

Immissionsschutz-Gutachten

Immissionsprognose Bioaerosole im Rahmen der
Neubauplanung eines Zentralklinikums (ZKG) in Georgsheil

Auftraggeber	Trägergesellschaft Kliniken Aurich-Emden-Norden GmbH Wallinghausener Straße 8-12 26603 Aurich
Immissionsprognose luftverunreinigende Stoffe	Nr. I16082821_BA vom 25. Apr. 2022
Projektleiter	Dipl.-Ing. Doris Einfeldt
Umfang	Textteil 32 Seiten Anhang 84 Seiten
Ausfertigung	PDF-Dokument

Eine auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Zustimmung der Normec uppenkamp GmbH.

Inhalt Textteil

Zusammenfassung	4
1 Grundlagen.....	5
2 Veranlassung und Aufgabenstellung.....	8
3 Grundlage für die Ermittlung und Beurteilung der Immissionen	9
3.1 Allgemein	9
3.2 LAI-Leitfaden Bioaerosole.....	10
3.2.1 Stufe 1 - Vorprüfung	11
3.2.2 Stufe 2, 1. Schritt – Zusatzbelastung Schwebstaub	11
3.2.3 Stufe 2, 2. Schritt – Gesamtbelastung Bioaerosole.....	11
3.2.4 Stufe 2, 3. Schritt – Vergleich der prognostizierten Belastungen mit den Orientierungswerten	12
3.2.5 Stufe 2, 4. Schritt – Sonderfallprüfung.....	13
4 Beschreibung des Vorhabens und des Umfeldes	14
4.1 Lage des Vorhabenstandortes	14
4.2 Immissionsrelevante Anlagen im Umfeld	15
5 Beschreibung der Emissionsansätze.....	18
5.1 Allgemeines	18
5.1.1 Datengrundlagen	18
5.1.2 Emissionsfaktoren.....	19
5.1.3 Korngrößenverteilungen	19
5.1.4 Sonstige potentielle Quellen	19
5.1.5 Zusammenfassung der berücksichtigten Emissionsfaktoren/Korngrößenverteilung	20
5.2 Ermittlung der Emissionen	20
5.3 Quellgeometrie	20
5.4 Zeitliche Charakteristik	21
5.5 Abgasfahnenüberhöhung	22
5.6 Zusammenfassung der Quellparameter	22
6 Ausbreitungsparameter.....	23
6.1 Ausbreitungsmodell	23
6.2 Meteorologische Daten	23
6.2.1 Prüfung der Übertragbarkeit nach VDI 3783-20	24
6.2.2 Zeitliche Repräsentanz der Daten	24
6.2.3 Anemometerstandort und -höhe	25
6.2.4 Kaltluftabflüsse.....	25
6.3 Berechnungsgebiet	26
6.4 Beurteilungsgebiet	26
6.5 Berücksichtigung von Bebauung	26
6.6 Bodenrauigkeit	26
6.7 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten.....	27
6.8 Zusammenfassung der Modellparameter	28
6.9 Durchführung der Ausbreitungsrechnungen.....	28
7 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung und Diskussion der Ergebnisse	29
7.1 Ergebnisse	29

7.2	Diskussion.....	30
8	Angaben zur Qualität der Prognose.....	31

Inhalt Anhang

A	Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung (Windrichtung, Windgeschwindigkeit) der verwendeten meteorologischen Daten
B	Übertragbarkeitsprüfung
C	Bestimmung der Rauigkeitslänge
D	Grafische Emissionskataster
E	Dokumentation der Immissionsberechnung
F	Prüfliste

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lage des Vorhabenstandortes	15
Abbildung 2:	Berücksichtigte Tierhaltungsanlagen im Umfeld des Vorhabenstandortes	16
Abbildung 3:	Gesamtbelastung Leitparameter Staphylokokken im Bereich des Vorhabenstandortes in KBE/m ³	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Orientierungswerte gemäß LAI-Leitfaden Bioaerosole	12
Tabelle 2:	Berücksichtigte Emissionsfaktoren und Korngrößenverteilung	20
Tabelle 3:	Quellgeometrie	21
Tabelle 4:	Emissionszeiten	21
Tabelle 5:	Zusammenfassung der Quellparameter	22
Tabelle 6:	Meteorologische Daten, Winddaten	24
Tabelle 7:	Zusammenfassung der Modellparameter	28

Zusammenfassung

Gegenstand des vorliegenden Gutachtens zum Immissionsschutz ist die von der Auftraggeberin geplante Neuerrichtung eines Zentralklinikums (ZKG) auf dem Grundstück Gemarkung Uthwerdum (Flur 5) in 26624 Südbrookmerland.

Im Rahmen der planungsrechtlichen Umsetzung des Vorhabens ist zu prüfen, ob die Belange des Immissionsschutzes hinsichtlich der vorhandenen Bioaerosolimmissionen ausreichend Berücksichtigung finden. Kriterien zur Ermittlung von Bioaerosolimmissionen und Beurteilung, dass die von den Tierhaltungen ausgehenden Bioaerosole keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorrufen können, sind in [LAI Bioaerosole] sowie in der Richtlinienreihe VDI 4250 definiert.

Im vorliegenden Fall hat eine Vorprüfung gemäß [LAI Bioaerosole] ergeben, dass sich hinreichende Anhaltspunkte für mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Bioaerosole ergeben, so dass eine Ermittlung der Gesamtbelastung an Bioaerosolen erforderlich wurde. Hierzu wurde eine Immissionsprognose erstellt, in der die Bioaerosolbelastung für den maßgeblichen Leitparameter Staphylokokken durch die relevanten Tierhaltungen im genehmigten Zustand im Bereich des geplanten Standortes ermittelt wurde.

Die Planungsgrundlagen und die getroffenen Annahmen und Voraussetzungen werden in der Langfassung des vorliegenden Berichts erläutert.

Die Untersuchungen zum Immissionsschutz haben Folgendes ergeben:

Durch das Ausbreitungsmodell [AUSTAL] wurden im Bereich des Vorhabenstandortes des geplanten Klinikums folgende Konzentrationen für den untersuchten Leitparameter berechnet:

Staphylokokken: < 80 KBE/m³.

Die Ausbreitungsrechnungen zeigen, dass die berechnete Belastung für den Leitparameter Staphylokokken den Orientierungswert aus [LAI Bioaerosole] (240 KBE/m³) im Bereich des geplanten Vorhabenstandortes deutlich unterschreitet. Die ermittelte Gesamtbelastung unterschreitet zudem die Bestimmungsgrenze für Staphylokokken gemäß [LAI Bioaerosole] (80 KBE/m³).

Schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des [BImSchG] durch Bioaerosole sind im Bereich des Vorhabenstandortes folglich nicht zu erwarten.

Eine detaillierte Ergebnisdarstellung erfolgt in Kapitel 7. Die Dokumentation der Immissionsberechnung kann im Anhang eingesehen werden.

1 Grundlagen

[4. BImSchV]	Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Januar 2021 (BGBl. I S. 69) geändert worden ist
[AUSTAL]	Programmsystem Austal2000 in der Version 3.1.2-WI-x, Janicke Ingenieurgesellschaft mbH
[AUSTAL View]	Benutzeroberfläche AUSTAL View in der Version 10.1.2 TG, Lakes Environmental Software Ins, ArguSoft GmbH & Co. KG
[BImSchG]	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. September 2021 (BGBl. I S. 4458) geändert worden ist
[DWD 2014]	Merkblatt – Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebenen Anemometerhöhe, Deutscher Wetterdienst, Abt. Klima- und Umweltberatung, Offenbach. 15.10.2014
[DIN EN ISO/IEC 17025]	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien. 2018-03
[IfU DPR 2021 1220-01]	Detaillierte Prüfung der Übertragbarkeit der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort bei Georgsheil, IFU GmbH, Berichtsnummer: DRP.20211220-01, 10. Februar 2022
[LAI Bioaerosole]	Leitfaden zur Ermittlung und Bewertung von Bioaerosol-Immissionen, Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz. 31.01.2014
[LANUV Arbeitsbl. 36]	Leitfaden zur Prüfung und Erstellung von Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft (2002) und der Geruchsimmissions-Richtlinie (2008) mit AUSTAL2000, LANUV-Arbeitsblatt 36, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen 2018
[LANUV Fachbericht 80]	Bioaerosole aus der Tierhaltung, LANUV-Fachbericht 80, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen 2017
[LBM-DE]	Landbedeckungsmodell Deutschland, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main. 2018

[LUA Merkbl. 56]	Leitfaden zur Erstellung von Immissionsprognosen mit AUSTAL2000 im Genehmigungsverfahren nach TA Luft und der Geruchsimmissions-Richtlinie, Merkblatt 56, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen. 2006
[MULNV NRW 22/03/2018]	Erlass des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen vom 22. März 2018: Berechnung von Bioaerosolimmissionen aus Tierhaltungsanlagen im Rahmen von Gutachten unter Berücksichtigung aktueller Ergebnisse des LANUV NRW und des Thünen-Instituts
[Seedorf 2016/10]	Jens Seedorf „Systemimmanente Biopartikel mit potentieller Hygienerrelevanz in biologischen Abluftreinigungsanlagen der Tierproduktion“, Dissertation, Oktober 2016
[TA Luft 2002]	Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBI. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 60)
[TA Luft 2021]	Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021 (herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit), Gemeinsames Ministerialblatt (herausgegeben vom Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat), 72. Jahrgang, Nr. 48-54, Seite 1049 vom 14.09.2021
[Thünen 138]	Emission von Bioaerosolen aus Tierhaltungsanlagen - Methoden und Ergebnisse verfügbarer Bioaerosoluntersuchungen in und um landwirtschaftliche Nutztierhaltung, Thünen Working Paper 138, Jan 2020
[VDI 3782-3]	Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre – Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung, 1985-06
[VDI 3783-13]	Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01
[VDI 3783-16]	Umweltmeteorologie – Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle – Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft. 2020-10
[VDI 3783-20]	Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft, 2017-03
[VDI 3783-21]	Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL. 2017-03
[VDI 3788-1]	Umweltmeteorologie – Ausbreitung von Geruchsstoffen in der Atmosphäre - Grundlagen. 2000-07

[VDI 3886-1]	Ermittlung und Bewertung von Gerüchen – Geruchsgutachten – Ermittlung der Notwendigkeit und Hinweise zur Erstellung. 2019-09
[VDI 3894-1]	Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen – Haltungsverfahren und Emissionen – Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. 2011-09
[VDI 3945-3_2000]	Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell. 2000-09 (zurückgezogen)
[VDI 4250-1]	Bioaerosole und biologische Agenzien - Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosol-Immissionen - Wirkungen mikrobieller Luftverunreinigungen auf den Menschen. 2014-08
[VDI 4250-3]	Bioaerosole und biologische Agenzien – Anlagenbezogene, medizinisch relevante Messparameter und Beurteilungswerte. 2016-08
[VDI 4251-3]	Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft - Anlagenbezogene Ausbreitungsmodellierung von Bioaerosolen. 2015-08
[VDI 4251-4]	Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft – Ermittlung der Vorbelastung. 2017-01
[VDI 4255-2]	Bioaerosole und biologische Agenzien – Emissionsquellen und -minderungsmaßnahmen in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung - Übersicht. 2019-04
[VDI 4255-2_Z]	Bioaerosole und biologische Agenzien – Emissionsquellen und -minderungsmaßnahmen in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung - Übersicht. 2009-12. Zurückgezogen
[VDI 4255-4]	Bioaerosole und biologische Agenzien – Emissionsfaktoren für Schweinehaltung. 2017-03

Hinweis: Die im gegenständlichen Bericht dokumentierte Untersuchung wurde auf Basis bzw. unter Berücksichtigung der im obenstehenden Grundlagenverzeichnis genannten Regelwerke durchgeführt. Die Ergebnisse sind somit – wenn nicht anders gekennzeichnet – entlang den entsprechenden Anforderungen ermittelt. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind dabei als solche gekennzeichnet und können sich auf die Validität der Ergebnisse auswirken. Die Entscheidungsregeln zur Konformitätsbewertung basieren auf den angewendeten Vorschriften, Normen, Richtlinien und sonstigen Regelwerken. Meinungen und Interpretationen sind von Konformitätsaussagen abgegrenzt. Der gegenständliche Bericht enthält entsprechende Äußerungen im Kapitel Diskussion/Beurteilung.

Weitere verwendete Unterlagen (Stand, zur Verfügung gestellt durch):

- frei verfügbare Karten (© OpenStreetMap-Mitwirkende, © HERE.com),
- Geltungsbereich B-Plan (31. März 2022, Landschafts-Architekturbüro Georg von Luckwald),
- Tierplatzzahlen der berücksichtigten Tierhaltungsanlagen (11. März 2022, Landschafts-Architekturbüro Georg von Luckwald),
- meteorologische Zeitreihe der Wetterstation Emden (IFU GmbH).

Ein Ortstermin wurde am 16. Mrz. 2022 durchgeführt.

2 **Veranlassung und Aufgabenstellung**

Gegenstand des vorliegenden Gutachtens zum Immissionsschutz ist die von der Auftraggeberin geplante Neuerrichtung eines Zentralklinikums (ZKG) auf dem Grundstück Gemarkung Uthwerdum (Flur 5) in 26624 Südbrookmerland.

Im Rahmen der planungsrechtlichen Umsetzung des Vorhabens ist zu prüfen, ob die Belange des Immissionsschutzes hinsichtlich der vorhandenen Bioaerosolimmissionen ausreichend Berücksichtigung finden. Kriterien zur Ermittlung von Bioaerosolimmissionen und Beurteilung, dass die von den Tierhaltungen ausgehenden Bioaerosole keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorrufen können, sind in [LAI Bioaerosole] sowie in der Richtlinienreihe VDI 4250 definiert.

Im vorliegenden Fall wird auf Basis von [LAI Bioaerosole] eine Vorprüfung auf Vorliegen hinreichender Anhaltspunkte für mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Bioaerosole und eine Ermittlung der Gesamtbelastung an Bioaerosolen durchgeführt. Konkret wird dabei eine Immissionsprognose erstellt, in der die Bioaerosolbelastung für den maßgeblichen Leitparameter Staphylokokken durch die relevanten Tierhaltungen im genehmigten Zustand im Bereich des geplanten Standortes ermittelt wird.

Die Normec uppenkamp GmbH führt die Immissionsprognose als ein nach [DIN EN ISO/IEC 17025] für Immissionsprognosen gemäß [VDI 3783-13] akkreditiertes Prüflabor aus.

Die Planungsgrundlagen und die getroffenen Annahmen und Voraussetzungen werden in der Langfassung des vorliegenden Berichts erläutert.

3 Grundlage für die Ermittlung und Beurteilung der Immissionen

Vorbemerkung

Die nachfolgend aufgeführten Grundlagen basieren teilweise, im Besonderen bezogen auf die Sonderfallprüfung gemäß Stufe 2, 4. Schritt des [LAI Bioaerosole] noch auf Grundlage der [TA Luft 2002]. Es wird davon ausgegangen, dass die Regelungen, soweit nicht anders gekennzeichnet, auf die inzwischen in Kraft getretene [TA Luft 2021] übernommen werden können. Auf einen expliziten Verweis auf die [TA Luft 2021] wird hier jedoch verzichtet.

3.1 Allgemein

Nach den bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen spricht Erhebliches dafür, dass von Tierhaltungsbetrieben luftgetragene Schadstoffe wie insbesondere Stäube, Mikroorganismen (z. B. Pilzsporen) und Endotoxine ausgehen, die grundsätzlich geeignet sind, nachteilig auf die Gesundheit zu wirken. Wissenschaftliche Untersuchungen und Erkenntnisse darüber, von welcher Wirkschwelle an diese allgemeine Gefährdung in konkrete Gesundheitsgefahren für bestimmte Personengruppen umschlägt, sind indessen nicht bekannt (vgl. OVG NRW 8 B 1015/09 vom 14.01.2010). Gemäß [TA Luft 2021] sind bei Anlagen, die umweltmedizinisch relevante Bioaerosole in relevantem Umfang emittieren können, zur Emissionsminderung dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen zu treffen. Verbindliche Grenzwertfestlegungen zu Bioaerosolen enthält die [TA Luft 2021] jedoch nicht.

Dies begründet sich gemäß [VDI 4250-1] durch die Tatsache, dass es bis heute weder international noch auf nationaler Ebene gelungen ist, Dosis-Wirkung-Kurven für gesundheitsrelevante Bioaerosole zu erstellen oder allgemeingültige, auf die Wirkung am Menschen bezogene Schwellenwerte bzw. Grenzwerte abzuleiten.

Gemäß [VDI 4250-1] wird hierzu in Kap. 5 und 6 Folgendes ausgeführt:

„Da eine Ableitung von wirkungsbezogenen Grenz- und Schwellenwerten auf der Basis von Erkenntnissen aus toxikologischen und umweltepidemiologischen Untersuchungen in Hinsicht auf die umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosolen nicht möglich ist, stellt sich die Frage nach akzeptablen Alternativen in diesem Problembereich. ... Die bisher vorliegenden Diskussionsbeiträge zur Bewertungsproblematik im Bereich der Bioaerosole schlagen daher übereinstimmend eine Orientierung an dem jeweiligen Hintergrundvorkommen vor. Eine gegenüber der Hintergrundkonzentration wesentlich erhöhte Bioaerosolkonzentration wird dabei als eine zusätzliche Exposition bewertet. Diese kann nach allgemeinem Kenntnisstand – insbesondere für Risikogruppen wie immuneingeschränkte Personen, Allergiker und Atemwegsvorgeschädigte – mit einem zusätzlichen Gesundheitsrisiko verbunden sein. Eine Quantifizierung dieses zusätzlichen Risikos kann bislang aber nicht vorgenommen werden.“

„Für Messparameter, deren Hintergrundkonzentration nach vorliegenden Erkenntnissen jahreszeitlich kaum variiert, kann der Hintergrundwert als „Aufmerksamkeitswert“ definiert werden. Der Aufmerksamkeitswert wird aus dem Wert des 95. Perzentil von gemessenen Hintergrundkonzentrationen abgeleitet und in der Richtlinienreihe VDI 4250 festgelegt. Die Bewertung kann ferner anhand anlagenbezogener Leitparameter, die im natürlichen Hintergrund mit den standardisierten Verfahren nicht nachweisbar sind, vorgenommen werden. Dies gilt insbesondere für Leitparameter wie Einzelspezies von Pilzen (*Aspergillus fumigatus*) oder von Bakterien (*Staphylococcus aureus*), deren natürliche Hintergrundkonzentrationen erfahrungsgemäß unterhalb der Bestimmungsgrenzen der bisher standardisierten Verfahren (VDI 4253 Blatt 2 und Blatt 3) liegen.“

Als Erkenntnisquelle für relevante Anlagen kann die Richtlinie [VDI 4250-3] dienen.

3.2 LAI-Leitfaden Bioaerosole

Konkretisierungen der Vorgehensweise bei der Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung der konkreten gesundheitlichen Beeinträchtigung durch Bioaerosole, des Umfangs solcher Gutachten und der Vorgehensweise zur Prüfung hinreichender Anhaltspunkte erfolgen u. a. in [LAI Bioaerosole].

Im vorliegenden Fall wird der Leitfaden als Beurteilungsgrundlage herangezogen. Hierbei ist zu beachten, dass in dem Leitfaden ein anlagenbezogenes Prüfschema dargestellt wird. Dieses dient, ausgehend von einer konkreten (nach [BlmSchG] genehmigungsbedürftigen) Anlage bzw. einem konkreten bioaerosol-emittierenden Vorhaben, zur Prüfung, ob von der Anlage schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des [BlmSchG] ausgehen. Für die hier vorliegende Aufgabenstellung in Form der Ermittlung einer Immissionsbelastung im Bereich eines konkreten Immissionsortes kann der Leitfaden daher nur hilfsweise herangezogen werden.

Gemäß [LAI Bioaerosole] ist auf Basis der Gesamtbelastung (Vorbelastung und Zusatzbelastung) zu beurteilen, ob die Orientierungswerte eingehalten werden. Die Ermittlung der Zusatzbelastung soll dabei über eine Ausbreitungsrechnung erfolgen. Die Ermittlung der Vorbelastung kann sowohl über eine Ausbreitungsrechnung als auch über Messungen (Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit) unter Berücksichtigung von spezifischen Anforderungen hinsichtlich des Probenahmezeitraums, der Anzahl an Einzelmessungen, des Probenahmeverfahrens und des Analyseverfahrens erfolgen. Gemäß [VDI 4251-4] sind typischerweise alle relevanten Bioaerosolquellen in einem Radius von mind. 1.000 m um die zu betrachtende Anlage oder um den zu beurteilenden Standort als maßgeblich einzustufen.

3.2.1 Stufe 1 - Vorprüfung

In [LAI Bioaerosole] wurde ein Prüfschema bezüglich Abstände, Ausbreitungsbedingungen, Vorbelastung und empfindliche Nutzungen implementiert. In Stufe 1 wird geprüft, ob die nachfolgenden, in Anlehnung an die in der [VDI 4250-1] beispielhaft genannten Hinweise für die Notwendigkeit einer Prüfung auf Bioaerosolbelastungen zutreffen:

- Abstand zwischen Wohnort/Aufenthaltort und Anlage (Beispiele: < 500 m zu Geflügelhaltungsanlagen, halboffenen und offenen Kompostierungsanlagen; < 350 m zu Schweinemastbetrieben; < 200 m zu geschlossenen Kompostierungsanlagen),
- ungünstige Ausbreitungsbedingungen, z. B. Kaltluftabflüsse in Richtung der Wohnbebauung,
- weitere bioaerosolemittierende Anlagen in der Nähe (1.000 m Radius),
- empfindliche Nutzungen (z. B. Krankenhäuser),
- gehäufte Beschwerden der Anwohner über gesundheitliche Beeinträchtigungen, die durch Emissionen aus bioaerosolemittierenden Anlagen verursacht sein können (spezifische Erkrankungsbilder).

Falls eines oder mehrere dieser Kriterien erfüllt sind und die zuständige Behörde in einer Gesamtschau bzw. Gesamtwürdigung der Situation zu der Einschätzung der Erforderlichkeit kommt, wird wie folgt weiter verfahren:

3.2.2 Stufe 2, 1. Schritt – Zusatzbelastung Schwebstaub

Speziell im Falle von Tierhaltungsanlagen soll in einem ersten Schritt eine Abschätzung der Zusatzbelastung an Schwebstaub (PM-10) vorgenommen werden. Liegt die ermittelte Zusatzbelastung im Bereich $\leq 1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, so ist im Allgemeinen keine Ermittlung der Zusatz- und Gesamtbelastung an Bioaerosolen erforderlich, da in diesem Fall davon ausgegangen werden kann, dass die zu beurteilende Anlage einen untergeordneten Einfluss auf die Immissionssituation hinsichtlich Bioaerosole ausübt.

Ergänzend ist eine Gesamtwürdigung der Situation vorzunehmen. Dies gilt insbesondere bei Geflügelhaltungsanlagen, da hier nach derzeitigem Kenntnisstand selbst bei Einhaltung des Irrelevanzkriteriums für Schwebstaub i. d. R. noch relevante Belastungen an Bioaerosolen prognostiziert werden. Sollten nicht nur eine, sondern mehrere Bioaerosol-emittierende Anlagen in der Nähe sein, so ist im Allgemeinen weiter zu prüfen.

3.2.3 Stufe 2, 2. Schritt – Gesamtbelastung Bioaerosole

Wenn die Vorprüfung inkl. Schritt 1 der Stufe 2 hinreichende Anhaltspunkte für mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Bioaerosole ergeben hat, ist eine Ermittlung der Zusatz- und Gesamtbelastung an Bioaerosolen nach den nachfolgenden Grundsätzen erforderlich.

3.2.3.1 Grundlage für die Emissionsermittlung

Die im Bereich der Tierhaltung anzuwendende Richtlinie [VDI 3894-1] beinhaltet validierte Emissionsfaktoren für die Parameter Geruch, Ammoniak und Staub. Emissionsfaktoren für Bioaerosole sind hingegen nicht aufgeführt. Mit der Richtlinienreihe VDI 4255 sind jedoch Richtlinien erschienen, die dezidierte und nach Möglichkeit validierte Emissionsfaktoren für unterschiedliche Tierarten und Haltungsverfahren bereithalten.

3.2.3.2 Grundlage für die Immissionsermittlung

Die Immissionsermittlung erfolgt gemäß den Vorgaben der [VDI 4251-3]. Bioaerosole werden hierbei innerhalb der Ausbreitungsrechnung als inerte Stoffe betrachtet. Änderungen der physikalischen oder biologischen Eigenschaften werden nicht berücksichtigt. Hinsichtlich des Transmissions- und Sedimentationsverhaltens werden Bioaerosole wie Staub der Klassen 1 - 4 behandelt. In Anlehnung an die Orientierungswerte aus [LAI Bioaerosole] werden als Kenngrößen die jeweiligen Jahresmittelwerte ausgewiesen.

3.2.4 Stufe 2, 3. Schritt – Vergleich der prognostizierten Belastungen mit den Orientierungswerten

Gemäß [LAI Bioaerosole] sollen die prognostizierten Bioaerosolimmissionen mit sogenannten Orientierungswerten verglichen werden. Als Orientierungswert wird dabei die Multiplikation der jeweiligen Bestimmungsgrenze als Kombination aus dem Probenahmeverfahren und dem mikrobiologischen Bestimmungsverfahren mit einem Faktor definiert.

Folgende Orientierungswerte sind bei Tierhaltungsanlagen/Nahrungsmittelerzeugung gemäß [LAI Bioaerosole] zugrunde zu legen:

Tabelle 1: Orientierungswerte gemäß LAI-Leitfaden Bioaerosole

Leitparameter	Bestimmungsgrenze in KBE/m ³	Faktor	Orientierungswert in KBE/m ³
Staphylokokoccus aureus	80	3	240
Staphylokokken	80	3	240
Enterokokken	80	3	240
Enterobacteriaceen	80	3	240

Werden die genannten Orientierungswerte überschritten, ist eine Sonderfallprüfung nach Pkt. 4.8 [TA Luft 2002] erforderlich. Detaillierte Hinweise hierzu finden sich im nachfolgenden Kapitel bzw. in Kap. 4 des [LAI Bioaerosole].

3.2.5 Stufe 2, 4. Schritt – Sonderfallprüfung

Sind die Orientierungswerte nicht eingehalten, erfolgt eine Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 [TA Luft 2002].

Der [LAI Bioaerosole] führt in Kap. 4 (Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft), Nr. 4.2 (gesundheitliche Bewertung durch Fachgutachten) aus:

Ist eine Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft erforderlich, soll eine Gesamtwürdigung der vorhandenen Erkenntnisse innerhalb eines Fachgutachtens vorgenommen werden. Bzgl. der Bioaerosole sind vorrangig die gemessenen/prognostizierten Immissionen, das „Keimspektrum“ und ggf. die Betrachtung weiterer spezifischer Bioaerosolmessparameter einzubeziehen. Als qualitatives Kriterium soll auch die Höhe der Überschreitung von Orientierungswerten in die Bewertung eingehen.

Eine Überschreitung des Orientierungswertes für einen anlagenspezifischen Bioaerosol-Leitparameter um den Faktor 2 bis 3, jedoch maximal ein Wert von 10^9 KBE/m³, ist als sehr kritisch zu bewerten. Schädliche Umwelteinwirkungen können dann nicht mehr mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Bei sensibler Nutzung in der Nachbarschaft (z. B. Kliniken) sollten die prognostizierten Bioaerosolimmissionen nicht mehr als das 2fache der Orientierungswerte für anlagenspezifische Bioaerosol-Leitparameter betragen.

4 Beschreibung des Vorhabens und des Umfeldes

4.1 Lage des Vorhabenstandortes

Der geplante Standort des Zentralklinikums (im Folgenden ZKG genannt) befindet sich in der Gemarkung Uthwerdum (Flur 5), am östlichen Rand des Ortsteils Uthwerdum an der Grenze zum Ortsteil Victorbur und südöstlich des Hauptsiedlungsbereichs von Uthwerdum. Er trägt die Flurbezeichnung „Uthwerdumer Ackers“. Der durch Grünland und Ackerflächen in West-Ost-Ausrichtung geprägte und von Gräben durchzogene Klinikstandort wird durch die höher gelegenen, teils eingegrünt Hofstellen an der Uthwerdumer Straße (K 115) im Westen und das etwa 180 bis 230 m vom Geltungsbereich gelegene Einfamilienhausgebiet „Puntereistraße“ im Norden gefasst. Im Osten grenzt der Geltungsbereich an den Uthwerdumer Vorfluter und es folgen weitere Acker- und Grünlandflächen (in Nordwest-Südost-Ausrichtung), bevor in rund 600 m Entfernung der Siedlungsrand von West Victorbur mit Einfamilienhaus-Bebauung am Schwarzen Weg zu erkennen ist. Nach Süden begrenzen die in Dammlage verlaufenden Verkehrsstrassen (Güterbahnstrecke Abelitz-Aurich, Bundesstraße B 72/B 210) den Standort.

Zur Schaffung der planungsrechtlichen Voraussetzungen für den Bau des ZKG ist die Änderung des Flächennutzungsplanes sowie die Aufstellung eines Bebauungsplanes erforderlich.

Die Lage des Vorhabenstandortes de ZKG (türkis markiert) sowie des Geltungsbereichs des Bebauungsplans (schwarz schraffiert inkl. Erschließungsstraßen, Stand 25.02.2022) kann in der nachfolgenden Abbildung eingesehen werden.

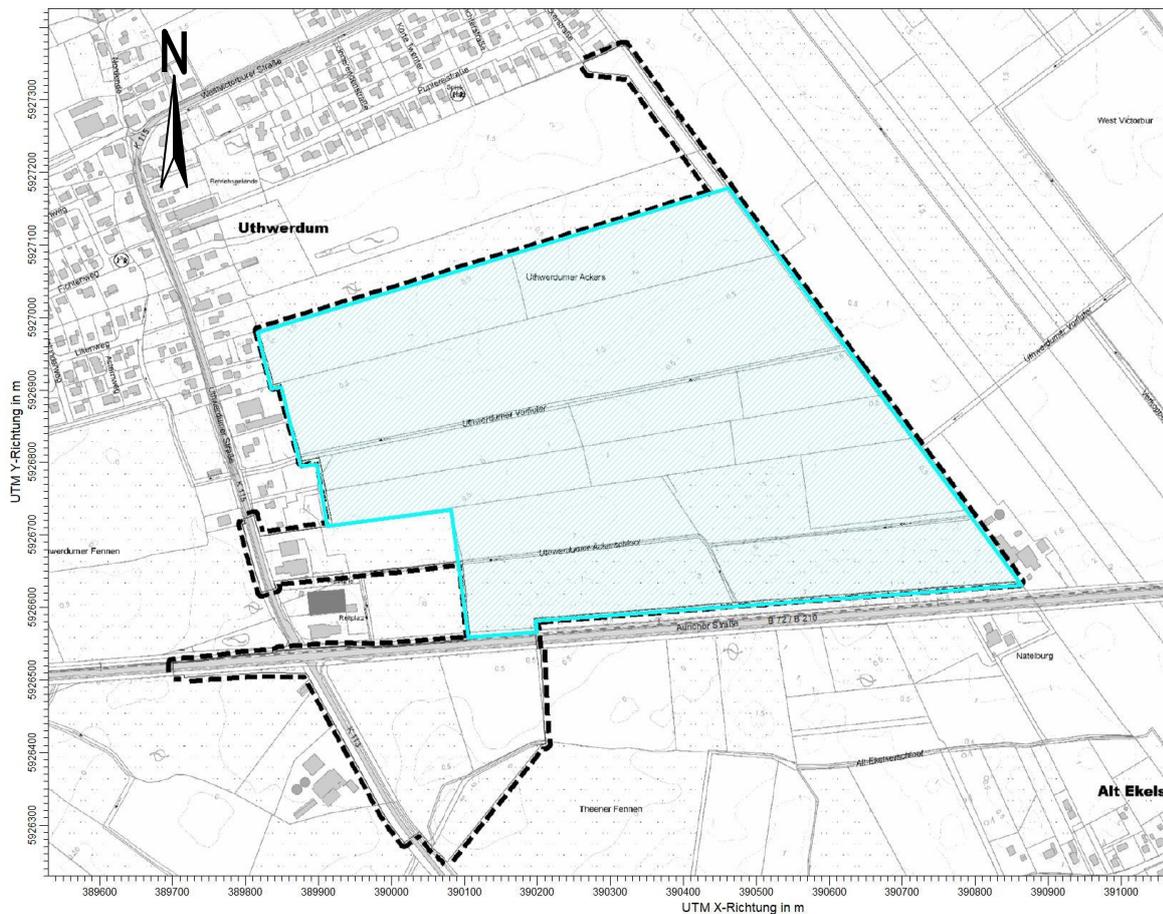


Abbildung 1: Lage des Vorhabenstandortes

4.2 Immissionsrelevante Anlagen im Umfeld

Im Umfeld des Vorhabenstandortes befinden sich diverse Tierhaltungsbetriebe, hierbei handelt es sich ausschließlich um Rinder, Pferde- bzw. Schweine/Schafhaltungen. Geflügelhaltungen (Legehennen, jeweils < 15.000 Tierplätze) befinden sich erst in Abständen von > 1.000 m nordwestlich des Klinikstandortes und damit außerhalb der Hauptwindrichtung. Geflügelmastanlagen sind im Umfeld nicht vorhanden.

Nordwestlich des Vorhabenstandortes befindet sich in einem Abstand von ca. 800 m zum Vorhabenstandort eine Kläranlage des Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband in einer Größe von 21.000 Einwohnerwerten. Gemäß Nr. 3 der [VDI 4250-3] gehören Abwasserbehandlungsanlagen grundsätzlich zu den relevanten Anlagenarten, es werden jedoch keine anlagenbezogene und schutzgutbezogene, umweltmedizinisch relevante Messparameter angegeben. Aufgrund der Größe, der Lage und Entfernung der Kläranlage werden beurteilungsrelevante Immissionsbelastungen, insbesondere für den hier untersuchten Leitparameter Staphylokokken, für den Vorhabenstandort daher ausgeschlossen.

In diese Untersuchung werden folglich insgesamt 5 Tierhaltungsanlagen einbezogen (siehe Abbildung 2).

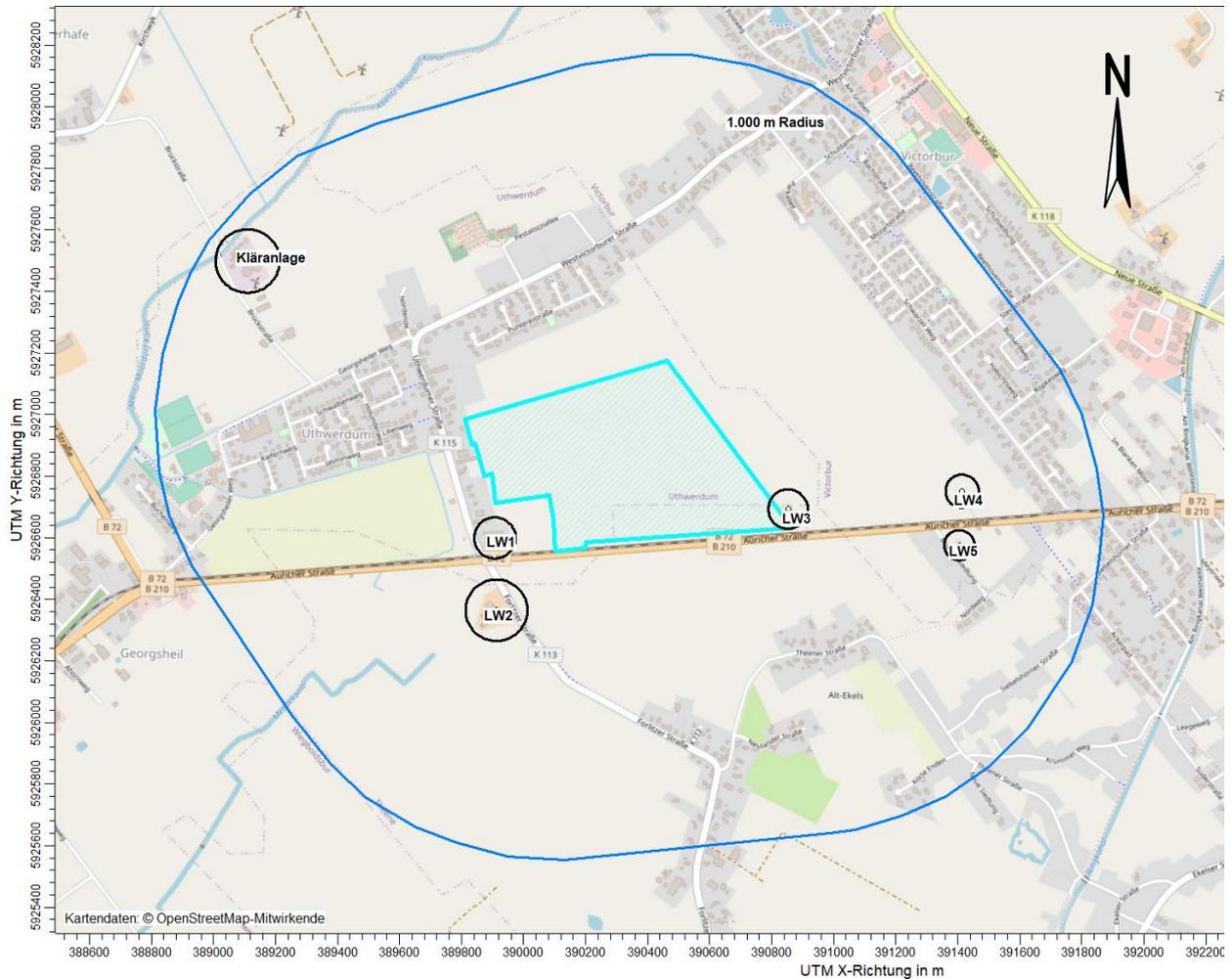


Abbildung 2: Berücksichtigte Tierhaltungsanlagen im Umfeld des Vorhabenstandortes

Im Rahmen der hier durchzuführenden Untersuchungen werden die folgenden Betriebe betrachtet:

- LW1 Uthwerdumer Straße 49,
- LW2 Forlitzer Straße 2,
- LW3 Auricher Straße 15,
- LW4 Auricher Straße 17,
- LW5 Auricher Straße 29.

Da es sich im vorliegenden Fall um die Planung einer empfindlichen Nutzung handelt und im näheren Umfeld Tierhaltungsanlagen vorhanden sind, ergibt die Vorprüfung gemäß [LAI Bioaerosole] (siehe Kap. 3.2.1), dass sich hinreichende Anhaltspunkte für mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Bioaerosole ergeben. Auf die Ermittlung der Schwebstaubzusatzbelastung der einzelnen Anlagen gemäß [LAI Bioaerosole] Stufe 2, 1. Schritt (siehe Kap. 3.2.2) wird verzichtet und stattdessen die Gesamtbelastung an Bioaerosolen gemäß Stufe 2, Schritt 2 [LAI Bioaerosole], bezogen auf den Leitparameter mit den höchsten Emissionen – Staphylokokken, im Bereich des Vorhabenstandortes ermittelt.

5 Beschreibung der Emissionsansätze

5.1 Allgemeines

Grundsätzlich liegen Emissionsfaktoren für Enterokokken deutlich niedriger als die Emissionsfaktoren von Staphylokokken (je nach Tierart und Haltungsform Faktor 1:10 bis zu 1:667). Folglich ist bei gleicher Höhe des heranzuziehenden Orientierungswertes grundsätzlich der Parameter Staphylokokken als maßgeblich für die Bewertung der Bioaerosolbelastung anzusehen. Daher wird in der hier durchgeführten Untersuchung ausschließlich auf den Leitparameter Staphylokokken abgestellt.

5.1.1 Datengrundlagen

In die Ausbreitungsrechnung werden insgesamt 5 Tierhaltungsanlagen einbezogen. Hinsichtlich der genehmigten Tierplatzzahlen wurden die Daten durch das Landschafts-Architekturbüro Georg von Luckwald zur Verfügung gestellt.

Bei den hier vorliegenden Tierhaltungen handelt es sich vorrangig um Rindvieh- und Pferdehaltungen, ggf. zusätzlich ein paar Sauen oder Schafe. Für sämtliche vorhandene Tierarten liegen keine konkreten Emissionsfaktoren, insbesondere für die Leitparameter, vor. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass durch Rinder- und Pferdehaltungen gegenüber Schweine- oder Geflügelhaltungsanlagen deutlich geringere Bioaerosol-Emissionen zu erwarten sind. Gemäß einer nordeuropäischen Studie [Seedorf 2016/10] wird aufgezeigt, dass Rinderställe von allen Tierhaltungssystemen die geringsten Konzentrationen an einatembaren und alveolengängigen Stäuben aufweisen. Haltungssysteme mit Einstreu weisen weiterhin höhere Partikelwerte auf als strohlose Systeme. Auch in Bezug auf Gesamtkeimzahlen liegen die Konzentrationen in Rinderställen niedriger als in Schweine- oder Geflügelställen.

Gemäß [Thünen 138] wurden bei Messungen im Stall bei relativ großer Schwankungsbreite für alle Tierarten die höchsten Konzentrationen luftgetragener Bakterien in Ställen für Hühner gefunden, gefolgt von Puten, Enten, Schafen, Ziegen, Schweine, Rinder, Pferde und Kaninchen, wobei die verschiedenen Haltungsverfahren und Produktionsstufen einen deutlichen Einfluss haben.

Für hier zu berücksichtigenden Tierarten (Pferde, Schafe, Kühe, Mastbullen, Kälber, Sauen) wurden Emissionsfaktoren daher aus vorliegenden Unterlagen/Studien etc. wie folgt hergeleitet:

- Sauen: Ableitung über die Gewichtsverhältnisse im Vergleich zu Mastschweinen (Emissionsfaktor gemäß VDI 4255-4)),
- Schafe: Übernahme der Emissionsfaktoren der Mastschweine,
- Rindvieh: Ableitung von Messwerten für Gesamtbakterien gemäß [VDI 4255-2_Z],
- Pferde: Übernahme der Emissionsfaktoren für Kühe / Rinder > 2 J.

5.1.2 Emissionsfaktoren

Die vorliegenden VDI-Richtlinien der Richtlinienreihe VDI 4255 enthalten nur einen Emissionsfaktor für Gesamt-Staphylokokken. Für einzelne Spezies dieser Gattung liegen keine validierten Emissionsfaktoren vor. Als umweltmedizinisch relevante Spezies dieser Gattung gilt im Besonderen die Spezies *Staphylococcus aureus* (nachfolgend als *s. aureus* bezeichnet). Aus Messungen an Anlagen zur Geflügelhaltung ist bekannt, dass *s. aureus* in der Abluft (Emission) solcher Anlagen zu weniger als 1 % bezogen auf die nachgewiesenen Staphylokokken auftritt (KTBL Schrift zur 15. KTBL Tagung 2018 Seite 62/63). Im Umfeld (Immission) von Geflügelhaltungen wird *s. aureus* fast nie nachgewiesen [LANUV Fachbericht 80].

Bei Schweinehaltungen ist bekannt, dass sich in der Abluft (Emission) eine Vielzahl von unterschiedlichen Bakterien befindet. Differenzierte Messergebnisse mit Ausweisung des Anteils von *s. aureus* an den Staphylokokken liegen für Schweinehaltungen nur in geringer Zahl vor und dienen der weitergehenden Überprüfung des Vorhandenseins von MRSA. Ein Anteil von *s. aureus* an den Staphylokokken lässt sich aus diesen Messungen nicht ableiten.

5.1.3 Korngrößenverteilungen

Bzgl. der Korngrößenverteilung wird hilfsweise auf [MULNV NRW 22/03/2018] zurückgegriffen, der für die Tierarten Masthähnchen, Legehennen, Putenmast und Mastschweine Anteile für die einzelnen Fraktionen enthält.

Für die nicht in dem Erlass genannten Tierarten wird in Anlehnung an [MULNV NRW 22/03/2018] ebenfalls eine Aufteilung der Fraktionen vorgenommen, da die aus den gewählten Korngrößenverteilungen resultierenden Ergebnisse nach Ansicht der Unterzeichner immer noch als ausreichend konservativ angesehen werden können.

5.1.4 Sonstige potentielle Quellen

Lagerstätten für Fest- oder Flüssigmist finden in den Berechnungen keine Berücksichtigung, da hierfür keine Emissionsfaktoren vorliegen. Es wird davon ausgegangen, dass die Berücksichtigung der Emissionen durch die Tiere selbst einen ausreichend konservativen Ansatz darstellt.

Bzgl. der Auslaufbereiche von Stallanlagen führt die [VDI 4255-2] aus, dass bei der Bewertung der Emissionen von Stallanlagen eventuell vorhandene Ausläufe unbedingt einzubeziehen sind. Eine Keimausbreitung über mehr als 100 m über die Auslaufgrenze hinaus erscheint aber als unwahrscheinlich.

Im vorliegenden Fall sind immissionsrelevante Auslaufbereiche nicht zu betrachten.

Die berücksichtigten Tierplatzzahlen stellen nach Angaben des Landschafts-Architekturbüros Georg von Luckwald den Maximal-Zustand dar. Etwaige sonstige Erweiterungsplanungen der berücksichtigten Tierhaltungsanlagen werden daher nicht berücksichtigt.

5.1.5 Zusammenfassung der berücksichtigten Emissionsfaktoren/Korngrößenverteilung

Zusammenfassend werden folgende Emissionsfaktoren sowie Korngrößenverteilungen berücksichtigt:

Tabelle 2: Berücksichtigte Emissionsfaktoren und Korngrößenverteilung

Tierart/Aufstallung	Tierspezifischer Emissionsfaktor Staphylokokken in KBE/TP*s	Anteil Kl. 1 in %	Anteil Kl. 2 in %	Anteil Kl.U ³⁾ in %
Pferde	1,7E+02	35 ¹⁾	25 ¹⁾	40 ¹⁾
Kühe + Rinder > 2 J	1,7E+02	35 ¹⁾	25 ¹⁾	40 ¹⁾
Zuchtbulle	1,7E+02	35 ¹⁾	25 ¹⁾	40 ¹⁾
Weibl. Jungvieh 1-2 J	6,0E+02	35 ¹⁾	25 ¹⁾	40 ¹⁾
Weibl. Jungvieh 0,5-1 J	6,0E+02	35 ¹⁾	25 ¹⁾	40 ¹⁾
Mastbullen	6,0E+02	35 ¹⁾	25 ¹⁾	40 ¹⁾
Kälber	1,3E+02	35 ¹⁾	25 ¹⁾	40 ¹⁾
Schafe	3,0E+03	35 ¹⁾	25 ¹⁾	40 ¹⁾
Sauen mit Ferkel	6,3E+03 ²⁾	35 ¹⁾	25 ¹⁾	40 ¹⁾

- 1) Korngrößenverteilung wie Mastschweine gemäß MULNV NRW 22/03/2018
 2) Annahme 15 Ferkel je Sau
 3) Klassen 3, 4 und unbekannt

5.2 Ermittlung der Emissionen

Die berücksichtigten Tierplatzzahlen und die Herleitung der Emissionen werden nicht in diesem Bericht aufgeführt, sondern als gesonderte Anlage dem Auftraggeber zur Verfügung gestellt.

5.3 Quellgeometrie

Die Festlegung der Quellgeometrie ist Grundlage für die Modellierung und Implementierung der Emissionsquellen in das Ausbreitungsmodell sowie für die Interpretation der Ergebnisse der Immissionsprognose. Die Quellgeometrie beeinflusst signifikant das Ausbreitungsverhalten von Emissionen in der Atmosphäre. Hierbei werden die in der Praxis vorkommenden Quellformen in

Punkt-, Linien-, Flächen- oder Volumenquellen

umgesetzt.

Die Festlegung der Quellgeometrien erfolgte überwiegend durch die Unterzeichner auf Grundlage von Luftbildauswertungen sowie auf Basis des Vororttermins. Überwiegend wurden eine oder mehrere Ersatzquellen mit einer, in Bezug auf die prognostizierten Immissionen, konservativen Quellgeometrie modelliert.

Die folgende Tabelle 3 fasst die vorgenannte Geometrie der im Rahmen der Ausbreitungsrechnungen zu berücksichtigenden Quellen zusammen:

Tabelle 3: Quellgeometrie

Quellen-Nr.	Bauweise	Emitt. Fläche	Emissionsart	Abmessung (Länge x Breite x Höhe, Emissionshöhe bzw. Länge, Emissionshöhe)
LW1				
LW1	Gebäude	-	Volumenquelle	34 m x 50m x 3,0 m, 0 m
LW2				
LW2_1	Gebäude	-	Volumenquelle	61 m x 41m x 6,0 m, 0 m
LW3				
LW3_1	Gebäude	-	Volumenquelle	58 m x 35m x 6,0 m, 0 m
LW4				
LW4	Gebäude	-	Volumenquelle	80 m x 25m x 6,0 m, 0 m
LW5				
LW5	Gebäude	-	Volumenquelle	44m x 27m x 6,0 m, 0 m

5.4 Zeitliche Charakteristik

Für Emissionsquellen, die nur zu bestimmten Zeiten im Tages-, Wochen- oder Jahresablauf emittieren bzw. zu unterschiedlichen Zeiten unterschiedliche Emissionsmassenströme aufweisen, wird eine Zeitreihe der Emissionsparameter erstellt. In der Zeitreihe werden die Quellstärken und, soweit zulässig, die Parameter Austrittsgeschwindigkeit, Wärmestrom, Zeitskala zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung, Abgastemperatur, relative Feuchte und Flüssigwassergehalt zeitabhängig gesetzt.

Die Emissionszeiten werden wie folgt festgelegt:

Tabelle 4: Emissionszeiten

Quellen-Nr.	Emissionszeit in h/a
alle Quellen	8.760 (ganzjährig)

Die resultierende Emissionsdauer berücksichtigt das jeweils in der Betriebsbeschreibung aufgeführte Zeitszenario und die programminterne individuelle Verfügbarkeit der Messwerte der verwendeten Wetterstation. Geringfügige und für das Endergebnis irrelevante Abweichungen in den beiden Zeitangaben sind daher theoretisch möglich.

5.5 Abgasfahnenüberhöhung

Grundsätzlich ist im Rahmen der Ausbreitungsrechnung eine Abgasfahnenüberhöhung nur für Abluft aus Schornsteinen anzusetzen, die in den freien Luftstrom gelangt. Dies ist in der Regel gewährleistet, wenn folgende Bedingungen vorliegen:

- Quelhöhe mindestens 10 m über der Flur und 3 m über First,
- eine Beeinflussung durch andere Strömungshindernisse (Gebäude, Vegetation usw.) im weiteren Umkreis um die Quelle wird ausgeschlossen.

In dieser Untersuchung keiner Quelle eine Abgasfahnenüberhöhung zugeordnet, da die o. g. Bedingungen durch die Quellen nicht erfüllt werden oder die konkreten Ableitbedingungen nicht bekannt sind.

5.6 Zusammenfassung der Quellparameter

Für die Immissionsberechnung ergeben sich folgende Eingabedaten:

Tabelle 5: Zusammenfassung der Quellparameter

Quellen-Nr.	Emission SK KI.1 in KBE/s	Emission SK KI.2 in KBE/s	Emission SK KI.U in KBE/s	Austrittshöhe in m	Quellart	E-Zeit in h/a
LW1						
LW1	8.330	5.950	9.520	0 - 3	Volumenquelle	8.760
LW2						
LW2_1	136.675	97.625	156.200	0 - 6	Volumenquelle	8.760
LW3						
LW3_1	25.725	18.375	29.400	0 - 6	Volumenquelle	8.760
LW4						
LW4	24.570	17.550	28.080	0 - 6	Volumenquelle	8.760
LW5						
LW5	18.200	13.000	20.800	0 - 6	Volumenquelle	8.760

6 Ausbreitungsparameter

6.1 Ausbreitungsmodell

Die gegenständlichen Ausbreitungsrechnungen werden auf Basis der [VDI 3788-1], der Anforderungen der [TA Luft 2021] mit dem Referenzmodell [AUSTAL] durchgeführt. Das Referenzmodell [AUSTAL] basiert auf dem in [VDI 3945-3_2000] beschriebenen Partikelmodell und den Ergänzungen in Anhang 2 [TA Luft 2021].

6.2 Meteorologische Daten

Mit Hilfe der Emissionskenndaten (Emissionsfrachten, Ableitbedingungen etc.) und der meteorologischen Ausbreitungsparameter lässt sich die durch den Betrieb der vorgenannten Emissionsquellen verursachte Immissionsbelastung in deren Umgebung berechnen.

Meteorologische Daten sind als Stundenmittel anzugeben, wobei die Windgeschwindigkeit durch skalare Mittelung und die Windrichtung durch vektorielle Mittelung des Windvektors zu bestimmen ist. Die verwendeten Werte für Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Obukhov-Länge oder Ausbreitungsklasse sollen für einen mehrjährigen Zeitraum repräsentativ sein.

Die verwendeten Werte von Windgeschwindigkeit und Windrichtung sollen für den Ort im Rechengebiet, an dem die meteorologischen Eingangsdaten für die Berechnung der meteorologischen Grenzschichtprofile vorgegeben werden, charakteristisch sein. Die Festlegung dieses Ortes und seine Eignung für die Aufgabenstellung sind zu begründen.

Als meteorologische Daten können:

- geeignete Messungen einer nach [VDI 3783-21] ausgerüsteten und betriebenen Messstation im Rechengebiet,
- Daten einer Messstation des Deutschen Wetterdienstes oder einer anderen nach [VDI 3783-21] ausgerüsteten und betriebenen Messstation, deren Übertragbarkeit auf den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten nach [VDI 3783-20] geprüft wurde,
- Daten, die mit Hilfe von Modellen erzeugt wurden (die Eignung und Qualität der eingesetzten Modelle sowie die Repräsentativität des Datensatzes für den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten sind nachzuweisen),

verwendet werden.

Bei der Ausbreitungsrechnung mit nasser Deposition soll gemäß Nr. 9.1, Anhang 2 [TA Luft 2021] der mehrjährige Zeitraum nach Möglichkeit innerhalb des Zeitraums liegen, für den das Umweltbundesamt Niederschlagsdaten bereitstellt. Dabei sollen für den Jahresniederschlag und die Niederschlagshäufigkeit für den Anlagenstandort charakteristische Werte verwendet werden.

6.2.1 Prüfung der Übertragbarkeit nach VDI 3783-20

Zur Ermittlung räumlich repräsentativer meteorologischer Daten wurde durch die IFU GmbH eine detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach [VDI 3783-20] für Ausbreitungsrechnungen nach [TA Luft 2002] durchgeführt [IfU DPR 2021 1220-01]. Die durchgeführte Übertragbarkeitsprüfung ist konform zu den Vorgaben der [TA Luft 2021]. Der entsprechende Bericht kann in Anhang B eingesehen werden.

Gewählte meteorologische Daten

Gemäß der durchgeführten Repräsentanzprüfung [IfU DPR 2021 1220-01] werden für die Berechnung die meteorologischen Daten folgender Messstation verwendet (Tabelle 6):

Tabelle 6: Meteorologische Daten, Winddaten

Wetterstation	Emden (Stations-ID: 5839)
Zeitraum	2009
Stationshöhe in m ü. NN	0
Anemometerhöhe in m	9,7
Entfernung zum Anlagenstandort in km	13
primäres Maximum	Südwest
sekundäres Maximum	Ost
Typ	AKTERM

6.2.2 Zeitliche Repräsentanz der Daten

Gemäß Nr. 1, Anhang 2 [TA Luft 2021] ist die Ausbreitungsrechnung für Gase, Stäube und Geruchsstoffe als Zeitreihenrechnung über jeweils ein Jahr oder auf Basis einer mehrjährigen Häufigkeitsverteilung von Ausbreitungssituationen durchzuführen. Die verwendeten Werte für Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Obukhov-Länge oder Ausbreitungsklasse sollen gemäß Nr. 9.1, Anhang 2 [TA Luft 2021] für einen mehrjährigen Zeitraum repräsentativ sein.

Für die Messstation Emden sind sowohl Ausbreitungsklassenstatistiken (AKS) für mehrjährige Bezugszeiträume als auch Ausbreitungsklassenzeitreihen (AKTERM) für Einzeljahre verfügbar. Der Nachweis der zeitlichen Repräsentanz erfolgt für Ausbreitungsklassenzeitreihen durch eine Selektion des zeitlich repräsentativen Jahres mittels Vergleich von Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung mit dem langjährigen

Mittel. Für die Ausbreitungsklassenzeitreihen der vorgenannten Messstation ergab die Selektion des zeitlich repräsentativen Jahres [IfU DPR 20211220-01] für die Ausbreitungsklassenzeitreihe des Jahres 2009 die geringste Abweichung gegenüber dem langjährigen Mittel. Die Selektion des zeitlich repräsentativen Jahres kann im Anhang B eingesehen werden.

6.2.3 Anemometerstandort und -höhe

Da die Ausbreitungsrechnung mit Geländemodell und ohne Gebäudemodell erfolgt, wird gemäß den Vorschriften der [VDI 3783-20] ein Ersatzanemometerposition (EAP) ca. 1,6 km südwestlich des Anlagenstandortes auf einer Höhenlinie von 5 m über NN verwendet. Diese Position (x: 388750 m, y: 5926250 m) entspricht dem in [IfU DPR 20211220-01]) empfohlenen EAP-Standort.

Eine grafische Darstellung des gegliederten Geländes und der gewählten Ersatzanemometerposition (EAP) ist im Anhang B einsehbar. Die für die Berechnung relevante Anemometerhöhe ist gemäß [DWD 2014] in Abhängigkeit von der Rauigkeitslänge am Messort sowie am Beurteilungsort zu korrigieren. Die korrigierte Anemometerhöhe kann Tabelle 7 entnommen werden.

6.2.4 Kallluftabflüsse

Gemäß Nr. 9.8, Anhang 2 [TA Luft 2021] sind in Gebieten, in denen Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten, insbesondere Kallluftabflüsse zu erwarten sind, diese Einflüsse zu prüfen und gegebenenfalls zu berücksichtigen.

Lokale Kallluft bildet sich infolge unterschiedlicher Erwärmung und Abkühlung der Erdoberfläche und kann insbesondere in windschwachen, wolkenarmen Nächten auftreten. Kallluftentstehung und Kallluftabfluss hängen maßgeblich von meteorologischen Verhältnissen (insbesondere Strömungen zum Ausgleich von Temperatur- und Druckgradienten), der Flächennutzung sowie von der Geländeform und -exposition ab. Bei Vorliegen von relevant topografisch gegliedertem Gelände fließt die an den Hängen gebildete Kallluft aufgrund seiner höheren Dichte (gegenüber warmer Luft) hangabwärts. Der Abfluss erfolgt dabei in Bodennähe. Im Talbereich bzw. an Senken kommt es typischerweise zur Bildung von Kallluftseen. Bis zu welcher Höhe der Kallluftsee anwächst und wie stark sich die Luft dort während der Nacht abkühlt, hängt von der Größe, der Geländegestalt und dem Bewuchs des Einzugsgebietes der Kallluft sowie von den Abflussmöglichkeiten aus dem Sammelgebiet selbst ab. Die Fließgeschwindigkeit am Hang ist insbesondere von der vorliegenden Geländeneigung und der Bodenrauigkeit abhängig. Je steiler die Hänge, desto schneller fließt die Kallluft. Der Kallluftabfluss erfolgt vorzugsweise über Freiflächen, wie z.B. Wiesen und Weiden, mit (ausgeprägter) Hanglage. Bei Hängen mit dichtem, zusammenhängendem Bewuchs (z.B. Wälder) oder dichter, geschlossener Bebauung (z.B. Dörfer/Städte) ist mit einer verminderten Kallluftbildung bzw. einer verminderten Abflussgeschwindigkeit aufgrund der höheren Rauigkeit zu rechnen.

Im vorliegenden Fall ist das Gelände als nahezu eben anzusehen, wodurch eine wesentliche Modifikation der Windrichtungsverteilung nicht zu erwarten ist. Relevante Kaltluftabflüsse sind aufgrund der vorliegenden Topografie nicht zu erwarten.

6.3 Berechnungsgebiet

Diese Prognose berücksichtigt ein 3-fach geschachteltes Rechengitter mit einer Seitenlänge von 4.352 m x 3.328 m. Das durch das Berechnungsmodell konform zu den Vorgaben der [TA Luft 2021] ermittelte Berechnungsgitter wird unverändert übernommen.

6.4 Beurteilungsgebiet

Die Ausbreitungsrechnung erfolgt für ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe, so dass die Ergebnisse repräsentativ sind für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m (gemäß [TA Luft 2021], Anhang 3, Punkt 7).

Als Ergebnis der Ausbreitungsrechnung ist die Immission als Summe über alle Korngrößenklassen auszuweisen. Die Darstellung der zu erwartenden Immissionen erfolgt in Form von farbigen Zellen.

6.5 Berücksichtigung von Bebauung

Die Einflüsse von Bebauung auf die Immissionen im Rechengebiet sind grundsätzlich zu berücksichtigen.

In Anlehnung an die Ausführungen in Kap. 4.9.2 der [VDI 3783-13] wird im vorliegenden Fall auf ein Windfeldmodell verzichtet und der Einfluss der Gebäudeumströmung auf die Immissionsausbreitung ersatzweise durch Modellierung der Quellen als:

- Volumenquellen mit einer senkrechten Ausdehnung von 0 – h_Q (für $< 1,2$ fach)

berücksichtigt. Die Abweichungen zu der Verwendung eines Windfeldmodell wird für die hier vorliegenden Immissionssituation als vernachlässigbar angesehen bzw. der gewählte Ansatz der Quellmodellierung ist tendenziell als konservativ zu betrachten.

6.6 Bodenrauigkeit

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Gemäß Nr. 6, Anhang 2 [TA Luft 2021] ist die Rauigkeitslänge für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein festzulegen, dessen Radius das 15-fache der Freisetzungshöhe (tatsächliche Bauhöhe des Schornsteins), mindestens aber 150 m beträgt. Setzt sich dieses Gebiet aus Flächenstücken mit unterschiedlicher Bodenrauigkeit zusammen, so ist eine mittlere Rauigkeitslänge durch arithmetische Mittelung mit Wichtung entsprechend dem jeweiligen

Flächenanteil zu bestimmen und anschließend auf den nächstgelegenen Tabellenwert der Tabelle 15 Anhang 2 [TA Luft 2021] zu runden.

Für eine vertikal ausgedehnte Quelle ist als Freisetzungshöhe ihre mittlere Höhe zu verwenden. Bei einer horizontal ausgedehnten Quelle ist als Ort der Schwerpunkt ihrer Grundfläche zu verwenden. Bei mehreren Quellen ist für jede ein eigener Wert der Rauigkeitslänge und daraus der Mittelwert zu berechnen, wobei die Einzelwerte mit dem Quadrat der Freisetzungshöhe gewichtet werden.

Gebäude, die in der Ausbreitungsrechnung explizit oder indirekt über eine vertikal ausgedehnte Ersatzquelle berücksichtigt werden, dürfen in Anlehnung an [VDI 3783-13] nicht in die Bestimmung der mittleren Rauigkeitslänge einbezogen werden.

Die mittlere Rauigkeitslänge in Abhängigkeit des Landbedeckungsmodell Deutschland [LBM-DE] und der in Tabelle 15 Anhang 2 [TA Luft 2021] aufgeführten Klassenzuordnungen bestimmt sich mit 0,2 m (vgl. auch Anhang C).

6.7 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Gemäß Nr. 12, Anhang 2 [TA Luft 2021] sind Unebenheiten des Geländes in der Regel nur zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Die Steigung ist dabei aus der Höhendifferenz über eine Strecke zu bestimmen, die dem zweifachen der Schornsteinbauhöhe entspricht.

Die maximalen Geländesteigungen im Berechnungsgebiet liegen oberhalb von 1:20 und unterhalb von 1:5. Ebenso treten Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7fachen der Ableithöhen der Quellen auf. Geländeunebenheiten lassen sich daher mit Hilfe eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells auf Basis eines digitalen Geländemodells berücksichtigen. Dieses Windfeldmodell wird auf Basis des Topografischen Geländemodells der Shuttle Radar Topography Mission – SRTM1 (WebGIS) durch das in [AUSTAL] implementierte Modul TALdia erstellt.

6.8 Zusammenfassung der Modellparameter

Die Berechnungen werden mit den folgenden Rahmeneingabedaten (Tabelle 7) durchgeführt:

Tabelle 7: Zusammenfassung der Modellparameter

Modellparameter	Einheit	Wert
Wetterdatensatz	-	Emden 2009
Typ	-	AKTERM
Anemometerhöhe	m	13,8
Rauigkeitslänge	m	0,20
Rechengebiet	m	4.352 x 3.328
Typ Rechengitter	-	3fach geschachtelt
Gitterweiten	m	16, 32, 64
Koordinate Rechengitter links unten (UTM ETRS89, Zone 32 Nord)	m	x: 388080 y: 5925298
Qualitätsstufe	-	2
Gebäudemodell	-	nein
Geländemodell	-	ja, diagnostisch

6.9 Durchführung der Ausbreitungsrechnungen

Die Ausbreitungsrechnung für Bioaerosole PM-10 (Partikel Klasse 1, Klasse 2) erfolgt als dezidierte und in dem Ausbreitungsmodell implementierte Einzelstoffe unter Verwendung der in Kapitel 5.2 ermittelten Emissionen und den in Tabelle 13 Anhang 3 [TA Luft 2021] aufgeführten Depositionsgeschwindigkeiten (SK1).

Ergänzend werden für Korngrößenklassen größer PM-10 (d.h. Klassen 3, 4 und unbekannt) die Vorgaben von [MULNV NRW 22/03/2018] mit expliziter Vorgabe von Sedimentationsgeschwindigkeit und Depositionsgeschwindigkeit über NOSTANDARD-Parametrisierung ($v_d = 0,07$ m/s, $v_s = 0,06$ m/s gemäß [TA Luft 2021] Anhang 3, Ziffer 4) berücksichtigt (SK2).

Die gesamten Bioaerosolimmissionen (Anteil PM-10 und Anteil > PM-10) ergeben sich dann aus der Summe der Immissionen der Standard- und der NOSTANDARD-Rechnungen (SK_ges).

7 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung und Diskussion der Ergebnisse

7.1 Ergebnisse

Die Ausbreitungsrechnung nach dem Modell [AUSTAL] hat innerhalb des Beurteilungsgebietes folgende Konzentration für den Leitparameter Staphylokokken als Gesamtbelastung ergeben:



Abbildung 3: Gesamtbelastung Leitparameter Staphylokokken im Bereich des Vorhabenstandortes in KBE/m³

7.2 Diskussion

Durch das Ausbreitungsmodell [AUSTAL] wurden im Bereich des Vorhabenstandortes des geplanten Klinikums folgende Konzentrationen für den untersuchten Leitparameter berechnet:

Staphylokokken: < 80 KBE/m³.

Die Ausbreitungsrechnungen zeigen, dass die berechnete Belastung für den Leitparameter Staphylokokken den Orientierungswert aus [LAI Bioaerosole] (240 KBE/m³) im Bereich des geplanten Vorhabenstandortes deutlich unterschreitet. Die ermittelte Gesamtbelastung unterschreitet zudem die Bestimmungsgrenze für Staphylokokken gemäß [LAI Bioaerosole] (80 KBE/m³).

Schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des [BImSchG] durch Bioaerosole sind im Bereich des Vorhabenstandortes folglich nicht zu erwarten.

Die Berechnungsprotokolle sowie die Zusammenfassung der Emissionsdaten können im Anhang eingesehen werden.

8 Angaben zur Qualität der Prognose

Gemäß Nr. 10 des Anhangs 2 der [TA Luft 2021] ist festgelegt, dass die statistische Unsicherheit im Rechengebiet bei Bestimmung des Jahresimmissionskennwertes 3 % des Jahresimmissionswertes nicht überschreiten darf und beim Tagesimmissionskennwert 30 % des Tagesimmissionswertes. Gegebenenfalls ist die statistische Unsicherheit durch eine Erhöhung der Partikelzahl (Parameter q_s) zu reduzieren.

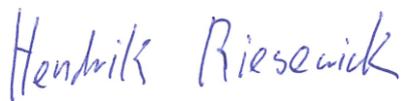
Angaben zur statistischen Unsicherheit können den Protokollen im Anhang entnommen werden.

Die Unterzeichner erstellen dieses Gutachten unabhängig und nach bestem Wissen und Gewissen.

Als Grundlage für die Feststellungen und Aussagen der Sachverständigen dienen die vorgelegten und im Gutachten zitierten Unterlagen sowie die Auskünfte der Beteiligten.



Dipl.-Ing. Doris Einfeldt
Stellvertretend Fachlich Verantwortliche
(Ausbreitungsrechnungen)
Berichtserstellung und Auswertung



Dipl.-Ing. Hendrik Riesewick
Fachlich Verantwortlicher
(Ausbreitungsrechnungen)
Prüfung und Freigabe

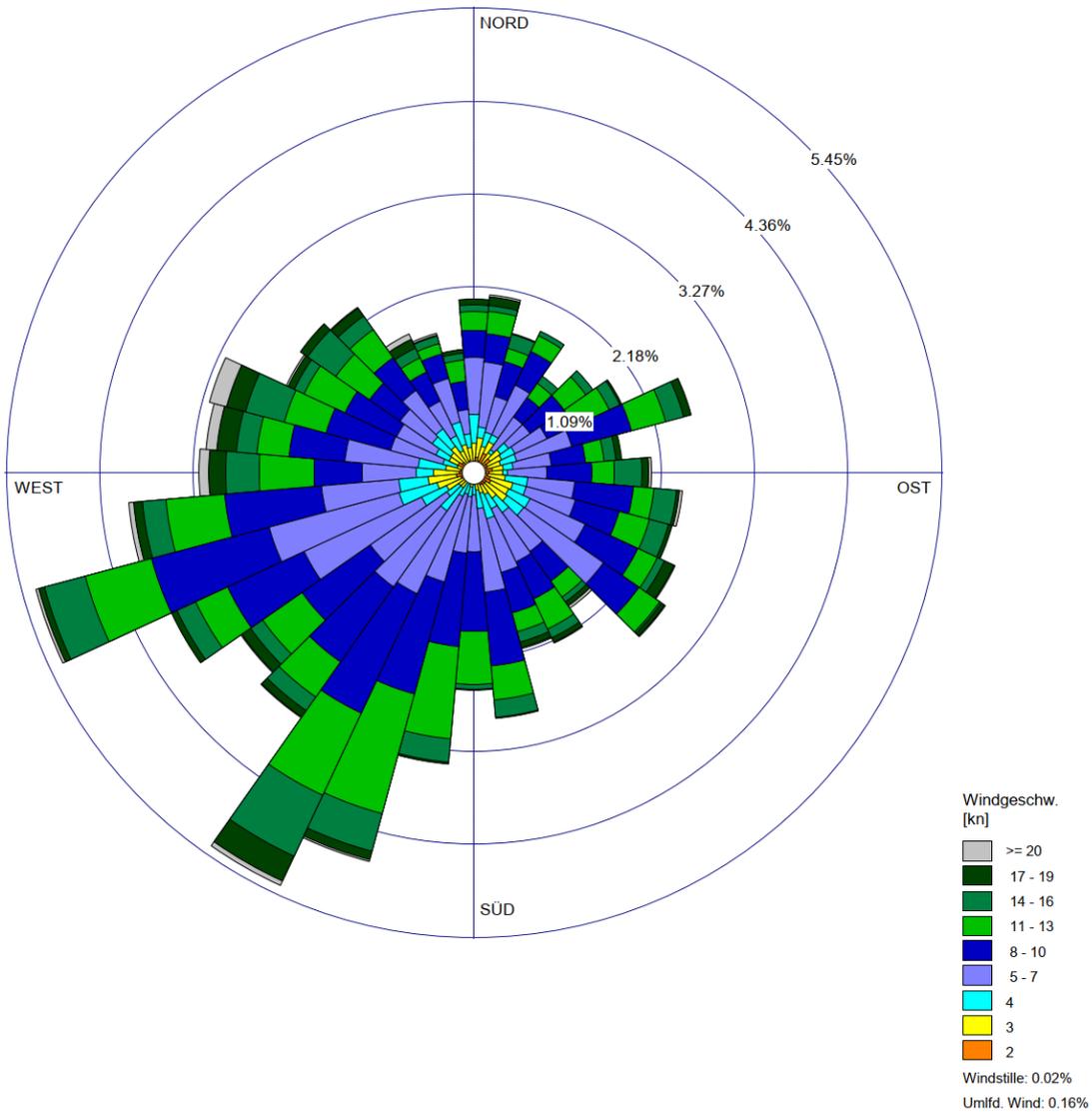
Verzeichnis des Anhangs

- A** Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung (Windrichtung, Windgeschwindigkeit) der verwendeten meteorologischen Daten
- B** Übertragbarkeitsprüfung
- C** Bestimmung der Rauigkeitslänge
- D** Grafische Emissionskataster
- E** Dokumentation der Immissionsberechnung
- F** Prüfliste

**A Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung
(Windrichtung, Windgeschwindigkeit)
der verwendeten meteorologischen Daten**

WINDROSEN-PLOT:
Emden 2009

ANZEIGE:
Windgeschwindigkeit
Windrichtung (aus Richtung)

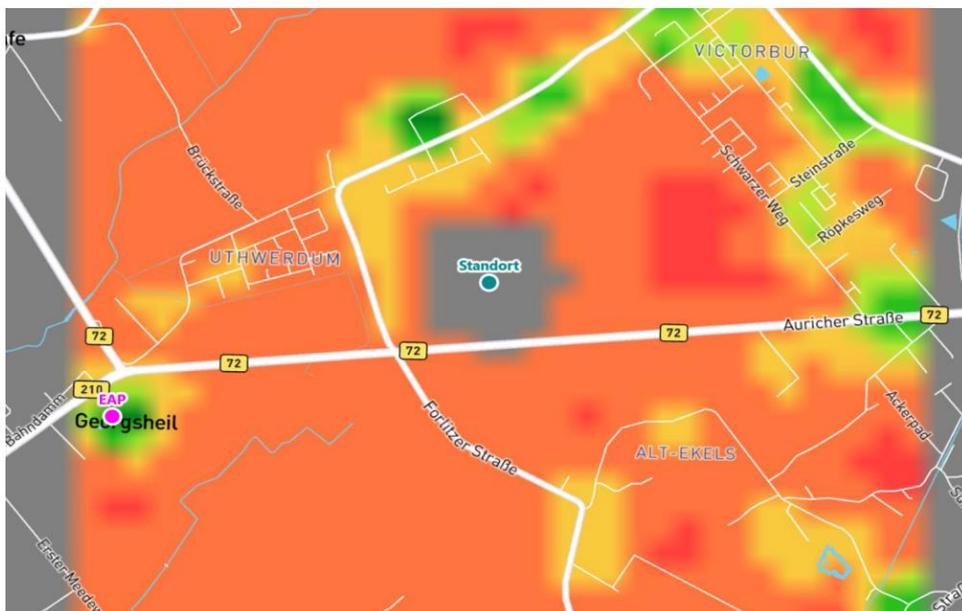


BEMERKUNGEN:	DATEN-ZEITRAUM: Start-Datum: 01.01.2009 - 00:00 End-Datum: 31.12.2009 - 23:00	FIRMENNAME:	
	WINDSTILLE: 0.02%	GESAMTANZAHL: 8424 Std.	BEARBEITER:
	MITTLERE WINDGESCHWINDIGKEIT: 8.36 Knoten	DATUM: 11.04.2022	PROJEKT-NR.:

B Übertragbarkeitsprüfung

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

an einem Anlagenstandort in Georgsheil



Auftraggeber:	Normec uppenkamp GmbH Kapellenweg 8 48683 Ahaus	Tel.: +49 2561 44915-25
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. Thomas Köhler Tel.: 037206 8929-44 Email: Thomas.Koehler@ifu-analytik.de	Dr. Hartmut Sbosny Tel.: 037206 8929-43 Email: Hartmut.Sbosny@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	DPR.20211220-01	
Ort, Datum:	Frankenberg, 10. Februar 2022	
Anzahl der Seiten:	59	
Anlagen:	-	



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

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

IFU GmbH
Privates Institut für Analytik
An der Autobahn 7
09669 Frankenberg/Sa.

tel +49 (0) 37206.89 29 0
fax +49 (0) 37206.89 29 99
e-mail info@ifu-analytik.de
www.ifu-analytik.de

HRB Chemnitz 21046
USt-ID DE233500178
Geschäftsführer Axel Delan

iban DE27 8705 2000 3310 0089 90
bic WELADED1FGX
bank Sparkasse Mittelsachsen

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Aufgabenstellung	5
2 Beschreibung des Anlagenstandortes	6
2.1 Lage	6
2.2 Landnutzung	7
2.3 Orographie	9
3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition	11
3.1 Hintergrund	11
3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition	11
3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall	12
4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten	15
4.1 Allgemeine Betrachtungen	15
4.2 Meteorologische Datenbasis	15
4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort	19
4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen	24
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen	31
4.6 Auswahl der Bezugswindstation	32
5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation	34
6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres	37
6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums	37
6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde	41
6.3 Prüfung auf Plausibilität	45
7 Beschreibung der Datensätze	49
7.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge	49
7.1.1 Theoretische Grundlagen	49
7.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall	52
7.2 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse	53
7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe	54
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung	55
9 Zusammenfassung	56
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung	57
11 Schrifttum	59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Ortschaft Georgsheil in Niedersachsen	6
Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes in Georgsheil	7
Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank	8
Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes	9
Abbildung 5: Orographie um den Standort	10
Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition.....	13
Abbildung 7: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort	14
Abbildung 8: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes.....	16
Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen	18
Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet.....	20
Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition.....	21
Abbildung 12: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition	22
Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Emden mit dem Erwartungswert.....	25
Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Wittmundhafen mit dem Erwartungswert	26
Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Norderney mit dem Erwartungswert.....	27
Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Spiekeroog (SWN) mit dem Erwartungswert	28
Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Borkum-Süderstraße mit dem Erwartungswert	29
Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Dörpen mit dem Erwartungswert	30
Abbildung 19: Lage der ausgewählten Station.....	34
Abbildung 20: Luftbild mit der Umgebung der Messstation.....	35
Abbildung 21: Orographie um den Standort der Wetterstation.....	36
Abbildung 22: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung	38
Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	39
Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse	40
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.....	44
Abbildung 27: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	45
Abbildung 28: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	46
Abbildung 29: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	47
Abbildung 30: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	48
Abbildung 31: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit.....	51
Abbildung 32: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der Station nach CORINE-Datenbank	53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes	7
Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition.....	12
Tabelle 3: Zur Untersuchung verwendete Messstationen	17
Tabelle 4: Gegenüberstellung meteorologischer Kennwerte der betrachteten Messstationen mit den Erwartungswerten am Standort	23
Tabelle 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung	31
Tabelle 6: EAP-Geschwindigkeiten verschiedener Modelle	31
Tabelle 7: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung	32
Tabelle 8: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen	32
Tabelle 9: Koordinaten der Wetterstation	35
Tabelle 10: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Emden	54

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet in der Ortschaft Georgsheil, zugehörnd zum Ortsteil Uthwerdum, der Gemeinde Südbrookmerland in Niedersachsen.

Bei der in den Ausbreitungsrechnungen betrachteten Anlage handelt es sich um eine geplante Heizzentrale für ein noch zu errichtendes Klinikum. In der Umgebung des Standortes existieren auch Tierhaltungsanlagen. Die Quellhöhen liegen in einem Bereich von bodennah bis etwa 40 m über Grund.

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

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

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

2 Beschreibung des Anlagenstandortes

2.1 Lage

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

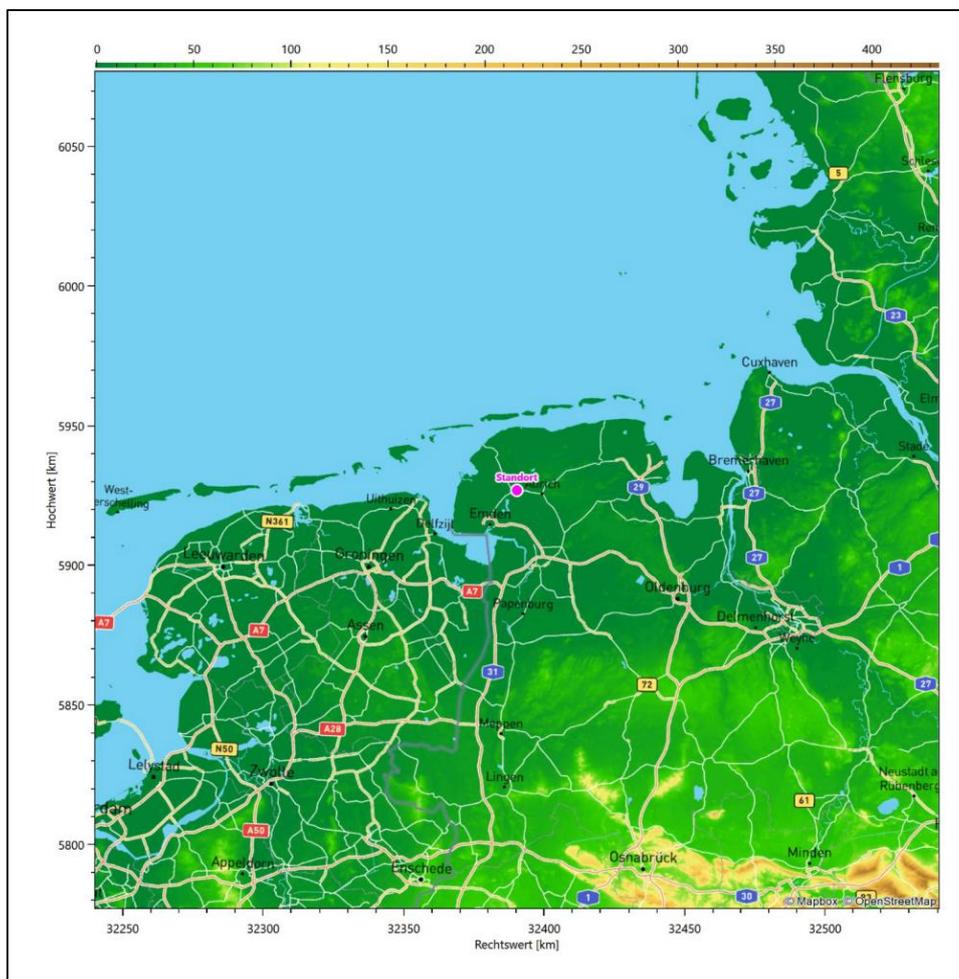


Abbildung 1: Lage der Ortschaft Georgsheil in Niedersachsen

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

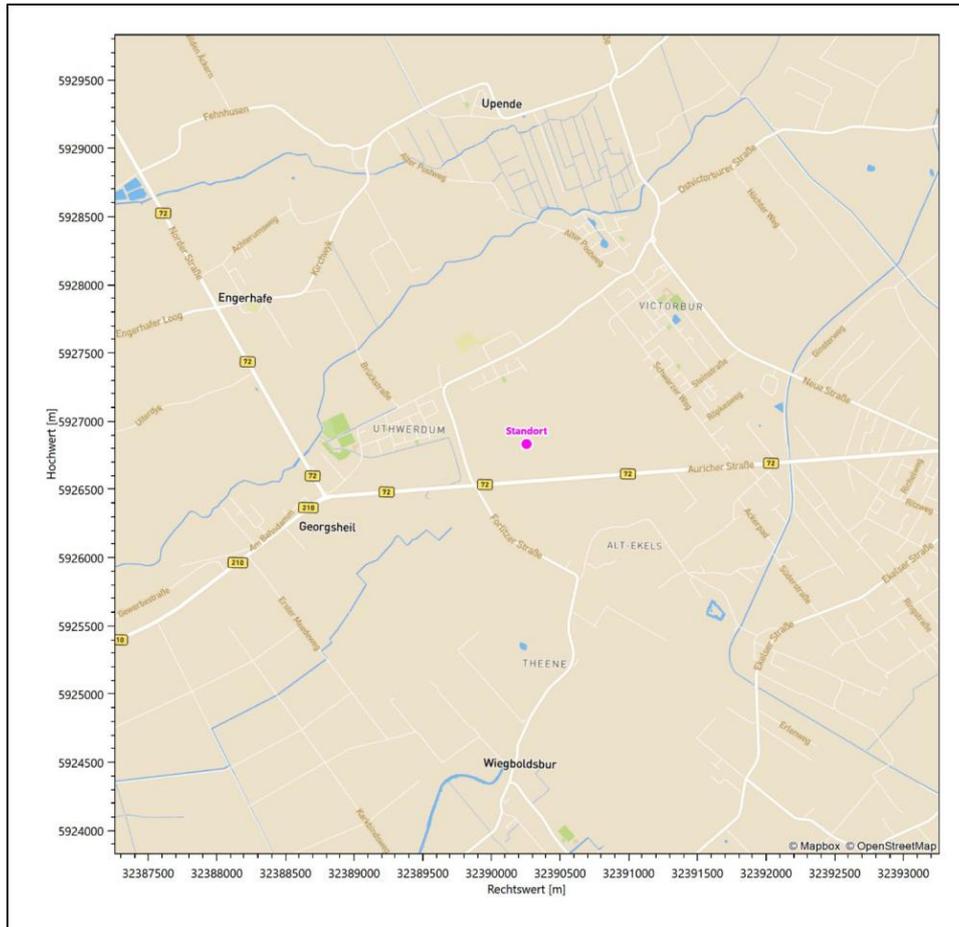


Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes in Georgsheil

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Anlagenstandortes angegeben.

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes

RW	32390256
HW	5926834

2.2 Landnutzung

Der Standort selbst liegt ost-nordöstlich der kleinen Ortschaft Georgsheil und südöstlich des Ortes Uthwerdum, 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 (Großes Meer, Abelitz) und einer ansonsten ländlichen Verkehrswegeinfrastruktur ab.

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

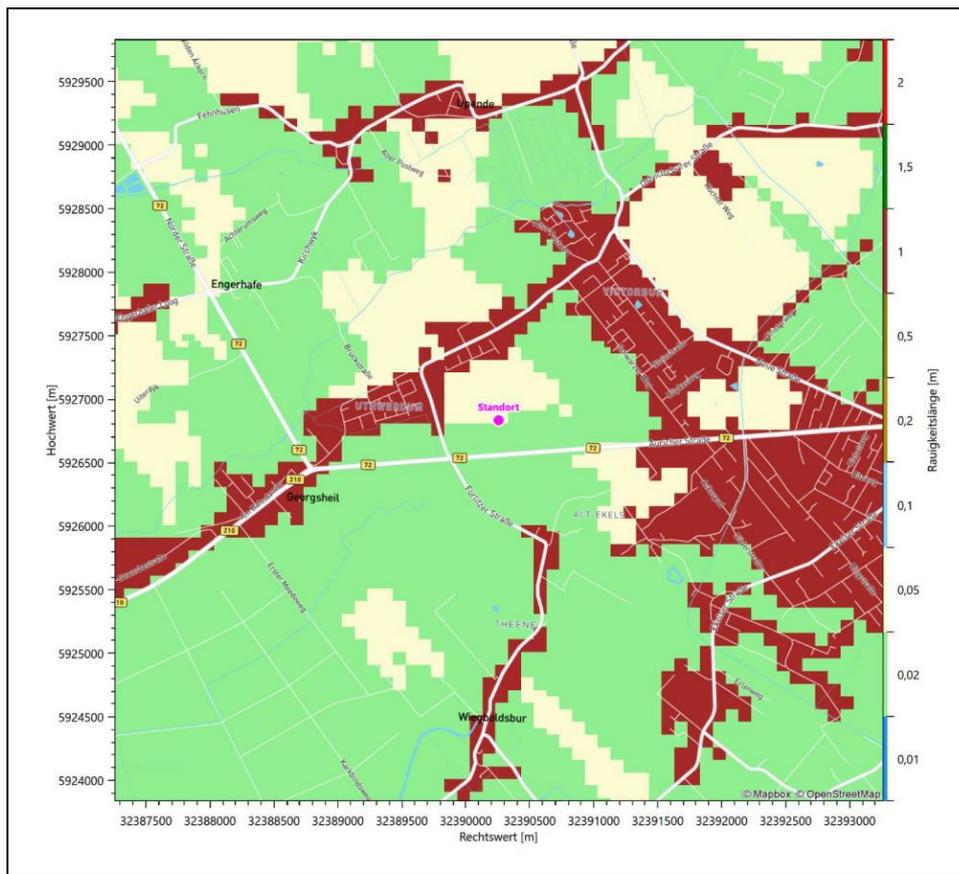


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

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 -1 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch wenig gegliedert. Der Standort liegt im Norddeutschen Tiefland, in der *Ostfriesischen Geest*, die eine weitgehend ebene, schwachwellige Landschaft darstellt. Hier herrschen kaum reliefierte, sandige Grundmoränenplatten vor, auf denen sich seit der Eiszeit aufgrund ungenügender Abflussverhältnisse Hochmoore gebildet haben. In Fluss- und Bachniederungen haben sich zudem Niedermoore entwickelt. 5,3 km westlich des Standortes fließt die Abelitz nach Norden, ein etwa 20 Kilometer langer Fluss, den man in Ostfriesland auch Tief nennt, von Marienhafte bis zur Mündung in das Alte Greetsieler Sieltief.

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 Ausbreitungsklassen und Richtungssektoren von 10° Breite. Die einzelnen Schritte werden für alle Modellebenen unterhalb von 100 m über Grund und jeden Modell-Gitterpunkt durchgeführt:

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

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

3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall

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

Es ist erkennbar, dass in ungünstigen Positionen das Gütemaß bis auf Werte von 0,66 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von 0,70 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 1,6 km westlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	32388750
HW	5926250

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

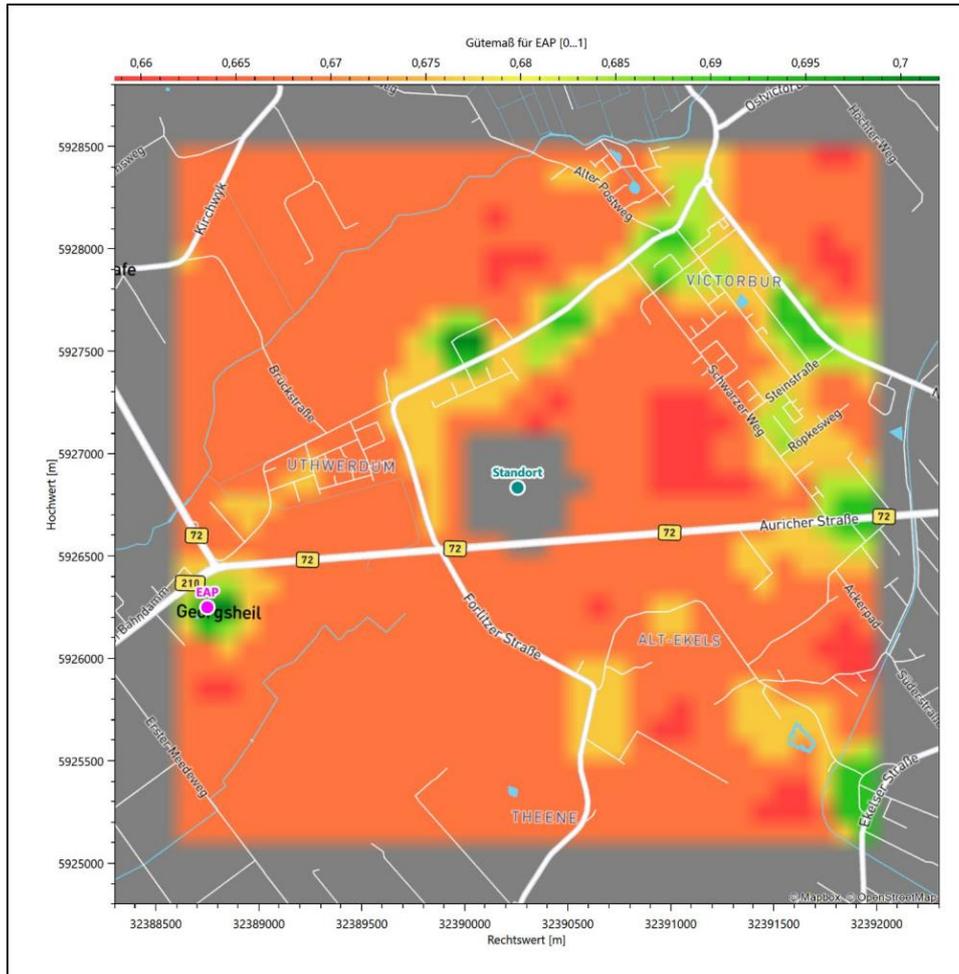


Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

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

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

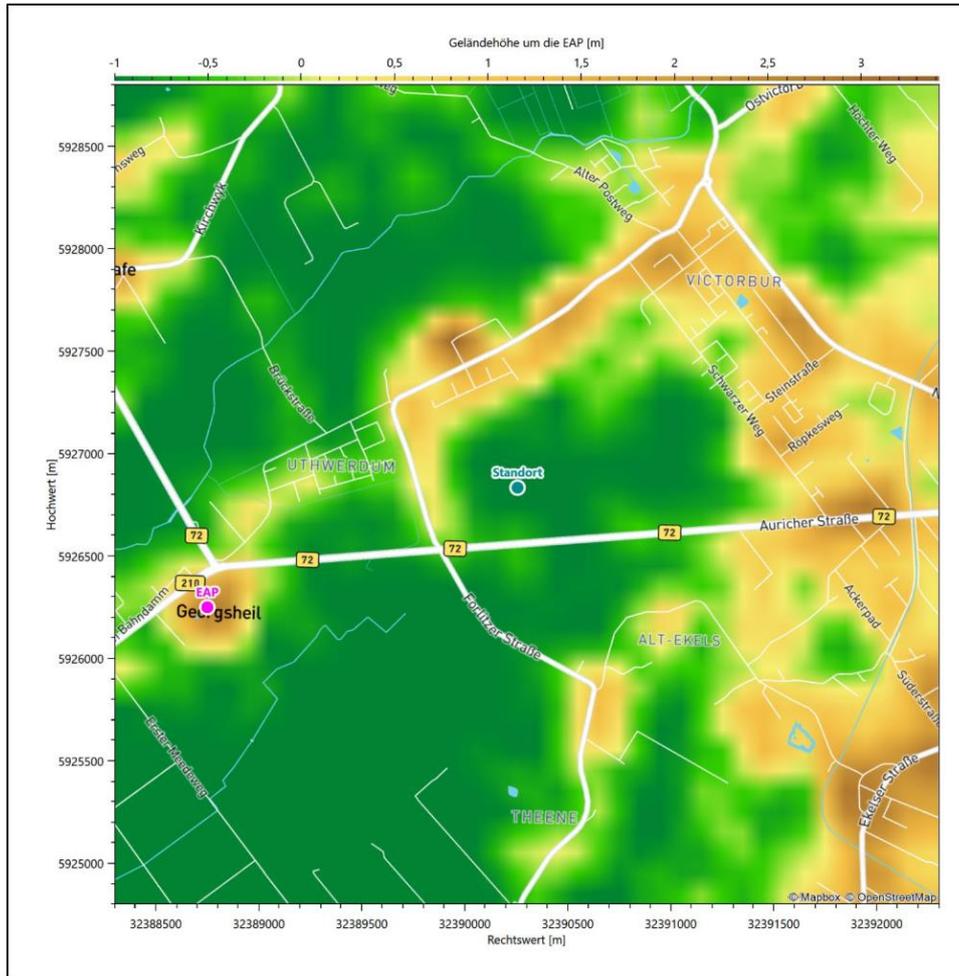


Abbildung 7: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort

4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten

4.1 Allgemeine Betrachtungen

Die großräumige Luftdruckverteilung bestimmt die mittlere Richtung des Höhenwindes in einer Region. Im Jahresmittel ergibt sich hieraus für Niedersachsen 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.

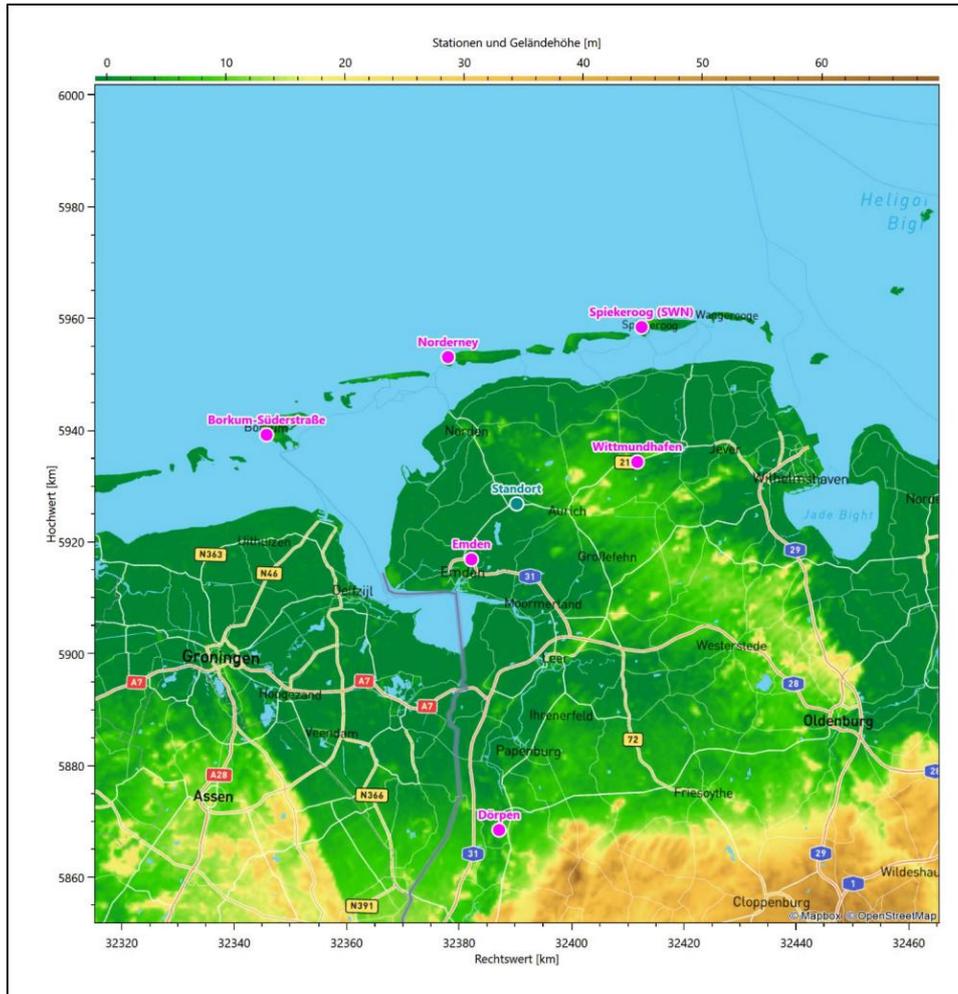


Abbildung 8: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

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
Emden	5839	13	9,7	7,2287	53,3881	0	24.12.2010	31.10.2021
Wittmundhafen	5640	23	10,0	7,6672	53,5504	8	24.12.2010	30.09.2021
Norderney	3631	29	10,0	7,1519	53,7123	12	24.12.2010	31.10.2021
Spiekeroog (SWN)	6091	39	10,0	7,6721	53,7674	14	24.12.2010	31.10.2021
Borkum-Süderstraße	619	46	10,0	6,6703	53,5788	12	24.12.2010	31.10.2021
Dörpen	6159	58	10,0	7,3196	52,9542	8	24.12.2010	31.10.2021

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

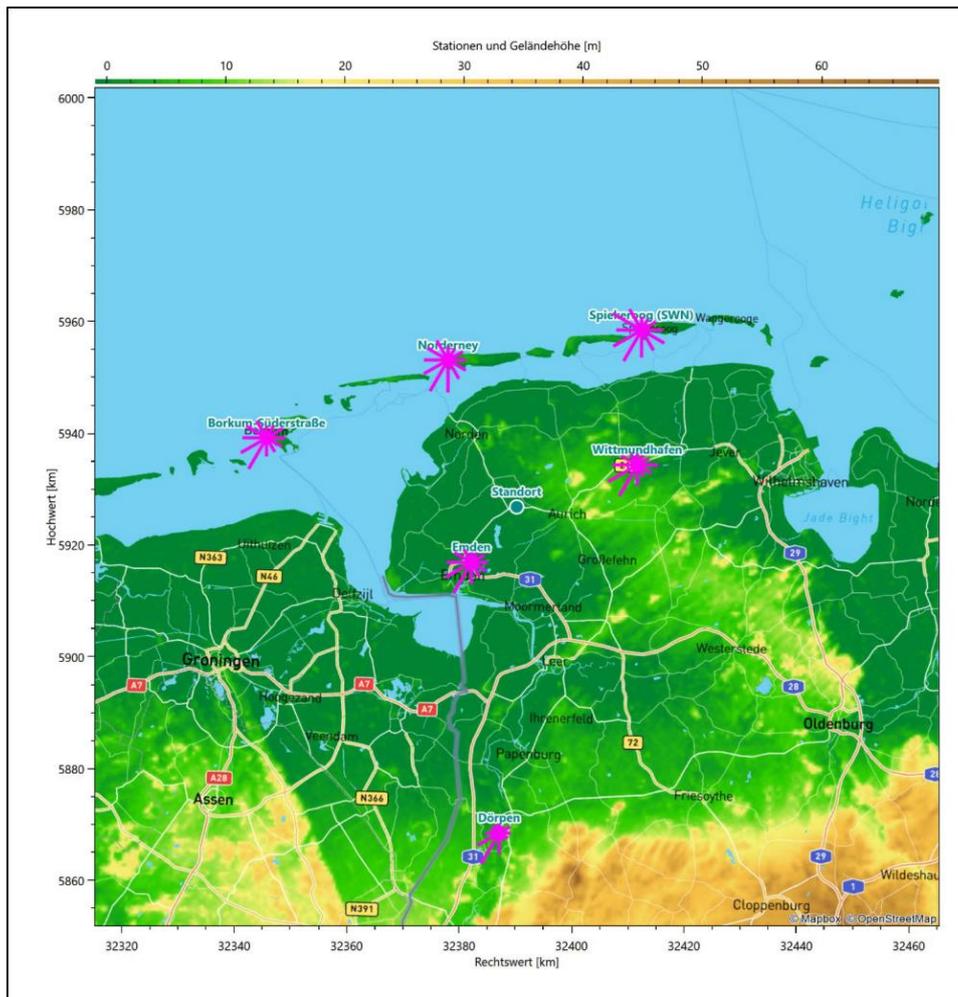


Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

Die Richtungsverteilungen der sechs Bezugswindstationen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Emden hat sein formales Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwest und folgt auch einer gebogenen Achse nach Ost. Das Nebenmaximum erstreckt sich breit über östliche Richtungen. Zwei schwache Minima deuten sich aus 150° und 360° an.

Wittmundhafen hat sein formales Hauptmaximum ebenfalls bei 210° aus Süd-Südwest und folgt einer gebogenen Achse nach Ost, wo ein schärfer definiertes Nebenmaximum liegt. Ein schwaches Minimum erscheint aus 150°.

Spiekeroog (SWN) hat zwar auch ein formales Hauptmaximum bei 210° , die Verteilung zeigt aber eher die Form einer Kardioide (Herzkurve). Die Verteilung ist ungefähr spiegelsymmetrisch zu einer 210° nach 30° -Achsenlage mit zwei intensiven Nebenmaxima aus 300° und 120° .

Norderney hat auch ein formales Hauptmaximum bei 210° und zeigt wie Spiekeroog die Form einer Kardioide. Die Symmetrieachse ist dieselbe, die Intensität der beiden Nebenmaxima aus 300° und 120° beträgt aber höchstens noch $2/3$ der Maximumhäufigkeit. Die Verteilung ist orientierungsloser als an der Vorgängerstation.

Borkum-Süderstraße hat die Hauptwindrichtung bei 210° aus Süd-Südwesten. Das globale Minimum liegt im Norden. Die Verteilung gestaltet sich ansonsten relativ orientierungslos.

Dörpen hat das formale Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwesten und folgt einer Achse nach Nord-Nordosten. Ein schwaches primäres Nebenmaximum erscheint aus Ost-Nordosten. Minimale Beiträge sind bei 30° und 150° zu erkennen.

4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort

Über die allgemeine Betrachtung in Abschnitt 4.1 hinausgehend wurde mit einer großräumigen prognostischen Windfeldmodellierung berechnet, wie sich Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort gestalten. Dazu wurde ein Modellgebiet gewählt, das den untersuchten Standort mit einem Radius von zehn Kilometern umschließt. Die Modellierung selbst erfolgte mit dem prognostischen Windfeldmodell GRAMM [3], die Antriebsdaten wurden aus den REA6-Reanalysedaten des Deutschen Wetterdienstes [5] gewonnen. Abweichend vom sonst üblichen Ansatz einer einheitlichen Rauigkeitslänge für das gesamte Modellgebiet (so gefordert von der TA Luft im Kontext von Ausbreitungsrechnungen nach Anhang 3) wurde hier eine örtlich variable Rauigkeitslänge angesetzt, um die veränderliche Landnutzung im großen Rechengebiet möglichst realistisch zu modellieren. Die folgende Abbildung zeigt die orts aufgelösten Windrichtungsverteilungen, die für das Untersuchungsgebiet ermittelt wurden.

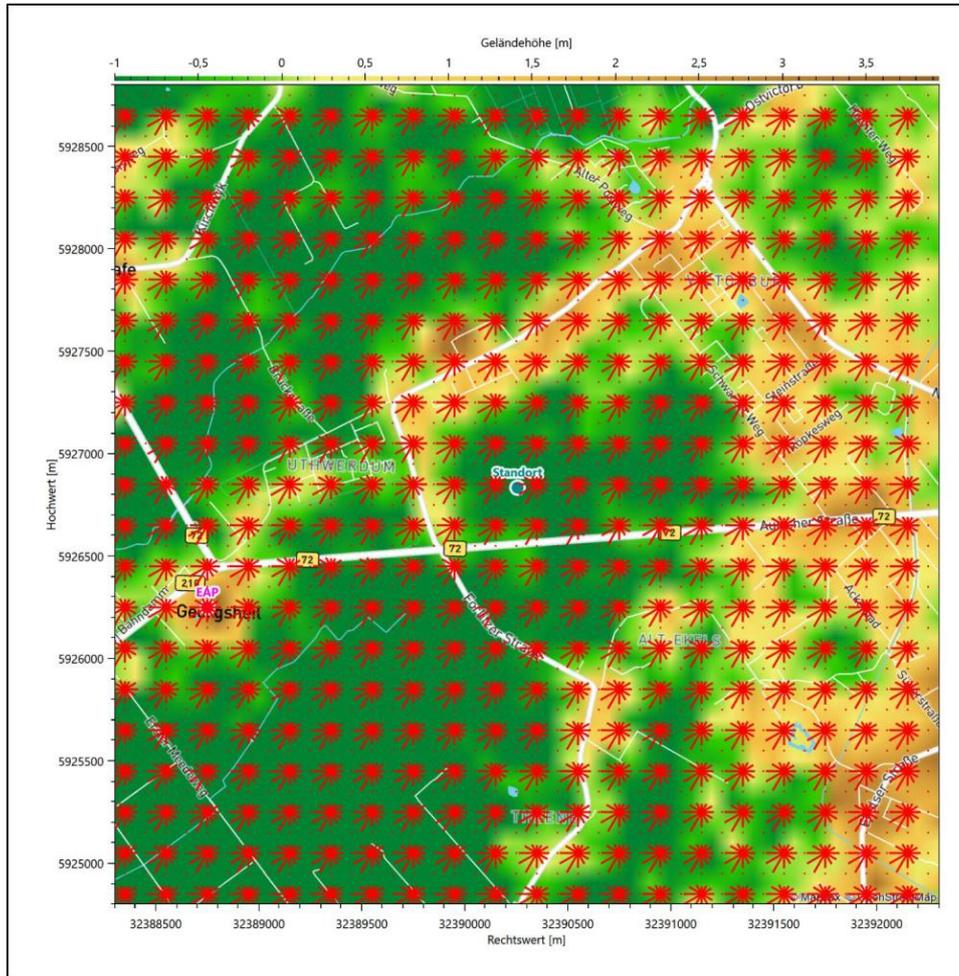


Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet

Mit den modellierten Windfeldern wurden die erwarteten Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen an der Ersatzanemometerposition in einer Höhe von 10,4 m berechnet. Die Verteilungen sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

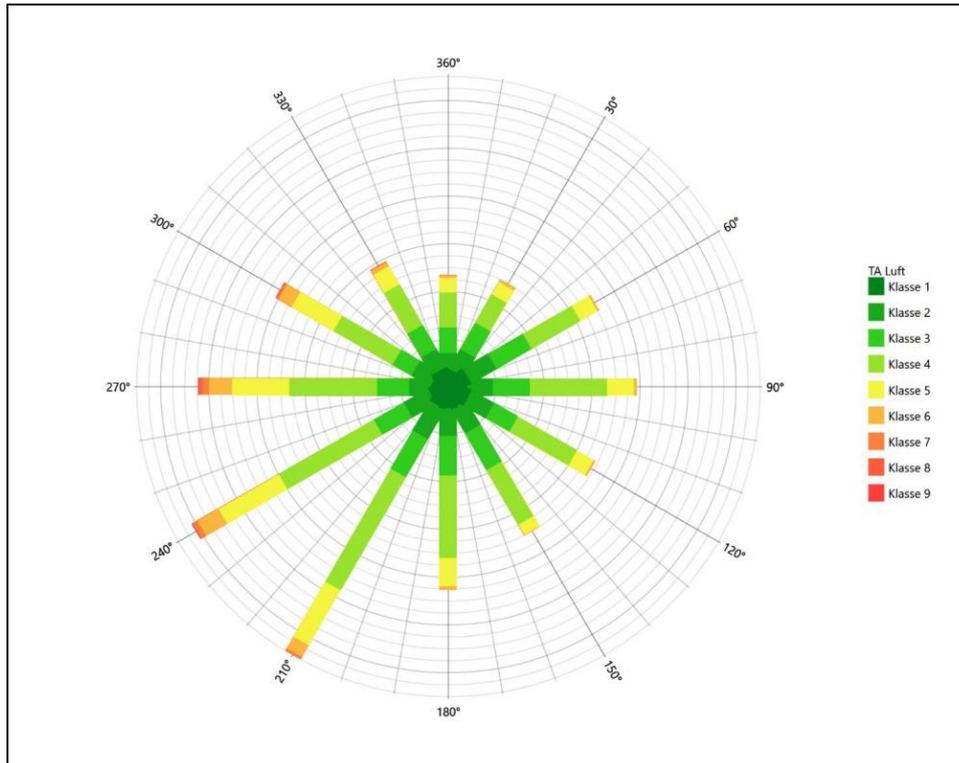


Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition

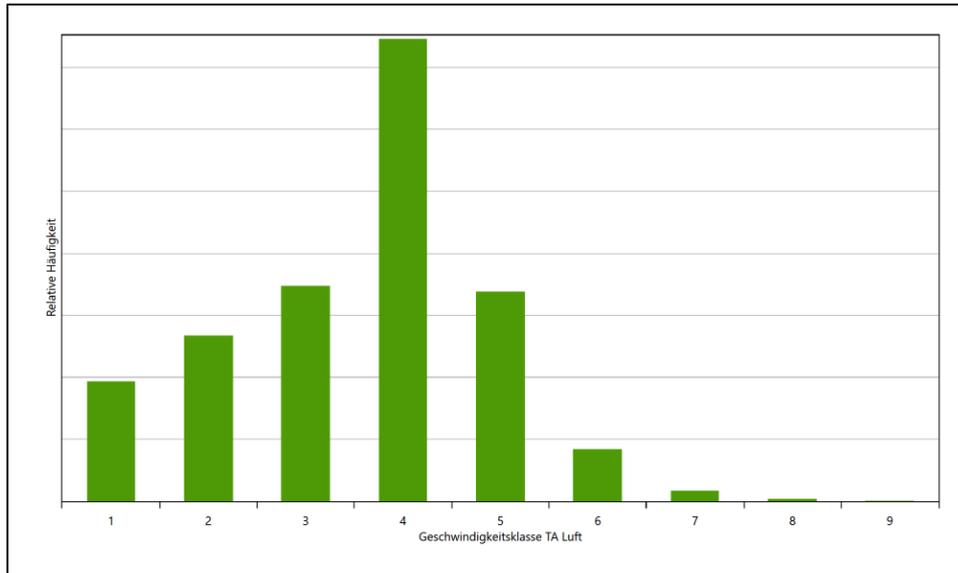


Abbildung 12: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition

Als Durchschnittsgeschwindigkeit ergibt sich der Wert 2,96 m/s.

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

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

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

Die aus dem Statistischen Windfeldmodell ermittelte und auf die Referenzhöhe (10,4 m) und die Referenzrauigkeit (vgl. den folgenden Absatz) korrigierte Windgeschwindigkeit liegt bei 4,71 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 0,06 m.

Es ist zu beachten, dass dieser Wert hier nur für den Vergleich von Windgeschwindigkeitsverteilungen benötigt wird und nicht dem Parameter entspricht, der als Bodenrauigkeit für eine Ausbreitungsrechnung anzuwenden ist. Für letzteren gelten die Maßgaben der TA Luft, Anhang 3, Ziffer 5.

Um die Windgeschwindigkeiten für die EAP und die betrachteten Bezugswindstationen vergleichen zu können, sind diese auf eine einheitliche Höhe über Grund und eine einheitliche Bodenrauigkeit umzurechnen. Dies geschieht mit einem Algorithmus, der in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] veröffentlicht wurde. Als einheitliche Rauigkeitslänge bietet sich der tatsächliche Wert im Umfeld der EAP an, hier 0,06 m. Als einheitliche Referenzhöhe sollte nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] ein Wert Anwendung finden, der weit genug über Grund und über der Verdrängungshöhe (im Allgemeinen das Sechsfache der Bodenrauigkeit) liegt. Hier wurde ein Wert von 10,4 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	210	2,96	2,5	0,059
Emden	210	4,46	2,5	0,115
Wittmundhafen	210	4,44	4,4	0,113
Norderney	210	5,72	0,4	0,034
Spiekeroog (SWN)	210	6,49	0,4	0,002
Borkum-Süderstraße	210	5,74	0,8	0,051
Dörpen	210	3,60	5,7	0,120

Die Lage des Richtungsmaximums ergibt sich aus der graphischen Darstellung. Für die mittlere Windgeschwindigkeit wurden die Messwerte der Stationen von der tatsächlichen Geberhöhe auf eine einheitliche Geberhöhe von 10,4 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 0,06 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 210° aus Süd-Südwesten, wobei die Verteilung einer Achse von Südwest nach Osten folgt. Die Hauptanströmung ist zwischen 210° und 270° aufgespannt. Ein Nebenmaximum zeichnet sich schwach aus östlicher Richtung ab. Mit Ausnahme des südwestlichen Quadranten ist die Verteilung relativ orientierungslos, bei durchschnittlicher Intensität von 50% der Maximalhäufigkeit. Das globale Minimum wird im Norden erwartet. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

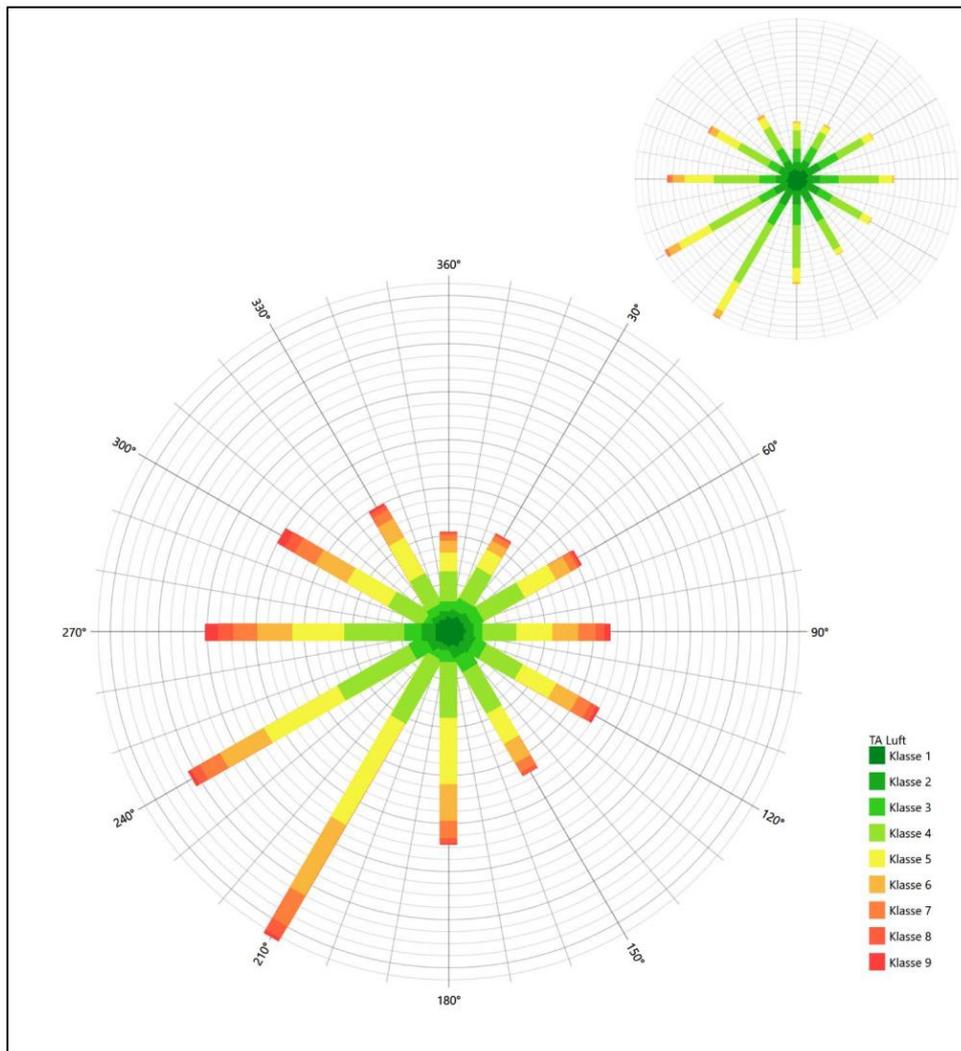


Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Emden mit dem Erwartungswert

Die Station hat das formale Hauptmaximum bei 210° aus Südsüdwesten genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Das globale Minimum liegt wie erwartet im Norden. Der östliche Halbraum ist auch eher orientierungslos, wobei sich das ost-südöstliche Nebenmaximum nur geringfügig vom Osten abhebt. Insgesamt gibt die Station den Erwartungswert gut wieder.

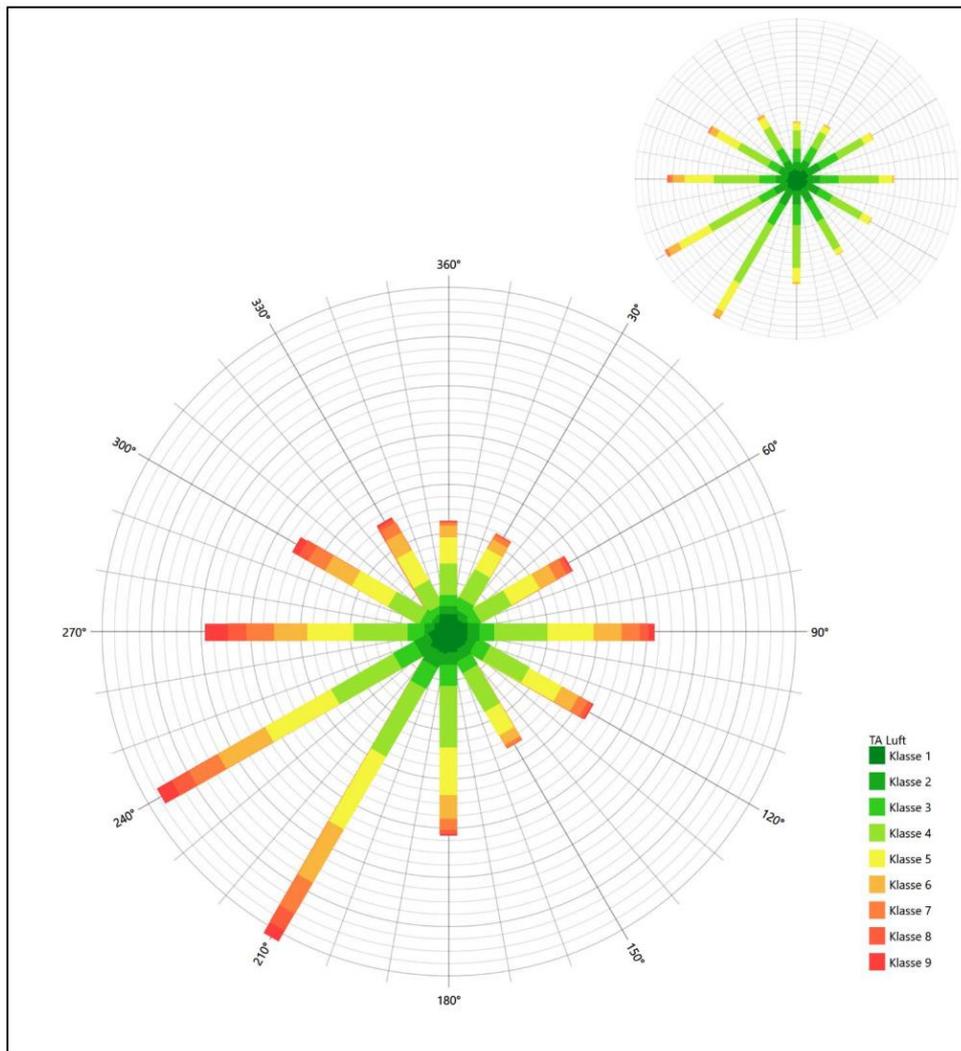


Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Wittmundhafen mit dem Erwartungswert

Die Station Wittmundhafen hat sowohl das formale Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwesten als auch das östliche Nebenmaximum genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Auch hier liegt eine gute Übereinstimmung vor.

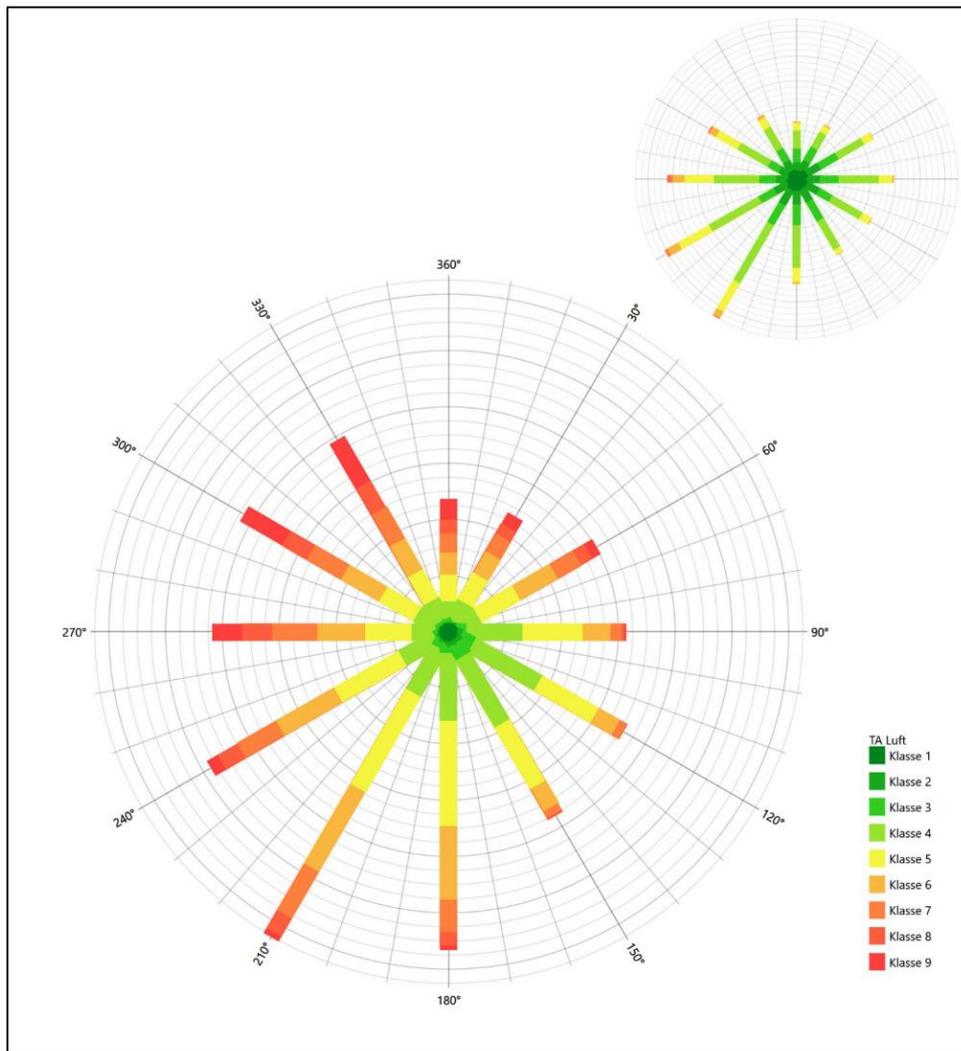


Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Norderney mit dem Erwartungswert

Norderney hat das formale Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwesten genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Ein eindeutiges Nebenmaximum liegt nicht vor. Orientierungslose Bereiche sind durchaus vorhanden, die Hauptanströmung ist aber durch überschätzte nord-nordwestliche und südliche Komponenten breiter aufgespannt als erwartet. Hier liegt eine noch befriedigende Eignung zur Übertragung vor.

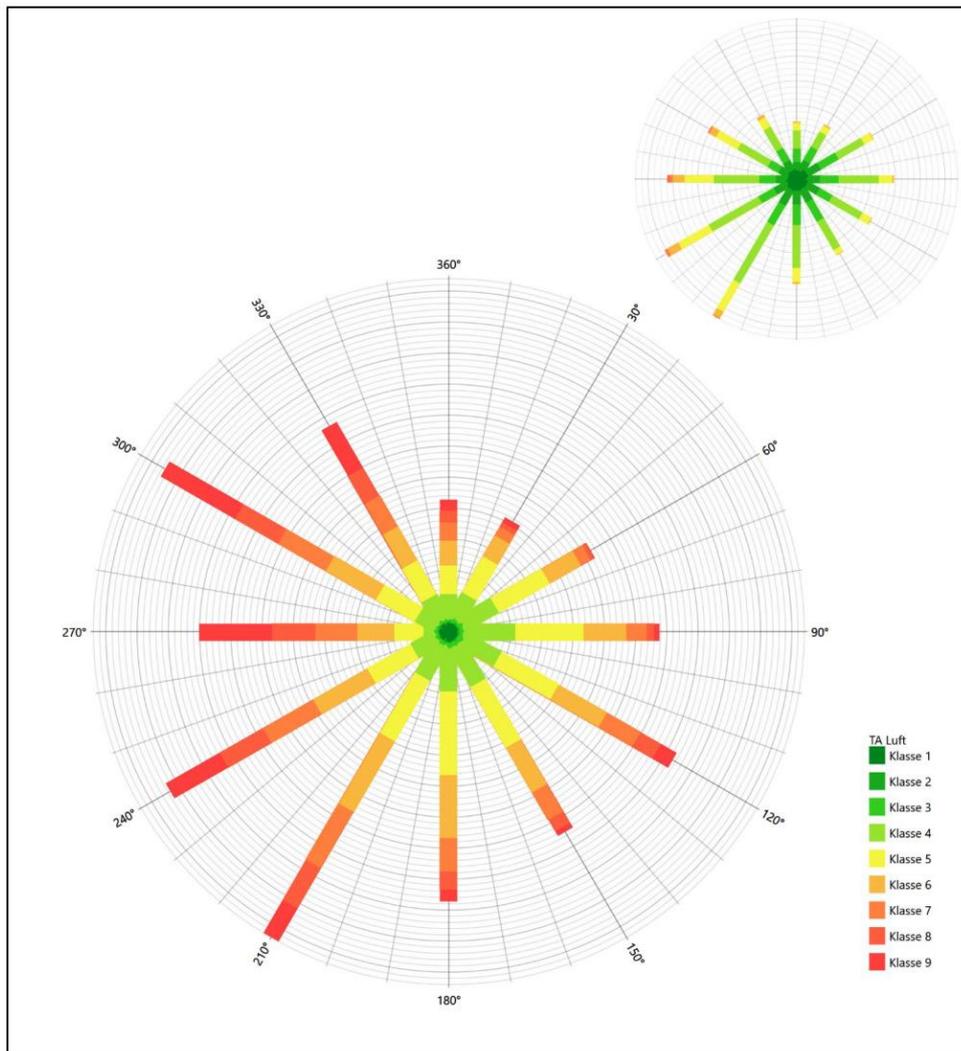


Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Spiekeroog (SWN) mit dem Erwartungswert

Die Station Spiekeroog (SWN) hat das formale Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwesten genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Das west-nordwestliche Nebenmaximum liegt außerhalb benachbarter 30°-Richtungssektoren zur EAP. Folglich eignet sich die Station nicht zur Übertragung.

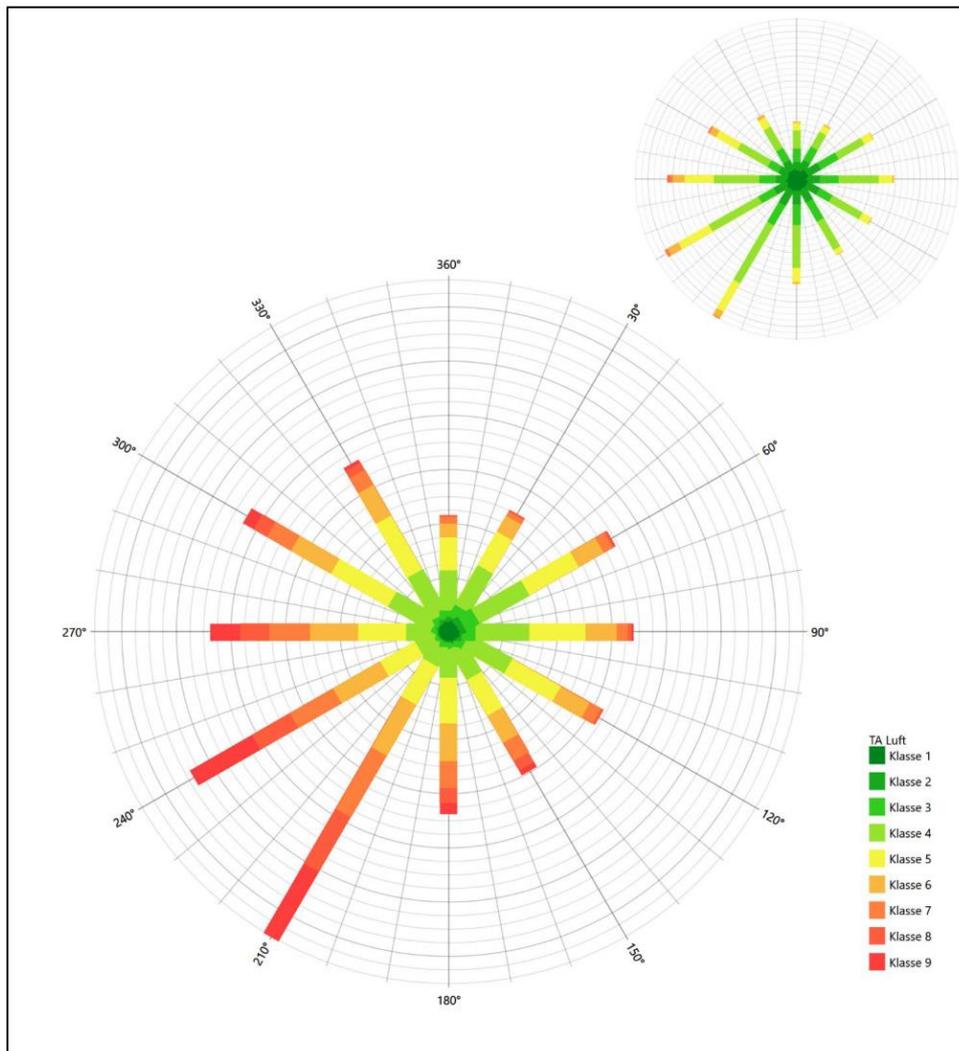


Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Borkum-Süderstraße mit dem Erwartungswert

Die Station Borkum-Süderstraße hat sowohl das formale Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwesten als auch das östliche Nebenmaximum genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Das erwartete globale Minimum aus Norden findet seinen Platz. Hier liegt ebenfalls eine gute Übereinstimmung zur Übertragung vor.

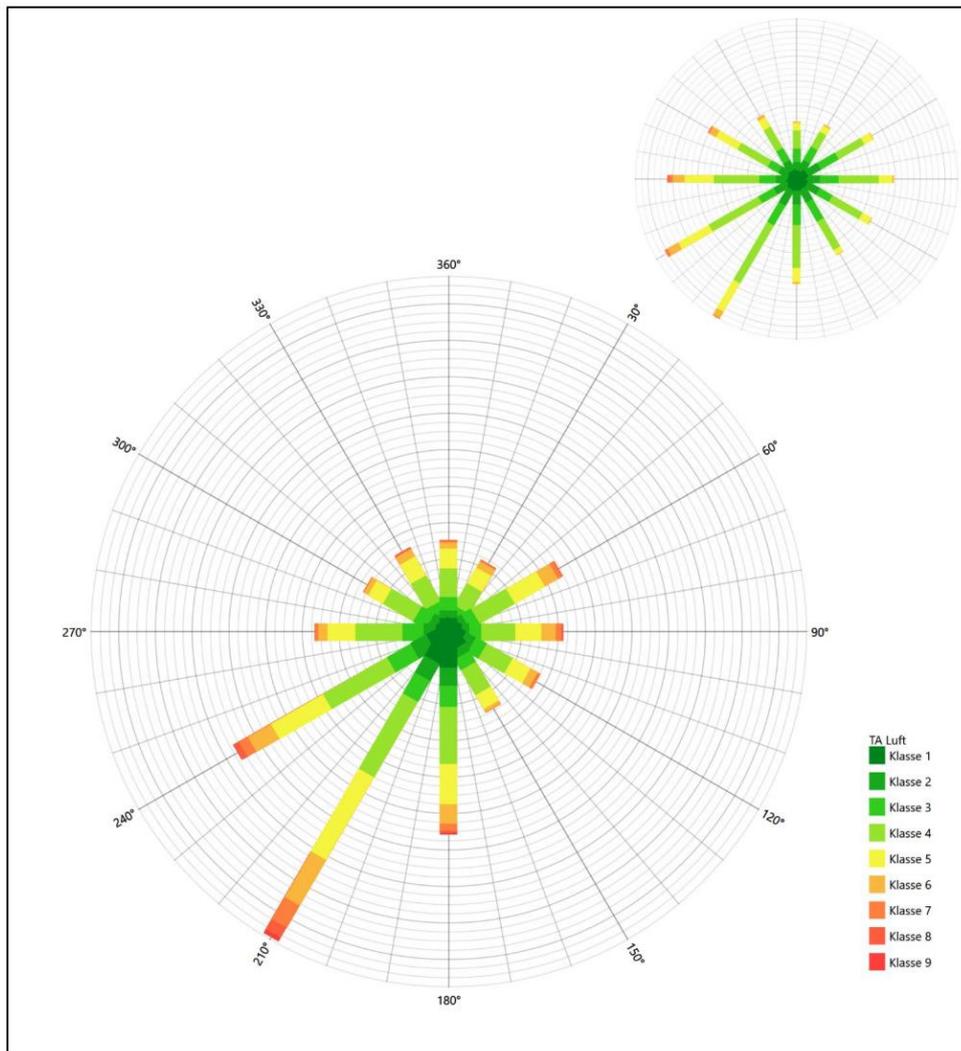


Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Dörpen mit dem Erwartungswert

Die Station Dörpen hat das formale Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwesten genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Die Hauptanströmung ist aber zu scharf definiert. Obwohl die erwartete Orientierungslosigkeit in den zum südwestlichen verbleibenden Quadranten gegeben ist, sind die Intensitäten generell unterschätzt. Hier soll daher nur eine ausreichende Eignung zur Übertragung festgestellt werden.

Projekt DPR.20211220-01

Somit sind aus Sicht der Windrichtungsverteilung die Stationen Emden, Wittmundhafen und Borkum-Süderstraße gut für eine Übertragung geeignet. Norderney stimmt noch befriedigend mit der EAP überein, Dörpen noch ausreichend. Spiekeroog erwies 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
Emden	+++
Wittmundhafen	+++
Borkum-Süderstraße	+++
Norderney	++
Dörpen	+
Spiekeroog (SWN)	-

4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen

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

Einen Erwartungswert für die mittlere Geschwindigkeit an der EAP liefert neben dem hier verwendeten prognostischen Modell auch noch das in 4.3 vorgestellte Statistische Windfeldmodell (SWM) des Deutschen Wetterdienstes. Für die EAP werden in 10,4 m Höhe von den beiden Modellen folgende mittleren Windgeschwindigkeiten erwartet:

Tabelle 6: EAP-Geschwindigkeiten verschiedener Modelle

Modell	Geschwindigkeit [m/s]
Prognostisch	2,96
SWM	4,71
Mittelwert	3,83

Beiden Modellen wird in diesem Aspekt gleiches Gewicht beigemessen, weshalb als beste Schätzung der mittleren Windgeschwindigkeit an der EAP im Weiteren der Mittelwert 3,8 m/s zu Grunde gelegt wird.

Projekt DPR.20211220-01

Dem kommt der Wert von Dörpen mit 3,6 m/s (auch wieder bezogen auf 10,4 m Höhe und die EAP-Rauigkeit von 0,06 m) sehr nahe. Es ist eine Abweichung von nicht mehr als $\pm 0,5$ m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Emden und Wittmundhafen liegen mit Werten von 4,5 m/s und 4,4 m/s noch innerhalb einer Abweichung von $\pm 1,0$ m/s, was noch eine ausreichende Übereinstimmung darstellt.

Die Stationen Norderney, Spiekeroog (SWN) und Borkum-Süderstraße liegen mit 5,7 m/s, 6,5 m/s und 5,7 m/s deutlich höher und außerhalb von $\pm 1,0$ m/s Abweichung und sind nicht mehr als übereinstimmend anzusehen.

Aus Sicht der Windgeschwindigkeitsverteilung ist also Dörpen gut für eine Übertragung geeignet. Emden und Wittmundhafen zeigen eine noch ausreichende Übereinstimmung. Norderney, Spiekeroog (SWN) und Borkum-Süderstraße sind mit einer Abweichung der mittleren Windgeschwindigkeit von mehr als 1,0 m/s gar nicht für eine Übertragung geeignet.

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

Tabelle 7: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Dörpen	++
Emden	+
Wittmundhafen	+
Norderney	-
Spiekeroog (SWN)	-
Borkum-Süderstraße	-

4.6 Auswahl der Bezugswindstation

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

Tabelle 8: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen

Bezugswindstation	Bewertung gesamt	Bewertung Richtungsverteilung	Bewertung Geschwindigkeitsverteilung
Emden	++++	+++	+
Wittmundhafen	++++	+++	+
Dörpen	+++	++	++
Borkum-Süderstraße	-	+++	-
Norderney	-	+++	-
Spiekeroog (SWN)	-	-	-

Projekt DPR.20211220-01

IFU GmbH
PRIVATES INSTITUT FÜR ANALYTIK

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 Emden und Wittmundhafen nach den bisherigen Kriterien eine gleich gute Eignung zur Übertragbarkeit befunden wurde, d.h. soweit bisher Windrichtungsverteilung und mittlere Windgeschwindigkeit berücksichtigt wurden.

Davon ist Emden mit nur 13 km Abstand zur EAP (Wittmundhafen: 23 km) die nächst liegende Bezugswindstation und liegt in orografisch vergleichbarem Terrain.

Emden wird demzufolge für eine Übertragung ausgewählt.

5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation

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

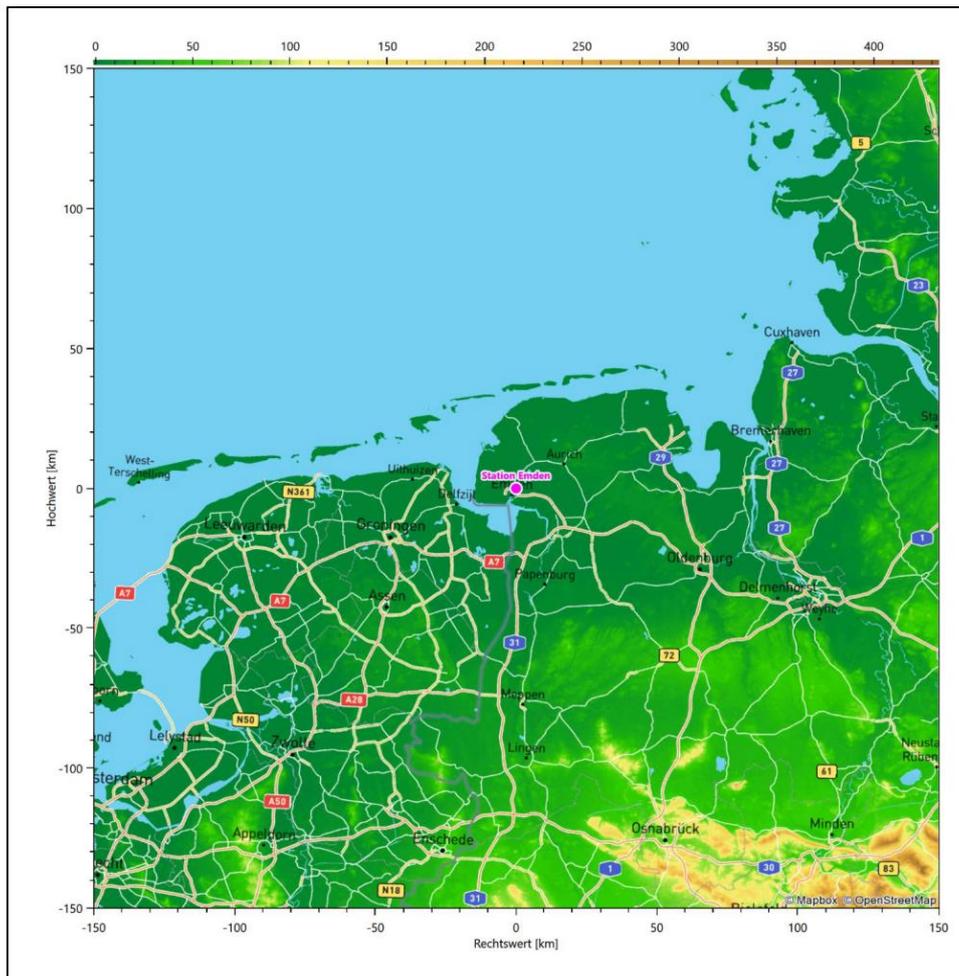


Abbildung 19: Lage der ausgewählten Station

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 0 m über NHN. Der Windgeber war während des hier untersuchten Zeitraumes in einer Höhe von 9,7 m angebracht.

Tabelle 9: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	7,2287°
Geographische Breite:	53,3881°

Die Umgebung der Station ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Unmittelbar benachbart liegen die Anlagen des Flugplatzes Emden, der als Verkehrslandeplatz klassifiziert ist. In der weiteren Umgebung wechseln sich landwirtschaftlich genutzte Flächen, durchgängig bebaute Siedlungsgebiete mit den Wasserflächen des Dollards und der Nordsee 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, nur schwach gegliedert. Es ist von allen Richtungen eine ungestörte Anströmung möglich. Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

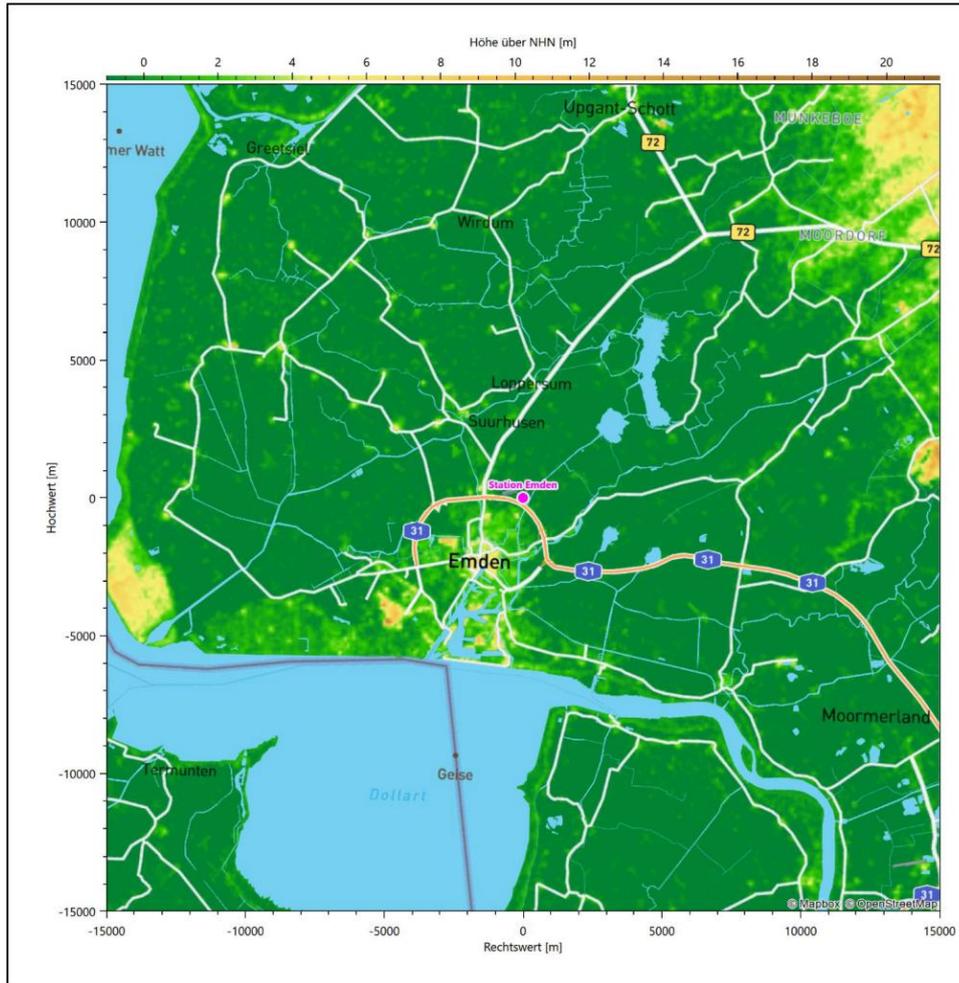


Abbildung 21: Orographie um den Standort der Wetterstation

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 TA Luft, Anhang 3, Tabelle 18 [9] erfolgt. Schließlich wird auch die Verteilung der Ausbreitungsklassen im zeitlichen Verlauf über den Gesamtzeitraum untersucht.

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

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

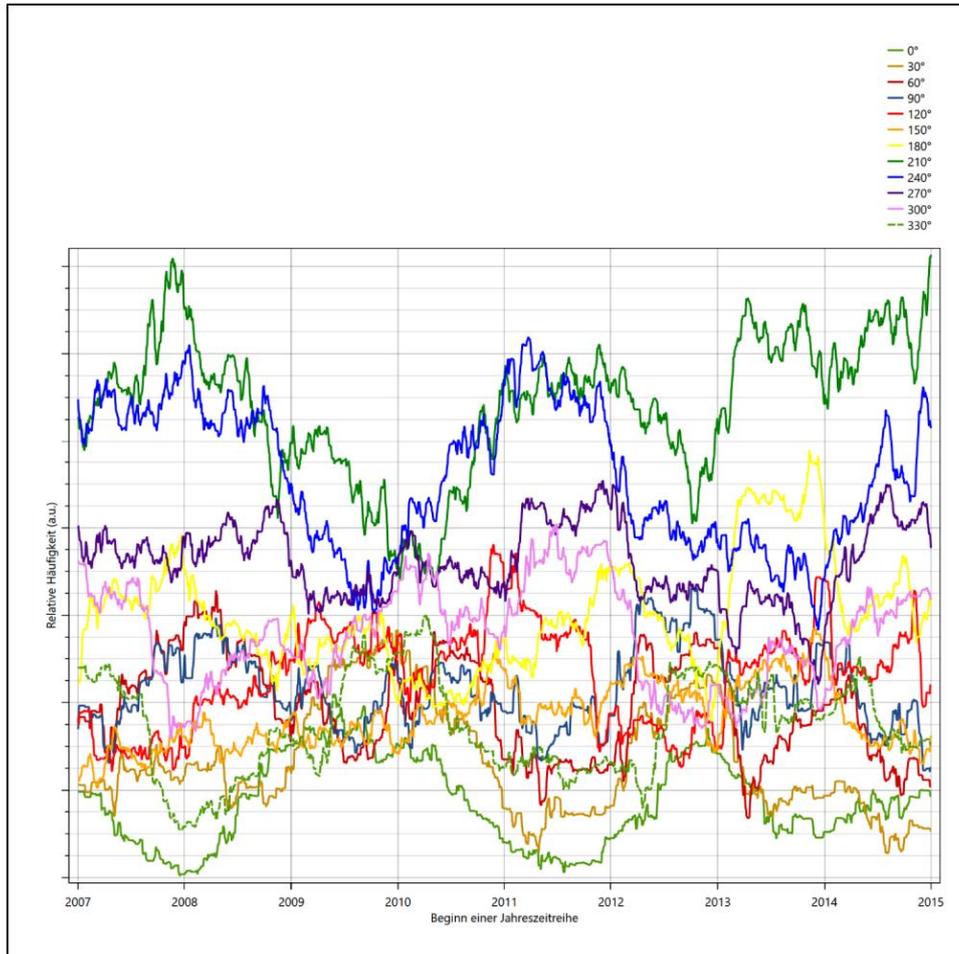


Abbildung 22: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmesstation anhand der Windrichtungsverteilung

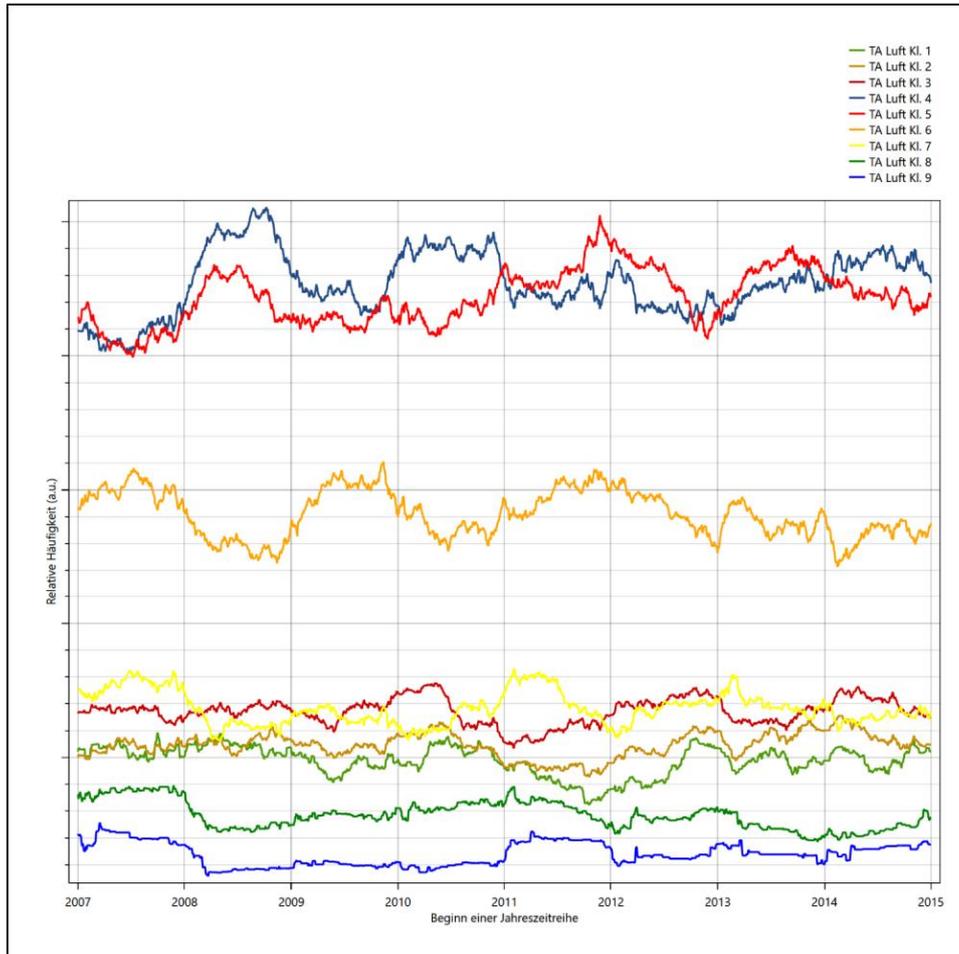


Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmesstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung

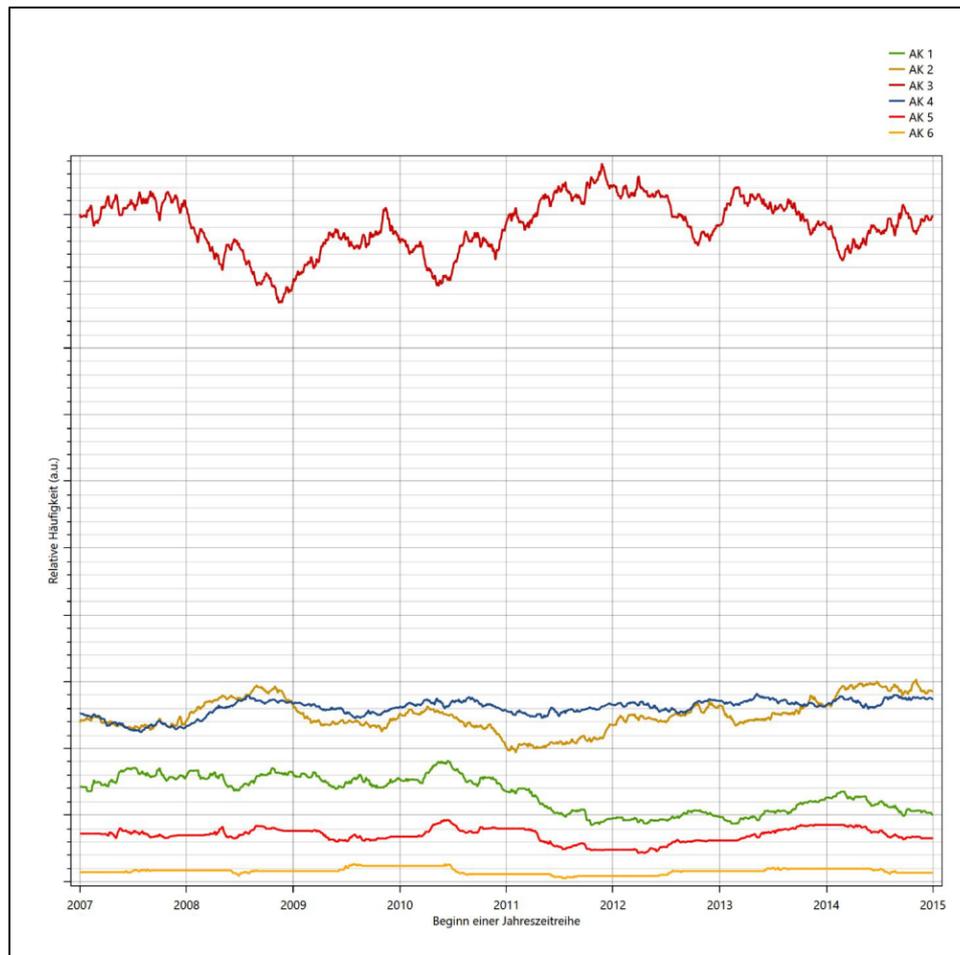


Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmesstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 01.01.2007 bis zum 01.01.2016 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 innerhalb des Gesamtzeitraumes an einem 01. Januar beginnen, am 31. Dezember desselben Jahres enden und bei denen ausreichend Messdaten verfügbar sind.

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

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

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

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

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

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

Dabei werden nur die Zeitpunkte graphisch dargestellt, für die sich in Kombination mit Messungen der Bedeckung eine Jahreszeitreihe bilden lässt, die mindestens eine Verfügbarkeit von 90 % hat. Zeiträume mit

unvollständiger Bedeckungsinformation würden grau dargestellt, im vorliegenden Fall gab es solche jedoch nicht.

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 01.01.2009, was als Beginn des repräsentativen Jahres angesehen werden kann. Die repräsentative Jahreszeitreihe läuft dann bis zum 31.12.2009.

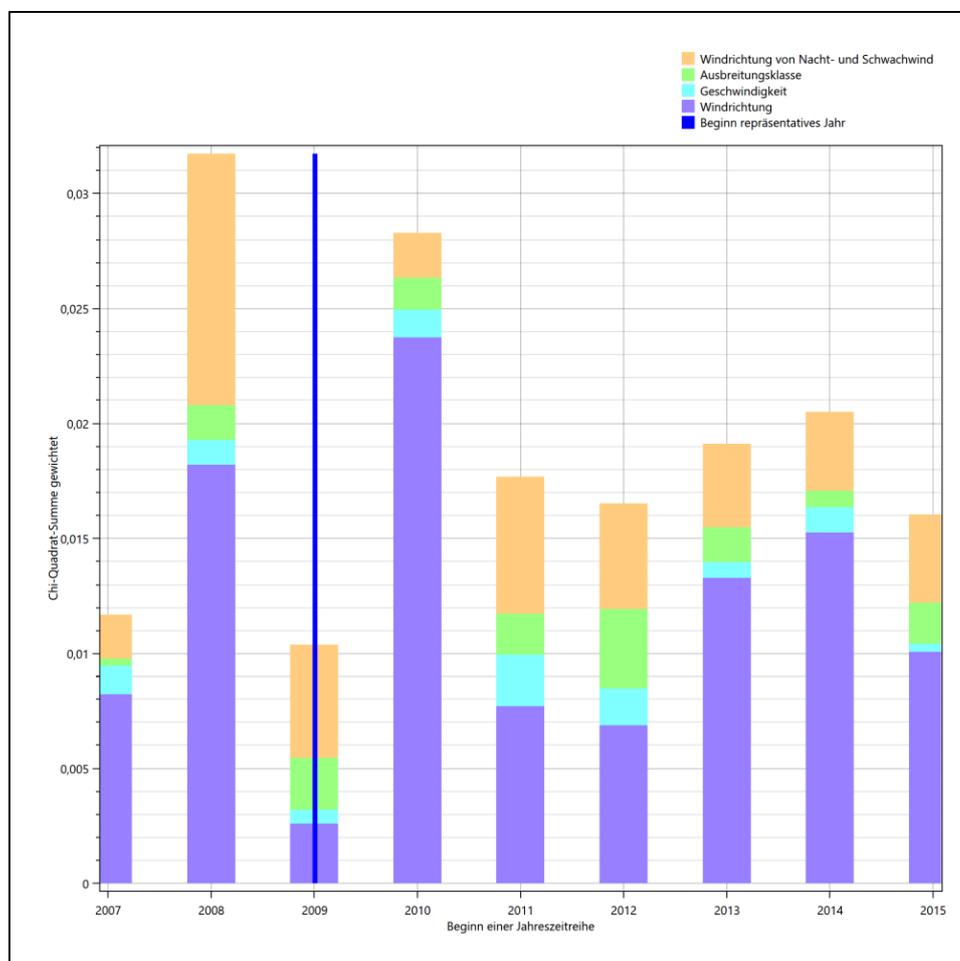


Abbildung 25: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

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

Projekt DPR.20211220-01

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, Ausbreitungs-klasse, 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.

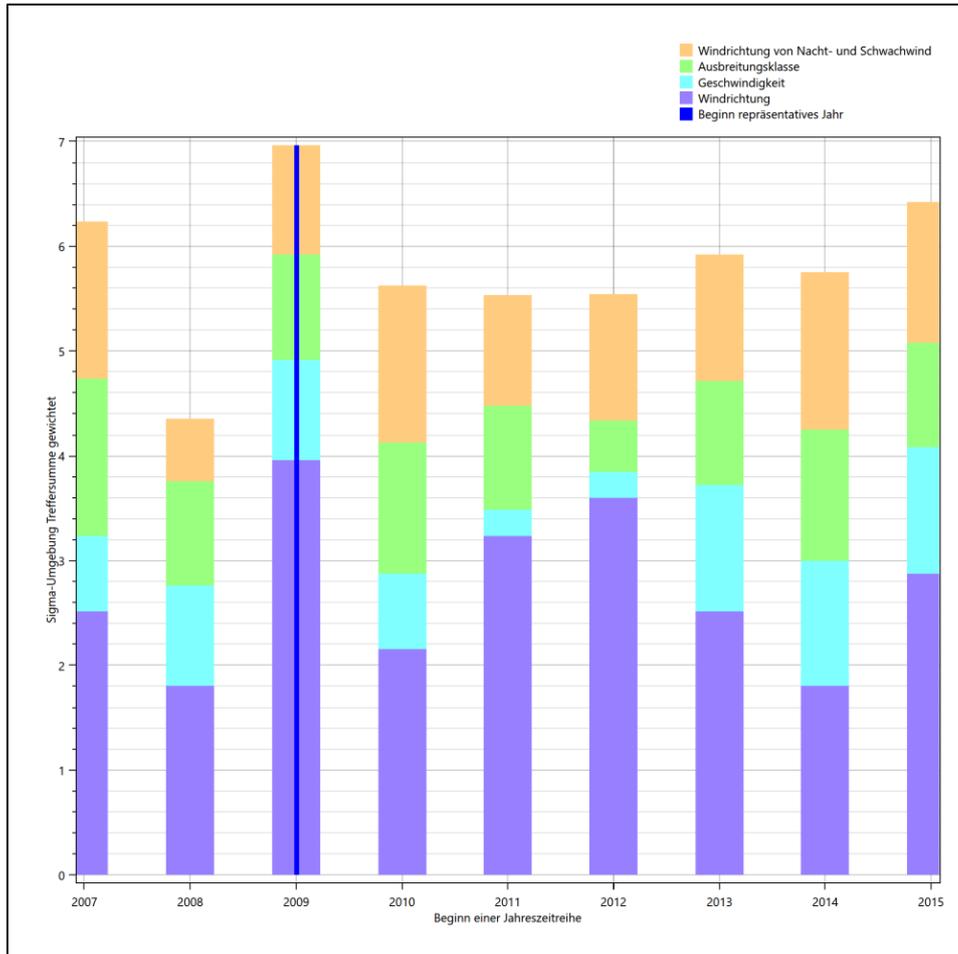


Abbildung 26: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Erfahrungsgemäß wird für das aus dem χ^2 -Test gefundene repräsentative Jahr vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 nicht auch immer mit dem Maximum der gewichteten σ -Umgebung-Treffersumme zusammenfallen. Im vorliegenden Fall lässt sich jedoch für das repräsentative Jahr feststellen, dass 100 % aller anderen untersuchten Einzelzeiträume eine schlechtere σ -Umgebung-Treffersumme aufweisen. Dies kann als Bestätigung angesehen werden, dass das aus dem χ^2 -Test gefundene repräsentative Jahr als solches verwendet werden kann.

6.3 Prüfung auf Plausibilität

Der im vorigen Schritt gefundene Testzeitraum mit der größten Ähnlichkeit zum Gesamtzeitraum erstreckt sich vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009. 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.

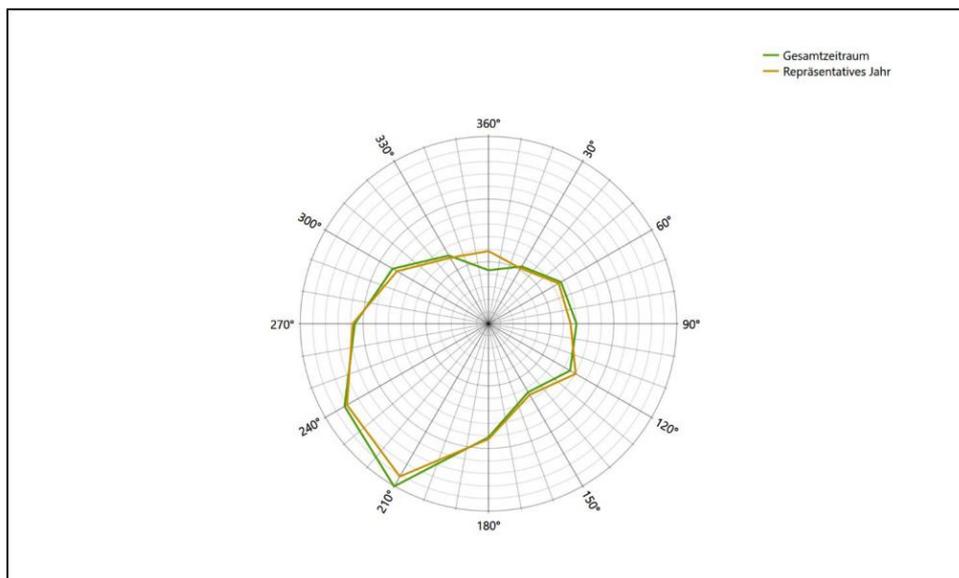


Abbildung 27: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

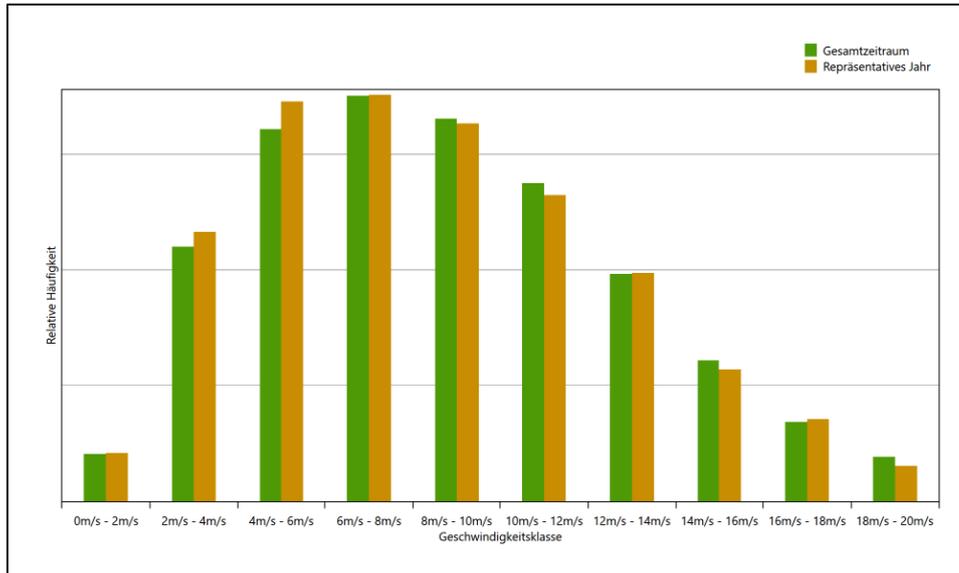


Abbildung 28: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

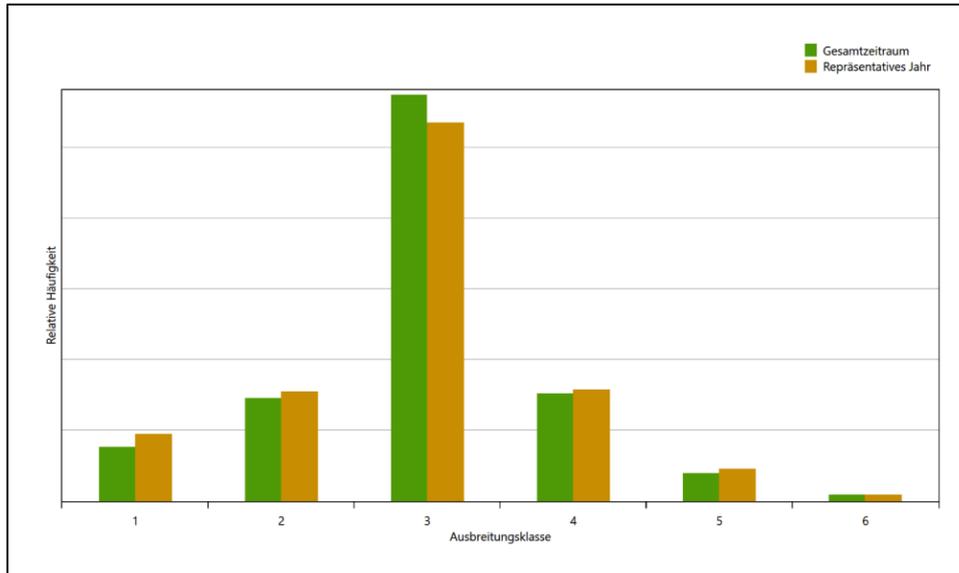


Abbildung 29: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

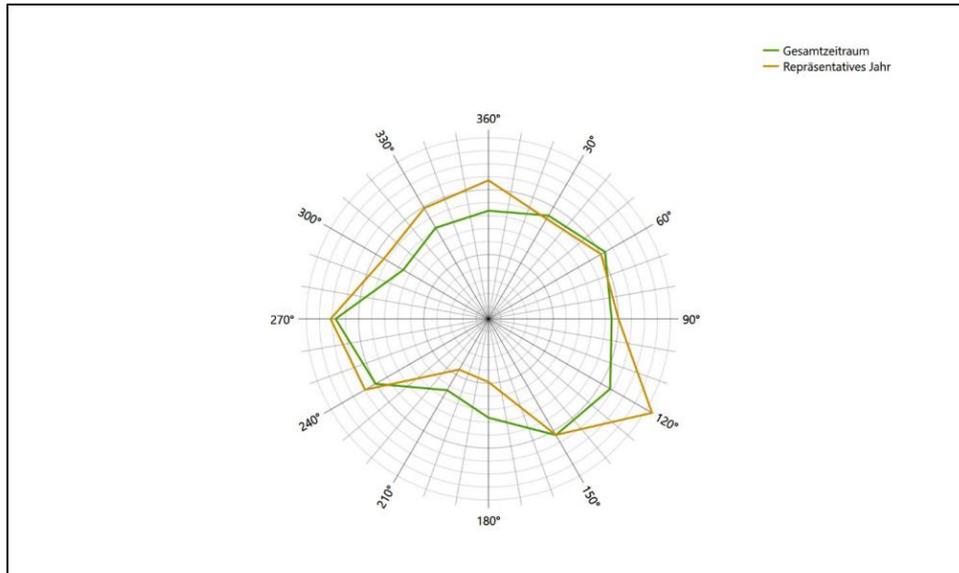


Abbildung 30: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

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 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 ein repräsentatives Jahr für die Station Emden im betrachteten Gesamtzeitraum vom 01.01.2007 bis zum 01.01.2016 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 neutrale 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.

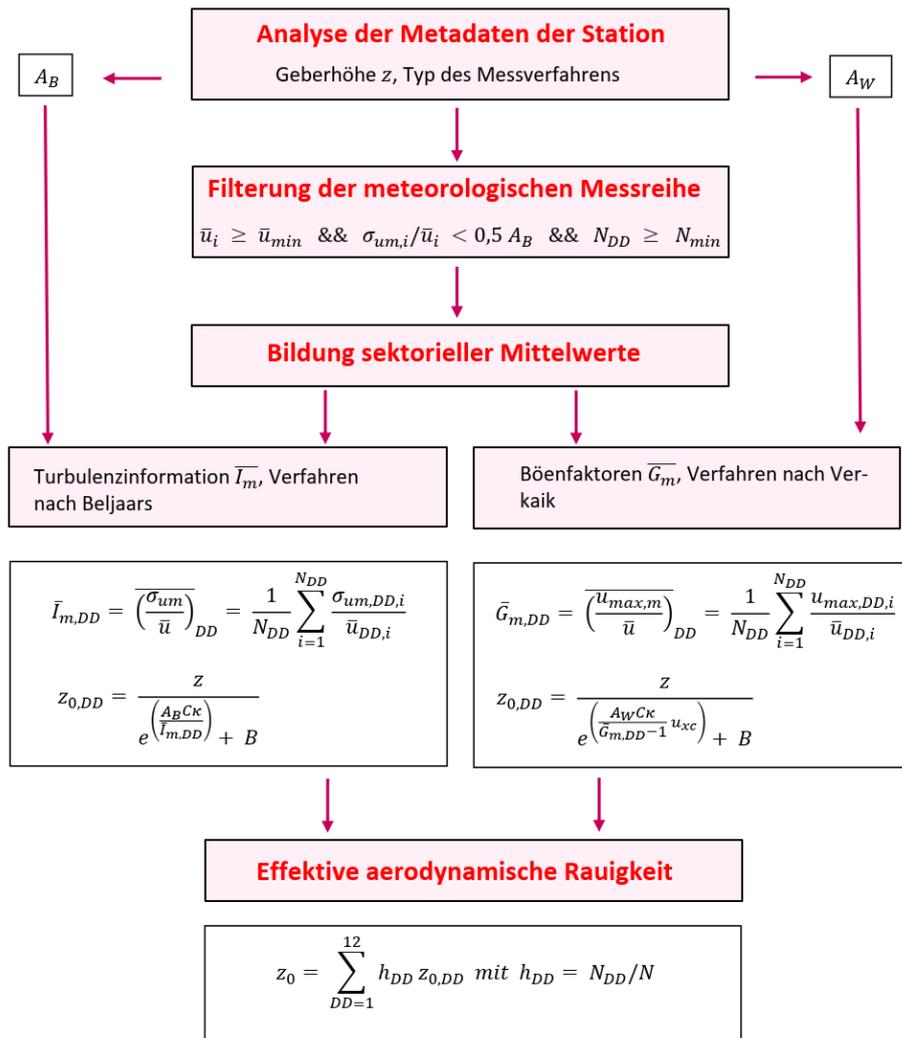


Abbildung 31: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit

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 $A_{V'}$ 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 ms^{-1} auf 4 ms^{-1} , bis die Bedingung erfüllt ist. Eine Untergrenze des Schwellwertes von 3 ms^{-1} , wie sie im DWD-Merkblatt Erwähnung findet, wird hier nicht zur Anwendung gebracht, um die Forderung nach neutraler Schichtung möglichst konsequent durchzusetzen. Kann man darüber die Mindestzahl von 6 Messungen pro Windrichtungssektor nicht erreichen, erweitert man die zeitliche Basis symmetrisch über den anfänglich untersuchten Zeitraum hinaus und wiederholt die Prozedur.

Anhand der vorgefundenen Messtechnik entscheidet man, ob die gemessene Turbulenzinformation \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 $\bar{I}_{m,DD}$ für die Turbulenzinformation oder $\bar{G}_{m,DD}$ 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 Emden und den Zeitraum vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 bestimmt werden. Das bevorzugte, oben beschriebene Verfahren, die Rauigkeit aus den Winddaten selbst zu berechnen, war in diesem Fall nicht anwendbar, weil die dazu benötigten Turbulenzdaten von dieser Station nicht bereitgestellt werden. Die Rauigkeit wurde deshalb herkömmlich über die Landnutzung bestimmt.

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

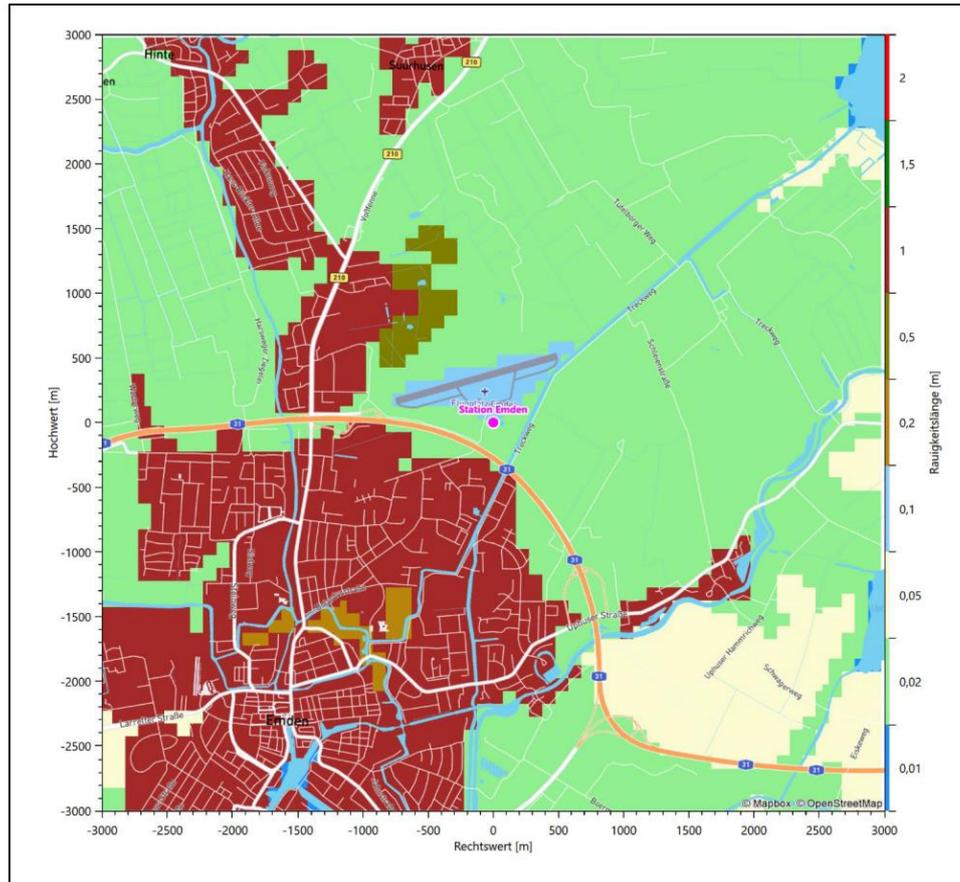


Abbildung 32: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der Station nach CORINE-Datenbank

Die aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge wurde über ein Gebiet mit Radius von 3 km um die Station ermittelt, wobei für jede Anströmrichtung die Rauigkeit im zugehörigen Sektor mit der relativen Häufigkeit der Anströmung aus diesem Sektor gewichtet wurde. Für die Station Emden ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 einen Wert von etwa 0,078 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 Emden) 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 Emden wurde nach dem im Abschnitt 7.1.2 beschriebenen Verfahren berechnet. Für Emden ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 einen Wert von 0,078 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 Emden

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	4,7	6,0	8,3	10,6	13,8	19,8	26,8	32,3	37,0

7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Emden für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bedeckung wurde eine Ausbreitungsklassenzeitreihe gemäß den Vorgaben der TA Luft in Anhang 3 Ziffer 8 [9] erstellt. Die gemessenen meteorologischen Daten werden als Stundenmittel angegeben, wobei die Windgeschwindigkeit vektoriell gemittelt wird. Die Verfügbarkeit der Daten soll nach TA Luft mindestens 90 % der Jahresstunden betragen. Im vorliegenden Fall wurde eine Verfügbarkeit von 96 % bezogen auf das repräsentative Jahr vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 10 wurden im Dateikopf hinterlegt.

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Übertragbarkeit der meteorologischen Daten von den Messstationen wurde für einen Aufpunkt etwa 1,6 km westlich des Standortes (Rechtswert: 32388750, Hochwert: 5926250) 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.

Ein weiteres Phänomen für die betrachtete Region stellen Land-See-Windssysteme dar. Dies sind tagesperiodische Winde, die aufgrund der unterschiedlichen Abkühlung und Erwärmung von Land und See thermisch induziert werden. Eine typische Ausdehnung solcher Systeme sind etwa 50 km. Für das betrachtete Untersuchungsgebiet würden sie sich quer zur großräumigen Küstenlinie einstellen, also in Ost-West-Richtung. Aufgrund der geringen Entfernung (verglichen mit der Skala von 50 km) von Untersuchungsgebiet bzw. Bezugswindstation zur Küste kann davon ausgegangen werden, dass Land-See-Windssysteme sowohl im Untersuchungsgebiet als auch an der Bezugswindstation gleichermaßen wirken. Bei einer Übertragung der meteorologischen Daten wird das Phänomen also berücksichtigt und muss nicht gesondert behandelt werden.

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 Georgsheil wurde überprüft, ob sich die meteorologischen Daten einer oder mehrerer Messstationen des Deutschen Wetterdienstes zum Zweck einer Ausbreitungsberechnung nach Anhang 3 der TA Luft übertragen lassen.

Als Ersatzanemometerposition empfiehlt sich dabei ein Punkt mit den UTM-Koordinaten 32388750, 5926250.

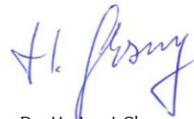
Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Emden die beste Eignung zur Übertragung auf die Ersatzanemometerposition. Die Daten dieser Station sind für eine Ausbreitungsrechnung am betrachteten Standort verwendbar.

Als repräsentatives Jahr für diese Station wurde aus einem Gesamtzeitraum vom 01.01.2007 bis zum 01.01.2016 das Jahr vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 ermittelt.

Frankenberg, am 10. Februar 2022



Dipl.-Phys. Thomas Köhler
- erstellt -



Dr. Hartmut Sbosny
- freigegeben -

10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung

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

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 20	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Dokument
5	Allgemeine Angaben			
	Art der Anlage		<input checked="" type="checkbox"/>	1 / 5
	Lage der Anlage mit kartografischer Darstellung		<input checked="" type="checkbox"/>	2.1 / 6
	Höhe der Quelle(n) über Grund und NHN		<input checked="" type="checkbox"/>	1 / 5
	Angaben über Windmessstandorte verschiedener Messnetzbetreiber und über Windmessungen im Anlagenbereich		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 15
	Besonderheiten der geplanten Vorgehensweise bei der Ausbreitungsrechnung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Angaben zu Bezugswindstationen			
	Auswahl der Bezugswindstationen dokumentiert (Entfernungsangabe, gegebenenfalls Wegfall nicht geeigneter Stationen)		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 15
	Für alle Stationen Höhe über NHN		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 17
	Für alle Stationen Koordinaten		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 17
	Für alle Stationen Windgeberhöhe		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 17
	Für alle Stationen Messzeitraum und Datenverfügbarkeit		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 17
	Für alle Stationen Messzeitraum zusammenhängend mindestens 5 Jahre lang		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 17
	Für alle Stationen Beginn des Messzeitraums bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 17
	Für alle Stationen Rauigkeitslänge		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 23
	Für alle Stationen Angaben zur Qualitätssicherung vorhanden		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 15...18
	Lokale Besonderheiten einzelner Stationen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 15...18
6	Prüfung der Übertragbarkeit			
6.2.1	Zielbereich bestimmt und Auswahl begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3.3 / 12
6.2.2	Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 18...23
6.2.2	Erwartungswerte für Windgeschwindigkeitsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 18...23
6.2.3.2	Messwerte der meteorologischen Datenbasis auf einheitliche Rauigkeitslänge und Höhe über Grund umgerechnet		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 18...23
6.2.3.1	Abweichung zwischen erwartetem Richtungsmaximum und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit 30° verglichen		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 23

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 20	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Dokument
6.2.3.2	Abweichung zwischen Erwartungswert des vieljährigen Jahresmittelwerts der Windgeschwindigkeit und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit 1,0 m·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 / 41
	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 / 41
	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 / 37
7.1	Erstellung des Zieldatensatzes			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		<input checked="" type="checkbox"/>	7.1 / 49
	Bei Verwendung von Stabilitätsinformationen, die nicht an der Bezugswindstation gewonnen wurden: Herkunft der Stabilitätsinformationen dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Sonstiges			
7.2	Bei Besonderheiten im Untersuchungsgebiet: Hinweise für die Ausbreitungsrechnung und Angaben, unter welchen Voraussetzungen die Verwendung der bereitgestellten meteorologischen Daten zu sachgerechten Ergebnissen im Sinne des Anhangs zur Ausbreitungsrechnung der TA Luft führt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8 / 55

11 Schrifttum

- [1] Statistisches Bundesamt, *Daten zur Bodenbedeckung für die Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [2] VDI 3783 Blatt 16 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [3] D. Öttl, „Documentation of the prognostic mesoscale model GRAMM (Graz Mesoscale Model) Vs. 17.1,“ Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, 2017.
- [4] VDI 3783 Blatt 21 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [5] Deutscher Wetterdienst, „Climate Data Center, CDC-Newsletter 6,“ Offenbach, 2017.
- [6] VDI 3783 Blatt 8 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle (Entwurf)*, Berlin: Beuth-Verlag, vom April 2017; in aktueller Fassung.
- [7] VDI 3783 Blatt 20 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [8] M. Koßmann und J. Namyslo, „Merkblatt Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen,“ Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 2019.
- [9] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, *Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz*, vom 24. Juli 2002 (GMBI. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511); in aktueller Fassung.
- [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] 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.
- [15] Deutscher Wetterdienst, „Handbuch Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse,“ Offenbach, 2014.
- [16] Deutscher Wetterdienst, „TRY - Die neuen Testreferenzjahre für Deutschland,“ 2017. [Online]. Available: http://www.dwd.de/DE/leistungen/testreferenzjahre/try_zu-bbsr.html. [Zugriff am 31. Januar 2017].
- [17] VDI 3783 Blatt 10 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude und Hindernisumströmung*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2010; in aktueller Fassung.
- [18] VDI 3783 Blatt 13 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom Januar 2010; in aktueller Fassung.

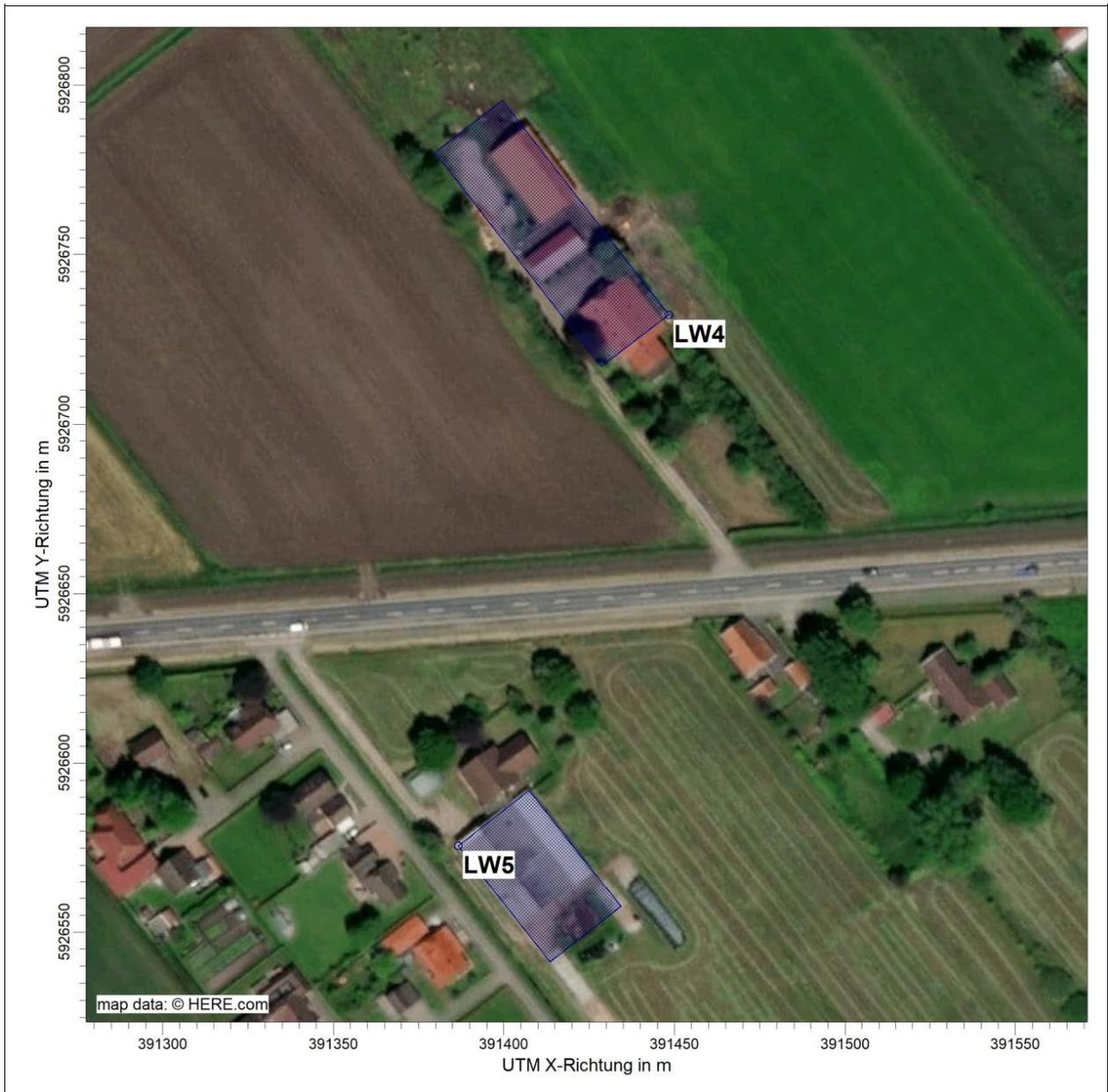
C Bestimmung der Rauigkeitslänge

Quelle	Freisetzungshöhe [m]	Radius [m]	Flächenanteil [m ²]						mittleres z ₀ [m]	z ₀ [m]
			0.1	0.2	0.5	1	1.5	digit. Geb.		
LW 1	1.5	150	42886	7800		18300		1700	0.34	0.20
LW 2_1	3	150	55856	4330		7999		2501	0.20	0.20
LW 3_1	3	150	52302	6584		6970	2800	2030	0.25	0.20
LW 4	3	150	62912	2930		2840		2003.687	0.14	0.10
LW 5	3	150	41062	3670		24797		1157.162	0.42	0.50
mittlere Rauigkeitslänge										0.20

D Grafische Emissionskataster







E Dokumentation der Immissionsberechnung

Zusammenfassung der Emissionsdaten

Emissionen

Projekt: Kliniken_00_SK1
Quelle: LW1 - LW1

XX	
Emissionszeit [h]:	8466
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	5.141E+4 58.3% xx-1 41.7% xx-2
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	4.352E+8
Quelle: LW2_1 - LW2 Tierhaltung	
XX	
Emissionszeit [h]:	8466
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	8.435E+5 58.3% xx-1 41.7% xx-2
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	7.141E+9
Quelle: LW3_1 - LW3 Tierhaltung	
XX	
Emissionszeit [h]:	8466
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	1.588E+5 58.3% xx-1 41.7% xx-2
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1.344E+9
Quelle: LW4 - LW 4 gesamt	
XX	
Emissionszeit [h]:	8466
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	1.516E+5 58.3% xx-1 41.7% xx-2
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1.284E+9
Quelle: LW5 - LW 5 gesamt	
XX	
Emissionszeit [h]:	8466
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	1.123E+5 58.3% xx-1 41.7% xx-2
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	9.509E+8
Gesamt-Emission [kg oder MGE]:	1.115E+10
Gesamtzeit [h]:	8466



Emissionen

Projekt: Kliniken_00_SK1

Quelle: LW1 - LW1

	XX	
Emissionszeit [h]:	8466	
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	3.427E+4	
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2.901E+8	

Quelle: LW2_1 - LW2 Tierhaltung

	XX	
Emissionszeit [h]:	8466	
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	5.623E+5	
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	4.761E+9	

Quelle: LW3_1 - LW3 Tierhaltung

	XX	
Emissionszeit [h]:	8466	
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	1.058E+5	
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	8.960E+8	

Quelle: LW4 - LW 4 gesamt

	XX	
Emissionszeit [h]:	8466	
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	1.011E+5	
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	8.558E+8	

Quelle: LW5 - LW 5 gesamt

	XX	
Emissionszeit [h]:	8466	
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	7.488E+4	
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	6.339E+8	

Gesamt-Emission [kg oder MGE]: 7.437E+9

Gesamtzeit [h]: 8466

Quellenparameter

Quellen-Parameter

Projekt: Kliniken_00_SK1

Volumen-Quellen

Quelle ID	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Laenge X-Richtung [m]	Laenge Y-Richtung [m]	Laenge Z-Richtung [m]	Drehwinkel [Grad]	Emissionshoehe [m]	Austrittsgeschw. [m/s]	Zeitskala [s]
LW1	389882.84	5926621.22	34.00	50.00	3.00	-85.1	0.00	0.00	0.00
LW2_1	389866.07	5926366.27	61.00	41.00	6.00	318.1	0.00	0.00	0.00
LW3_1	390824.04	5926691.56	58.00	35.00	6.00	304.7	0.00	0.00	0.00
LW4	391448.34	5926732.27	79.86	25.09	6.00	127.6	0.00	0.00	0.00
LW5	391386.58	5926575.67	43.65	26.51	6.00	308.0	0.00	0.00	0.00

Protokolldateien

Rechenlauf Korngrößenklassen 1+2

2022-03-23 16:48:30 AUSTAL gestartet

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

=====
 Modified by Petersen+Kade Software , 2021-08-10
 =====

Arbeitsverzeichnis: D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-10 15:36:12
 Das Programm läuft auf dem Rechner "UPPENKAMPBER3".

```

===== Beginn der Eingabe =====
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> ti "Kliniken_00_SK1"           'Projekt-Titel
> ux 32390256                   'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5926834                    'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.20                       'Rauigkeitslänge
> qs 2                          'Qualitätsstufe
> az Emden_DWD_5839_20090101-20091231.akterm
> xa -1506.00                   'x-Koordinate des Anemometers
> ya -584.00                    'y-Koordinate des Anemometers
> dd 16      32      64        'Zellengröße (m)
> x0 -1568   -1920   -2176     'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 196     120     68        'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -864    -1216   -1536     'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 124     84      52        'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 19      19      19        'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD
> hh 0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "Kliniken_SK1.grid"       'Gelände-Datei
> xq -373.16  -389.93  568.04  1192.34  1130.58
> yq -212.78  -467.73  -142.44  -101.73  -258.33
> hq 0.00     0.00     0.00     0.00     0.00
> aq 34.00    61.00    58.00    79.86    43.65
> bq 50.00    41.00    35.00    25.09    26.51
> cq 3.00     6.00     6.00     6.00     6.00
> wq -85.11   318.12   304.73   127.63   308.05
> dq 0.00     0.00     0.00     0.00     0.00
> vq 0.00     0.00     0.00     0.00     0.00
> tq 0.00     0.00     0.00     0.00     0.00
> lq 0.0000   0.0000   0.0000   0.0000   0.0000
> rq 0.00     0.00     0.00     0.00     0.00
> zq 0.0000   0.0000   0.0000   0.0000   0.0000
> sq 0.00     0.00     0.00     0.00     0.00
> xx-1 8330   136675  25725   24570   18200
> xx-2 5950   97625   18375   17550   13000
> LIBPATH "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/lib"
===== Ende der Eingabe =====
  
```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Anzahl CPUs: 8
 Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.13 (0.12).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.10 (0.10).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.07 (0.05).
 Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

AKTerm "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008/Emden_DWD_5839_20090101-20091231.akterm" mit 8760 Zeilen,
 Format 3
 Es wird die Anemometerhöhe ha=13.8 m verwendet.
 Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 96.2 %.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
 Prüfsumme TALDIA abbd92e1
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
 Prüfsumme AKTerm 81c7c236

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "xx"
 TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 9)
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008/xx-j00z01" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008/xx-j00s01" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008/xx-depz01" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008/xx-deps01" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008/xx-j00z02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008/xx-j00s02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008/xx-depz02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008/xx-deps02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008/xx-j00z03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008/xx-j00s03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008/xx-depz03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK1/erg0008/xx-deps03" ausgeschrieben.
 TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.1.2-WI-x.

=====

Auswertung der Ergebnisse:
 =====

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

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

Maximalwerte, Deposition

=====
 XX DEP : 1.632e+005 g/(m²*d) (+/- 0.1%) bei x= -344 m, y= -472 m (1: 77, 25)
 =====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====
 XX J00 : 4.223e+002 g/m³ (+/- 0.0%) bei x= -344 m, y= -472 m (1: 77, 25)
 =====

2022-03-23 20:49:01 AUSTAL beendet.

Rechenlauf Korngrößenklassen > PM10

2022-03-23 20:50:37 AUSTAL gestartet

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

=====
 Modified by Petersen+Kade Software , 2021-08-10
 =====

Arbeitsverzeichnis: D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-10 15:36:12
 Das Programm läuft auf dem Rechner "UPPENKAMPBER3".

```

===== Beginn der Eingabe =====
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> ti "Kliniken_00_SK1"           'Projekt-Titel
> ux 32390256                   'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5926834                    'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.20                       'Rauigkeitslänge
> qs 2                          'Qualitätsstufe
> az Emden_DWD_5839_20090101-20091231.akterm
> xa -1506.00                   'x-Koordinate des Anemometers
> ya -584.00                    'y-Koordinate des Anemometers
> dd 16      32      64        'Zellengröße (m)
> x0 -1568   -1920   -2176     'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 196    120     68        'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -864   -1216   -1536     'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 124    84      52        'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 19     19     19        'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os "NOSTANDARD;Vd=0.07;Vs=0.06"
> hh 0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "Kliniken_SK2.grid"        'Gelände-Datei
> xq -373.16 -389.93 568.04 1192.34 1130.58
> yq -212.78 -467.73 -142.44 -101.73 -258.33
> hq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> aq 34.00   61.00   58.00   79.86   43.65
> bq 50.00   41.00   35.00   25.09   26.51
> cq 3.00    6.00    6.00    6.00    6.00
> wq -85.11  318.12  304.73  127.63  308.05
> dq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> vq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> tq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> lq 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
> rq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> zq 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
> sq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> xx 9520    156200  29400  28080  20800
> LIBPATH "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/lib"
===== Ende der Eingabe =====

```

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

Anzahl CPUs: 8

Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.13 (0.12).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.10 (0.10).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.07 (0.05).
 Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

AKTerm "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008/Emden_DWD_5839_20090101-20091231.akterm" mit 8760 Zeilen, Format 3

Es wird die Anemometerhöhe ha=13.8 m verwendet.
 Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 96.2 %.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
 Prüfsumme TALDIA abbd92e1
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
 Prüfsumme AKTerm 81c7c236

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "xx"
 TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 9)
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008/xx-j00z01" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008/xx-j00s01" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008/xx-depz01" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008/xx-deps01" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008/xx-j00z02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008/xx-j00s02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008/xx-depz02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008/xx-deps02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008/xx-j00z03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008/xx-j00s03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008/xx-depz03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "D:/ef/Kliniken_Aurich/Kliniken_SK2/erg0008/xx-deps03" ausgeschrieben.
 TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.1.2-WI-x.

=====

Auswertung der Ergebnisse:
 =====

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

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

Maximalwerte, Deposition

=====

XX DEP : 1.392e+006 g/(m²*d) (+/- 0.0%) bei x= -344 m, y= -472 m (1: 77, 25)

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

XX J00 : 2.179e+002 g/m³ (+/- 0.0%) bei x= -344 m, y= -472 m (1: 77, 25)

=====

2022-03-24 00:22:24 AUSTAL beendet.

Summenbildung

Die folgenden Dateien wurden in "D:\ef\Kliniken_Aurich\Kliniken_SK1\SK_ges-j00z01.dmna" kombiniert mit einem Faktor:

"D:\ef\Kliniken_Aurich\Kliniken_SK1\xx-j00z01.dmna" mit Wert 1

"D:\ef\Kliniken_Aurich\Kliniken_SK2\xx-j00z01.dmna" mit Wert 1

Die folgenden Dateien wurden in "D:\ef\Kliniken_Aurich\Kliniken_SK1\SK_ges-j00z02.dmna" kombiniert mit einem Faktor:

"D:\ef\Kliniken_Aurich\Kliniken_SK1\xx-j00z02.dmna" mit Wert 1

"D:\ef\Kliniken_Aurich\Kliniken_SK2\xx-j00z02.dmna" mit Wert 1

Die folgenden Dateien wurden in "D:\ef\Kliniken_Aurich\Kliniken_SK1\SK_ges-j00z03.dmna" kombiniert mit einem Faktor:

"D:\ef\Kliniken_Aurich\Kliniken_SK1\xx-j00z03.dmna" mit Wert 1

"D:\ef\Kliniken_Aurich\Kliniken_SK2\xx-j00z03.dmna" mit Wert 1

F Prüfliste

Prüfliste für die Immissionsprognose (luftv. Stoffe, VDI 3783-13)	
Titel: Immissionsprognose Bioaerosole im Rahmen der Neubauplanung eines Zentralklinikums (ZKG) in Georgsheil Projektleiter: Doris Einfeldt	Projektnummer: I16082821_BA
Prüfliste ausgefüllt von: Hendrik Riesewick	Prüfliste Datum: 14.04.2022

Abschnitt VDI 3783 Blatt 13	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Gutachten
4,1	Aufgabenstellung			
4.1.1	Allgemeine Angaben aufgeführt	nein	ja	ZF, Kap. 2
	Vorhabensbeschreibung dargelegt	nein	ja	ZF, Kap. 2, Kap. 4
	Ziel der Immissionsprognose erläutert	nein	ja	ZF, Kap. 2
	Verwendete Programme und Versionen aufgeführt	nein	ja	Kap. 1
4.1.2	Beurteilungsgrundlagen dargestellt	nein	ja	Kap. 3
4,2	Örtliche Verhältnisse			
	Ortsbesichtigung dokumentiert	nein	ja	Kap. 1
4.2.1	Umgebungskarte vorhanden	nein	ja	Kap. 4
	Geländestruktur (Orografie) beschrieben	nein	ja	Kap. 6, Anh.
4.2.2	Nutzungsstruktur beschrieben (mit eventuellen Besonderheiten)	nein	ja	Kap. 4
	Maßgebliche Immissionsorte identifiziert nach Schutzgütern (z. B. Mensch, Vegetation, Boden)	nein	ja	Kap. 4
4,3	Anlagenbeschreibung			
	Anlage beschrieben	nein	ja	Kap. 4
	Emissionsquellenplan enthalten	nein	ja	Anh.
4,4	Schornsteinhöhenberechnung			
4.4.1	Bei der Errichtung neuer Schornsteine, bei Veränderung bestehender Schornsteine, bei Zusammenfassung der Emissionen benachbarter Schornsteine: Schornsteinhöhenbestimmung gemäß TA Luft dokumentiert, einschließlich Emissionsbestimmung für das Nomogramm	ja	nein	
	Bei ausgeführter Schornsteinhöhenbestimmung: umliegende Bebauung, Bewuchs und Geländeunebenheiten berücksichtigt	ja	nein	
4.4.3	Bei Gerüchen: Schornsteinhöhe über Ausbreitungsberechnung bestimmt	ja	nein	
4,5	Quellen und Emissionen			
4.5.1	Quellstruktur (Punkt-, Linien-, Flächen, Volumenquellen) beschrieben	nein	ja	Kap. 5
	Koordinaten, Ausdehnung und Ausrichtung und Höhe (Unterkante) der Quellen tabellarisch aufgeführt	nein	ja	Kap. 5, Anh.
4.5.2	Bei Zusammenfassung von Quellen zu Ersatzquelle: Eignung des Ansatzes begründet	nein	ja	Kap. 5
4.5.3	Emissionen beschrieben	nein	ja	Kap. 5
	Emissionsparameter hinsichtlich ihrer Eignung bewertet	nein	ja	Kap. 5
	Emissionsparameter tabellarisch aufgeführt	nein	ja	Kap. 5, Anh.
4.5.3.1	Bei Ansatz zeitlich veränderlicher Emissionen: zeitliche Charakteristik der Emissionsparameter dargelegt	ja	nein	
	Bei Ansatz windinduzierter Quellen: Ansatz begründet	ja	nein	

Abschnitt VDI 3783 Blatt 13	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Gutachten
4.5.3.2	Bei Ansatz einer Abluffahnenenerhöhung: Voraussetzungen für die Berücksichtigung einer Überhöhung geprüft (Quellhöhe, Abluftgeschwindigkeit, Umgebung, usw.)	ja	nein	
4.5.3.3	Bei Berücksichtigung von Stäuben: Verteilung der Korngrößenklassen angegeben	nein	ja	Kap. 5
4.5.3.4	Bei Berücksichtigung von Stickstoffoxiden: Aufteilung in Stickstoffmonoxid- und Stickstoffdioxid-Emissionen erfolgt	ja	nein	
	Bei Vorgabe von Stickstoffmonoxid: Konversion zu Stickstoffdioxid berücksichtigt	ja	nein	
4.5.4	Zusammenfassende Tabelle aller Emissionen vorhanden	nein	ja	Kap. 5, Anh.
4.6	Deposition			
	Dargelegt, ob Depositionsberechnung erforderlich	nein	ja	Kap. 6
	Bei erforderlicher Depositionsberechnung: rechtliche Grundlagen (z. B. TA Luft) aufgeführt	nein	ja	Kap. 6
	Bei Betrachtung von Deposition: Depositionsgeschwindigkeiten dokumentiert	nein	ja	Kap. 6
4.7	Meteorologische Daten			
	Meteorologische Datenbasis beschrieben	nein	ja	Kap. 6, Anh.
	Bei Verwendung übertragener Daten: Stationsname, Höhe über Normalhöhennull (NHN), Anemometerhöhe, Koordinaten und Höhe der verwendeten Anemometerposition über Grund, Messzeitraum angegeben	nein	ja	Kap. 6, Anh.
	Bei Messungen am Standort: Koordinaten und Höhe über Grund, Gerätetyp, Messzeitraum, Datenerfassung und Auswertung beschrieben	ja	nein	
	Bei Messungen am Standort: Karte und Fotos des Standortes vorgelegt	ja	nein	
	Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen (Windrose) grafisch dargestellt	nein	ja	Anh.
	Bei Ausbreitungsklassenstatistik (AKS): Jahresmittel der Windgeschwindigkeit und Häufigkeitsverteilung bezogen auf TA-Luft-Stufen und Anteil der Stunden mit < 1,0 m/s angegeben	ja	nein	
4.7.1	Räumliche Repräsentanz der Messungen für Rechengebiet begründet	ja	nein	
	Bei Übertragungsprüfung: Verfahren angegeben und gegebenenfalls beschrieben	nein	ja	Kap. 6, Anh.
4.7.2	Bei AKS: zeitliche Repräsentanz begründet	ja	nein	
	Bei Jahreszeitreihe: Auswahl des Jahres der Zeitreihe begründet	nein	ja	Kap. 6, Anh.
4.7.3	Einflüsse von lokalen Windsystemen (Berg-/Tal-, Land-/Seewinde, Kaltluftabflüsse) diskutiert	nein	ja	Kap. 6
	Bei Vorhandensein wesentlicher Einflüsse von lokalen Windsystemen: Einflüsse berücksichtigt	ja	nein	
4.8	Rechengebiet			
4.8.1	Bei Schornsteinen: TA-Luft-Rechengebiet: Radius mindestens 50 x größte Schornsteinhöhe	nein	ja	Kap. 6

Abschnitt VDI 3783 Blatt 13	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Gutachten
	Bei Gerüchen: Größe an relevante Nutzung (Wohn-Misch-Gewerbegebiet, Außenbereich) angepasst	ja	nein	
	Bei Schornsteinen: Horizontale Maschenweite des Rechengebietes nicht größer als Schornsteinbauhöhe (gemäß TA Luft)	nein	ja	Kap. 6
4.8.2	Bei Rauigkeitslänge aus CORINE-Kataster: Eignung des Wertes geprüft	nein	ja	Kap. 6, Anh.
	Bei Rauigkeitslänge aus eigener Festlegung: Eignung begründet	nein	ja	Kap. 6, Anh.
4.9	Komplexes Gelände			
4.9.2	Prüfung auf vorhandene oder geplante Bebauung im Abstand von der Quelle kleiner als das Sechsfache der Gebäudehöhe, daraus die Notwendigkeit zur Berücksichtigung von Gebäudeinflüssen abgeleitet	nein	ja	Kap. 6
	Bei Berücksichtigung von Bebauung: Vorgehensweise detailliert dokumentiert	nein	ja	Kap. 6
	Bei Verwendung eines Windfeldmodells: Lage der Rechengitter und aufgerasterte Gebäudegrundflächen dargestellt	ja	nein	
4.9.3	Bei nicht ebenem Gelände: Geländesteigung und Höhendifferenzen zum Emissionsort geprüft und dokumentiert	nein	ja	Kap. 6
	Aus Geländesteigung und Höhendifferenzen Notwendigkeit zur Berücksichtigung von Geländeunebenheiten abgeleitet	nein	ja	Kap. 6
	Bei Berücksichtigung von Geländeunebenheiten: Vorgehensweise detailliert beschrieben	nein	ja	Kap. 6
4.10	Statistische Sicherheit			
	Statistische Unsicherheit der ausgewiesenen Immissionskengrößen angegeben	nein	ja	Anh.
4.11	Ergebnisdarstellung			
4.11.1	Ergebnisse kartografisch dargestellt, Maßstabsbalken, Legende, Nordrichtung gekennzeichnet	nein	ja	Kap. 7
	Beurteilungsrelevante Immissionen im Kartenausschnitt enthalten	nein	ja	Kap. 7
	Geeignete Skalierung der Ergebnisdarstellung vorhanden	nein	ja	Kap. 7
4.11.2	Bei entsprechender Aufgabenstellung: Tabellarische Ergebnisangabe für die relevanten Immissionsorte aufgeführt	ja	nein	
4.11.3	Ergebnisse der Berechnungen verbal beschrieben	nein	ja	ZF, Kap. 7
4.11.4	Protokolle der Rechenläufe beigelegt	nein	ja	Anh.
4.11.5	Verwendete Messberichte, technische Regeln, Verordnungen und Literatur sowie Fremdgutachten, Eingangsdaten, Zitate von weiteren Unterlagen vollständig angegeben	nein	ja	Kap. 1

Ahaus, 14.04.2022

Henriks Riesewick