-Consult GmbH	
	EINHEITEN:		BEARBEITER:	
	µg/m³		Richart	
AUSGABE-TYP:		MAßSTAB:		
PM J00		1:17.500		
				
		DATUM:		PROJEKT-NR.:
		28.11.2023		

PROJEKT-TITEL:

MEAB - Ertüchtigung und Erweiterung SAD Röthehof

Anhang 5: Kartografische Ergebnisdarstellung der Immissionsgesamtzusatzbelastung



PM / DEPF: Jahresmittel der Dep. inkl. stat. Fehler / 0 - 3m

$g/(m^2*d)$

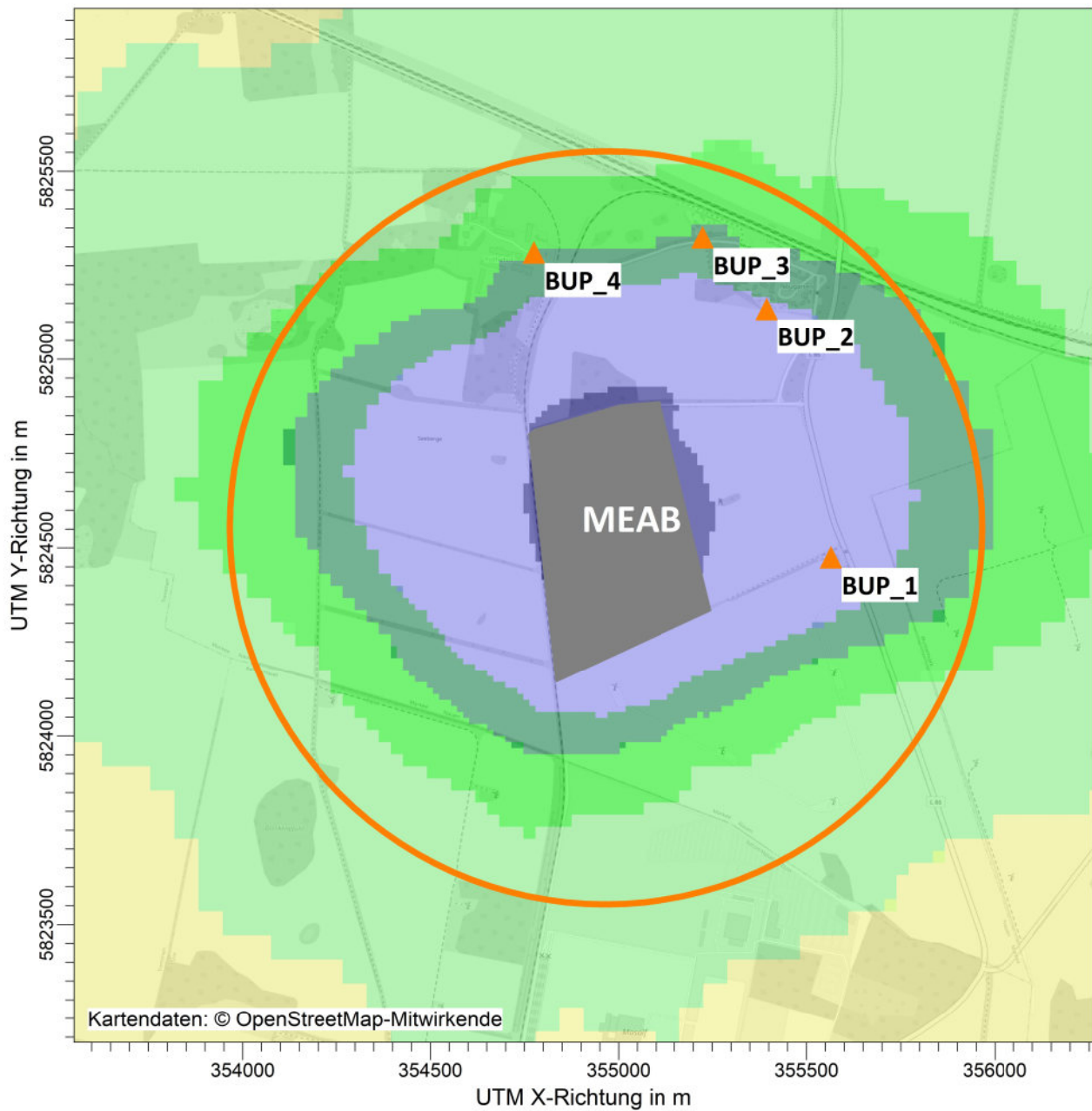


BEMERKUNGEN:	STOFF:		FIRMENNAME:	
	PM		GfBU-Consult GmbH	
	EINHEITEN:		BEARBEITER:	
	$g/(m^2*d)$		Richart	
AUSGABE-TYP:		MAßSTAB:		
PM DEP		1:17.500		
		DATUM:		PROJEKT-NR.:
		28.11.2023		

PROJEKT-TITEL:

MEAB - Ertüchtigung und Erweiterung SAD Röthehof

Anhang 5: Kartografische Ergebnisdarstellung der Immissionsgesamtzusatzbelastung



PM25 / J00z: Jahresmittel der Konzentration / 0 - 3m

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



BEMERKUNGEN:	STOFF:		FIRMENNAME:	
	PM25		GfBU-Consult GmbH	
	EINHEITEN:		BEARBEITER:	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		Richart	
AUSGABE-TYP:		MAßSTAB:		
PM25 J00		1:17.500 0 0,5 km		
		DATUM:		PROJEKT-NR.:
		28.11.2023		

Anhang 6

Protokoll des Rechenlaufs (austal.log)

2023-11-28 09:57:15 AUSTAL gestartet

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.2.1-WI-x
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2023
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2023

=====
Modified by Petersen+Kade Software , 2023-08-15
=====

Arbeitsverzeichnis: C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-15 10:31:12
Das Programm läuft auf dem Rechner "AUSTALCLOUD".

>>> Abweichung vom Standard (geänderte Einstellungsdatei C:\Program Files
(x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings)!

=====
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 "MEAB_R2"                'Projekt-Titel
> ux 33354971                'x-Koordinate des
Bezugspunktes
> uy 5824559                 'y-Koordinate des
Bezugspunktes
> z0 0.05                    'Rauigkeitslänge
> qs 2                       'Qualitätsstufe
> az "3987.N.akterm"        'AKT-Datei
> xa 1279.00                 'x-Koordinate des
Anemometers
> ya -1409.00                'y-Koordinate des
Anemometers
> ri ?
> dd 16.0                    32.0          64.0          'Zellengröße (m)
> x0 -608.0                  -960.0       -2048.0       'x-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> nx 76                      60           62            'Anzahl Gitterzellen in
X-Richtung
> y0 -640.0                  -1088.0      -1984.0       'y-Koordinate der l.u. Ecke
des Gitters
> ny 86                      68           62            'Anzahl Gitterzellen in
Y-Richtung
> nz 19                      19           19            'Anzahl Gitterzellen in
Z-Richtung
```



```

> os +NOSTANDARD+SCINOTAT
> 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 "MEAB_R2.grid" 'Gelände-Datei
> xq 138.71      37.63      -109.94      -158.20      -165.79      -160.47
> yq 320.30      310.09      271.96      256.14      240.42      156.18
> hq 0.50        0.50        0.50        0.50        0.50        0.50
> aq 100.00      150.00      50.00       15.00       50.00       400.00
> bq 0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        275.00
> cq 0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
> wq 185.51      194.41      197.68      238.66      276.11      280.55
> dq 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
> tq 0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
> lq 0.00000     0.00000     0.00000     0.00000     0.00000     0.00000
> rq 0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
> zq 0.00000     0.00000     0.00000     0.00000     0.00000     0.00000
> sq 0.00        0.00        0.00        0.00        0.00        0.00
> xx 0           0           0           0           0           ?
> pm_1-1 ?       ?           ?           ?           ?           0
> pm_1-2 ?       ?           ?           ?           ?           0
> pm_1-3 ?       ?           ?           ?           ?           0
> pm_2-1 0       0           0           0           0           ?
> pm_2-2 0       0           0           0           0           ?
> pm_2-3 0       0           0           0           0           ?
> pm25-1 ?       ?           ?           ?           ?           ?
> LIBPATH "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/lib"
===== Ende der Eingabe
=====

```

Existierende Windfelddbibliothek 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 maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.28 (0.24).

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.22 (0.16).

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.13 (0.11).

Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

Die Zeitreihen-Datei

"C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/zeitreihe.dmna" wird verwendet.

Es wird die Anemometerhöhe ha=23.2 m verwendet.

Die Angabe "az 3987.N.akterm" wird ignoriert.

8160 times wdep>1
7688 times wdep>1
13072 times wdep>1
8160 times wdep>1
7688 times wdep>1
13072 times wdep>1
8160 times wdep>1
7688 times wdep>1
13072 times wdep>1
8160 times wdep>1
7688 times wdep>1
13072 times wdep>1
8160 times wdep>1
7688 times wdep>1

=====
=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm_1"
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-j00z01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-j00s01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t35z01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t35s01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t35i01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t00z01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t00s01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t00i01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-depz01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-deps01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-wetz01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-wets01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-dryz01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-drys01"
ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-j00z02"

ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-j00s02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t35z02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t35s02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t35i02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t00z02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t00s02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t00i02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-depz02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-deps02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-wetz02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-wets02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-dryz02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-drys02" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-j00z03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-j00s03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t35z03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t35s03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t35i03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t00z03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t00s03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-t00i03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-depz03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-deps03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-wetz03" ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-wets03" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-dryz03" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_1-drys03" geschrieben.

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm_2"

TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0)

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-j00z01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-j00s01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t35z01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t35s01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t35i01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t00z01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t00s01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t00i01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-depz01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-deps01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-wetz01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-wets01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-dryz01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-drys01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-j00z02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-j00s02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t35z02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t35s02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t35i02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t00z02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t00s02" geschrieben.

ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t00i02"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-depz02"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-deps02"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-wetz02"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-wets02"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-dryz02"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-drys02"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-j00z03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-j00s03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t35z03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t35s03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t35i03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t00z03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t00s03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-t00i03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-depz03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-deps03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-wetz03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-wets03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-dryz03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm_2-drys03"
ausgeschrieben.

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm25"

TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0)

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm25-j00z01"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm25-j00s01"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm25-j00z02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm25-j00s02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm25-j00z03" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/pm25-j00s03" geschrieben.

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "xx"

TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0)

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-j00z01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-j00s01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-depz01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-deps01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-wetz01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-wets01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-dryz01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-drys01" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-j00z02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-j00s02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-depz02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-deps02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-wetz02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-wets02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-dryz02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-drys02" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-j00z03" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-j00s03" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-depz03" geschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-deps03" geschrieben.

ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-wetz03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-wets03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-dryz03"
ausgeschrieben.

TMT: Datei "C:/Ausbreitungsrechnungen/MEAB_R2/erg0016/xx-drys03"
ausgeschrieben.

TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.2.1-WI-x.

=====
=====

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_1 DEP : 1.839e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= -24 m, y= 296 m
(1: 37, 59)

PM_1 DRY : 1.837e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= -24 m, y= 296 m
(1: 37, 59)

PM_1 WET : 1.670e-003 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= -8 m, y= 296 m
(1: 38, 59)

PM_2 DEP : 1.352e-001 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= -8 m, y= 72 m
(1: 38, 45)

PM_2 DRY : 1.349e-001 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= -8 m, y= 72 m
(1: 38, 45)

PM_2 WET : 4.019e-004 g/(m²*d) (+/- 0.3%) bei x= 104 m, y= -40 m
(1: 45, 38)

XX DEP : 0.000e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)

XX DRY : 0.000e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)

XX WET : 0.000e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)

=====
=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m


```

=====
PM_1      J00 : 6.913e+001 µg/m³ (+/- 0.0%) bei x= -24 m, y= 296 m (1:
37, 59)
PM_1      T35 : 1.290e+002 µg/m³ (+/- 0.4%) bei x= -24 m, y= 296 m (1:
37, 59)
PM_1      T00 : 3.615e+002 µg/m³ (+/- 0.5%) bei x= 24 m, y= 312 m (1:
40, 60)
PM_2      J00 : 1.063e+002 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 104 m, y= -56 m (1:
45, 37)
PM_2      T35 : 2.074e+002 µg/m³ (+/- 1.6%) bei x= 104 m, y= -88 m (1:
45, 35)
PM_2      T00 : 4.564e+002 µg/m³ (+/- 1.6%) bei x= 104 m, y= -104 m (1:
45, 34)
PM25      J00 : 2.807e+001 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 104 m, y= -56 m (1:
45, 37)
XX        J00 : 1.768e+002 g/m³ (+/- 0.1%) bei x= 104 m, y= -56 m (1:
45, 37)
=====
=====

```

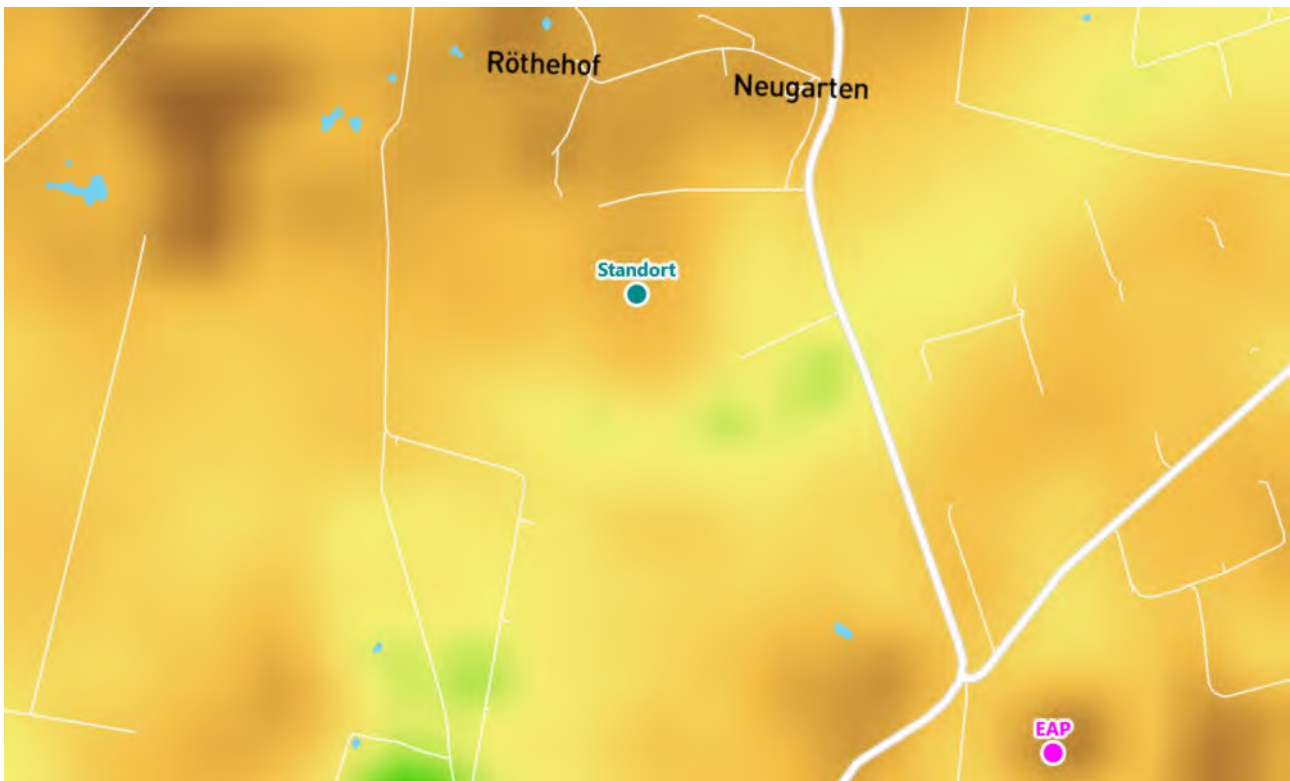
2023-11-28 13:08:11 AUSTAL beendet.

Anhang 7

Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten

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

an einem Anlagenstandort in Röthehof



Auftraggeber:	GfBU-Consult Gesellschaft für Umwelt- und Managementberatung mbH Mahlsdorfer Str. 61b 15366 Hoppegarten / OT Hönöw	Tel.: 030 992882-25
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.20230921-01	
Ort, Datum:	Frankenberg, 16. Oktober 2023	
Anzahl der Seiten:	60	
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	25
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen.....	32
4.6 Auswahl der Bezugswindstation	33
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
7.4 Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag	54
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung	56
9 Zusammenfassung.....	57
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung.....	58
11 Schrifttum	60

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Ortschaft Röthehof in Brandenburg	6
Abbildung 2: Lage des Standortes in Röthehof	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 Berge mit dem Erwartungswert.....	26
Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Potsdam mit dem Erwartungswert.....	27
Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Brandenburg/Havel mit dem Erwartungswert	28
Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Berlin-Tegel mit dem Erwartungswert....	29
Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Berlin-Tempelhof mit dem Erwartungswert	30
Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Neuruppin mit dem Erwartungswert.....	31
Abbildung 19: Lage der ausgewählten Station.....	35
Abbildung 20: Luftbild mit der Umgebung der Messstation.....	36
Abbildung 21: Orographie um den Standort der Wetterstation.....	37
Abbildung 22: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung	39
Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	40
Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse	41
Abbildung 25: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum	44
Abbildung 26: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	45
Abbildung 27: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	46
Abbildung 28: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	47
Abbildung 29: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	48
Abbildung 30: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit.....	51
Abbildung 31: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Potsdam	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 Bezugwindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung	32
Tabelle 6: EAP-Geschwindigkeiten verschiedener Modelle	32
Tabelle 7: Rangliste der Bezugwindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung	33
Tabelle 8: Resultierende Rangliste der Bezugwindstationen	33
Tabelle 9: Koordinaten der Wetterstation	36
Tabelle 10: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Potsdam	52
Tabelle 11: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Potsdam	54

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet in der Ortschaft Röthehof, einem Wohnplatz im Ortsteil Markee der Stadt Nauen in Brandenburg.

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

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

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

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

2 Beschreibung des Anlagenstandortes

2.1 Lage

Der untersuchte Standort befindet sich in der Ortschaft Röthehof in Brandenburg. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

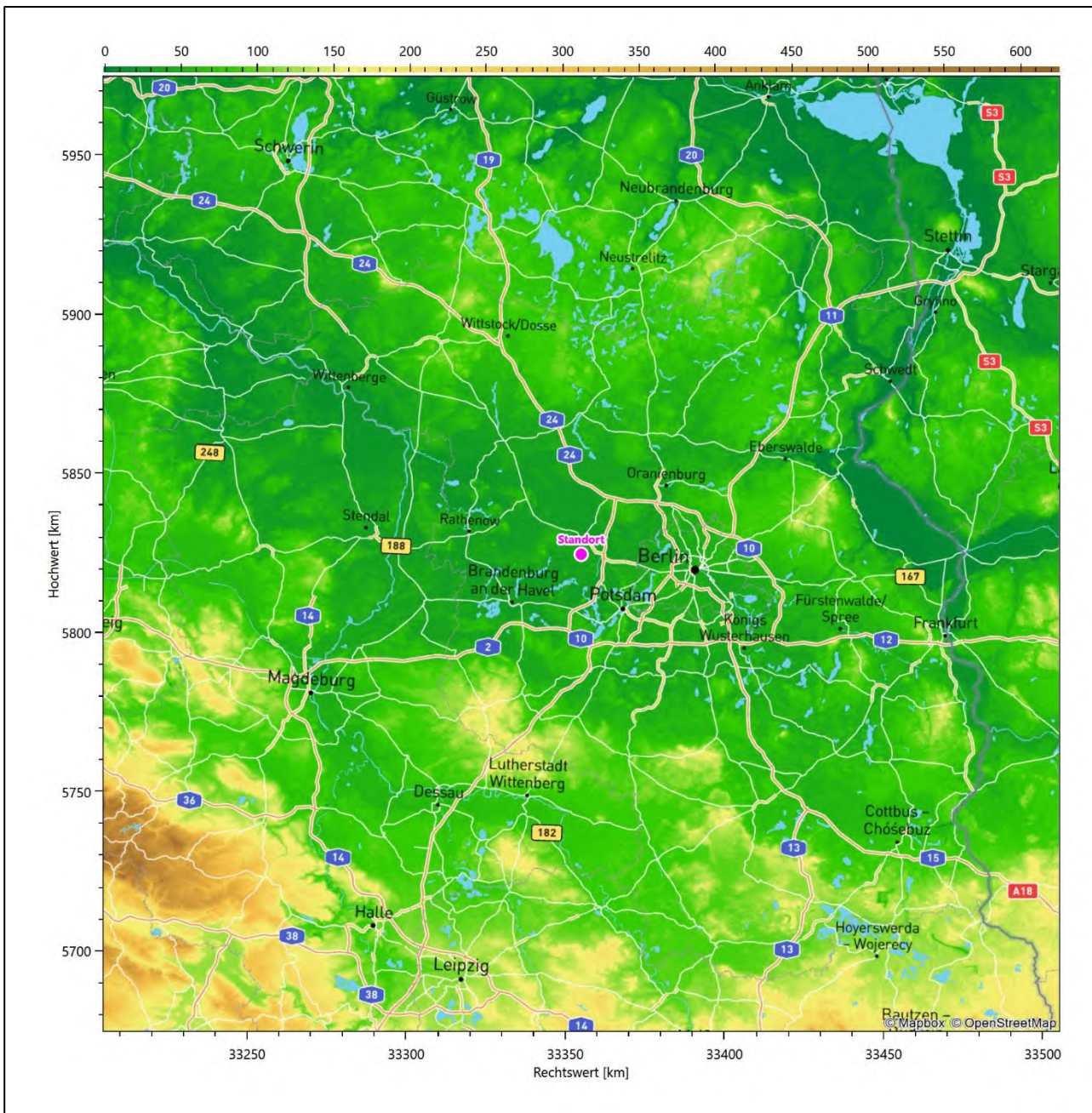


Abbildung 1: Lage der Ortschaft Röthehof in Brandenburg

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

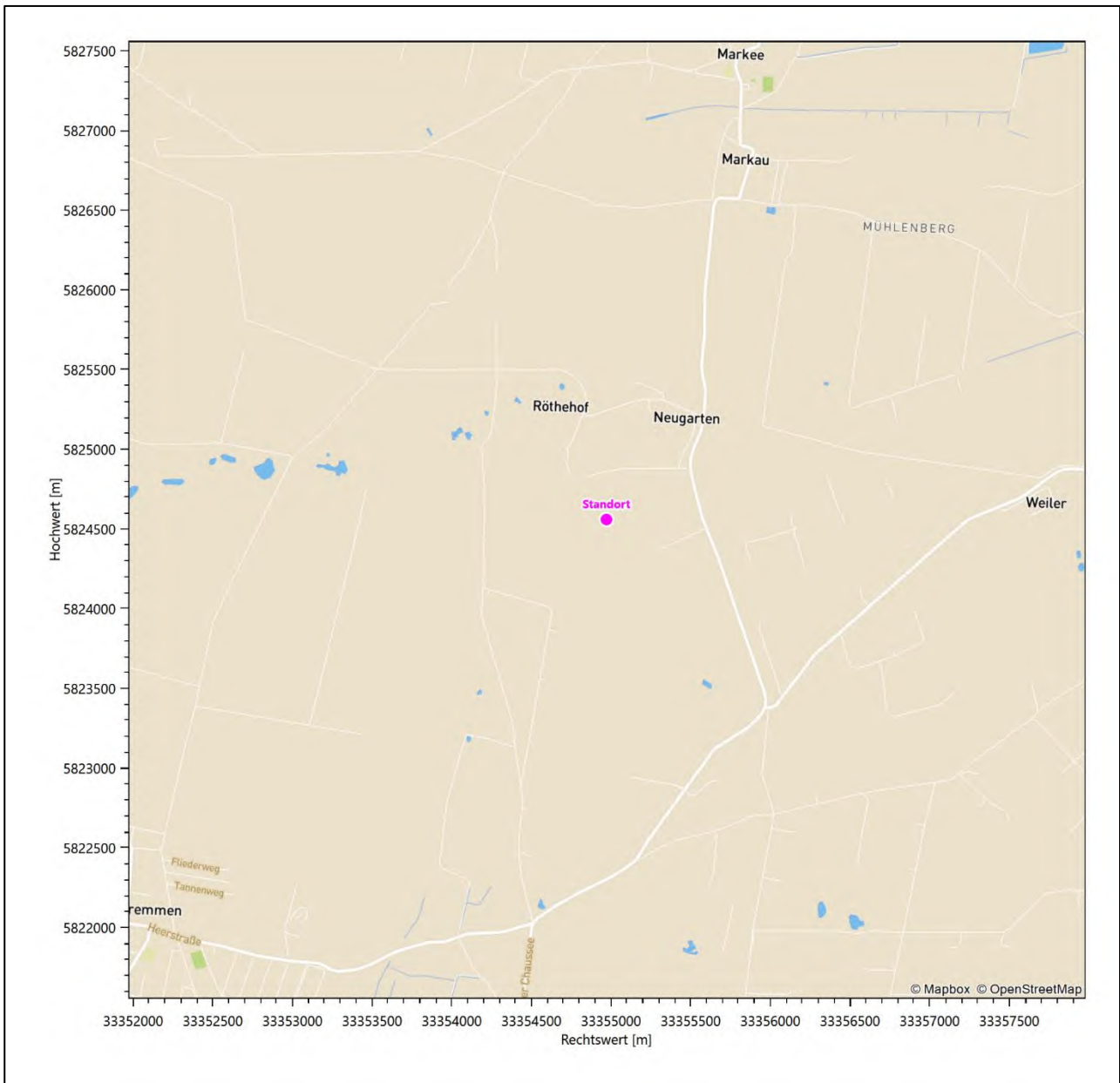


Abbildung 2: Lage des Standortes in Röthehof

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Standortes angegeben.

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes

RW	33354971
HW	5824559

2.2 Landnutzung

Der Standort selbst liegt im Süden des Wohnplatzes Röthehof, außerhalb der Wohnbebauung und auf dem Gelände einer Deponie. Die Umgebung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Unterschiedlich dicht bebaute Siedlungsgebiete wechseln sich mit kleineren bewaldeten Arealen,

landwirtschaftlichen Flächen, Wasserflächen (div. Gräben, Havel mittelbar) und einer ansonsten ländlichen Verkehrswegeinfrastruktur ab. Südlich der Deponie liegt ein Gewerbegebiet der Autobranche, das von Windkraftanlagen begleitet wird.

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

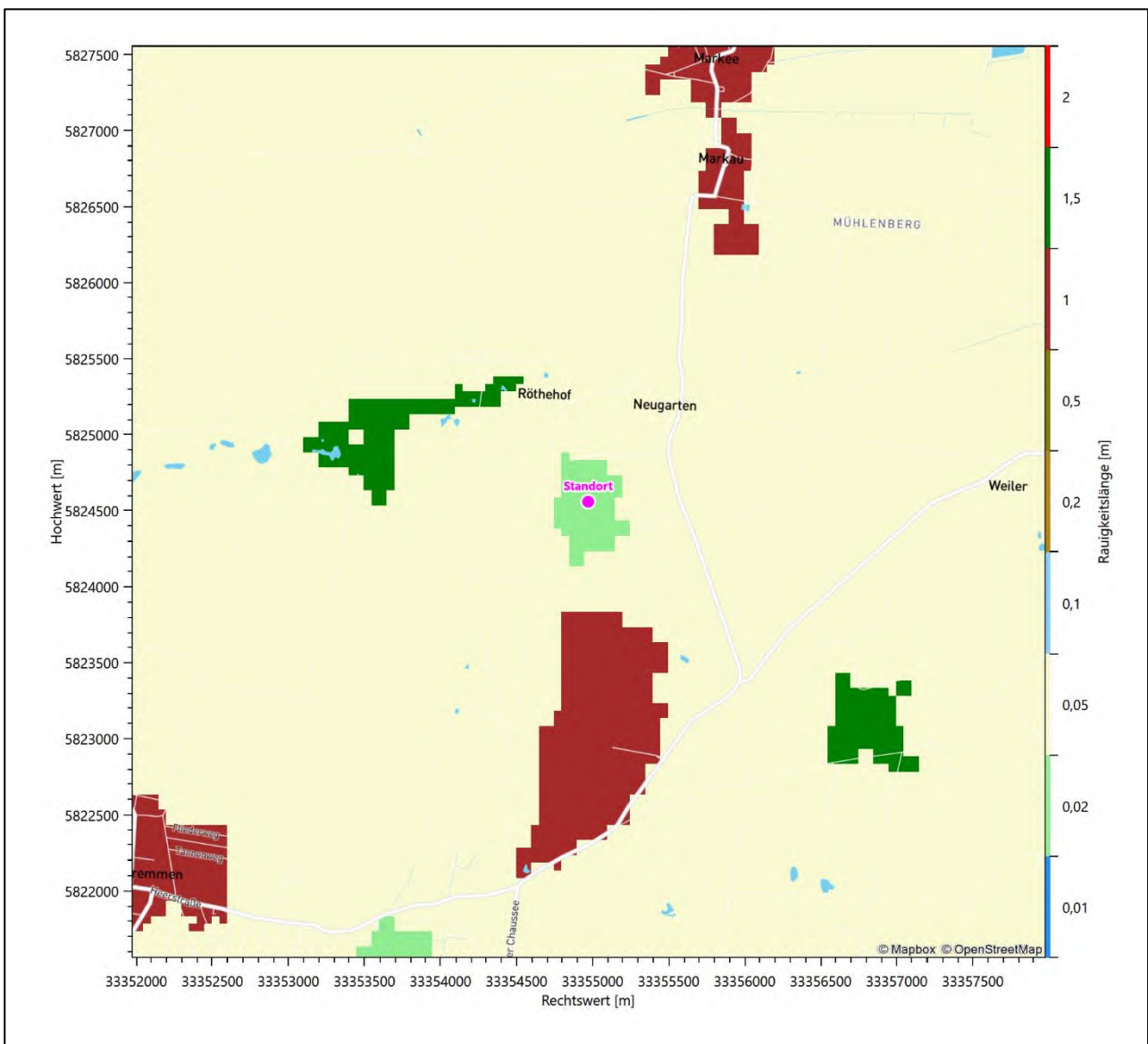


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

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 44 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch wenig gegliedert. Naturräumlich liegt der Deponiestandort auf der *Nauener Platte*.

Die Landschaft der Nauener Platte lässt sich in vier Teilräume unterteilen. Der größte Teil, die eigentliche Nauener Platte (hier ist der Standort verortet), hat den Charakter einer großflächigen Agrarlandschaft mit wenig Reliefbewegung und großen Ackerschlägen. Sie wird gebildet von einer fruchtbaren, flachwelligen Grundmoränenplatte. In ihr befinden sich eine Vielzahl von Söllen, die heute zum Teil aber durch Entwässerungsmaßnahmen trockengefallen sind. Am Südrand verzahnt sich die Grundmoräne mit dem

Niederungsgebiet der Havelniederung. Einige Seenketten bereichern die ansonsten eintönige Agrarlandschaft. Der westliche Teil der Nauener Platte weist stark sandhaltiges Material auf, das zu Dünen aufgeweht wurde. Im Westen schließt sich ein Luchgebiet an, das im Norden mit dem Havelländischen Luch verbunden ist. Es ist eingekesselt zwischen der Nauener Grundmoränenplatte und den Moränen des Westhavelländischen Ländchens und wird vom Havelländischen Großen Hauptkanal als größtes Gewässer durchschnitten, dem zahlreiche Entwässerungsgräben und Kanäle zufließen. Östlich der eigentlichen Nauener Platte liegt, durch die schmale Niederung des Havelkanals getrennt, die Döberitzer Heide. Sie stellt eine sandige Abart der Grundmoräne dar und weist ausgedehnte Dünenfelder auf.

Abbildung 10 zeigt die nur geringe Reliefenergie ersichtlich an. Die mittelbare Umgebung des Standortes ist nur von kleinen, niedrigen Hügeln durchsetzt. Auf die Havel trifft man auf Höhe der Ketziner Havelinseln erst in 8 km süd-südwestlicher Distanz.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

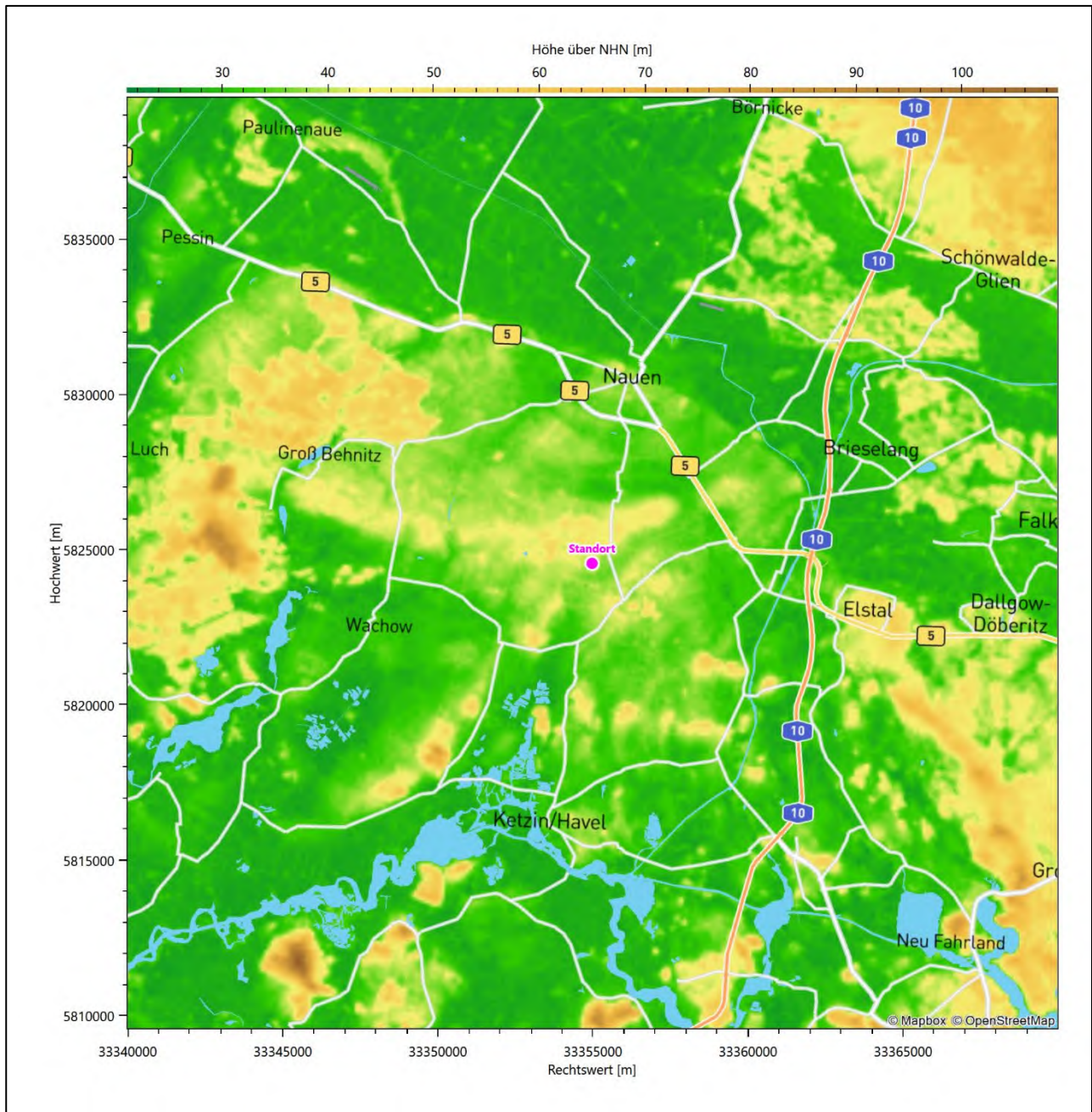


Abbildung 5: Orographie um den Standort

3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition

3.1 Hintergrund

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

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

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

3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

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

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

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

3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall

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

Es ist erkennbar, dass in ungünstigen Positionen das Gütemaß bis auf Werte von 0,64 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von 0,75 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 1,9 km südöstlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	33356250
HW	5823150

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

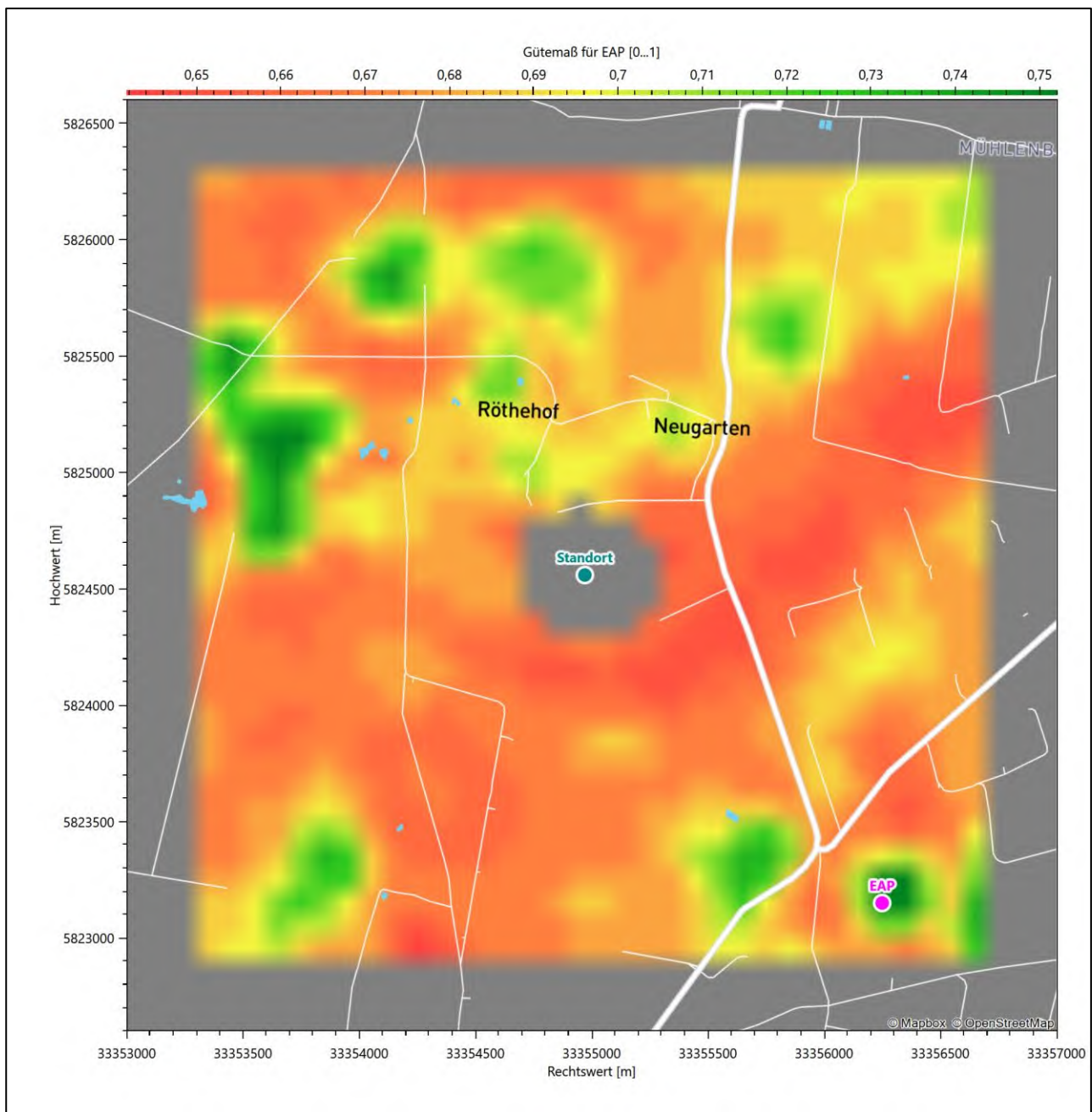


Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Die zweidimensionale Darstellung bezieht sich lediglich auf die ausgewertete Modellebene im Bereich von 10,2 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.

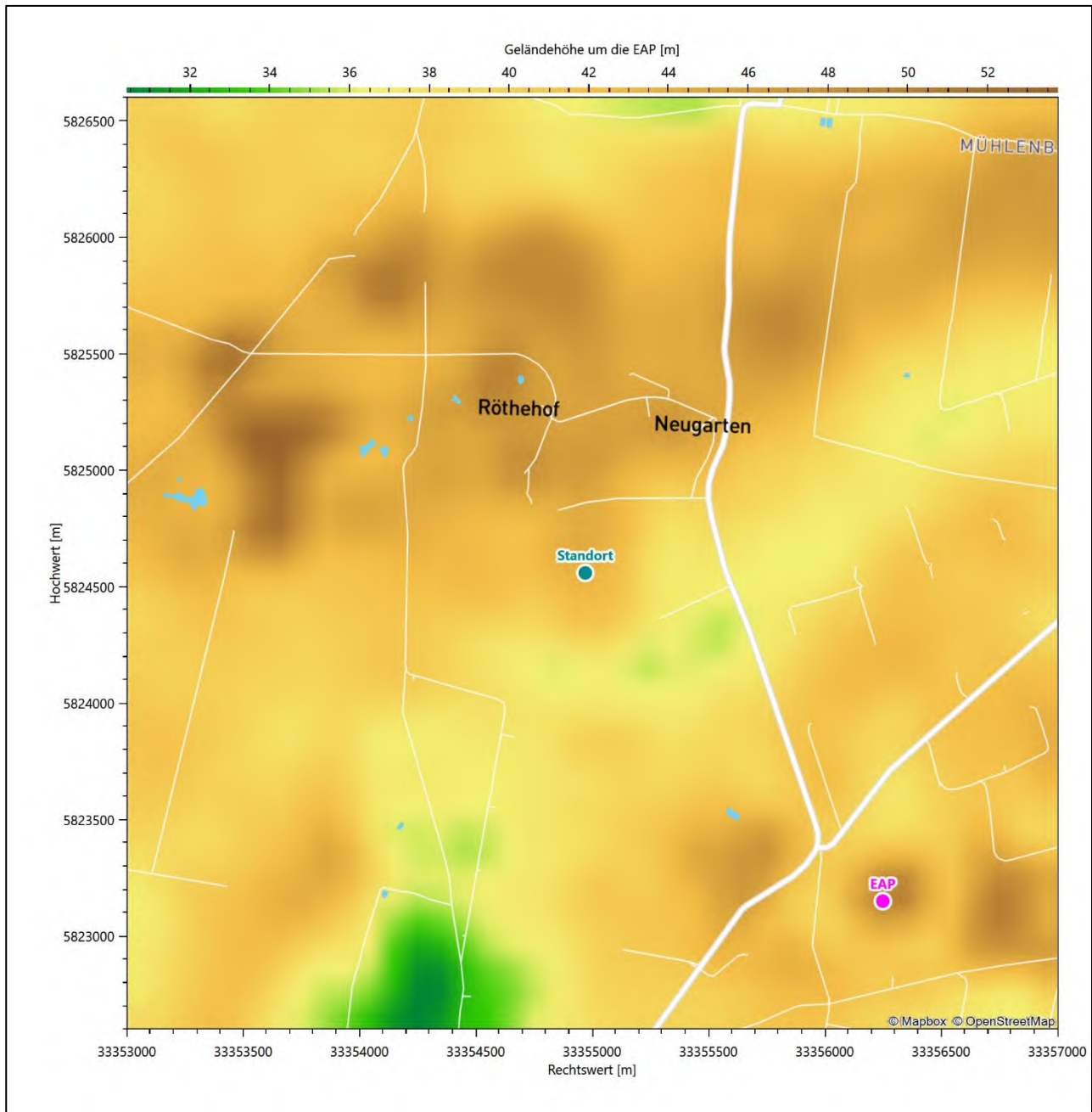


Abbildung 7: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort

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.

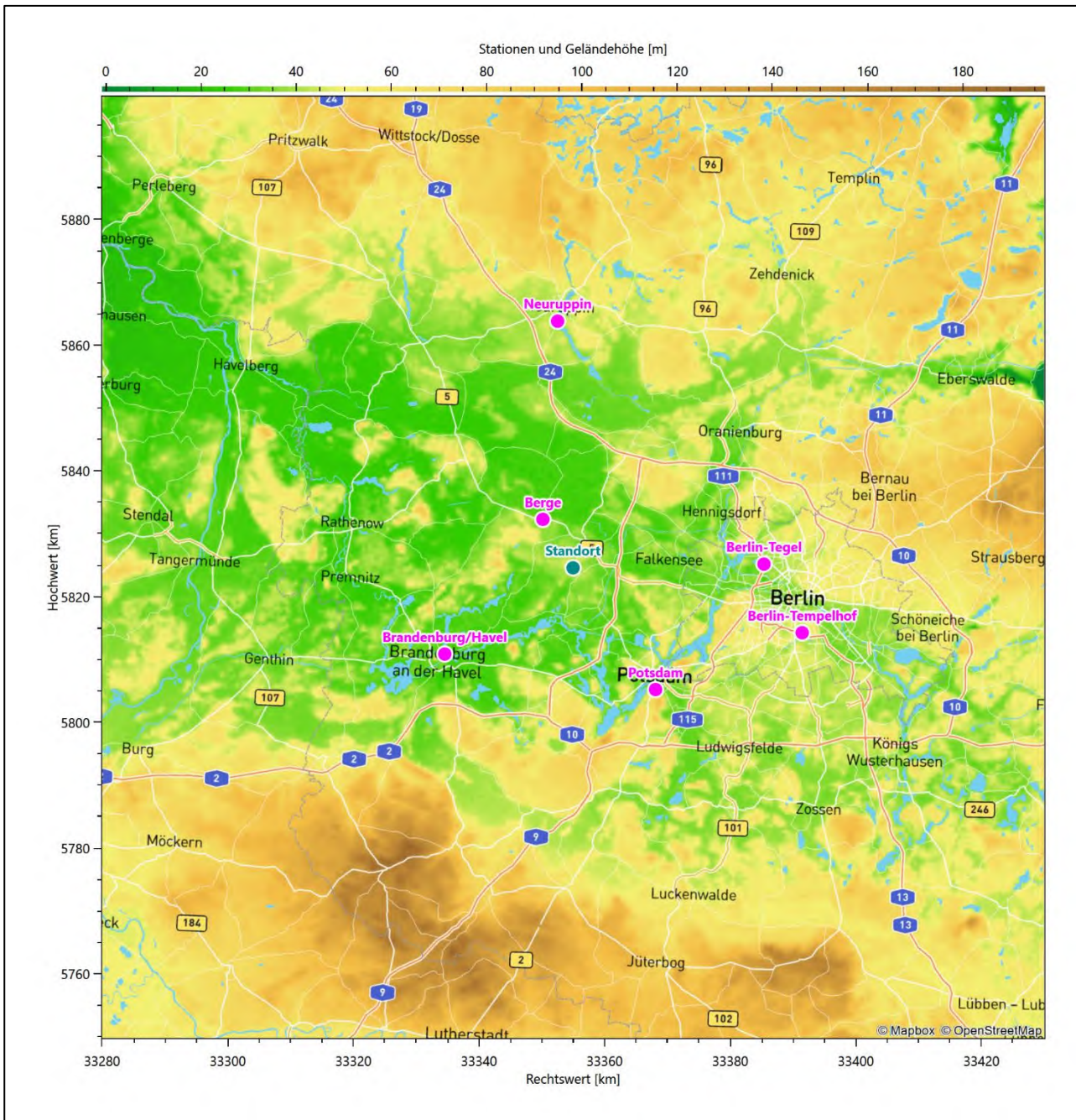


Abbildung 8: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

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
Berge	5825	9	10,0	12,7867	52,6198	40	04.07.2012	20.08.2023
Potsdam	3987	23	37,7	13,0622	52,3812	81	28.09.2008	20.08.2023
Brandenburg/Havel	6253	25	12,0	12,5667	52,4228	31	28.09.2008	20.08.2023
Berlin-Tegel	430	30	10,0	13,3088	52,5644	36	28.09.2008	04.05.2021
Berlin-Tempelhof	433	38	10,0	13,4021	52,4675	48	28.09.2008	20.08.2023
Neuruppin	3552	39	18,0	12,8071	52,9037	38	28.09.2008	08.04.2019

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

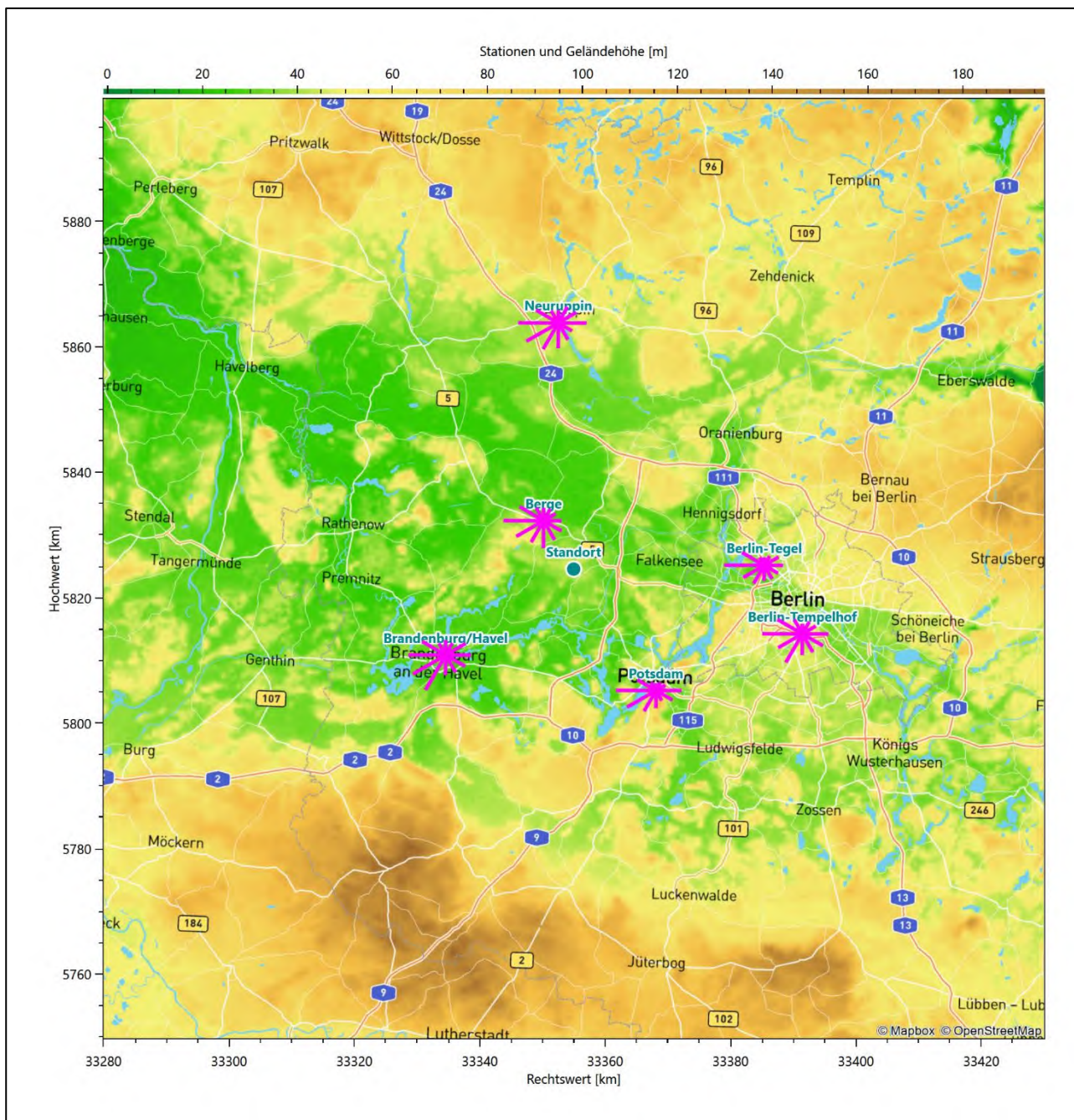


Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

Die Richtungsverteilungen der sechs Bezugswindstationen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Die Station Berge besitzt ein westliches Hauptmaximum. Als lokale Besonderheit aber kann das Nebenmaximum aus Süden gelten. Sie liegt am direkten Übergang von der Niederung des Havelländischen Luchs im Norden in die Grundmoränenlandschaft der Nauener Platte im Süden. Die lokale Umströmung der etwas erhabenen Ribbecker Heide im Südwesten der Station mag die beiden Maxima mit verursachen.

Potsdam hat ein scharf definiertes Hauptmaximum aus Westen und folgt einer Achse nach Osten wo ein moderates Nebenmaximum liegt. Die Umgebung von Potsdam ist durch einen Wechsel von breiten Talniederungen und Moränenhügeln geprägt. Ein lokaler Einfluss ist sicher die Umströmung des Saarmunder Endmoränenbogens der direkt südlich der Templiner Vorstadt im Waldgebiet Ravensberge liegt.

Brandenburg/Havel hat das Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwesten und eine bis Westen reichende breite Hauptanströmung. Das primäre Nebenmaximum kommt aus Osten, ein schwaches sekundäres aus Norden. Brandenburg/Havel ist durch den regionalen Verlauf der Havel beeinflusst, die aus Ost-Nordosten kommend sich im südlichen Teil der Unteren Havelniederung, im Südwesten des Stadtgebietes seenartig aufweitert und das Gebiet nach Norden hin verlässt.

Berlin-Tegel folgt weitgehend einer West-Ost-Achse mit einem recht scharfen westlichen Hauptmaximum und einem moderaten Nebenmaximum aus Osten. Das globale Minimum liegt im Norden.

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.

Neuruppin hat ein Hauptmaximum bei 270° aus Westen. Die Verteilung folgt einer ungefähren West-Ost-Achse. Ein deutliches und scharf definiertes Nebenmaximum kommt aus Osten. Schwache Minima deuten sich aus 120° und 360° an. Neuruppin liegt auf der Ruppiner Platte, einer flachwelligen Grundmoränenplatte, die sich nach Süden zum Rhinluch hin absenkt. Sowohl die Niederung des Rhinluchs, als auch der nördlich angrenzende, erhöhte und kuppig reliefierte Teil der Wittstock-Ruppiner Heide zeigen im Wesentlichen eine West-Ost-Orientierung. Dazu liegt die Station direkt am hier lokal Süd-Nord-orientierten Ruppiner See, eine mögliche Land-See-Windzirkulation würde dann zusätzlich senkrecht zur Uferlinie wirken.

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.

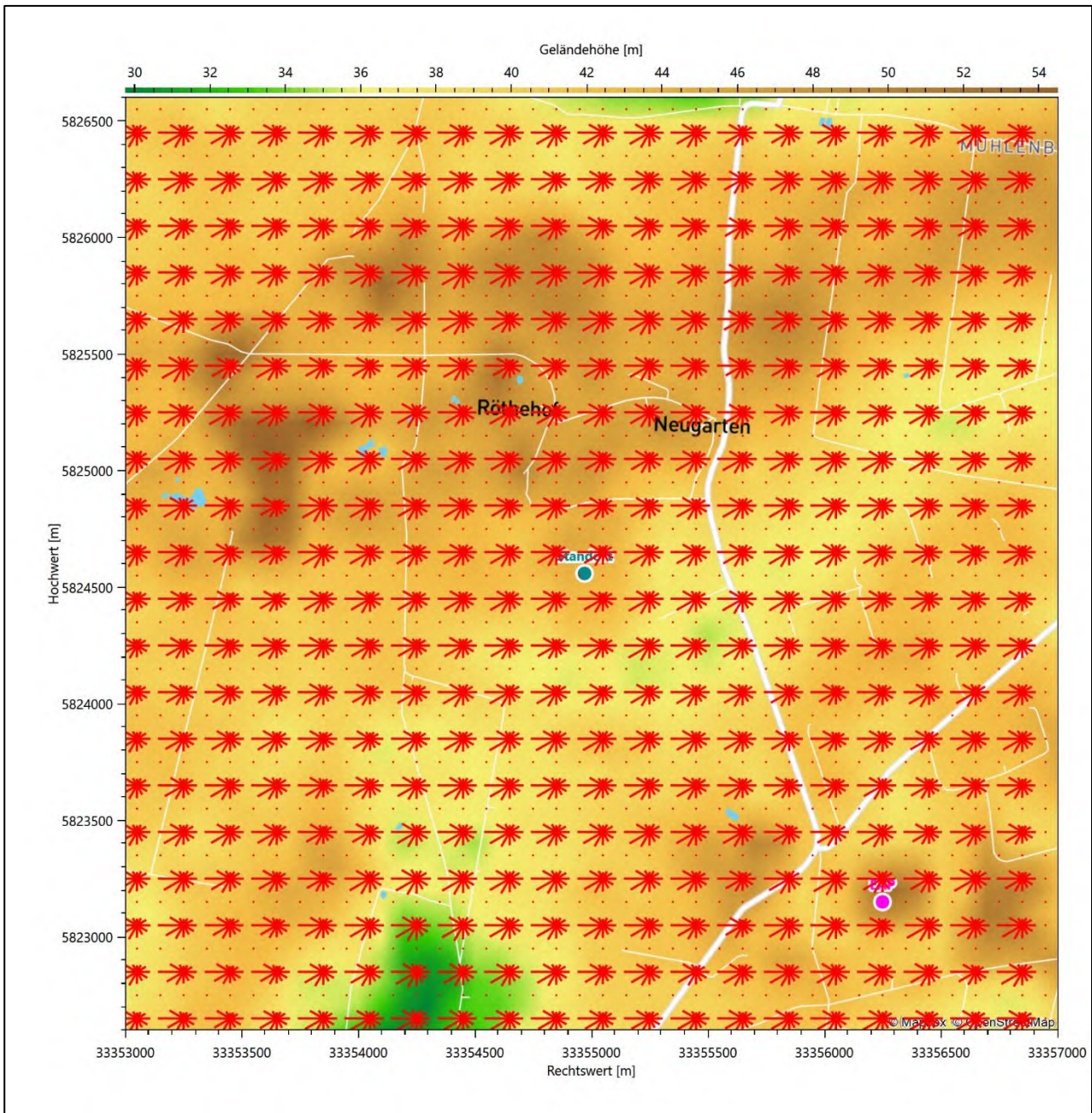


Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet

Mit den modellierten Windfeldern wurden die erwarteten Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen an der Ersatzanemometerposition in einer Höhe von 10,2 m berechnet. Die Verteilungen sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

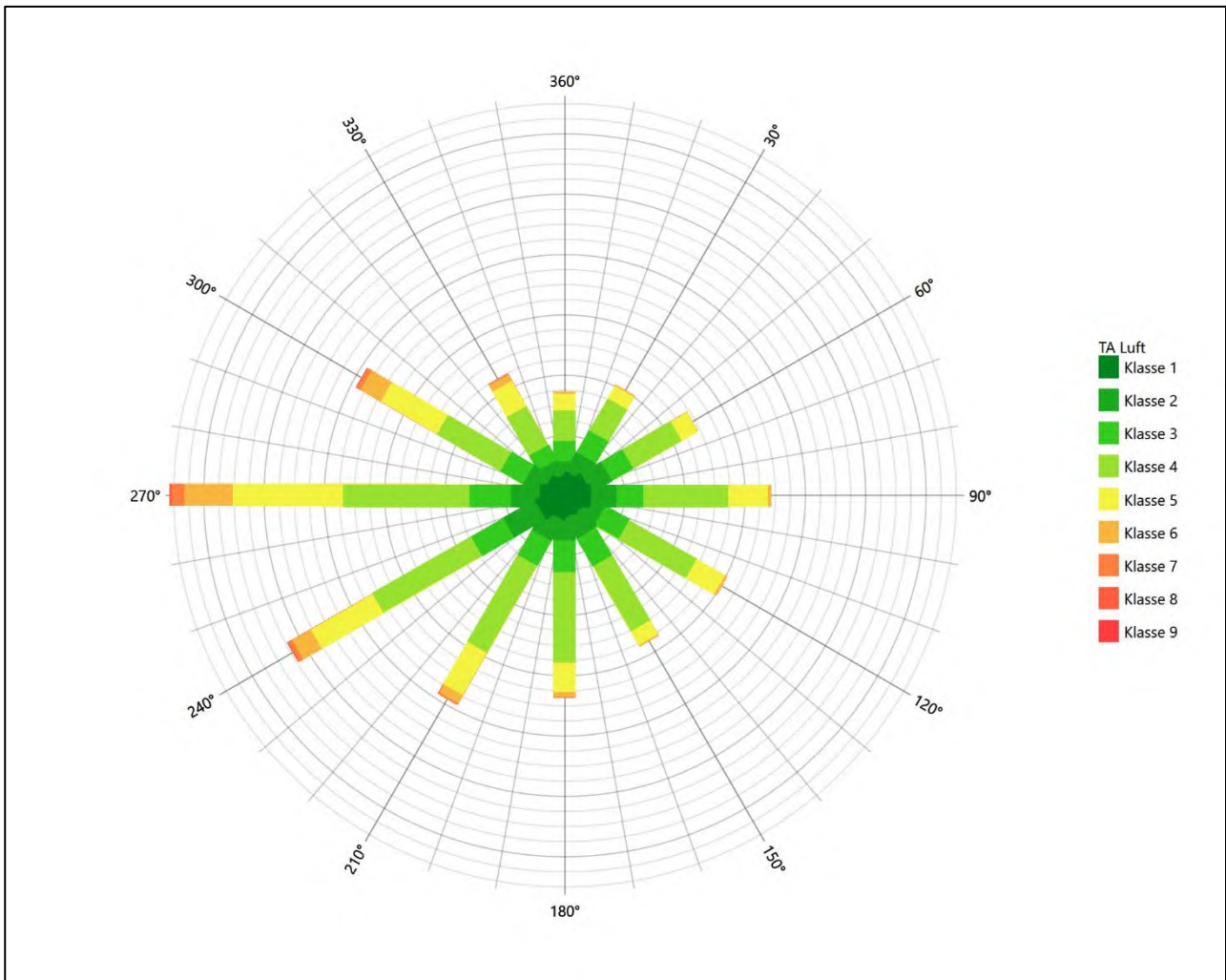


Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition

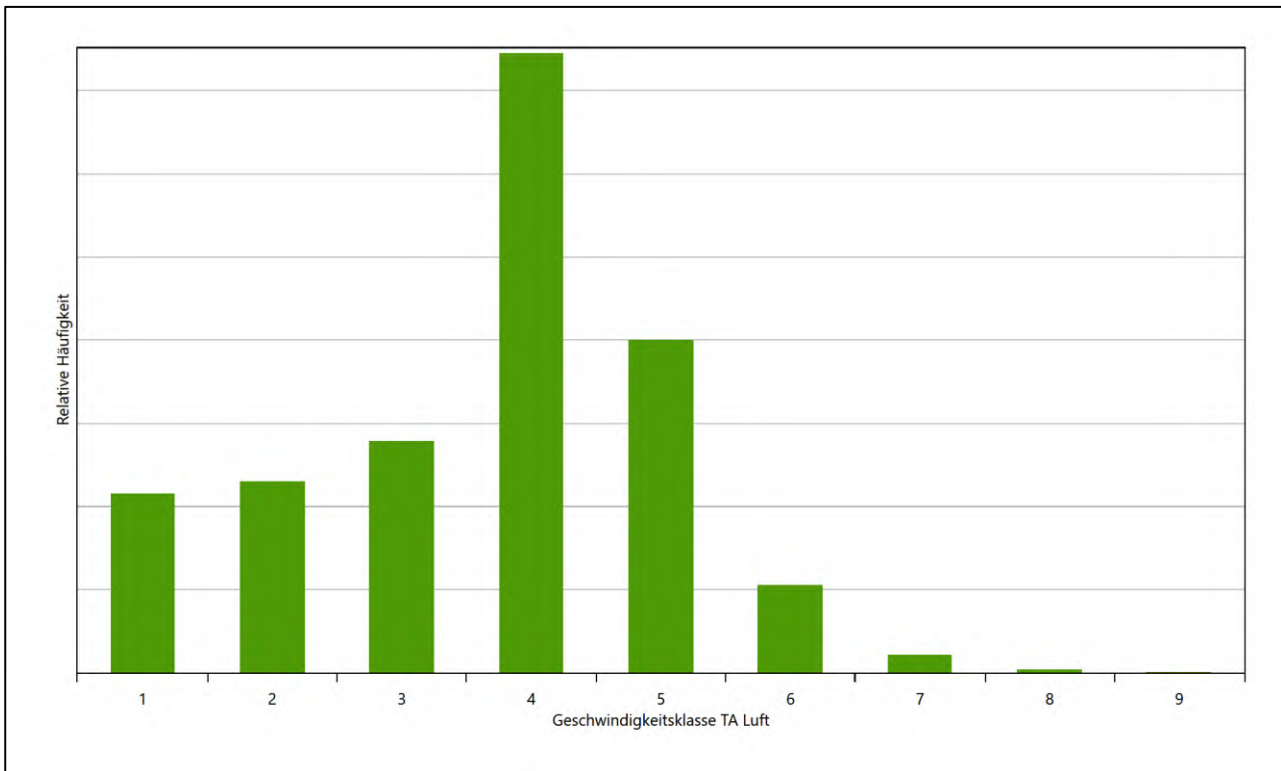


Abbildung 12: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition

Als Durchschnittsgeschwindigkeit ergibt sich der Wert 3,08 m/s.

Einen Erwartungswert für die mittlere Geschwindigkeit an der EAP liefert neben dem hier verwendeten prognostischen Modell auch noch das Statistische Windfeldmodell (SWM) des Deutschen Wetterdienstes.

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

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

Die aus dem Statistischen Windfeldmodell ermittelte und auf die Referenzhöhe (10,2 m) und die Referenzrauigkeit (vgl. den folgenden Absatz) korrigierte Windgeschwindigkeit liegt bei 3,69 m/s.

Für das Gebiet um die EAP wurde in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] eine aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge ermittelt. Dabei wurde die Rauigkeit für die in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 (Tabelle 3) tabellierten Werte anhand der Flächennutzung sektorenweise in Entfernungsabständen von 100 m bis zu

einer Maximalentfernung von 3000 m bestimmt und mit der Windrichtungshäufigkeit für diesen Sektor (10° Breite) gewichtet gemittelt. Dabei ergab sich ein Wert von 0,03 m.

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

Um die Windgeschwindigkeiten für die EAP und die betrachteten Bezugswindstationen vergleichen zu können, sind diese auf eine einheitliche Höhe über Grund und eine einheitliche Bodenrauigkeit umzurechnen. Dies geschieht mit einem Algorithmus, der in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] veröffentlicht wurde. Als einheitliche Rauigkeitslänge bietet sich der tatsächliche Wert im Umfeld der EAP an, hier 0,03 m. Als einheitliche Referenzhöhe sollte nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] ein Wert Anwendung finden, der weit genug über Grund und über der Verdrängungshöhe (im Allgemeinen das Sechsfache der Bodenrauigkeit) liegt. Hier wurde ein Wert von 10,2 m verwendet.

Neben der graphischen Darstellung oben führt die folgende Tabelle numerische Kenngrößen der Verteilungen für die Messstationen und die modellierten Erwartungswerte für die EAP auf. Im Folgenden wird die mittlere Windgeschwindigkeit an der EAP als arithmetischer Mittelwert aus den mittleren Geschwindigkeiten der Prognostischen Modellierung und dem SWM-Modell des DWD gebildet.

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

Station	Richtungsmaximum [°]	mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	Schwachwindhäufigkeit [%]	Rauigkeitslänge [m]
EAP	270	3,38	5,0	0,028
Berge	270	3,44	4,9	0,062
Potsdam	270	3,69	1,5	0,419
Brandenburg/Havel	210	3,31	6,1	0,102
Berlin-Tegel	270	3,71	6,1	0,068
Berlin-Tempelhof	270	3,78	3,8	0,061
Neuruppin	270	3,22	11,9	0,731

Die Lage des Richtungsmaximums ergibt sich aus der graphischen Darstellung. Für die mittlere Windgeschwindigkeit wurden die Messwerte der Stationen von der tatsächlichen Geberhöhe auf eine einheitliche Geberhöhe von 10,2 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 0,03 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 270° aus Westen, wobei die Verteilung fast spiegelsymmetrisch einer Achse von West nach Ost folgt. Ein deutliches Nebenmaximum zeichnet sich aus östlicher Richtung ab. Das globale Minimum wird im Norden erwartet. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

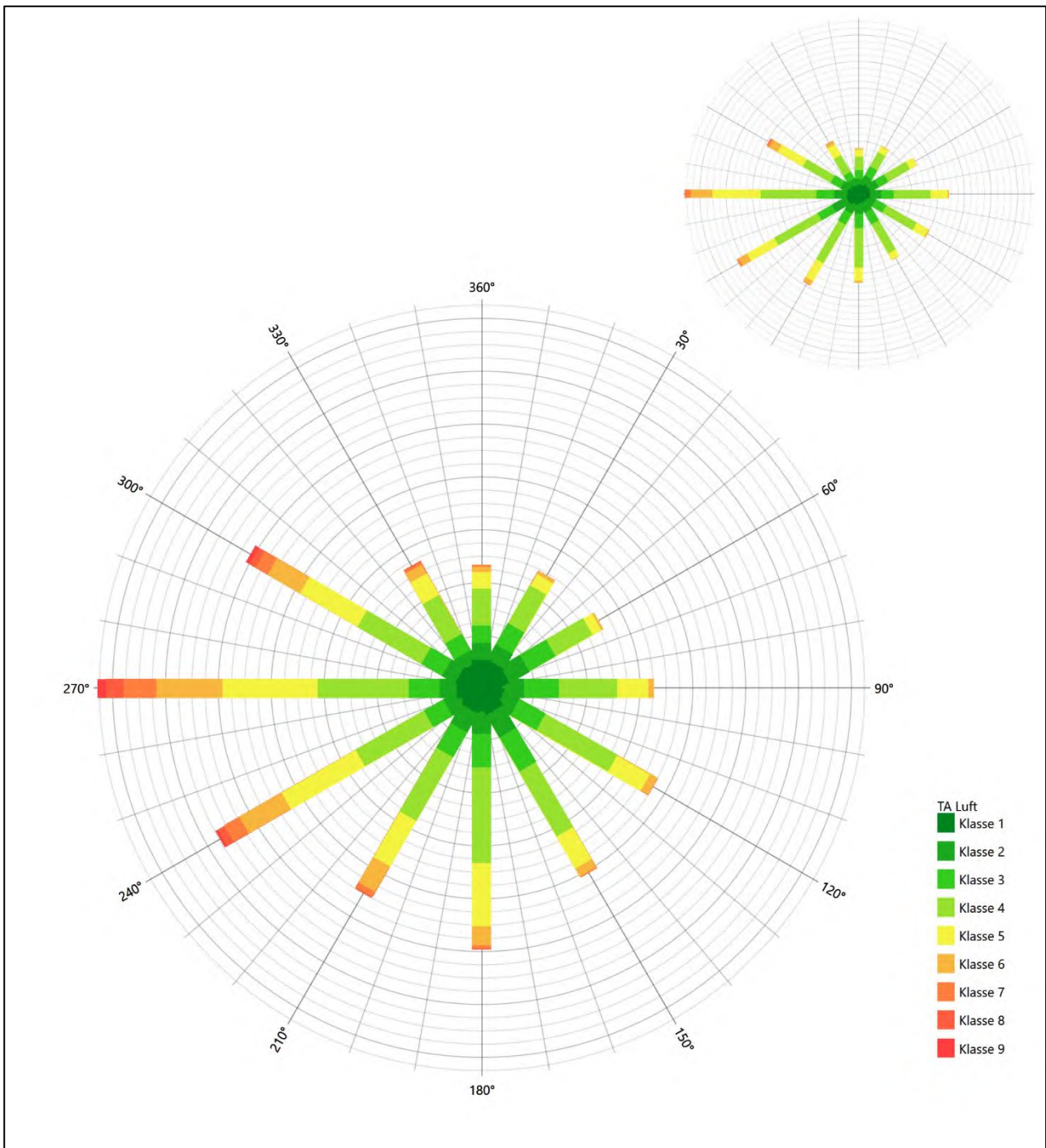


Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Berge mit dem Erwartungswert

Die Station Berge hat das formale Hauptmaximum bei 270° aus Westen genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Das südliche Nebenmaximum liegt aber außerhalb benachbarter 30°-Richtungssektoren zur EAP. Die Station eignet sich formal nicht zur Übertragung.

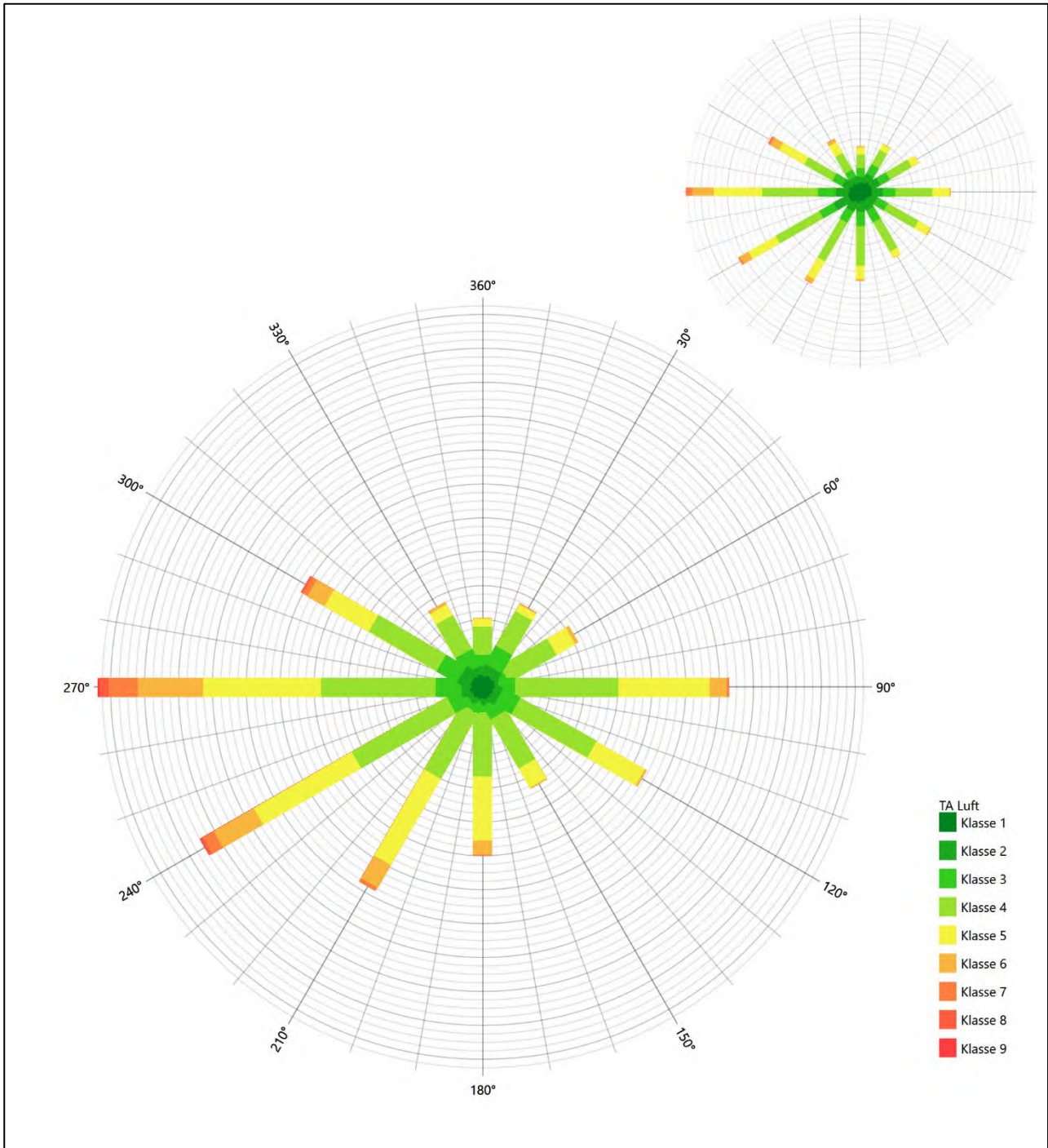


Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Potsdam mit dem Erwartungswert

Die Station Potsdam hat sowohl das formale Hauptmaximum bei 270° aus Westen als auch das östliche Nebenmaximum genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Die minimalen Beiträge aus Norden sind interpretiert. Die Station interpretiert die EAP-Anströmung auch in den relativen Intensitätsverhältnissen beispielhaft. Hier liegt eine gute Eignung zur Übertragung vor.

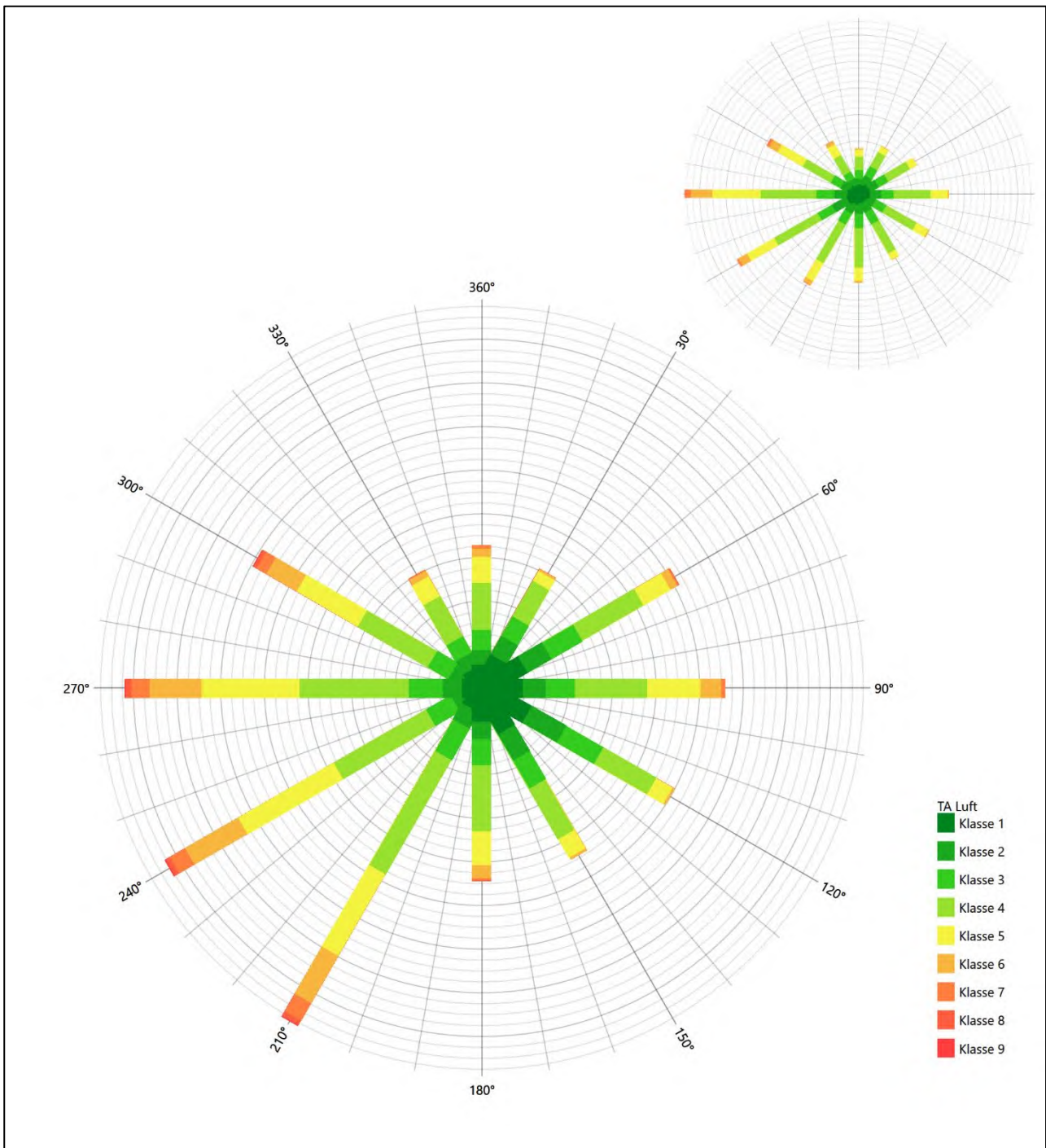


Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Brandenburg/Havel mit dem Erwartungswert

Brandenburg/Havel hat das formale Hauptmaximum bei 210° nicht mehr in benachbarten 30°-Richtungssektoren zum Erwartungswert an der EAP. Da an dieser Stelle in der EAP-Anströmung eine deutlich geringere Intensität erwartet wird, soll diese Station nicht übertragen werden.

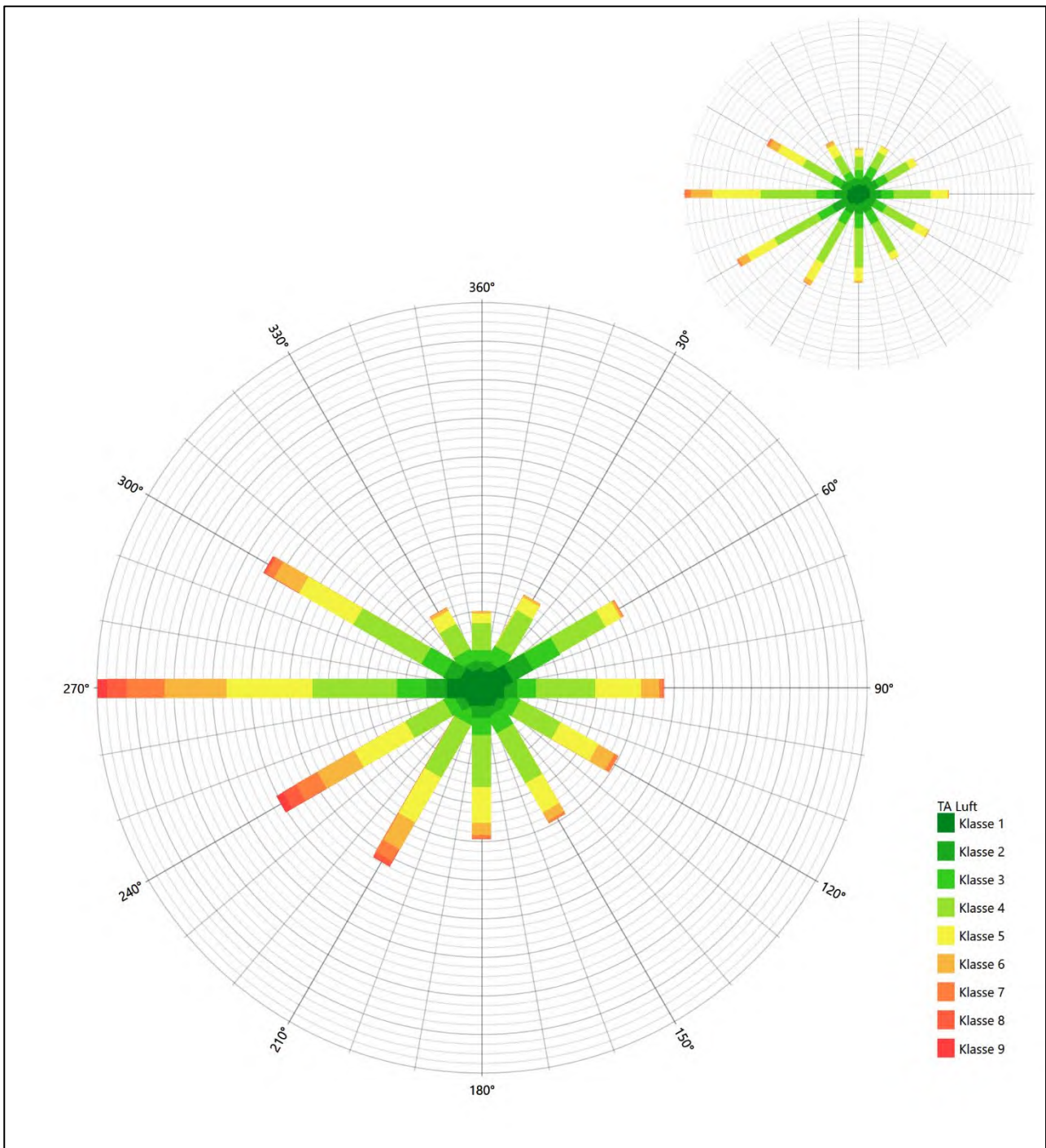


Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Berlin-Tegel mit dem Erwartungswert

Die Station Berlin-Tegel hat sowohl das formale Hauptmaximum bei 270° aus Westen als auch das östliche Nebenmaximum genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Die minimalen Beiträge aus Norden sind gleichermäßen interpretiert. Auch für diese Station liegt eine formal eine gute Eignung zur Übertragung vor, wenngleich Potsdam die relativen Intensitätsverhältnisse an der EAP noch besser darstellt.

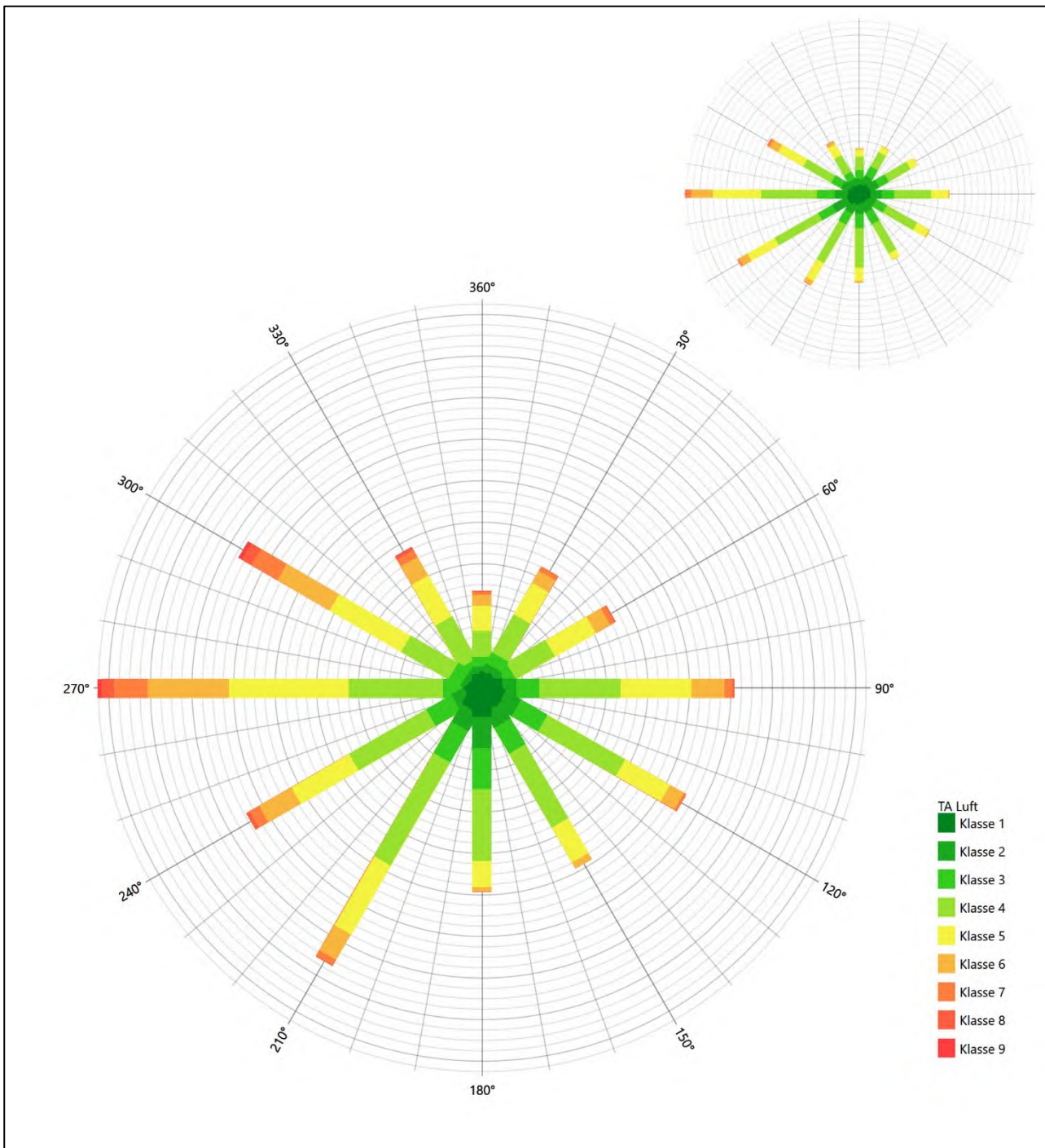


Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Berlin-Tempelhof mit dem Erwartungswert

Die Station Berlin-Tempelhof hat das formale Hauptmaximum bei 270° aus Westen genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Das süd-südwestliche primäre Nebenmaximum entspricht aber nicht dem Erwartungswert und liegt auch außerhalb benachbarter 30°-Richtungssektoren zur EAP. Die Station wird zur Übertragung nicht empfohlen.

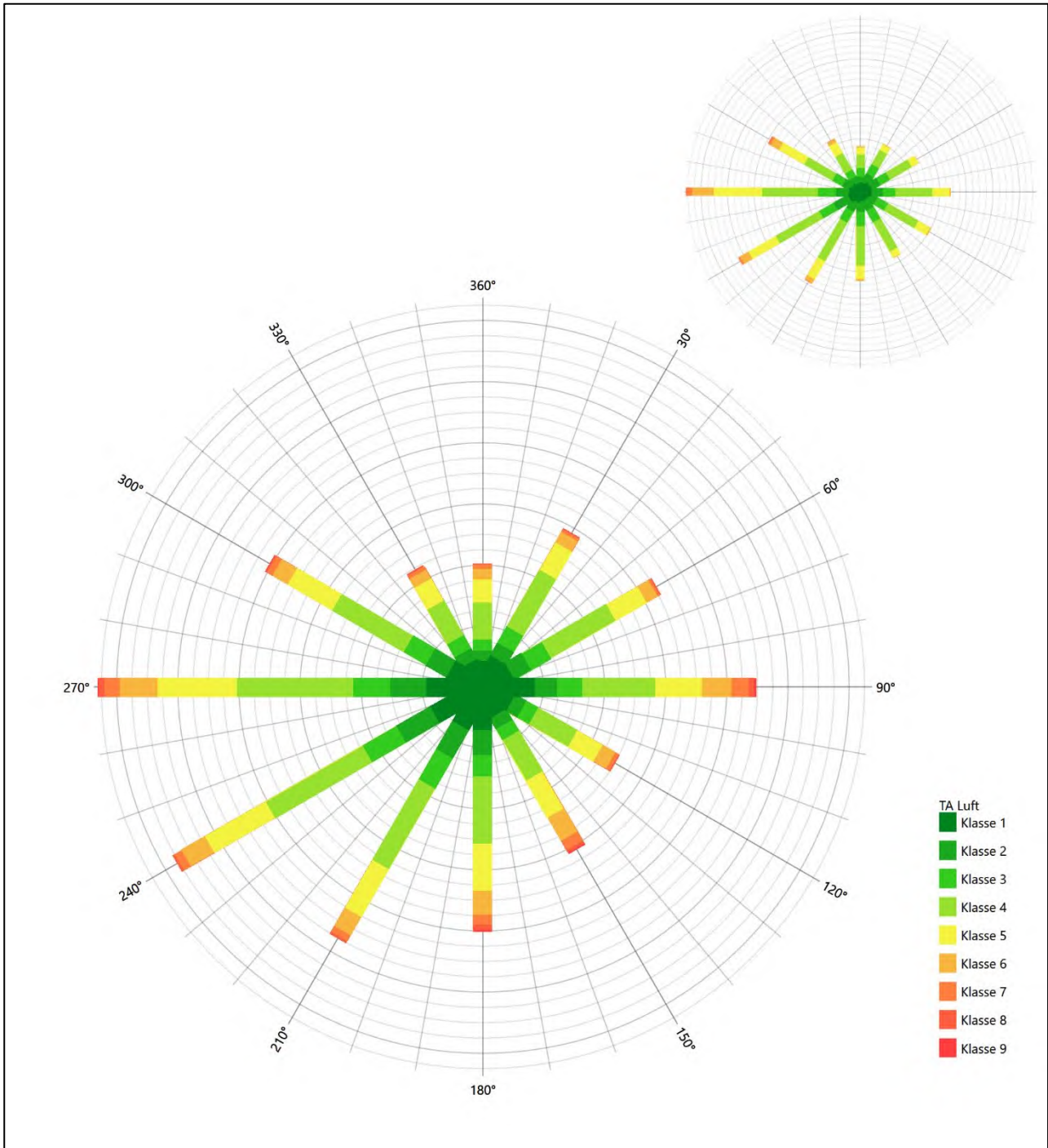


Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Neuruppin mit dem Erwartungswert

Die Station Neuruppin hat sowohl das formale Hauptmaximum bei 270° aus Westen als auch das östliche Nebenmaximum genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Im Winkelbereich von 30° bis 90° werden die Intensitäten etwas überschätzt. Die minimalen Beiträge aus Norden sind interpretiert. Hier ist formale eine gute Eignung zur Übertragung gegeben.

Somit sind aus Sicht der Windrichtungsverteilung die Stationen Potsdam, Berlin-Tegel und Neuruppin gut für eine Übertragung geeignet. Alle weiteren Bezugswindstationen 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
Potsdam	++++
Berlin-Tegel	++++
Neuruppin	++++
Berge	-
Brandenburg/Havel	-
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 neben dem hier verwendeten prognostischen Modell auch noch das in 4.3 vorgestellte Statistische Windfeldmodell (SWM) des Deutschen Wetterdienstes. Für die EAP werden in 10,2 m Höhe von den beiden Modellen folgende mittleren Windgeschwindigkeiten erwartet:

Tabelle 6: EAP-Geschwindigkeiten verschiedener Modelle

Modell	Geschwindigkeit [m/s]
Prognostisch	3,08
SWM	3,69
Mittelwert	3,38

Beiden Modellen wird in diesem Aspekt gleiches Gewicht beigemessen, weshalb als beste Schätzung der mittleren Windgeschwindigkeit an der EAP im Weiteren der Mittelwert 3,4 m/s zu Grunde gelegt wird.

Dem kommen die Werte von Berge, Potsdam, Brandenburg/Havel, Berlin-Tegel, Berlin-Tempelhof und Neuruppin mit 3,4 m/s, 3,7 m/s, 3,3 m/s, 3,7 m/s, 3,8 m/s bzw. 3,2 m/s (auch wieder bezogen auf 10,2 m Höhe und die EAP-Rauigkeit von 0,03 m) sehr nahe. Sie zeigen eine Abweichung von nicht mehr als $\pm 0,5$ m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Aus Sicht der Windgeschwindigkeitsverteilung sind mithin alle sechs Stationen gut für eine Übertragung geeignet.

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

Tabelle 7: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Berge	++
Potsdam	++
Brandenburg/Havel	++
Berlin-Tegel	++
Berlin-Tempelhof	++
Neuruppin	++

4.6 Auswahl der Bezugswindstation

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

Tabelle 8: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen

Bezugswindstation	Bewertung gesamt	Bewertung Richtungsverteilung	Bewertung Geschwindigkeitsverteilung
Potsdam	++++++	++++	++
Berlin-Tegel	++++++	++++	++
Neuruppin	++++++	++++	++
Berge	-	-	++
Brandenburg/Havel	-	-	++
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 Potsdam, Berlin-Tegel und Neuruppin nach den bisherigen Kriterien eine gleich gute Eignung zur Übertragbarkeit befunden wurde, d.h. soweit bisher Windrichtungsverteilung und mittlere Windgeschwindigkeit berücksichtigt wurden.

Davon ist Potsdam mit 23 km Entfernung zur EAP näher liegend als Berlin-Tegel (30 km) und Neuruppin (39 km). Potsdam zeigte vor allem in den relativen Intensitätsverhältnissen die beste Interpretation der EAP-Anströmung.

Potsdam wird demzufolge für eine Übertragung ausgewählt.

5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation

Die zur Übertragung ausgewählte Station Potsdam befindet sich am südlichen Rand der Stadt Potsdam. Die Lage der Station in Brandenburg ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

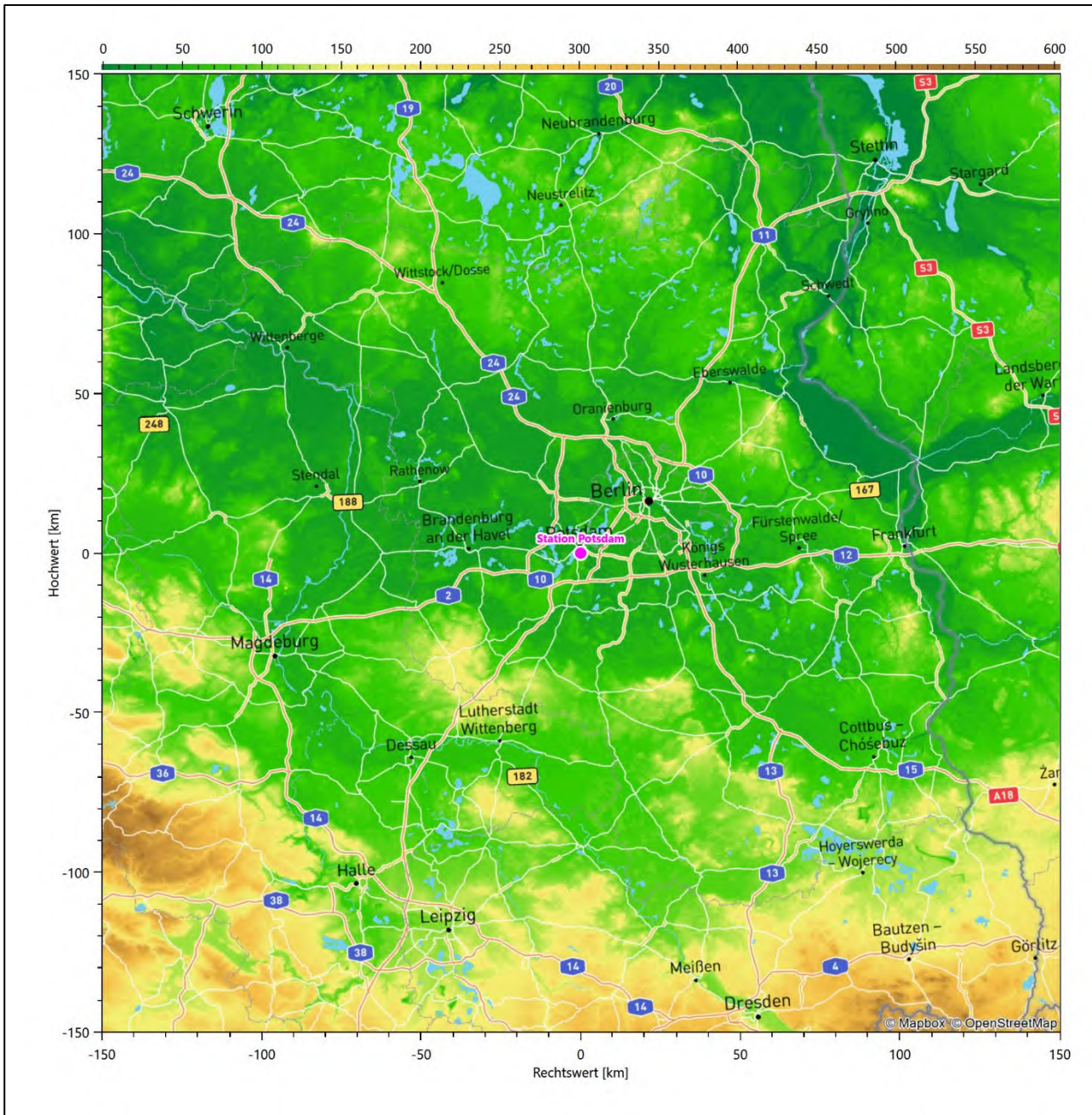


Abbildung 19: Lage der ausgewählten Station

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 81 m über NHN. Der Windgeber war während des hier untersuchten Zeitraumes in einer Höhe von 37,7 m angebracht.

Tabelle 9: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	13,0622°
Geographische Breite:	52,3812°

Die Umgebung der Station ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Durchgängig bebaute Siedlungsgebiete wechseln sich mit Waldgebieten und Wasserflächen ab.

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

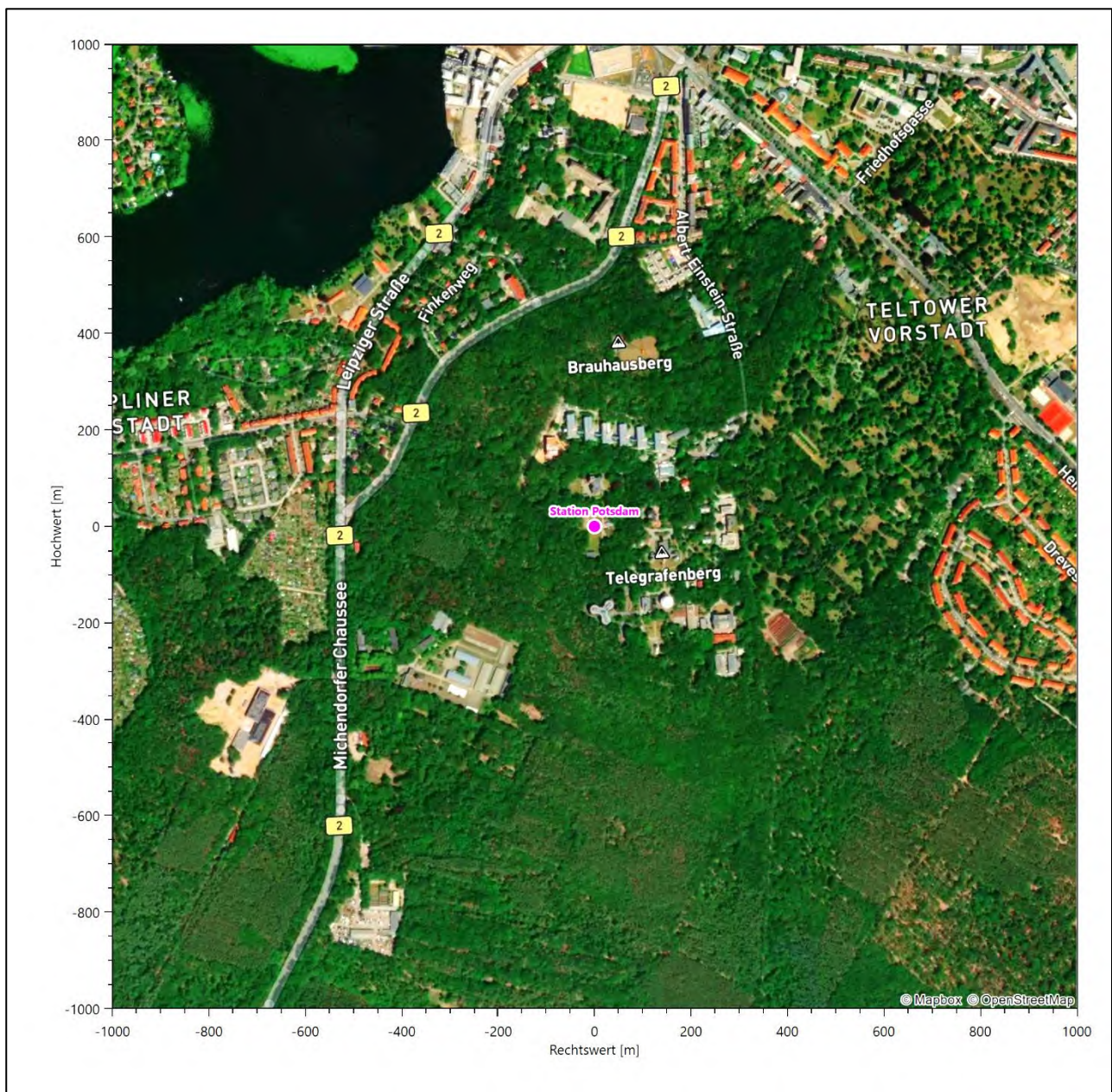


Abbildung 20: Luftbild mit der Umgebung der Messstation

Orographisch ist das Gelände im weiteren Umkreis moderat gegliedert. Die Umgebung von Potsdam ist durch einen Wechsel von breiten Talniederungen und Moränenhügeln geprägt. So liegt das Flussniveau der Havel bei rund 30 m, während die höchste Erhebung im Stadtgebiet, der große Ravensberg, 114,2 m misst. Dieser gehört zum Saarmunder Endmoränenbogen und liegt direkt südlich der Templiner Vorstadt im Waldgebiet Ravensberge. Für die auf diesem Höhenrücken gelegene Station ist von allen Richtungen eine ungestörte Anströmung möglich.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

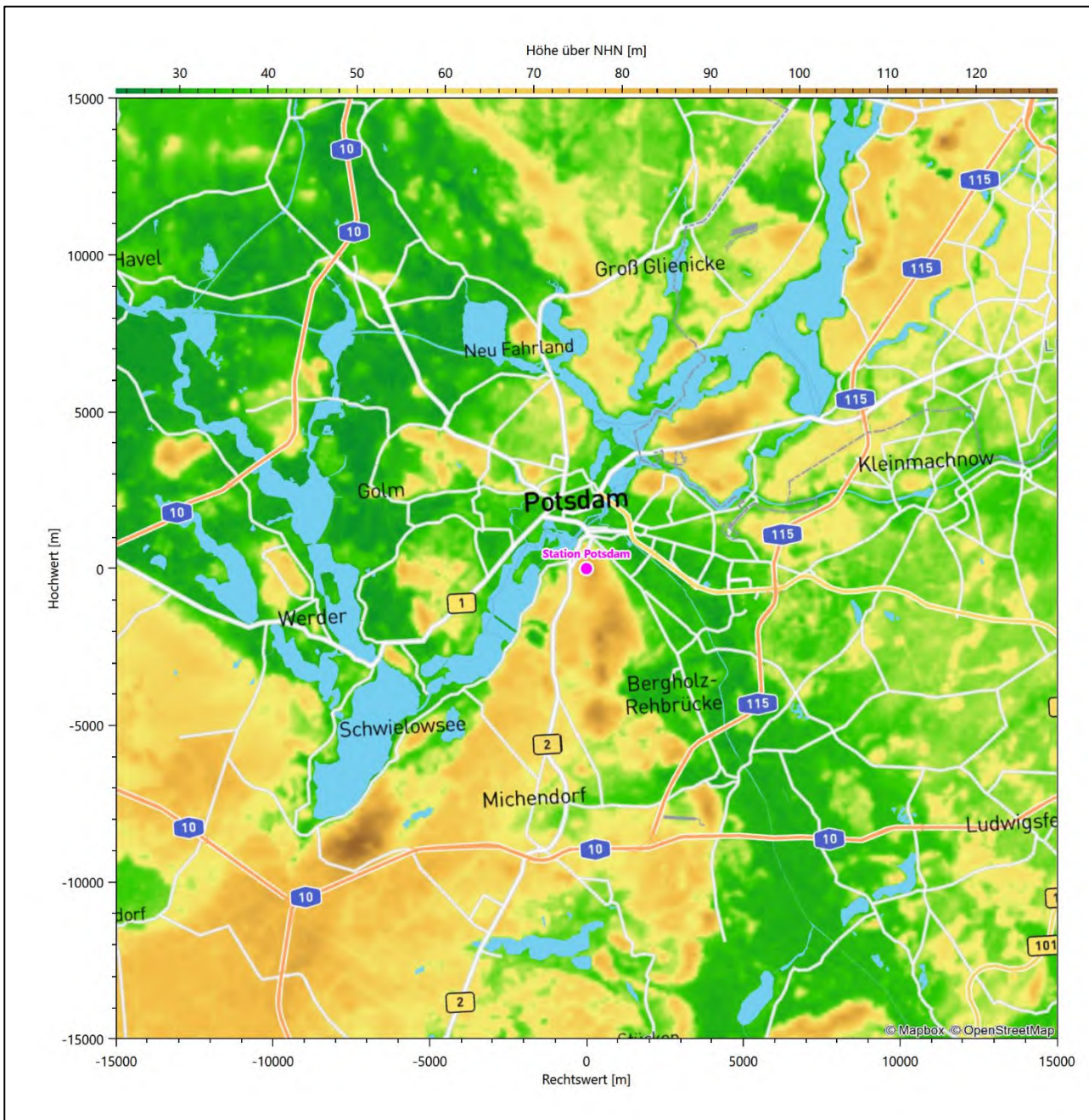


Abbildung 21: Orographie um den Standort der Wetterstation

6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres

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

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

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

6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums

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

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

Eine analoge Prüfung wird anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung durchgeführt, wobei eine Aufteilung auf die Geschwindigkeitsklassen der 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“).

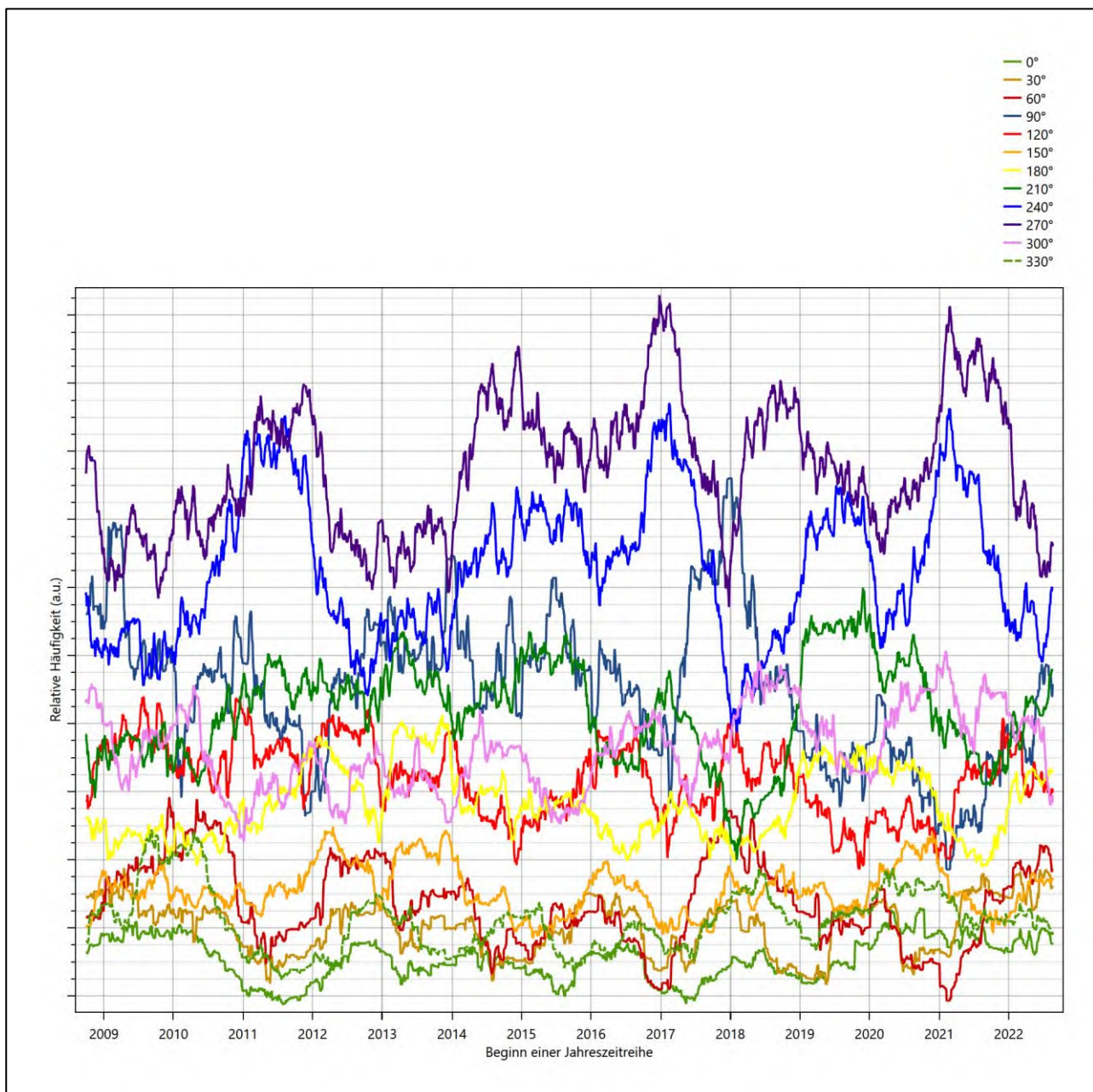


Abbildung 22: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung

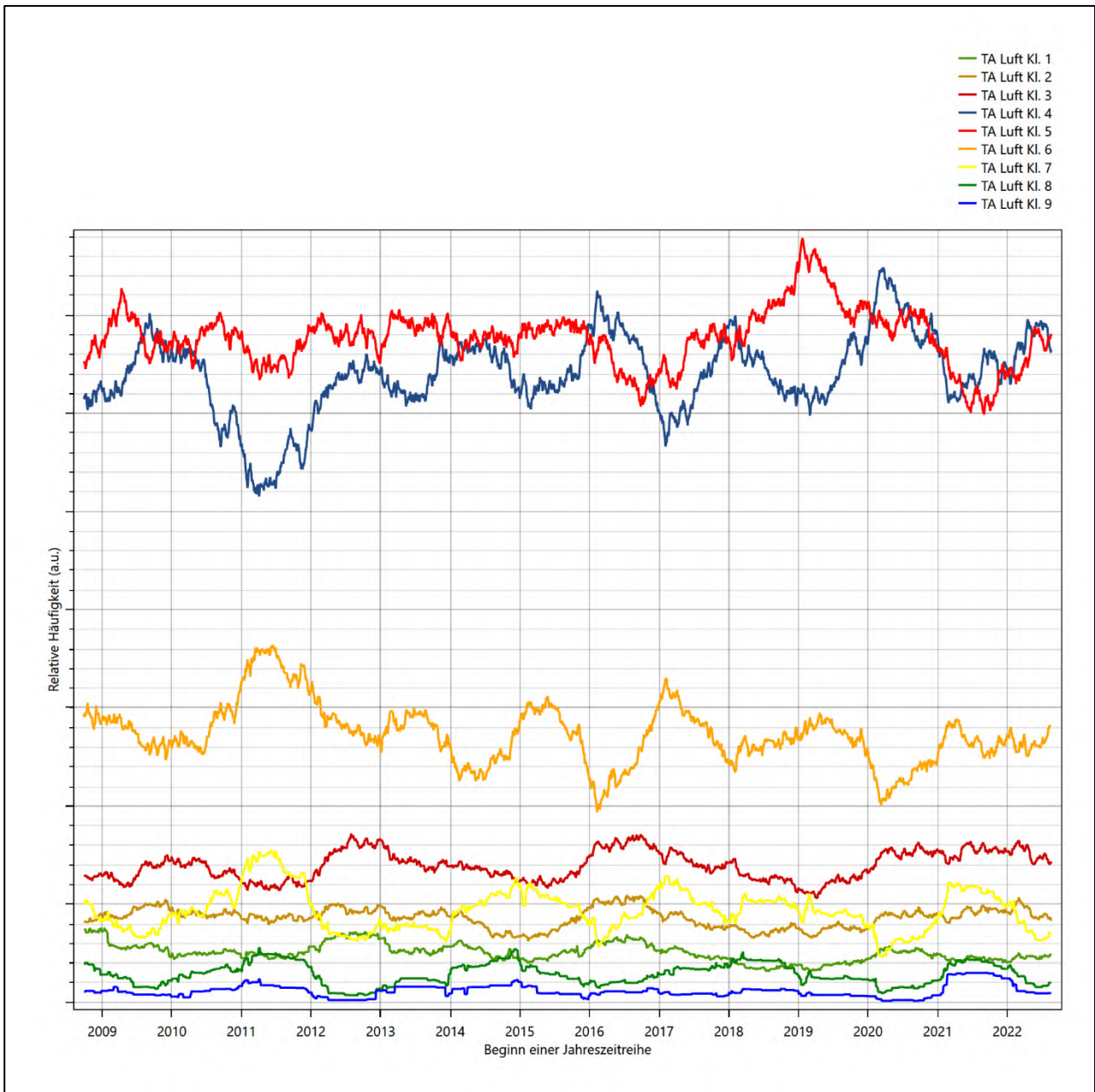


Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windschwindigkeitsverteilung

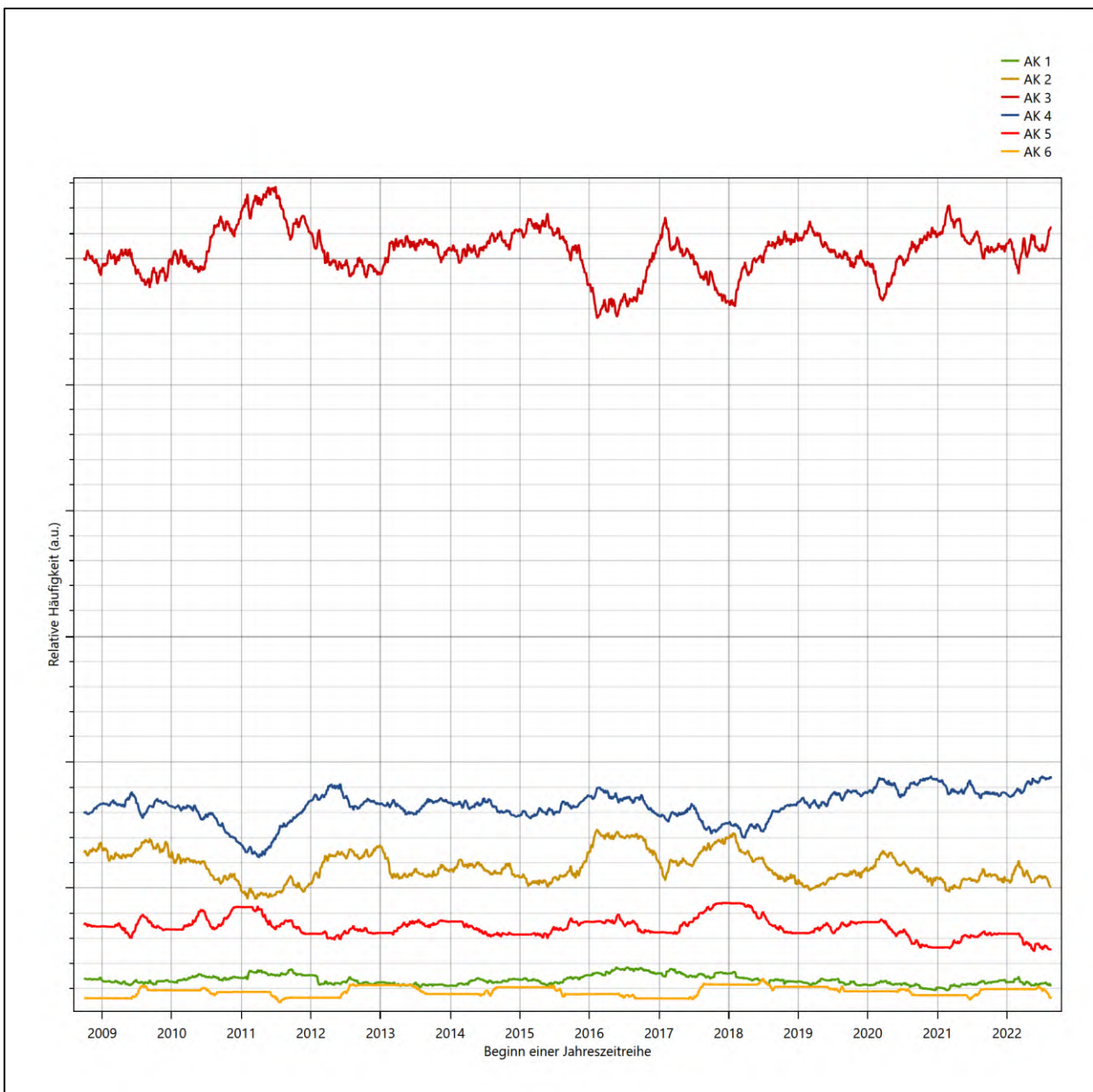


Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 28.09.2008 bis zum 20.08.2023 verwendet.

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

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

In diesem Schritt werden die bereits zum Zwecke der Homogenitätsprüfung gebildeten Verteilungen dem χ^2 -Test zum Vergleich empirischer Häufigkeitsverteilungen unterzogen. 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 Wichtungsfaktoren wurden aus der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] entnommen. Als Ergebnis erhält man einen Indikator für die Güte der Übereinstimmung eines jeden Testzeitraumes mit dem Gesamtzeitraum.

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

Dabei werden nur die Zeitpunkte graphisch dargestellt, für die sich in Kombination mit Messungen der Bedeckung eine Jahreszeitreihe bilden lässt, die mindestens eine Verfügbarkeit von 90 % hat. Zeiträume mit unvollständiger Bedeckungsinformation würden grau dargestellt, im vorliegenden Fall gab es solche jedoch nicht.

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 11.02.2014 und läuft dann bis zum 11.02.2015. Das ist die hier ermittelte repräsentative Jahreszeitreihe.

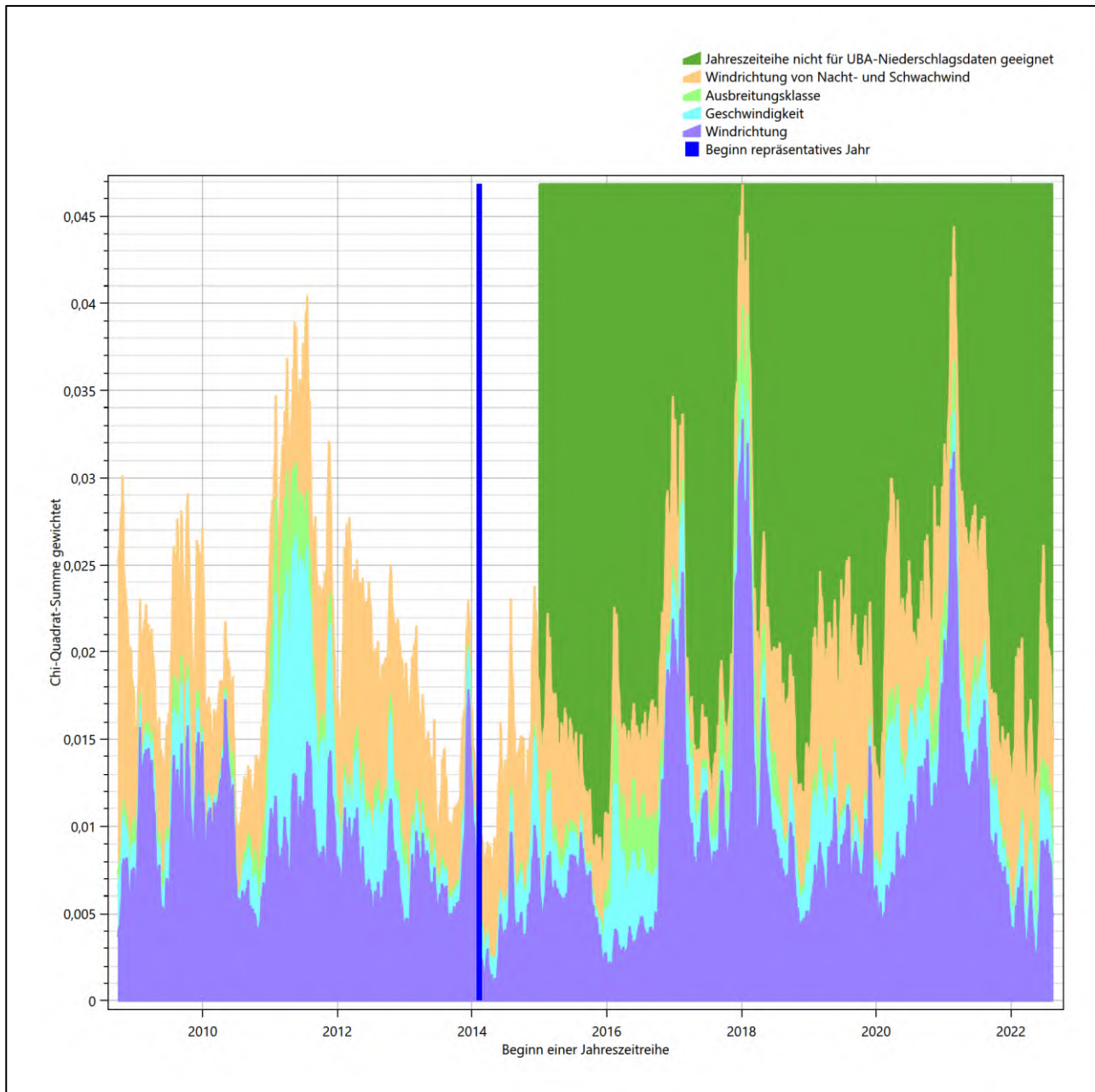


Abbildung 25: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

6.3 Prüfung auf Plausibilität

Der im vorigen Schritt innerhalb des UBA-Zeitraumes gefundene Testzeitraum mit der größten Ähnlichkeit zum Gesamtzeitraum erstreckt sich vom 11.02.2014 bis zum 11.02.2015. 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.

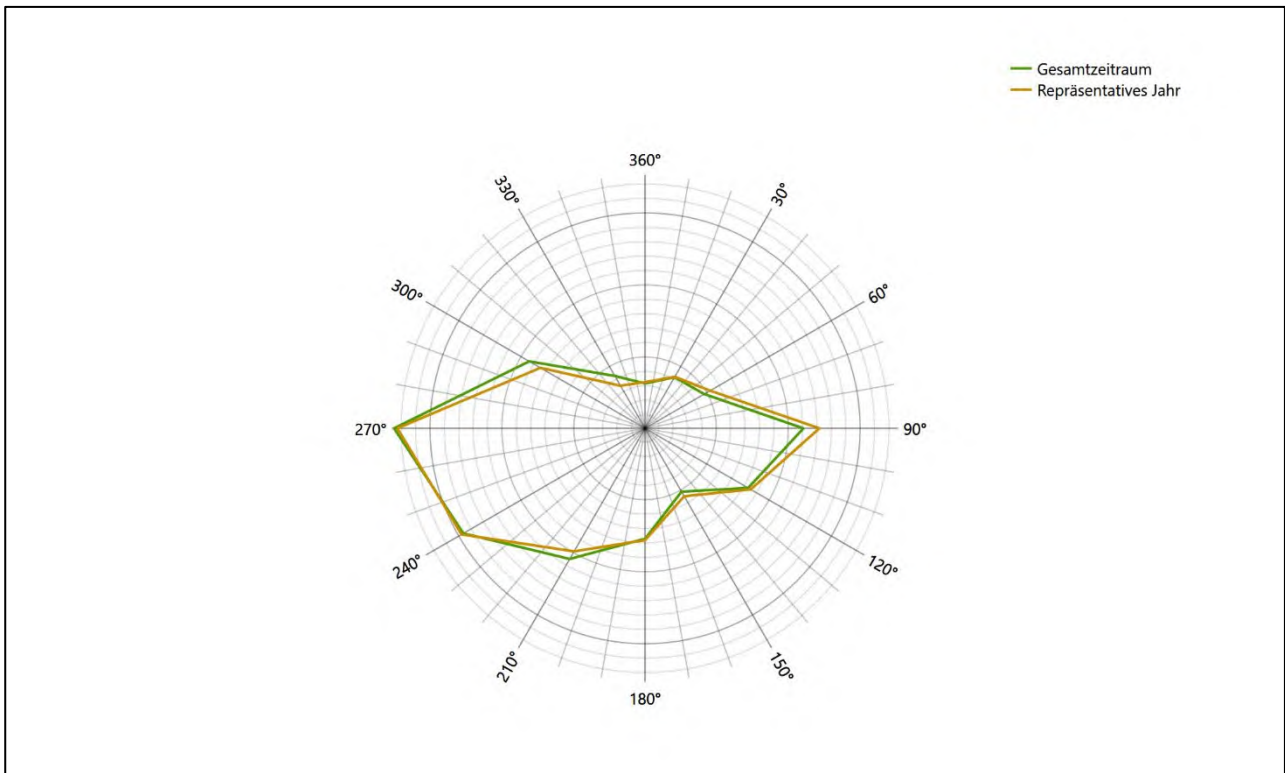


Abbildung 26: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

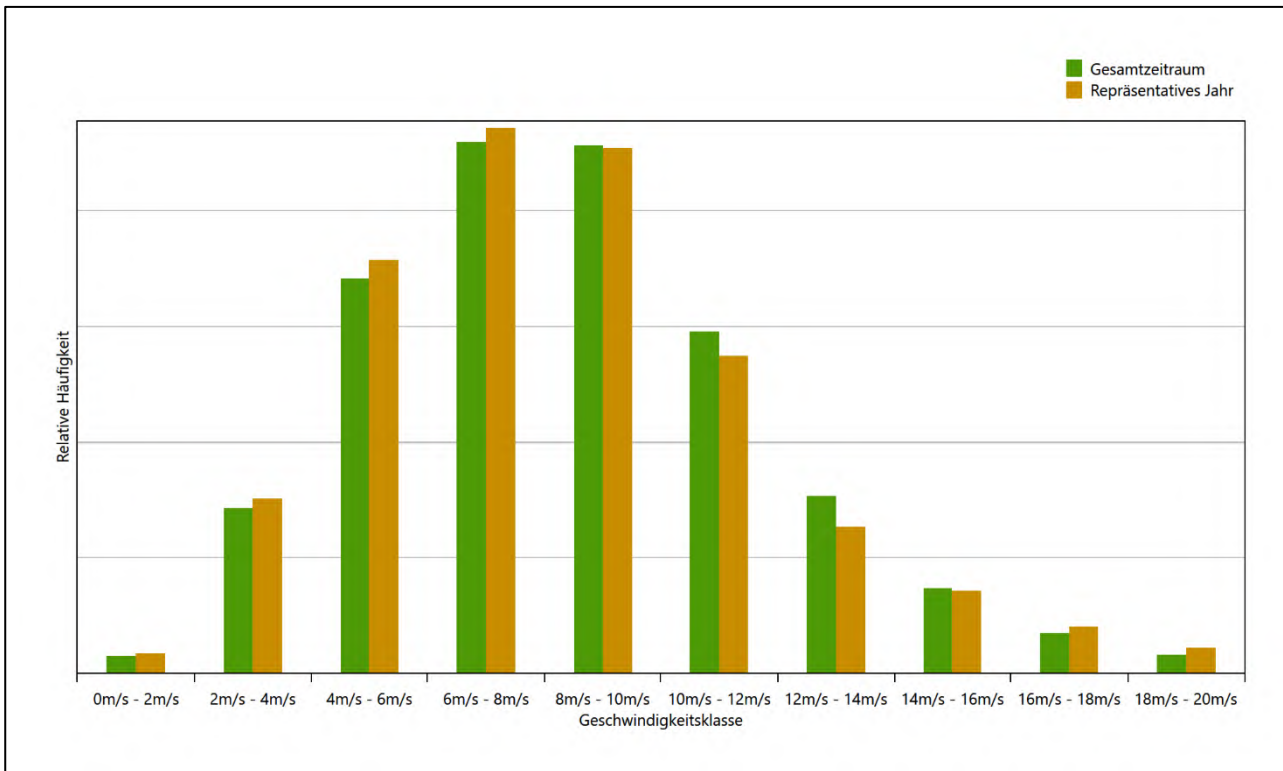


Abbildung 27: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

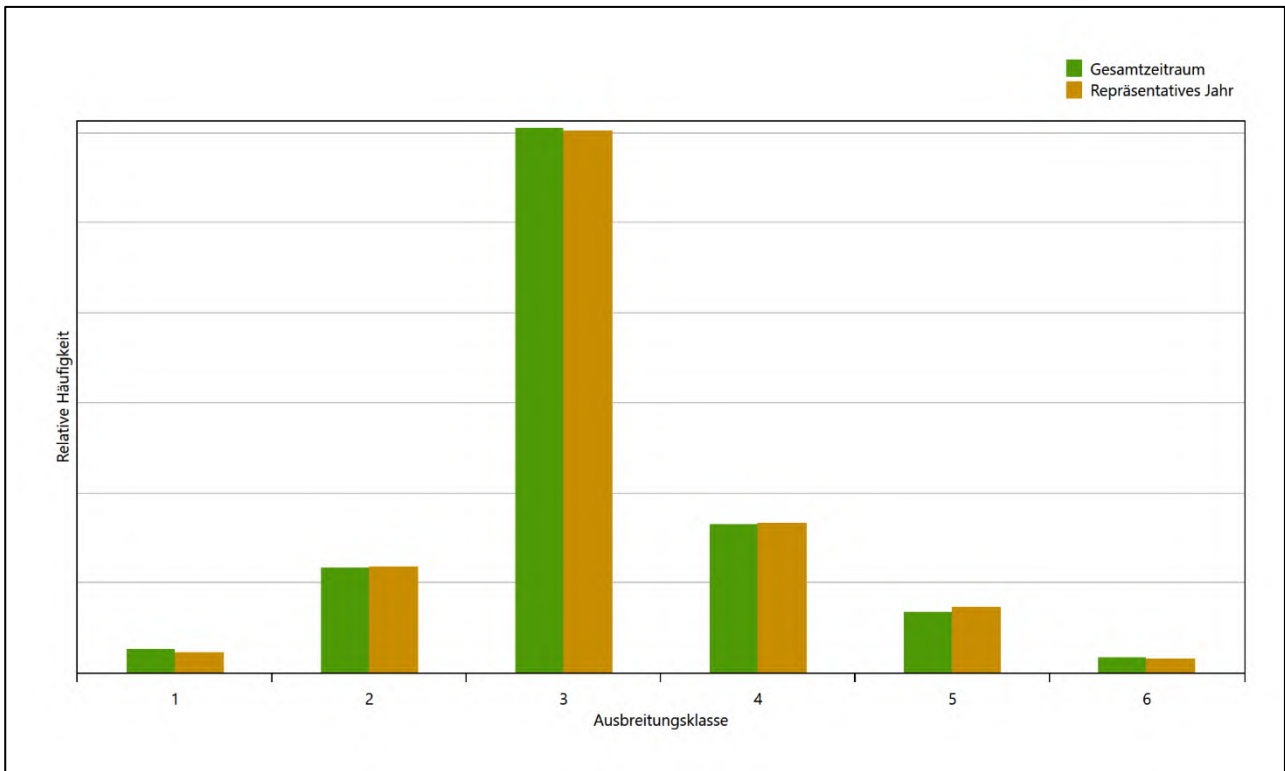


Abbildung 28: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

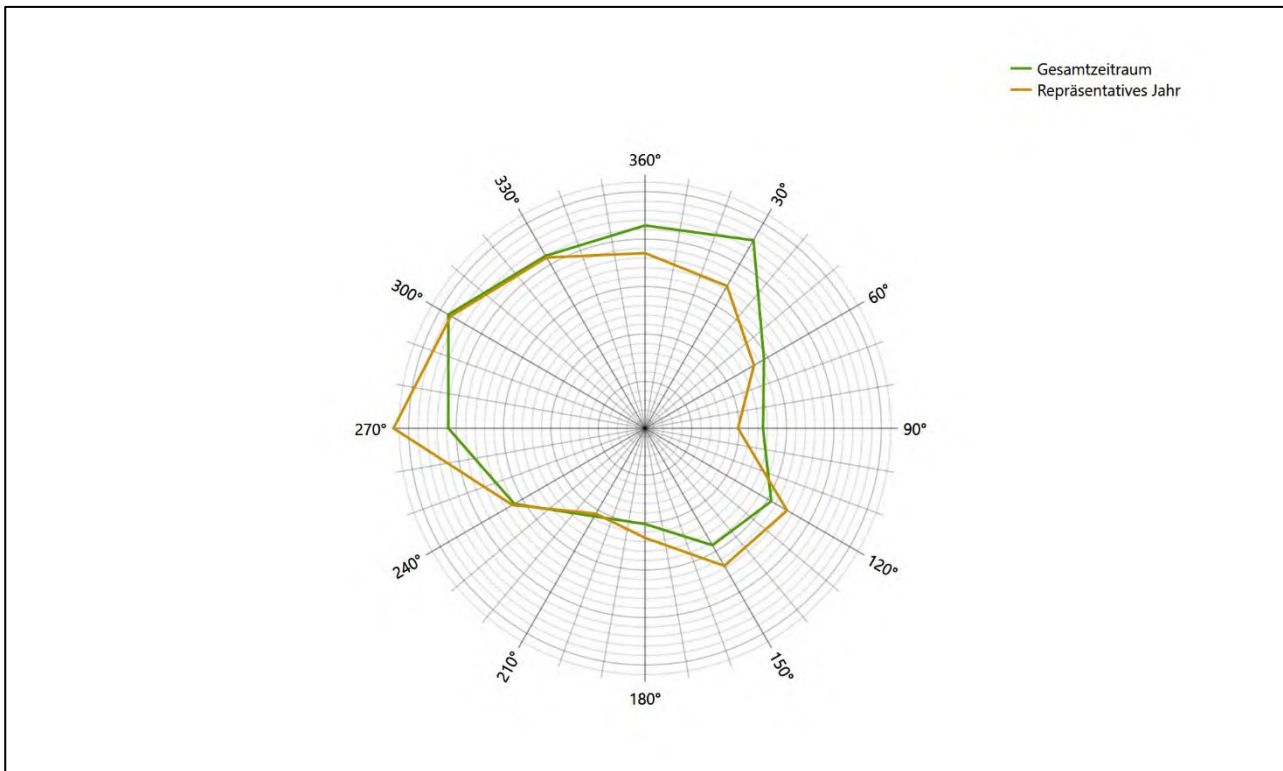


Abbildung 29: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

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 11.02.2014 bis zum 11.02.2015 ein repräsentatives Jahr für die Station Potsdam im betrachteten Gesamtzeitraum vom 28.09.2008 bis zum 20.08.2023 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.

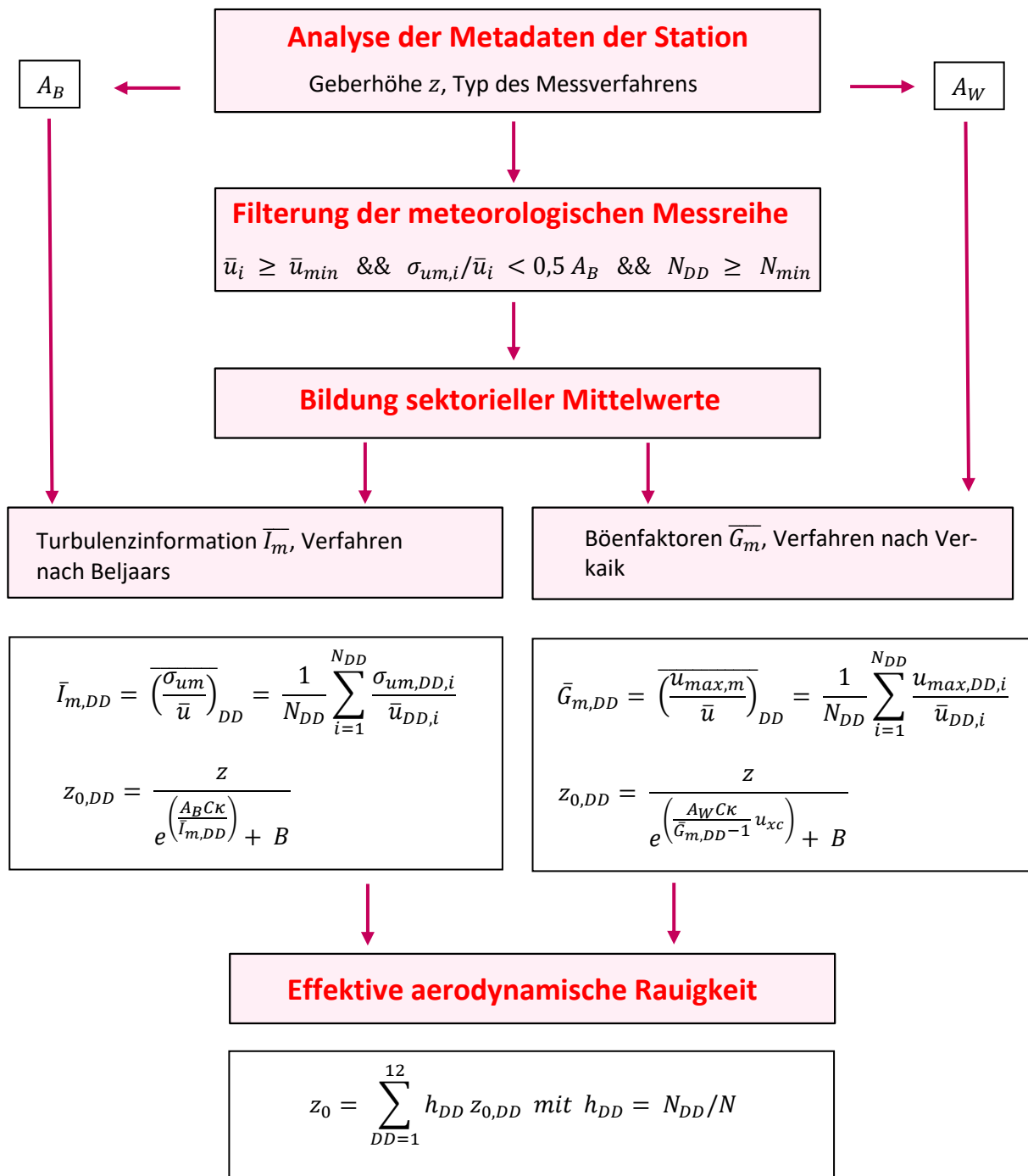


Abbildung 30: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit

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 Potsdam und den Zeitraum vom 11.02.2014 bis zum 11.02.2015 bestimmt werden. Als Messwertgeber wurde aus den Daten des Deutschen Wetterdienstes das System „Ultrasonic Anemometer 2D“ (Windmessung, elektr.) entnommen. Damit steht zur Rauigkeitsbestimmung das Verfahren nach Beljaars zur Verfügung. Für den Parameter A_B ergibt sich dabei ein Wert von 1. Die Von-Karman-Konstante κ wird konventionsgemäß mit 0,4 angesetzt, weiterhin sind B konventionsgemäß mit 6 und C mit 2,5 angesetzt.

Um für jeden Windrichtungssektor wenigstens sechs Einzelmessungen bei neutraler Schichtung zu erreichen, war der Schwellwert \bar{u}_{min} auf 3,0 ms^{-1} abzusenken und zusätzlich der Zeitraum auf den 27.06.2009 bis zum 25.03.2020 auszudehnen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl der pro Windrichtungssektor verwendeten Einzelmessungen und die daraus ermittelten Sektorenrauigkeiten angegeben.

Tabelle 10: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Potsdam

Sektor um	Anzahl der Einzelmessungen	Rauigkeit im Sektor [m]
0°	46	0,951 m
30°	36	1,113 m
60°	238	0,772 m
90°	473	0,458 m
120°	281	0,472 m
150°	406	0,579 m
180°	1231	0,588 m
210°	2469	0,500 m
240°	3032	0,388 m
270°	2125	0,455 m
300°	378	0,563 m
330°	82	1,113 m

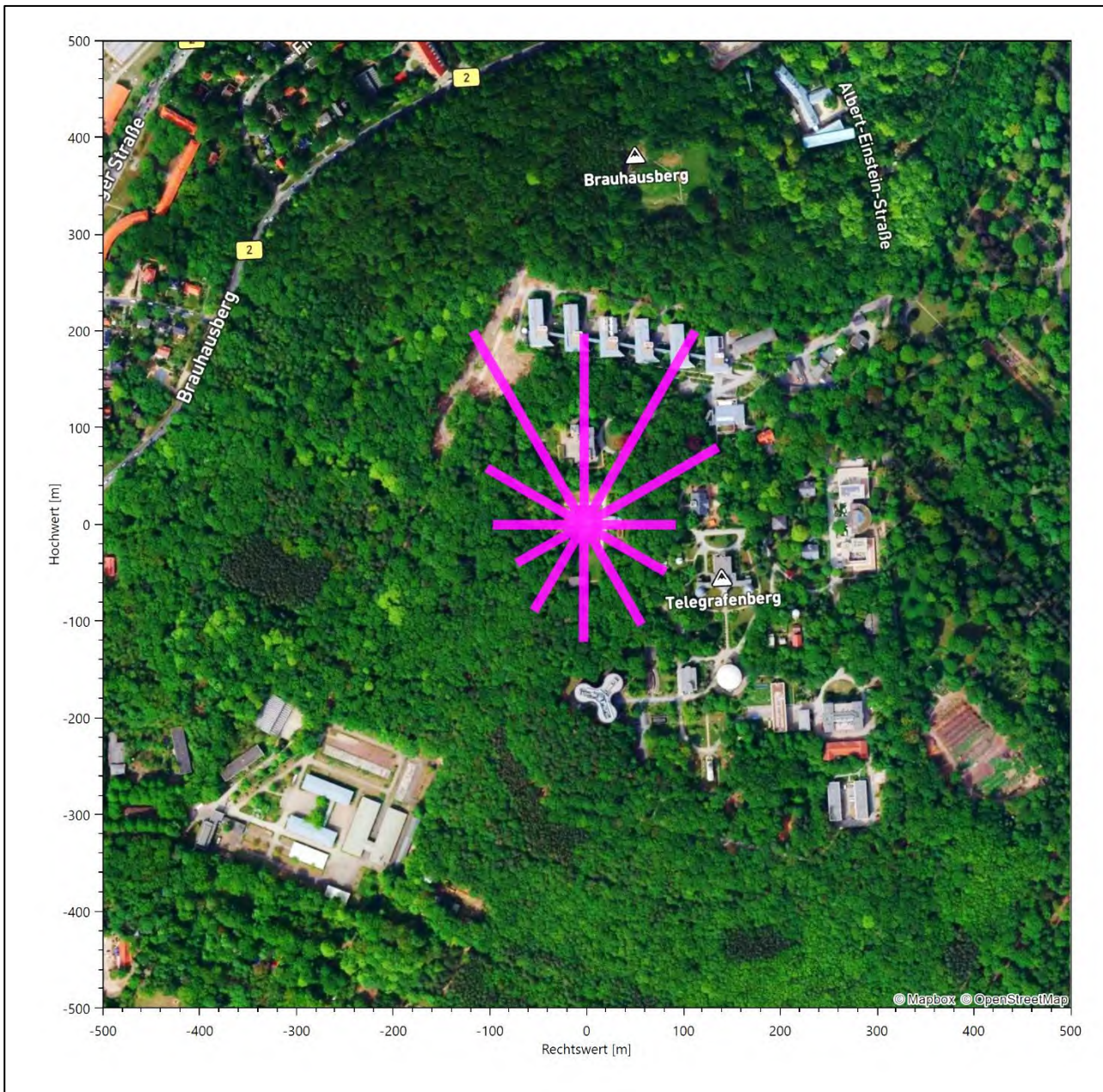


Abbildung 31: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Potsdam

Aus der mit den Anströmhäufigkeiten gewichteten Mittelung ergibt sich schließlich für die Station Potsdam eine effektive aerodynamische Rauigkeit von 0,487 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 Potsdam) 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 Potsdam wurde nach dem im Abschnitt 7.1.2 beschriebenen Verfahren berechnet. Für Potsdam ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 11.02.2014 bis zum 11.02.2015 einen Wert von 0,487 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 11: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Potsdam

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	16,8	19,3	23,2	26,7	30,9	37,9	45,0	50,1	54,3

7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Potsdam 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 Jahrestunden betragen. Im vorliegenden Fall wurde eine Verfügbarkeit von 99 % bezogen auf das repräsentative Jahr vom 11.02.2014 bis zum 11.02.2015 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 11 wurden im Dateikopf hinterlegt.

7.4 Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag

Voraussetzung für die Berechnung der nassen Deposition ist ein meteorologischer Datensatz, der Informationen zur Niederschlagsintensität enthält. Das Standardformat AKTERM wurde zu diesem Zweck erweitert, um eine Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlagsinformationen in zwei zusätzlichen Datenspalten unterzubringen. Für den vorliegenden Fall wurde eine solche Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag erzeugt.

Die stündliche Niederschlagsmenge wurde dabei aus dem RESTNI-Datensatz des Umweltbundesamtes übernommen. Ziel des Projektes RESTNI (Regionalisierung stündlicher Niederschläge zur Modellierung der nassen Deposition) an der Leibniz Universität Hannover war es gewesen, nach einem einheitlichen, objektiven und transparenten Verfahren vergleichbare Niederschlagsdaten für eine bundeseinheitliche Bemessungspraxis zur Ermittlung der nassen Deposition bereitzustellen. Die Bereitstellung der genannten Daten erfolgte regionalisiert und flächendeckend für ganz Deutschland. Hierfür wurde eine hoch aufgelöste Regionalisierung der Variablen mittels geostatistischer Interpolationsmethoden durchgeführt. Für den hier erzeugten Datensatz

wurde auf die regionalisierte Niederschlagsmenge für den Standort 33354971 (Rechtswert/Ostwert) und 5824559 (Hochwert/Nordwert) im RESTNI-Datensatz zurückgegriffen.

Für den Zeitraum der bereitgestellten Ausbreitungsklassenzeitreihe vom 11.02.2014 bis zum 11.02.2015 beträgt die gesamte Niederschlagsmenge 581,8 mm. Das langjährige Mittel (entnommen aus dem RESTNI-Datensatz des Umweltbundesamtes) beträgt für den Standort 640,3 mm. Um für die Jahreszeitreihe eine langjährige zeitliche Repräsentativität zu gewährleisten, wird jede gemessene stündliche Niederschlagsmenge mit einem Skalierungsfaktor von 1,100 multipliziert. Damit wird erreicht, dass die bereitgestellte Jahreszeitreihe in Summe die gleiche Niederschlagsmenge wie der langfristige Durchschnitt aufweist, die Niederschlagsereignisse aber dennoch stundengenau angesetzt werden können.

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

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Übertragbarkeit der meteorologischen Daten von den Messstationen wurde für einen Aufpunkt etwa 1,9 km südöstlich des Standortes (Rechtswert: 33356250, Hochwert: 5823150) geprüft. Dieser Punkt wurde mit einem Rechenverfahren ermittelt, und es empfiehlt sich, diesen Punkt auch als Ersatzanemometerposition bei einer entsprechenden Ausbreitungsrechnung zu verwenden. Dadurch erhalten die meteorologischen Daten einen sachgerecht gewählten Ortsbezug im Rechengebiet.

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

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

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

9 Zusammenfassung

Für den zu untersuchenden Standort in Rötthof 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 33356250, 5823150.

Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Potsdam 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 28.09.2008 bis zum 20.08.2023 das Jahr vom 11.02.2014 bis zum 11.02.2015 ermittelt.

Frankenberg, am 16. Oktober 2023

Dipl.-Phys. Thomas Köhler
- erstellt -

Dr. Hartmut Sbosny
- freigegeben -

10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung

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

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 20	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Dokument
5	Allgemeine Angaben			
	Art der Anlage		<input checked="" type="checkbox"/>	1 / 5
	Lage der Anlage mit kartografischer Darstellung		<input checked="" type="checkbox"/>	2.1 / 6
	Höhe der Quelle(n) über Grund und NHN		<input checked="" type="checkbox"/>	1 / 5
	Angaben über Windmessstandorte verschiedener Messnetzbetreiber und über Windmessungen im Anlagenbereich		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 16
	Besonderheiten der geplanten Vorgehensweise bei der Ausbreitungsrechnung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Angaben zu Bezugswindstationen			
	Auswahl der Bezugswindstationen dokumentiert (Entfernungsangabe, gegebenenfalls Wegfall nicht geeigneter Stationen)		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 16
	Für alle Stationen Höhe über NHN		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 18
	Für alle Stationen Koordinaten		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 18
	Für alle Stationen Windgeberhöhe		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 18
	Für alle Stationen Messzeitraum und Datenverfügbarkeit		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 18
	Für alle Stationen Messzeitraum zusammenhängend mindestens 5 Jahre lang		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 18
	Für alle Stationen Beginn des Messzeitraums bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 18
	Für alle Stationen Rauigkeitslänge		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 24
	Für alle Stationen Angaben zur Qualitätssicherung vorhanden		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 16...19
	Lokale Besonderheiten einzelner Stationen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 16...19
6	Prüfung der Übertragbarkeit			
6.2.1	Zielbereich bestimmt und Auswahl begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3.3 / 13
6.2.2	Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 19...24
6.2.2	Erwartungswerte für Windgeschwindigkeitsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 19...24
6.2.3.2	Messwerte der meteorologischen Datenbasis auf einheitliche Rauigkeitslänge und Höhe über Grund umgerechnet		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 19...24
6.2.3.1	Abweichung zwischen erwartetem Richtungsmaximum und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit 30° verglichen		<input checked="" type="checkbox"/>	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		<input checked="" type="checkbox"/>	4.5 / 32
6.1	Als Ergebnis die Übertragbarkeit der Daten einer Bezugswindstation anhand der geprüften Kriterien begründet (Regelfall) oder keine geeignete Bezugswindstation gefunden (Sonderfall)		<input checked="" type="checkbox"/>	4.6 / 33
6.3	Sonderfall			
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Vorgehensweise und Modellansätze dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Nachweis der räumlichen Repräsentativität der angepassten Daten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.4	Repräsentatives Jahr			
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Auswahlverfahren dokumentiert und dessen Eignung begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.2 / 42
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Angabe, ob bei Auswahl auf ein Kalenderjahr abgestellt wird oder nicht (beliebiger Beginn der Jahreszeitreihe)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.2 / 42
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Messzeitraum mindestens 5 Jahre lang und bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.1 / 38
7.1	Erstellung des Zieldatensatzes			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		<input checked="" type="checkbox"/>	7.1 / 49
	Bei Verwendung von Stabilitätsinformationen, die nicht an der Bezugswindstation gewonnen wurden: Herkunft der Stabilitätsinformationen dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Sonstiges			
7.2	Bei Besonderheiten im Untersuchungsgebiet: Hinweise für die Ausbreitungsrechnung und Angaben, unter welchen Voraussetzungen die Verwendung der bereitgestellten meteorologischen Daten zu sachgerechten Ergebnissen im Sinne des Anhangs zur Ausbreitungsrechnung der TA Luft führt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8 / 56

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.