

- Gutachten -
Ausbreitungsrechnung für Luftschadstoffe
(Immissionsprognose für Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)

Vorhaben: Planung des „Grünen Gewerbegebietes Hassleben“

Schwerpunkt: Überprüfung der Immissionswerte für Geruch, Ammoniakkonzentration und Stickstoffdeposition nach TA Luft

Standort: Kuhzer Straße 36c, Hassleben
17268 Boitzenburger Land
Gemarkung Hassleben
Flur 1, Flurstücke 78/12, 79/2 und 264 sowie 73/2 und 72/1

**REW REGENERATIVE
ENERGIEN
WICHMANNSDORF
GMBH**

Auftraggeber

REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH

Wichmannsdorf, Dorfstraße 28
17268 Boitzenburger Land

Bearbeitungsstand: 2024-01-31

Bearbeiter



**Ingenieure
Bau-Anlagen-Umweltechnik SHN GmbH**

Brückenstraße 13
09111 Chemnitz

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 2 -

Auftrag: Überprüfung, ob mit dem Vorhaben der Aufstellung eines B-Plans für das „Grüne Gewerbegebiet Hassleben“ eine erhebliche Belästigung an Geruchsimmissionen sowie erheblich schädigende Auswirkung durch Ammoniakimmissionen und Stickstoffdeposition verbunden ist (Überprüfung der Immissionswerte nach TA Luft). Es wird nur ein Emissionszustand betrachtet:

1. Soll-Zustand:
mögliche Zusatzbelastung aus potentiellen Vorhaben innerhalb des Gewerbegebietes

Auftragserteilung: 13.01.2023

Auftragsbearbeitung: August 2023/ Januar 2024

**Bauherr/
Vorhabenträger:** REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Wichmannsdorf, Dorfstraße 28
17268 Boitzenburger Land

Auftragnehmer: Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH
Brückenstraße 13
09111 Chemnitz
Tel./ Fax: +49 (371) 27195-30 / -20
Email: jonies@ib-shn.de

Dipl.-Ing. (FH) Denny Jonies, M. Sc. ist bekannt gegebener Sachverständiger nach § 29 b BImSchG.

Umfang: 37 Seiten DIN A4 sowie Anhänge

Verteiler:

- 1 * Büro Knoblich GmbH, Landschaftsarchitekten
- 1 * REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
- 1 * Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 3 -

0	Verzeichnisse
----------	----------------------

0.1 Inhaltsverzeichnis

0	VERZEICHNISSE.....	3
0.1	Inhaltsverzeichnis	3
0.2	Tabellenverzeichnis.....	4
0.3	Abbildungsverzeichnis	4
0.4	Begriffsdefinitionen, Abkürzungen, Indizes.....	4
0.5	Quellen- und Grundlagenverzeichnis	5
1	AUFGABENSTELLUNG	7
2	STANDORTBESCHREIBUNG	8
2.1	Administrative Einordnung	8
2.2	Abstände Wohnbebauung und flächennutzungsplanerische Einordnung	8
2.3	Lage von Naturschutzgebieten, Landschaftsschutzgebieten, Waldgebieten	9
2.4	Höhenverhältnisse im Gebiet der Anlage	9
2.5	Windverhältnisse im Gebiet der Anlage	9
2.6	Kaltluftbetrachtung.....	10
2.6.1	Allgemeine Betrachtung	10
2.6.2	Kaltluftabfluss für die betrachtete Anlage.....	10
3	PRÜFUNG DER SCHUTZPFLICHT - TA LUFT PUNKT 4.1	11
3.1	Prüfung der Schutzpflicht - TA Luft Punkt 4.1.....	11
3.2	Grundlagen zu Geruchsemissionen	11
3.2.1	Geruch als Luftschadstoff	11
3.2.2	Übertragung von Luftschadstoffen.....	12
3.3	Ammoniak als Luftschadstoff.....	12
3.3.1	Allgemeines.....	12
3.3.2	Auswirkungen von Ammoniakemissionen.....	13
3.4	Quantifizierung der Geruchsemissionen	15
3.4.1	BHKW-Anlage- Abgasemissionen (E01)	15
3.4.2	Zeitabhängige Geruchsemissionen	16
3.5	Ammoniak- und Stickoxidemissionen.....	17
3.5.1	Quantifizierung der Ammoniakemissionen	17
3.5.2	Quantifizierung der Stickoxidemissionen	17
4	METHODIK DER AUSBREITUNGSRECHNUNG NACH ANHANG 2 DER TA LUFT.....	19
4.1	Allgemeines - Modell LASAT 3.4	19
4.2	Festlegung der Emissionen	20
4.3	Ausbreitungsrechnung für Gase	20
4.4	Ausbreitungsrechnung für Stäube	20
4.5	Bodenrauigkeit.....	21
4.6	Effektive Quelhöhe	21
4.7	Rechengebiet und Aufpunkte	22
4.8	Meteorologische Daten	23
4.9	Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit.....	23
4.10	Berücksichtigung von Bebauung.....	24
4.11	Berücksichtigung von Geländeunebenheiten.....	24
4.12	Verwendung einer Häufigkeitsverteilung Wetterdaten	24
5	ERGEBNISSE DER AUSBREITUNGSRECHNUNG.....	25
5.1	Ergebnisse Geruch	25

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 4 -

5.2	Ergebnisse Ammoniak.....	26
5.3	Ergebnisse Stickstoffdeposition.....	26
5.4	Bewertung/ Fehlerbetrachtung der Ergebnisse der Immissionsprognose.....	28
6	ANHANG	29
6.1	Anlage 1 - digitales Geländemodell	30
6.2	Anlage 2 - Eingabe- Files	32
6.3	Anlage 3 - graphische Darstellung der Ergebnisse.....	35
6.3.1	Geruch, Zusatzbelastung - Soll- Zustand, Raster 100 x 100 m.....	35
6.3.2	Geruch, Zusatzbelastung - Soll- Zustand, Raster 12,5 x 12,5 m.....	36
6.4	Anlage 4 - Ergebnisse NH ₃ und N	37
6.5	Anlage 5 - Wetterdaten	37

0.2 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1:	VERWALTUNGSMÄßIGE EINORDNUNG DES BEGUTACHTETEN STANDORTES.....	8
TABELLE 2:	KENNZEICHNUNG DER IMMISSIONSORTE.....	9
TABELLE 3:	TRANSMISSIONSBEDINGUNGEN	12
TABELLE 4:	GERUCH ABGASKAMINE VERBRENNUNGSANLAGE E1 - SOLL-ZUSTAND	16
TABELLE 5:	AMMONIAK ABGASKAMIN VERBRENNUNGSANLAGE E1 - SOLL-ZUSTAND	17
TABELLE 6:	NOX ABGASKAMINE VERBRENNUNGSANLAGE+RTO E1 - SOLL-ZUSTAND	17
TABELLE 7:	MITTLERE RAUIGKEITSLÄNGE IN ABHÄNGIGKEIT VON DER LANDBEDECKUNG.....	21
TABELLE 8:	RECHENGEBIET UND AUFPUNKTE	22
TABELLE 9:	ZUSAMMENFASSUNG METEOROLOGISCHER DATEN.....	23
TABELLE 10:	ERMITTELTE IMMISSIONSBEITRÄGE GERUCH	25
TABELLE 11:	CRITICAL LEVEL AMMONIAK IN ABHÄNGIGKEIT VON DER EINWIRKDAUER	26

0.3 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1:	WINDVERTEILUNG STATION FELDBERG 2016/2017	23
ABBILDUNG 2:	DIGITALES GELÄNDEMDELL DES STANDORTES, RASTER 100M	30
ABBILDUNG 3:	DIGITALES GELÄNDEMDELL DES STANDORTES, RASTER 12,5M	31

0.4 Begriffsdefinitionen, Abkürzungen, Indizes

AKTERM/ AKZ	Ausbreitungsklassenzeitreihe
Aufpunkte	Aufpunkte sind diejenigen Punkte in der Umgebung der Anlage, für die eine rechnerische Ermittlung der Zusatzbelastung (Immissionsprognose) vorgenommen wird.
BauNVO	Baunutzungsverordnung
Beurteilungspunkte	Beurteilungspunkte sind diejenigen Punkte in der Umgebung der Anlage, für welche die Immissionskenngrößen der Gesamtbelastung ermittelt werden.
d ₀	Verdrängungshöhe
DWD	Deutscher Wetterdienst
Emissionen	Emissionen im Sinne der TA Luft sind die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 5 -

FNP	Flächennutzungsplan
Gesamtbelastung	Die Kenngröße für die Gesamtbelastung ist bei geplanten Anlagen aus den Kenngrößen für die Vorbelastung und die Zusatzbelastung zu bilden; bei bestehenden Anlagen entspricht sie der vorhandenen Belastung.
GE	Geruchseinheiten
Immissionen	Immissionen im Sinne der TA Luft sind auf Menschen, Tiere, Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre oder Kulturgüter und Sachgüter einwirkende Luftverunreinigungen.
IO	Immissionsort
M	Wärmestrom
RHW	relative Häufigkeitsverteilung der Windrichtung
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
v_d	Depositionsgeschwindigkeit
v_s	Sedimentationsgeschwindigkeit
Vorbelastung	Die Kenngröße für die Vorbelastung ist die vorhandene Belastung durch einen Schadstoff ohne die anlagenbezogene Belastung.
z_0	Bodenrauigkeit
Zusatzbelastung	Die Kenngröße für die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der durch das beantragte Vorhaben voraussichtlich (bei gepl. Anlagen) oder tatsächlich (bei bestehenden Anlagen) hervorgerufen wird.

0.5 Quellen- und Grundlagenverzeichnis

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG)
- Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (4. BImSchV)
- Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Luft)
- DIN EN 13725 - Luftbeschaffenheit - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie, 2003
- DIN EN 13.725 Berichtigung 1 - Luftbeschaffenheit - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie, 2006
- VDI 3783, Blatt 13: Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft, 2010
- VDI 3794 Blatt 10: Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle Gebäude- und Hindernisumströmung
- VDI 3794 Blatt 13: Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 6 -

- VDI 3894 Blatt 1: Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen
Haltungsverfahren und Emissionen Schweine, Rinder Geflügel und Pferde als Erkenntnisquelle
- VDI 3945 Blatt 3: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Partikelmodell
- VDI- Berichte 1373: Gerüche in der Umwelt
- Emissionsfaktorentabelle des Landes Brandenburg, Stand Oktober 2022
- Ortsbesichtigung 26.05.2023
- weitere direkt im Gutachten erwähnte Literatur- und Erkenntnisquellen

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 7 -

1 Aufgabenstellung

Das Unternehmen REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH plant am Standort in Hassleben ein Gewerbegebiet zur Nutzung von grüner Energie zu entwickeln. Zur Schaffung der bauplanungsrechtlichen Voraussetzungen wurde die Aufstellung eines allgemeinen Bebauungsplans (Angebots- B- Plan) für den Standort süd-/südwestliche Ortsrandlage von Hassleben beschlossen und die erste Beteiligung der Träger öffentlicher Belange durchgeführt. Im Rahmen dieser wurde durch die zuständige Immissionsschutzbehörde für das weitere Verfahren die Erarbeitung eines Gutachtens für Luftschadstoffe gefordert, was hiermit vorgelegt wird.

Maßgebliche Rahmenbedingungen des geplanten Gewerbegebietes können u.a. sein:

- Errichtung und Betrieb einer Biogasaufbereitungsanlage inkl. Abgasreinigungseinrichtung (RTO),
- Errichtung und Betrieb einer Biomethanverflüssigung, -lagerung und -abfüllung,
- Errichtung und Betrieb eines Zwischenlagers für Biogas (Gasspeicher),
- Errichtung und Betrieb eines Wärmepufferspeichers und
- Errichtung und Betrieb von BHKWs (Verbrennungsmotorenanlage aus **einem oder mehreren BHKWs** bis max. **in Summe 3 MW** Feuerungswärmeleistung) inkl. Peripherie zur Eigenstrom- und Eigenwärmezeugung.

Ein immissionsschutzrechtlicher Genehmigungsbestand ist im Bereich des geplanten Gewerbegebietes nicht vorhanden. Zukünftig soll die Ansiedlung von genehmigungsbedürftigen Anlagen im Sinne der 4. BImSchV erfolgen, jedoch kann zum aktuellen Zeitpunkt der komplette Umfang nicht abgeschätzt werden, weshalb ein Angebots- Bebauungsplan aufgestellt wird.

Aus der gutachterlichen Praxis kann abgeschätzt werden, dass die zur Nutzung von grüner Energie erforderlichen Anlagen eher wenig bzw. keine relevanten Mengen an Luftschadstoffen wie Geruch und Ammoniak emittieren. Es soll explizit keine Anlage geplant werden, die sich durch größere Mengen an Geruchs- und Ammoniakemissionen auszeichnet, so dass diese nur untergeordnet sein werden.

Mögliche Emissionsquellen für Geruch, Ammoniak sowie auch Stickoxide, die untergeordnet zum Stickstoffeintrag beitragen können, können demzufolge nur Verbrennungseinrichtungen zur Energieerzeugung bzw. Abgasreinigungseinrichtungen sein. Aus dem Grund wird mit dem folgenden Gutachten eine Annahme möglicher Erzeugungs- bzw. Verwertungseinrichtungen vorgenommen, um die grundsätzlichen Auswirkungen abschätzen zu können. Dies entbindet jedoch nicht davon, dass in den jeweils nachfolgenden Genehmigungsverfahren nach BImSchG bzw. auch Baurecht die entsprechenden gesonderten Nachweise erbracht werden, dass unverändert gesunde Wohn- und Lebensverhältnisse im Umfeld des geplanten „Grünen Gewerbegebietes“ gegeben sind.

Vor diesem Hintergrund soll mit einer Ausbreitungsrechnung eine Ermittlung der Gesamtzusatzbelastung für Geruch, Ammoniak und Stickstoffdeposition im Rechengebiet für den zukünftigen Betrachtungsfall erfolgen. Auf der Grundlage der Emissionssituation des Standortes nach Realisierung des Vorhabens werden die Immissionen ermittelt und bewertet.

Da das Vorhaben insbesondere durch Geruchsemissionen und Ammoniakimmissionen gekennzeichnet ist, muss eine Ausbreitungsrechnung mit einem Partikelmodell (Lagrange) entsprechend Anhang 2 der TA Luft (hier LASAT 3.4) den Nachweis erbringen, dass auch nach Realisierung des Vorhabens keine erheblichen Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft zu besorgen sind (vgl. § 5 Abs. 1 Nr. 1 des BImSchG). Die zuständige Genehmigungsbehörde erhält mit den Ergebnissen der Ausbreitungsrechnung eine fundierte Datengrundlage zur immissionsseitigen Bewertung des Vorhabens.

Die entsprechenden Parameter werden nach den Vorgaben der Austal-konformen Berechnung gewählt und sind durch die beigefügten Ausgabedateien nachvollziehbar.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 8 -

2 Standortbeschreibung

2.1 Administrative Einordnung

Es wird nachfolgend eine Kurzbeschreibung des Standortes „Grünes Gewerbegebiet Hassleben“ gegeben, um Zusammenhänge mit der zu erstellenden Ausbreitungsrechnung ganzheitlich beurteilen zu können. Detaillierte Standortbetrachtungen sind zusätzlich in den Unterlagen zum Bebauungsplan enthalten. Es wird aus Gründen der Redundanz auf diese Unterlagen und Ausführungen verwiesen. Die nachfolgende Tabelle gibt einleitend einen Überblick über die administrative Einordnung des begutachteten Standortes.

TABELLE 1: VERWALTUNGSMÄßIGE EINORDNUNG DES BEGUTACHTETEN STANDORTES

Standort	Kennzeichnung		
Bundesland	Brandenburg		
Landkreis	Uckermark		
Amt/ Gemeinde	Boitzenburger Land (Uckermark)		
Ortsteil	Hassleben (Kuhzer Straße)		
Gemarkung	Hassleben		
Flur	1		
Flurstücksnummer	78/12, 79/2 und 264 sowie 73/2 und 72/1		
Ostwert, Zone 33	412 140	Nordwert	58 96 800

Innerhalb der Unterlagen zum Bebauungsplan sind entsprechende Standortkarten eingefügt, aus denen weitere Aspekte entnehmbar sind.

Für die Ortslage Hassleben existiert kein rechtskräftiger Bebauungsplan, so dass die Immissionsorte anhand der tatsächlichen Nutzung einzustufen sind. Hierzu erfolgte eine Auskunft durch die zuständige Gemeinde Boitzenburger Land (20.07.2023). Demzufolge sind die Bereiche der Ortslage Hassleben teilweise als Innenbereich, teilweise als unbepannter Außenbereich zu bewerten. Eine satzungsmäßige Abgrenzung ist nicht gegeben. Zudem gibt es Unterscheidungen von Mischgebiets- und Dorfgebietsflächen.

Zudem sind 2 Bebauungspläne vorhanden (Allgemeines Wohngebiet „Birkenweg/ Ahornweg“ und „Neuer Weg“).

2.2 Abstände Wohnbebauung und flächennutzungsplanerische Einordnung

Es wurden nach Rücksprache mit dem Betreiber, der Gemeinde sowie einer Vorortbegehung durch den Gutachter die nächstliegenden vorhandenen Nutzungen als Immissionsorte bestimmt. Nachfolgend sind die Abstände angegeben, die die Immissionsorte in Bezug auf die geplanten Bauflächen (jeweils Außenkante Baugrenze) besitzen.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 9 -

TABELLE 2: KENNZEICHNUNG DER IMMISSIONSORTE

Nr.	Richtung	kürzeste Entfernung ¹	Beschreibung	gutachterliche Einstufung
[-]	[-]	[m]	[-]	[-]
IO1	Nord	215	Kleingartenanlage Kuhzer Straße	Außenbereich
IO2	Nord	335	Wohnnutzung, Kuhzer Str. 27-36	Dorfgebiet
IO3	Nord/NO	335	Wohnnutzung, Kuhzer Str. 37-38	Dorfgebiet
IO4	Nordost	180	Wohnnutzung, Kastanienweg 1	Dorfgebiet
IO5	Nordost	95	Wohnnutzung, Kastanienweg 2	Dorfgebiet
IO6	Ost	210	Wohnnutzung, Prenzlauer Str. 54b	Außenbereich
IO7	Nordost	200	Rand des B-Plangebiets „Neuer Weg“ Hassleben (≙ Ecke Kastanienweg/ Birkenweg)	allgemeines Wohngebiet
IO8	Nordost	260	Wohnnutzung, Birkenweg 2	allgemeines Wohngebiet
IO9	Nordost	195	Birkenweg 1, betreute Wohngruppe für Menschen mit Behinderung und Kinderheim	allgemeines Wohngebiet

2.3 Lage von Naturschutzgebieten, Landschaftsschutzgebieten, Waldgebieten

Der Vorhabenstandort selbst liegt in keinem Naturschutz-, Landschaftsschutz- oder Waldgebiet. Folgende Schutzgebiete befinden sich in der Umgebung:

- Westlich in einer Entfernung von ca. 1 km befindet sich das FFH-Gebiet „Kuhzer See/ Jakobshagen“.
- In weiterer Entfernung von ca. 1,2 km westlich befindet sich zudem das Naturschutzgebiet „Kuhzer See-Klaushagen“.

Als Datengrundlage für die Recherche diente das „Geoportal Brandenburg“ (Herausgeber: Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB)).

2.4 Höhenverhältnisse im Gebiet der Anlage

Das Gelände des Gewerbegebietes befindet sich auf einer geodätischen Höhe von ca. 82 m - 83 m ü. DHHN2016. Zu den maßgeblichen Immissionsorten nördlich, nordöstlich und östlich des Geländes bestehen Höhendifferenzen von bis zu 5 m, weshalb eine Berücksichtigung des digitalen Geländemodells im Rahmen der Ausbreitungsrechnung erfolgt. Dieses kann graphisch aufbereitet dem Anhang entnommen werden.

2.5 Windverhältnisse im Gebiet der Anlage

Um eine entsprechende Rechtssicherheit zu gewährleisten, wurde in Vorbereitung der Erarbeitung des vorliegenden Gutachtens eine Prüfung der Übertragbarkeit und Repräsentativität der meteorologischen Daten bei der Fa. IFU GmbH, Frankenberg auf den Standort in Wichmannsdorf beauftragt. Hierin (eigenständiges Gutachten, siehe Anhang, 26.01.2023) wurde der repräsentative Zeitraum der Wetterdaten der Station Feldberg (Mecklenburg) als übertragbar ermittelt. Im

1 zur jeweiligen nächstliegenden Baugrenze des geplanten Gewerbegebietes

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 10 -

Ergebnis können die Wetterdaten des Zeitraums vom 25.04.2016 bis 25.04.2017 auf einem Ersatzanemometerstandort im Rechengebiet übertragen werden.

Um diese Übertragbarkeitsprüfung nutzen zu können, wurde das Gesamtrechengebiet so groß gewählt, dass auch der Bereich Wichmannsdorf und der Ersatzanemometerstandort innerhalb des Rechengebietes für Hassleben gelegen ist. Auf Basis des Rechengebietes von 7,4 km x 6,6 km (Umkreis um geplantes Gewerbegebiet mind. 2 km in alle Richtungen) wurde das diagnostische Windfeld berechnet und im Bereich Hassleben durch feinere Raster im Umkreis von ca. 1 km ergänzt.

Im Abschnitt 4.8 ist die Windrose der zur Verfügung gestellten Wetterstation/ Zeitraum graphisch dargestellt. Es wird auf diesen Abschnitt verwiesen.

2.6 Kaltluftbetrachtung

2.6.1 Allgemeine Betrachtung

Unter Umwelts Gesichtspunkten hat Kaltluft eine doppelte Bedeutung:

1. Kaltluft kann nachts für die Belüftung und damit Abkühlung thermisch belasteter Siedlungsgebiete sorgen.
2. Kaltluft die aus Reinluftgebieten kommt sorgt für die nächtliche Belüftung schadstoffbelasteter Siedlungsräume.

Kaltluft kann aber auch auf ihrem Weg Luftbeimengungen (z. B. Geruchsstoffe) aufnehmen und transportieren. Nimmt sie zu viele Schadstoffe auf, kann ihr Zufluss von Schaden sein.

Zu Beginn der Nacht fließt die auf den Freiflächen der Hänge und in den Wäldern gebildete Kaltluft ab und sammelt sich in Tälern bzw. Mulden an, um dann entsprechend der Geländeneigung weiter zu fließen. Etwa 3 Stunden nach Sonnenuntergang wird sich ein stationärer Zustand einstellen. Dabei ist zu erwarten, dass sich außerhalb der Höhenrücken Kaltluftseen ausbilden, die je nach Orografie und Landnutzung unterschiedliche Schichtdicken aufweisen. Diese Kaltluftseen werden weiterhin von der auf den Bergrücken gebildeten Kaltluft gespeist. In den Tälern werden sich Kaltluftströme ausbilden, in der die Kaltluft talparallel abwärts fließt. Im Bereich der Bergkuppen und -rücken ist die Kaltluftschichtdicke nahezu Null. Dort überwiegt auch bei Strahlungsnächten die großräumig vorhandene Windströmung. Die Bildung von Kaltluft erfolgt ausschließlich in wolkenarmen Nächten (durch die auf Grund der fehlenden Wolken reduzierte Gegenstrahlung der Atmosphäre kann sich die Erdoberfläche kräftig auskühlen).

Die Entstehung von Kaltluftabflüssen ist ausschließlich bei großräumigen Schwachwindlagen (Tendenz der Kaltluft, an geneigten Flächen abzufließen, setzt sich gegenüber dem Umgebungswind durch) zu erwarten. Relevant sind vor allem bodennahe Emissionsquellen, Quellen oberhalb der Kaltluftschichtdicke werden nicht berücksichtigt.

2.6.2 Kaltluftabfluss für die betrachtete Anlage

Zur Orografie im näheren Umfeld des Standortes wurden bereits Ausführungen beigebracht.

Die Anlage ist gegenüber der Umgebung (Immissionsorte) nicht relevant exponiert gelegen. Die umliegenden landwirtschaftlich genutzten Freiflächen weisen nur sehr geringe Höhenunterschiede auf.

Aus Sicht des Gutachters sind keine ausreichenden Freiflächen mit abfallendem Gelände vorhanden, um eine Kaltluftbildung mit nachfolgendem Kaltluftabfluss zu ermöglichen. Zusätzlich erfolgt der Hinweis, dass die potentiellen Emissionen im Gewerbegebiet überwiegend gefasste Quellen mit einer Emissionshöhe von mind. 10 m über Grund sind, so dass keine Beeinflussung durch Kaltluftabflüsse gegeben sein können.

Die explizite Berücksichtigung der Kaltluftströmung bei der Ausbreitungsrechnung ist aus vorgeannten Gründen nicht erforderlich. Die ermittelten Immissionsbeiträge können als repräsentativ angesehen werden.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 11 -

3 Prüfung der Schutzpflicht - TA Luft Punkt 4.1

3.1 Prüfung der Schutzpflicht - TA Luft Punkt 4.1

Die Vorschriften in Nummer 4 der TA Luft enthalten

- Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen und Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Deposition,
- Anforderungen zur Ermittlung von Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung,
- Festlegungen zur Bewertung von Immissionen durch Vergleich mit den Immissionswerten und
- Anforderungen für die Durchführung der Sonderfallprüfung.

Sie dienen der Prüfung, ob der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch luftverunreinigende Stoffe durch den Betrieb einer Anlage sichergestellt ist.

Für den Luftschadstoff Geruch sind in der TA Luft- Anhang 7 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen festgeschrieben.

3.2 Grundlagen zu Geruchsemissionen

3.2.1 Geruch als Luftschadstoff

Gerüche entstehen vor allem durch den anaeroben mikrobiellen Abbau organischer Substanzen im Kot und Harn im Stall (hier nicht zutreffend), bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern und bei der Lagerung und Verfütterung von Silage oder anderen geruchsintensiven Einsatzstoffen. Bei den Geruchsemissionen handelt es sich um ein komplexes Gemisch von nachweislich mindestens 150 verschiedenen Spurengasen in unterschiedlichsten Konzentrationen, insbesondere

- Ammoniak,
- Fettsäuren,
- Phenole und Indole,
- Amine,
- Schwefelwasserstoff und
- Merkaptane.

Die Stoffe sind insbesondere an Stäuben adsorbiert und tragen je nach Geruchscharakteristik unterschiedlich zum Gesamteindruck bei. Eine Leitsubstanz kann nicht festgelegt werden. Insbesondere können die Emissionen von Gerüchen und Ammoniak nicht gleichgesetzt werden, da die Bildungs- und Freisetzungprozesse sowie die Reaktions- und Wirkungsmechanismen zu unterschiedlich sind.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 12 -

3.2.2 Übertragung von Luftschadstoffen

Erst durch den Transport luftfremder Stoffe in die Atmosphäre wird aus einer Emission eine Immission. Für den Austausch von Stoffmengen sind nachfolgende Abhängigkeiten gegeben:

- Die Flüchtigkeit der Moleküle ist maßgebend für den Übertritt der Luftschadstoffe in die umgebende Luft. Sie steigt mit der Temperatur stark an.
- Auf Grund der BROWNSchen Molekularbewegungen diffundieren mehr Teilchen vom Ort höherer Konzentration zum Ort niederer Konzentration als umgekehrt. Es wird dadurch ein Konzentrationsausgleich angestrebt.
- Großen Einfluss auf den Übergang luftfremder Stoffe in das Trägermedium Luft besitzen die Temperatur- und Feuchteverhältnisse sowie die Sättigungsdefizite der Einzelstoffe.

TABELLE 3: TRANSMISSIONSBEDINGUNGEN

Transmissionsbedingung	Beschreibung
topografische Randbedingungen	auf Grund der Gebäudeform, des Bewuchses und der Bebauung kommt es zu Veränderungen des Windfeldes
meteorologische Randbedingungen	beeinflusst durch die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung

Während der Transmission muss sehr schnell ein Stoffabbau oder Niederschlag erfolgen. Der Einfluss der Temperaturdifferenz zwischen Abluft und Außenluft besitzt ebenfalls großen Einfluss auf die Transmission, ist jedoch im betrachteten Fall zu vernachlässigen (Emissionstemperatur entspricht nahezu Außentemperatur, außer BHKW- Abgas).

Weitere wichtige Beurteilungsgrößen sind Luftdaten (Geschwindigkeit, Richtung, Turbulenzgrad), Temperatur und Feuchte der Außenluft sowie Diffusionsgeschwindigkeit, Stoffniederschläge und stoffspezifische Halbwertzeiten.

3.3 Ammoniak als Luftschadstoff

3.3.1 Allgemeines

Der Ammoniak-Stoffwechsel von Pflanzen und Tieren hat im Prinzip stets zur Folge, dass sich NH_3 -Partialdrücke in den Organismen oder einzelnen Organen ausbilden können, die oft größer sind als in der sie umgebenden Atmosphäre. Sie werden dann zu Quellen für Ammoniak-Emissionen. Auch der Dampfdruck über NH_3 -haltigen N-Düngern führt zu Emissionen, ebenso die Zersetzung von Eiweißen, gleich welcher Herkunft (bakterieller Eiweiß- und Aminosäureabbau). Die Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft betragen etwa 660 Gg a^{-1} , d. h. über 90% der Gesamtemission (absolute Angaben stark schwankend).

Ammoniak ist ein hochreaktives Gas. Es verändert das normalerweise saure Milieu der Atmosphäre lokal und regional und beeinflusst das Depositionsverhalten von atmosphärischen Säuren (SO_2 , HNO_3). Außerdem wirkt es katalytisch bei der SO_2 -Oxidation. Auf terrestrische und aquatische Systeme übt es in unmittelbarer Nähe der Quelle akute Wirkungen aus. Auf (entfernte) oligotrophe Systeme wirkt Ammoniak chronisch als unerwünschter luftgetragener Dünger. Der korrosive Einfluss bei der Schädigung von Werkstoffoberflächen, insbesondere von Steinen, wird zumindest teilweise einer durch Düngung angeregten mikrobiellen Tätigkeit zugeordnet. Ammoniumverbindungen, die bei der atmosphärischen Umwandlung von NH_3 entstehen und die dann oft in kleinen, zum atmosphärischen Ferntransport befähigten Partikeln vorliegen, kommt dabei die gleiche Wirkung zu.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 13 -

Durch vermehrte Stickstoffeinträge wird das Potential natürlicher und naturnaher Ökosysteme zur Bildung von unerwünschtem Lachgas (N₂O) merklich erhöht. Auch aus luftgetragenen Stickstoffspezies resultieren bereits Beeinträchtigungen der Grundwasserqualität nach Sickerwasserbildung unter Wäldern.

Die chronische Einwirkung auf oligotrophe Systeme führt zu Veränderungen ihres Stoffhaushaltes und ihrer Struktur. Insbesondere führen Veränderungen der Krautschicht in Wäldern zu Änderungen des Wasserhaushaltes, in der Regel zu einer Verringerung der Grundwasserneubildungsrate. Dies könnte in von der Grundwasserproduktion abhängigen Trinkwasserversorgungssystemen zu einer Veränderung der Trinkwasserverfügbarkeit führen.

3.3.2 Auswirkungen von Ammoniakemissionen

Bei sehr hohen Ammoniakkonzentrationen in der Luft können Blätter und Nadeln von Pflanzen direkt beschädigt werden. Solche Konzentrationen kommen nur in der unmittelbaren Umgebung von größeren Quellen zustande, d. h. in einem Abstand von 50 bis maximal 200 Metern.

Viel weit reichender sind die indirekten Auswirkungen von Ammoniak, nämlich der Beitrag von Ammoniak zur Überdüngung und Versauerung der Umwelt.

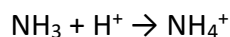
Überdüngung

Aus der Untersuchung über Versauerung hat sich ergeben, dass die Auswirkungen von Ammoniak über die Überdüngung viel weit reichender sind als ursprünglich angenommen. Ammoniak ist eine Stickstoffverbindung. Eine hohe Ablagerung von Ammoniak wird dann auch zu einer starken zusätzlichen Stickstoffbelastung führen und somit zu einer Überdüngung. Von Natur aus ist Stickstoff der begrenzende Faktor in den meisten Ökosystemen. Die zusätzliche Stickstoffbelastung führt dann auch in erster Instanz zu einer Zunahme des Pflanzenwachstums, vor allem bei den oberirdischen Teilen. Das Wurzelsystem bleibt jedoch verhältnismäßig klein. Ein kleines Wurzelsystem muss dann relativ viel Wasser und Nährstoffe für einen Baum oder eine große Pflanze aufnehmen. Dadurch wird diese Pflanze empfindlicher für Trockenheit und Frost sein. Große Bäume mit kleinen Wurzeln sind außerdem weniger gegen starken Wind oder Sturm gefeit. Nach einer Weile entstehen überdies Mängel an Nährstoffen. Das schnelle oberirdische Wachstum fordert mehr davon, aber die kleineren Wurzeln können keine ausreichende Anfuhr gewährleisten. Dies führt zu Mangelscheinungen, und schließlich werden die Bäume und Pflanzen empfindlicher für Insekten und Schimmelinfectionen.

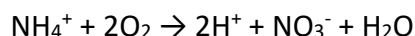
Außer den Folgen für individuelle Pflanzen und Bäume hat die erhöhte Anfuhr von Stickstoff in Form von Ammoniak auch einen Einfluss auf ganze Ökosysteme. Arten, die nährstoffarmen Umständen angepasst sind, werden durch Arten verdrängt, die gerade viel Stickstoff benötigen. Dadurch verändert sich dann die Artenzusammenstellung der Vegetation. Seltene Arten werden durch stärker verbreitete ersetzt. Der Naturwert des Ökosystems nimmt ab.

Versauerung

Ammoniak ist eine Base, die dennoch einen versauernden Effekt verursachen kann. Wenn Ammoniak in die Luft gelangt ist, verbreitet es sich in der Atmosphäre. Ammoniak ist eine Base und kann somit die in der Atmosphäre vorhandenen Säuren neutralisieren:



Dadurch wird die versauernde Wirkung dieser Stoffe zunichte gemacht, eine positive Wirkung somit. Dennoch kann Ammoniak durchaus auch einen Beitrag zur Versauerung des Bodens liefern. Wenn sie zum Boden zurückkehren, können Ammoniak und Ammonium über den Nitrifikationsprozess durch Bakterien in Nitrat umgewandelt werden:



Dabei wird Säure in Form von zwei Protonen freigesetzt. Insgesamt werden mehr Protonen freigesetzt, als in der Luft abgefangen werden, und zwar 1 Ammoniakproton und 1 Säureproton.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 14 -

Dies bedeutet nicht immer, dass der Boden unmittelbar saurer wird. Der Boden hat eine bestimmte Pufferkapazität, um die Säure abzufangen. Diese Pufferkapazität ist je nach Bodenart unterschiedlich. So haben kalkarme Sandböden eine geringe Pufferkapazität. Kalkreiche Böden haben eine viel größere Pufferkapazität und sind somit weniger empfindlich für Versauerung. Wenn die Pufferkapazität jedoch erschöpft ist, wird Versauerung auftreten und Nitrat aus dem Boden ausspülen.

Ob als Folge einer Ammoniakablagerung tatsächlich eine Versauerung auftritt, hängt somit vom Umfang der auftretenden Nitrifikation und vom Puffervermögen des Bodens ab. Ammoniak ist ein potentiell versauernder Stoff. Es kann zu einer Säurebildung führen, dies muss aber nicht unbedingt sofort erfolgen.

Auswirkungen auf das Grundwasser

Versauerung und Überdüngung beeinträchtigen durch ein Ausspülen von Nitrat, Aluminium und Schwermetallen auch die Qualität des Grundwassers.

Aus einer Untersuchung in 150 Wäldern auf armen Sandböden ergab sich, dass bereits in 20% der Fälle die Nitratnorm für Trinkwasser im Grundwasser überschritten war. Dieselbe Untersuchung zeigt, dass in 80% der Fälle die Trinkwassernorm für Aluminium überschritten war.

Auswirkungen auf Ökosysteme

Wie bereits erwähnt, haben Versauerung und Überdüngung in erster Instanz Auswirkungen auf die individuellen Pflanzen und Bäume. Die Folgen von Ammoniak sind aber auch in Wäldern, Heiden und anderen Ökosystemen spürbar. In Wäldern führt dies zum Wildwuchs von Unterholz. Schnellwachsende, stickstoffverträgliche Arten, wie Gräser, Brennnessel und Brombeersträucher, werden an Überhand gewinnen. Seltene Pflanzen und Flechten, die typisch für bestimmte Waldarten sind, verschwinden allmählich. Dadurch nimmt der Naturwert ab. In Heidegebieten führt dies zur Vergrasung. Die größte Ammoniakquelle ist tierischer Dung.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 15 -

3.4 Quantifizierung der Geruchsemissionen

Im Folgenden sind die jeweiligen Emissionsquellen aufgeführt, die im Rahmen der Ausbreitungsrechnung genutzt werden. In Klammern sind jeweils die Kürzel der Emissionsquellen aufgeführt.

Für die Berechnungen der Emissionen werden die spezifischen Erfahrungswerte / Emissionsfaktoren der Emissionsfaktoren- Übersicht Brandenburg, Stand Oktober 2022 genutzt.

Für das „Grüne Gewerbegebiet Hassleben“ sind verschiedene Anlagen geplant, die jedoch keine relevanten Geruchsemissionen verursachen, die zu Geruchswahrnehmungen führen würden. Aus aktueller Sicht lassen sich hier lediglich die Energieerzeugungsanlagen aktuell abschätzen, die leider immer noch mit einer Geruchsemission zu berücksichtigen sind, obwohl diese durch die Feinreinigung von Schwefel weder relevant, noch vom Hausbrand- und Kfz- Bereich abgrenzbar sind. Nachfolgend wird für diese möglichen Verbrennungsanlagen eine fiktive Sammelquelle berücksichtigt, die ebenfalls anteilig Emissionen aus der Abluftreinigung anderer Anlagentechnik beinhaltet.

Konkrete Betrachtungen sind im Rahmen der jeweiligen Genehmigungsverfahren nach Bau bzw. BImSchG erneut zu führen, da dies im Rahmen des aktuellen Angebots- B- Plan nun begrenzt möglich ist. Da jedoch im Rahmen der Gewerbegebietsflächen keine relevanten Geruchs- und Ammoniakemittenten zu erwarten sind, ist auch dann mit keinen nachteiligen Auswirkungen zu rechnen.

3.4.1 BHKW-Anlage- Abgasemissionen (E01)

Zukünftig soll mittels Verbrennungsmotorenanlagen (eine oder mehrere) der Eigenstrom innerhalb des Gewerbegebietes erzeugt werden. Zudem wird die hierbei anfallende Wärme für ein geplantes Nahwärmenetz der Ortslage bereitgestellt.

Die Quellhöhe der geplanten Anlage (eine oder mehrere BHKWs) wird konservativ mit einer Schornsteinbauhöhe von nur 10,0 m über Grund angenommen, was die Mindesthöhe nach TA Luft darstellt. Jede höhere Ausführung des Schornsteins führt durch die höhere Ableitung in die Atmosphäre zu einer größeren Verdünnung und damit niedrigeren Immissionswerten.

Überschlägig wird für eine oder mehrere BHKWs **in Summe** eine Feuerungswärmeleistung von ca. 3 MW unterstellt und hieraus die Abgasparameter für die Ausbreitungsrechnung bestimmt. Dies begründet sich damit, dass im Rahmen eines Angebots-B-Plans noch keine konkreten Planungen der detaillierten Verbrennungsanlagen wie BHKWs vorliegen. Aus dem Grund wird basierend auf einer max. Feuerungswärmeleistung von 3 MW der max. Abgasvolumenstrom (feucht) und die mögliche Quellgeometrie bestimmt (sogenannte fiktive, gemeinsame Quelle). Dabei wird der Wert des max. Abgasvolumenstroms (hier bestehend aus einem oder mehreren BHKWs/ Verbrennungsmotorenanlagen) großzügig aufgerundet und konservativ der Worst- Case mit dem dann resultierenden max. Geruchsmassenstrom gerechnet.

Auf Grund der Informationen aus dem Messprogramm Biogas würde ein Wert für einen Gas-Otto- Motor von 3.000 GE/m³ für die Ausbreitungsrechnung gefordert. Gutachterlich wird eingeschätzt, dass dieser Wert, **der mittlerweile mehr als 10 Jahre alt ist, nicht mehr fachgerecht ist.** Zum damaligen Zeitpunkt erfolgte keine umfassende Entschwefelung und die Stickoxidemissionen der Motoren waren deutlich höher. Beide Minderungen wirken sich positiv auf die Absenkung der Geruchsemissionen bzw. der Geruchsstoffkonzentration im Abgas der BHKWs aus, so dass der ältere Messwert mittlerweile nicht mehr zeitgemäß ist. Zusätzlich wird explizit darauf hingewiesen, dass das Abgas der BHKW- Kamine **nicht deutlich abgrenzbar** vom Hausbrand- und Fahrzeuggeruch ist und damit entsprechend GIRL bzw. nun Anhang 7 der TA Luft **nicht anzuwenden** wäre.

Auf Basis der Geruchsmessungen der Fa. BUB Braunschweiger Umwelt-Biotechnologie GmbH, zugelassene Messstelle für Geruch nach §29 b BImSchG wird gutachterlich ein Wert von 1.000 GE/m³ empfohlen, da die alten Werte nicht mehr fachgerecht sind (Messwerte lagen bei

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 16 -

530, 680 bzw. 1.000 GE/m³). Nach Rücksprache mit der zuständigen Fachbehörde wird die Nutzung des aktuellen Wertes jedoch negiert und auf die Erlasslage in Brandenburg und auf den entsprechend veralteten Faktor verwiesen, der nun hier weiterhin konservativ verwendet wird.

TABELLE 4: GERUCH ABGASKAMINE VERBRENNUNGSANLAGE E1 - SOLL-ZUSTAND

Quelle	Bezeichnung	Geruchsstoffkonzentration	Abgasvolumenstrom, feucht	Geruchsstoffstrom	Quellhöhe
[-]	[-]	[GE m ⁻³]	[m ³ h ⁻¹]	[GE s ⁻¹]	[m]
E1	Abgaskamine Verbrennung (fiktive gemeinsame Quelle einer o. mehrerer Anlagen)	3.000	5.400	4.500,0	10,0

Der/die Abluftkamin/e besitzen sowohl durch die Thermik (heißes Abgas) als auch durch die Abluftgeschwindigkeit eine nicht zu vernachlässigende Abgasfahnenüberhöhung. Diese wurde im Programm durch Angabe der Temperatur, der Geschwindigkeit sowie des Durchmessers berücksichtigt (siehe Eingabe- Files), die auf Basis **einer fiktiven gemeinsamen Quelle ermittelt** wurden.

Für die mögliche RTO im Sinne der Abgasreinigung innerhalb der Biogasaufbereitung sind keine Geruchsemissionen anzusetzen. Dies begründet sich mit der Einhaltung des Punkt 5.2.8 der TA Luft.

- Verbrennung mit mehr als 800°C, hier typische Temperaturen > 1.000 C,
- Ableitung nach TA Luft Nr. 5.5 bei mind. 10 m über Grund (die Schornsteinhöhenberechnung wird Bestandteil des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG, wenn auf Basis der Forderungen der Nr. 5.5 und dem Luftschadstoff Stickoxide unter den dann gegebenen Rahmenbedingungen der Gebäudehöhen und der vorgelagerten Strömungshindernisse eine höhere Ableitung zu fordern ist, wird dies umgesetzt),
- somit keine Berücksichtigung der RTO für Geruch.

3.4.2 Zeitabhängige Geruchsemissionen

Die Ausbreitungsrechnung wird mit einer Ausbreitungsklassenzeitreihe durchgeführt. Dies gäbe die Möglichkeit, im Gegensatz zur Nutzung einer Ausbreitungsklassenstatistik, zeitabhängige Emissionen zu berücksichtigen.

Im vorliegenden Fall wurde keine Zeitreihe für den nicht 100%igen Volllastbetrieb der Anlagen erstellt, sondern eine ganzjährige 100%ige Betriebsweise unterstellt.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 17 -

3.5 Ammoniak- und Stickoxidemissionen

3.5.1 Quantifizierung der Ammoniakemissionen

Durch die erforderliche Abgasreinigung von Verbrennungsanlagen nach 44. BImSchV mittels Ad-Blue-Einspritzung können Ammoniakemissionen resultieren, für die ein Grenzwert von 30 mg/m³ einzuhalten ist. Die entsprechenden Emissionen sind nachfolgend dargestellt, wobei auch diese Emissionen mit dynamischer/ thermischer Überhöhung in mind. 10 m Höhe freigesetzt werden.

TABELLE 5: AMMONIAK ABGASKAMIN VERBRENNUNGSANLAGE E1 - SOLL-ZUSTAND

Quelle	Bezeichnung	spezifische NH ₃ -Emission	Abgasvolumenstrom, trocken	NH ₃ -Massenstrom	Quellhöhe
[-]	[-]	[mg s ⁻¹ m ⁻²]	[m ³ h ⁻¹]	[g s ⁻¹]	[m]
E1	Abgaskamine Verbrennung (fiktive gemeinsame Quelle einer o. mehrerer Anlagen)	30	4.800	0,04000	10,0

Weitere ammoniakemittierende Anlagenteile sind nicht zu erwarten. Sollten diese dennoch kommen, sind im Rahmen des jeweiligen Genehmigungsverfahrens die entsprechenden Nachweise zu führen, dass keine nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter resultieren.

Aus einer RTO- Anlage resultieren keine Ammoniakemissionen, weshalb diese nur nachfolgend unter dem Aspekt der Stickoxidemissionen aufsummiert wird.

Auch hier wird eine fiktive gemeinsame Quelle modelliert, da die konkreten einzelnen Abgasparameter noch nicht bekannt sind. Es wird diesbezüglich der Abgasvolumenstrom (trocken) für den ungünstigsten (höchsten) Fall angenommen, der für die Verbrennung von Biogas zutreffen kann.

3.5.2 Quantifizierung der Stickoxidemissionen

Für die Verbrennungsanlagen nach 44. BImSchV wird der Grenzwert von 100 mg/Nm³, angegeben als NO₂, berücksichtigt. Gleichfalls werden nachfolgend entsprechende Emissionen vorausschauend berücksichtigt, die sich z.B. aus einer Abgasreinigungseinrichtung (Bereich Biogasaufbereitung/ RTO) ergeben könnten. Entsprechend der Vorgabe der Nr. 5.5.5.2 TA Luft ist von einer 60%igen Umwandlung von NO zu NO₂ auszugehen. Die jeweiligen Verhältnisse von NO zu NO₂ betragen in der Regel 90 zu 10.

Zunächst werden die Emissionsmassenströme als Produkt der Emissionswerte und der Abgasvolumenströme (Norm, trocken) ermittelt. Danach erfolgt eine Umrechnung auf die Anteile NO und NO₂ sowie die Rückrechnung des Anteils NO auf die geringere molare Masse von NO ggü. NO₂ (30,01 g/mol/46,01 g/mol).

TABELLE 6: NOX ABGASKAMINE VERBRENNUNGSANLAGE+RTO E1 - SOLL-ZUSTAND

Schadstoff	Emissionswert	Abgas-Volumenstrom (Norm, trocken)	Emissionsmassenstrom	Emissionsmassenstrom
[-]	[mg m ⁻³]	[Nm ³ h ⁻¹]	Q [kg h ⁻¹]	Q [g s ⁻¹]
Stickstoffoxide, angegeben als NO ₂	100	5.500	0,5500	--
Anteil NO ₂	10%		0,05500	0,01528
Anteil NO (90%)	90% (inkl. Umrechnung von NO ₂ -Masse auf NO)		0,32286	0,08968

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 18 -

Wenn man den oben ermittelten Emissionsmassenstrom für Stickoxide mit 0,55 kg/h näher betrachtet, stellt man fest, dass selbst bei der konservativen Annahme dieser Emissionen eine sehr, sehr deutliche Unterschreitung des Bagatellmassenstroms der TA Luft von 15 kg/h gegeben ist und somit auf immissionsseitige Betrachtungen verzichtet werden könnte. In verschiedenen Ausbreitungsrechnungen wurde bereits ausführlich dargestellt, dass die Stickstoffeinträge aus den NOx- Emissionen mehr als irrelevant sind. Dennoch erfolgt hier eine Berücksichtigung, um den formellen Ansprüchen zu genügen.

Auch hier wird eine fiktive gemeinsame Quelle modelliert, da die konkreten einzelnen Abgasparameter noch nicht bekannt sind. Es wird diesbezüglich der Abgasvolumenstrom (trocken) für den ungünstigsten (höchsten) Fall angenommen, der für die Verbrennung von Biogas zutreffen kann.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 19 -

4 Methodik der Ausbreitungsrechnung nach Anhang 2 der TA Luft

4.1 Allgemeines - Modell LASAT 3.4

Die Ausbreitungsrechnung entsprechend Anhang 2 der TA Luft ist als Zeitreihenrechnung über jeweils ein Jahr oder auf der Basis einer mehrjährigen Häufigkeitsverteilung von Ausbreitungssituationen nach dem im Anhang 2 der TA Luft beschriebenen Verfahren unter Verwendung des Partikelmodells der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 und unter Berücksichtigung weiterer Richtlinien durchzuführen. Das im Rahmen der vorliegenden Untersuchung genutzte Programm LASAT 3.4 erfüllt diese Bedingungen vollständig.

LASAT (Lagrange Simulation von Aerosol-Transport) ist ein Modell zur Berechnung der Ausbreitung von Spurenstoffen in der Atmosphäre, das in einem Computerprogramm realisiert ist. LASAT ist ein Episodenmodell, d. h. es berechnet den zeitlichen Verlauf der Stoffkonzentration in einem vorgegebenen Rechengebiet, wobei alle für die Ausbreitung wichtigen Größen als Zeitreihe vorgegeben werden. Bei der Ausbreitungsrechnung wird für eine Gruppe repräsentativer Stoffteilchen der Transport und die turbulente Diffusion durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert (Lagrange Simulation). Es werden folgende Vorgänge zeitabhängig simuliert:

- Transport durch den mittleren Wind,
- Dispersion in der Atmosphäre,
- Sedimentation schwerer Aerosole,
- Deposition am Erdboden,
- Auswaschen der Spurenstoffe durch Regen und nasse Deposition,
- Chemische Umwandlung erster Ordnung,
- Gamma- Submersion (Wolkenstrahlung) bei radioaktiven Stoffen,
- Parametrische Erfassung der Abgasfahnenüberhöhung.

Das Gelände kann eben oder gegliedert sein und Gebäude enthalten, deren Umströmung berücksichtigt wird. In ebenem Gelände werden die zeitabhängigen meteorologischen Größen durch ein ebenes Grenzschichtmodell beschrieben. Dieses greift auf einfache Parameter zur Charakterisierung der Wettersituation zurück, wie z.B. eine Klassierung nach TA Luft oder KTA, oder es wird direkt über die Monin- Obukhov- Länge und die Mischungsschichthöhe parametrisiert. Darüber hinaus können aber auch Vertikalprofile, wie sie von SODAR- Geräten zur Verfügung gestellt werden, oder Messreihen eines Ultraschall- Anemometers verarbeitet werden. Für komplexes Gelände ist im meteorologischen Präprozessor ein diagnostisches Windfeldmodell integriert, das für indifferente und stabile Schichtung einsetzbar ist. Das diagnostische Windfeldmodell kann auch die Umströmung von Gebäuden berechnen und dabei die im Lee auftretende Rezirkulation und die erhöhte Turbulenz modellieren. Gebäude dürfen auch im gegliederten Gelände stehen. Dreidimensionale Wind- und Turbulenzfelder können auch explizit vorgegeben werden.

Das vorliegende Modell hat seinen Ursprung in den Forschungsmodellen LASAT-A und LASAT-C, die ursprünglich bei der Dornier GmbH entwickelt (Janicke 1983, 1985, 1987-A) und dort in einer Reihe von Forschungsvorhaben (Axenfeld und Janicke 1984; Janicke und Axenfeld, 1988; Tully et al., 1985) eingesetzt worden sind. Der Modell Algorithmus wurde inzwischen jedoch verallgemeinert und das Programm neu konzipiert und in der Programmiersprache ANSI-C neu geschrieben. Für einige der Leistungsmerkmale (z.B. Anzahl zulässiger Emissionsquellen) sind Maximalwerte angegeben. Diese können häufig auch überschritten werden. Ob das möglich ist, hängt von der verwendeten Rechnerkonfiguration und der Kombination von Leistungsmerkmalen ab und muss im Einzelfall geprüft werden.

Mit LASAT 3.4 können Ausbreitungsrechnungen konform zu AUSTAL (und damit zum Anhang 2 der TA Luft) durchgeführt werden. Beide Programme sind gemäß VDI 3945/3 entwickelt und verifiziert und verwenden identische Grenzschichtmodelle und Windfeldmodelle. Dies ist im Referenzbuch von LASAT beschrieben. In Abschnitt 6 des Referenzbuches wird aufgeführt, wie die

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 20 -

Parameter für eine AUSTAL-konforme Rechnung zu setzen sind. Die mitgelieferten Beispiele enthalten LASAT- Nachrechnungen verschiedener Beispiele der AUSTAL-Distribution mit **identischen** Ergebnissen.

Die pdf- Version des Referenzbuches kann sehr gern an die betreffende Behörde weitergeleitet werden. Die zuständige Behörde kann vom Ing.-Büro Janicke ebenfalls eine kostenfreie Demo-Version anfordern, mit der die Beispiele (insbesondere zu AUSTAL) nachgerechnet werden können.

4.2 Festlegung der Emissionen

Die Emissionen wurden bereits quantifiziert. Es ergibt sich folgende Herangehensweise:

- Emissionsquellen sind die festzulegenden Stellen des Übertritts von Luftverunreinigungen aus der Anlage in die Atmosphäre. Dies entspricht den bereits angegebenen Quellhöhen.
- „Bei zeitlichen Schwankungen der Emissionsparameter, z. B. bei Chargenbetrieb, sind diese als Zeitreihe anzugeben.“ Für den Betrieb der Biogasanlage wurden verschiedene Emissionen zeitlich nicht konstant berücksichtigt, was an entsprechender Stelle ausführlich erläutert wurde.
- Hinsichtlich der Windgeschwindigkeiten werden die in der Ausbreitungsklassenzeitreihe genutzten Vorgaben berücksichtigt.

4.3 Ausbreitungsrechnung für Gase

Bei Gasen (hier Geruch), für die keine Immissionswerte für Deposition festgelegt sind, ist die Ausbreitungsrechnung ohne Berücksichtigung von Deposition durchzuführen.

Für Ammoniak wurde die Depositionsgeschwindigkeit von 1,5 cm/s nach VDI 3782 Blatt 5 verwendet (hier für Grasfläche als Mittel zwischen vorwiegend Ackerflächen sowie Waldanteil). Da im Rechengebiet nicht überwiegend Wald und/oder Wiesen/Grasflächen gegeben sind, wurde als gutachterliches Mittel der Wert für eine Graslandschaft als Depositionsgeschwindigkeit für Ammoniak genutzt. Diese Herangehensweise entspricht der überwiegenden Fachmeinung in Deutschland, da der innerhalb der neuen TA Luft dargestellte Wert von 1,0 cm/s nicht fachgerecht ist und den wissenschaftlichen Erkenntnissen widerspricht.

Für NO₂ und NO wurden die 0,3 cm/s bzw. 0,04 cm/s berücksichtigt.

4.4 Ausbreitungsrechnung für Stäube

Eine Ausbreitungsrechnung für Stäube ist nicht Gegenstand vorliegender Unterlagen.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 21 -

4.5 Bodenrauigkeit

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist entsprechend der nachfolgenden Tabelle aus dem Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) zu bestimmen.

TABELLE 7: MITTLERE RAUIGKEITSLÄNGE IN ABHÄNGIGKEIT VON DER LANDBEDECKUNG

z_0	Klasse (LBM-DE)
[m]	[-]
0,01	Strände, Dünen und Sandflächen; Wasserflächen
0,02	Flächen mit spärlicher Vegetation; Salzwiesen; in der Gezeitenzone liegende Flächen; Gewässerläufe; Mündungsgebiete
0,05	Abbauf Flächen; Sport- und Freizeitanlagen; Deponien und Abraumhal-den; Gletscher und Dauerschneegebiete; Lagunen
0,10	Flughäfen; nicht bewässertes Ackerland; Wiesen und Weiden; Brand-flächen; Sümpfe; Torfmoore; Meere und Ozeane
0,20	Straßen, Eisenbahn; städtische Grünflächen; natürliches Grünland; Weinbauflächen; Heiden und Moorheiden; Felsflächen ohne Vegeta-tion
0,50	Hafengebiete; Obst- und Beerenobstbestände; Wald-Strauch-Über-gangsstadien
1,00	nicht durchgängig städtische Prägung; Industrie- und Gewerbeflä-chen; Baustellen
1,50	Nadelwälder; Mischwälder
2,00	durchgängig städtische Prägung; Laubwälder

Die Rauigkeitslänge ist für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein festzulegen, dessen Ra-dius das 15fache der Bauhöhe des Schornsteins/ der Emissionsquellhöhe, mind. aber 150 m, be-trägt. Die höchsten Quellen sind im vorliegenden Fall die Kamine der neuen BHKW mit 20 m über Grund. Deshalb muss ein Radius von 300 m um die betrachtete Anlage berücksichtigt werden. Im Umfeld der vorhandenen Biogasanlage befinden sich durchgehend folgende Nutzungen:

- 75% nicht bewässertes Ackerland; Wiesen und Weiden (0,10) und
- 25% nicht durchgängig städtische Prägung; Industrie- und Gewerbeflächen (1,00)

Aus diesem Grund wird eine mittlere Rauigkeitslänge von $z_0 = 0,2$ verwendet (arithmetisches Mit-tel wäre 0,325).

4.6 Effektive Quellhöhe

Die effektive Quellhöhe ist gemäß Richtlinie VDI 3782 Blatt 3 zu bestimmen. Der emittierte Wär-mestrom M in MW wird nach folgender Formel berechnet:

$$M = 1,36 \cdot 10^{-3} \cdot R' \cdot (T - 283,15 \text{ K})$$

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 22 -

Hierbei ist M der Wärmestrom in MW (Megawatt), R' der Volumenstrom des Abgases (feucht) im Normzustand in m³/s (Kubikmeter pro Sekunde) und T die Abgastemperatur in K (Kelvin). Im vorliegenden Fall ist dies für die fiktive Quelle der Verbrennungsanlage relevant.

4.7 Rechengebiet und Aufpunkte

In der nachfolgenden Tabelle sind die Forderungen der TA Luft mit den genutzten Parametern gegenübergestellt.

TABELLE 8: RECHENGEBIET UND AUFPUNKTE

Forderung TA Luft	für die Ausbreitungsrechnung genutzte Parameter
Das Rechengebiet für eine einzelne Emissionsquelle ist das Innere eines Kreises um den Ort der Quelle, dessen Radius das 50fache der Schornsteinbauhöhe ist. Tragen mehrere Quellen zur Zusatzbelastung bei, dann besteht das Rechengebiet aus der Vereinigung der Rechengebiete der einzelnen Quellen. Bei besonderen Geländebedingungen kann es erforderlich sein, das Rechengebiet größer zu wählen.	Für das Gewerbegebiet wurde eine maximale Quellhöhe von 10 m bestimmt (Höhe neue Kamine Verbrennungsanlage), so dass ein Rechengebiet mit einem Radius von mind. 500 m zu berücksichtigen wäre. Im Sinne der TA Luft wird der Radius von mind. 1.000 m für die Berechnung genutzt (hier 2.000 m).
Das Raster zur Berechnung von Konzentration und Deposition 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 10fache der Schornsteinbauhöhe kann die horizontale Maschenweite proportional größer gewählt werden.	Die maximale Schornsteinhöhe (gefassten Quellen) beträgt 10 m, so dass mit einem Raster von max. 10 m gerechnet werden müsste. Es wurde als kleinstes Raster 12,5 x 12,5 m gewählt, da keine Gebäudeumströmung gerechnet wird. Es erfolgt die Eingabe einer weiteren Netzsachtelung mit den Größen 25x25; 50x50, 100x100 und 200x200 m. Der Faktor 2 zwischen den Netzen ist vom Programm LASAT vorgeschrieben. Um den Rechenaufwand zu verringern, wird nur das größte Raster über das gesamte Rechengebiet von ca. 48,8 km ² verwendet. Je kleiner die Maschenweite wird, desto kleiner wird auch das Rechengebiet (nach den Vorgaben des Programms LASAT) gewählt.
Die Konzentration an den Aufpunkten ist als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe über dem Erdboden zu berechnen und ist damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur. Die so für ein Volumen oder eine Fläche des Rechengitters berechneten Mittelwerte gelten als Punktwerte für die darin enthaltenen Aufpunkte.	Diese Forderung wird im Rahmen der Ergebnisdarstellung berücksichtigt, d. h. dass die ermittelten Immissionsbeiträge eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur besitzen.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 23 -

4.8 Meteorologische Daten

Meteorologische Daten sind als Stundenmittel anzugeben, wobei die Windgeschwindigkeit vektoriell zu mitteln ist. Die verwendeten Werte sollen für den Standort der Anlage charakteristisch sein. Liegen keine Messungen am Standort der Anlage vor, sind Daten einer geeigneten Station des Deutschen Wetterdienstes (DWD) oder einer anderen entsprechend ausgerüsteten Station zu verwenden. Die Übertragbarkeit dieser Daten auf den Standort der Anlage ist zu prüfen. Messlücken, die nicht mehr als 2 Stundenwerte umfassen, können durch Interpolation geschlossen werden. Die Verfügbarkeit der Daten soll mindestens 90 vom Hundert der Jahresstunden betragen.

Es wird auf die Daten der Wetterstation Feldberg (Mecklenburg) mit dem nun aktuell ermittelten repräsentativen Zeitraum 2016/2017 (ermittelt durch die IFU GmbH, Frankenberg) zurückgegriffen. In der folgenden Abbildung ist die verwendete Windrichtungsverteilung dargestellt.

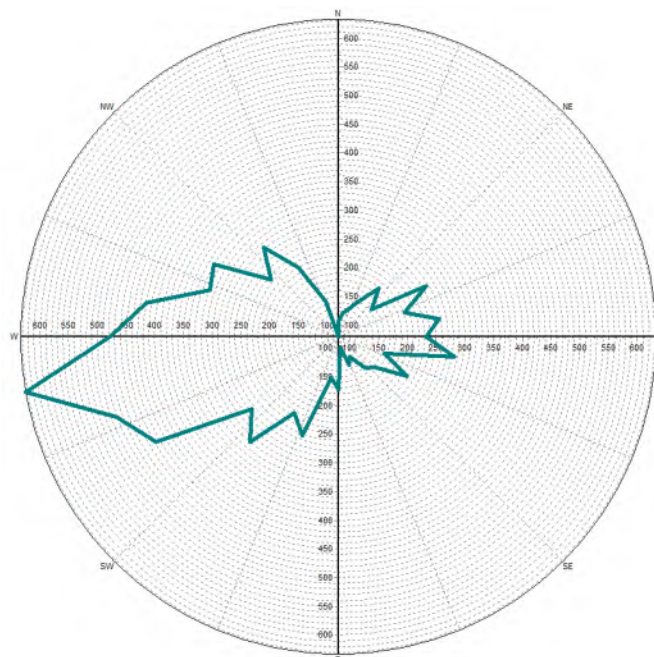


ABBILDUNG 1: WINDVERTEILUNG STATION FELDBERG 2016/2017

TABELLE 9: ZUSAMMENFASSUNG METEOROLOGISCHER DATEN

Beschreibung	Angaben laut DPR
Wetterstation	Feldberg, Mecklenburg
repräsentativer Zeitraum	25.04.2016 bis 24.04.2017
Standort Ersatzanemometerpunkt (UTM- Koordinaten, Zone 33)	33 409 550 58 99 650

4.9 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Die mit dem hier beschriebenen Verfahren berechneten Immissionskenngrößen besitzen auf Grund der statistischen Natur des in der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 angegebenen Verfahrens eine statistische Unsicherheit. Es ist darauf zu achten, dass die modellbedingte statistische Unsicherheit, berechnet als statistische Streuung des berechneten Wertes, beim Jahres-Immissionskennwert 3 vom Hundert des Jahres-Immissionswertes und beim Tages-Immissionskennwert 30 vom Hundert des Tages-Immissionswertes nicht überschreitet. Gegebenenfalls ist die statistische Unsicherheit durch eine Erhöhung der Partikelzahl zu reduzieren.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 24 -

Liegen die Beurteilungspunkte an den Orten der maximalen Zusatzbelastung, braucht die statistische Unsicherheit nicht gesondert berücksichtigt zu werden. Andernfalls sind die berechneten Jahres-, Tages- und Stunden-Immissionskennwerte um die jeweilige statistische Unsicherheit zu erhöhen. Die relative statistische Unsicherheit des Stunden-Immissionskennwertes ist dabei der relativen statistischen Unsicherheit des Tages-Immissionskennwertes gleichzusetzen. Diese Forderungen werden im Rahmen der Berechnungen mit AUSTAL überprüft und nicht gesondert als Ergebnisausdruck den vorliegenden Unterlagen beigelegt.

Bei allen bisherigen Rechnungen lag die statistische Unsicherheit weit unter der möglichen Fehlerbreite. Dies ist dadurch begründet, dass mit dem Programm AUSTAL mit einer sehr hohen Qualitätsstufe gerechnet wird. Diese entspricht der Qualitätsstufe von mind. 1 des Programms AUSTAL. Im Gegenzug bedeutet dies natürlich einen wesentlichen höheren Rechenaufwand, der jedoch in Kauf genommen wird.

4.10 Berücksichtigung von Bebauung

Einflüsse von Bebauung auf die Immissionen im Rechengebiet sind zu berücksichtigen, wenn folgende Kriterien zutreffen. Beträgt die Schornsteinbauhöhe mehr als das 1,2fache der Gebäudehöhen oder haben Gebäude, für die diese Bedingung nicht erfüllt ist, einen Abstand von mehr als dem 6fachen ihrer Höhe von der Emissionsquelle, kann in der Regel folgendermaßen verfahren werden:

- a) Beträgt die Schornsteinbauhöhe mehr als das 1,7fache der Gebäudehöhen, ist die Berücksichtigung der Bebauung durch Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe ausreichend.
- b) Beträgt die Schornsteinbauhöhe weniger als das 1,7fache der Gebäudehöhen und ist eine freie Abströmung gewährleistet, können die Einflüsse mit Hilfe eines diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung berücksichtigt werden. Bis zur Einführung einer geeigneten VDI-Richtlinie sind Windfeldmodelle zu verwenden, deren Eignung der zuständigen obersten Landesbehörde nachgewiesen wurde.

In LASAT wurden keine baulichen Anlagen und Gebäude im unmittelbaren Anlagengelände berücksichtigt.

4.11 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Unebenheiten des Geländes sind in der Regel nur zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1: 20 auftreten. Die Steigung ist dabei aus der Höhendifferenz über eine Strecke zu bestimmen, die dem 2fachen der Schornsteinbauhöhe entspricht.

Es erfolgt eine Berücksichtigung von Geländeunebenheiten, da Höhendifferenzen zum maßgeblichen Immissionsort bzw. im Rechengebiet vorliegen.

4.12 Verwendung einer Häufigkeitsverteilung Wetterdaten

Es wird eine von der Firma IFU GmbH Frankenberg übergebene Ausbreitungsklassenzeitreihe der Wetterstation Feldberg mit dem repräsentativen Zeitraum 2016/2017 genutzt (siehe auch Abschnitt 4.8).

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 25 -

5 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung

Im Rahmen der Ausbreitungsrechnung wurden folgende Rechengänge durchgeführt:

- ⇒ Zusatzbelastung Soll- Zustand: Zusatzbelastung aus Gewerbegebiet (Geruch/ NH₃)
- ⇒ Zusatzbelastung Soll- Zustand: Zusatzbelastung aus Gewerbegebiet (NO_x)

Für diese Emissionssituationen wurde eine Berechnung mittels LASAT für die Luftschadstoffe Geruch und Ammoniak (bzw. Stickoxide) durchgeführt. Die graphischen Ergebnisse sind im Anhang zum vorliegenden Dokument eingefügt. In der nachfolgenden Tabelle sind die ermittelten Immissionsbeiträge zusammengestellt, wobei ein Gewichtungsfaktor von 1,0 berücksichtigt wurde.

5.1 Ergebnisse Geruch

In der folgenden Tabelle sind die jeweiligen Ergebnisse der verschiedenen Rechengänge aus dem Raster 100 x 100 m und 12,5 x 12,5 m dargestellt (Raster sind homogen, also Abweichungen in benachbarten Zellen max. 0,04, hier Abweichungen max. 0,00). Entsprechend Anhand der TA Luft wäre eine Beurteilungsfläche von 250 x 250 m ausreichend, was dazu führen würde, dass die geringen Geruchsemissionen immissionsseitig „weggemittelt“ würden. Aus dem Grund erfolgt die Darstellung der Geruchsemissionen neben dem großen Raster von 100 x 100 m auch im kleineren Raster 12,5 x 12,5 m. Innerhalb dieses Rasters ist die Ausbreitungssituation mit Haupt- und Nebenwindrichtung deutlich ersichtlich.

Hierbei aber der Hinweis, dass die Emissionen als gefasste Emissionen mit mind. 10 m Höhe über Grund und thermischer/ dynamischer Überhöhung freigesetzt werden und damit nicht dem typischen Ergebnisbild von bodennahen diffusen Emissionen entsprechen.

TABELLE 10: ERMITTELTE IMMISSIONSBEITRÄGE GERUCH

Nr.	Beschreibung	Soll ZB	Irrelevanz
[-]	[-]	[x100%]	[x100%]
IO1-4; IO7-9	Raster 12,5 x 12,5 m	0,00	0,02
IO5 und IO6	Raster 12,5 x 12,5 m	0,01	0,02
IO1-9	Raster 100 x 100 m	0,00	0,02

Die Kenngröße der Zusatzbelastung für Geruch beträgt an allen Aufpunkten mit Immissionsortcharakter im gesamten Rechengebiet max. 1% (0,01) der Jahresstunden und ist damit irrelevant.

Geruchsemissionen aus Verbrennungsanlagen, die mit entsprechender Höhe über Grund unter Nutzung von Thermik und Dynamik emittiert werden, führen bodennah zu keiner relevanten Zusatzbelastung an den Immissionsorten.

Dabei erfolgt der Hinweis, dass nach Rücksprache mit der zuständigen Fachbehörde ein deutlich höherer Emissionsfaktor von 3.000 GE/m³ verwendet wurde, obwohl durch die mittlerweile standardmäßige Biogasreinigung (vollständige Entschwefelung) deutlicher kleinere Werte durch Messungen belegt sind und max. 1.000 GE/m³ zu unterstellen wären. Die fehlende Abgrenzbarkeit im Sinne der GIRL bzw. des entsprechenden Anhangs der TA Luft wird ebenfalls nochmals betont, so dass immissionsseitig keinerlei Geruch durch die Anwohnerschaft von Hassleben wahrnehmbar sein wird.

Die Fläche der höchsten Zusatzbelastung beträgt 8% (0,08) der Jahresstunden und basiert auf dem viel hohen Emissionsfaktor. Das entsprechende Raster liegt unmittelbar östlich/ nordöstlich im Bereich von landwirtschaftlicher Nutzfläche bzw. dem alten Bahngleis. Schutzwürdige Nutzungen sind in diesem Bereich nicht vorhanden. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 26 -

BImSchG ist zu prüfen, ob anhand der konkreten Leistung der geplanten Anlagentechnik und der dann konkreten Emissionen in Verbindung mit der Ermittlung der Schornsteinbauhöhe der Vorsorgewert von 6% (0,06) der Jahresstunden auf der Fläche der max. Zusatzbelastung erreicht wird.

Gutachterlich wird auch für diese Fläche prognostiziert, dass keinerlei Geruchswahrnehmung gegeben sein wird, da der verwendeten Emissionsfaktor für eine moderne Verbrennungsmotorenanlage deutlich zu hoch ist.

5.2 Ergebnisse Ammoniak

Hohe Schadstoffkonzentrationen können direkt pflanzentoxisch wirken, insbesondere gasförmig vorliegender Ammoniak. Die Toxizität ist jedoch von der Einwirkdauer abhängig. Daher sind nachfolgend Belastungsgrenzwerte für Konzentrationen angegeben (critical levels), die für verschiedene Zeiträume definiert sind [Stroh 2004]. Bei Einhaltung dieser Werte werden 95% der Pflanzenarten mit einer Sicherheit von 95% vor direkten Schäden durch Ammoniak geschützt. Dagegen können stickstoffliebende Arten Ammoniak für ihr Wachstum nutzen und werden erst bei höheren Konzentrationen akut geschädigt. Daher liegt z.B. der Wert zum Schutz landwirtschaftlicher Kulturen mit $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittel) bzw. $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24-h-Wert) deutlich höher [TA Luft, LAI 2010].

Diese Werte sollen den Sicherheitsbereich verdeutlichen, der bei der Irrelevanzgrenze von $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingebaut ist, um Schäden auszuschließen. Dies sollte bei der Bewertung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

TABELLE 11: CRITICAL LEVEL AMMONIAK IN ABHÄNGIGKEIT VON DER EINWIRKDAUER

Dauer der Einwirkung	Critical Level NH_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1 Stunde	3300
1 Tag	270
1 Monat	23
1 Jahr	8

Vorliegend sind ausschließlich innerhalb des Gewerbegebietes selbst geringfügige Konzentrationen von $1\text{-}2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt worden. Bereits an den Außengrenzen des geplanten Gewerbegebietes liegen Konzentrationen von weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vor, so dass weiterführende Betrachtungen entfallen können und auf den Umweltbericht des B-Plans verwiesen wird.

Die graphische Darstellung des Ergebnisses für Ammoniak an den nächstgelegenen Biotopen und schützenswerten Bereichen der Natur kann dem Anhang entnommen werden.

5.3 Ergebnisse Stickstoffdeposition

Der Eintrag von Stickstoff in Ökosysteme hat weniger eine direkte toxische Wirkung, sondern er kann durch das damit erhöhte Nährstoffangebot einseitig das Wachstum nitrophiler Arten fördern und damit u. a. zu gravierenden Veränderungen in der Artenzusammensetzung führen. Das geht meist mit der Verdrängung konkurrenzschwacher und nährstoffärmerer Standorte bevorzugender Arten einher. Diese Eutrophierung kann in Schutzgebieten zur Beeinträchtigung wertgebender Arten und zur Verschlechterung des Erhaltungszustandes führen. Der Wissenstand, die Methodik und die Interpretation der Stickstoffeinträge sind momentan noch nicht eindeutig gesetzlich geregelt und es gibt verschiedene Gerichtsurteile und länderspezifische Auslegungen.

Stickstoffeinträge, resultierend aus den Emissionen an Ammoniak und Stickoxiden, sind auf Grund der Ableitung über Kamin vorwiegend in östliche (Hauptwindrichtung) und westliche Richtung zu prognostizieren. Dabei sind Werte von $1\text{-}2 \text{ kg}/\text{ha a}$ (hellblaue Raster in angefügter Kartendarstellung) ausschließlich im östlichen Anlagengelände selbst sowie in bis zu ca. 100 m Entfernung östlich der Baugrenze auszuweisen.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 27 -

Im Bereich aller ausgewiesenen Biotope im Untersuchungsgebiet liegt der zu erwartende Stickstoffeintrag sehr, sehr deutlich unter 5 kg/ha a. Die Isoplethe für eine vorhabenbezogene Zusatzbelastung (hier Gesamtzusatzbelastung) von 0,3 kg/ha a (grüne Linie) liegt weit entfernt von FFH-Gebieten, die westlich an das Untersuchungsgebiet angrenzen. Lediglich östlich und westlich sind Bereiche mit mehr als 0,3 kg/ha a vorhanden. Dabei werden 2 Biotope östlich/südöstlich tangiert, wo die Zusatzbelastung, dem Gewerbegebiet zugewandten Bereich, bei 0,3-0,6 kg/ha a liegt.

Auch die Auswirkungen durch die Stickstoffeinträge können als irrelevant bezeichnet werden, so dass weitere Ausführungen entfallen können und auf den Umweltbericht des B-Plans verwiesen wird.

Die graphische Darstellung des Ergebnisses für Ammoniak an den nächstgelegenen Biotopen und schützenswerten Bereichen der Natur kann dem Anhang entnommen werden.

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 28 -

5.4 Bewertung/ Fehlerbetrachtung der Ergebnisse der Immissionsprognose

Nachfolgend wird eine kurze Bewertung inkl. Fehlerbetrachtung des Ergebnisses gegeben, um die berechneten Immissionswerte besser einordnen zu können.

1. Die Zusatzbelastung Geruch aus dem „Grünen Gewerbegebiet Hassleben“ wurde auf Basis der Unterstellung von unrealistisch hohen und nicht abgrenzbaren Gerüchen aus Verbrennungsanlagen als an dem maßgeblichen Immissionsorten als irrelevant ermittelt (max. 1% (0,01) der Jahresstunden). Gerüche aus Abgasreinigungen wie der RTO einer Biogasaufbereitung sind nicht zu berücksichtigen, da keine relevanten Geruchsemissionen entstehen.
2. Die berechneten Immissionswerte für Geruch basieren auf dem **Fluktuationsfaktor 4**. Dies bedeutet, dass die Geruchshäufigkeit auf eine Konzentration von $\frac{1}{4}$ einer Geruchseinheit, somit $0,25 \text{ GE/m}^3$ ausgewertet wird → es wird bereits eine Geruchsstunde gewertet, wenn der Wert von $0,25 \text{ GE/m}^3$ erreicht/ überschritten ist und nicht erst bei $1,0 \text{ GE/m}^3$.
3. Gutachterlich wird prognostiziert, dass entgegen der Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung durch den viel zu hohen Emissionsfaktor praktisch keinerlei Geruchsimmissionen aus der Anlagentechnik wahrnehmbar sein werden.
4. In Bezug auf Ammoniak ergeben sich ebenfalls nur irrelevante Zusatzbelastungen, die an der Baugrenze des Gewerbegebietes bereits bei weniger als $1 \mu\text{g/m}^3$ liegen.
5. Auch in Bezug auf die Stickstoffdeposition wird der Wert für die Gesamtzusatzbelastung von 5 kg N/ha a an den umliegenden Biotopen und $0,3 \text{ kg/ha a}$ in den FFH- Bereichen deutlich unterschritten.

ingenieure 
bau-anlagen-umwelttechnik

Chemnitz, 2024-01-31



.....
Dipl.-Ing. (FH) Denny Jonies, M. Sc.
Geschäftsführer/ Gutachter Luftschadstoffe
Ingenieure Bau- Anlagen- Umwelttechnik SHN GmbH

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 29 -

6 Anhang

6.0	siehe Unterlagen B-Plan sowie Ergebnisdarstellungen NH3/N	Standortkarten mit <ul style="list-style-type: none"> • Einordnung des Standortes und • Aussagen zum Naturschutz
	siehe Unterlagen B-Plan	Übersichtsplan <ul style="list-style-type: none"> • B-Plan- Gebiet/ Gewerbeflächen mit Baugrenzen
6.1	2 Seiten DIN A4	digitales Geländemodell als graphische Darstellung <ul style="list-style-type: none"> • Auflösung 100m- Raster/ Rechengebiet • Auflösung 12,5m- Raster/ Rechengebiet
6.2	3 Seiten DIN A4	Eingabe- Files LASAT für <ul style="list-style-type: none"> • Soll- Zustand Geruch und Ammoniak
6.3	2 Seiten DIN A4	graphische Darstellungen der Ergebnisse für den Soll- Zustand <ul style="list-style-type: none"> • Geruch (Zusatzbelastung Raster 100 x 100 m) • Geruch (Zusatzbelastung Raster 12,5 x 12,5 m)
6.4	2 Seiten DIN A3	graphische Darstellungen der Ergebnisse für den Soll- Zustand <ul style="list-style-type: none"> • Ammoniak (Zusatzbelastung) • Stickstoff (Zusatzbelastung)
6.5	1 Exemplar mit eigenständiger Gliederung	Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 30 -

6.1 Anlage 1 - digitales Geländemodell

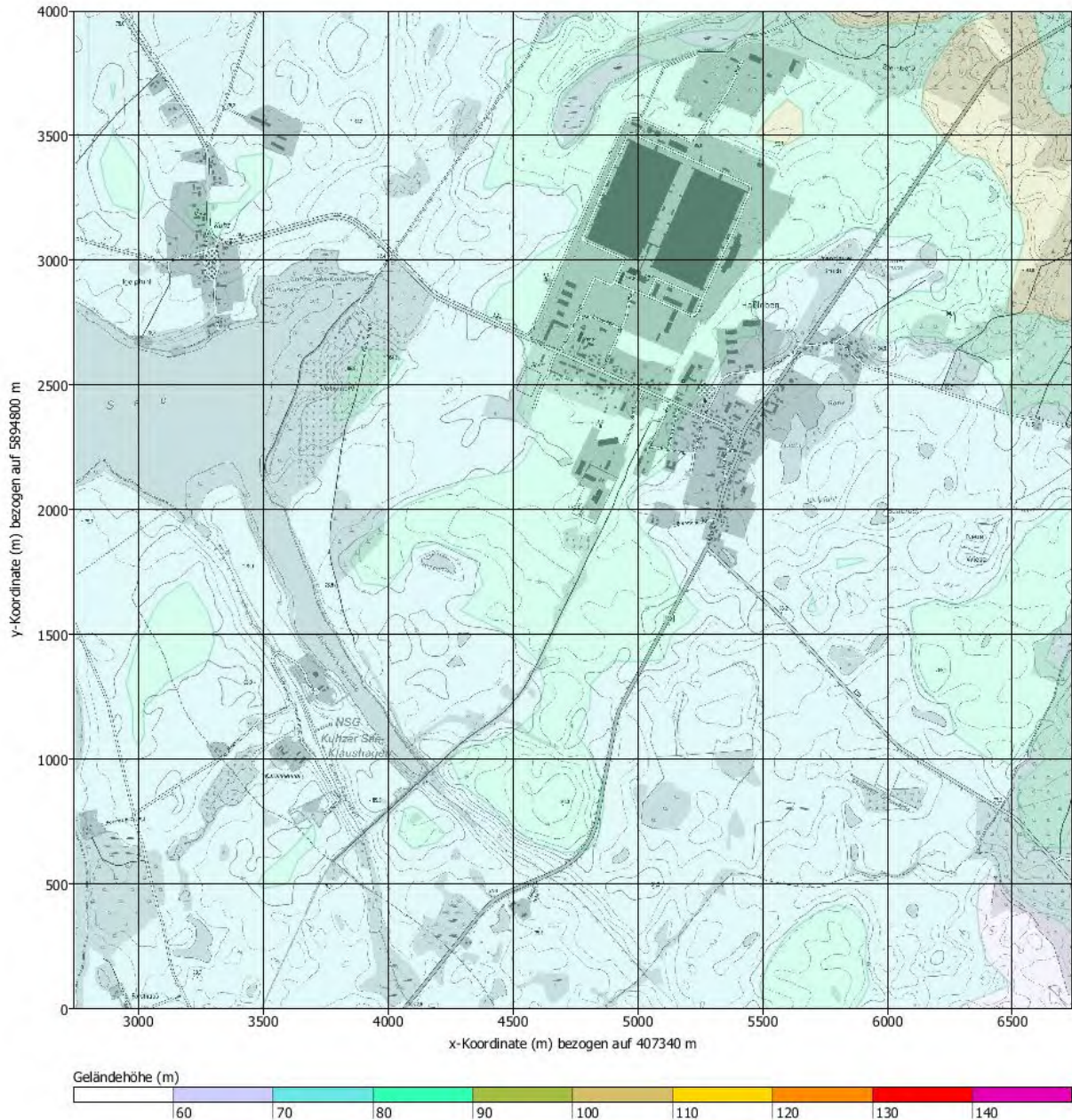


ABBILDUNG 2: DIGITALES GELÄNDEMDELL DES STANDORTES, RASTER 100M

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 31 -

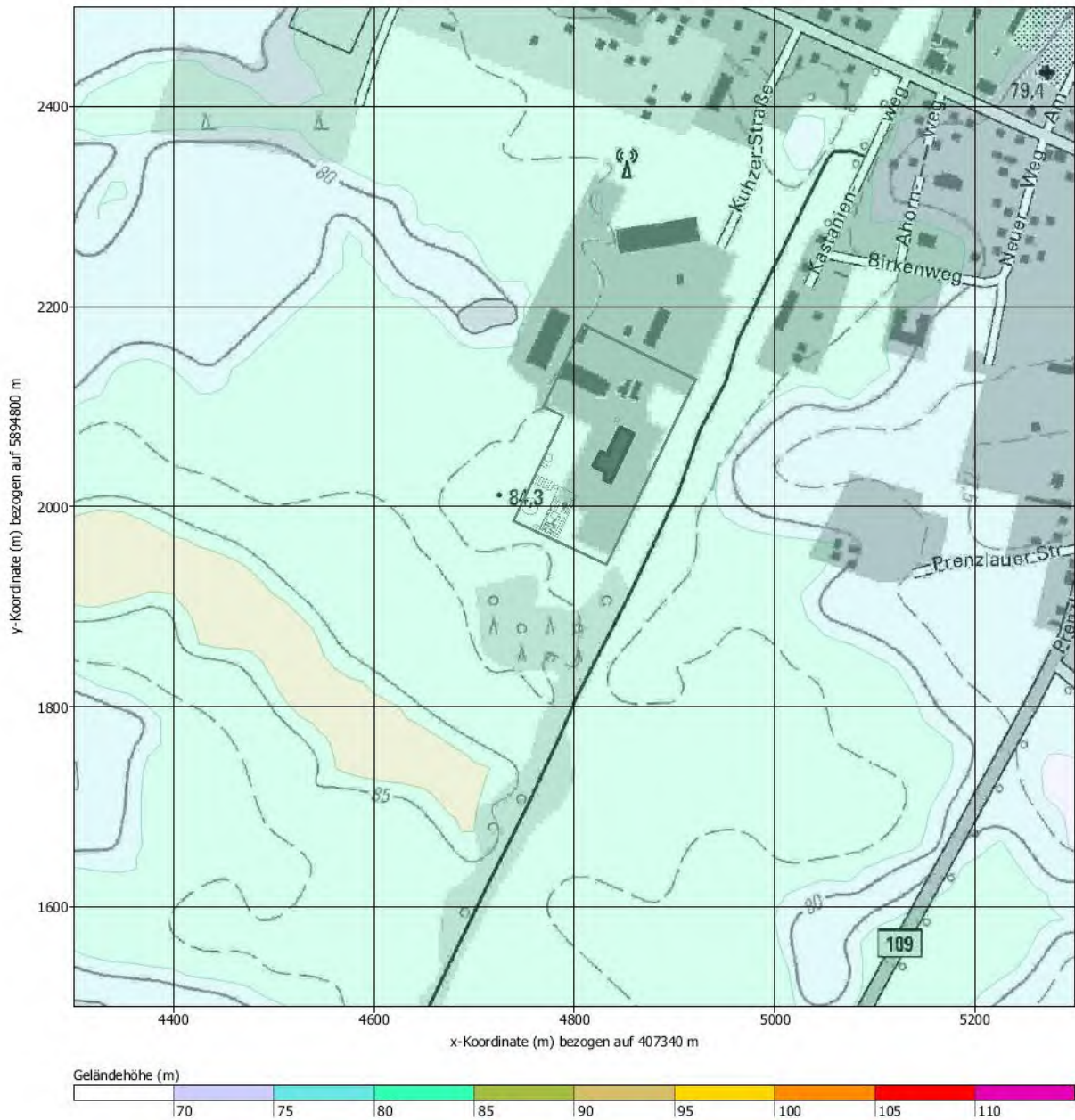


ABBILDUNG 3: DIGITALES GELÄNDEMOMELL DES STANDORTES, RASTER 12,5M

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 32 -

6.2 Anlage 2 - Eingabe- Files

Im Folgenden sind die Eingabedateien für das Ausbreitungsprogramm LASAT 3.4 dargestellt.

= definition calculation grid ===== grid.def

Sk = { 0.0 3.0 6.0 9.0 11.0 14.0 17.0 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 }

FLAGS = NESTED ' geschachtelte Netze, keine Gebäudeumströmung
 Nz = 5 ' Anzahl der Schichten, für die die Dosis gespeichert wird
 RefX = 407340 ' für die Darstellung mit IBDIS
 RefY = 5894800 ' für die Darstellung mit IBDIS
 Hmax = 1500 ' Reflexion bei maximaler Mischungsschichthöhe

! Nm NI Ni Nt Pt	Dd	Nx Ny Nz	Xmin	Ymin	Rf	Im	le
N N1 1 1 3 3	200.0	37 33 21	0.0	0.0	0.5	200	1.0e-004
N N2 2 1 3 3	100.0	74 66 21	0.0	0.0	0.5	200	1.0e-004
N N3 3 1 3 3	50.0	40 40 21	3800.0	1000.0	0.5	200	1.0e-004
N N4 4 1 3 3	25.0	80 80 21	3800.0	1000.0	1.0	200	1.0e-004
N N5 5 1 3 3	12.5	80 80 21	4300.0	1500.0	1.0	200	1.0e-004

----- END

===== meteo.def

- LPRAKT 3.4.10: time series Z0806/Wichmannsdorf/LNG/RG1/akterm.dat

- Umin=0.70 Seed=11111

Version = 5.3 ' boundary layer version
 ZO = 0.200 ' surface roughness length (m)
 DO = 1.200 ' displacement height (m)
 Xa = 2210.0 ' anemometer (measurement) x-position (m)
 Ya = 4850.0 ' anemometer (measurement) y-position (m)
 Ha = 18.6 ' anemometer (measurement) height above ground (m)
 Ua = ? ' wind velocity (m/s)
 Ra = ? ' wind direction (deg)
 KM = ? ' stability class according to Klug/Manier
 ZgMean = 81 ' average terrain height (m)
 WindLib = Z0806\Wichmannsdorf\LNG\lib ' wind field library
 RefDate = 2016-04-25T00:00:00+0100

! T1 T2 Ua Ra KM

-(ddd.hh:mm:ss) (ddd.hh:mm:ss) (m/s) (deg) (K/M)

Z 00:00:00 01:00:00 1.400 276 2 ' 2016-04-25T01:00:00+0100

Z 01:00:00 02:00:00 1.600 256 2 ' 2016-04-25T02:00:00+0100

Z 02:00:00 03:00:00 2.700 265 3.1 ' 2016-04-25T03:00:00+0100

Z 03:00:00 04:00:00 3.000 271 3.1 ' 2016-04-25T04:00:00+0100

Z 04:00:00 05:00:00 4.000 271 3.1 ' 2016-04-25T05:00:00+0100

Z 05:00:00 06:00:00 3.700 270 3.1 ' 2016-04-25T06:00:00+0100

Z 364.18:00:00 364.19:00:00 5.700 232 3.1 ' 2017-04-24T19:00:00+0100

Z 364.19:00:00 364.20:00:00 6.300 246 3.1 ' 2017-04-24T20:00:00+0100

Z 364.20:00:00 364.21:00:00 6.000 260 3.1 ' 2017-04-24T21:00:00+0100

Z 364.21:00:00 364.22:00:00 4.100 287 3.1 ' 2017-04-24T22:00:00+0100

Z 364.22:00:00 364.23:00:00 2.800 291 3.1 ' 2017-04-24T23:00:00+0100

Z 364.23:00:00 365.00:00:00 2.600 272 3.1 ' 2017-04-25T00:00:00+0100

===== metlib.def

- LPRAKT: original time series Z0806/Wichmannsdorf/LNG/RG1/akterm.dat

- formal time series for the creation of a wind field library

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 33 -

```

Version = 5.3 ' boundary layer version
Z0 = 0.200 ' surface roughness length (m)
D0 = 1.200 ' displacement height (m)
Xa = 2210.0 ' anemometer (measurement) x-position (m)
Ya = 4850.0 ' anemometer (measurement) y-position (m)
Ha = 18.6 ' anemometer (measurement) height above ground (m)
Ua = ? ' wind velocity (m/s)
Ra = ? ' wind direction (deg)
KM = ? ' stability class according to Klug/Manier
ZgMean = 81 ' average terrain height (m)
Wind = ? ' index of the wind field written out
WindLib = Z0806\Wichmannsdorf\LNG\lib ' name of the wind field library
! T1 T2 Ua Ra KM Wind
- (s) (s) (m/s) (deg) (K/M) (1)
Z 0 1 1.493 10 1 1001
Z 1 2 1.493 20 1 1002
Z 2 3 1.493 30 1 1003
Z 3 4 1.493 40 1 1004
Z 4 5 1.493 50 1 1005
Z 5 6 1.493 60 1 1006
.....
Z 210 211 2.847 310 5 6031
Z 211 212 2.847 320 5 6032
Z 212 213 2.847 330 5 6033
Z 213 214 2.847 340 5 6034
Z 214 215 2.847 350 5 6035
Z 215 216 2.847 360 5 6036

```

===== sources.def

```

- Erstellt von IBSshape 1.7.0
- Relativkoordinaten beziehen sich auf:
- ggsc = null
- refx = 407340.0
- refy = 5894800.0
- Flaechenquellen:
! Name | Xq Yq Hq Aq Bq Cq Wq Dq Qq Vq
-----+-----
Q E01 | 4788.35 2021.03 10.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.434 0.315 16.425

```

===== param.def

```

Title = "Immissionsprognose GE Hassleben"
Ident = "Soll-Zustand"
Seed = 11111
Start = 0.00:00:00 ' Beginn mit Zeitpunkt 0
End = 365.00:00:00 ' Bis zum Ende des Jahres
Interval = 1:00:00 ' Mittelung über 1 Stunde
Average = 8760 ' 8760 Intervalle werden in 1 Datei abgespeichert
Flags = MAXIMA+RATEDODOR+PLURIS
OdorThr = 0.250 ' OU/m³
RefDate = 2016-04-25T00:00:00+0100
-----

```

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 34 -

===== substances.def

Name = gas ' Bezeichnung der Stoffgruppe
 Einheit = g ' Mass-Einheit
 Rate = 8.00000 ' Emissionsrate der Teilchen (1/s), entspricht Qualitätsstufe +2
 Vsed = 0.0000 ' Sedimentations-Geschwindigkeit (m/s)

! Substances	Vdep	RefC	RefD
K odor	0.000e+000	1.000e-001	0.000e+000
K odor_050	0.000e+000	1.000e-001	0.000e+000
K odor_100	0.000e+000	1.000e-001	0.000e+000
K nh3	1.500e-002	1.000e-005	7.712e-008

===== emissions.def

! QUELLE	gas.odor	gas.odor_050	gas.odor_100	gas.nh3
E E01	0.000e+000	0.000e+000	4.500e+003	4.000e-002

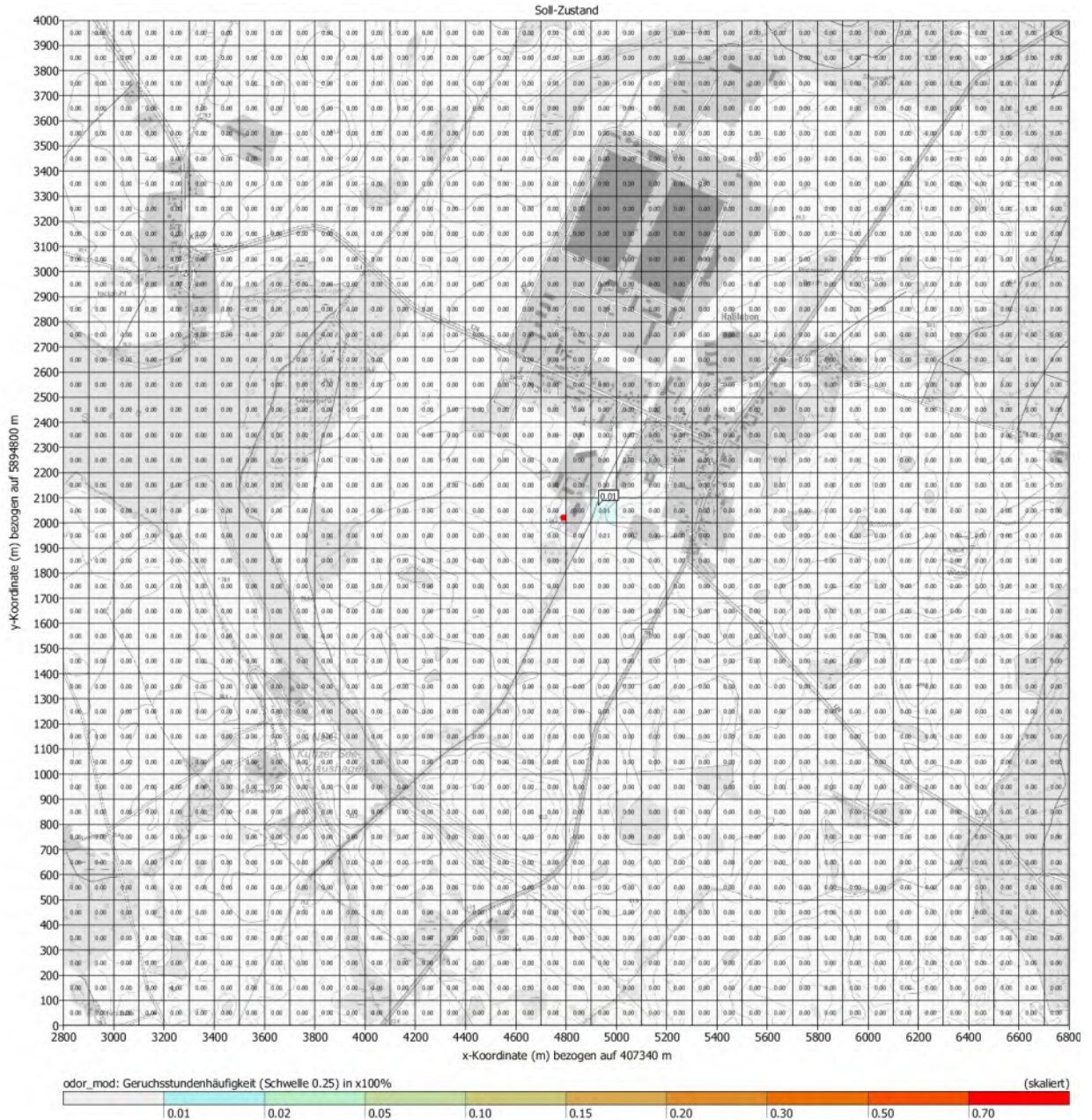
'Sammelquelle

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 35 -

6.3 Anlage 3 - graphische Darstellung der Ergebnisse

6.3.1 Geruch, Zusatzbelastung - Soll- Zustand, Raster 100 x 100 m

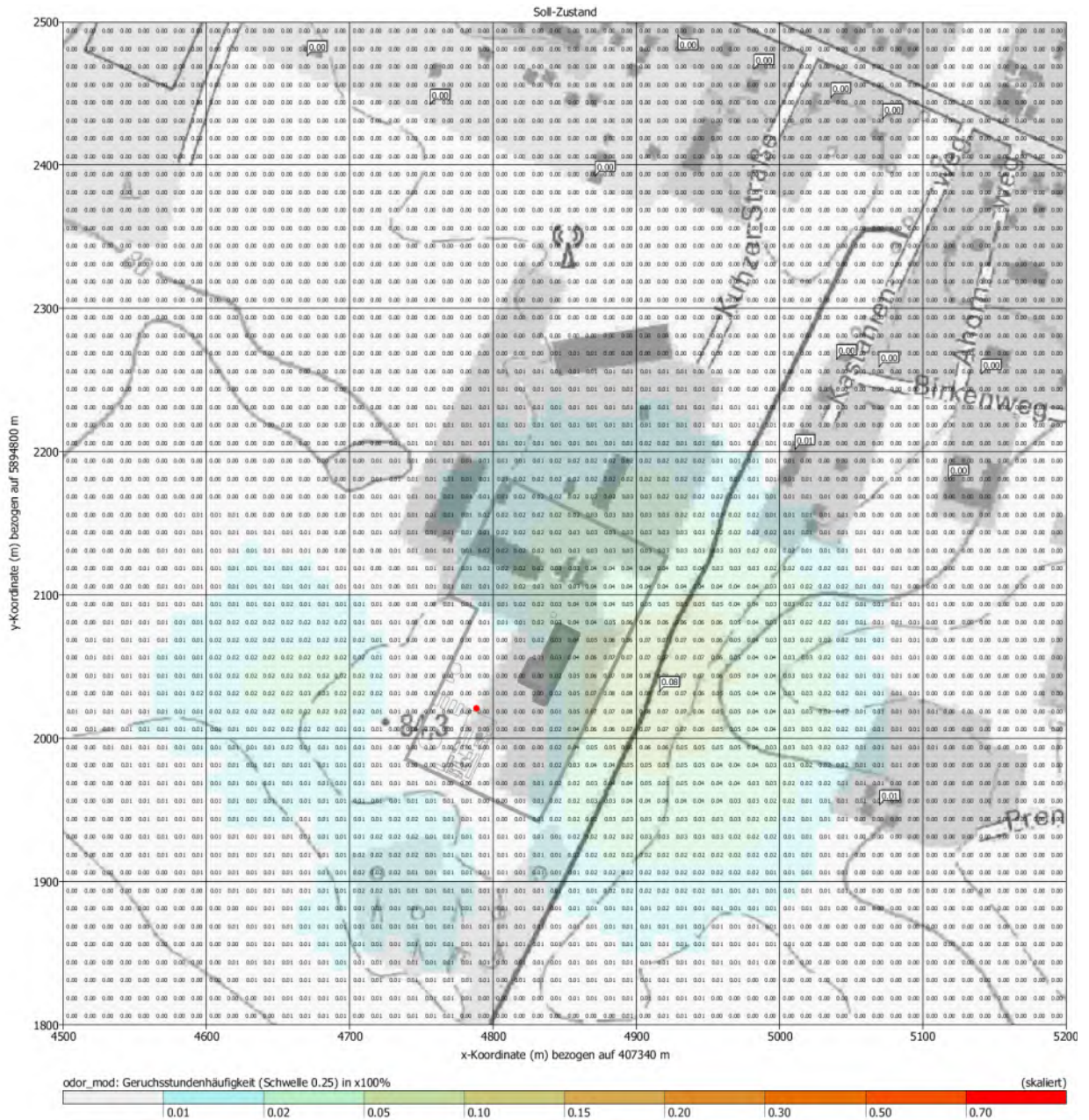


Luftschadstoff: Geruch als Überschreitungshäufigkeit
Höhenbezug Ergebnisangabe: 1,5 m über Grund
Rechenprogramm/ Version: LASAT 3.4
Grenzschichtprofil: 5.3
Raster: 100 x 100 m
Rechengebiet: 7.400 x 6.600 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände: Gelände

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 36 -

6.3.2 Geruch, Zusatzbelastung - Soll- Zustand, Raster 12,5 x 12,5 m



- Luftschadstoff:** Geruch als Überschreitungshäufigkeit
- Höhenbezug Ergebnisangabe:** 1,5 m über Grund
- Rechenprogramm/ Version:** LASAT 3.4
- Grenzschichtprofil:** 5.3
- Raster:** 12,5 x 12,5 m
- Rechengebiet:** 4.000 x 4.000 m
- Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:** Gelände

Projekt	Gutachten Luftschadstoffe (Geruch & Ammoniak/ Stickstoff)	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH
Vorhabenträger	REW Regenerative Energien Wichmannsdorf GmbH	
Bearbeiter	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 37 -

6.4 Anlage 4 - Ergebnisse NH₃ und N

graphische Darstellungen der Ergebnisse für den Soll- Zustand

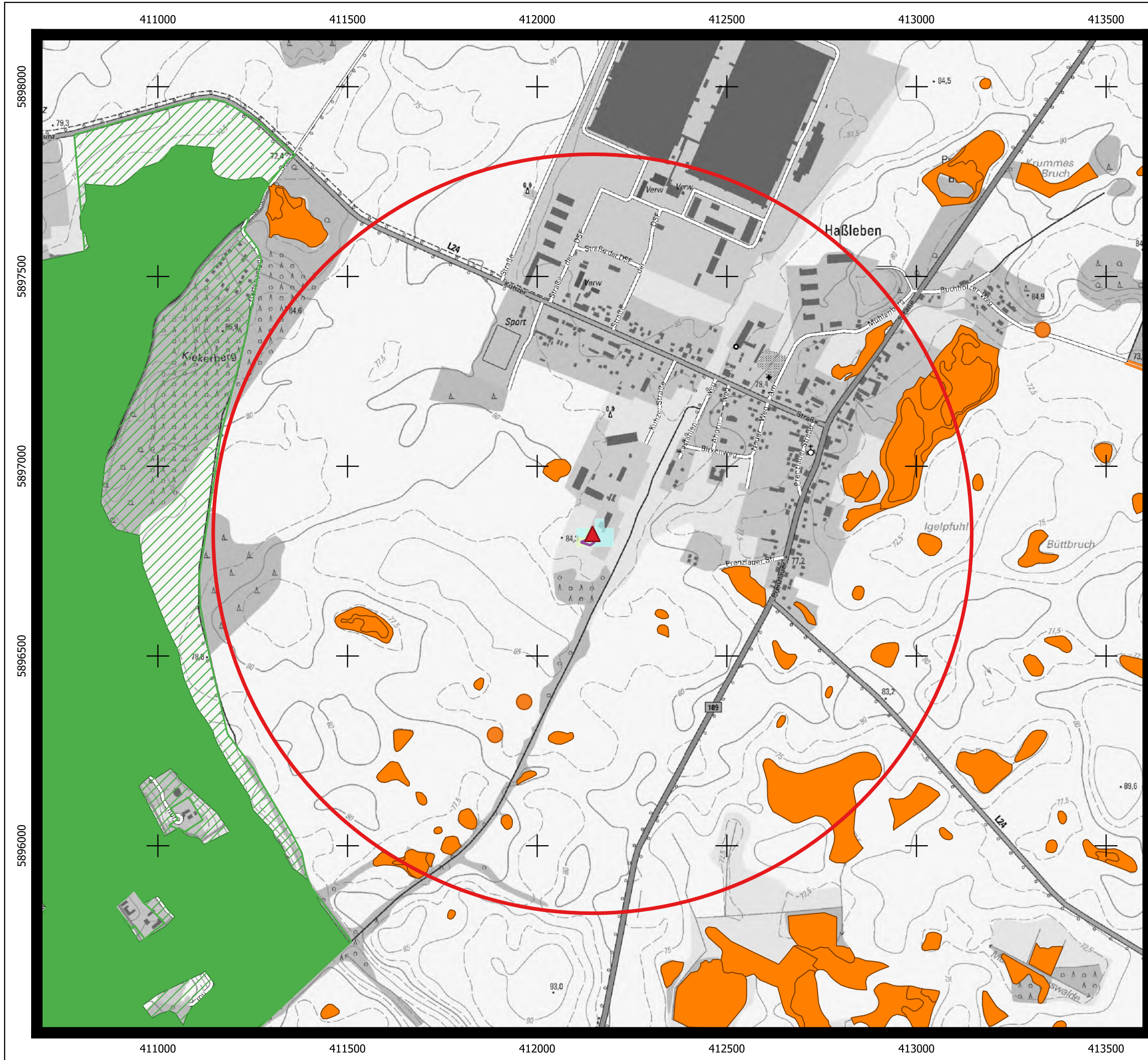
- Ammoniak (Zusatzbelastung)
- Stickstoff (Zusatzbelastung)

6.5 Anlage 5 - Wetterdaten

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

- siehe angefügtes eigenständiges Dokument.

Ende



Ammoniakkonzentration

ETRS89 UTM Zone 33 1:10.000

Hintergrund:
 Topographische Karte (WMS)
 © GeoBasis-DE/LGB, dl-de/by-2-0

Fachdaten:
 Landesamt für Umwelt Brandenburg
 © Landesamt für Umwelt Brandenburg, dl-de/by-2-0

- Betriebsstandort
- Beurteilungsradius (r=1.000 m)
- FFH-Gebiete
- Naturschutzgebiete
- gesetzlich geschütztes Flächenbiotop
- gesetzlich geschütztes Punktbiotop
- 2 µg/m³-Isoplethe der Gesamtzusatzbelastung für Ammoniak in 10 m Höhe über Gelände

Ammoniakkonzentration in 10 m Höhe, Rasterweite 25 m

in µg/m³

	<= 1
	1 - 2
	2 - 3
	3 - 5
	5 - 7
	7 - 10
	10 - 15
	15 - 20
	20 - 30
	> 30

Bauherr/ Vorhabenträger:
REW Regenerative Energien
Wichmannsdorf
Wichmannsdorf, Dorfstraße 28
17268 Boitzenburger Land

Bearbeiter:

 ingenieure
 bau-anlagen-umwelttechnik
 Tel.: +49 371 27195-0
 Fax: +49 371 27195-20
 E-Mail: info@ib-shn.de
 homepage: www.ib-shn.de
 Brückenstraße 13
 09111 Chemnitz

Stickstoffdeposition

ETRS89 UTM Zone 33

1:10.000

Hintergrund:
Topographische Karte (WMS)
© GeoBasis-DE/LGB, dl-de/by-2-0

Fachdaten:
Landesamt für Umwelt Brandenburg
© Landesamt für Umwelt Brandenburg, dl-de/by-2-0

- Betriebsstandort
- Beurteilungsradius (r=1.000 m)
- FFH-Gebiete
- Naturschutzgebiete
- gesetzlich geschütztes Flächenbiotop
- gesetzlich geschütztes Punktbiotop

Stickstoffdeposition, Rasterweite 25 m

in kg/ha*a

- <= 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 5
- 5 - 7
- 7 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 30
- > 30
- 0,3 kg/ha*a-Isoplethe der Gesamtzusatzbelastung für die Stickstoffdeposition

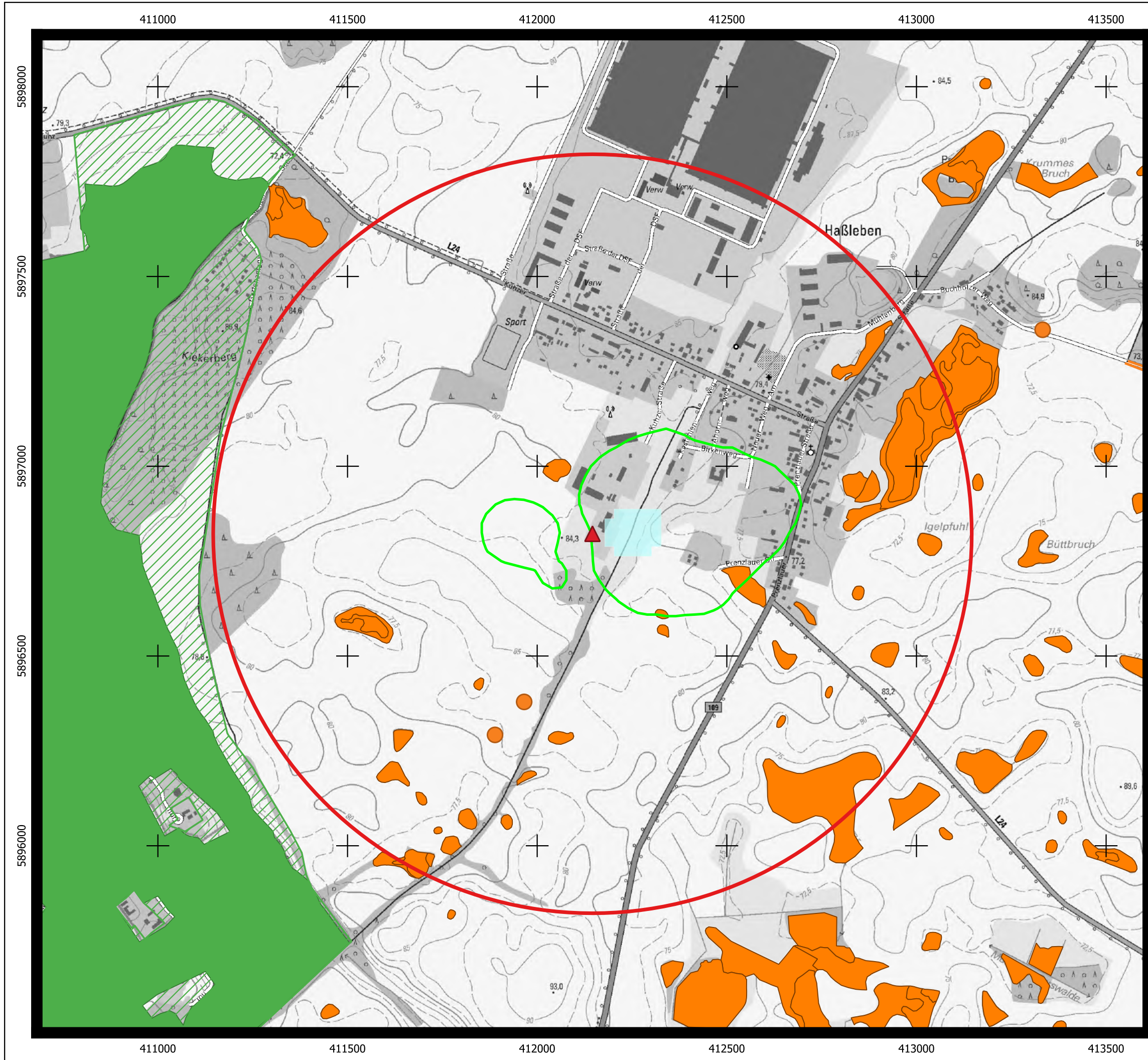
Bauherr/ Vorhabenträger:
REW Regenerative Energien
Wichmannsdorf
Wichmannsdorf, Dorfstraße 28
17268 Boitzenburger Land

Bearbeiter:

ingenieure **shn**
bau-anlagen-umwelttechnik

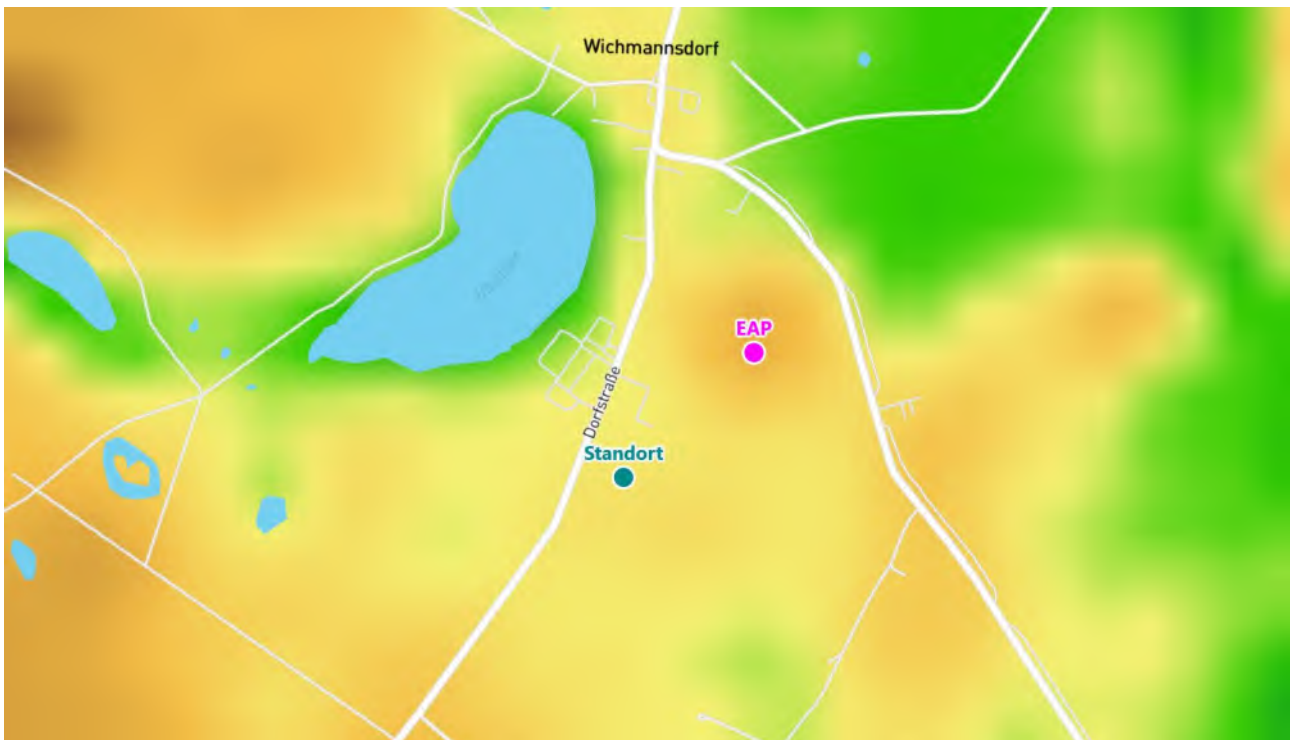
Tel.: +49 371 27195-0
Fax: +49 371 27195-20
E-Mail: info@ib-shn.de
homepage: www.ib-shn.de

Brückenstraße 13
09111 Chemnitz



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

an einem Anlagenstandort in Wichmannsdorf



Auftraggeber:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH Brückenstraße 13 09111 Chemnitz	Tel.: 0371 27195-0
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. Thomas Köhler Tel.: 037206 8929-44 Email: Thomas.Koehler@ifu-analytik.de	Dr. Hartmut Sbosny Tel.: 037206 8929-43 Email: Hartmut.Sbosny@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	DPR.20230117-01	
Ort, Datum:	Frankenberg, 26. Januar 2023	
Anzahl der Seiten:	58	
Anlagen:	-	



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

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

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Aufgabenstellung.....	5
2 Beschreibung des Anlagenstandortes	6
2.1 Lage	6
2.2 Landnutzung.....	7
2.3 Orographie	9
3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition	12
3.1 Hintergrund.....	12
3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition	12
3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall	13
4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten	16
4.1 Allgemeine Betrachtungen.....	16
4.2 Meteorologische Datenbasis.....	16
4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort.....	20
4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen	24
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen.....	31
4.6 Auswahl der Bezugswindstation	32
5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation.....	33
6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres	36
6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums	36
6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde.....	40
6.3 Prüfung auf Plausibilität	44
7 Beschreibung der Datensätze.....	48
7.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge.....	48
7.1.1 Theoretische Grundlagen	48
7.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall.....	51
7.2 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse.....	52
7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe	53
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung	54
9 Zusammenfassung.....	55
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung.....	56
11 Schrifttum	58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Ortschaft Wichmannsdorf in Brandenburg	6
Abbildung 2: Lage des Standortes in Wichmannsdorf	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 Feldberg/Mecklenburg mit dem Erwartungswert	25
Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Grünow mit dem Erwartungswert	26
Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Angermünde mit dem Erwartungswert ..	27
Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Trollenhagen mit dem Erwartungswert ..	28
Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Heckelberg mit dem Erwartungswert	29
Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Rechlin mit dem Erwartungswert	30
Abbildung 19: Lage der ausgewählten Station.....	33
Abbildung 20: Luftbild mit der Umgebung der Messstation.....	34
Abbildung 21: Orographie um den Standort der Wetterstation.....	35
Abbildung 22: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung	37
Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	38
Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse	39
Abbildung 25: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum	42
Abbildung 26: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum.....	43
Abbildung 27: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	44
Abbildung 28: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	45
Abbildung 29: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	46
Abbildung 30: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	47
Abbildung 31: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit.....	50
Abbildung 32: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Feldberg/Mecklenburg	52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes	7
Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition.....	13
Tabelle 3: Zur Untersuchung verwendete Messstationen	18
Tabelle 4: Gegenüberstellung meteorologischer Kennwerte der betrachteten Messstationen mit den Erwartungswerten am Standort	24
Tabelle 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung	31
Tabelle 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung	32
Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen	32
Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation	34
Tabelle 9: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Feldberg/Mecklenburg.....	51
Tabelle 10: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Feldberg/Mecklenburg	53

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet in der Ortschaft Wichmannsdorf, einem Ortsteil der Gemeinde Boitzenburger Land des Landkreises Uckermark in Brandenburg.

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

Die TA Luft sieht vor, meteorologische Daten für Ausbreitungsrechnungen von einer Messstation (Bezugswindstation) auf einen Anlagenstandort (aZielbereich) 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 Wichmannsdorf in Brandenburg. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

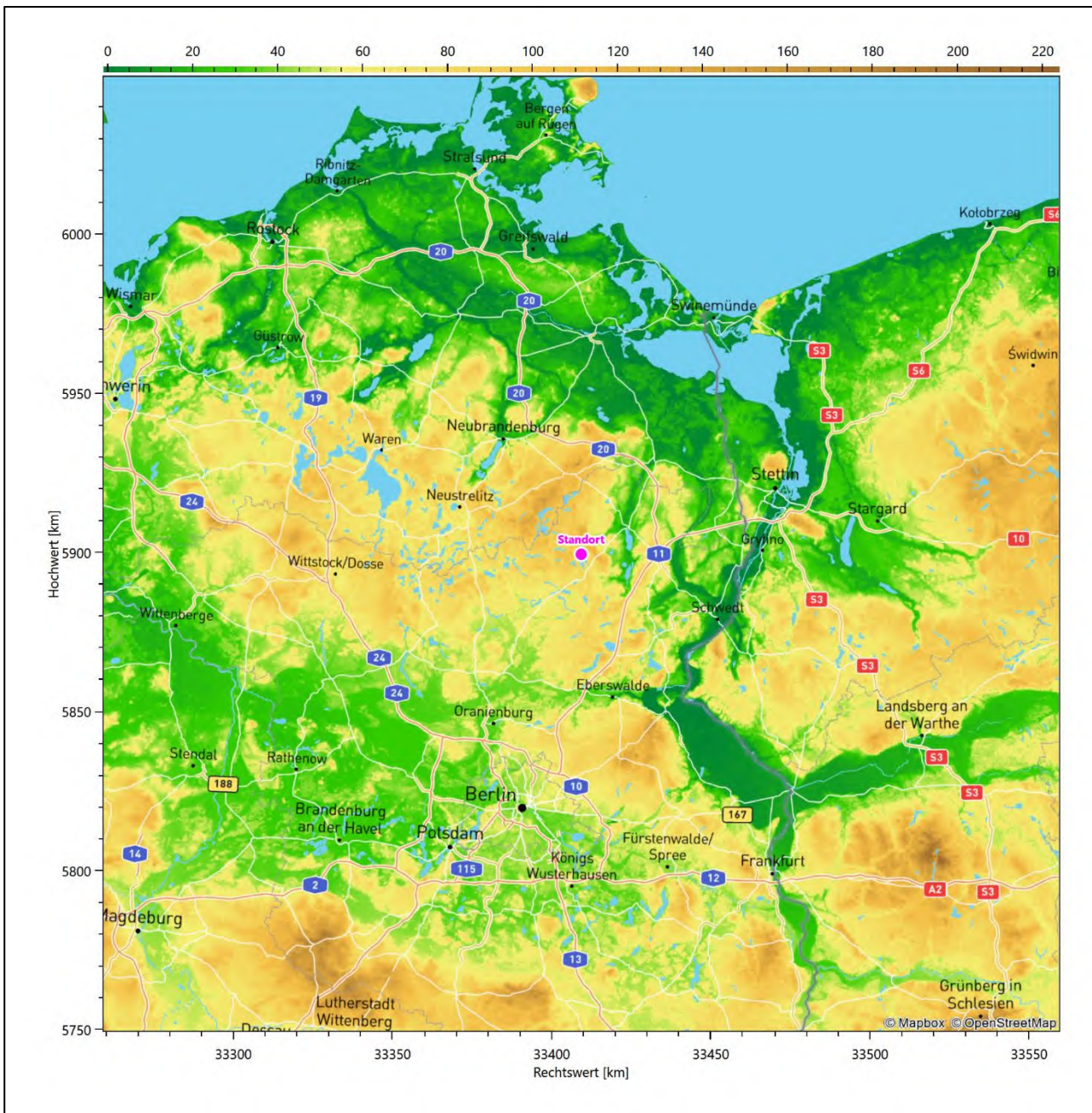


Abbildung 1: Lage der Ortschaft Wichmannsdorf in Brandenburg

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

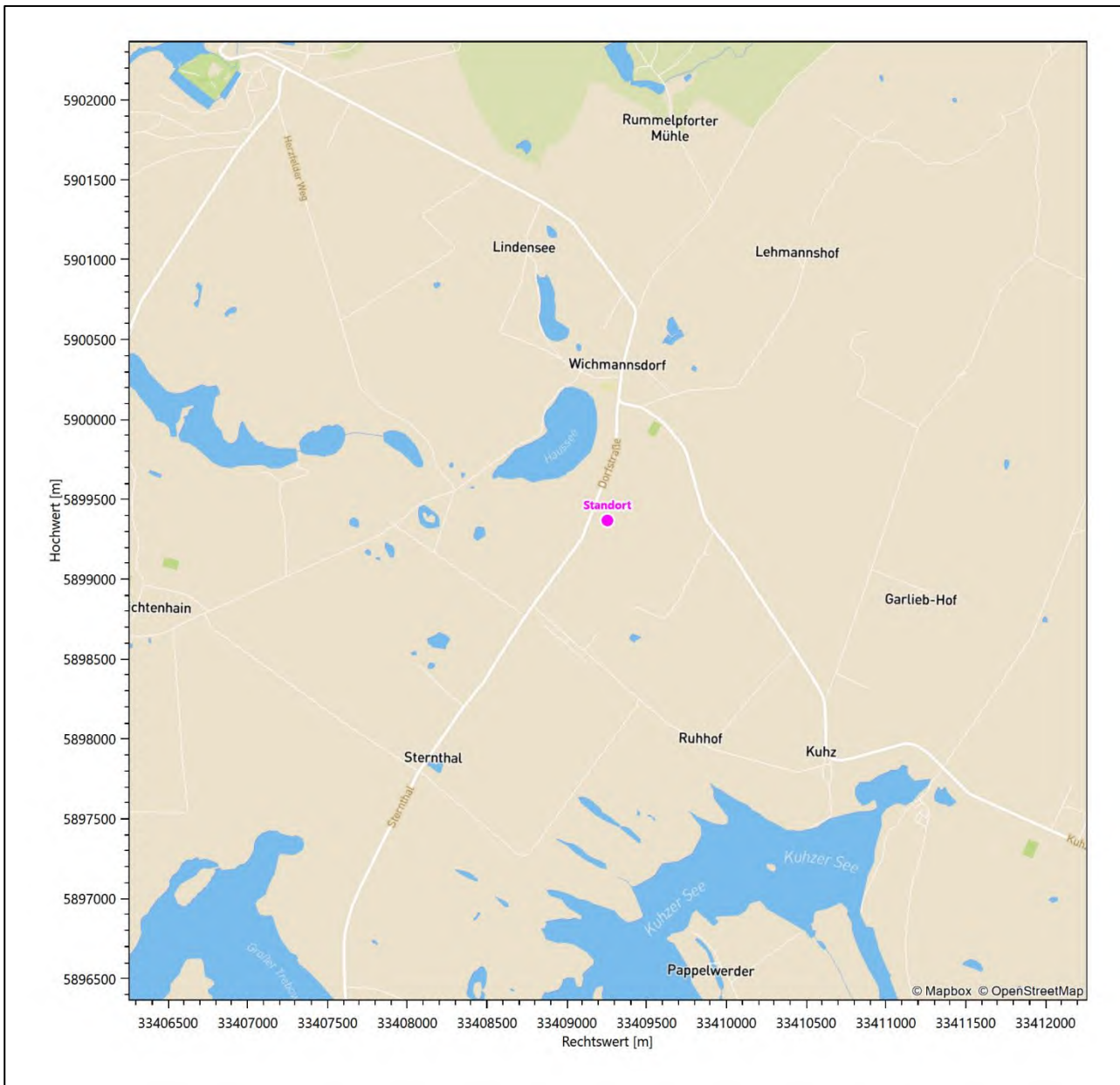


Abbildung 2: Lage des Standortes in Wichmannsdorf

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Standortes angegeben.

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes

RW	33409254
HW	5899367

2.2 Landnutzung

Der Standort selbst liegt am südlichen Rand der kleinen Ortschaft Wichmannsdorf, außerhalb der Wohnbebauung. Die Umgebung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Unterschiedlich dicht bebaute Siedlungsgebiete wechseln sich mit kleineren bewaldeten Arealen, landwirtschaftlichen

Flächen, Wasserflächen (Haussee, Krummer See, Trebowsee, Kuhzer See) und einer vor Ort ländlichen Verkehrswegeinfrastruktur ab.

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

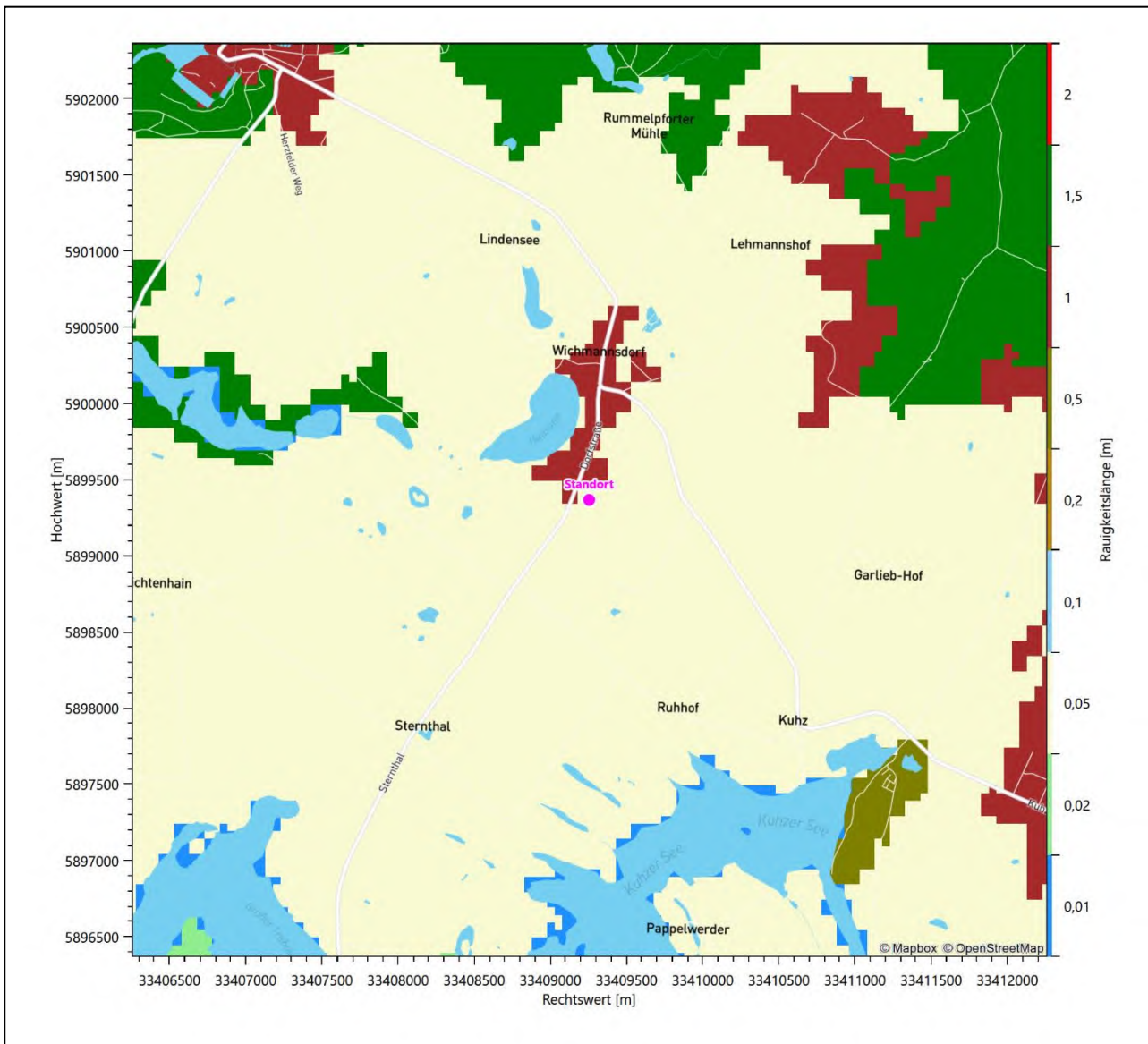


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

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



Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes

2.3 Orographie

Der Standort liegt auf einer Höhe von etwa 80 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch moderat gegliedert. Naturräumlich liegt die Gemeinde Boizenburger Land am südwestlichen Rand der *Uckermark*. Nach Nordwesten schließt sich das *Woldegk-Feldberger Hügelland*, nach Südwesten das *Neustrelitzer Kleinseeland* an.

Die Uckermark beschreibt ein Gebiet, das sich zwischen den Talzügen von Ucker und Randow erstreckt. Landschaftsmorphologisch handelt es sich um ein flachwelliges bis kuppiges Moränengebiet, das abwechselnd von Grund- und Endmoränen und Sandern aufgebaut wird. Die relativ strukturarmen ausgedehnten

Ackerflächen werden durch zahlreiche Kleingewässer, viele Seen, Sölle und Fließgewässer gegliedert. Der Gesamteindruck des Woldegk-Feldberger Hügellandes ist durch ein starkes, unruhiges Relief geprägt und mit einer Vielzahl von kleinen und größeren Gewässern sehr abwechslungsreich gestaltet. Das Relief ist Ausdruck eines komplizierten geologischen Aufbaus, wo Grund-, Stauch- und Endmoränen mit Sandern verzahnt sind. Unter die höchsten Erhebungen fallen die Endmoränenkuppen bei Feldberg mit max. 145 m über NHN. Das Woldegk-Feldberger Hügelland trennt das Obere Tollensegebiet von dem Uckermärkischen Hügelland und stellt somit eine Wasserscheide zwischen Tollense / Peene und Ucker dar. Im Süden der Region befindet sich die Feldberger Seenlandschaft, für die eine große Anzahl von Seen mit steilen Ufern und großen Tiefen charakteristisch ist. Diese Seenlandschaft und die angeschlossenen Endmoränenkuppen sind in der nachfolgenden Abbildung 5 gerade noch im äußersten Bereich des nordwestlichen Quadranten einzusehen. Das Neustrelitzer Kleinseenland ist von kleinen Seen in großer Anzahl geprägt. Die meisten sind langgestreckte Rinnenseen, zum Teil als Seenketten in unterschiedlicher Ausrichtung. Daneben prägen trockenengefallene Seen, Moore und Feuchtwiesen in den Rinnen und viele Fließgewässer und Kanäle, die die Seen verbinden, die Landschaft. Das Neustrelitzer Kleinseenland liegt in einer Sanderlandschaft, die im Norden und Süden von Hauptendmoränenzügen begrenzt wird und mit weiteren Moränenkuppen durchsetzt sind, welche parallel zu den Endmoränen verlaufen und Höhen über 100 m erreicht.

Die Abbildung 10 zeigt in Standortumgebung eine nur geringe Reliefenergie mit einigen kleinen Gewässern.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

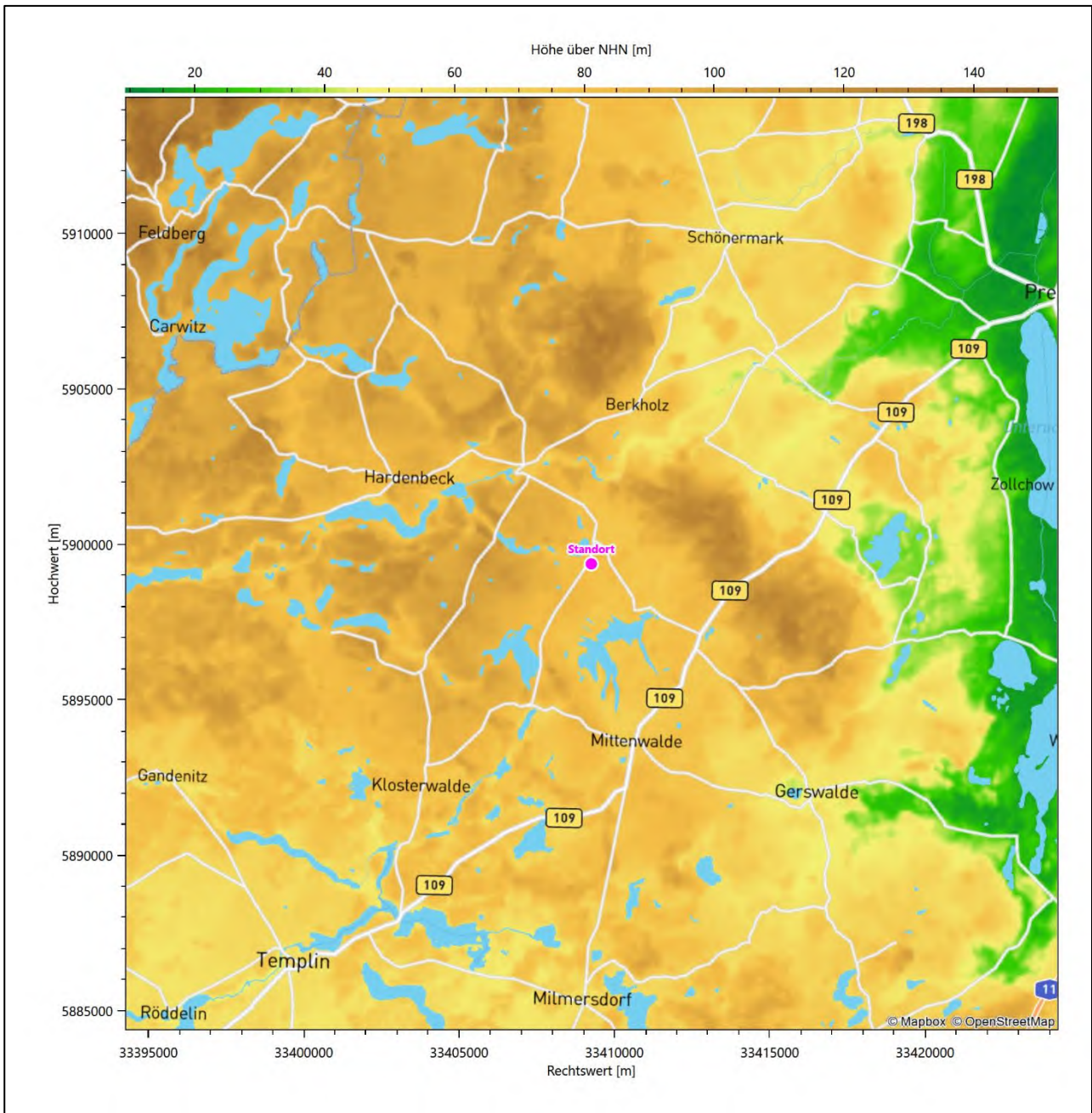


Abbildung 5: Orographie um den Standort

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 0,61 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von 0,73 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 410 m nordöstlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	33409550
HW	5899650

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

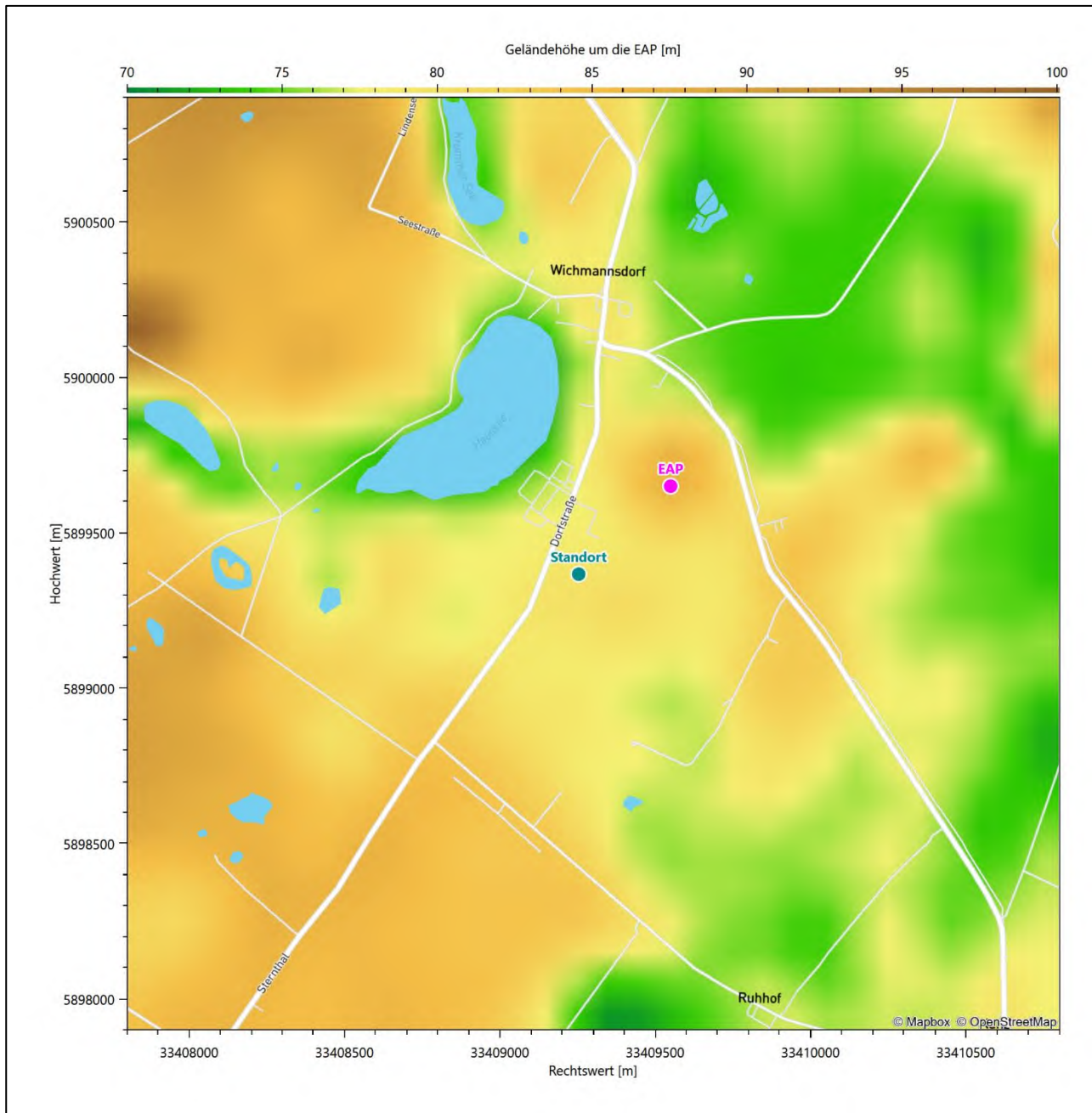


Abbildung 7: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort

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.

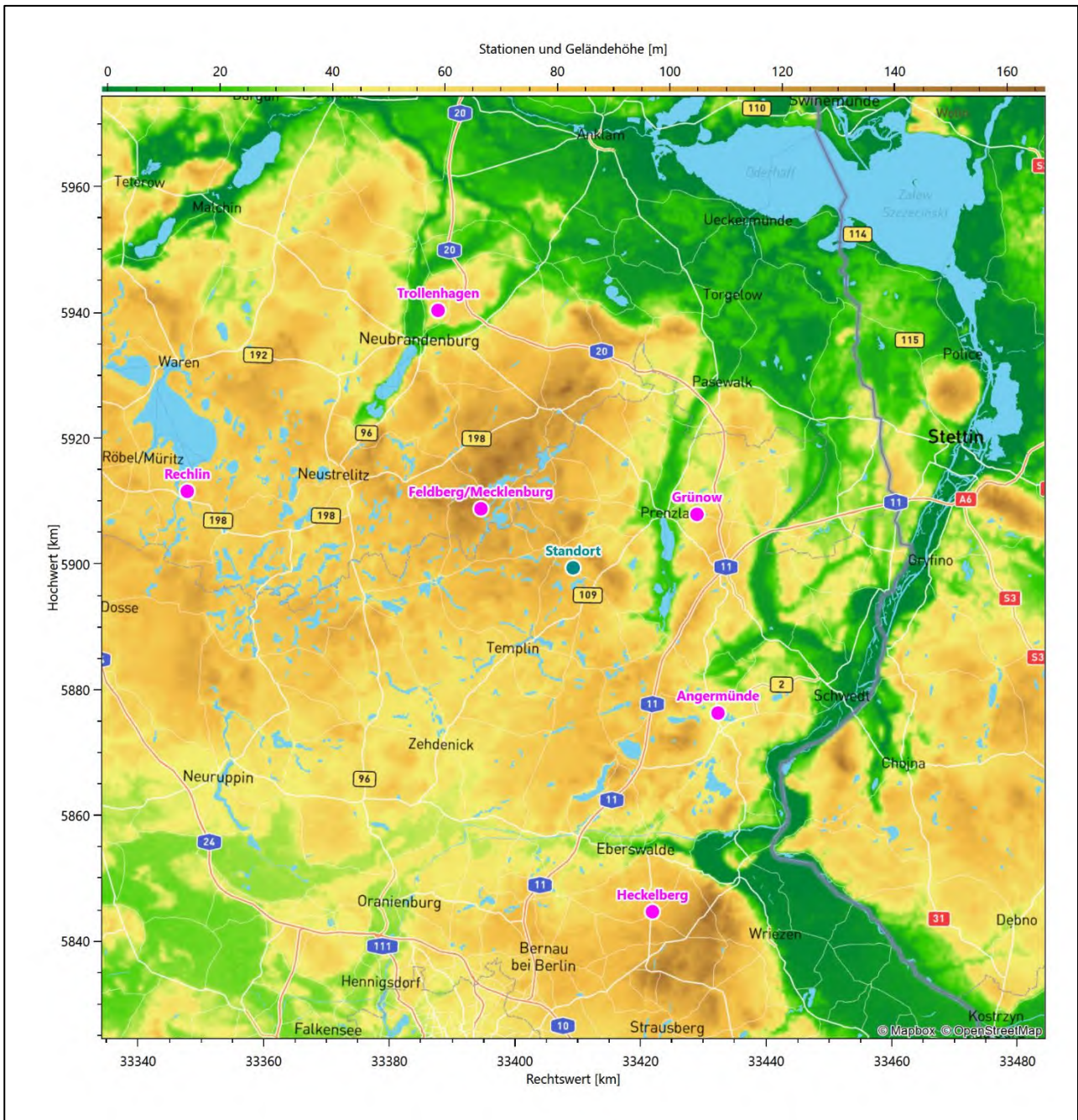


Abbildung 8: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

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
Feldberg/Mecklenburg	7351	17	10,0	13,4175	53,3175	116	22.01.2008	20.11.2022
Grünow	1869	21	12,0	13,9338	53,3153	56	22.01.2008	20.11.2022
Angermünde	164	33	15,0	13,9908	53,0316	54	22.01.2008	20.11.2022
Trollenhagen	5109	46	10,0	13,3039	53,5997	69	01.10.2013	20.11.2022
Heckelberg	7389	56	12,0	13,8427	52,7461	82	01.05.2013	20.11.2022
Rechlin	6106	63	12,0	12,7149	53,3311	62	22.01.2008	20.11.2022

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

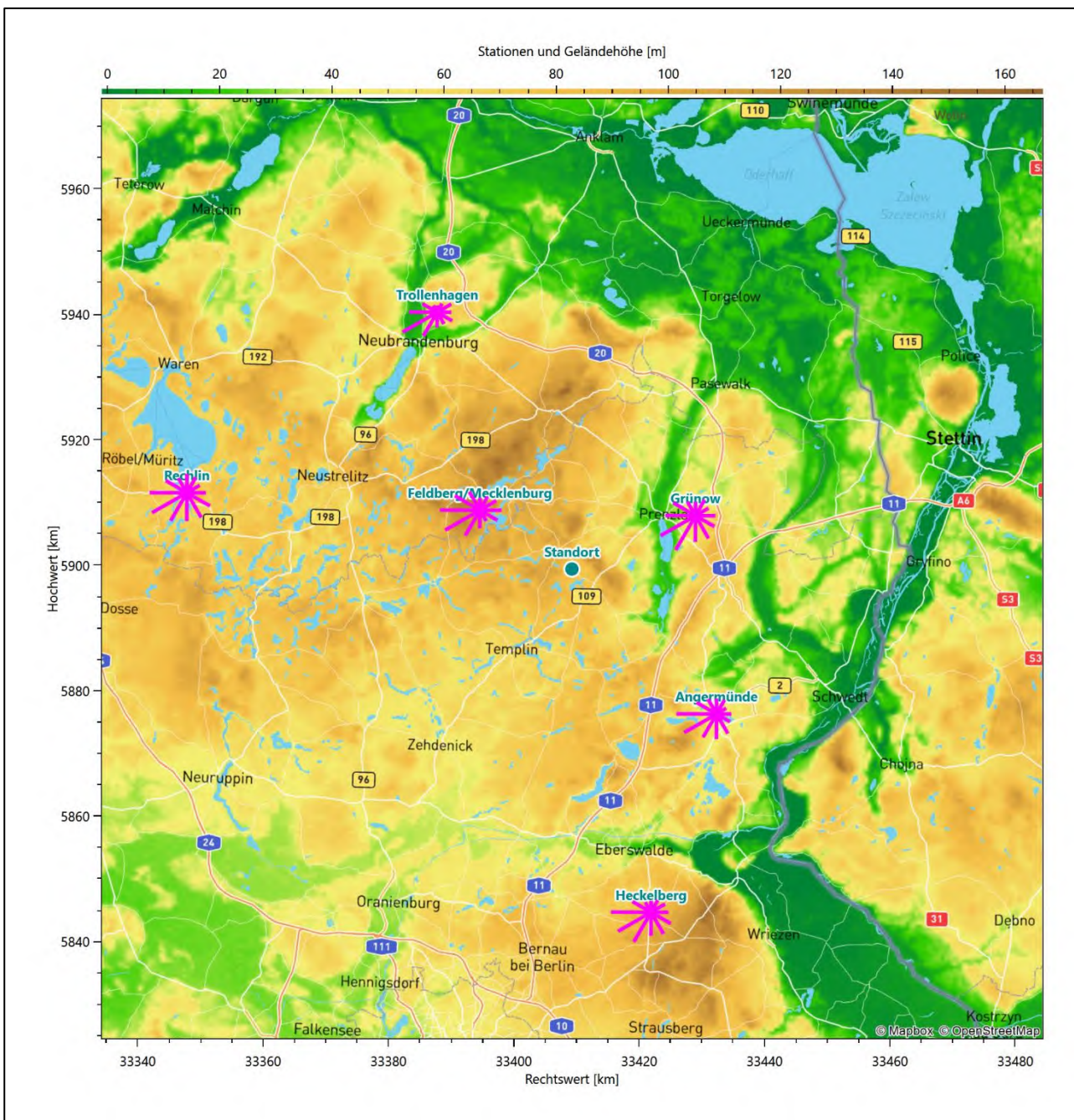


Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

Die Richtungsverteilungen der sechs Bezugswindstationen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Feldberg/Mecklenburg besitzt eine breite, nahezu gleichintensiv von 240° bis 270° erstreckte Hauptwindrichtung. Das Nebenmaximum kommt aus Osten. Die Verteilung folgt weitgehend einer Achse von West nach Ost. Minima erscheinen aus Norden und Süd-Südosten. Die Station liegt im unruhig reliefierten, durch viele größere Gewässer abwechslungsreich gestalteten Woldegk-Feldberger Hügelland. Die großräumig typische Anströmung wird durch die Umströmung eines nördlich der Station liegenden Endmoränenzuges aufgeweitet.

Grünow hat eine von 240° bis 210° reichende Hauptwindrichtung und folgt einer Südwest-Nordost-Achse. Die Verteilung zeigt ein sich schwach abhebendes Nebenmaximum aus Nord-Nordosten. Die Station liegt in

der flachwelligen bis kuppigen Moränenlandschaft der Uckermark. Die großräumig typische Anströmung wird hier zwischen den Talzügen von Ucker und Randow, die beide lokal ungefähr SSW-NNO-streichend die Station mittelbar im Westen und Osten flankieren, überprägt.

Die im Übergang zwischen der flachwelligen Uckermark im Osten und der Schorfheide im Westen liegende Station Angermünde hat das Hauptmaximum bei 270° aus West, wobei die Hauptwindrichtung bis nach 240° aufgespannt ist. Der Halbraum oberhalb einer gedachten Linie zwischen 300° und 120° gestaltet sich eher orientierungslos, bei durchschnittlich 40° der Maximalhäufigkeit.

Trollenhagen hat ein schärfer definiertes Hauptmaximum aus West-Südwest. Die Achse der Verteilung ist nach Osten hin verbogen. Dort kommen zwei gleichintensive Nebenmaxima aus 60° und 120° , die eine leicht mindere Intensität aus Osten in die Mitte nehmen. Das Minimum der Verteilung kommt aus Norden. Die am Flughafen Neubrandenburg/Trollenhagen liegende Station folgt auf der Grundmoränenplatte „Der Werder“ der großräumig typischen Anströmung. Die ausgedehntere Hochfläche hebt sich dabei aus dem Niederungsdreieck, gebildet durch Datze, dem Kleinen Landgraben und dem Grenztal, deutlich ab.

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

Rechlin besitzt eine relativ orientierungslose Verteilung mit einem Hauptmaximum aus West-Südwest, das noch starke Richtungsbeiträge aus West besitzt. Ein schwaches Nebenmaximum deutet sich aus Norden. Die Intensität bleibt zwischen 120° und 210° nahezu konstant. Die Station liegt naturräumlich am Übergang zwischen dem Mecklenburger Großseenland im Westen und dem Neustreelitzer Kleinseenland im Osten, direkt an der Kleinen Müritz, dem südlichen Wurmfortsatz der Großen Müritz. Die Gewässer sind hier in Süd-Nord-Richtung als langgestreckte Rinnenseen, zum Teil als Seenkette in unterschiedlicher Ausrichtung, zusammengefügt. Orientierung an diesen Gegebenheiten und ev. Land-See-Windzirkulationen besorgen die aufgeweitete Richtungscharakteristik.

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.

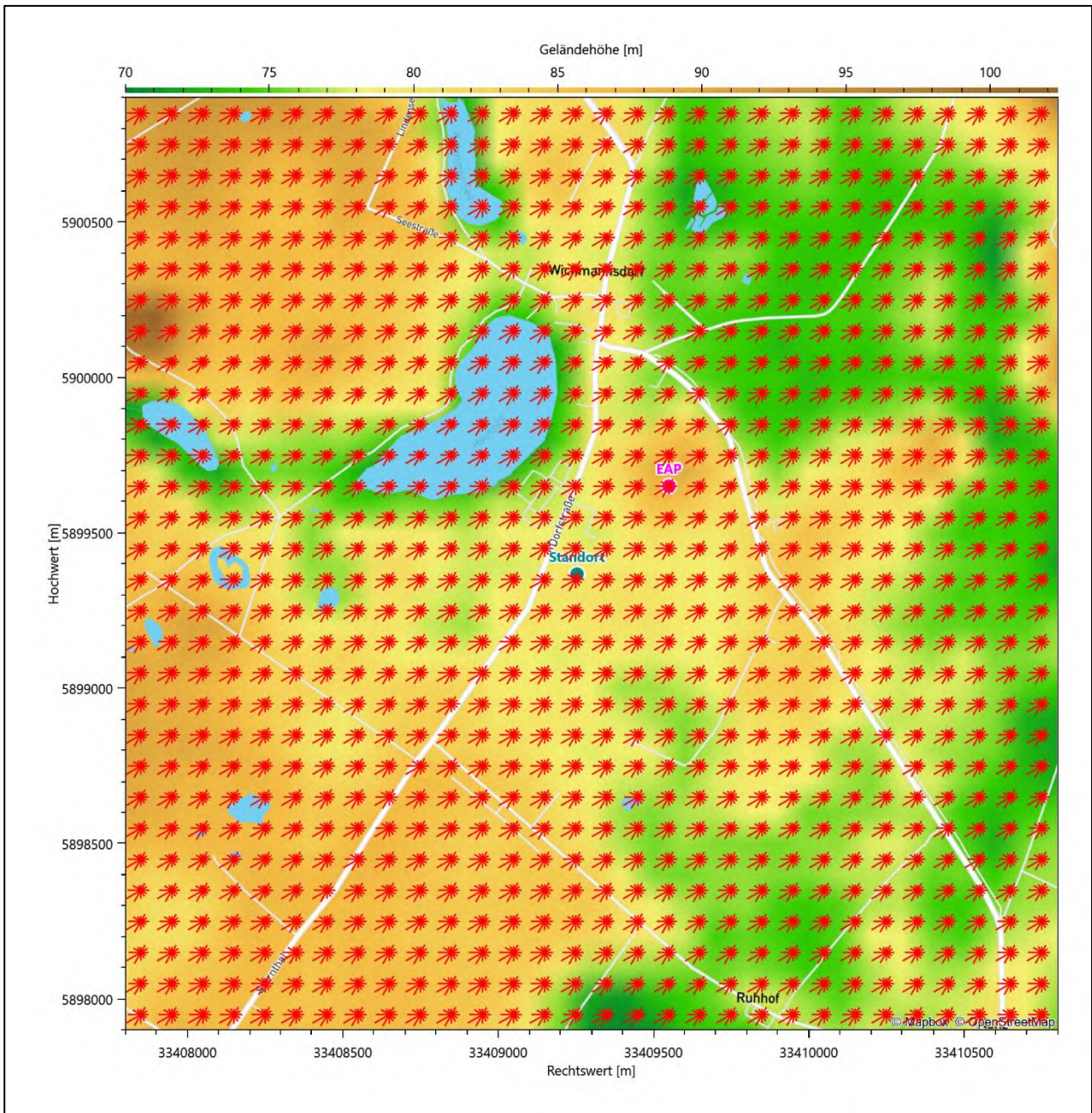


Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet

Mit den modellierten Windfeldern wurden die erwarteten Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen an der Ersatzanemometerposition in einer Höhe von 11,4 m berechnet. Die Verteilungen sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

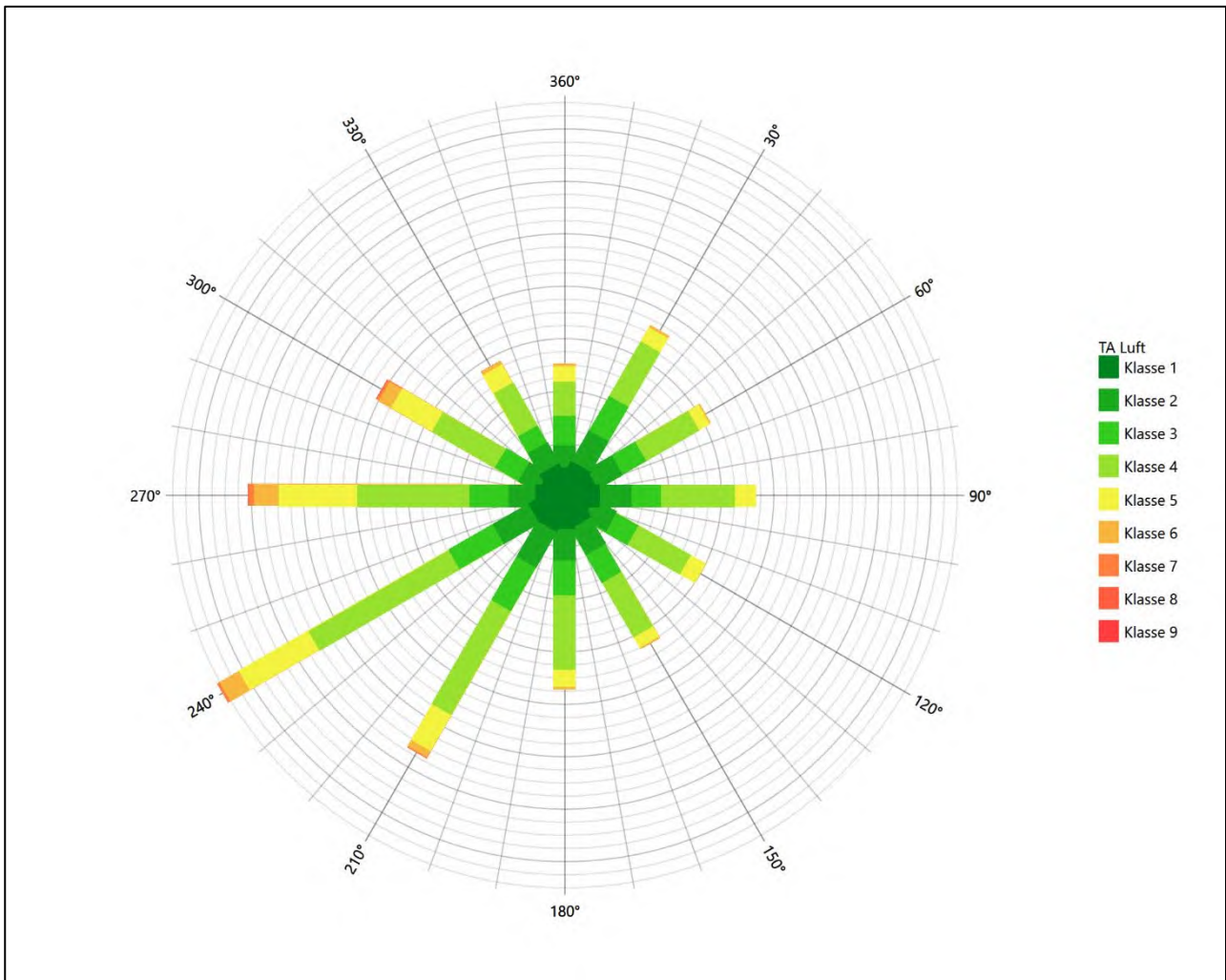


Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition

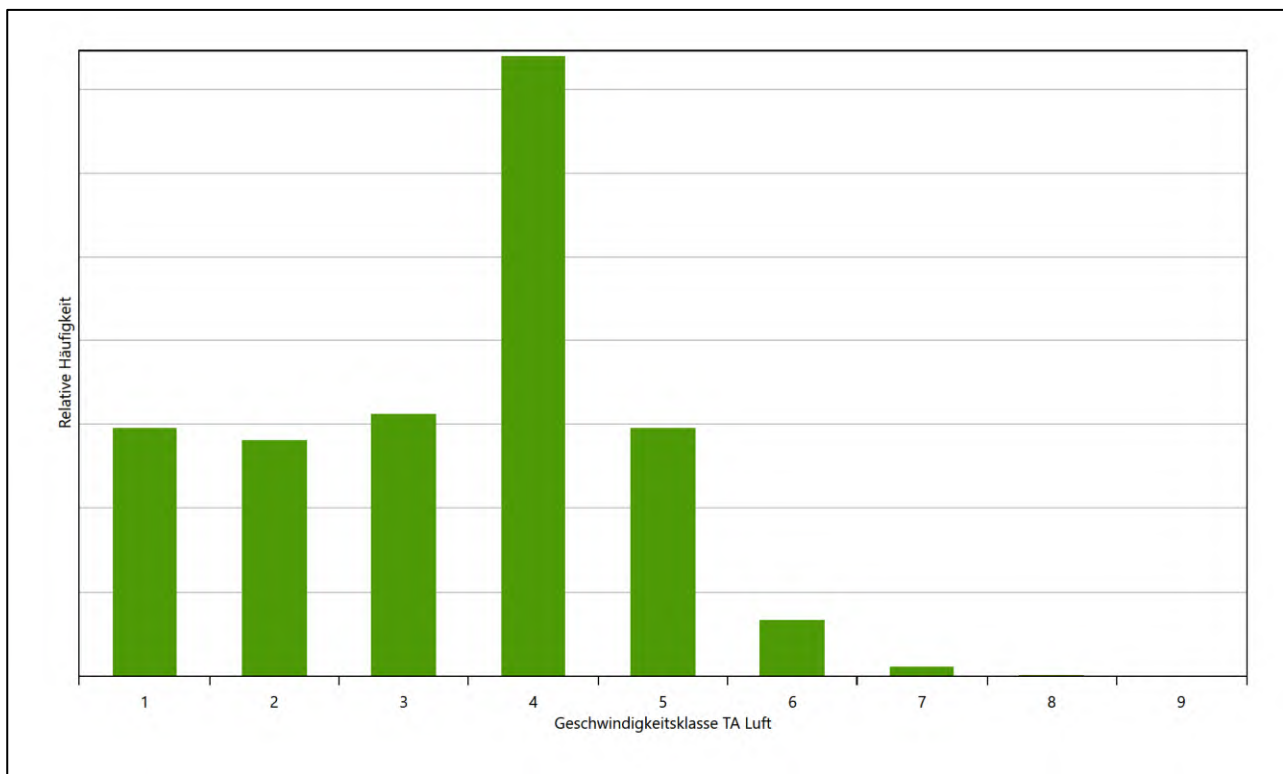


Abbildung 12: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition

Als Durchschnittsgeschwindigkeit ergibt sich der Wert 2,76 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 0,23 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 0,23 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 11,4 m verwendet.

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

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

Station	Richtungsmaximum [°]	mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	Schwachwindhäufigkeit [%]	Rauigkeitslänge [m]
EAP	240	2,76	6,6	0,233
Feldberg/Mecklenburg	240	3,24	8,0	0,050
Grünow	240	3,51	3,5	0,025
Angermünde	270	3,24	5,1	0,099
Trollenhagen	240	3,64	2,7	0,018
Heckelberg	270	2,95	9,6	0,091
Rechlin	240	3,27	7,1	0,028

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 11,4 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 0,23 m umgerechnet. Auch die Modellrechnung für die EAP bezog sich auf diese Höhe. Die Schwachwindhäufigkeit ergibt sich aus der Anzahl von (höhenkorrigierten bzw. berechneten) Geschwindigkeitswerten kleiner oder gleich 1,0 m/s.

Für das Gebiet um jede Bezugswindstation wurde in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] eine aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge ermittelt. Die Ermittlung der Rauigkeit der Umgebung eines Standorts soll nach Möglichkeit auf der Basis von Windmessdaten durch Auswertung der mittleren Windgeschwindigkeit und der Schubspannungsgeschwindigkeit geschehen. An Stationen des Messnetzes des DWD und von anderen Anbietern (beispielsweise MeteoGroup) wird als Turbulenzinformation in der Regel jedoch nicht die Schubspannungsgeschwindigkeit, sondern die Standardabweichung der Windgeschwindigkeit in Strömungsrichtung bzw. die Maximalböe gemessen und archiviert. Ein Verfahren zur Ermittlung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit hat der Deutsche Wetterdienst 2019 in einem Merkblatt [8] vorgestellt. Dieses Verfahren wird hier angewendet. Dabei ergeben sich die Werte, die in Tabelle 4 für jede Bezugswindstation angegeben sind.

4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen

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

Für die EAP liegt formal das Windrichtungsmaximum bei 240° aus West-Südwesten, wobei die Verteilung einer Achse von West-Südwest nach Ost-Nordost folgt. Die Verteilung zeigt zwei gleichrangige Nebenmaxima, eines aus Osten und eines aus Nord-Nordosten. Weil auch die dazwischenliegende 60°-Komponente nur wenig abfällt, soll von einer breiten, von 30° bis 90° erstreckten, nordwestlichen Nebenanströmung ausgegangen werden. Der östliche Halbraum erscheint relativ orientierungslos, bei durchschnittlichen Intensitäten von 40% der Maximalhäufigkeit. Das globale Minimum wird im Norden angenommen. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

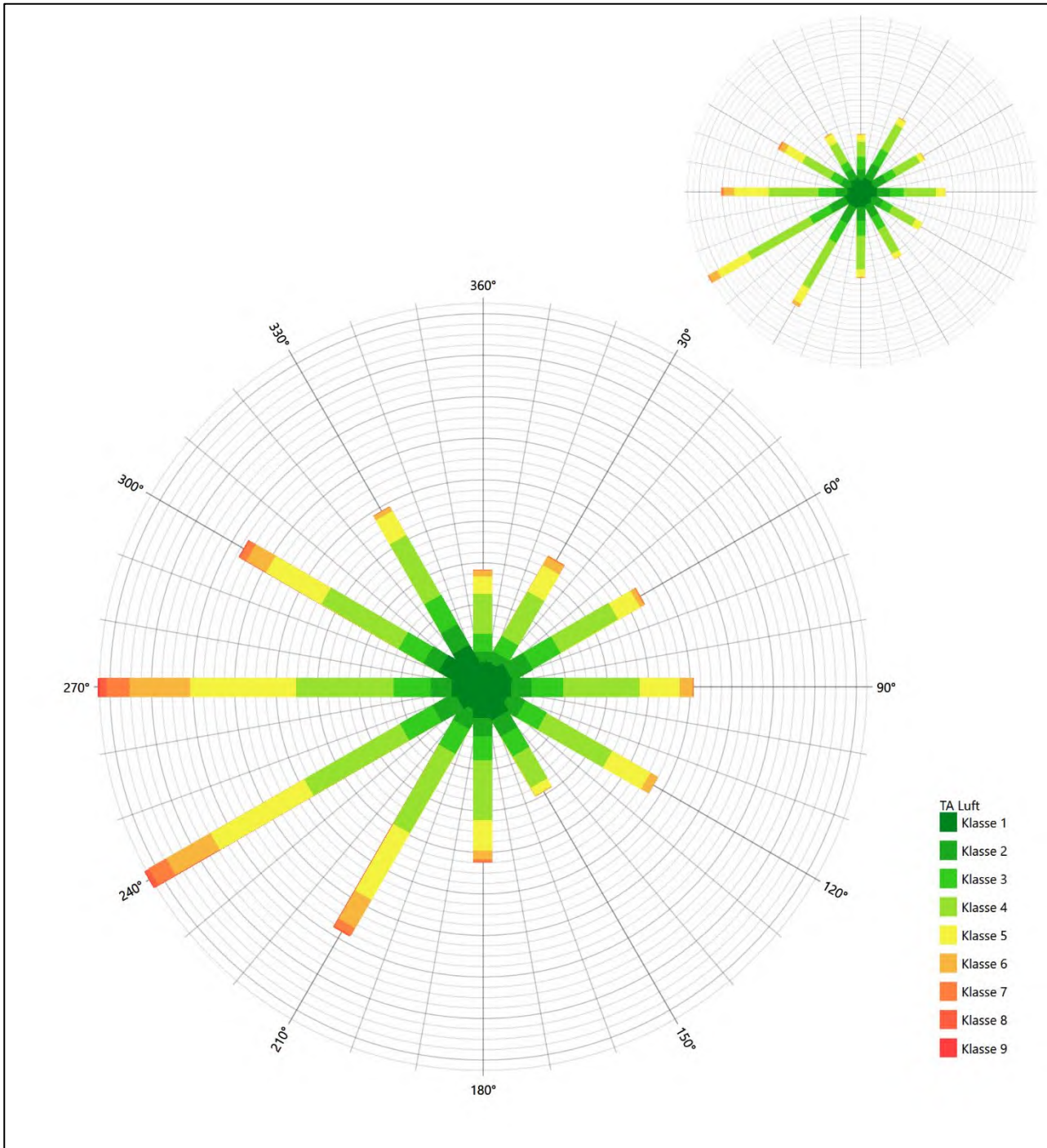


Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Feldberg/Mecklenburg mit dem Erwartungswert

Die Station Feldberg/Mecklenburg hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Die Ausformung der Hauptanströmung ist angemessen. Zumindest ein östliches Nebenmaximum findet sich, die breite Nebenanströmung ist um ca. 30° gegen den Erwartungswert verkippt. Von den relativen Intensitätsverhältnissen gesehen besitzt diese Station gegenüber allen weiteren einen Vorteil. Es liegt eine befriedigende Eignung zur Übertragung vor.

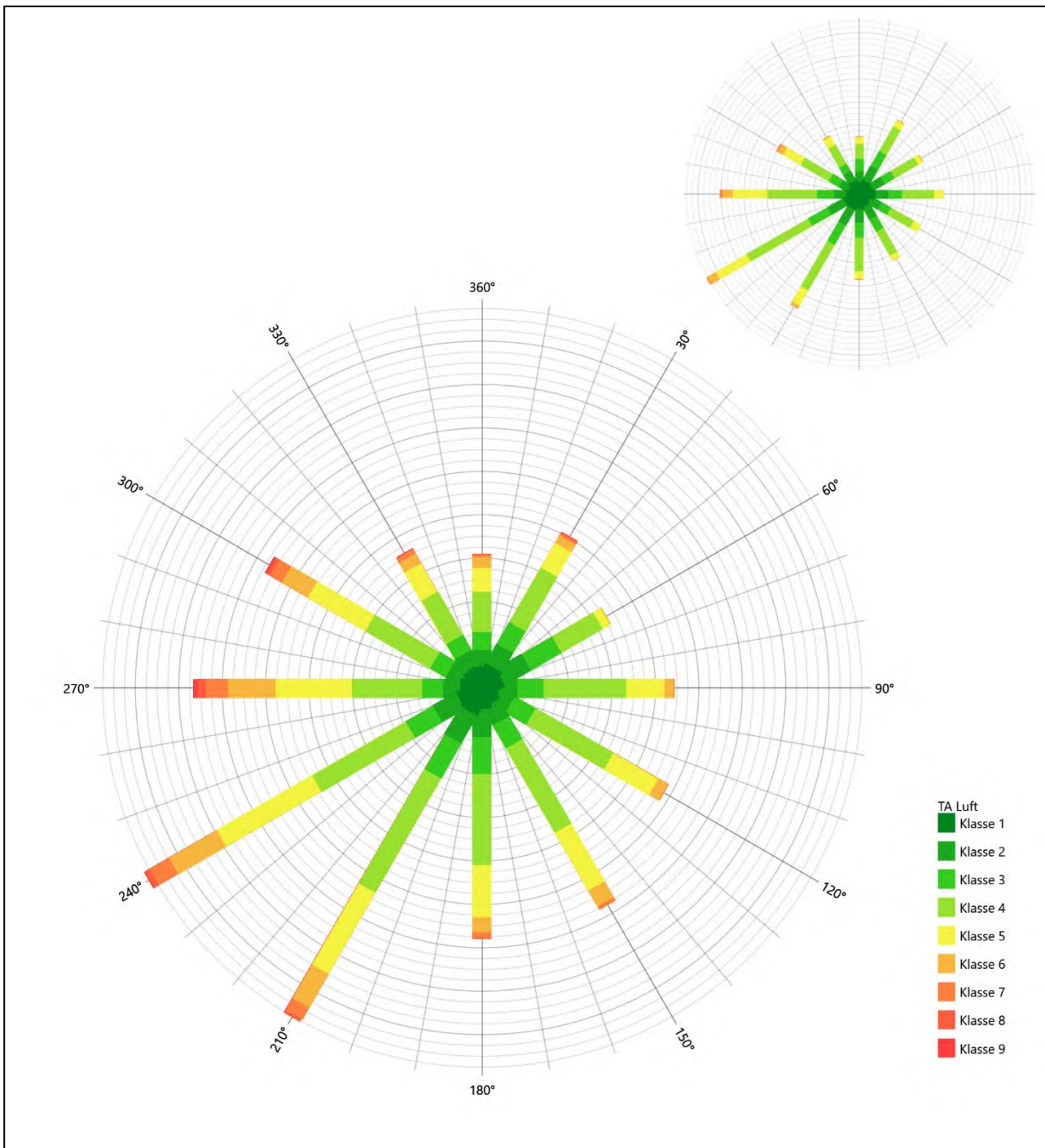


Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Grünow mit dem Erwartungswert

Grünow hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Überschätzte west-südwestliche bis südliche Komponenten sorgen allerdings dafür, dass der Schwerpunkt der Hauptanströmung hier südwestlicher liegt als erwartet. Zumindest ein nord-nordöstliches Nebenmaximum ist vorhanden, der Südosten dann aber doch überschätzt. Insgesamt wird noch eine befriedigende Eignung zur Übertragung festgestellt.

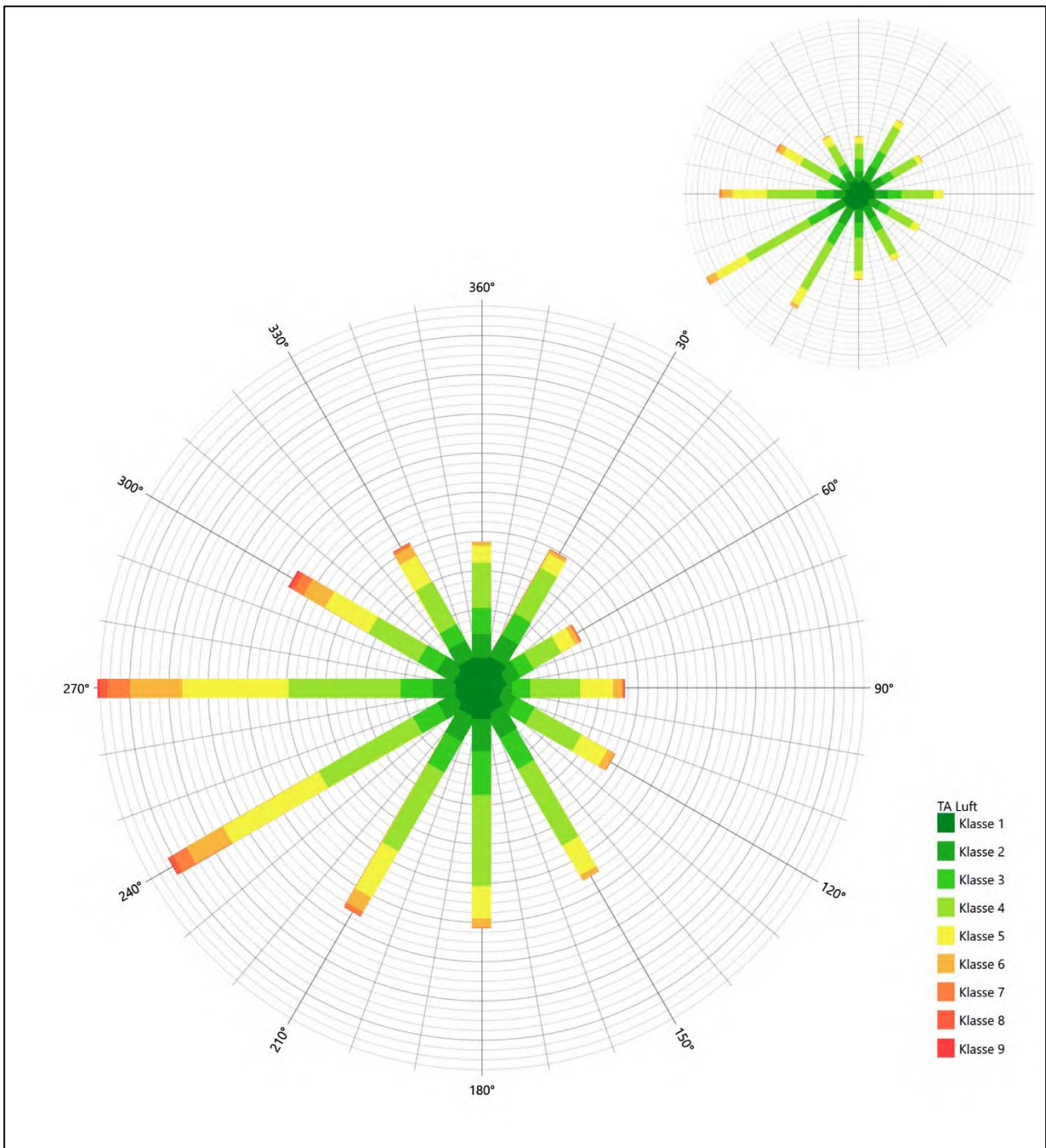


Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Angermünde mit dem Erwartungswert

Angermünde hat das formale Hauptmaximum bei 270° aus Westen noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zum Erwartungswert an der EAP. Das Nebenmaximum bei 30° liegt zumindest auf einem der beiden erwarteten Nebenmaxima an der EAP. Eine ausreichende Eignung zur Übertragung kann festgestellt werden.

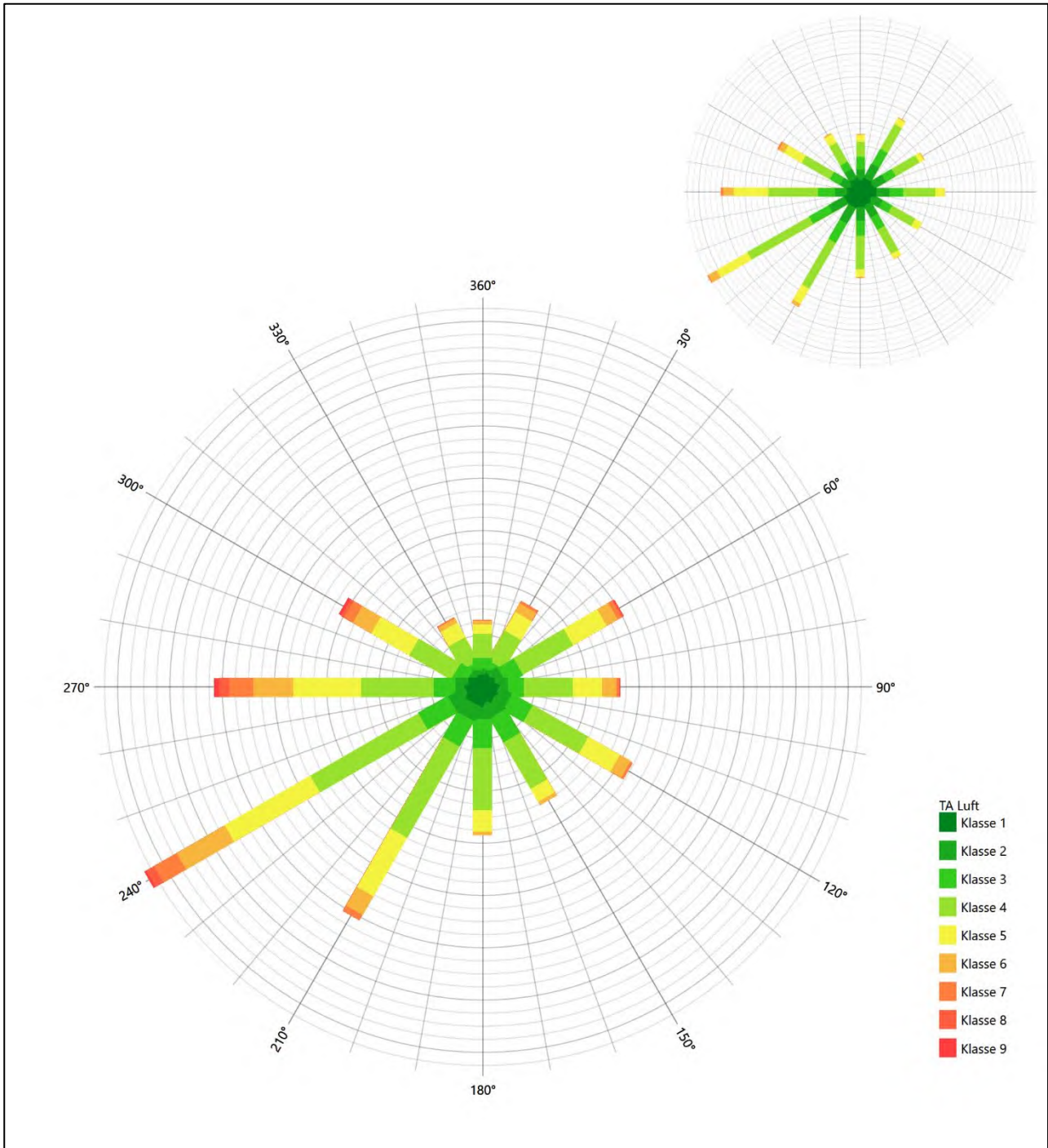


Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Trollenhagen mit dem Erwartungswert

Trollenhagen hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Die beiden Nebenmaxima aus Ost-Südosten und Ost-Nordosten liegen beide in einem jeweils benachbarten 30°-Richtungskorridor zu einem der Nebenmaxima an der EAP, die Breite der Nebenanströmung ist damit durchaus getroffen, lediglich und darin ähnlich wie bei Feldberg um ca. 30° verkippt. Auch hier kann noch auf eine befriedigende Eignung befunden werden.

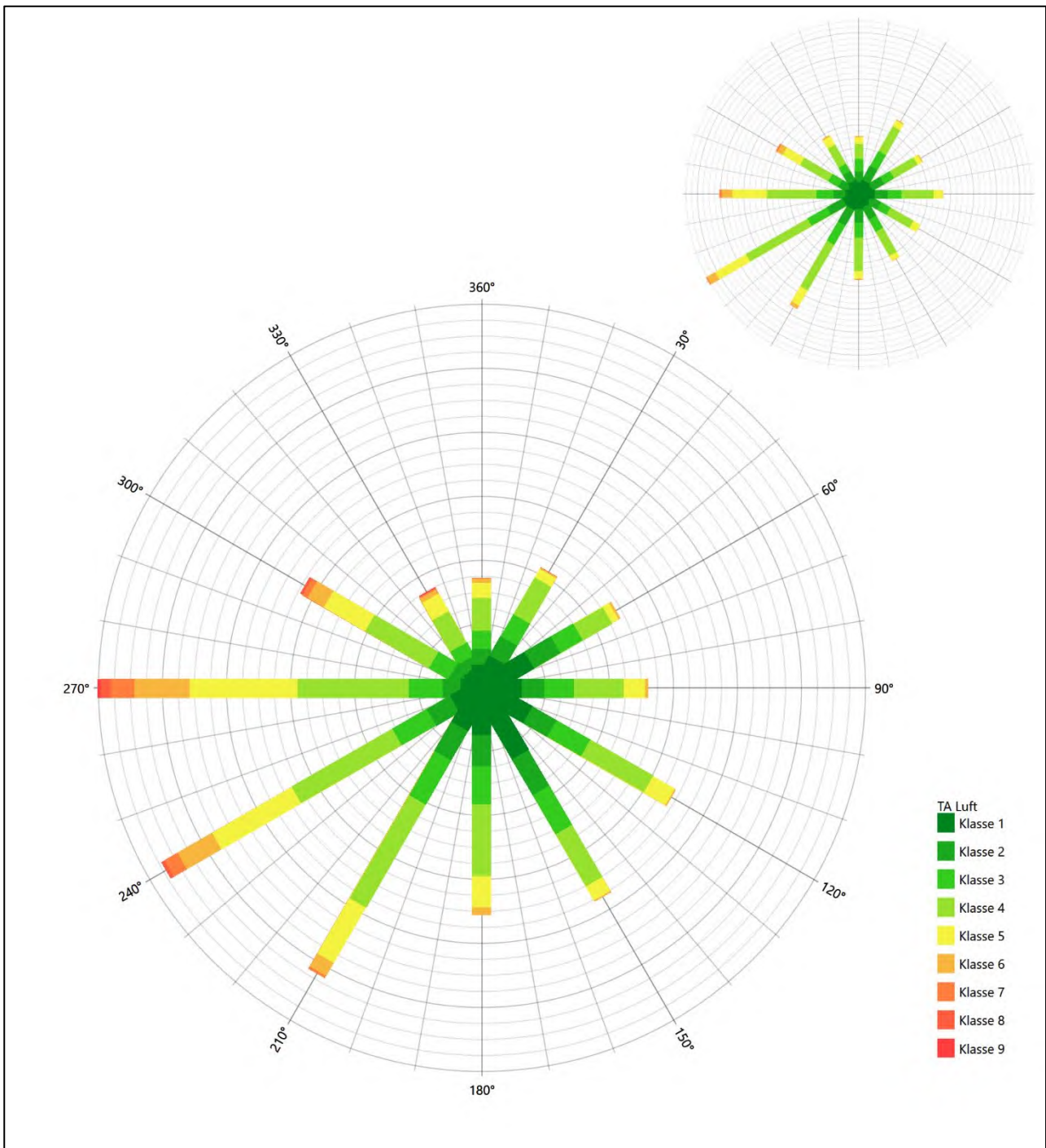


Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Heckelberg mit dem Erwartungswert

Die Station Heckelberg hat das formale Hauptmaximum bei 270° aus Westen noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zum Erwartungswert an der EAP. Das süd-südöstliche Nebenmaximum erfüllt dieses Kriterium nicht mehr. Die Station wird in diesem Fall zur Übertragung nicht empfohlen.

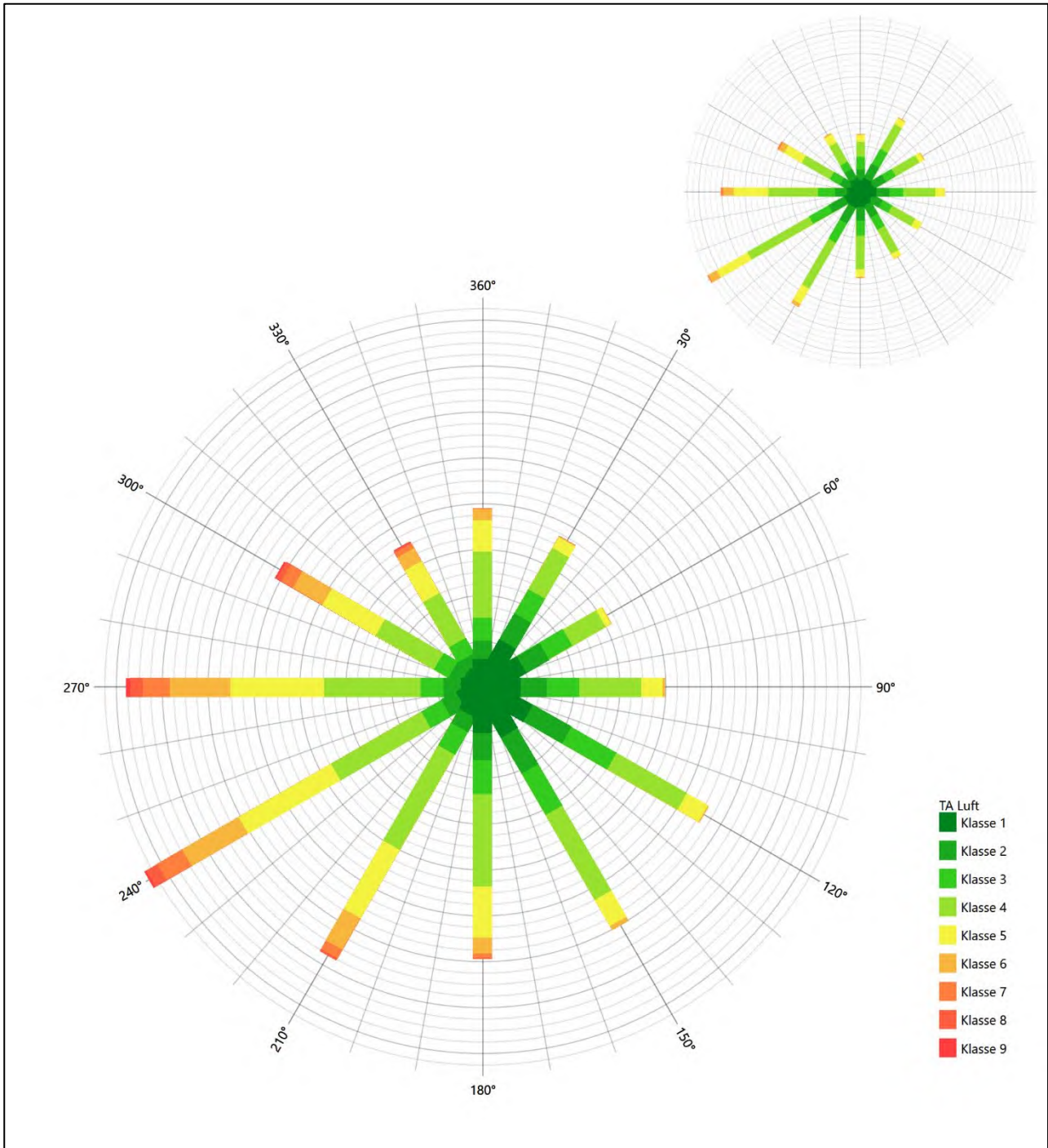


Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Rechlin mit dem Erwartungswert

Die Station Rechlin hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Sowohl das ost-südöstliche primäre als auch das nördliche sekundäre Nebenmaximum liegen in Bereichen wo eigentlich deutlich schwächere, wenn nicht minimale Werte erwartet werden. Auch diese Station eignet sich zur Übertragung nicht.

Somit sind aus Sicht der Windrichtungsverteilung die Stationen Feldberg/Mecklenburg, Grünow und Trollenhagen befriedigend für eine Übertragung geeignet. Angermünde stimmt noch ausreichend mit der EAP überein. Heckelberg und Rechlin 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
Feldberg/Mecklenburg	+++
Grünow	+++
Trollenhagen	+++
Angermünde	++
Heckelberg	-
Rechlin	-

4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen

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

Einen Erwartungswert für die mittlere Geschwindigkeit an der EAP liefert das hier verwendete prognostische Modell. In der Referenzhöhe 11,4 m werden an der EAP 2,76 m/s erwartet.

Als beste Schätzung der mittleren Windgeschwindigkeit an der EAP wird im Weiteren der gerundete Wert 2,8 m/s zu Grunde gelegt.

Dem kommen die Werte von Feldberg/Mecklenburg, Angermünde, Heckelberg und Rechlin mit 3,2 m/s, 3,2 m/s, 3 m/s bzw. 3,3 m/s (auch wieder bezogen auf 11,4 m Höhe und die EAP-Rauigkeit von 0,23 m) sehr nahe. Sie zeigen eine Abweichung von nicht mehr als $\pm 0,5$ m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Grünow und Trollenhagen liegen mit Werten von 3,5 m/s und 3,6 m/s noch innerhalb einer Abweichung von $\pm 1,0$ m/s, was noch eine ausreichende Übereinstimmung darstellt.

Aus Sicht der Windgeschwindigkeitsverteilung sind also Feldberg/Mecklenburg, Angermünde, Heckelberg und Rechlin gut für eine Übertragung geeignet. Grünow und Trollenhagen zeigen eine noch ausreichende Übereinstimmung.

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

Tabelle 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Feldberg/Mecklenburg	++
Angermünde	++
Heckelberg	++
Rechlin	++
Grünow	+
Trollenhagen	+

4.6 Auswahl der Bezugswindstation

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

Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen

Bezugswindstation	Bewertung gesamt	Bewertung Richtungsverteilung	Bewertung Geschwindigkeitsverteilung
Feldberg/Mecklenburg	+++++	+++	++
Grünow	++++	+++	+
Trollenhagen	++++	+++	+
Angermünde	++++	++	++
Heckelberg	-	-	++
Rechlin	-	-	++

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

Feldberg/Mecklenburg wird demzufolge für eine Übertragung ausgewählt.

5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation

Die zur Übertragung ausgewählte Station Feldberg/Mecklenburg befindet sich am südlichen Rand des Orts- teils Neuhof der Gemeinde Feldberger Seenlandschaft. Die Lage der Station in Brandenburg ist aus der fol- genden Abbildung ersichtlich.

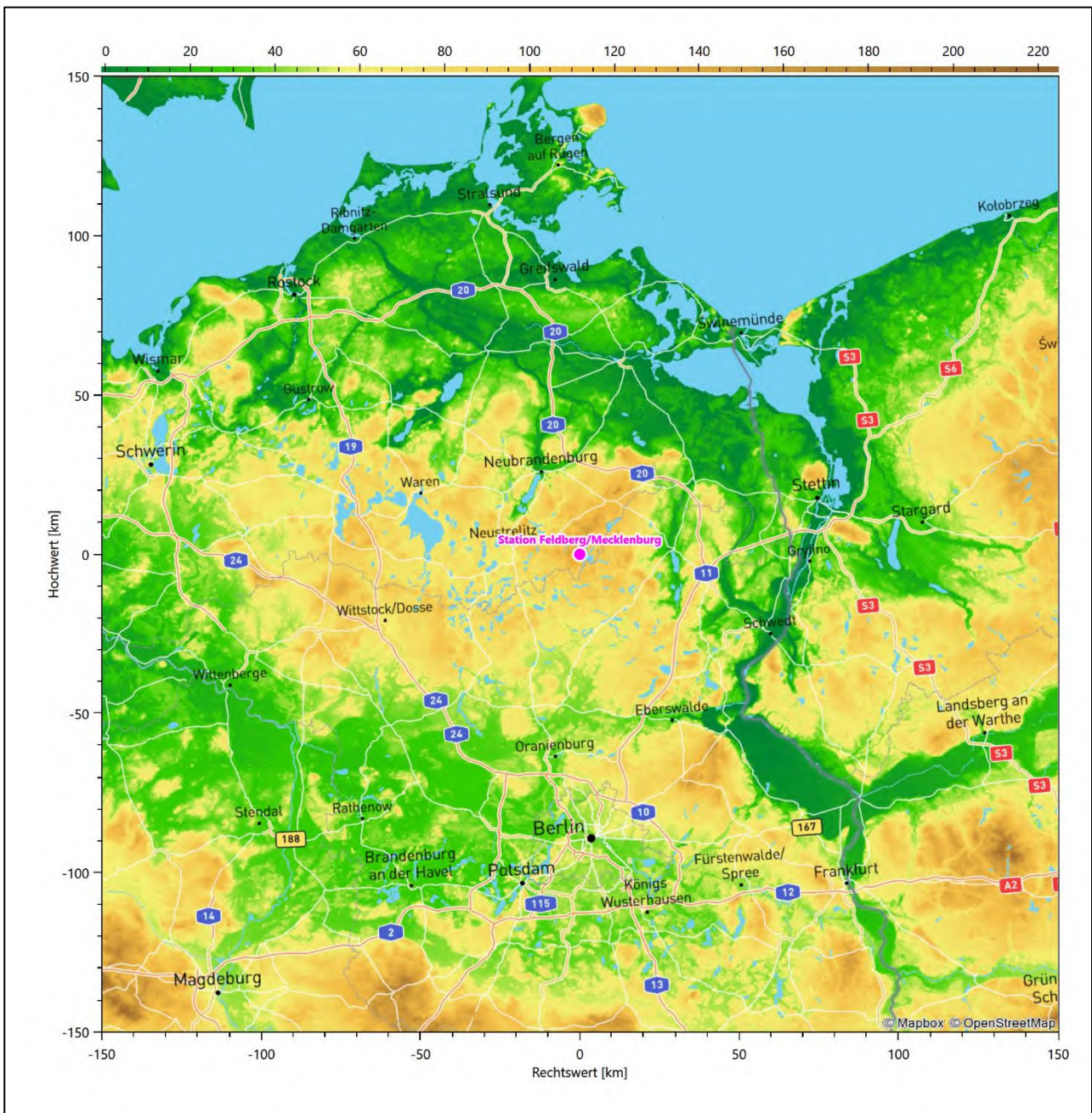


Abbildung 19: Lage der ausgewählten Station

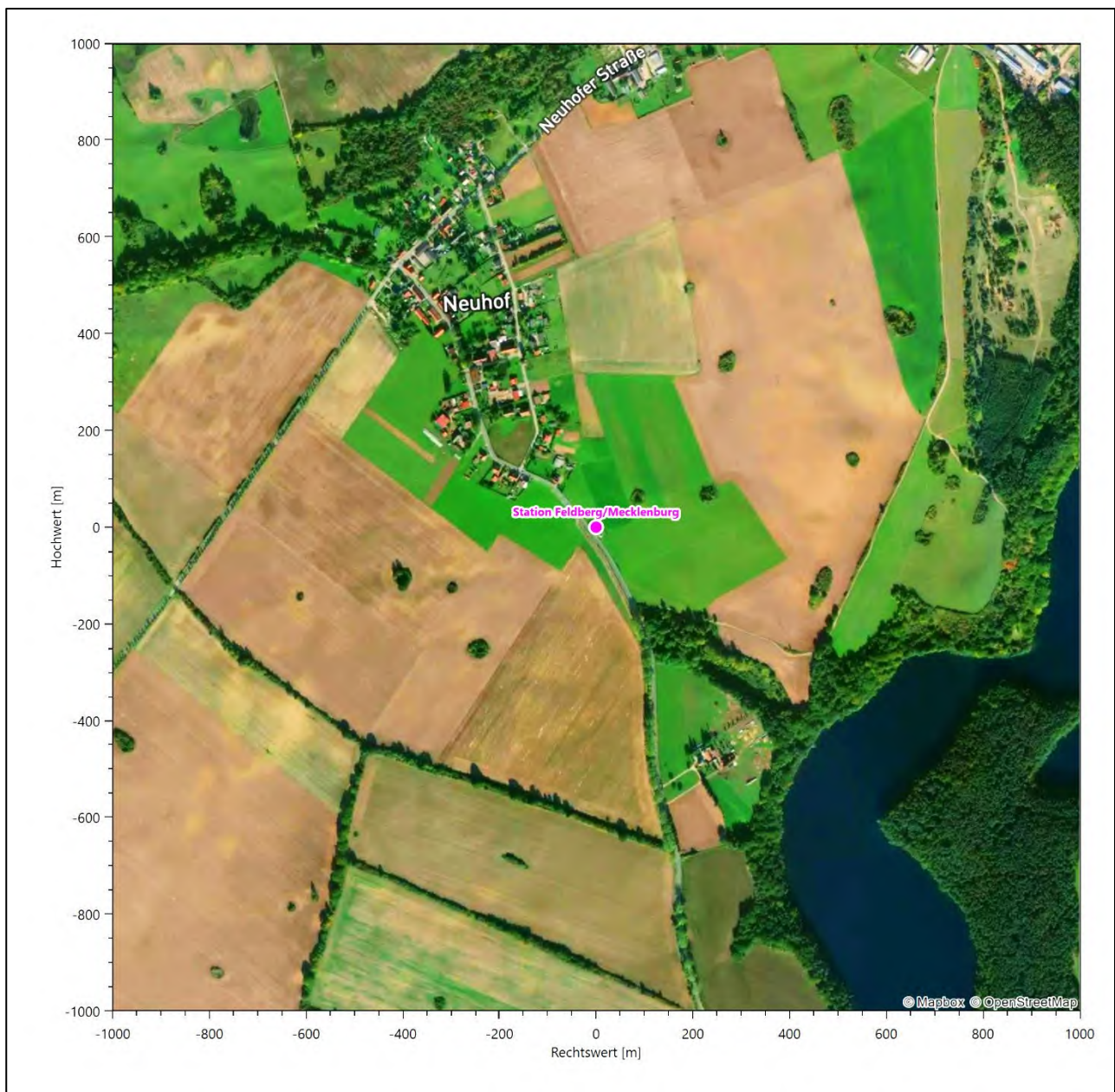
In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 115 m über NHN. Der Windgeber war während des hier untersuchten Zeitraumes in einer Höhe von 10 m angebracht.

Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	13,4175°
Geographische Breite:	53,3176°

Die Umgebung der Station ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Landwirtschaftliche Flächen wechseln sich mit durchgängig bebauten Siedlungsgebieten, außerdem mit Waldgebieten und einer ausgedehnten Seenlandschaft (besonders westlich der Station) 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, auch im weiteren Umkreis moderat gegliedert. Die Station liegt auf einer Kuppenlage in einem Endmoränengebiet, das während der Weichseleiszeit entstand. Es ist von allen Richtungen eine ungestörte Anströmung möglich.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

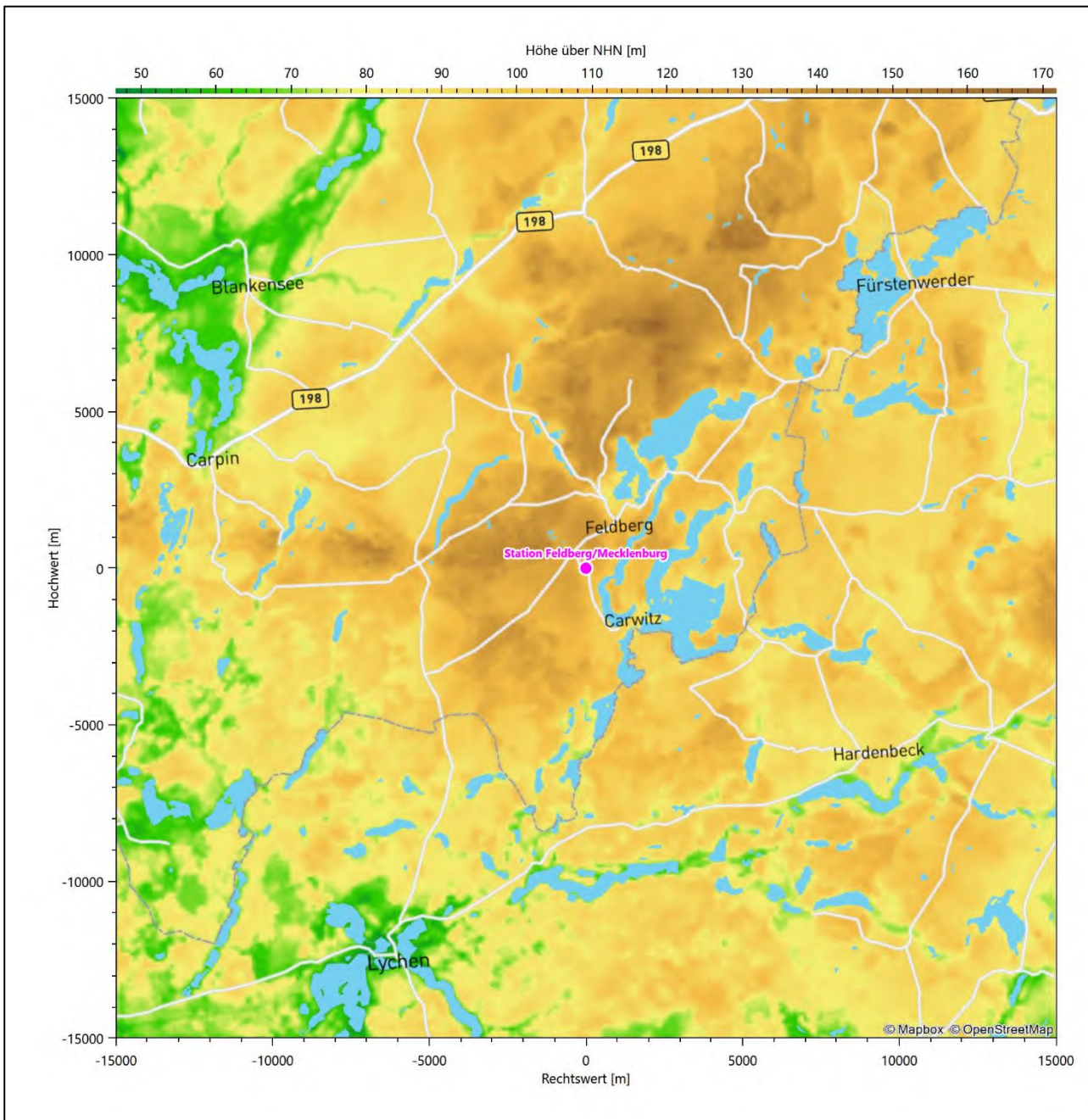


Abbildung 21: Orographie um den Standort der Wetterstation

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.

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

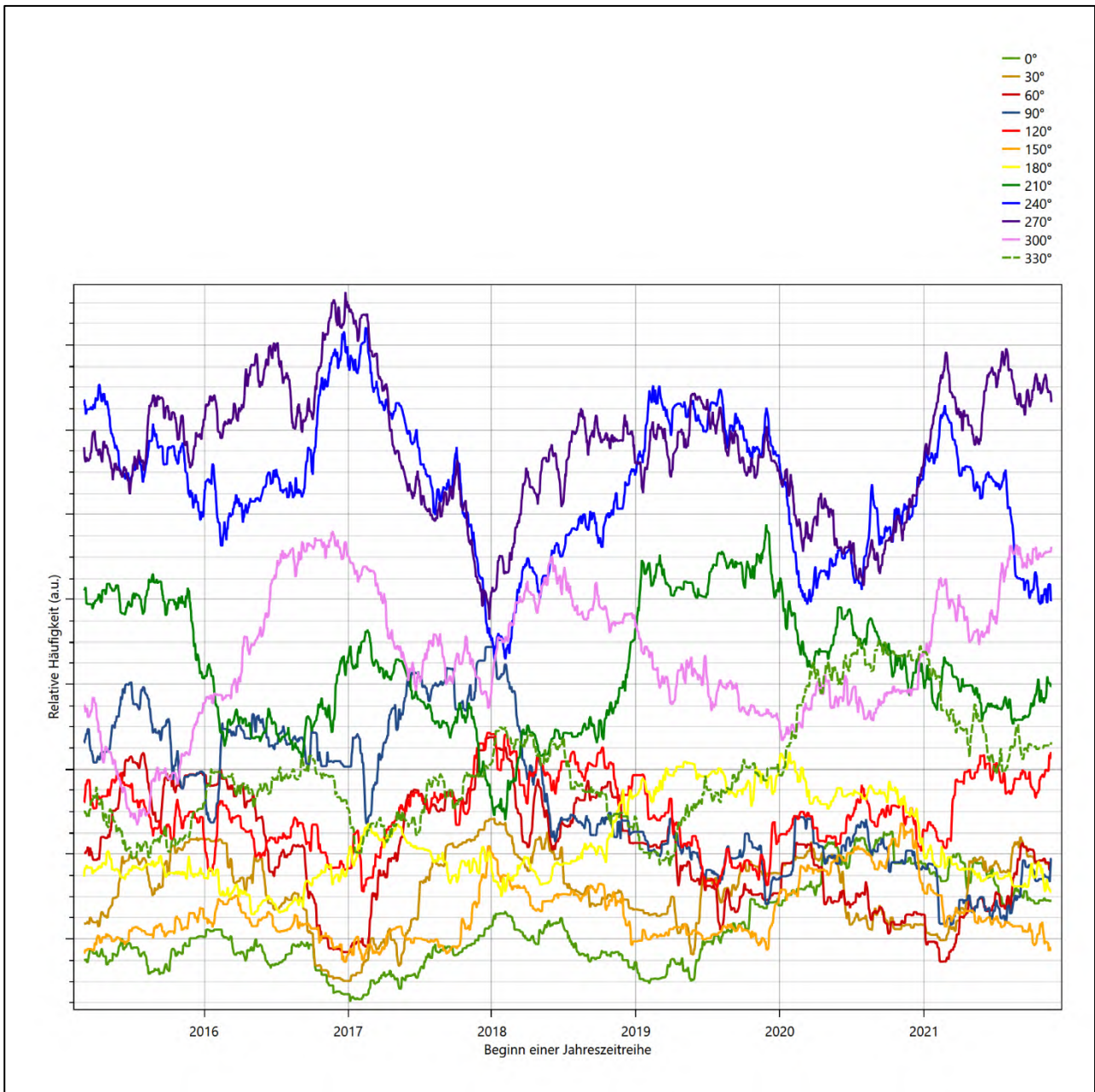


Abbildung 22: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung

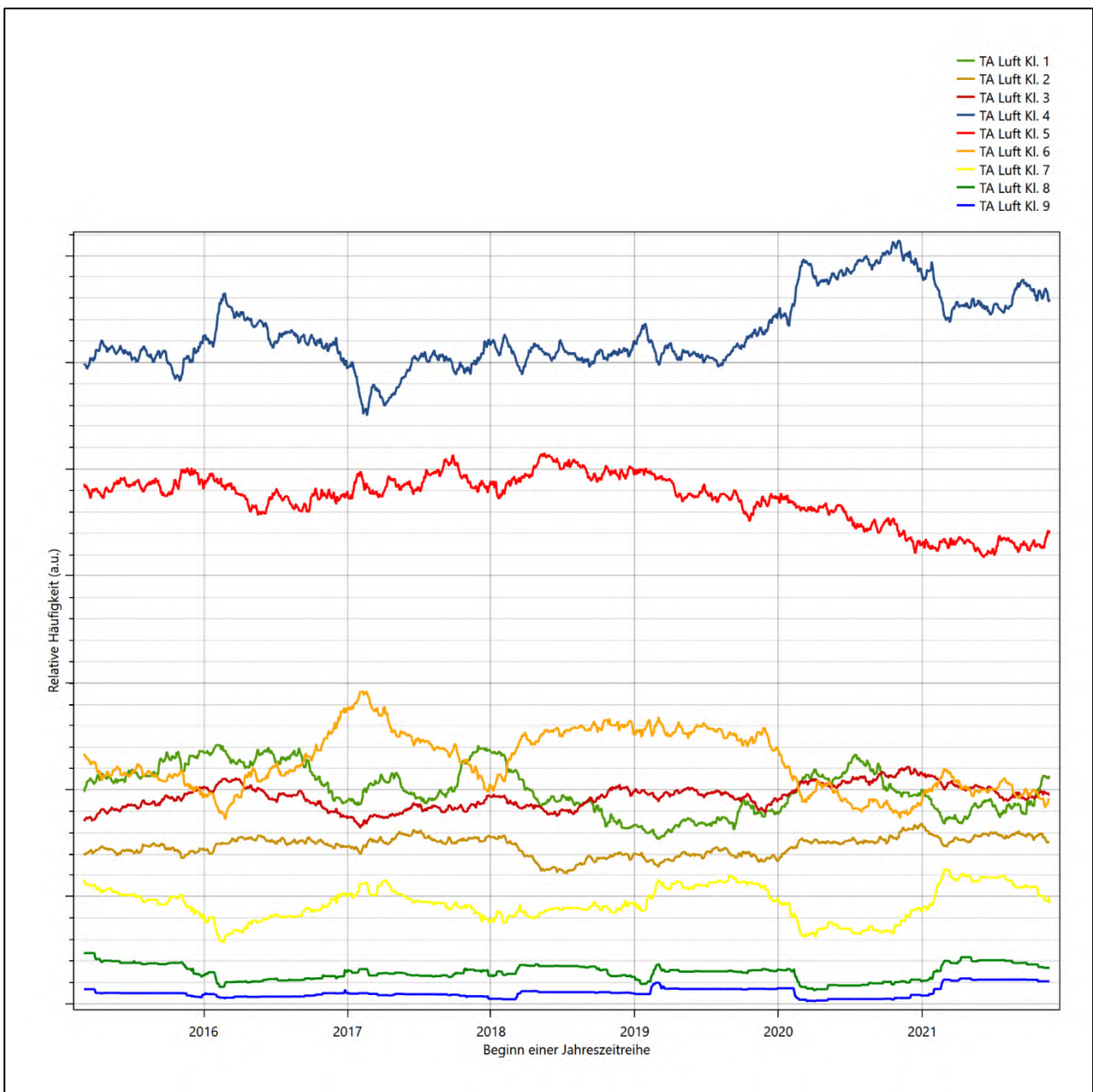


Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windschwindigkeitsverteilung

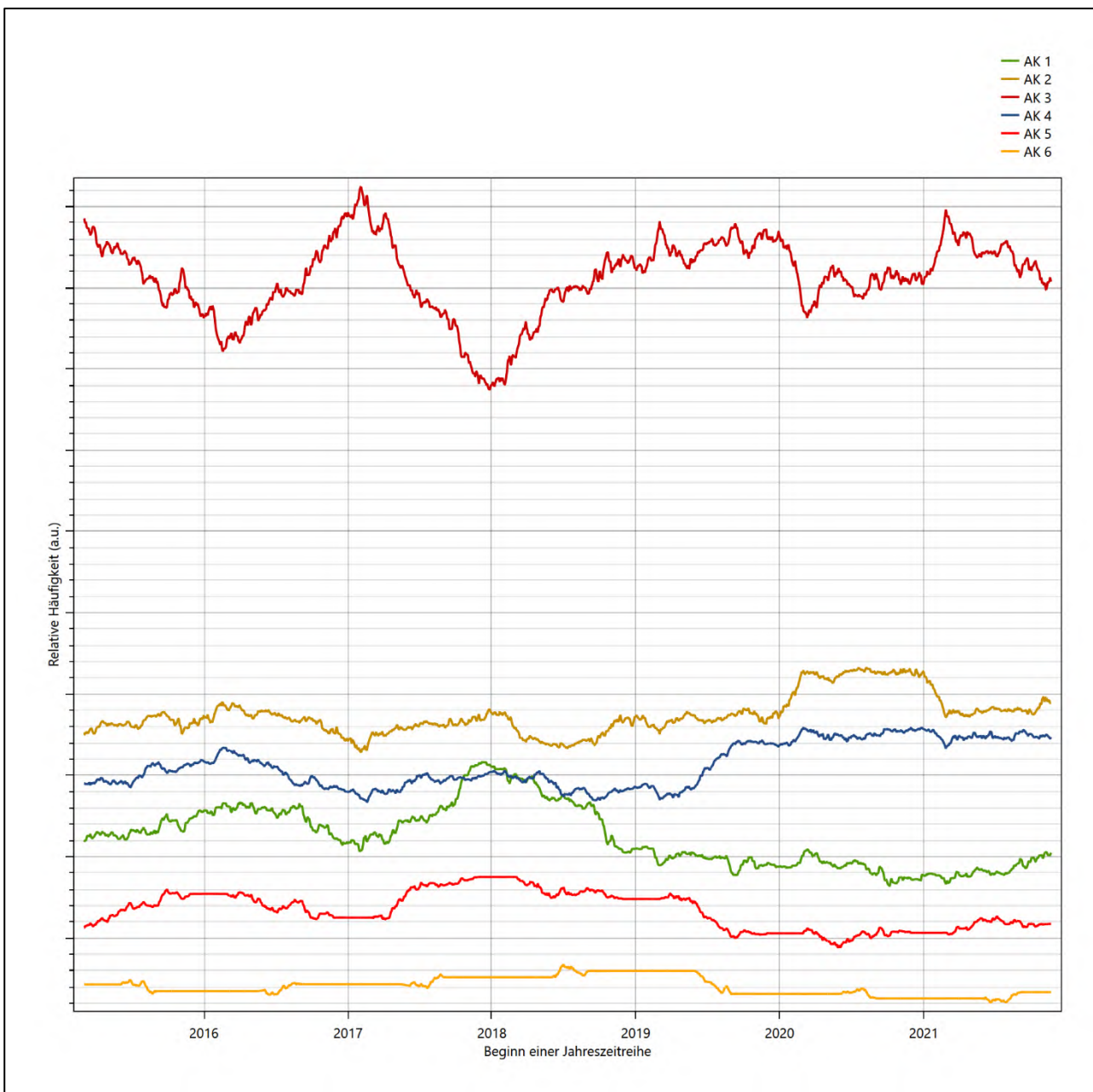


Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 03.03.2015 bis zum 20.11.2022 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.

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

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

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

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

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

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

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

addiert, wobei die Windrichtung mit 0,36, die Windgeschwindigkeit mit 0,24, die Ausbreitungsklasse mit 0,25 und die Richtung der Nacht- und Schwachwinde mit 0,15 gewichtet wird. Die Wichtefaktoren wurden aus der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] entnommen. Als Ergebnis erhält man einen Indikator für die Güte der Übereinstimmung eines jeden Testzeitraumes mit dem Gesamtzeitraum.

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

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

Ebenfalls zu erkennen ist der Beginn des Testzeitraumes (Jahreszeitreihe), für den die gewichtete χ^2 -Summe den kleinsten Wert annimmt (vertikale Linie). Dieser Testzeitraum ist als eine Jahreszeitreihe anzusehen, die dem gesamten Zeitraum im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen am ähnlichsten ist. Dies ist im vorliegenden Fall der 25.04.2016, was als Beginn des repräsentativen Jahres angesehen werden kann. Die repräsentative Jahreszeitreihe läuft dann bis zum 25.04.2017.

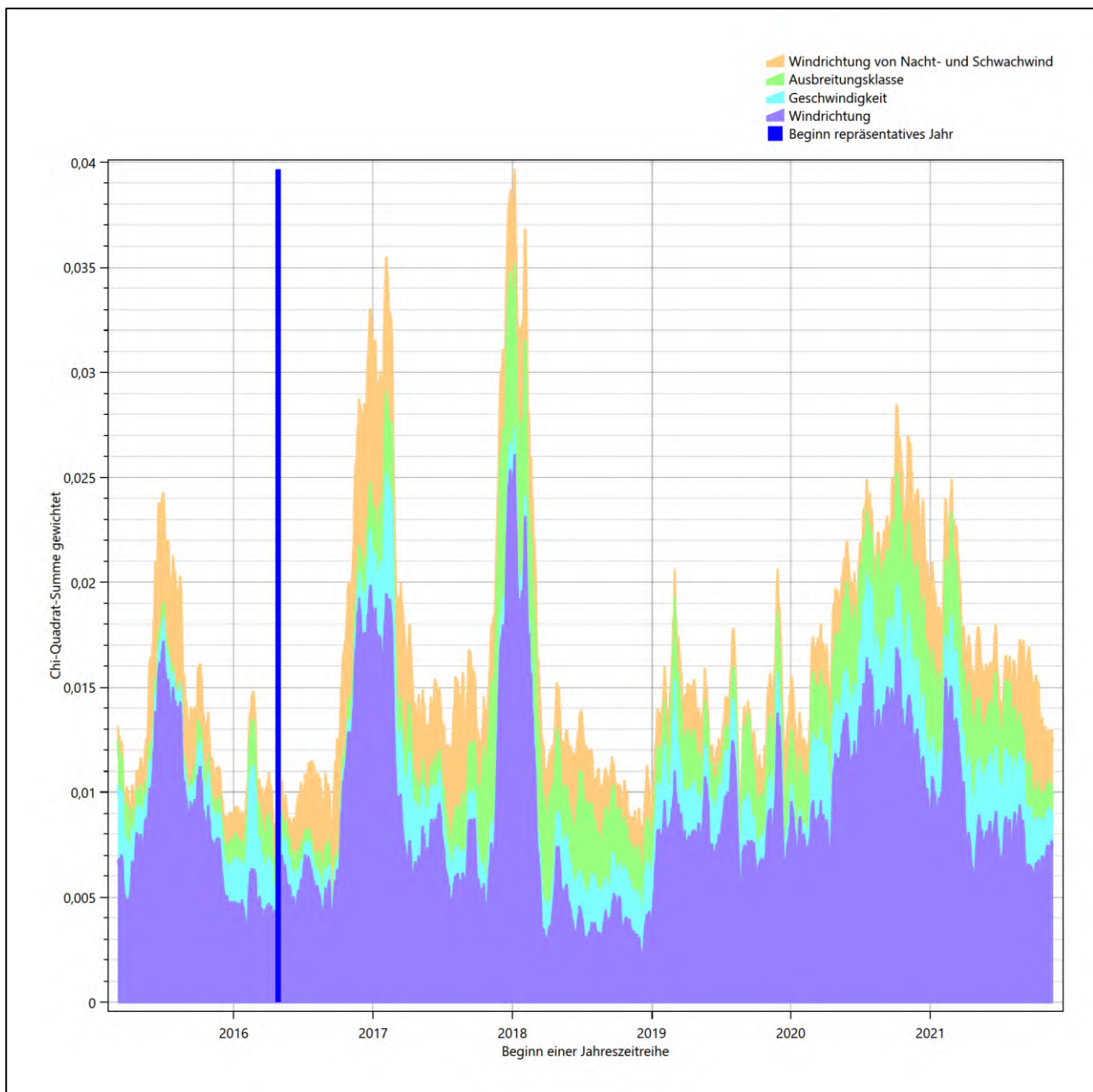


Abbildung 25: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

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

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

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

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

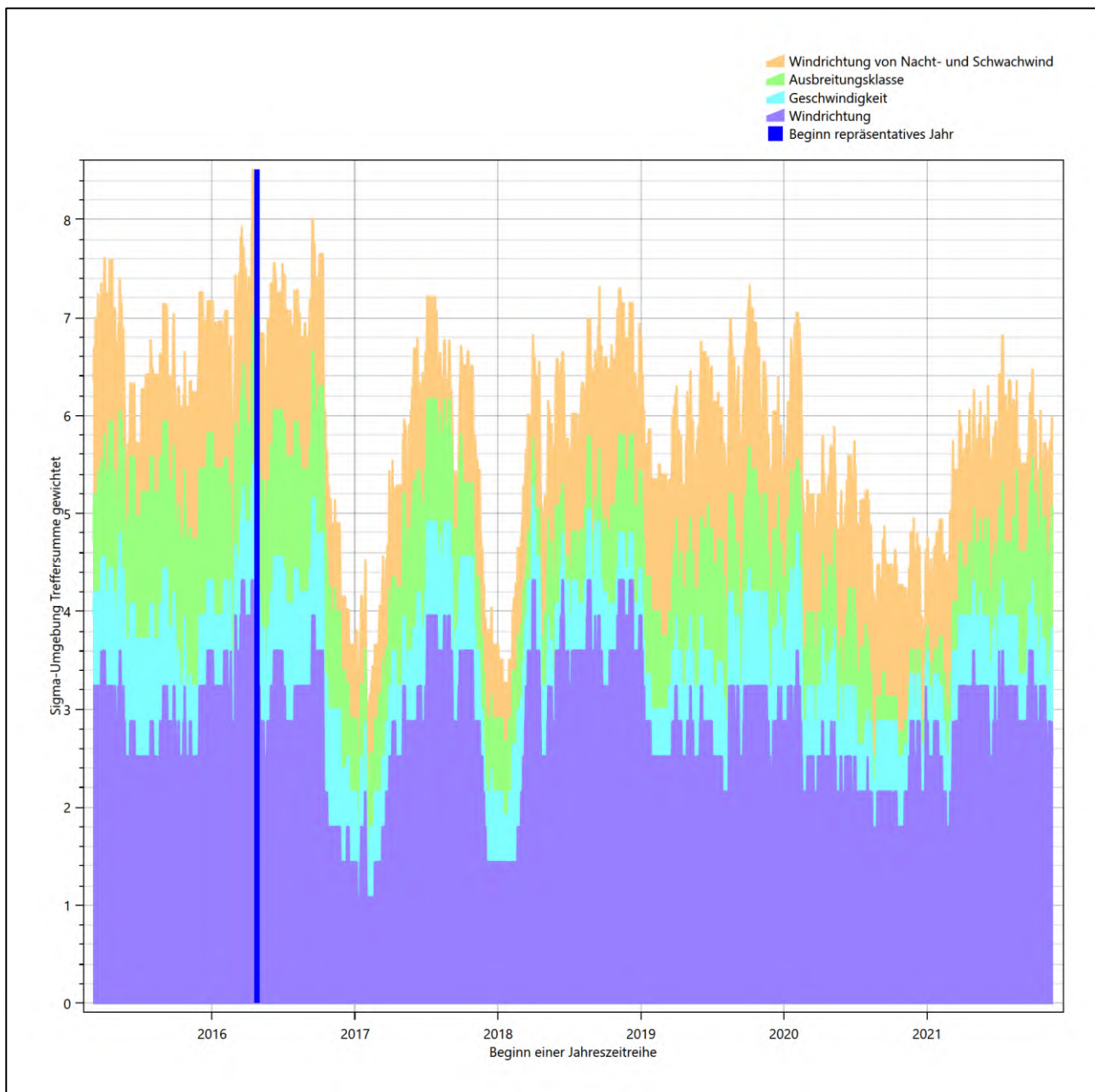


Abbildung 26: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Erfahrungsgemäß wird für das aus dem χ^2 -Test gefundene repräsentative Jahr vom 25.04.2016 bis zum 25.04.2017 nicht auch immer mit dem Maximum der gewichteten σ -Umgebung-Treffersumme

zusammenfallen. Im vorliegenden Fall lässt sich jedoch für das repräsentative Jahr feststellen, dass 99 % aller anderen untersuchten Einzelzeiträume eine schlechtere σ -Umgebung-Treffersumme aufweisen.

Dies kann als Bestätigung angesehen werden, dass das aus dem χ^2 -Vergleich gefundene repräsentative Jahr als solches verwendet werden kann.

6.3 Prüfung auf Plausibilität

Der im vorigen Schritt gefundene Testzeitraum mit der größten Ähnlichkeit zum Gesamtzeitraum erstreckt sich vom 25.04.2016 bis zum 25.04.2017. Inwieweit diese Jahreszeitreihe tatsächlich für den Gesamtzeitraum repräsentativ ist, soll anhand einer abschließenden Plausibilitätsprüfung untersucht werden.

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

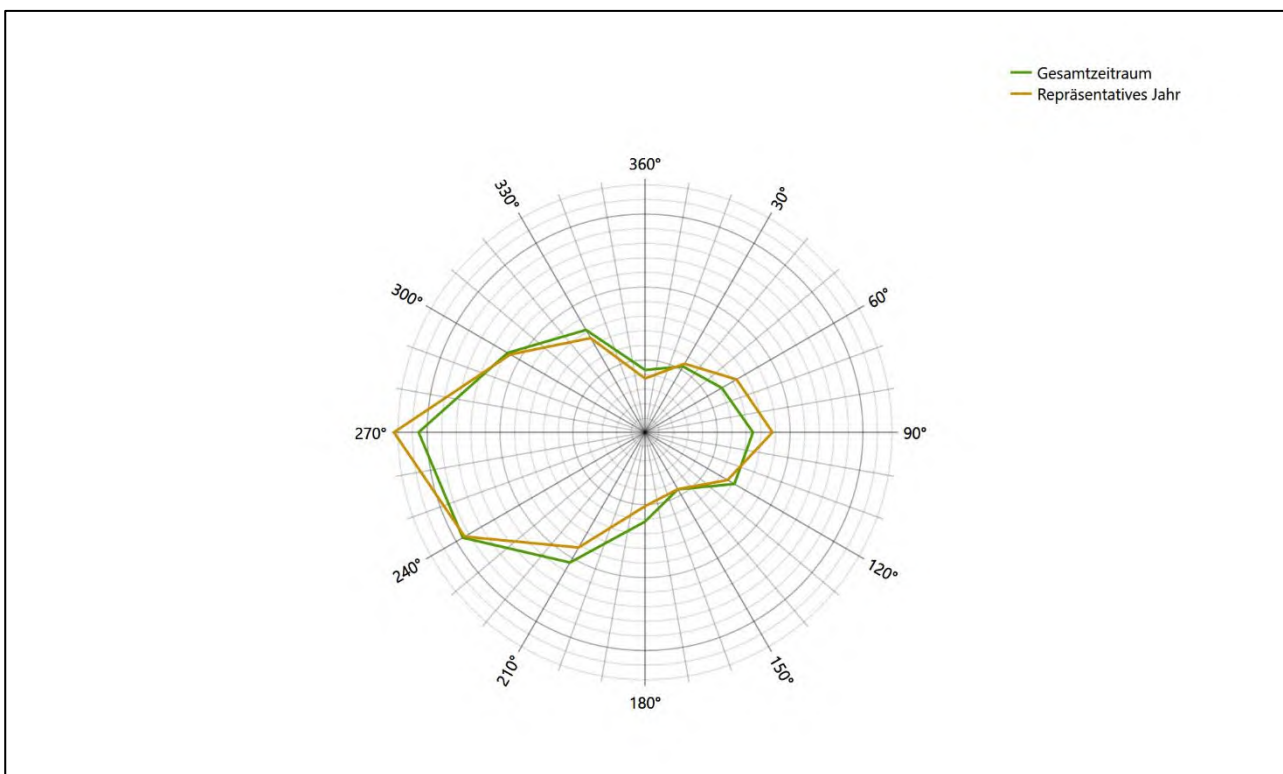


Abbildung 27: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

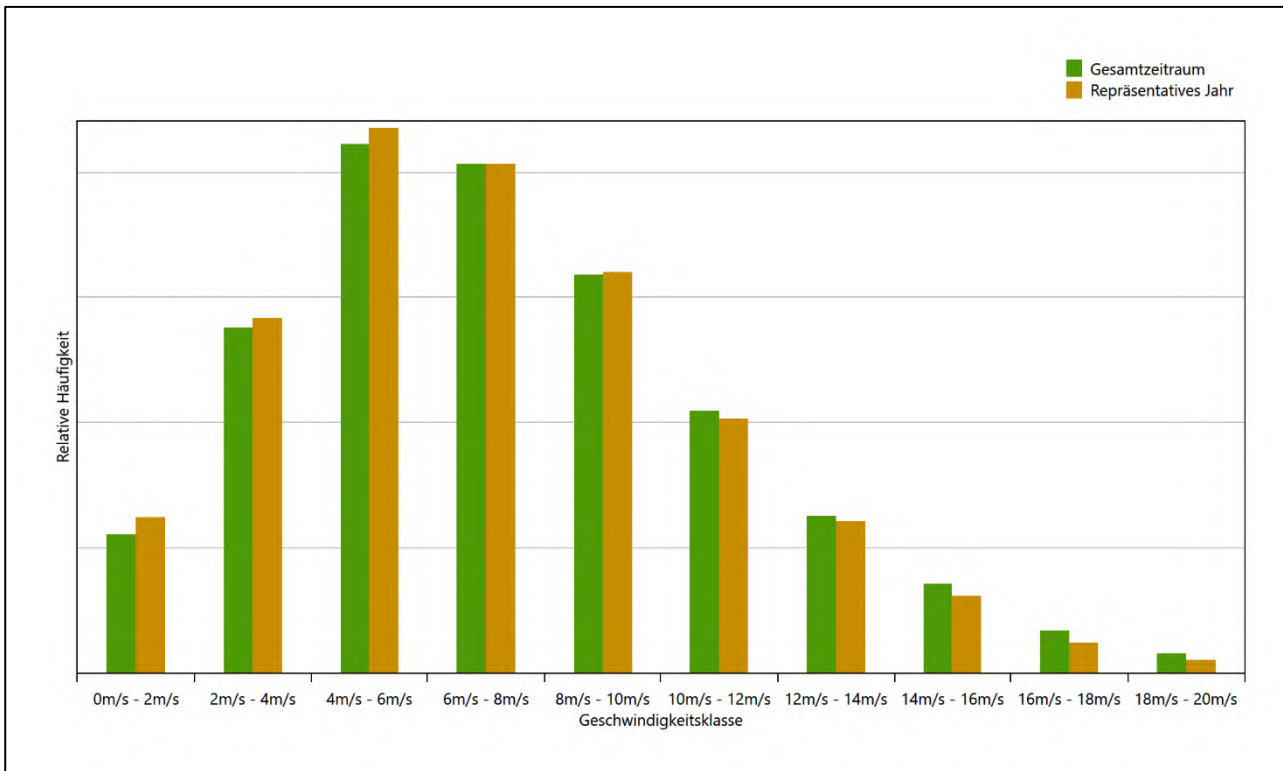


Abbildung 28: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

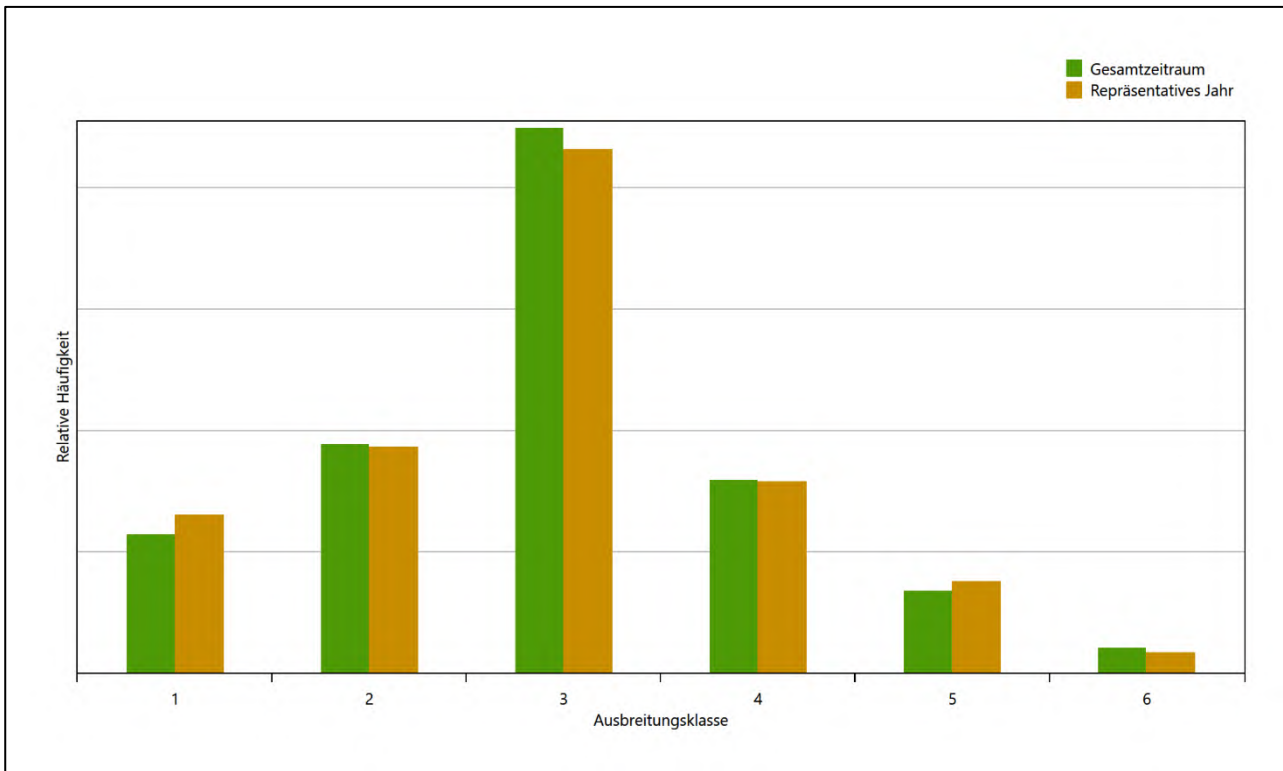


Abbildung 29: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

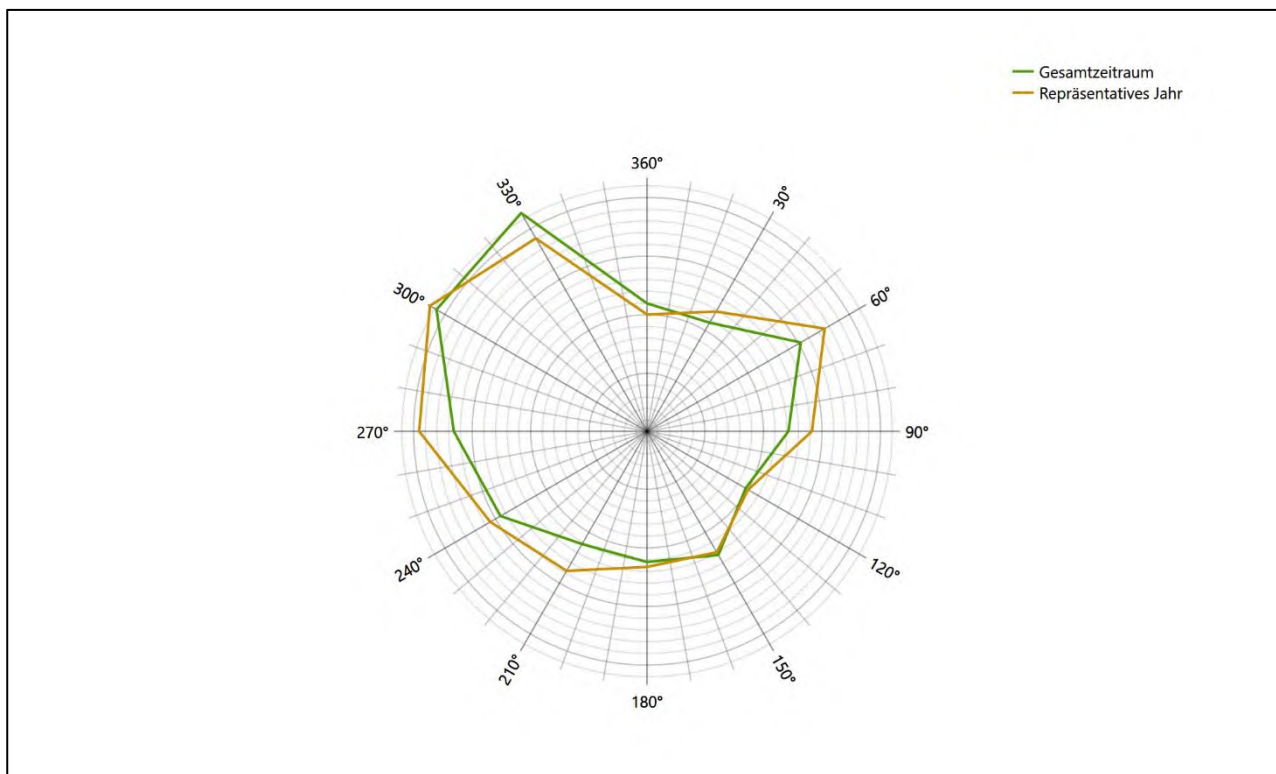


Abbildung 30: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

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

Daher kann davon ausgegangen werden, dass der Zeitraum vom 25.04.2016 bis zum 25.04.2017 ein repräsentatives Jahr für die Station Feldberg/Mecklenburg im betrachteten Gesamtzeitraum vom 03.03.2015 bis zum 20.11.2022 ist.

7 Beschreibung der Datensätze

7.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge

7.1.1 Theoretische Grundlagen

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

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

Zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit aus diesen Messwerten muss die Art des Messgerätes Berücksichtigung finden, da eine Trägheit der Apparatur Einfluss auf die Dynamik der Windmessdaten ausübt. In diesem Zusammenhang müssen Dämpfungsfaktoren bestimmt werden, die sich für digital, nicht trägheitslose Messverfahren nach den Verfahren von Beljaars (Dämpfungsfaktor A_B) [10], [11] und für analoge nach dem Verfahren von Wieringa (Dämpfungsfaktor A_W) [12], [13] ermitteln lassen.

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

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

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

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

und

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

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

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

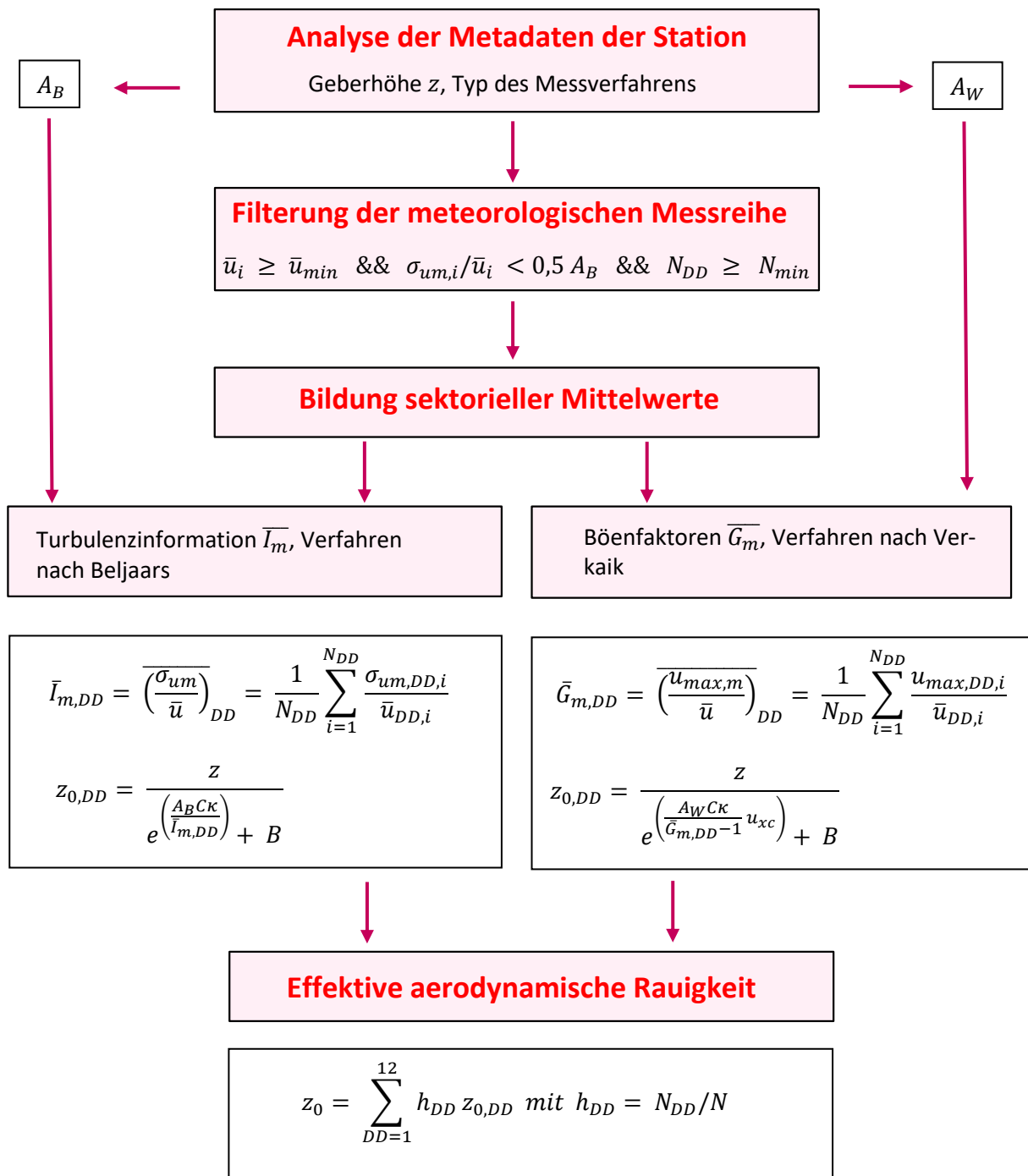


Abbildung 31: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit

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

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

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

7.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall

Die effektive aerodynamische Rauigkeit musste im vorliegenden Fall für die Station Feldberg/Mecklenburg und den Zeitraum vom 25.04.2016 bis zum 25.04.2017 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 10.06.2013 bis zum 09.03.2020 auszudehnen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl der pro Windrichtungssektor verwendeten Einzelmessungen und die daraus ermittelten Sektorenrauigkeiten angegeben.

Tabelle 9: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Feldberg/Mecklenburg

Sektor um	Anzahl der Einzelmessungen	Rauigkeit im Sektor [m]
0°	25	0,067 m
30°	15	0,016 m
60°	35	0,020 m
90°	110	0,020 m
120°	36	0,057 m
150°	84	0,113 m
180°	810	0,022 m
210°	1937	0,018 m
240°	2558	0,019 m
270°	1747	0,024 m
300°	534	0,061 m
330°	110	0,109 m

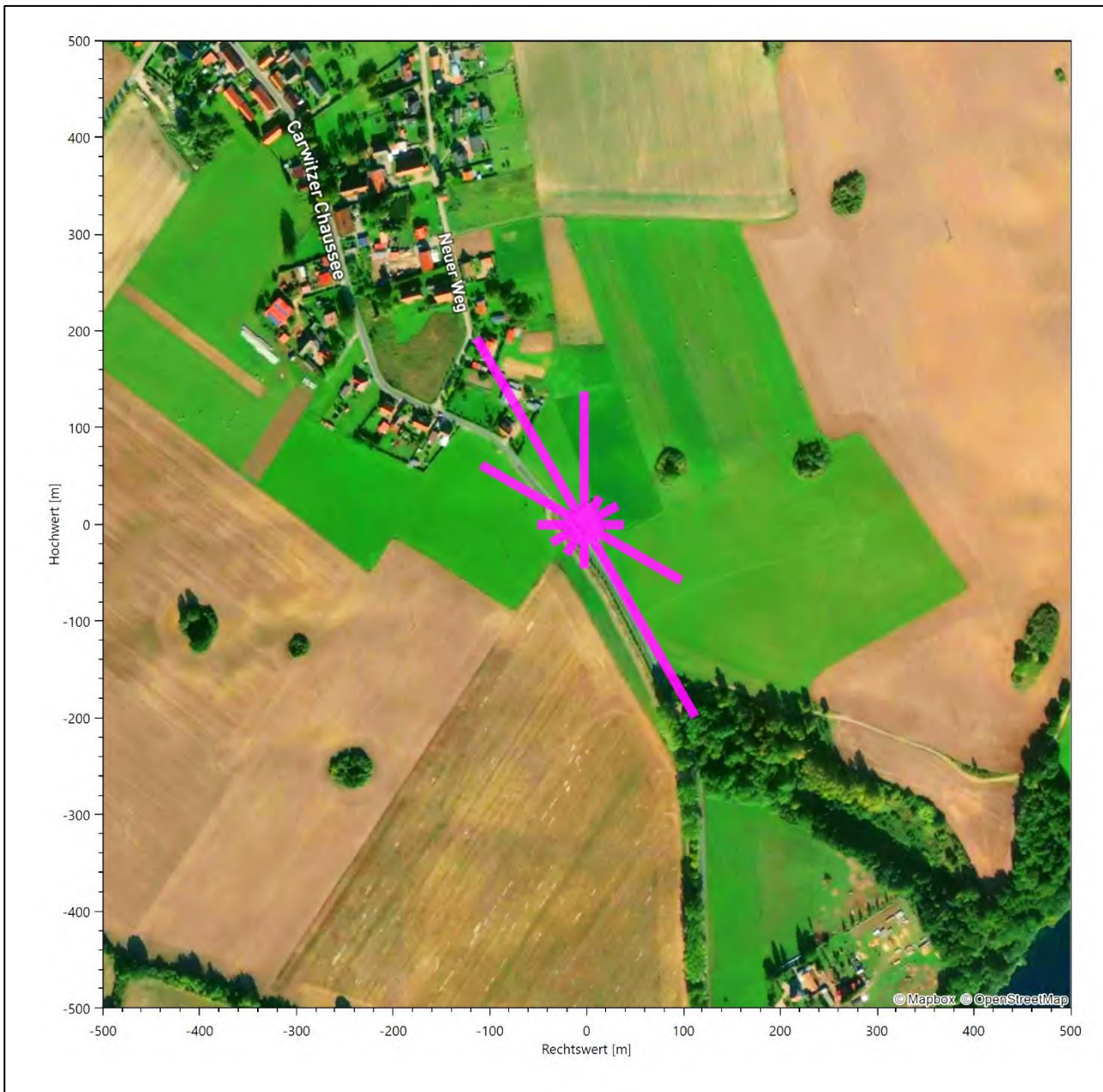


Abbildung 32: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Feldberg/Mecklenburg

Aus der mit den Anströmhäufigkeiten gewichteten Mittelung ergibt sich schließlich für die Station Feldberg/Mecklenburg eine effektive aerodynamische Rauigkeit von 0,025 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 Feldberg/Mecklenburg) 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 Feldberg/Mecklenburg wurde nach dem im Abschnitt 7.1.2 beschriebenen Verfahren berechnet. Für Feldberg/Mecklenburg ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 25.04.2016 bis zum 25.04.2017 einen Wert von 0,025 m. Daraus ergeben sich die folgenden, den Rauigkeitsklassen der TA Luft zugeordneten Anemometerhöhen. Das Berechnungsverfahren dazu wurde der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] entnommen.

Tabelle 10: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Feldberg/Mecklenburg

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	7,6	9,3	12,2	15,0	18,6	25,2	32,4	37,8	42,5

7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Feldberg/Mecklenburg für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bedeckung wurde eine Ausbreitungsklassenzeitreihe gemäß den Vorgaben der TA Luft und VDI-Richtlinie 3782 Blatt 6 erstellt. Die gemessenen meteorologischen Daten werden als Stundenmittel angegeben, wobei die Windgeschwindigkeit vektoriell gemittelt wird. Die Verfügbarkeit der Daten soll nach TA Luft mindestens 90 % der Jahresstunden betragen. Im vorliegenden Fall wurde eine Verfügbarkeit von 100 % bezogen auf das repräsentative Jahr vom 25.04.2016 bis zum 25.04.2017 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 10 wurden im Dateikopf hinterlegt.

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Übertragbarkeit der meteorologischen Daten von den Messstationen wurde für einen Aufpunkt etwa 410 m nordöstlich des Standortes (Rechtswert: 33409550, Hochwert: 5899650) 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 Wichmannsdorf wurde überprüft, ob sich die meteorologischen Daten einer oder mehrerer Messstationen des Deutschen Wetterdienstes zum Zweck einer Ausbreitungsrechnung nach Anhang 2 der TA Luft übertragen lassen.

Als Ersatzanemometerposition empfiehlt sich dabei ein Punkt mit den UTM-Koordinaten 33409550, 5899650.

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

Als repräsentatives Jahr für diese Station wurde aus einem Gesamtzeitraum vom 03.03.2015 bis zum 20.11.2022 das Jahr vom 25.04.2016 bis zum 25.04.2017 ermittelt.

Frankenberg, am 26. Januar 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 / 31
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 / 32
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 / 40
	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 / 40
	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 / 36
7.1	Erstellung des Zieldatensatzes			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		<input checked="" type="checkbox"/>	7.1 / 48
	Bei Verwendung von Stabilitätsinformationen, die nicht an der Bezugswindstation gewonnen wurden: Herkunft der Stabilitätsinformationen dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Sonstiges			
7.2	Bei Besonderheiten im Untersuchungsgebiet: Hinweise für die Ausbreitungsrechnung und Angaben, unter welchen Voraussetzungen die Verwendung der bereitgestellten meteorologischen Daten zu sachgerechten Ergebnissen im Sinne des Anhangs zur Ausbreitungsrechnung der TA Luft führt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8 / 54

11 Schrifttum

- [1] Statistisches Bundesamt, *Daten zur Bodenbedeckung für die Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [2] VDI 3783 Blatt 16 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [3] D. Öttl, „Documentation of the prognostic mesoscale model GRAMM (Graz Mesoscale Model) Vs. 17.1,“ Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, 2017.
- [4] VDI 3783 Blatt 21 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [5] Deutscher Wetterdienst, „Climate Data Center, CDC-Newsletter 6,“ Offenbach, 2017.
- [6] VDI 3783 Blatt 8 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle (Entwurf)*, Berlin: Beuth-Verlag, vom April 2017; in aktueller Fassung.
- [7] VDI 3783 Blatt 20 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [8] M. Koßmann und J. Namyslo, „Merkblatt Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen,“ Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 2019.
- [9] 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.