



**Modern Testing Services
(Germany) GmbH**

Provinstraße 52
D-86153 Augsburg

Telefon 0821/56 97 96 0
Telefax 0821/56 97 96 90

Immissionsprognose

zur Ermittlung der Geruchsbelastung für eine geplante Wohnbebauung in Wald

Datum: 23.08.2022

Berichtsnummer: K1208-22281

Bauherr: Gemeinde Wald
Nesselwanger Str. 4
87616 Wald

Standort: Baugebiet Osteranger Süd
Flur Nr. 23/3, 24/14, 24/16, 27
Gemarkung Wald

Auftraggeber: Ingenieurbüro Kottermair
Gewerbepark 4
85250 Altomünster

Bestellnummer: E-Mail durch Herrn Kottermair

Auftragsdatum: 13.06.2022

Umfang: 23 Seiten Bericht
mit 3 Anhängen von insg. 62 Seiten

Sachverständiger: Detlev Bogs
Modern Testing Services (Germany) GmbH
Provinstr. 52
86153 Augsburg
d.bogs@mts-germany.eu

Modern Testing Services
(Germany) GmbH

Sitz der Gesellschaft Augsburg
HRB Augsburg 14349
UST-IdNr. DE153746084

Geschäftsführer Dr. Dieter Sediak

INHALTSVERZEICHNIS

1	FORMULIERUNG DER AUFGABENSTELLUNG	3
2	LITERATUR UND BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN	3
2.1	DARSTELLUNG DER BEURTEILUNGSGRUNDLAGE	3
2.2	VORSCHRIFTEN UND RICHTLINIEN	6
2.3	VERWENDETE DATEN UND UNTERLAGEN	6
3	ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE, GELÄNDE- UND ANLAGENBESCHREIBUNG	6
3.1	DARSTELLUNG DER ÖRTLICHEN VERHÄLTNISSE	6
3.2	BESCHREIBUNG DER GERUCHSRELEVANTEN ANLAGEN	8
4	AUSBREITUNGSRECHNUNG	11
4.1	HERANGEHENSWEISE	11
4.2	BESCHREIBUNG DER EMISSIONSQUELLEN	11
4.3	BEURTEILUNGSGEBIET UND RECHENGBIET	15
4.4	BODENRAUIGKEIT	16
4.5	STATISTISCHE SICHERHEIT	16
4.6	METEOROLOGIE UND ANEMOMETERSTANDORT	16
4.7	BERÜCKSICHTIGUNG VON GELÄNDE UND BEBAUUNG	18
4.8	BESCHREIBUNG DES MODELLS AUSTAL	19
5	IMMISSIONEN	20
6	ZUSAMMENFASSUNG	23
7	ANHANG	23

1 Formulierung der Aufgabenstellung

In der Gemeinde Wald soll am südlichen Ortsrand ein Wohngebiet nach Bebauungsplan „Osteranger Süd“ entstehen. Das geplante Gebiet liegt im Einwirkungsbereich mehrerer landwirtschaftlicher Tierhaltungsbetriebe. Daher soll eine Beurteilung der Immissionssituation für Geruch durchgeführt werden. In einer Ausbreitungsrechnung wird dazu die Geruchsbelastung durch die umliegenden geruchsrelevanten Anlagen im Beurteilungsgebiet berechnet. Die Ausbreitungsrechnung erfolgt mit dem Programm Austal in der Version 3 gemäß Anhang 2 der TA Luft 2021.

Durch Herrn Andreas Kottermair von Ingenieurbüro Kottermair wurde die Immissionsprognose per E-Mail am 13.06.2022 beauftragt.

2 Literatur und Beurteilungsgrundlagen

2.1 Darstellung der Beurteilungsgrundlage

Als Beurteilungsgrundlage die TA Luft herangezogen werden. Danach gilt:

4.3.2 Schutz vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsmissionen

Für Anlagen, von denen erfahrungsgemäß relevante Geruchsemissionen ausgehen können, ist eine Prüfung durchzuführen, ob der Schutz vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsmissionen gewährleistet ist. Die Richtlinie VDI 3886 Blatt 1 (Ausgabe September 2019) dient als Erkenntnisquelle.

Bei der Prüfung, ob der Schutz vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsmissionen sichergestellt ist, ist Anhang 7 heranzuziehen. Insbesondere ist die im Rahmen der Prüfung erforderliche Ermittlung der Immissionskenngrößen nach Anhang 7 vorzunehmen.

Zur Beurteilung der Erheblichkeit der Geruchsmission werden in diesem Anhang in Abhängigkeit von verschiedenen Nutzungsgebieten Immissionswerte als regelmäßiger Maßstab für die höchstzulässige Geruchsmission festgelegt. [...]

Anhang 7 Nr. 3.1 Immissionswerte

[Eine Geruchsmission] ist in der Regel als erhebliche Belästigung zu werten, wenn die Gesamtbelastung [...] die in Tabelle 22 angegebenen Immissionswerte überschreitet. Bei den Immissionswerten handelt es sich um relative Häufigkeiten der Geruchsstunden bezogen auf ein Jahr.

Tabelle 22: Immissionswerte für verschiedene Nutzungsgebiete

Wohn-/Mischgebiete, Kerngebiete mit Wohnen, urbane Gebiete	Gewerbe-/ Industriegebiete, Kerngebiete ohne Wohnen	Dorfgebiete
0,10	0,15	0,15

[...] Der Immissionswert der Spalte „Dorfgebiete“ gilt nur für Geruchsmissionen verursacht durch Tierhaltungsanlagen in Verbindung mit der belästigungsrelevanten Kenngröße der Gesamtbelastung (s. Nummer 4.6 dieses Anhangs). Er kann im Einzelfall auch auf Siedlungsbereiche angewendet werden, die durch die unmittelbare Nachbarschaft einer vorhandenen Tierhaltungsanlage historisch geprägt, aber nicht als Dorfgebiete ausgewiesen sind. [...]

3.3 Erheblichkeit der Immissionsbeiträge

Die Genehmigung für eine Anlage soll auch bei Überschreitung der Immissionswerte der dieses Anhangs auf einer Beurteilungsfläche nicht wegen der Geruchsmissionen versagt werden, wenn der von dem zu beurteilenden Vorhaben zu erwartende Immissionsbeitrag (Kenngröße der Zusatzbelastung nach Nummer 4.5 dieses Anhangs) auf keiner Beurteilungsfläche, auf der sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten (vgl. Nummer 3.1 dieses Anhangs), den Wert 0,02 überschreitet. Bei Einhaltung dieses Wertes ist davon auszugehen, dass das Vorhaben die belästigende Wirkung der Vorbelastung nicht relevant erhöht (Irrelevanzkriterium). [...]

4.6 Auswertung

Im Beurteilungsgebiet ist für jede Beurteilungsfläche die Kenngröße für die Vorbelastung aus den Ergebnissen der Rastermessung oder der Ausbreitungsrechnung zu bestimmen. Bei der Bestimmung der Zusatzbelastung und der Gesamtbelastung ist entsprechend Nr. 4.5 dieses Anhangs zu verfahren.

Werden sowohl die Vorbelastung als auch die zu erwartende Zusatzbelastung über Ausbreitungsrechnung ermittelt, so ist die Gesamtbelastung i. d. R. in einem Rechengang zu bestimmen. [...]

Im Falle der Beurteilung von Geruchsmissionen, verursacht durch Tierhaltungsanlagen, ist eine belästigungsrelevante Kenngröße der Gesamtbelastung zu berechnen und diese anschließend mit den Immissionswerten nach Tabelle 22 zu vergleichen. Nummer 5 dieses Anhangs bleibt unberührt

Für die Berechnung der belästigungsrelevanten Kenngröße IG_b wird die Gesamtbelastung IG mit dem Faktor f_{gesamt} multipliziert:

$$IG_b = IG * f_{gesamt}. \quad (2)$$

Der Faktor f_{gesamt} ist nach der Formel

$$f_{gesamt} = (1 / (H_1 + H_2 + \dots + H_n)) * (H_1 * f_1 + H_2 * f_2 + \dots + H_n * f_n) \quad (3)$$

zu berechnen. [...]

Die Gewichtungsfaktoren für die einzelnen Tierarten sind Tabelle 24 zu entnehmen. Von den Gewichtungsfaktoren in Tabelle 24 kann abgewichen werden, wenn wissenschaftliche Untersuchungen eine abweichende Belästigungsreaktion der Betroffenen belegen.

Tabelle 24: Gewichtungsfaktoren f für die einzelnen Tierarten

Tierartsspezifische Geruchsqualität	Gewichtungsfaktor f
<i>Mastgeflügel (Puten, Masthähnchen)</i>	1,5
<i>Mastschweine (bis zu einer Tierplatzzahl von 500 in qualitätsge- sicherten Haltungsverfahren mit Auslauf und Einstreu, die nachweislich dem Tierwohl dienen)</i>	0,65
<i>Mastschweine, Sauen (bis zu einer Tierplatzzahl von 5.000 Mastschweinen bzw. unter Berücksichtigung der jeweiligen Umrech- nungsfaktoren für eine entsprechende Anzahl von Zuchtsauen)</i>	0,75
<i>Milchkühe mit Jungtieren, Mastbullen (einschl. Kälbermast, sofern diese zur Geruchsimmis- sionsbelastung nur unwesentlich beiträgt)</i>	0,5
<i>Pferde</i>	0,5
<i>Milch-/Mutterschafe mit Jungtieren (bis zu einer Tierplatzzahl von 1.000 und Heu/Stroh als Einstreu)</i>	0,5
<i>Milchziegen mit Jungtieren (bis zu einer Tierplatzzahl von 750 und Heu/Stroh als Einstreu)</i>	0,5
<i>Sonstige Tierarten</i>	1

Anstelle dem in der TA Luft Tabelle 24 festgelegte tierartsspezifische Gewichtungsfaktor von 0,5 empfiehlt der Bayer. Arbeitskreis „Immissionsschutz in der Landwirtschaft“ weiterhin für Rinder- und Pferdehaltungen sowie den zugehörigen Nebenquellen als tierartsspezifischer Faktor 0,4, der in Bayern bisher verwendet wurde. Mit Aufnahme der tierartsspezifischen Gewichtungsfaktoren in die neuen TA Luft, muss von einer höheren bundeseinheitlichen Verbindlichkeit für die tierartsspezifischen Faktoren ausgegangen werden. Nach TA Luft Anhang 7 Nr. 1 können für immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Rinderhaltungen mit erheblich weniger als der Hälfte der die Mengenschwelle aber auch spezielle länderspezifische Regelungen angewendet werden. Auf die Größe der hier betrachteten Rinderhaltungen trifft das zu. Eine spezielle Regelung ist in Bezug auf die neue TA Luft 2021 in Bayern noch nicht erfolgt.

Konservativ wurde hier als tierartsspezifischer Faktor daher der Faktor 0,5 für die Rinderhaltungen verwendet.

2.2 Vorschriften und Richtlinien

- Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 18. August 2021
- VDI 3782 Blatt 1 „Umweltmeteorologie; Atmosphärische Ausbreitungsmodelle; Gauß'sches Fahnenmodell zur Bestimmung von Immissionskenngrößen“ (Ausgabe Januar 2016)
- VDI 3945 Blatt 3 „Umweltmeteorologie; Atmosphärische Ausbreitungsmodelle; Partikelmodell“ (Ausgabe April 2020)
- VDI 3783 Blatt 13 „Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft“ (Ausgabe Januar 2010)
- VDI 3894 Blatt 1 „Emission und Immission aus Tierhaltungsanlagen Halungsverfahren und Emissionen Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde“ (Ausgabe September 2011)
- GV-Faktoren Tierhaltungsanlagen, MLUK Brandenburg, Stand November 2020
- Leitfaden zur Prüfung und Erstellung von Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft (2002) und der Geruchsimmisions-Richtlinie (2008) mit AUSTAL2000, LANUV-Arbeitsblatt 36, Herausgeber: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen, 2018

2.3 Verwendete Daten und Unterlagen

- Bebauungsplan Osteranger Süd (Skizze), zur Verfügung gestellt per E-Mail durch das Ingenieurbüro Kottermair, Stand der Unterlagen 16.05.2022
- Informationen über die örtlichen Verhältnisse und Tierbestandszahlen wurden festgestellt durch Detlev Bogs beim Vor-Ort-Termin am 13.07.2022 in Abstimmung mit der Bürgermeisterin von Wald, Frau Purschke sowie Angaben einzelner Tierhalter beim Ortstermin

3 Örtliche Verhältnisse, Gelände- und Anlagenbeschreibung

3.1 Darstellung der örtlichen Verhältnisse

Wald ist eine Gemeinde im Landkreis Ostallgäu. Die Gemeinde ist Mitglied der Verwaltungsgemeinschaft Seeg.

Durch den Ort verläuft die Staatsstraße OAL23 von Nesselwang nach Marktoberdorf sowie abzweigend die OAL24 nach Lengenwang.

Landschaftlich gehört das Gelände zum hügeligen Voralpenland. Etwa 1 km westlich verläuft die Wertach in einem tief eingeschnittenen Tal. Das Gelände entwässert jedoch nach Nordosten über den Branntelsbach.

Wald besitzt einen dörflichen Charakter mit vielen Hofstellen, von denen noch mehrere genutzt werden. Am Ortsrand befinden sich auch Wohngebiete mit Eigenheimen sowie Gewerbeflächen.

Die Umgebung wird landwirtschaftlich genutzt, vor allem durch für die im Allgäu typischen Wiesen und Weiden. Östlich des Ortes sind mehrere Weiher. In der weiteren Umgebung befinden sich auch Waldstücke und bewaldete Bachsäume.

Das Baugebiet mit ca. 25.000 m² liegt am südlichen Dorfrand hinter bestehender Bebauung des Osteranger nördlich und der Nesselwanger Straße westlich.

Die Umgebung von Wald und das Baugebiet ist in Abbildung 1 als topographischer Kartenausschnitt dargestellt.

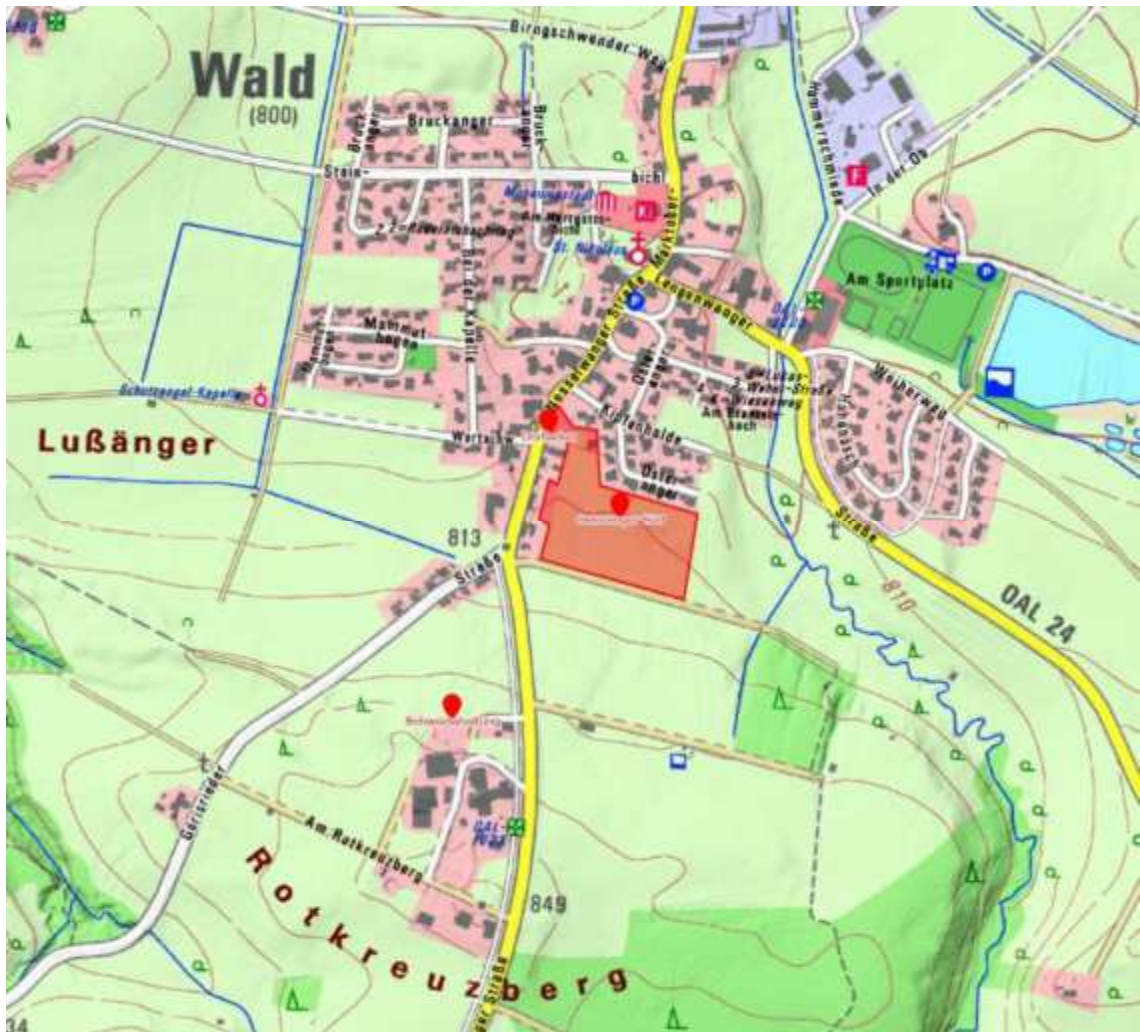


Abbildung 1: Übersichtskarte Wald und der Umgebung mit Standort des Baugebietes (rot), Quelle Planungsstand abtplan büro Kaufbeuren

3.2 Beschreibung der geruchsrelevanten Anlagen

Das Beurteilungsgebiet umfasst in etwa die Ortslage Wald und das südliche Gelände über den Rotkreuzberg hinaus. Das etwaige Beurteilungsgebiet und die geruchsrelevanten Anlagen sind in Abbildung 2 dargestellt. Bei der Ortsbegehung wurden folgende geruchsrelevanten Anlagen innerhalb des Beurteilungsgebietes erfasst:

Nr. 1 – Tierhaltung Nesselwanger Str. 44

Die Tierhaltung befindet sich etwa 250 m südlich des Baugebietes, oberhalb auf der Kuppe des Rotkreuzbergs.

Es werden Rinder (Milchviehhaltung inklusive Nachzucht), Mastschweine sowie Pferde gehalten. Gleichzeitig besteht am Standort ein Landgasthof. Die Tierhaltung ist daher teilweise so gestaltet, dass auch eine Nutzung durch Gäste erfolgt.

Folgender Tierbestand wurde durch den Betreiber genannt:

- Milchviehhaltung aktuell 180 GV (davon 95 Milchkühe), maximal 190 GV bzw. bis zu 105 Milchkühe, restliche Rinder Nachzucht
- 45 Mastschweine (bis 115 kg)
- 12 Pferde

Erweiterungen sind nicht geplant.

Die Kühe stehen ganzjährig in einem Stall mit offenen Seiten und Firstentlüftung. Ein zweiter Stall ist für Jungvieh vorhanden. Kälber sind in einem Raum eines Wirtschaftsgebäudes untergebracht, der zur Seite hin offen ist.

Der Stall für die Kühe steht am Hang. Darunter ist zur Nordseite hin der Schweinestall untergebracht. Dieser Stall wird aktiv über einen Kamin entlüftet.

Weiterhin besteht ein Pferdestall. Im Zeitraum Mai bis Oktober sind die Pferde jedoch auf der Weide, auf verschiedenen umliegenden Flächen.

Die Fütterung der Tiere erfolgt über Hochsilo oder Ballen. Fahrsilos sind nicht vorhanden.

Südlich befindet sich eine offene Güllegrube mit natürlicher Schwimmschicht.

Nr. 2 - Tierhaltungsanlage Osteranger Nr. 4

Die Tierhaltung befindet sich etwa 170 m nördlich des Bebauungsgebietes innerhalb der Ortschaft. Bei der Tierhaltung handelt es sich um eine Rindermast. Durch die Gemeinde wurde eine Tierzahl von 23,2 GV angegeben, was etwa 35 Tieren entspricht. Durch den Betreiber wurde eine Tierzahl von aktuell 30 Tieren bis maximal 2,5 Jahre angegeben. Erweiterungen sind nicht geplant.

Im Zeitraum November bis April sind die Tiere im Stall. Die Entlüftung erfolgt über offene Fenster und Tore. Mai bis Oktober sind die Tiere auf der Weide, teilweise außerhalb des Beurteilungsgebietes. Etwa ein Drittel der Tiere steht dann aber auf der Fläche direkt östlich des Baugebietes. Güllegruben am Standort sind abgedeckt. Es wurde zusätzlich ein Misthaufen angenommen, der durch einen Zusatzbeitrag für den Stall berücksichtigt wurde. Fahrsilos sind nicht vorhanden.

Nr. 3 - Tierhaltungsanlage Nesselwanger Straße 2

Die Tierhaltung befindet sich etwa 250 m nördlich des Bebauungsgebietes innerhalb der Ortschaft. Bei der Tierhaltung handelt es sich um einen Milchviehbetrieb mit Nachzucht.

Durch den Betreiber wurde ein aktueller Bestand von 16 bis 18 Milchkühe sowie 12 bis 15 Tiere in Nachzucht angegeben. Durch die Gemeinde wurde eine Tierzahl von 30,6 GV angegeben, was als maximaler Bestand auf 18 Kühen und Rinder über 2 Jahre sowie auf insgesamt 20 Tiere in Nachzucht (anteilig von Kälber bis Rinder, 1 bis 2-Jahre) aufgeteilt wurde. Der Stall wird über offene Fenster und Türen entlüftet.

Im Sommer befinden sich die Tiere tagsüber im Freien, die Milchkühe auf einer Weide außerhalb des Ortes, die Jungtiere auf einer Weide hinter dem Hof. 5 Färsen befinden sich im Sommer auf der Alp, das sind etwa 50 %.

Zum Hof gehören weiterhin ein offener Laufhof (ca. 25 m²) sowie ein Misthaufen (ca. 15 m²). Eine Güllegrube ist abgedeckt. Fahrsilos sind am Standort nicht vorhanden.

Erweiterungen sind am Standort nicht geplant.

Nr. 4 - Tierhaltungsanlage Langenwanger Straße 6

Die Tierhaltung befindet sich etwa 220 m nördlich des Bebauungsgebietes innerhalb der Ortschaft. Bei der Tierhaltung handelt es sich um einen Milchviehbetrieb mit Nachzucht.

Durch den Betreiber wurde ein Bestand von 20 Milchkühen sowie Nachzucht angegeben. Durch die Gemeinde wurde eine Tierzahl von 28,3 GV angegeben, was entsprechend auf Milchkühe und Nachzuchttiere aufgeteilt wurde.

Es ist ein Milchviehstall vorhanden sowie ein zweiter Stall mit einem offenen Laufhof für Jungvieh. Der Milchviehstall entlüftet über offene Fenster und Tore, der Jungviehstall zusätzlich auch über einen Kamin mit freiem Zug.

Die Tiere befinden sich nur im Winterhalbjahr im Stall (November bis April). Im Sommer befinden sich die Tiere auf der Weide auf Flächen außerhalb des Ortes.

Eine Güllegrube ist abgedeckt. Fahrsilos sind am Standort nicht vorhanden. Weiterhin ist ein Misthaufen vorhanden (ca. 10 m²).

Erweiterungen sind am Standort nicht geplant.

Nr. 5 – Tierhaltungsanlage Am Sportplatz 15

An dieser Hofstelle befindet sich ebenfalls eine Milchviehhaltung. Die Hofstelle befindet sich etwa 450 m nordöstlich, bereits etwas außerhalb der Ortslage von Wald.

Durch die Gemeinde wurde ein Bestand von 29 GV angegeben. Die Tiere werden im Stall sowie auf Weideflächen um den Hof herum gehalten. Ein Misthaufen wurde durch einen Zusatzbeitrag berücksichtigt. Fahrsilos sind nicht vorhanden. Zu Erweiterungsabsichten sind nichts bekannt.

Nr. 6 – Tierhaltungsanlage Untere Dorfstraße 3

Der Standort befindet sich etwa 100 m nordwestlich der Grenze des Baugebietes, Am Standort werden drei Pferde gehalten im Stall und auf einer Weidefläche dahinter.

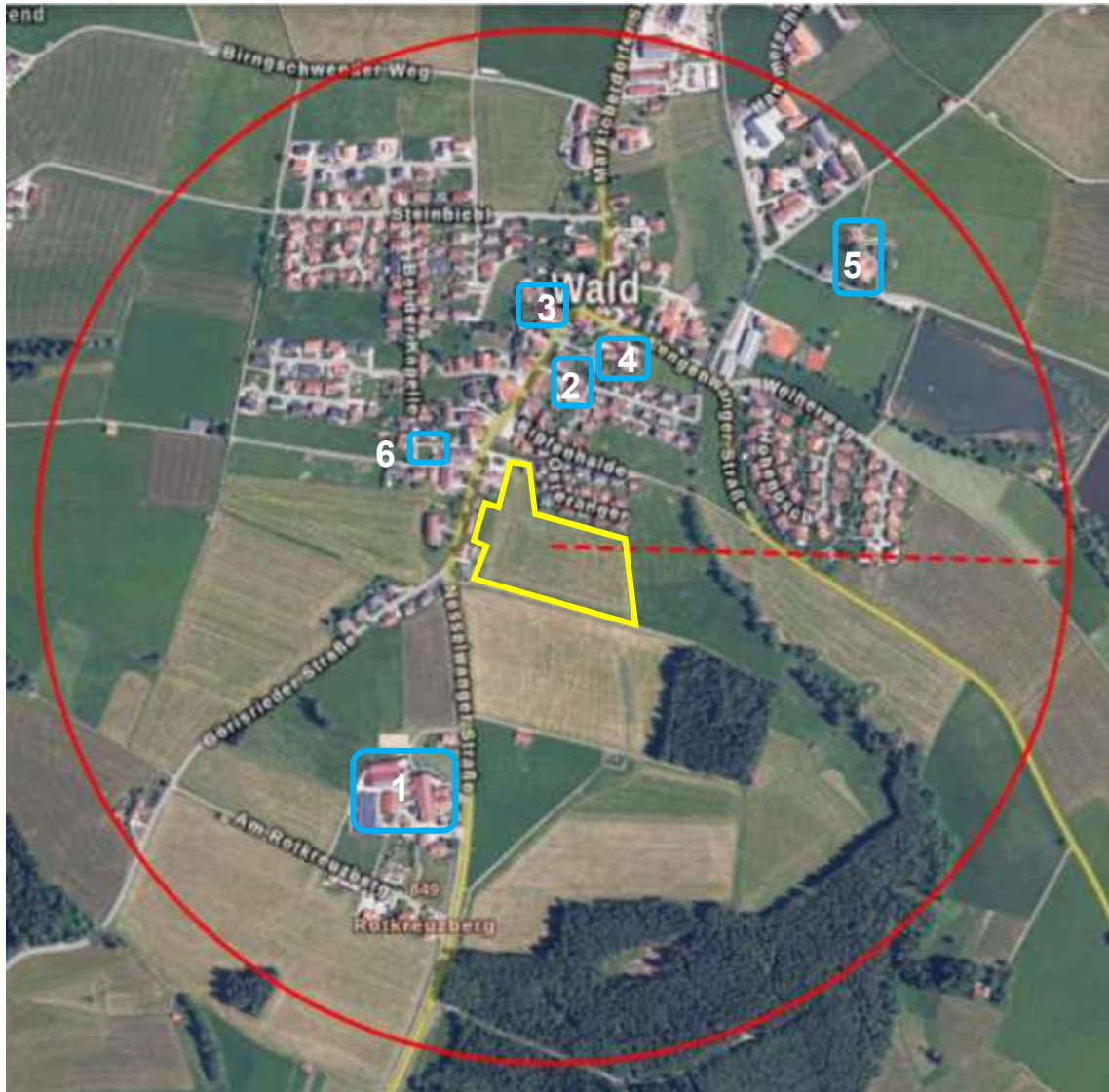


Abbildung 2: Etwaiges Beurteilungsgebiet (roter Kreis) mit Baugebiet Osteranger Süd in gelb sowie Standorte der geruchsrelevanten Tierhaltungsanlagen (blau), Quelle Luftbild: Bayerische Vermessungsverwaltung

4 Ausbreitungsrechnung

4.1 Herangehensweise

Die Ausbreitungsrechnung wurde mit der Software Austal durchgeführt. Die meteorologischen Daten wurden standortspezifisch modelliert. Die Ausbreitungsrechnung erfolgte für verschiedene Immissionsniveaus für ein geschachteltes Netz mit 4 Netzen. Monitorpunkte (Beurteilungspunkte) wurden zusätzlich an den Grenzen und in der Mitte des geplanten Baugebietes positioniert.

4.2 Beschreibung der Emissionsquellen

Allen Geruchsquellen wird ein Geruchsmassenstrom, angegeben in MGE/h zugeordnet. Der Geruchsmassenstrom wird aus bekannten Geruchswerten und den zugehörigen Ableitbedingungen für geführte Quellen bzw. den zugehörigen Flächen bei Flächenquellen bilanziert.

Der Emissionsmassenstrom der Quellen der Tierhaltungsanlagen ergibt sich aus den Emissionsfaktoren aus der VDI 3894 Blatt 1 oder GV-Faktoren Tierhaltungsanlagen (MLUK Brandenburg) sowie den erfassten Tierhaltungszahlen.

Für die Tierhaltung wurden die beim Ortstermin erfassten Bestandszahlen bzw. die Bestandszahlen der Gemeinde verwendet, bei abweichenden Daten der höhere Wert.

Für die Nebenquellen (Misthaufen und Güllegrube) sind in der VDI 3894 Blatt 1 flächenbezogene Emissionsfaktoren angegeben. Die bilanzierte Emission ergibt sich dann entsprechend der Flächengröße. Für offenen Laufhof ist ein Zusatzbeitrag anzusetzen.

Für die Tierhaltungen wurden die Quellen wie folgt angesetzt:

Bei den Stallgebäuden der Rinder- und Pferdehaltung erfolgen die Entlüftung und damit die Emission passiv über First oder über die offenen Seiten, in einem Fall zusätzlich über einen Schornstein mit freiem Zug. Die Stallgebäude wurden daher als Volumenquellen modelliert.

Der Schweinestall wird aktiv abgesaugt, es wurde der Schornstein als Punktquelle für die Emission abgesaugt.

Misthaufen wurden als Flächenquellen modelliert oder als Zusatzbeitrag zur Quelle Stall berücksichtigt.

Weideflächen wurden ebenfalls als Flächenquellen angesetzt. Die Emission der Tiere wurde dabei je auf einer Teilfläche positioniert. Bei der Weide direkt östlich neben dem Baugebiet wurden die Tiere in der Nähe der Tränke und dem bewaldeten Bachufer positioniert, da hier voraussichtlich der hauptsächliche Aufenthalt ist. Bei den Tierhaltungen Nr. 5 und 6 wurden aufgrund der großen Entfernung bzw. der geringen Größe keine Unterscheidung zwischen Stall und angrenzender Weide vorgenommen.

Die einzelnen Emissionsquellen mit Art der Quelle, der berechneten Geruchsemission und den zugehörigen Daten können den folgenden Tabellen 1 und 2 sowie Anhang 1 entnommen werden.

Emissionsquellen						
Nr. 1 Tierhaltung (Milchvieh, Schweinemast, Pferde) - Nesselwanger Straße 44						
Tierhaltung	Anzahl Tiere	GV/Tier	GV	Geruch	Quelle in Austal	Geruchs-emission
				GE/(GV s)		MGE/h
Kühe und Rinder (über 2 Jahre)	105	1,2	126	12	1	5,443
Weibliche Rinder (1 bis 2 Jahre)	72	0,6	43,2	12	2	1,866
Weibliche Rinder (0,5 bis 1 Jahr)	36	0,4	14,4	12		0,622
Kälberaufzucht bis 6 Monate	18	0,19	3,42	12	3	0,148
Aufzuchtkälber bis 3 Monate	18	0,14	2,52	12		0,109
Pferde (über 3 Jahre)	8	1,1	8,8	10	4, 5	0,317
Pferde (bis 3 Jahre)	4	0,7	2,8	10		0,101
Mastschweine (25 bis 110 kg)	45	0,13	5,85	30	6	0,632
	Fläche	Faktor	Geruchs-faktor	Quelle in Austal	Geruchs-emission	
	m ²					GE/(m ² s)
Güllegrube	177	0,3	5	7	0,954	
Nr. 2 (Rindermast) - Osteranger 4						
Tierhaltung	Anzahl Tiere	GV/Tier	GV	Geruch	Quelle in Austal	Geruchs-emission
				GE/(GV s)		MGE/h
Kühe und Rinder (über 2 Jahre)	7	1,2	8,4	12	8, 9	0,363
Männliche Rinder (1 bis 2 Jahre)	14	0,7	9,8	12		0,423
Männliche Rinder (0,5 bis 1 Jahr)	8	0,5	4	12		0,173
Kälberaufzucht bis 6 Monate	3	0,19	0,57	12		0,025
Aufzuchtkälber bis 3 Monate	3	0,14	0,42	12		0,018
	Fläche	Faktor	Geruchs-faktor	Quelle in Austal	Geruchs-emission	
	m ²					GE/(m ² s)
Msthaufen	10		3	8	0,108	
Nr. 3 (Milchvieh) - Nesselwanger Straße 2						
Tierhaltung	Anzahl Tiere	GV/Tier	GV	Geruch	Quelle in Austal	Geruchs-emission
				GE/(GV s)		MGE/h
Kühe und Rinder (über 2 Jahre)	18	1,2	21,6	12	10	0,933
Weibliche Rinder (1 bis 2 Jahre)	10	0,6	6	12	10,11	0,259
Weibliche Rinder (0,5 bis 1 Jahr)	5	0,4	2	12		0,086
Kälberaufzucht bis 6 Monate	5	0,19	0,95	12		0,041
	Fläche	Faktor	Geruchs-faktor	Quelle in Austal	Geruchs-emission	
	m ²					GE/(m ² s)
Laufhof	25	0,10		10	0,039	
Misthaufen	12		3	12	0,130	
Nr. 4 (Milchvieh) - Lengenwanger Straße 6						
Tierhaltung	Anzahl Tiere	GV/Tier	GV	Geruch	Quelle in Austal	Geruchs-emission
				GE/(GV s)		MGE/h
Kühe und Rinder (über 2 Jahre)	19	1,2	22,8	12	13	0,98
Weibliche Rinder (1 bis 2 Jahre)	6	0,6	3,6	12	14	0,16
Weibliche Rinder (0,5 bis 1 Jahr)	3	0,4	1,2	12		0,05
Kälberaufzucht bis 6 Monate	3	0,19	0,57	12		0,02

Emissionsquellen						
Nr. 4 (Milchvieh) - Lengenwanger Straße 6						
	Fläche	Faktor	Geruchs-		Geruchs-	
	m ²		faktor		emission	
			GE/(m ² s)		MGE/h	
Laufhof		0,10		14	0,02	
Misthaufen	6,7		3	15	0,07	
Nr. 5 (Milchvieh) - Am Sportplatz 15						
Tierhaltung	Anzahl Tiere	GV/Tier	GV	Geruch	Quelle	Geruchs-
				GE/(GV s)	in Aустal	emission
						MGE/h
Kühe und Rinder (über 2 Jahre)	19	1,2	22,8	12	16	0,985
Weibliche Rinder (1 bis 2 Jahre)	7	0,6	4,2	12		0,181
Weibliche Rinder (0,5 bis 1 Jahr)	3	0,4	1,2	12		0,052
Kälberaufzucht bis 6 Monate	2	0,19	0,38	12		0,016
Aufzuchtkälber bis 3 Monate	3	0,14	0,42	12		0,018
	Fläche	Faktor	Geruchs-			Geruchs-
	m ²		faktor		emission	
			GE/(m ² s)		MGE/h	
Misthaufen	10		3	16	0,108	
Nr. 6 Tierhaltung (Pferde) - Nesselwanger Straße 22						
Tierhaltung	Anzahl Tiere	GV/Tier	GV	Geruch	Quelle	Geruchs-
				GE/(GV s)	in Aустal	emission
						MGE/h
Pferde (über 3 Jahre)	3	1,1	3,3	10	17	0,119

Tabelle 1: Übersicht der Emissionsquellen

Anlage Nr.	Quellen Nr. Aустal	Quelle	Art der Emission	Art der Quelle	Zeitliche Charakteristik
1	Q1	Rinderhaltung	Stall	Volumenquelle	konstant
	Q2	Rinderhaltung	Stall	Volumenquelle	konstant
	Q3	Rinderhaltung	Kälberaufzucht	Volumenquelle	konstant
	Q4	Pferdehaltung	Stall	Volumenquelle	Zeitreihe, Jahresverlauf
	Q5	Pferdehaltung	Weide	Flächenquelle	Zeitreihe, Jahresverlauf
	Q6	Schweinehaltung	Stall	Punktquelle	konstant
	Q7	Rinderhaltung	Güllegrube	Flächenquelle	konstant
2	Q8	Rinderhaltung	Stall	Volumenquelle	Zeitreihe, Jahresverlauf
	Q9	Rinderhaltung	Weide	Flächenquelle	Zeitreihe, Jahresverlauf
3	Q10	Rinderhaltung	Stall	Volumenquelle	Zeitreihe, Tages-, Jahresverlauf
	Q11	Rinderhaltung	Weide	Flächenquelle	Zeitreihe, Tages-, Jahresverlauf
	Q12	Rinderhaltung	Misthaufen	Flächenquelle	konstant
4	Q13	Rinderhaltung	Stall	Volumenquelle	Zeitreihe, Jahresverlauf
	Q14	Rinderhaltung	Stall	Volumenquelle	Zeitreihe, Jahresverlauf
	Q15	Rinderhaltung	Misthaufen	Flächenquelle	Zeitreihe, Jahresverlauf
5	Q16	Rinderhaltung	Stall mit Misthaufen und Weide	Volumenquelle	konstant
6	Q17	Pferdehaltung	Stall und Weide	Flächenquelle	konstant

Tabelle 2: Art der Emissionsquellen mit zeitlicher Charakteristik

Die Lage und Ausdehnung der Quellen ist in den nachfolgenden Abbildungen 3 und 4 dargestellt.

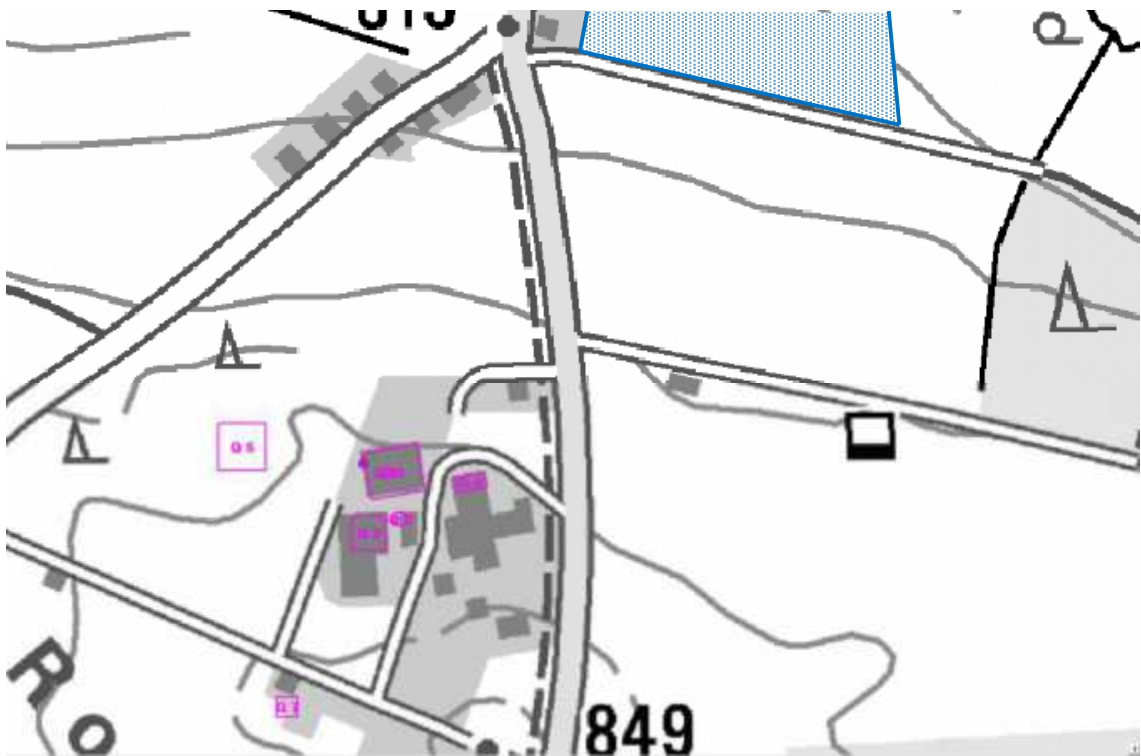


Abbildung 3: Lage und Ausdehnung der Emissionsquellen für Geruch im Beurteilungsgebiet in violett für Tierhaltungen Nr. 1 (Q1 bis Q7) sowie etwaiger Umgriff Baugebiet Osteranger Süd (blau), Quelle Karte: Bayerische Vermessungsverwaltung

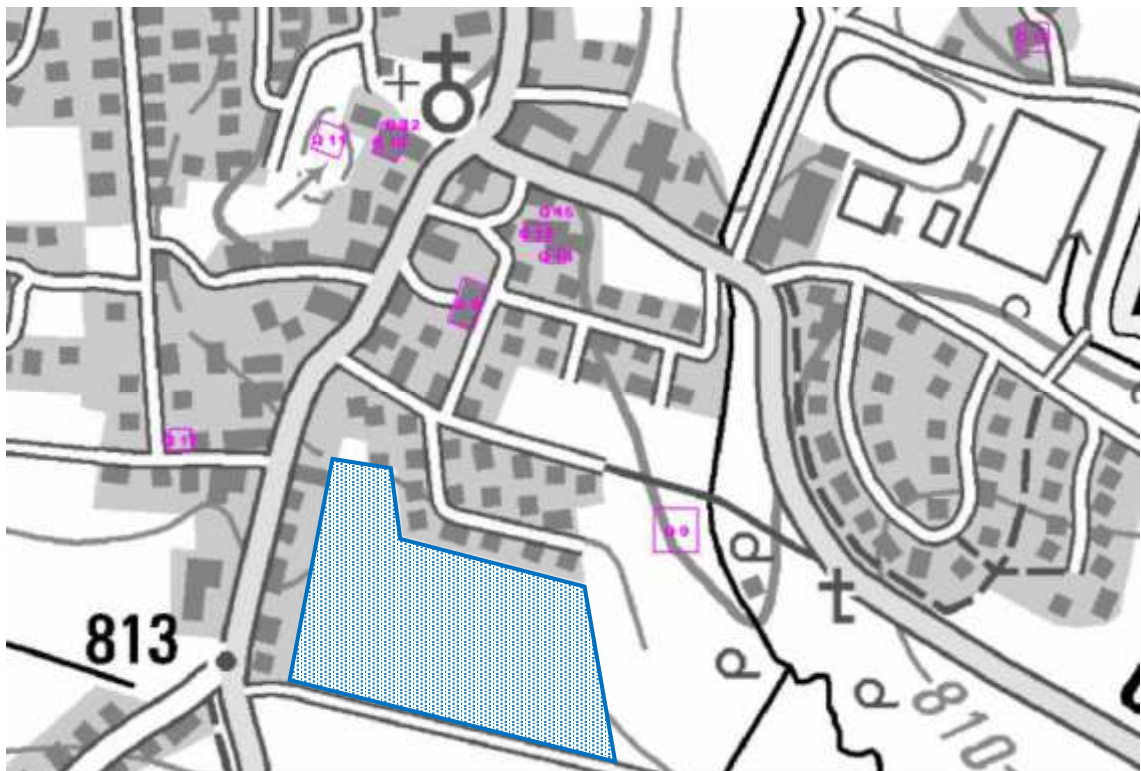


Abbildung 4: Lage und Ausdehnung der Emissionsquellen für Geruch im Beurteilungsgebiet in violett für Tierhaltungen Nr. 2 (Q8 und Q9), Nr. 3 (Q10 bis Q12), Nr. 4 (Q13 bis Q14), Nr. 5 (Q16) und Nr. 6 (Q17) sowie etwaiger Umgriff Baugebiet Osteranger Süd (blau), Quelle Karte: Bayerische Vermessungsverwaltung

Zeitliche Charakteristik

Da nicht alle Emissionen zeitlich konstant auftreten, wird in der Ausbreitungsrechnung teilweise mit Zeitreihen gerechnet.

Für die Pferdehaltung an Tierhaltung Nr. 1 (Nesselwanger Straße 44) wurde zwischen Standort Stall (Q4) und Weide (Q5) als Jahrgang unterschieden. Für die Rinderhaltungen Nr. 2 (Osteranger 4) wurde die Emission im Stall (Q8) im Jahrgang für den Winterzeitraum angesetzt. Weidehaltung wurde für den Sommerzeitraum berücksichtigt (Q9). Bei der Rinderhaltungen Nr. 3 1 (Nesselwanger Straße 2) erfolgte eine zeitliche Charakterisierung sowohl im Jahrgang als auch im Tagesgang (Q10, Q11). Alle anderen Quellen wurden als konstant angesetzt.

Die Emissionsquellen und deren Berechnung mit zeitlicher Charakteristik sind in Tabelle 2 und Anhang 1 dargestellt.

4.3 Beurteilungsgebiet und Rechengebiet

Das Beurteilungsgebiet ist so groß zu wählen, dass es einen Kreis einschließt, dessen Radius gemäß TA Luft dem 30fachen der Schornsteinhöhe entspricht. Als kleinster Radius sind gemäß TA Luft 600 m zu wählen. Das Beurteilungsgebiet wurde mit 600 m Radius festgelegt.

Das Rechengebiet hat eine Ausdehnung in x-Richtung von 1888 Meter und in y-Richtung von 1808 Meter. Es wurden 3 Rechnetze mit aufsteigender Maschenweite modelliert. Das Rechengebiet wurde so festgelegt, dass das gesamte Beurteilungsgebiet eingeschlossen ist.

In nachfolgender Tabelle 4 ist die Ausdehnung des geschachtelten Rechnetzes dargestellt.

Netz-Nr.	2	3	4
Auflösung [m]	4	8	16
Anzahl x-Achse	60	32	110
Anzahl y-Achse	48	26	110
Größe in x Richtung [m]	240	256	1760
Größe in y Richtung [m]	192	208	1760

Tabelle 4: Größe Rechnetze

Das Baugebiet liegt vollständig innerhalb des Netzes 1. Die zentrale Koordinate des Beurteilungsgebiets, UTM 32U 616728 5286422 liegt etwa am nordwestlichen Rand des Baugebietes, Grundstücksgrenze Nesselwanger Straße 25.

Im Rechengebiet wurden bei der Ausbreitungsrechnung 14 Beurteilungspunkte (Monitorpunkte M1 - M14) auf dem Höhengniveau von 1,5 m über die Grenzen des Baugebietes und zentral über die Fläche verteilt (s. Abbildung 6 und 7). Monitorpunkt 15 wurde aus programmtechnischen Gründen auf 10 m gelegt.

4.4 Bodenrauigkeit

Die Rauigkeitslänge wurde in Austal dem CORINE-Kataster entnommen und mit dem bestimmten Mittelwert von 0,548 m auf 0,50 m gerundet. Der Katasterwert ist hinsichtlich tatsächlichen Nutzung zu überprüfen. Nach der TA Luft Anhang 2 Nr. 6 Bodenrauigkeit:

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

Tierhaltungen befinden sich sowohl innerhalb des Ortes, am Ortsrand bzw. außerhalb. Die umliegenden Flächen sind anteilig den Klassen nicht bewässertes Ackerland, Wiesen und Weiden (Rauigkeitslänge 0,10 m), natürliches Grünland, (0,20 m) sowie nicht durchgängig städtische Prägung und Gewerbeflächen (1,00 m) zuzuordnen. Für die Kreisflächen um die verschiedenen Tierhaltungen wurde aus den unterschiedlichen Flächenanteilen eine Rauigkeitslänge von 0,503 m ermittelt. Damit wird die verwendete Rauigkeitslänge aus dem CORINE-Kataster als plausibel und korrekt betrachtet.

4.5 Statistische Sicherheit

Da die Anzahl der für die Simulation verwendeten Partikel in der Regel deutlich kleiner ist als die tatsächliche Anzahl von Spurenstoffteilchen, ist das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung immer mit einer gewissen Unsicherheit (Stichprobenfehler) verbunden (VDI 3945 Blatt 3). Dieser Stichprobenfehler hat nichts mit der Güte der Simulation zu tun, sondern ergibt sich aus dem statistischen Verfahren. Die Höhe der Stichprobenunsicherheit hängt maßgeblich von der Anzahl der verwendeten Modellpartikel ab, die durch die Qualitätsstufe festgelegt ist. Gemäß VDI 3783 Blatt 13 ist für die Berechnung von Jahresmitteln erfahrungsgemäß eine Qualitätsstufe von mindestens –1 erforderlich, für die Berechnung von Kurzzeitwerten oder Geruchsstundenhäufigkeiten sollte mindestens die Qualitätsstufe 1 verwendet werden. In der Ausbreitungsrechnung für die Geruchsstundenhäufigkeit pro Jahr wurde die Qualitätsstufe 1 gewählt.

4.6 Meteorologie und Anemometerstandort

Gemäß Abschnitt 9.1 Abs. 1 des Anhangs 2 der TA Luft

[sind] die meteorologischen Daten [...] als Stundenmittel anzugeben, wobei die Windgeschwindigkeit durch skalare Mitteilungen 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. [...]

Liegen keine geeigneten Messungen einer [...] Messstation im Rechengebiet vor, sind andere geeignete Daten zu verwenden:

- a) *Daten einer Messstation des Deutschen Wetterdienstes oder einer anderen nach der Richtlinie VDI 3783 Blatt 21 (Ausgabe März 2017) ausgerüsteten und betriebenen Messstation, deren Übertragbarkeit auf den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 (Ausgabe März 2017) geprüft wurde, oder*
- b) *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.*

Messlücken, die nicht mehr als 2 Stundenwerte umfassen, können durch Interpolation geschlossen werden. Die Verfügbarkeit der Daten soll mindestens 90 Prozent der Jahresstunden betragen.

Die Prüfung der Übertragbarkeit und die Modellierung der Daten erfolgten durch die IfU GmbH in Frankenberg. Der Bericht ist als Anhang 3 angefügt. Von den umliegenden Messstationen hat sich keine Station als geeignet für die Übertragung der meteorologischen Daten erwiesen. Somit liegt ein Sonderfall vor, der es rechtfertigt, modellierte Daten zu verwenden.

Als Ersatzanemometerposition (EAP) wurde der Punkt mit den UTM-Koordinaten 32U 615650 5287650 festgelegt. Der Standort ist in Abbildung 6 dargestellt.

Einflüsse der Topographie auf die Luftströmung in Wald

Die standortspezifisch modellierten Windverhältnisse am Standort in Wald berücksichtigen bereits die topographischen Besonderheiten des stark gegliederten Geländes.

Weiterhin ist der Einfluss lokaler Windsysteme oder anderer meteorologischer Besonderheiten zu prüfen oder abzuschätzen. Lokale Windsysteme, wie z. B. Kaltluftabflüsse sind kalte Luftmassen, die bei windschwachen und austauscharmen Wetterlagen aufgrund ihrer Schwere von höher gelegenen Gelände in tiefer liegendes abfließen. Sie bilden sich in der Regel nachts an unbewaldeten und unbebauten Hängen, beispielsweise auf Weide- und Ackerland, aus. Die Menge der entstehenden Kaltluft hängt von der Jahreszeit (Andauer der Nacht), der Art der Landnutzung (Bewuchs und Bebauung) und den meteorologischen Bedingungen ab.

Die Entstehung von Kaltluftabflüssen kann entsprechend Topographie und Landnutzung nicht ausgeschlossen werden, geeignete Flächen sind westlich und südlich vorhanden, von wo entsprechend der Geländeneigung eine Abfluss Richtung Baugebiet erfolgen würde (vgl. Abbildung 5).

Westlich befinden sich in diesem Bereich keine Tierhaltungen. Die südlich gelegene Tierhaltung Nr. 1 liegt praktisch auf der Kuppe des Rotkreuzberges. Nur auf dieser Fläche entstehende Kaltluft könnte dann mit Geruchsemissionen beladen werden und zu einer zusätzlichen Immission im Baugebiet führen. Aufgrund der geringen Fläche wird der Einfluss möglicher Kaltluft auf die Geruchshäufigkeiten als sehr gering eingeschätzt und daher vernachlässigt.

Alle anderen Tierhaltungen befinden sich innerhalb der Bebauung des Ortes bzw. an der gegenüberliegenden Seite des Ortes.

Windverteilung in Prozent

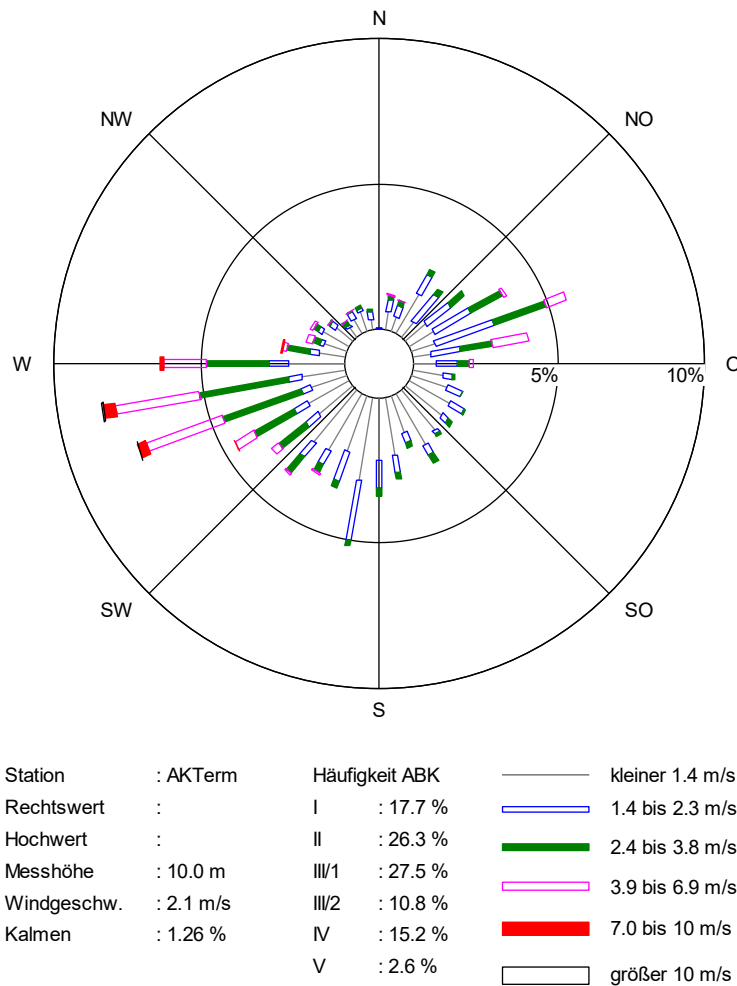


Abbildung 4: Modellierte Windhäufigkeitsverteilung, Windrichtung und Windstärke für den Standort Wald

4.7 Berücksichtigung von Gelände und Bebauung

Bei der Berücksichtigung der Bebauung im Rahmen der Ausbreitungsrechnung ist zunächst der Wirkungsbereich potenzieller Strömungshindernisse im Verhältnis zur Schornsteinbauhöhe zu ermitteln. Gemäß TA Luft Anhang 2, Nr. 11 ist zu prüfen, ob und in welcher Art Gebäude zu berücksichtigen sind. Dazu sind Gebäude, deren Abstand geringer ist als das 6-fache der Schornsteinbauhöhe, in die Prüfung mit einzubeziehen.

Jedoch liegen alle Emissionsquelle, mit Ausnahme der benachbarten Weide mit geringem Tierbestand (ca. 8 GV und das nur zeitweise) wenigstens 150 m entfernt und damit außerhalb eines in der Modellierung zu berücksichtigenden Wirkungsbereichs (je 6fache Schornsteinhöhe sowie je 15-fache Freisetzungshöhe, mindestens 150 m für die Rauigkeitslänge, s. Punkt 4.4). Daher ist eine Berücksichtigung über die für die Gebiete der Emittenten ermittelte Rauigkeitslänge hier ausreichend.

Neben der Bebauung müssen gemäß TA Luft, Anhang 2, Nr. 12 zusätzliche Geländeunebenheiten berücksichtigt werden, wenn innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen von mehr als dem 0,7-fachen der Kaminhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Dieses trifft für das Beurteilungsgebiet zu.

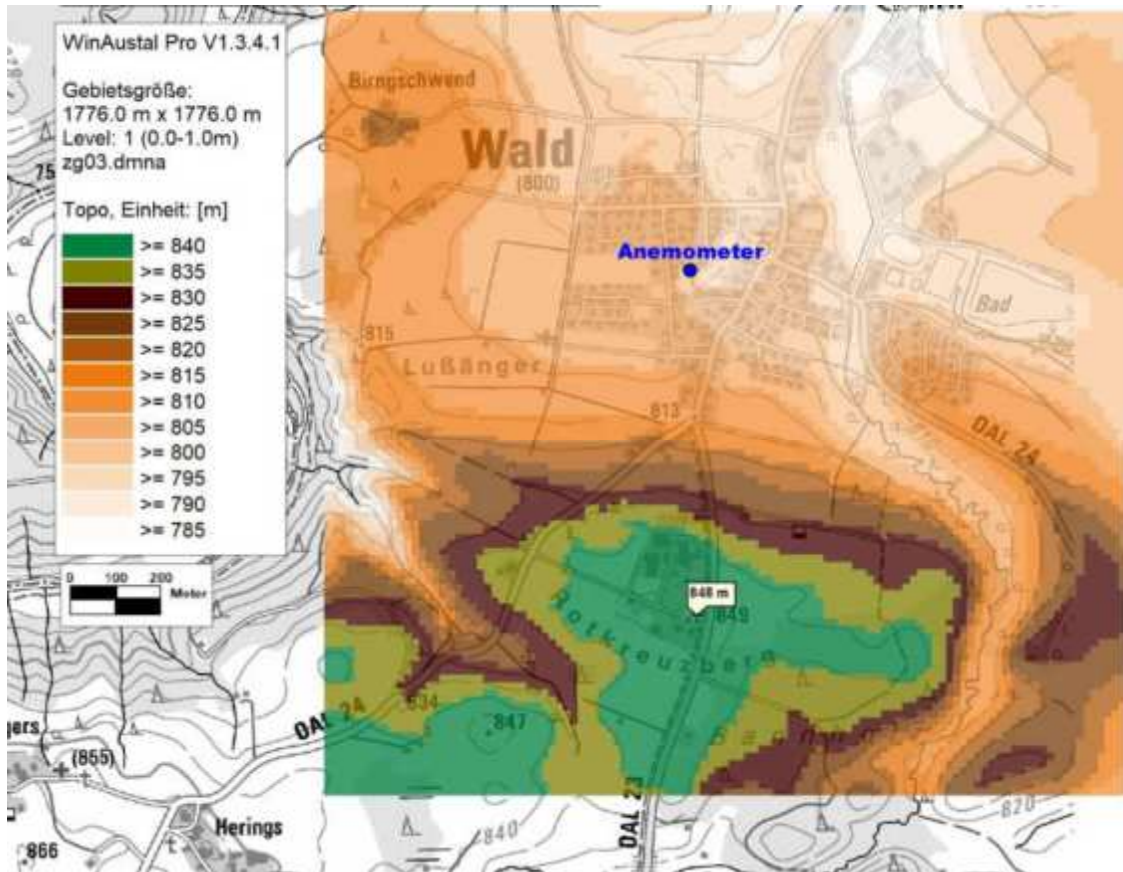


Abbildung 5: Verwendetes Geländemodell bei der Ausbreitungsrechnung sowie Anemometerstandort (blau.) Quelle Karte: Bayerische Vermessungsverwaltung

4.8 Beschreibung des Modells AUSTAL

Das Ausbreitungsmodell AUSTAL beruht auf der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 (VDI 2000a). In AUSTAL werden masselose Partikel (Gas), die einen Spurenstoff repräsentieren, auf ihrem Weg durch die Atmosphäre verfolgt. Die Partikel bewegen sich mit der mittleren Strömung und werden dabei zusätzlich dem Einfluss der Turbulenz ausgesetzt. Die Geschwindigkeit, mit der die Partikel transportiert werden, setzt sich zusammen aus der mittleren Windgeschwindigkeit, der Turbulenzgeschwindigkeit und der Zusatzgeschwindigkeit. Mit der Zusatzgeschwindigkeit kann unter anderem die Depositionsgeschwindigkeit berücksichtigt werden. AUSTAL kann beliebig viele Emissionsquellen mit unterschiedlichen Quellgeometrien (Punkt-, Linien-, Flächen- und Volumenquellen) zeitabhängig verarbeiten. Die Ausbreitungsrechnung kann sowohl in einem ebenen Gelände als auch in gegliedertem Gelände und unter Gebäudeinflüssen durchgeführt werden.

Die Konzentrationswerte werden als räumlicher und zeitlicher Mittelwert über ein Volumenelement eines dreidimensionalen Auszählgitters und eines Zeitintervalls berechnet.

Als Windowsoberfläche für Austal wurde WinAUSTAL Pro vom Ingenieurbüro Lohmeyer in der Version 1.4.3.1 verwendet.

5 Immissionen

Gerechnet wurde die Geruchsbelastung durch die umliegenden Quellen der Tierhaltungsanlagen für die Geruchshäufigkeit pro Jahr in %. Das Protokoll der Ausbreitungsrechnung mit Austal ist in Anhang 2 dargestellt.

Die Ausbreitungsrechnung wurde für die Immissionsniveaus 1,5 m bis 10 m Höhe über GOK gerechnet, sowie für definierte Beurteilungspunkte (Monitorpunkte M1 - M12) an den Grenzen des Baugebietes sowie in der Mitte des Geländes.

Die grafische Ergebnisdarstellung für das gesamte Rechengebiet ist in Abbildung 6 dargestellt. Für das geplante Baugebiet wurden zusätzlich die Ergebnisse im Ausschnitt mit zugehörigen Geruchshäufigkeiten auf den Beurteilungsflächen mit Netz 1 dargestellt (Abbildung 7).

Geruchsimmissionen oberhalb von zulässigen Immissionswerten treten jeweils nur im direkten Umfeld der emissionsrelevanten Anlagen auf.

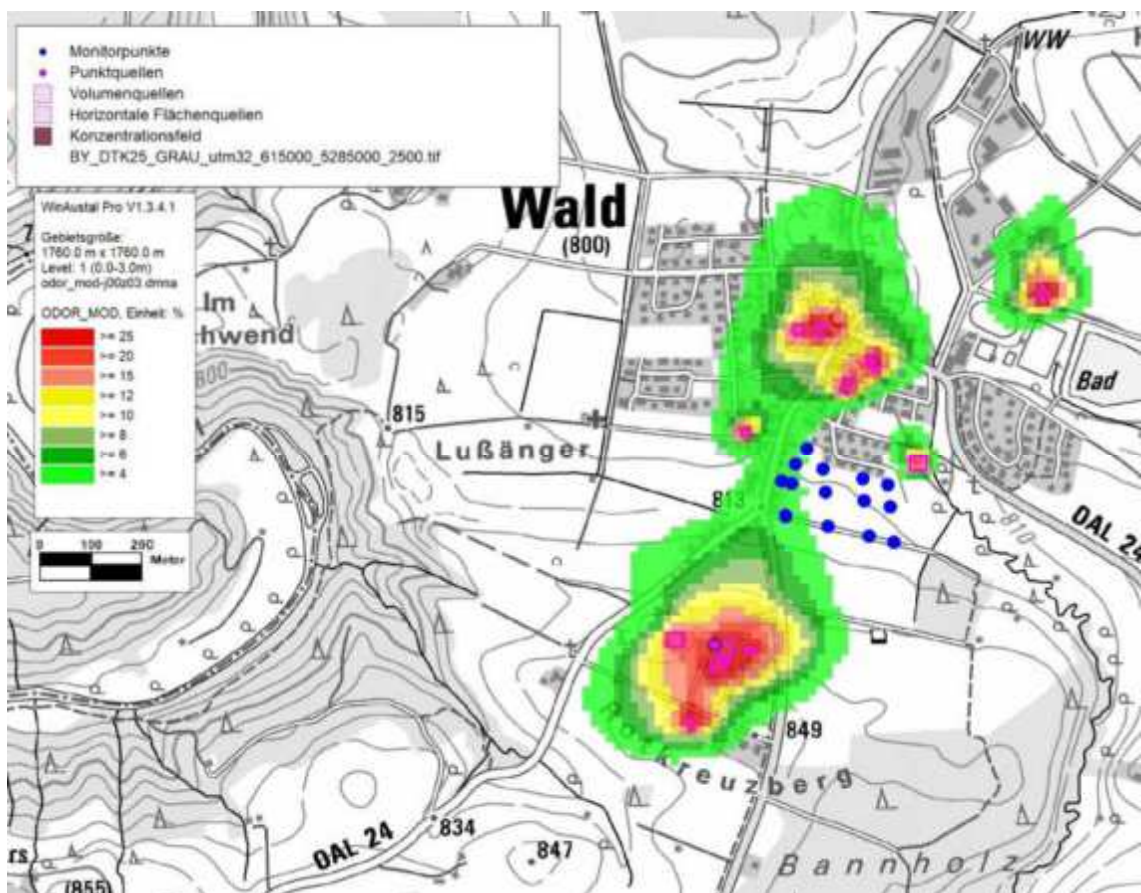


Abbildung 6: Geruchshäufigkeiten pro Jahr in % durch die geruchsrelevanten Anlagen in Wald, Ausbreitungsrechnung mit standortbezogener synthetischer AKTerm, Quellen (violett), Monitorpunkte (blau) an den Grenzen des Baugebietes, Auswertung für das gesamte Rechengebiet mit Netz 3, Quelle Karte: Bayerische Vermessungsverwaltung

Im geplanten Baugebiet liegen die Geruchshäufigkeiten insgesamt auf niedrigem Niveau. Die höchsten Immissionen treten am westlichen Rand des Baugebietes auf. Für die für die Bebauung geplante Fläche werden Geruchshäufigkeiten von ca. 2 bis 5 % erreicht.

Für die Rasterflächen ist die Geruchshäufigkeit gerundet ausgewiesen. Der Immissionswert für die Rasterfläche ergibt sich als Mittelwert aus den berechneten Werten für die vier Eckpunkte. Dadurch weisen die Geruchshäufigkeiten der Rasterflächen gegenüber den Werten an den Monitorpunkten geringfügig ab. In Tabelle 6 sind die Geruchshäufigkeiten pro Jahr an den Monitorpunkten M1-15 dargestellt.



Abbildung 7: Geruchshäufigkeiten pro Jahr in % im Baugebiet Wald, Ausbreitungsrechnung mit standortbezogener synthetischer AKTerm, Monitorpunkte und Umgriff Baugebiet (blau), Auswertung mit Netz 1, Quelle Karte: Bayerische Vermessungsverwaltung

Monitorpunkt	Lage Monitorpunkt	Höhe über Flur in m	Geruchshäufigkeit pro Jahr in %
M1	Baugebiet Ecke Südwest	1,5	4,9
M2	Baugebiet Grenze Süd	1,5	3,2
M3	Baugebiet Grenze Süd	1,5	2,3
M4	Baugebiet Ecke Südost	1,5	1,8
M5	Baugebiet West	1,5	4,4
M6	Baugebiet Mitte	1,5	2,9
M7	Baugebiet Mitte	1,5	2,5
M8	Baugebiet Grenze Ost	1,5	2,0
M9	Baugebiet Grenze West	1,5	4,2
M10	Baugebiet Grenze Nord	1,5	3,2
M11	Baugebiet Grenze Nord	1,5	2,3
M12	Baugebiet Grenze Nord	1,5	2,3
M13	Baugebiet Zufahrt	1,5	3,9
M14	Baugebiet Grenze West	1,5	4,6
M15	Ecke Südwest (intern)	10	4,0
Immissionswert TA Luft Anhang 7 für Wohngebiet			10

Tabelle 6: Berechnete Geruchshäufigkeiten an den Beurteilungspunkten M1 - M15 in Wald , Baugebiet „Osteranger Süd“, Position Monitorpunkte s. Abbildung 7

6 Zusammenfassung

Beim Vor-Ort Termin am 13.07.2022 in Wald konnten die Emissionsquellen für Geruch in der Umgebung des geplanten Baugebietes identifiziert und zusätzliche Daten der betreffenden Anlagen, mehrere Tierhaltungen, aufgenommen werden. Tierbestandszahlen wurden entsprechend der Angaben der Gemeinde und der Tierhalter angesetzt. Mit diesen Daten wurden die Geruchsemissionen nach VDI 3894 Blatt 1 bilanziert und eine Ausbreitungsrechnung für Geruch mit Austal durchgeführt.

Die höchsten Geruchshäufigkeiten treten jeweils im Umfeld der verschiedenen Tierhaltungen auf. Die Tierhaltungen innerhalb der Ortslage Wald haben aber nur eine geringe Größe. Die größte bestehende Tierhaltung an der Nesselwanger Straße 44 ist bereits ca. 250 m von der Grenze des Baugebietes entfernt. Daher liegen die ermittelten Geruchshäufigkeiten innerhalb des Baugebietes zwischen 2 und 5 %. Der zulässige Immissionswert für Geruch nach TA Luft Anhang 7 Tabelle 22 von 10 % für Wohn- und Mischgebiet wird eingehalten. Bei den ermittelten Geruchshäufigkeiten werden auch angemessene Erweiterungsmöglichkeiten für bestehende Tierhaltungen durch das Baugebiet nicht relevant eingeschränkt.

Somit sind für das vorgesehene Baugebiet „Osteranger Süd“ der Gemeinde Wald keine erheblichen Belästigungen durch Geruchsimmissionen zu erwarten.

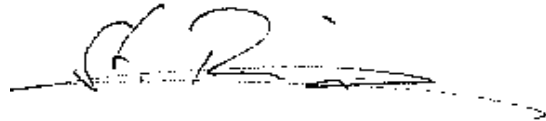
Augsburg, den 23.08.2022

Sachbearbeiter:



Dipl.-Ing. D. Bogs

Fachlich Verantwortlicher (Stellv.):



St. Ruderisch

Abschlussbemerkung

Eine auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung der Modern Testing Services (Germany) GmbH.

Bei Veröffentlichung dieses Berichts oder Teilen dieses Berichts ist sicherzustellen, dass die veröffentlichten Inhalte keine datenschutzrechtlichen Bestimmungen verletzen.

7 Anhang

	Seiten
Anhang 1: Bilanzierung Emissionen	3
Anhang 2: Protokoll Austal	3
Anhang 3: Qualifizierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten (QPR) durch IfU GmbH, Frankenberg	56

Emissionsquellen							
Nr. 1 Tierhaltung (Milchvieh, Schweinemast, Pferde) - Nesselwanger Straße 44							
Tierhaltung	Anzahl Tiere	GV/Tier	GV	Geruch	Quelle in Austal	Geruchs-emission	Daten
				GE/(GV s)		MGE/h	
Kühe und Rinder (über 2 Jahre)	105	1,2	126	12	1	5,443	offener Stall mit Firstentlüftung, als Volumenquelle, maximal 105, aktuell 95 Milchkühe
Weibliche Rinder (1 bis 2 Jahre)	72	0,6	43,2	12	2	1,866	offener Stall mit Firstentlüftung für Jungvieh, als Volumenquelle
Weibliche Rinder (0,5 bis 1 Jahr)	36	0,4	14,4	12		0,622	
Kälberaufzucht bis 6 Monate	18	0,19	3,42	12	3	0,148	Kälberstall seitlich offen, als Volumenquelle
Aufzuchtkälber bis 3 Monate	18	0,14	2,52	12		0,109	
Pferde (über 3 Jahre)	8	1,1	8,8	10	4, 5	0,317	November - April im Stall, Mai-Oktober Weide auf umliegenden Flächen
Pferde (bis 3 Jahre)	4	0,7	2,8	10		0,101	
Mastschweine (25 bis 110 kg)	45	0,13	5,85	30	6	0,632	Tiefstreu, Absaugung über Schornstein
	Fläche	Faktor	Geruchs-faktor	Quelle in Austal	Geruchs-emission	Daten	
	m ²						GE/(m ² s)
Güllegrube	177	0,3	5	7	0,954	Güllegrube offen mit natürlicher Schwimmschicht, Durchmesser 15 m, Minderung 70 %	
Nr. 2 (Rindermast) - Osteranger 4							
Tierhaltung	Anzahl Tiere	GV/Tier	GV	Geruch	Quelle in Austal	Geruchs-emission	Daten
				GE/(GV s)		MGE/h	
Kühe und Rinder (über 2 Jahre)	7	1,2	8,4	12	8, 9	0,363	Stallgebäude, Lüftung über offene Fenster und Tore, als Volumenquelle angesetzt, aktuell 30 Tiere, 35 Tiere angesetzt entsprechend 23,2 GV, anteilig aufgeteilt Nov.- April im Stall, Mai-Oktober auf Weide, davon 1/3 neben Baugebiet, Rest außerhalb
Männliche Rinder (1 bis 2 Jahre)	14	0,7	9,8	12		0,423	
Männliche Rinder (0,5 bis 1 Jahr)	8	0,5	4	12		0,173	
Kälberaufzucht bis 6 Monate	3	0,19	0,57	12		0,025	
Aufzuchtkälber bis 3 Monate	3	0,14	0,42	12		0,018	
	Fläche	Faktor	Geruchs-faktor	Quelle in Austal	Geruchs-emission	Daten	
	m ²						GE/(m ² s)
Misthaufen	10		3	8	0,108	nicht lokalisiert, als Zusatzbeitrag berücksichtigt	

Emissionsquellen							
Nr. 3 (Milchvieh) - Nesselwanger Straße 2							
Tierhaltung	Anzahl Tiere	GV/Tier	GV	Geruch	Quelle in Austal	Geruchs-emission	Daten
				GE/(GV s)		MGE/h	
Kühe und Rinder (über 2 Jahre)	18	1,2	21,6	12	10	0,933	Stall Lüftung über offene Fenster und Tore, als Volumenquelle angesetzt, Mai-Oktober tagsüber auf Weide außerhalb des Ortes
Weibliche Rinder (1 bis 2 Jahre)	10	0,6	6	12	10,11	0,259	Stall Lüftung über offene Fenster und Tore, als Volumenquelle angesetzt, Mai-Oktober tagsüber auf Weide, hinter Stall, 50 % auf Alm
Weibliche Rinder (0,5 bis 1 Jahr)	5	0,4	2	12		0,086	
Kälberaufzucht bis 6 Monate	5	0,19	0,95	12		0,041	
	Fläche	Faktor	Geruchs-faktor			Geruchs-emission	Daten
	m ²		GE/(m ² s)	MGE/h			
Laufhof	25	0,10		10		0,039	für Jungvieh, Zuschlag 10 % EF
Misthaufen	12		3	12		0,130	6 x 3 m, 2/3 belegt
Nr. 4 (Milchvieh) - Lengenwanger Straße 6							
	Fläche	Faktor	Geruchs-faktor			Geruchs-emission	Daten
	m ²		GE/(m ² s)	MGE/h			
Laufhof		0,10		14		0,02	für Jungvieh, Zuschlag 10 % EF
Misthaufen	6,7		3	15		0,07	2,5 x 4 m, 2/3 belegt

Emissionsquellen

Nr. 5 (Milchvieh) - Am Sportplatz 15

Tierhaltung	Anzahl Tiere	GV/Tier	GV	Geruch	Quelle in Austal	Geruchs-emission	Daten
				GE/(GV s)		MGE/h	
Kühe und Rinder (über 2 Jahre)	19	1,2	22,8	12	16	0,985	im Sommer auf benachbarter Weide, zu einer Volumenquelle zusammengefasst, Tierzahlen lt. Gemeinde 29 GV, anteilig aufgeteilt
Weibliche Rinder (1 bis 2 Jahre)	7	0,6	4,2	12		0,181	
Weibliche Rinder (0,5 bis 1 Jahr)	3	0,4	1,2	12		0,052	
Kälberaufzucht bis 6 Monate	2	0,19	0,38	12		0,016	
Aufzuchtkälber bis 3 Monate	3	0,14	0,42	12		0,018	
	Fläche	Faktor	Geruchs-faktor	Quelle in Austal	Geruchs-emission	Daten	
	m ²		GE/(m ² s)		MGE/h		
Misthaufen	10		3	16	0,108	nicht lokalisiert, als Zusatzbeitrag berücksichtigt	

Nr. 6 Tierhaltung (Pferde) - Nesselwanger Straße 22

Tierhaltung	Anzahl Tiere	GV/Tier	GV	Geruch	Quelle in Austal	Geruchs-emission	Daten
				GE/(GV s)		MGE/h	
Pferde (über 3 Jahre)	3	1,1	3,3	10	17	0,119	

Protokoll Ausbreitungsrechnung

2022-07-20 16:49:58 -----
 TalServer:E:\22281 Wald

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

Arbeitsverzeichnis: E:/22281 Wald

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:41
 Das Programm läuft auf dem Rechner "PC28".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Wald Osteranger"
> az "E:\22281 Wald\modelliert.akterm"
> gh "E:\22281 Wald\22281_t25dgm_25832-2.txt"
> ha 10
> xa -78
> ya 228
> qs 1
> ux 32616728
> uy 5286422
> x0 -30 -38 -886
> y0 -188 -196 -964
> dd 4 8 16
> nx 60 32 110
> ny 48 26 110
> hq 0 0 0 0 9 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
> xq -155 -167.2 -140.4 -100.3 -252.4 -160 -215 102 227.2 50 10 54.6 138.4 153.1 158.6 478.2 -106
> yq -407.5 -440 -423.8 -403.1 -388.9 -384.4 -546.2 122 -31.7 238 240 260.2 182.8 167.5 201.1 313.2 38
> aq 35 22 8 20 30 0 13 31.6894 30 22 20 6 15.9043 12.8457 3 20 15
> bq 30 22 8 10 30 0 13 18.0053 30 18 20 3 12.234 9.7872 4 20 15
> cq 6.5 5.5 3.5 4.5 0 0 0 4.5 0 4.5 0 0 4.5 4.5 0 4.5 0
> wq 10 0 0 10 0 0 0 70 0 70 70 70 0 0 0 0 0
> dq 0 0 0 0 0 0.8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
> vq 0 0 0 0 0 1.5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
> tq 0 0 0 0 0 20 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
> sq 0 0 0 0 0 0.01 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
> odor_050 1511.944444444444 691.111111111111 71.3888888888889 ? ? 0 265 ? ? ? ? 36.1111111111111 ?
? ? 378 33.0555555555556
> odor_075 0 0 0 0 0 175.555555555556 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
> xp -20.2 62.5 144.5 193.7 -8.3 59.5 134.3 186.4 -1.7 52.9 132.2 182.1 20.8 -28.3 -19.4
> yp -125.6 -145.5 -164.8 -176.8 -57.6 -75.7 -92.3 -105.6 -18.6 -28.8 -48.3 -60.5 11.9 -53 -121.9
> hp 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 10
===== Ende der Eingabe =====
```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.
 Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 14 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 15 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 16 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 17 beträgt weniger als 10 m.

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.15 (0.15).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.15 (0.15).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.67 (0.56).
 Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.548 m.
 Der Wert von z0 wird auf 0.50 m gerundet.
 Die Zeitreihen-Datei "E:/22281 Wald/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
 Die Angabe "az E:\22281 Wald\modelliert.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
 Prüfsumme TALDIA abbd92e1
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
 Prüfsumme SERIES 8e58a0a6

```
=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor"
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor_050"
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor_050-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor_050-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor_050-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor_050-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor_050-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor_050-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor_075"
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor_075-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor_075-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor_075-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor_075-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor_075-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "E:/22281 Wald/odor_075-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.1.2-WI-x.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "odor"
TMO: Datei "E:/22281 Wald/odor-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "E:/22281 Wald/odor-zbps" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "odor_050"
TMO: Datei "E:/22281 Wald/odor_050-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "E:/22281 Wald/odor_050-zbps" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "odor_075"
TMO: Datei "E:/22281 Wald/odor_075-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "E:/22281 Wald/odor_075-zbps" ausgeschrieben.
=====
```

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!

Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m

```

=====
ODOR J00 : 100.0 % (+/- 0.0) bei x= -206 m, y= -540 m (3: 43, 27)
ODOR_050 J00 : 100.0 % (+/- 0.0) bei x= -206 m, y= -540 m (3: 43, 27)
ODOR_075 J00 : 0.0 % (+/- 0.0)
ODOR_MOD J00 : 50.0 % (+/- ? ) bei x= -206 m, y= -540 m (3: 43, 27)
=====
    
```

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

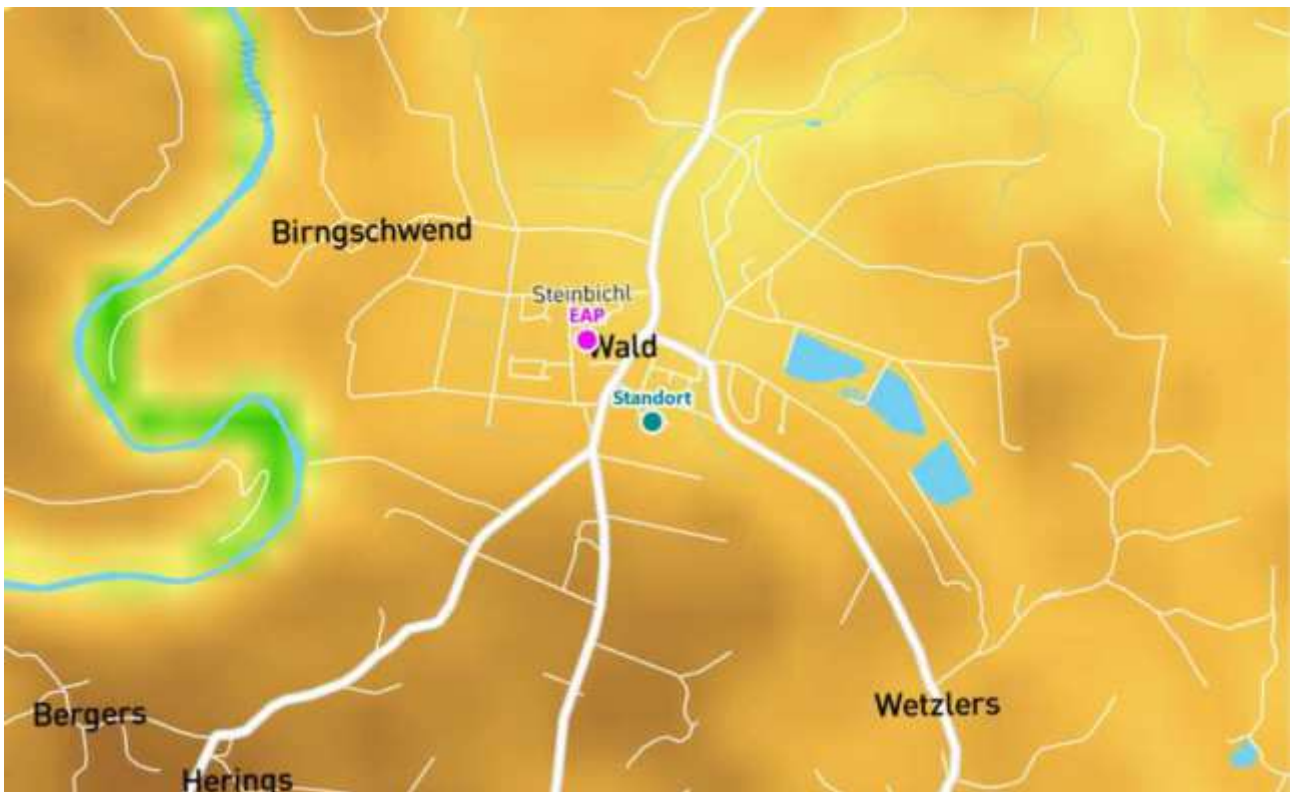
```

=====
PUNKT      01      02      03      04      05      06      07      08      09
10         11      12      13      14      15
xp         -20      63      145     194     -8      60      134     186     -2      53
132        182      21      -28     -19
yp         -126     -146     -165    -177     -58     -76     -92     -106    -19
-29        -48     -61      12      -53     -122
hp         1.5      1.5      1.5      1.5      1.5      1.5      1.5      1.5      1.5      1.5
1.5        1.5      1.5      1.5      10.0
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
ODOR J00   9.8 0.1   6.4 0.1   4.6 0.1   3.6 0.1   8.8 0.1   5.8 0.1   4.9 0.1   4.1 0.1   8.3
0.1   6.4 0.1   4.6 0.1   4.7 0.1   7.8 0.1   9.1 0.1   8.0 0.0 %
ODOR_050 J00 9.7 0.1   6.2 0.1   4.5 0.1   3.6 0.1   8.7 0.1   5.7 0.1   4.9 0.1   4.0 0.1
8.3 0.1   6.3 0.1   4.5 0.1   4.6 0.1   7.8 0.1   9.0 0.1   7.8 0.0 %
ODOR_075 J00 0.0 0.0   0.0 0.0   0.0 0.0   0.0 0.0   0.0 0.0   0.0 0.0   0.0 0.0   0.0 0.0
0.0 0.0   0.0 0.0   0.0 0.0   0.0 0.0   0.0 0.0   0.0 0.0 %
ODOR_MOD J00 4.9 ---   3.2 ---   2.3 ---   1.8 ---   4.4 ---   2.9 ---   2.5 ---   2.0 ---   4.2 --
- 3.2 ---   2.3 ---   2.3 ---   3.9 ---   4.6 ---   4.0 --- %
=====
    
```

2022-07-20 23:46:26 AUSTAL beendet.

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

an einem Anlagenstandort in Wald



Auftraggeber:	Modern Testing Services (Germany) GmbH Provinostr. 52 86153 Augsburg	Tel.: 0821 569796-30
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. Thomas Köhler Tel.: 037206 8929-44 Email: Thomas.Koehler@ifu-analytik.de	Dr. Ralf Petrich Tel.: 037206 8929-40 Email: Ralf.Petrich@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	DPR.20220617-01	
Ort, Datum:	Frankenberg, 30. Juni 2022	
Anzahl der Seiten:	56	
Anlagen:	-	



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

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

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Aufgabenstellung	5
2 Beschreibung des Anlagenstandortes	6
2.1 Lage	6
2.2 Landnutzung	7
2.3 Orographie	9
3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition	11
3.1 Hintergrund	11
3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition	11
3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall	12
4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten	15
4.1 Allgemeine Betrachtungen	15
4.2 Meteorologische Datenbasis	15
4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort	19
4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen	23
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen	30
4.6 Auswahl der Bezugswindstation	31
5 Modellierung der Meteorologie im Untersuchungsgebiet	32
5.1 Modellansatz	32
5.2 Ergebnisse der Windfeldmodellierung im Untersuchungsgebiet	35
5.3 Räumliche Repräsentativität der modellierten Daten	37
6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres	39
6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums	39
6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde	43
6.3 Prüfung auf Plausibilität	47
7 Beschreibung der Datensätze	51
7.1 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse	51
7.2 Ausbreitungsklassenzeitreihe	51
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung	52
9 Zusammenfassung	53
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung	54
11 Schrifttum	56

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Gemeinde Wald in Bayern.....	6
Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes in Wald	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 Kempten mit dem Erwartungswert	24
Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Halblech-Bayerniederhofen mit dem Erwartungswert	25
Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Altstadt mit dem Erwartungswert	26
Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Leutkirch-Herlazhofen mit dem Erwartungswert	27
Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Oberstdorf mit dem Erwartungswert	28
Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Memmingen mit dem Erwartungswert ..	29
Abbildung 19: Ablauf der Erzeugung modellierter Daten in Bezug auf regionale, lokale und zeitliche Repräsentativität	33
Abbildung 20: Sequenzieller Ablauf bei der Erzeugung modellierter Daten	34
Abbildung 21: Modellierung der Windrichtungsverteilung mit Standort und EAP im Untersuchungsgebiet ..	35
Abbildung 22: Windrichtungsverteilung der modellierten Daten.....	36
Abbildung 23: Windgeschwindigkeitsverteilung der modellierten Daten	37
Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der modellierten Daten anhand der Windrichtungsverteilung	40
Abbildung 25: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der modellierten Daten anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	41
Abbildung 26: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der modellierten Daten anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse	42
Abbildung 27: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum	45
Abbildung 28: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum.....	46
Abbildung 29: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	47
Abbildung 30: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	48
Abbildung 31: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	49
Abbildung 32: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes	7
Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition.....	12
Tabelle 3: Zur Untersuchung verwendete Messstationen	17
Tabelle 4: Gegenüberstellung meteorologischer Kennwerte der betrachteten Messstationen mit den Erwartungswerten am Standort	23
Tabelle 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung	30
Tabelle 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung	31
Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen	31
Tabelle 8: UTM-Koordinaten der Ersatzanemometerposition für die modellierten Daten.....	36
Tabelle 9: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse	51

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet in der Gemeinde Wald im Landkreis Ostallgäu in Bayerisch-Schwaben des Freistaates Bayern.

Bei den in den Ausbreitungsrechnungen betrachteten Anlagen handelt es sich um Landwirtschaftsbetriebe. Die Quellhöhen liegen in einem Bereich von maximal 15 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 Gemeinde Wald in Bayern. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

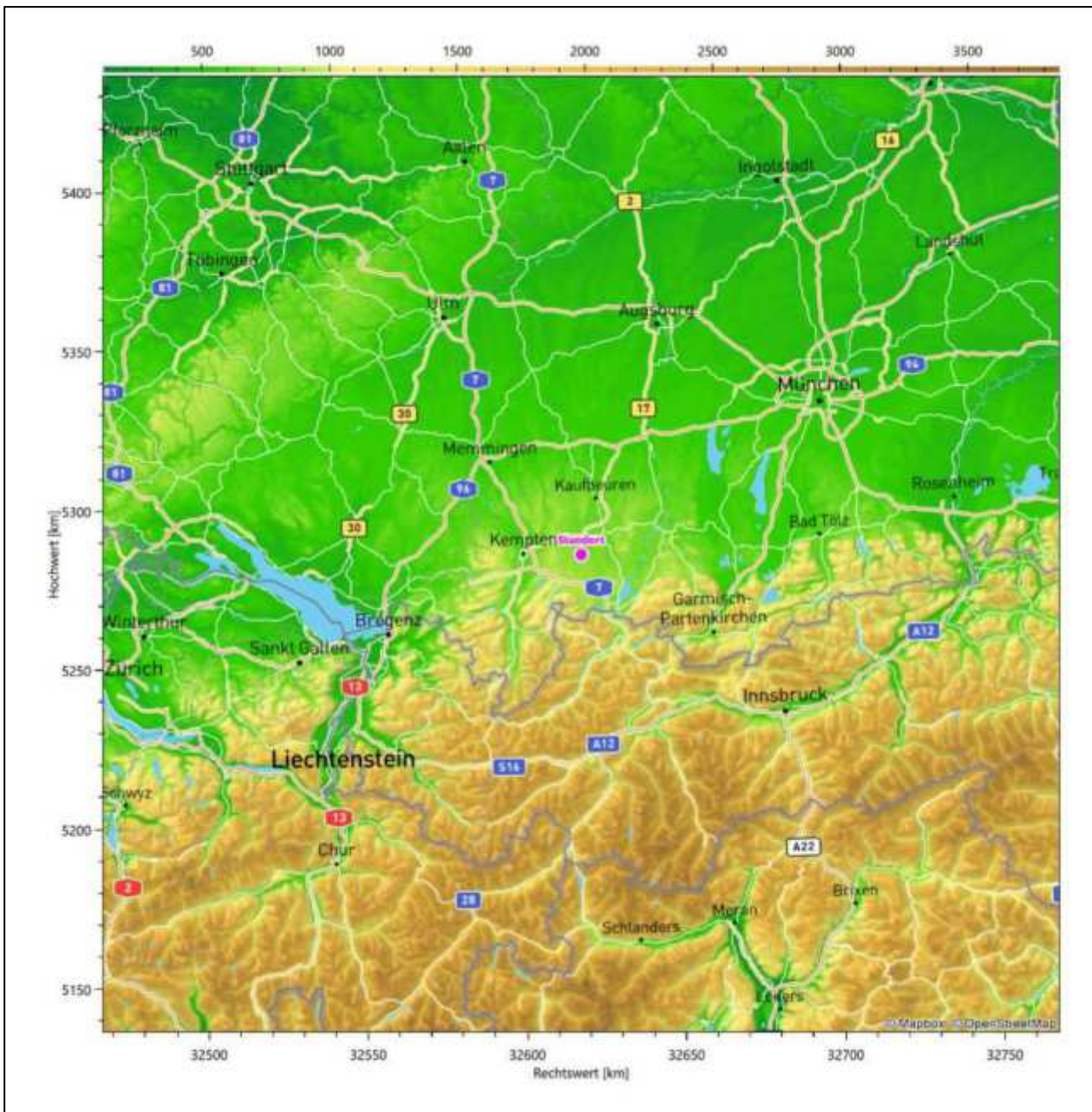


Abbildung 1: Lage der Gemeinde Wald in Bayern

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

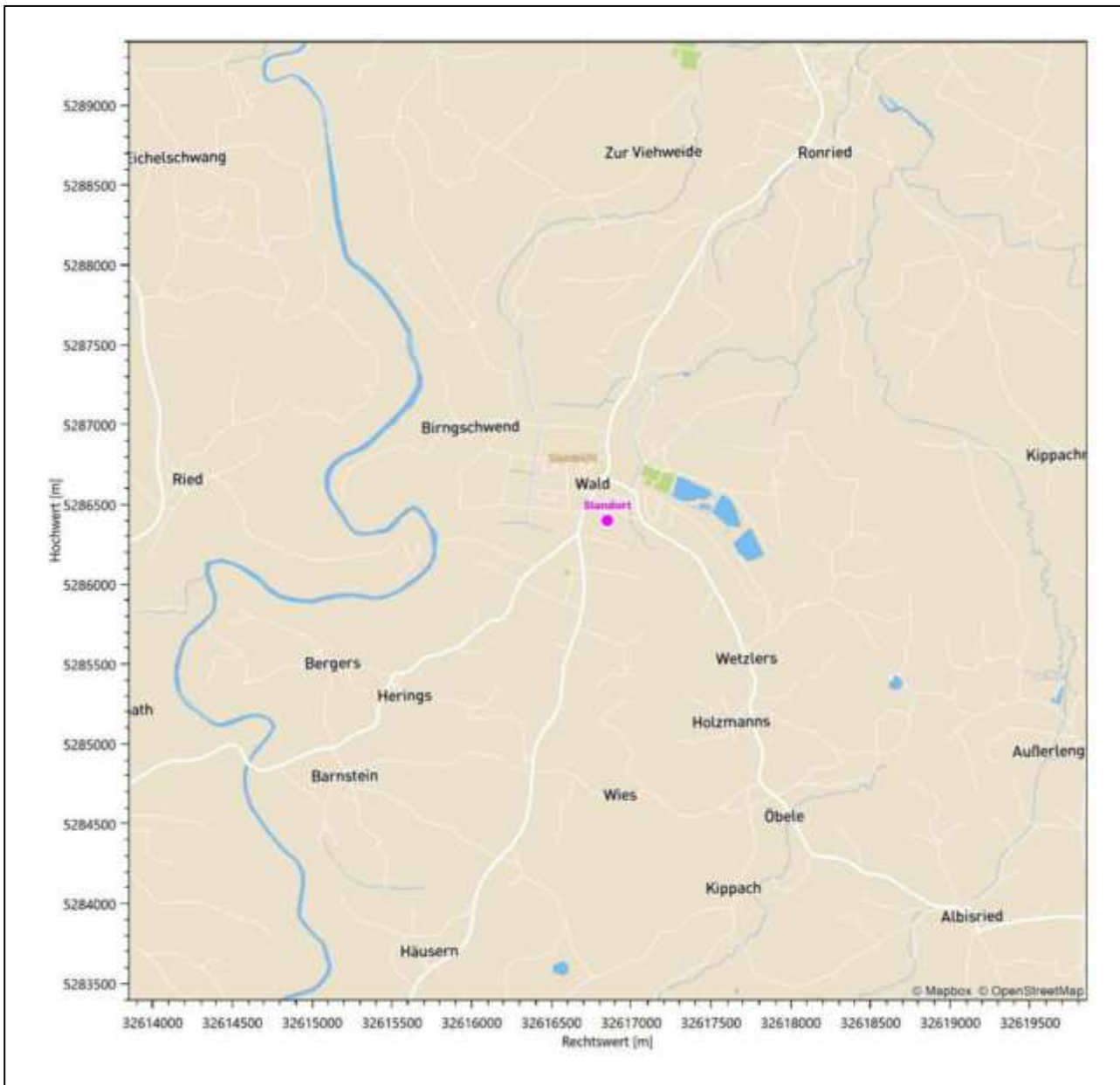


Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes in Wald

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Anlagenstandortes angegeben.

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes

RW	32616850
HW	5286400

2.2 Landnutzung

Der Standort selbst liegt am südlichen Rand der Wohnbebauung der Gemeinde Wald. Die Umgebung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Unterschiedlich dicht bebaute Siedlungsgebiete wechseln sich mit bewaldeten Arealen (z.B. entlang der Wertach, Kempter Wald), landwirtschaftlichen

Flächen, Wasserflächen (Wertach, Walder Weiher, Brantelsbach) und einer nur wenig verdichteten Verkehrsweginfrastruktur ab.

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

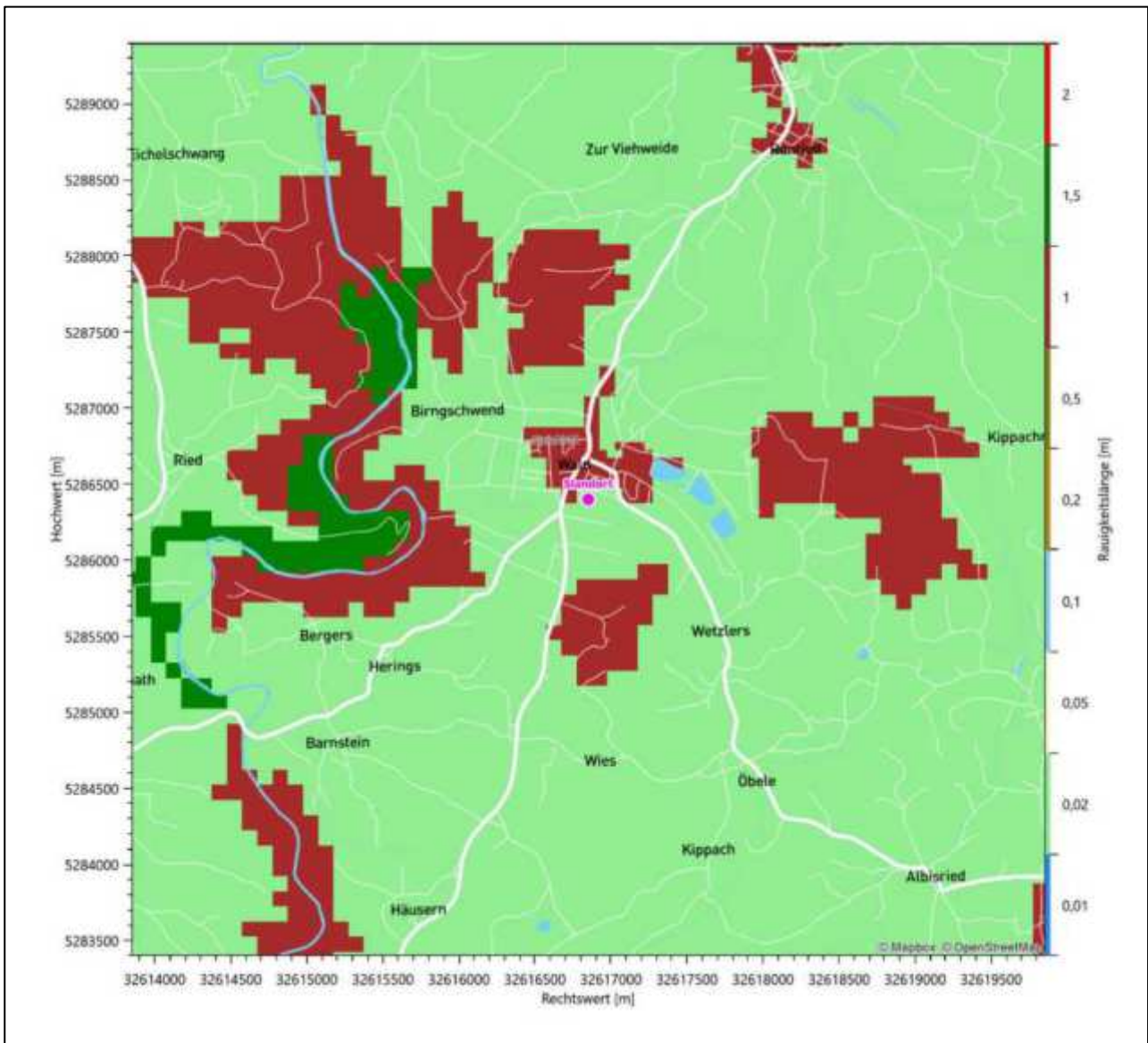


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

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 807 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch moderat gegliedert. Die Gemeinde Wald liegt naturräumlich am östlichen Ausläufer des *Kempter Waldes*, der hier in die *Lech-Vorberge mit Oberlauf des Lech* eingebettet ist. Der Kempter Wald hat eine Höhe von etwa 800 bis 940 m über NHN. Die Landschaft ist hauptsächlich aus eiszeitlichen Moränenzügen aufgebaut. Im Osten quert die Wertach stark mäandrierend das Gebiet. Auch die Landschaft der Lech-Vorberge ist von Moränenmaterial dominiert. Das stark gewundene Lechtal ist 60 bis 80 m tief in die Grundmoräne eingeschnitten.

Die Wertach fließt 1,1 km westlich des Standortes auf einem Niveau von 767 m über NHN. Sie kommt aus Süden, bildet im Westen Walds markante Schlingen und wendet sich nördlich nach Osten bzw. Nordosten.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

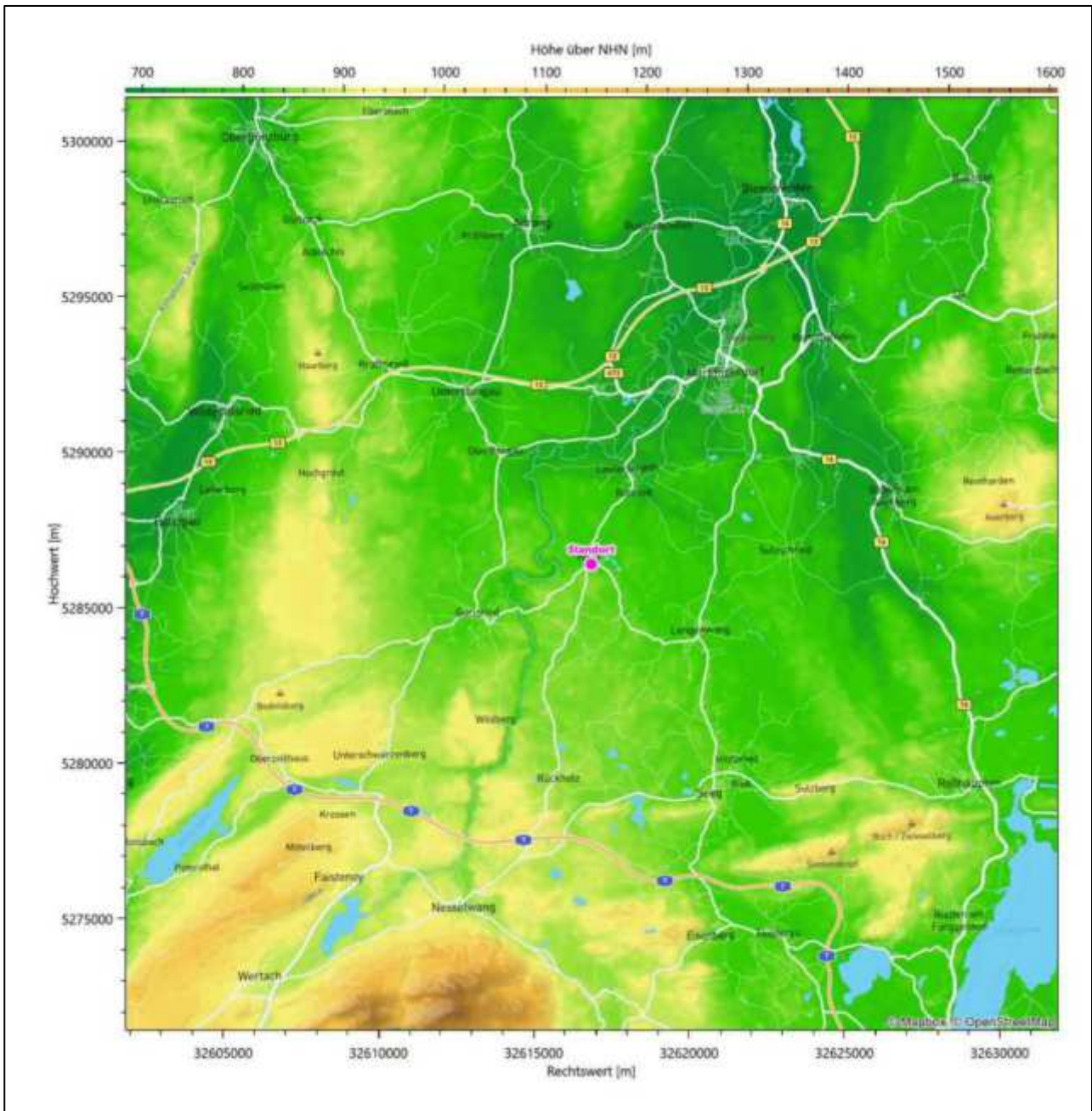


Abbildung 5: Orographie um den Standort

3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition

3.1 Hintergrund

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

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

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

3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

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

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

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

3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall

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

Es ist erkennbar, dass in ungünstigen Positionen das Gütemaß bis auf Werte von 0,42 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von 0,90 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 1,7 km nordwestlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	32615850
HW	5287750

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

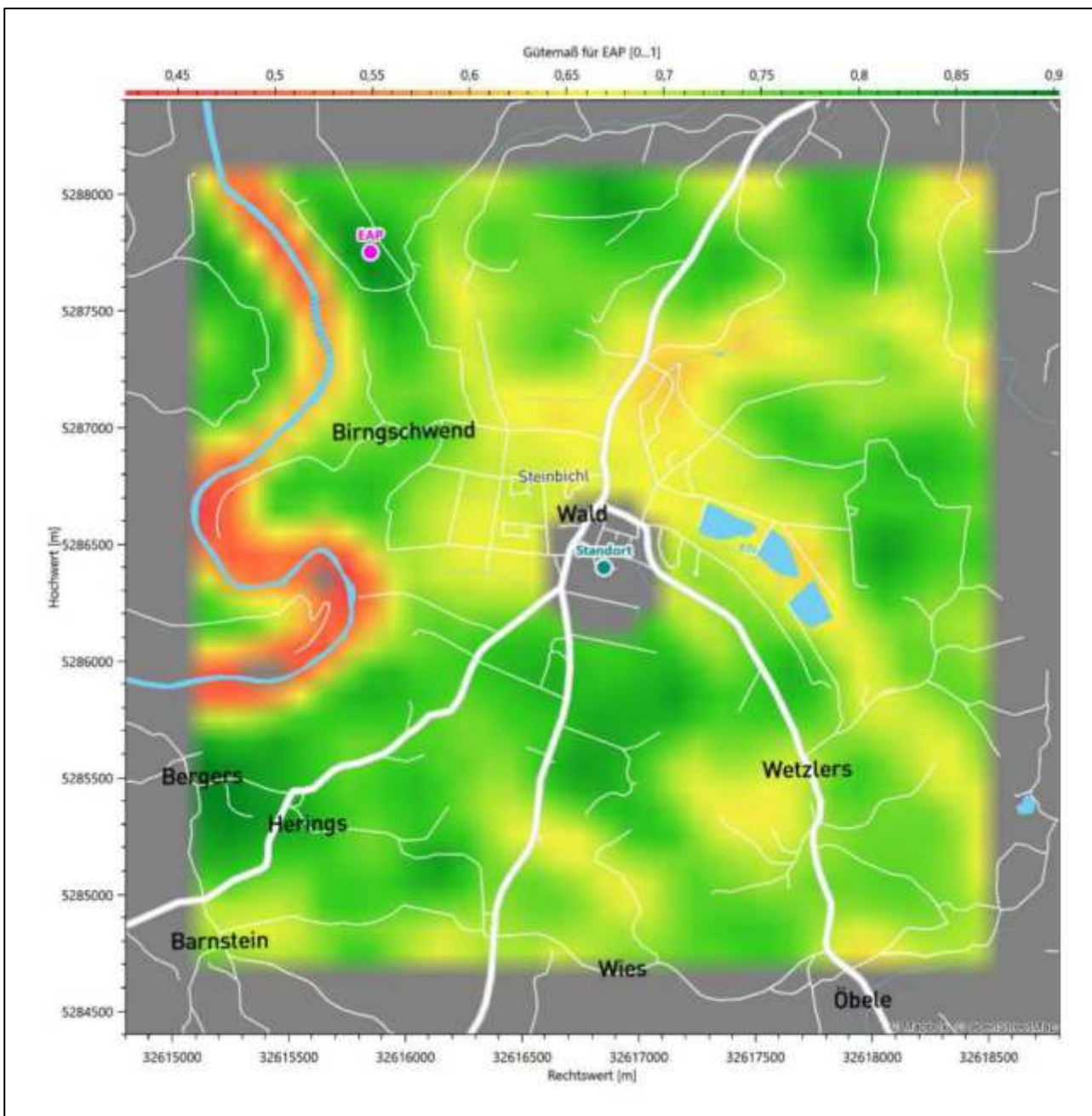


Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Die zweidimensionale Darstellung bezieht sich lediglich auf die ausgewertete Modellebene im Bereich von 11,4 m. Auf diese Höhe wurden im folgenden Abschnitt 0 die Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten bezogen, um vergleichbare Werte zu bekommen.

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

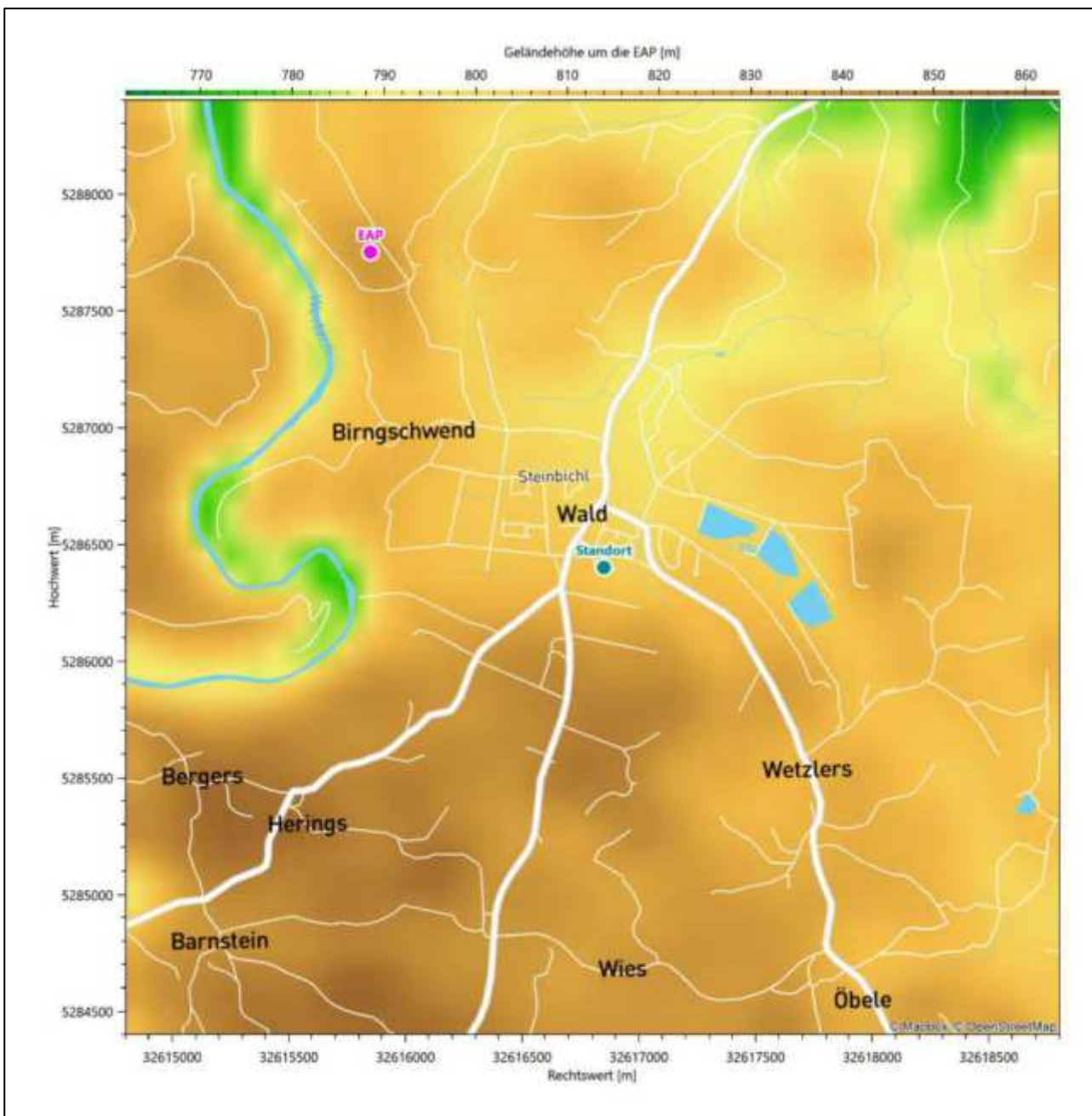


Abbildung 7: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort

Unter Vorwegnahme des später beschriebenen Sonderfalls (keine Bezugswindstation ist übertragbar, Bereitstellung von modellierten Daten) sei erwähnt, dass die hier ermittelte EAP im Sinne des Zielbereichs für die Übertragbarkeitsprüfung zu verstehen ist. Sie wird verwendet, um zu prüfen, ob auf diese Position eine Übertragung von Daten der Bezugswindstationen möglich ist.

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 Bayern 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.

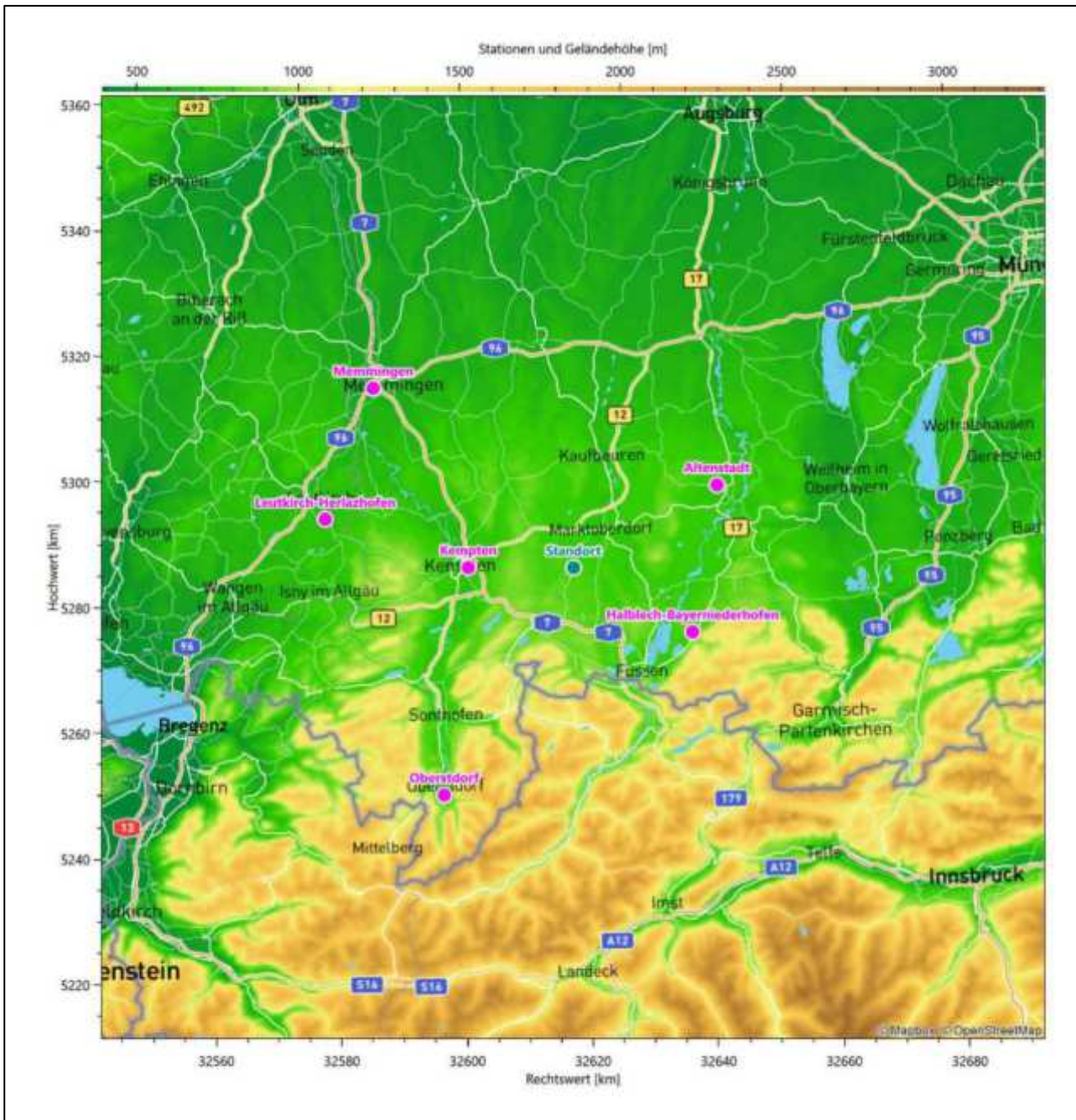


Abbildung 8: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

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
Kempton	2559	17	15,0	10,3348	47,7233	705	22.01.2007	12.01.2022
Halblech-Bayerniederhofen	15214	22	10,0	10,8076	47,6247	808	01.11.2013	12.01.2022
Altenstadt	125	26	10,0	10,8667	47,8342	756	08.01.2009	31.12.2021
Leutkirch-Herlazhofen	7403	40	10,0	10,0324	47,7955	672	02.04.2007	12.01.2022
Oberstdorf	3730	42	10,0	10,2759	47,3984	806	22.01.2007	12.01.2022
Memmingen	3244	43	10,0	10,1384	47,9820	615	13.05.2011	12.01.2022

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

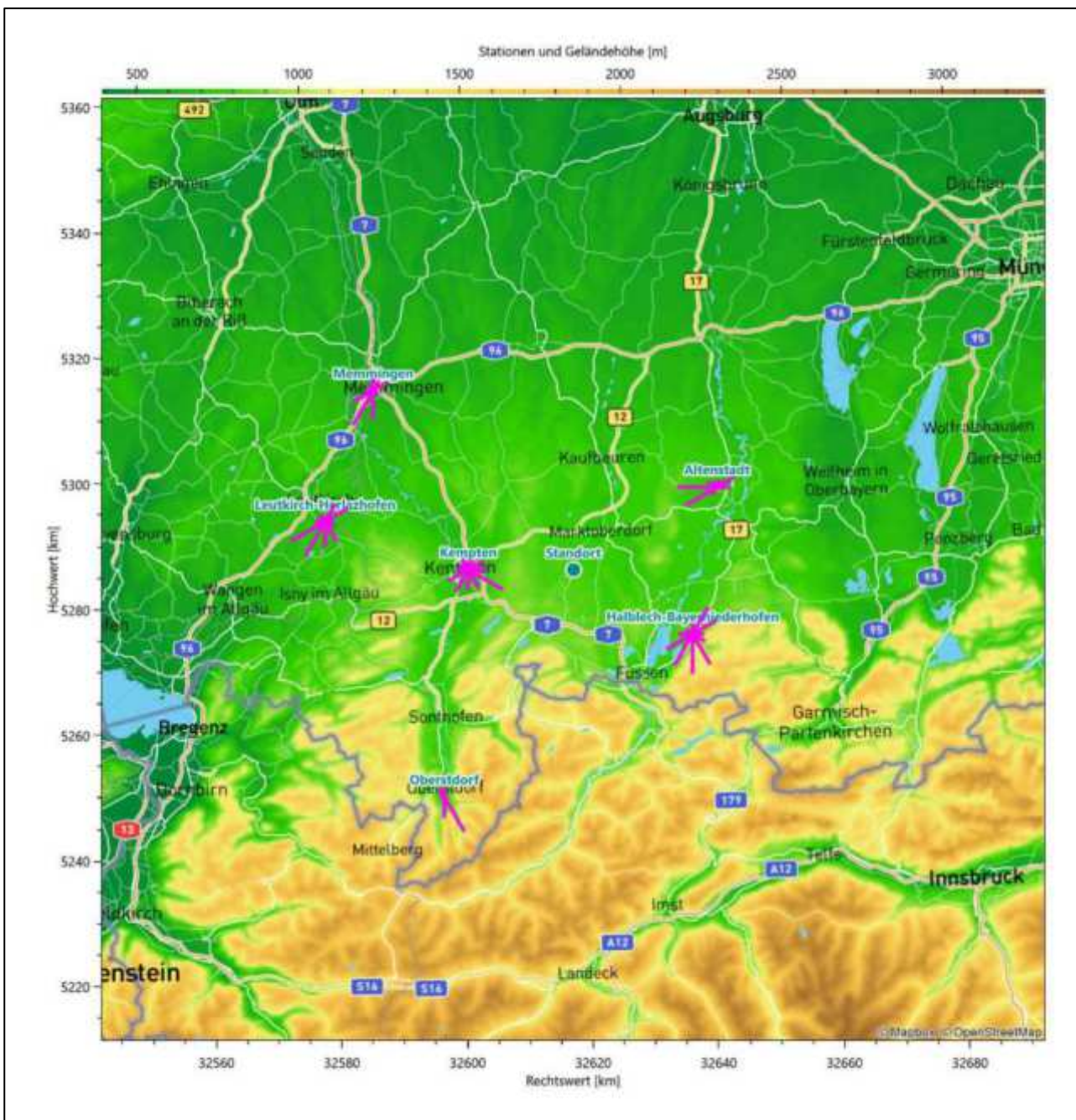


Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

Die Richtungsverteilungen der sechs Bezugswindstationen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Kempten hat sein Hauptmaximum aus Ost-Südost bei 120° . Ein breites und ausgeprägtes Nebenmaximum erscheint aus südwestlichen Richtungen. Zusätzlich deutet sich ein schwächeres Nebenmaximum aus Nord-Nordwesten an. Die Station Kempten liegt in der hügeligen Moränenlandschaft der Iller-Vorberge. Die Iller kommt aus Süd-Südwesten und verlässt das Stadtgebiet Kemptens nach Nord-Nordwesten. Kanalisierungseffekte am Talverlauf würden die breitere Streuung im Südwesten und das nordwestliche Maximum erklären. Kaltluftabflüsse aus dem im Südosten liegenden Kempter Wald verursachen wahrscheinlich das südöstliche Maximum mit.

Halblech-Bayerniederhofen hat das Hauptmaximum bei 180° aus Süden, die Hauptwindrichtung ist bei noch hohen Intensitäten breiter um dieses Zentrum gestreut. Ein dominantes Nebenmaximum liegt im Nordosten. Der nordwestliche Quadrant ist sehr intensitätsschwach. Halblech liegt im Naturraum der Lech-Vorberge mit dem Oberlauf des Lech, östlich davon schließt sich die Mittelgebirgslandschaft des Trauchgaus an, als nördlicher Abschluss des Ammergebirges, und erreicht Höhenlagen bis 1500 m über NHN. Der Lech kommt aus Süd-Südwesten und fließt nach Durchquerung des Foggensees nach Nord-Nordosten aus. Der Rand des Trauchgaus ist SW-NO-orientiert. Kanalisierungs- und Umströmungseffekte an diesen Gegebenheiten bedingen die Richtungscharakteristik der Station. Möglicherweise sorgt auch eine zusätzliche Land-See-Windzirkulation für eine weitere Streuung.

Altenstadt hat das Hauptmaximum bei 270° aus Westen und folgt ungefähr spiegelsymmetrisch einer 255° - 75° -Achse. Das Nebenmaximum kommt aus Ost-Nordosten. Die Verteilung erscheint relativ eng kanalisiert. Die Station Altenstadt liegt naturräumlich im Moränengebiet der Lech-Vorberge mit Oberlauf des Lech. Die Talniederung des Lech kommt aus Südwesten und biegt dann nach Nord-Nordwesten, später nach Norden ab. Im Nordwesten und Norden Altenstadts liegt ein WSW-ONO-streichender, bewaldeter Höhenzug, an dem möglicherweise eine weitere Kanalisierung erfolgt.

Leutkirch-Herlazhofen besitzt eine breite, von 240° bis 210° erstreckte südwestliche Hauptwindrichtung mit dem formalen Maximum bei 240° . Aus der gegenüberliegenden Richtung (Nordosten) kommt ein ausgeprägtes Nebenmaximum, und die Verteilung folgt genähert einer entsprechenden Achse von Südwest nach Nordost. Ein weiteres, allerdings schwaches Nebenmaximum deutet sich aus 150° an. Im Osten ist ein Minimum der Intensität zu verzeichnen.

Oberstdorf besitzt eine außergewöhnlich schmale Windrichtungsverteilung. Mit einem äußerst scharf definierten Hauptmaximum aus Süd-Südost bei 150° folgt die Verteilung einer Achse nach Nord-Nordwest, wo ein nur moderates Nebenmaximum liegt. Kanalisierungseffekte im engen Tal der Trettach mögen eine entscheidende Rolle spielen.

Memmingen hat das Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwesten und folgt relativ spiegelsymmetrisch einer Achse nach Nord-Nordosten. Das primäre Nebenmaximum kommt aus Ost-Nordosten. Schwache Minima erscheinen aus 120° und 300° . Die Station liegt im Naturraum der Unteren Felder des Unteren Illertals, dieser wird im Westen durch die Holzstöcke begleitet. Hierbei handelt es sich um schon zu Eiszeiten geformte Terrassenlandschaften der Iller. Kanalisierung am hier lokal SSW-NNO-orientierten Illertal besorgt dann die beobachtete Richtungscharakteristik der Station.

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 Rauiglängelänge für das gesamte Modellgebiet (so gefordert von der TA Luft im Kontext von Ausbreitungsrechnungen nach Anhang 2) wurde hier eine örtlich variable Rauiglängelänge angesetzt, um die veränderliche

Landnutzung im großen Rechengebiet möglichst realistisch zu modellieren. Die folgende Abbildung zeigt die orts aufgelösten Windrichtungsverteilungen, die für das Untersuchungsgebiet ermittelt wurden.

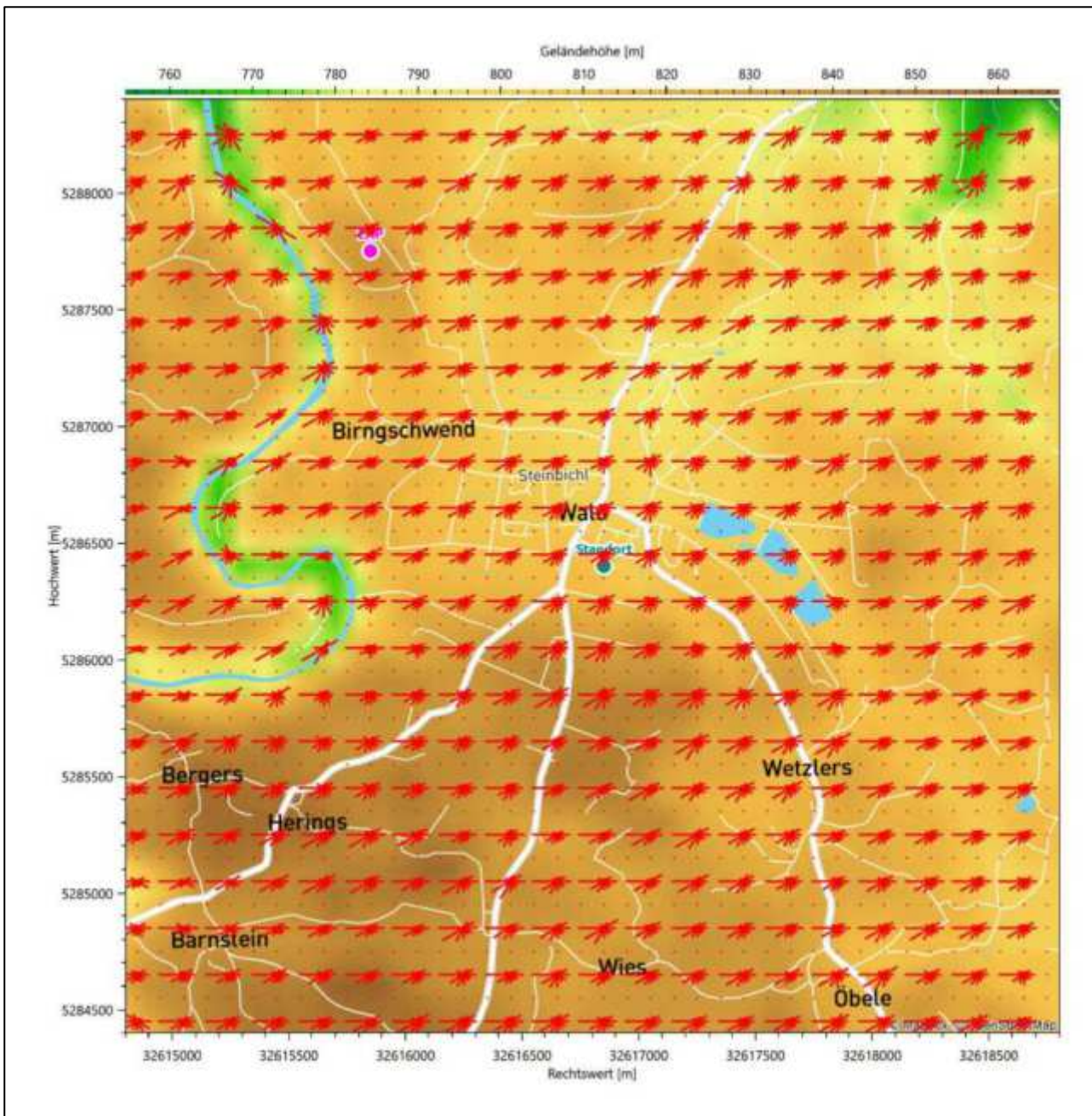


Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet

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

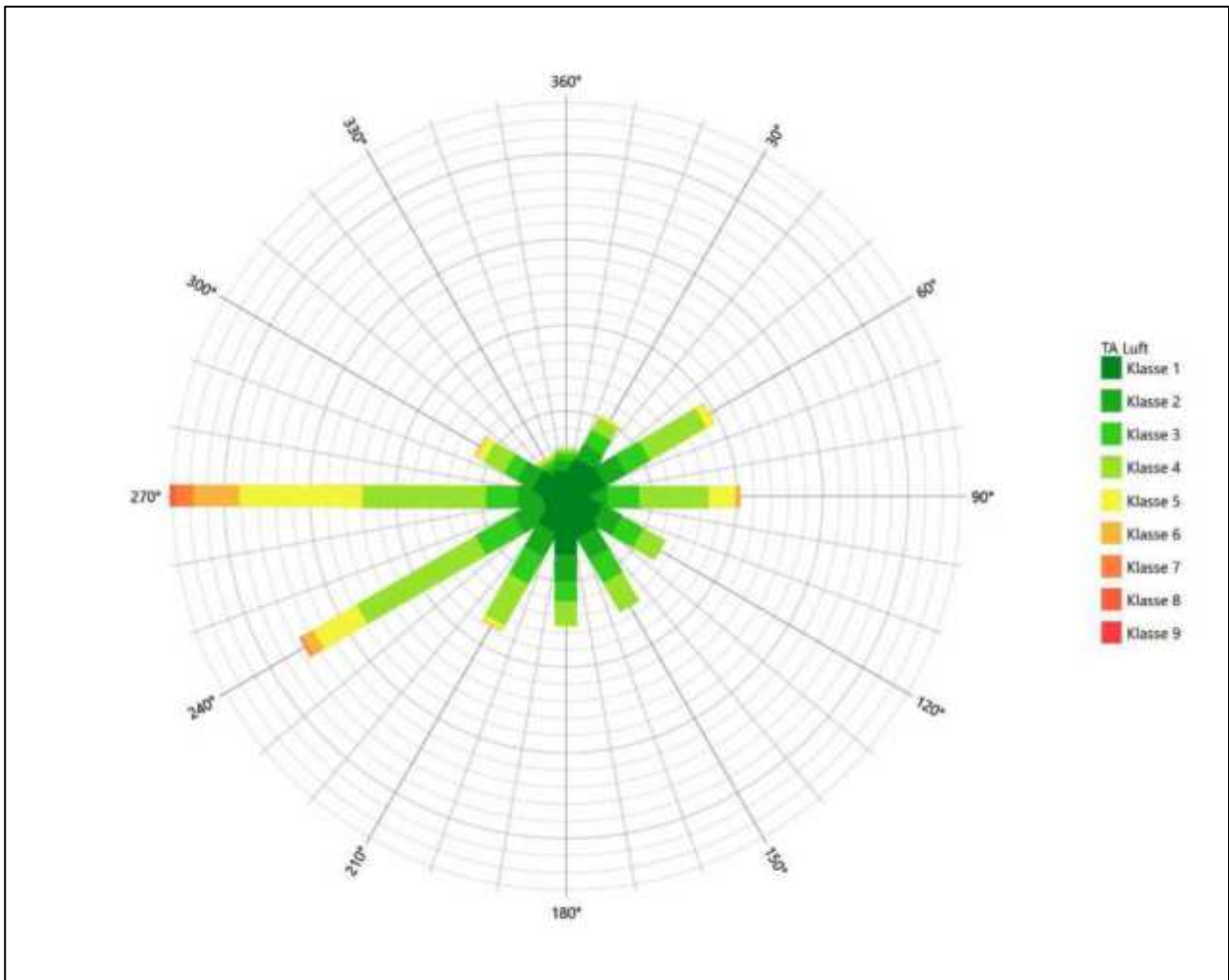


Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition

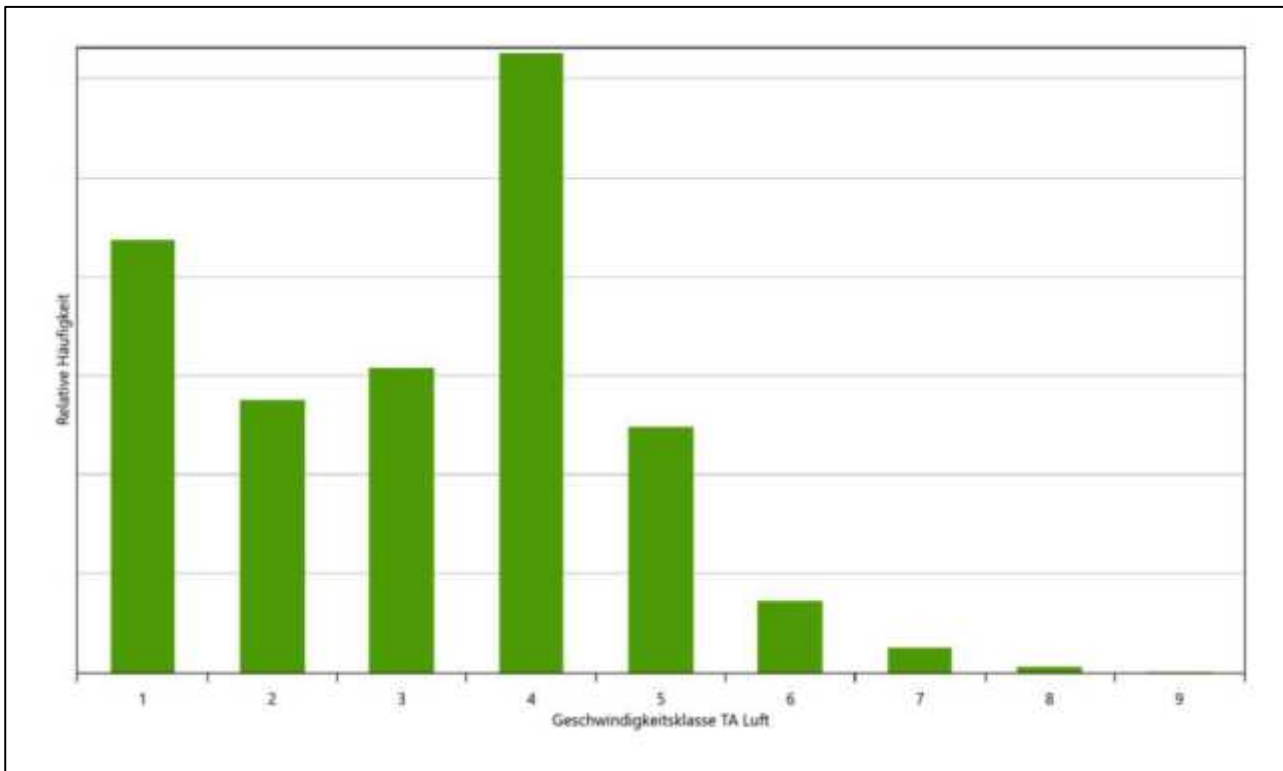


Abbildung 12: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition

Als Durchschnittsgeschwindigkeit ergibt sich der Wert 2,57 m/s.

Für das Gebiet um die EAP wurde in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] eine aerodynamisch wirkungsvolle Rauigkeitslänge ermittelt. Dabei wurde die Rauigkeit für die in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 (Tabelle 3) tabellierten Werte anhand der Flächennutzung sektorenweise in Entfernungsabständen von 100 m bis zu einer Maximalentfernung von 3000 m bestimmt und mit der Windrichtungshäufigkeit für diesen Sektor (10° Breite) gewichtet gemittelt. Dabei ergab sich ein Wert von 0,23 m.

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

Um die Windgeschwindigkeiten für die EAP und die betrachteten Bezugswindstationen vergleichen zu können, sind diese auf eine einheitliche Höhe über Grund und eine einheitliche Bodenrauigkeit umzurechnen. Dies geschieht mit einem Algorithmus, der in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] veröffentlicht wurde. Als einheitliche Rauigkeitslänge bietet sich der tatsächliche Wert im Umfeld der EAP an, hier 0,23 m. Als einheitliche Referenzhöhe sollte nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] ein Wert Anwendung finden, der weit genug über Grund und über der Verdrängungshöhe (im Allgemeinen das Sechsfache der Bodenrauigkeit) liegt. Hier wurde ein Wert von 11,4 m verwendet.

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

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

Station	Richtungsmaximum [°]	mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	Schwachwindhäufigkeit [%]	Rauigkeitslänge [m]
EAP	270	2,57	13,7	0,233
Kempten	120	2,32	9,2	0,741
Halblech-Bayerniederhofen	180	2,29	15,1	0,049
Altenstadt	270	5,07	2,3	0,767
Leutkirch-Herlazhofen	210	2,37	24,2	0,035
Oberstdorf	150	1,84	18,5	0,082
Memmingen	210	2,57	11,0	0,089

Die Lage des Richtungsmaximums ergibt sich aus der graphischen Darstellung. Für die mittlere Windgeschwindigkeit wurden die Messwerte der Stationen von der tatsächlichen Geberhöhe auf eine einheitliche Geberhöhe von 11,4 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 0,23 m umgerechnet. Auch die Modellrechnung für die EAP bezog sich auf diese Höhe. Die Schwachwindhäufigkeit ergibt sich aus der Anzahl von (höhenkorrigierten bzw. berechneten) Geschwindigkeitswerten kleiner oder gleich 1,0 m/s.

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

4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen

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

Für die EAP liegt formal das Windrichtungsmaximum bei 270° aus Westen, wobei die Verteilung einer Achse von 255° nach 75° folgt. Ein Nebenmaximum zeichnet sich aus östlicher Richtung ab. Nordwestliche bzw. südöstliche Richtungen sind intensitätsschwach. Das globale Minimum wird im Norden erwartet. Mit Ausnahme der westlichen und west-südwestlichen Komponenten bleiben die durchschnittlichen Intensitäten meist unter 1/3 der Maximalhäufigkeit. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

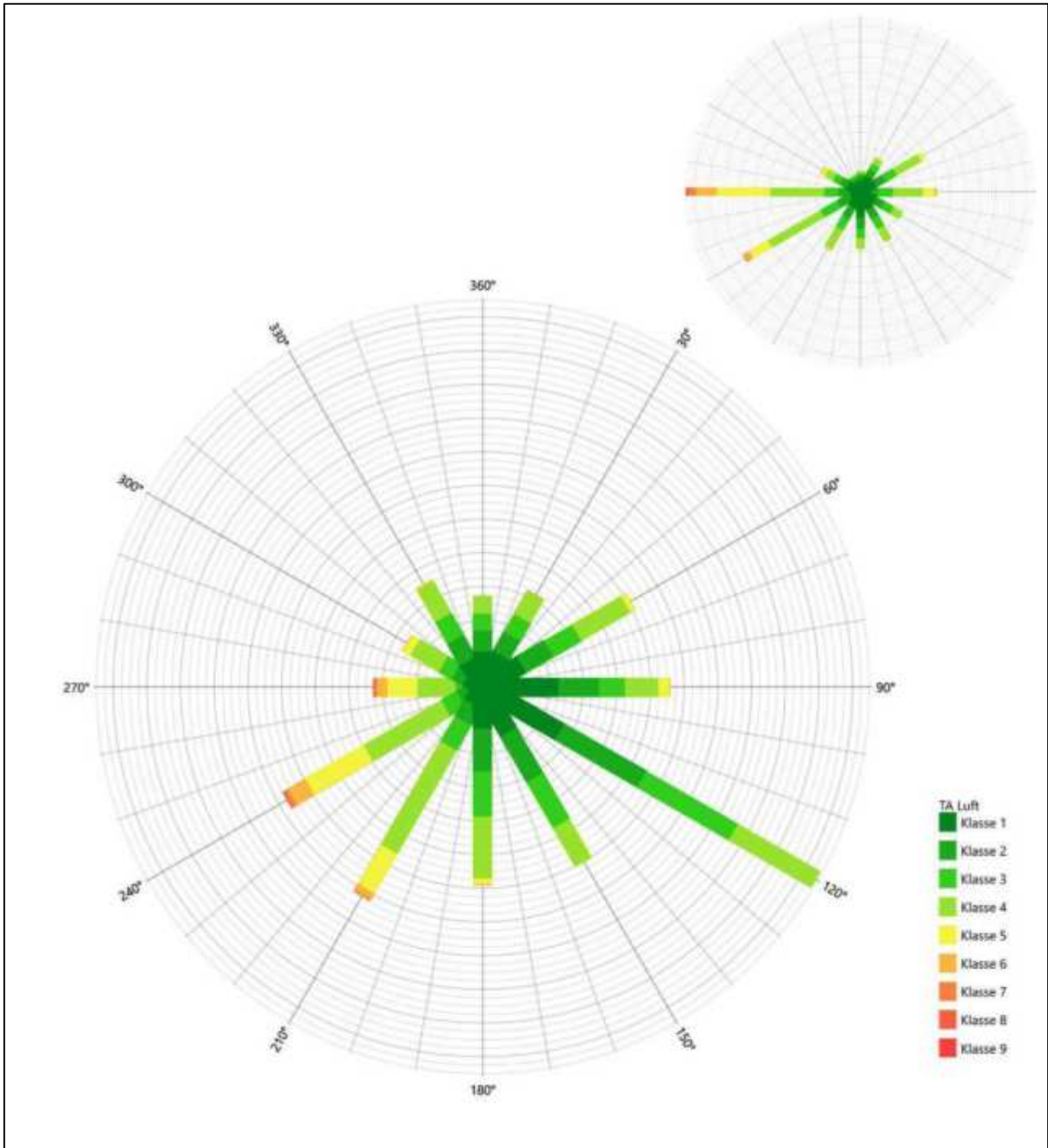


Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Kempten mit dem Erwartungswert

Die Station Kempten hat das formale Hauptmaximum bei 120° aus ost-Südosten nicht mehr in benachbarten 30°-Richtungssektoren zum Erwartungswert an der EAP. Die Station kann nicht übertragen werden.

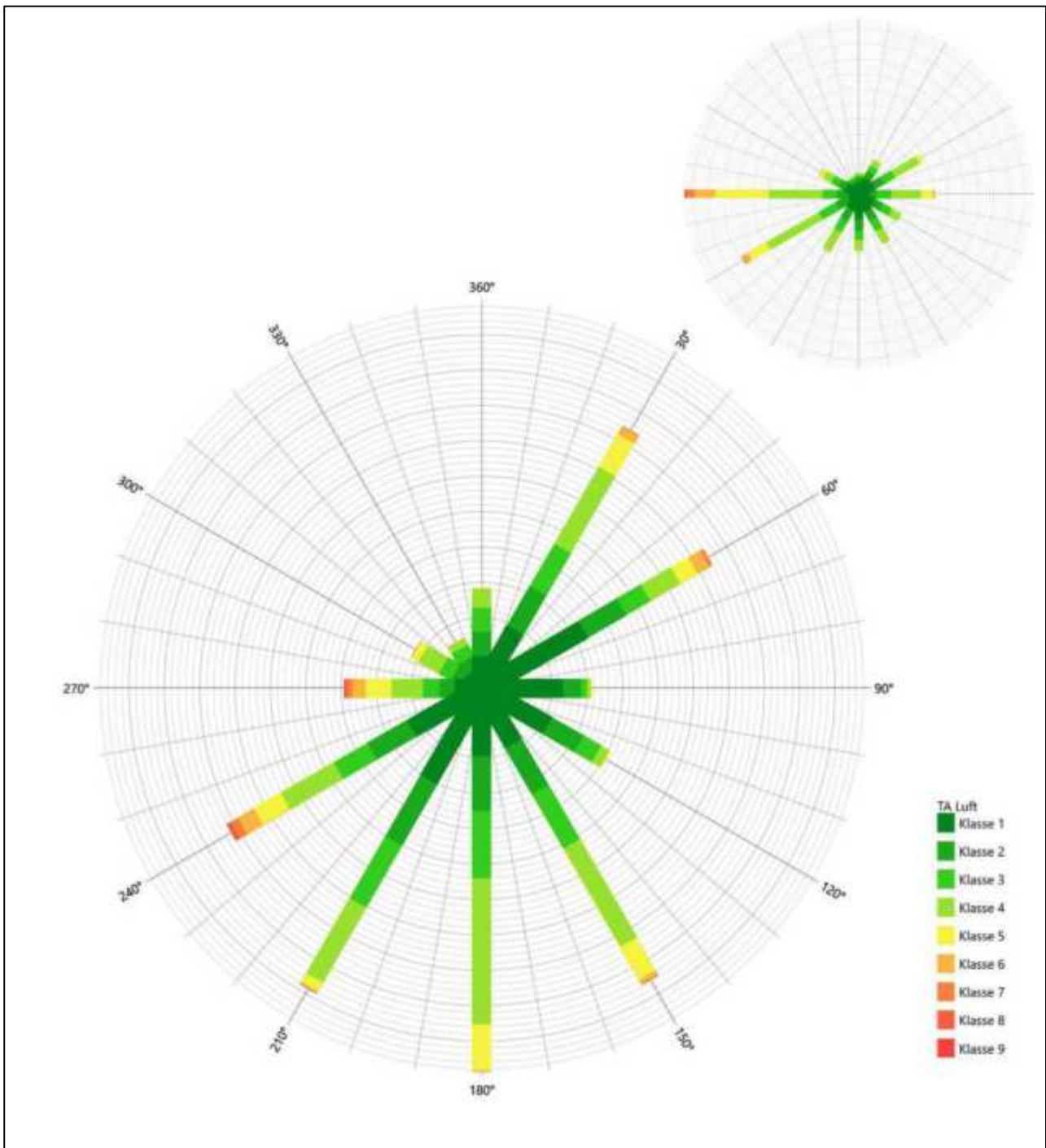


Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Halblech-Bayerniederhofen mit dem Erwartungswert

Die Station Halblech-Bayerniederhofen hat das formale Hauptmaximum bei 180° aus Süden nicht mehr in benachbarten 30°-Richtungssektoren zum Erwartungswert an der EAP. Auch diese Station kann nicht übertragen werden.

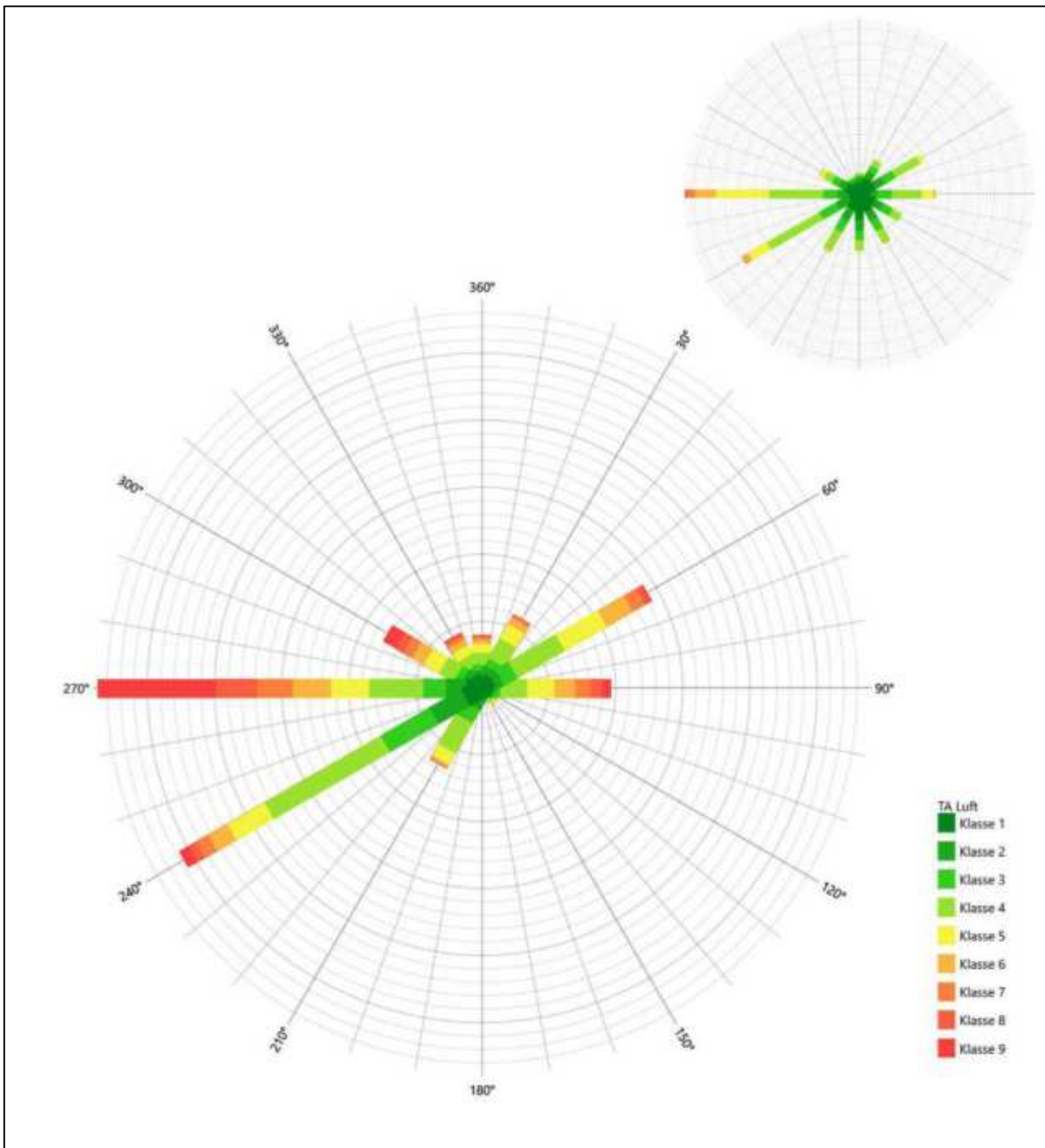


Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Altstadt mit dem Erwartungswert

Altstadt hat das formale Hauptmaximum bei 270° aus Westen genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Die Hauptanströmung ist adäquat abgebildet. Das ost-nordöstliche Nebenmaximum liegt noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zur EAP. Der Schwerpunkt der Nebenanströmung ist aber wiedergegeben. Hier kann eine befriedigende Eignung zur Übertragung festgestellt werden.

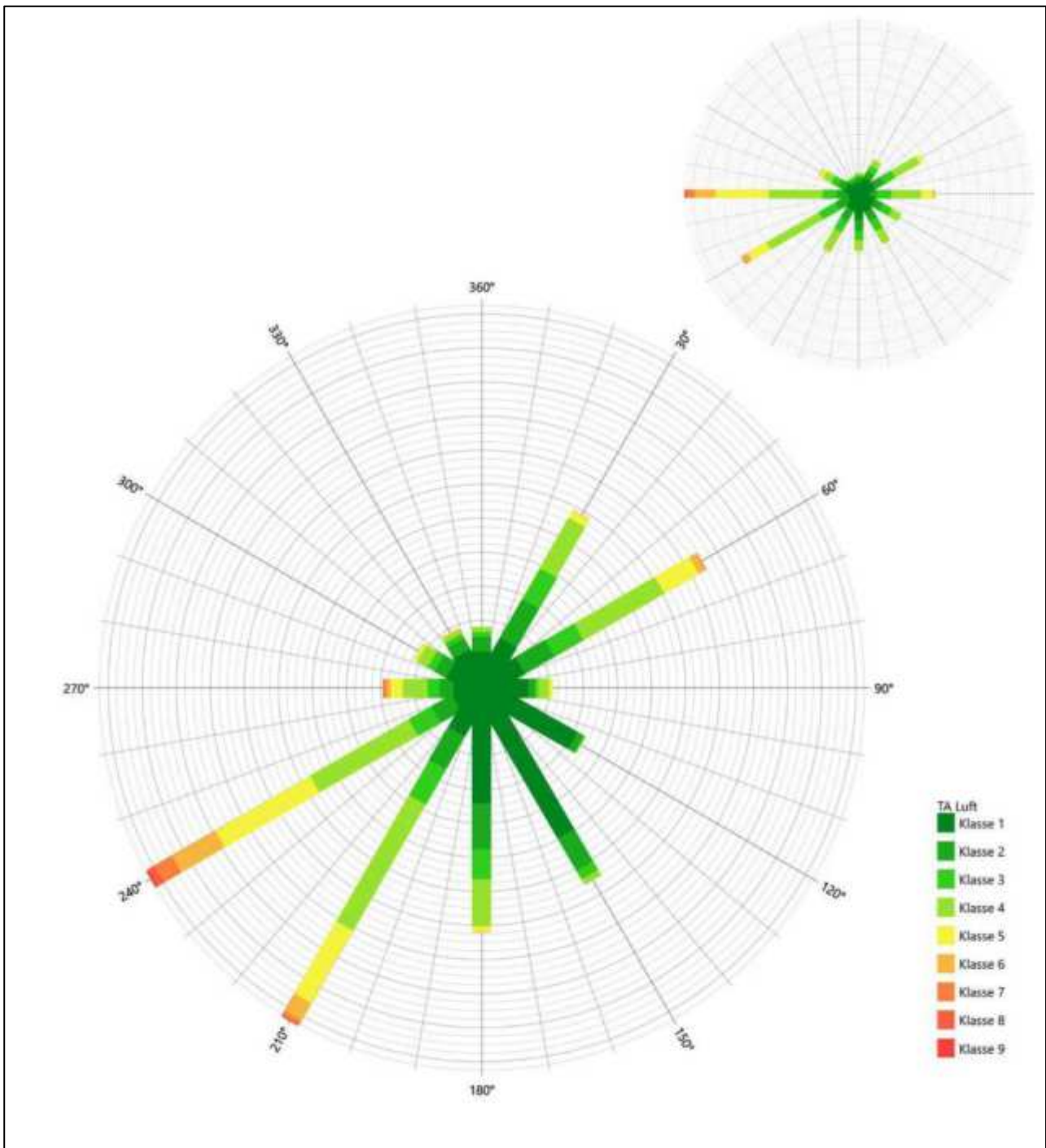


Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Leutkirch-Herlazhofen mit dem Erwartungswert

Die Station Leutkirch-Herlazhofen hat das formale Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwesten nicht mehr in benachbarten 30°-Richtungssektoren zum Erwartungswert an der EAP. Sie eignet sich zur Übertragung nicht.

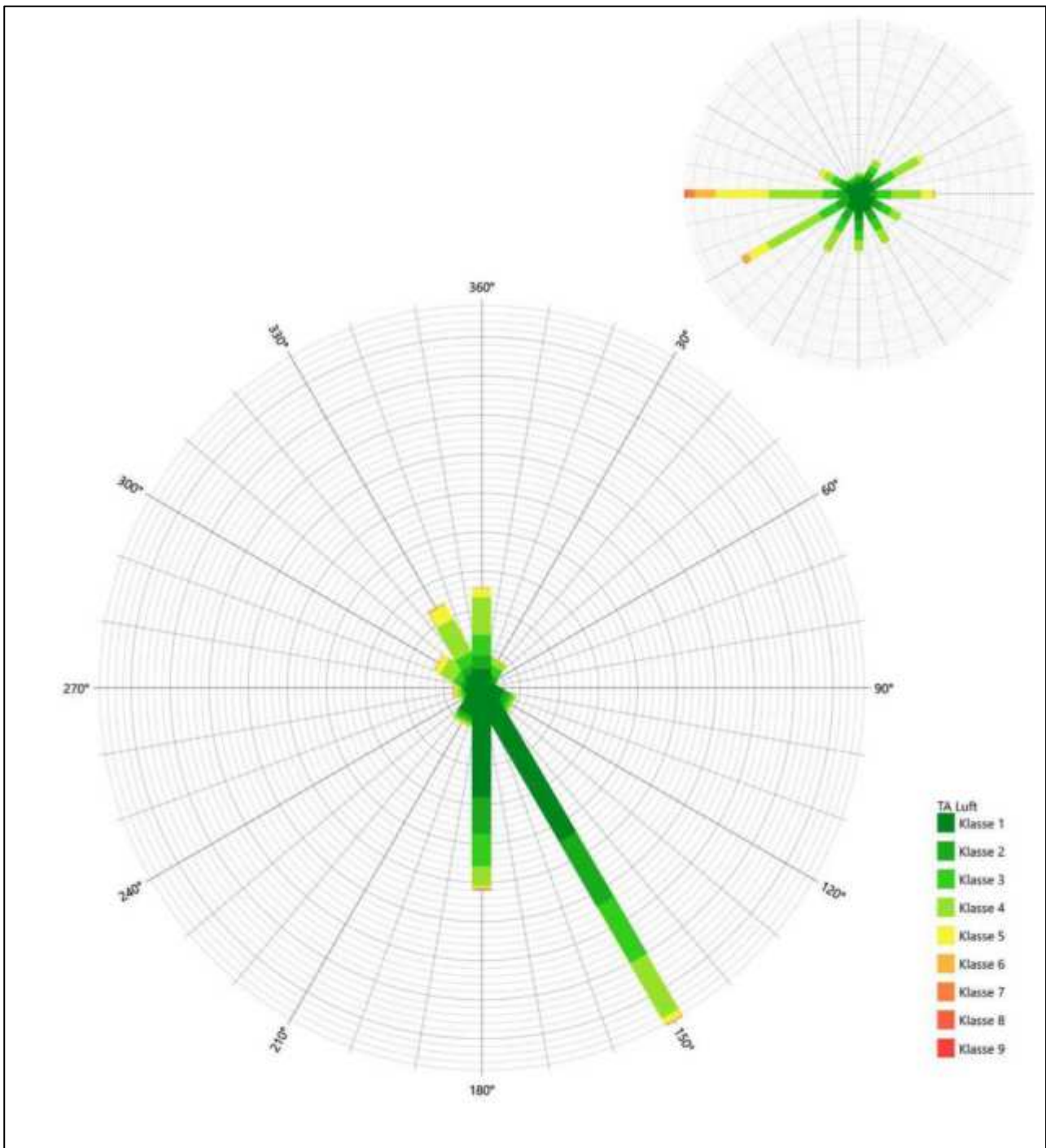


Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Oberstdorf mit dem Erwartungswert

Die Station Oberstdorf hat das formale Hauptmaximum singular scharf bei 150° aus Süd-Südosten nicht mehr in benachbarten 30°-Richtungssektoren zum Erwartungswert an der EAP. Hier ist ebenfalls keine Übertragbarkeit gegeben.

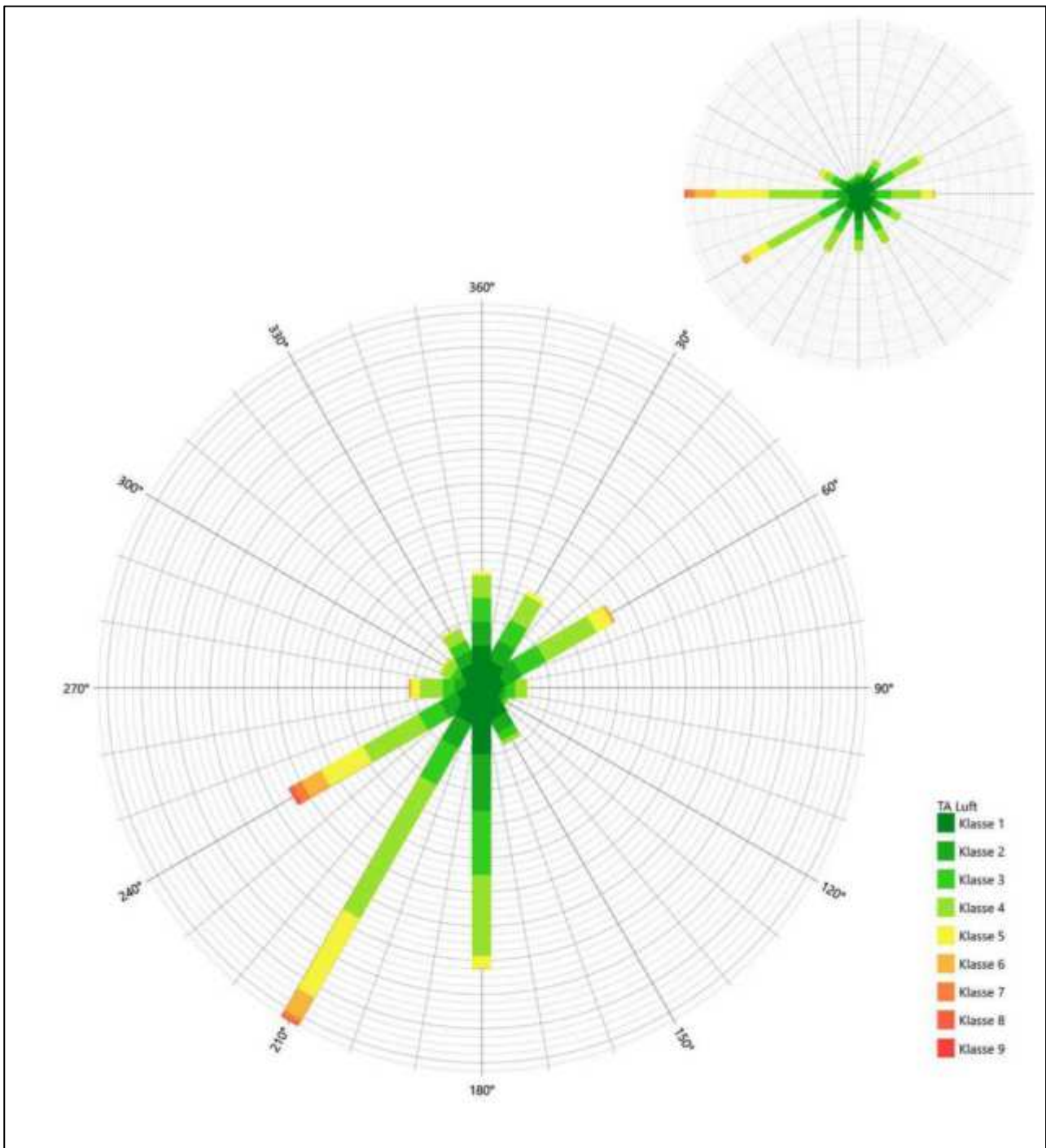


Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Memmingen mit dem Erwartungswert

Die Station Memmingen hat das formale Hauptmaximum bei 210° aus West-Südwesten nicht mehr in benachbarten 30°-Richtungssektoren zum Erwartungswert an der EAP. Die Station eignet sich zur Übertragung nicht.

Bis auf die Station Altstadt, die eine befriedigende Bewertung der Windrichtungsverteilung erreicht, sind alle weiteren, hier aufgeführten Bezugswindstationen zur Übertragung ungeeignet.

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
Altenstadt	+++
Kempten	-
Halblech-Bayerniederhofen	-
Leutkirch-Herlazhofen	-
Oberstdorf	-
Memmingen	-

4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen

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

Einen Erwartungswert für die mittlere Geschwindigkeit an der EAP liefert das hier verwendete prognostische Modell. In der Referenzhöhe 11,4 m werden an der EAP 2,57 m/s erwartet.

Als beste Schätzung der mittleren Windgeschwindigkeit an der EAP wird im Weiteren der gerundete Wert 2,6 m/s zu Grunde gelegt.

Dem kommen die Werte von Kempten, Halblech-Bayerniederhofen, Leutkirch-Herlazhofen und Memmingen mit 2,3 m/s, 2,3 m/s, 2,4 m/s bzw. 2,6 m/s (auch wieder bezogen auf 11,4 m Höhe und die EAP-Rauigkeit von 0,23 m) sehr nahe. Sie zeigen eine Abweichung von nicht mehr als $\pm 0,5$ m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Oberstdorf liegt mit einem Wert von 1,8 m/s noch innerhalb einer Abweichung von $\pm 1,0$ m/s, was noch eine ausreichende Übereinstimmung darstellt.

Die Station Altenstadt liegt mit 5,1 m/s deutlich höher und außerhalb von $\pm 1,0$ m/s Abweichung und ist nicht mehr als übereinstimmend anzusehen.

Aus Sicht der Windgeschwindigkeitsverteilung sind also Kempten, Halblech-Bayerniederhofen, Leutkirch-Herlazhofen und Memmingen gut für eine Übertragung geeignet. Oberstdorf zeigt eine noch ausreichende Übereinstimmung. Altenstadt ist 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 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Kempton	++
Halblech-Bayerniederhofen	++
Leutkirch-Herlazhofen	++
Memmingen	++
Oberstdorf	+
Altenstadt	-

4.6 Auswahl der Bezugswindstation

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

Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen

Bezugswindstation	Bewertung gesamt	Bewertung Richtungsverteilung	Bewertung Geschwindigkeitsverteilung
Altenstadt	-	+++	-
Kempton	-	-	++
Halblech-Bayerniederhofen	-	-	++
Leutkirch-Herlazhofen	-	-	++
Memmingen	-	-	++
Oberstdorf	-	-	+

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 keine der Stationen eine Eignung für die Übertragung befunden werden konnte. Somit liegt ein Sonderfall vor, der es rechtfertigt, modellierte Daten zu verwenden.

5 Modellierung der Meteorologie im Untersuchungsgebiet

Die oben durchgeführte Untersuchung zur Repräsentativität meteorologischer Daten folgte der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7]. Diese Richtlinie beschreibt ein Prüfverfahren, bei dem unter anderem die Messdaten verschiedener Bezugswindstationen mit Erwartungswerten für Windrichtung und Windgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet verglichen werden. Diese Erwartungswerte können mit Modellrechnungen ermittelt werden.

Für den Sonderfall, dass keine der Bezugswindstationen als übertragbar befunden wird, sieht VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 vor, dass auch modellierte Daten für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft verwendet werden können.

Somit greifen die in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 beschriebenen Verfahren an zwei Stellen auf eine Modellierung der meteorologischen Situation im Untersuchungsgebiet zurück. Das vorliegende Dokument verwendet für diese Modellierung ein hochwertiges prognostisches Windfeldmodell, das nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 7 evaluiert ist. Der Modellansatz, die konkret für das Untersuchungsgebiet erhaltenen Daten sowie deren weitere Verwendung zur Prüfung auf Repräsentativität sind in den folgenden Abschnitten beschrieben.

5.1 Modellansatz

Zur Modellierung der Daten wurde ein zweistufiges Verfahren verwendet, dessen prinzipielle Eignung beispielsweise mit dem LUBW in Baden-Württemberg und dem LfULG in Sachsen abgestimmt wurde. Dieses Verfahren verwendet die REA6-Reanalysedaten des Deutschen Wetterdienstes (Schritt 1) als Antriebsdaten für eine genestete prognostische Windfeldmodellierung (Schritt 2). Die Reanalysedaten werden dabei weiterverarbeitet, wobei durch die prognostische Modellierung im wesentlich feiner aufgelösten Gitter von Orographie und Landnutzung sich auch eine verbesserte räumliche Repräsentativität der dabei erhaltenen Daten ergibt. Je nach Art der prognostischen Modellierung können die modellierten Daten auch lokale Kaltluft abbilden und sind damit lokal repräsentativ.

Die auf diese Weise erhaltenen lokal und räumlich repräsentativen Daten werden danach einer zeitlichen Betrachtung unterzogen um sicherzustellen, dass der letztlich erzeugte Datensatz (Ausbreitungsklassenzeitreihe oder Ausbreitungsklassenstatistik) auch zeitlich repräsentativ ist.

Die folgende Grafik zeigt den prinzipiellen Ablauf des Verfahrens in Bezug auf räumliche und zeitliche Repräsentativität.

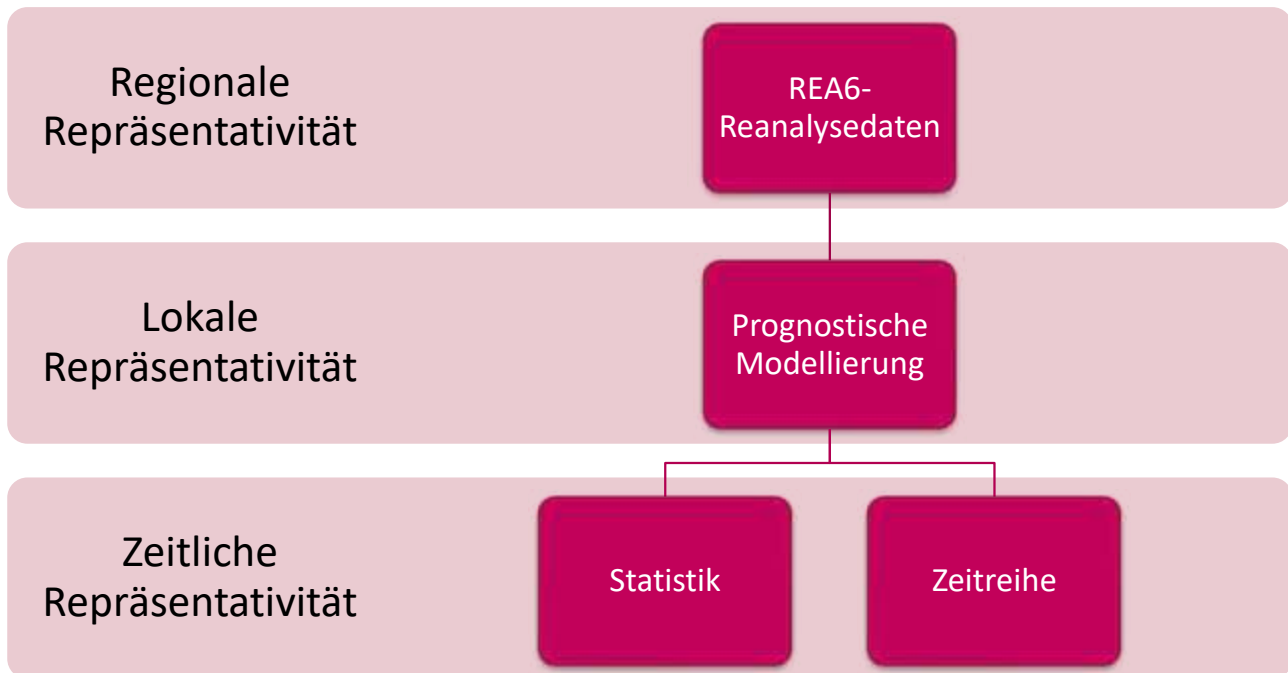


Abbildung 19: Ablauf der Erzeugung modellierter Daten in Bezug auf regionale, lokale und zeitliche Repräsentativität

Die einzelnen Verfahrensschritte sind in Abbildung 20 dargestellt.

Die Ersatzanemometerposition (EAP) wird für die modellierten Daten so gewählt, dass sie den meteorologischen Verhältnissen am Standort selbst so gut wie möglich entspricht, wobei um den Standort ein kreisförmiges Gebiet ausgespart wird. Dies ist sinnvoll, da für Ausbreitungsrechnungen die EAP nicht im Einflussbereich von umströmten Hindernissen liegen soll, falls solche berücksichtigt werden.

Um den REA6-Reanalysedaten im hier vorgestellten Verfahren die lokale Beeinflussung aufzuprägen, wird eine prognostische Modellrechnung durchgeführt. Dabei dienen die REA6-Reanalysedaten als Antrieb für die genestete prognostische Modellrechnung. Auf diese Weise ist im Rahmen der Möglichkeiten einer prognostischen Modellierung sichergestellt, dass die EAP genau die Windverhältnisse „spürt“, die sich lokal bei einer durch die REA6-Reanalysedaten bestimmten regional repräsentativen Anströmung ergeben.

Die damit für die EAP lokal repräsentativ erhaltenen meteorologischen Daten werden zu einer Zeitreihe aneinandergesetzt. Für die Erzeugung von modellierten meteorologischen Daten können zwei grundsätzliche Ansätze unterschieden werden:

1. Klassifizierung der meteorologischen Situationen und statistische Auswertung hin zu einer Ausbreitungsklassenstatistik
2. Zeitliche Aneinanderreihung der meteorologischen Situationen hin zu einer Ausbreitungsklassenzeitreihe

Für den ersten Fall wird eine Ausbreitungsklassenstatistik erzeugt, die Datensätze aus typischerweise zehn Jahren umfasst. Damit ist deren zeitliche Repräsentativität gegeben.

Für den zweiten Fall ist in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] ein zusammenhängender Gesamtzeitraum von wenigstens fünf Jahren zu erzeugen, dessen Beginn nicht weiter als 15 Jahre zurückliegt. Aus diesem Gesamtzeitraum ist ein repräsentatives Jahr zu bestimmen.

Die einzelnen Abschnitte bei der Erzeugung modellierter meteorologischer Daten sind in der folgenden Abbildung zusammenfassend dargestellt.



Abbildung 20: Sequenzieller Ablauf bei der Erzeugung modellierter Daten

Eine ausführliche Verfahrensbeschreibung mit Aussagen auch zur Qualitätssicherung sowie zahlreichen Beispielen ist auf der Webseite der IFU GmbH zu finden.

5.2 Ergebnisse der Windfeldmodellierung im Untersuchungsgebiet

Die Modellierung der meteorologischen Situation wurde mit einer Gitterauflösung von 100 m durchgeführt. Für die Windrichtungsverteilung ergibt das im Untersuchungsgebiet das folgende Bild.

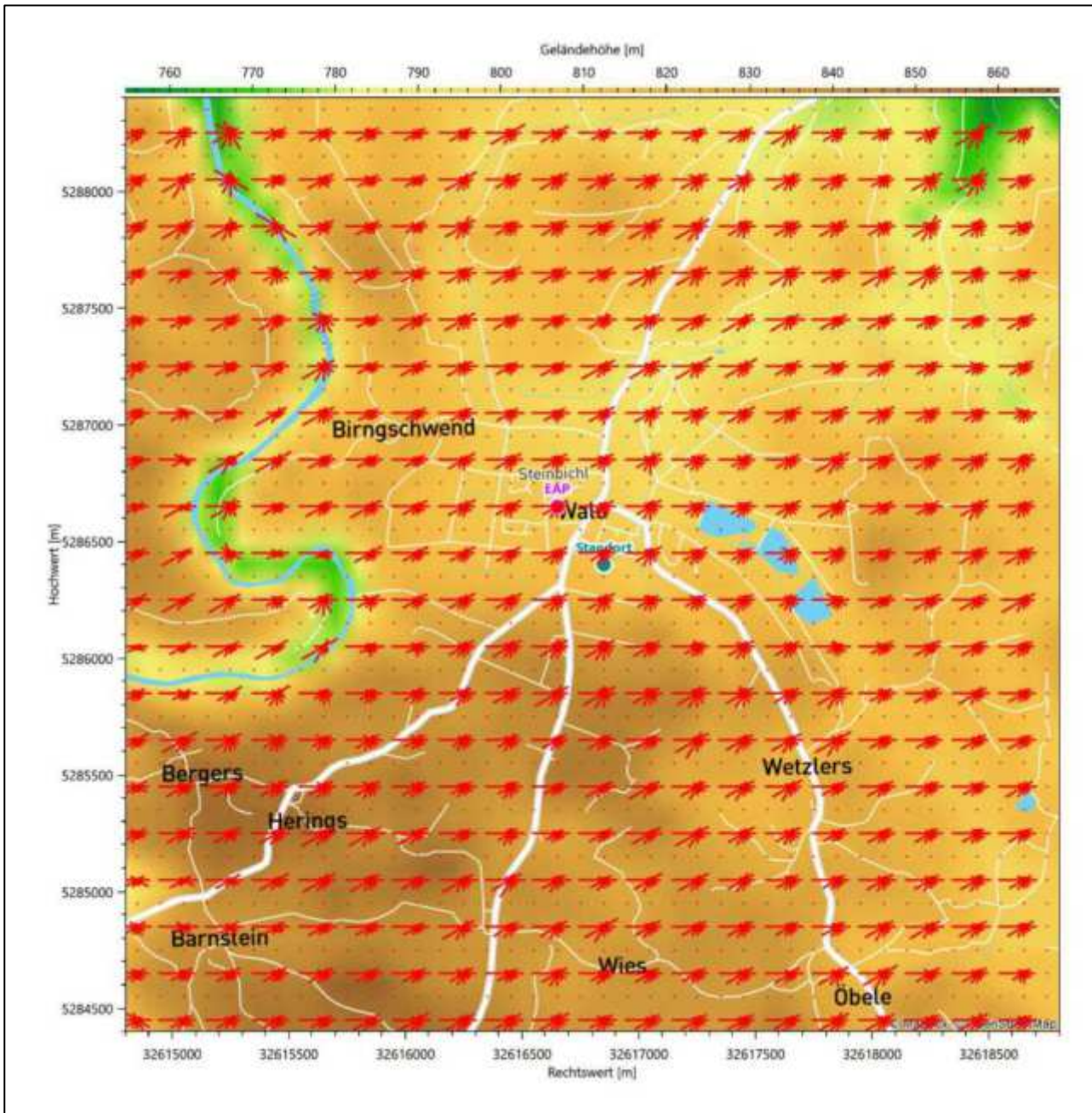


Abbildung 21: Modellierung der Windrichtungsverteilung mit Standort und EAP im Untersuchungsgebiet

Der mit „EAP“ bezeichnete Punkt wurde wie weiter oben beschrieben festgelegt, um einen Aufpunkt zu haben, der möglichst den meteorologischen Verhältnissen am Standort entspricht. Diese EAP liegt 320 m nordwestlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 8: UTM-Koordinaten der Ersatzanemometerposition für die modellierten Daten

RW	32616650
HW	5286650

Die Verteilungen von Windrichtung und Windgeschwindigkeit der modellierten Daten sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

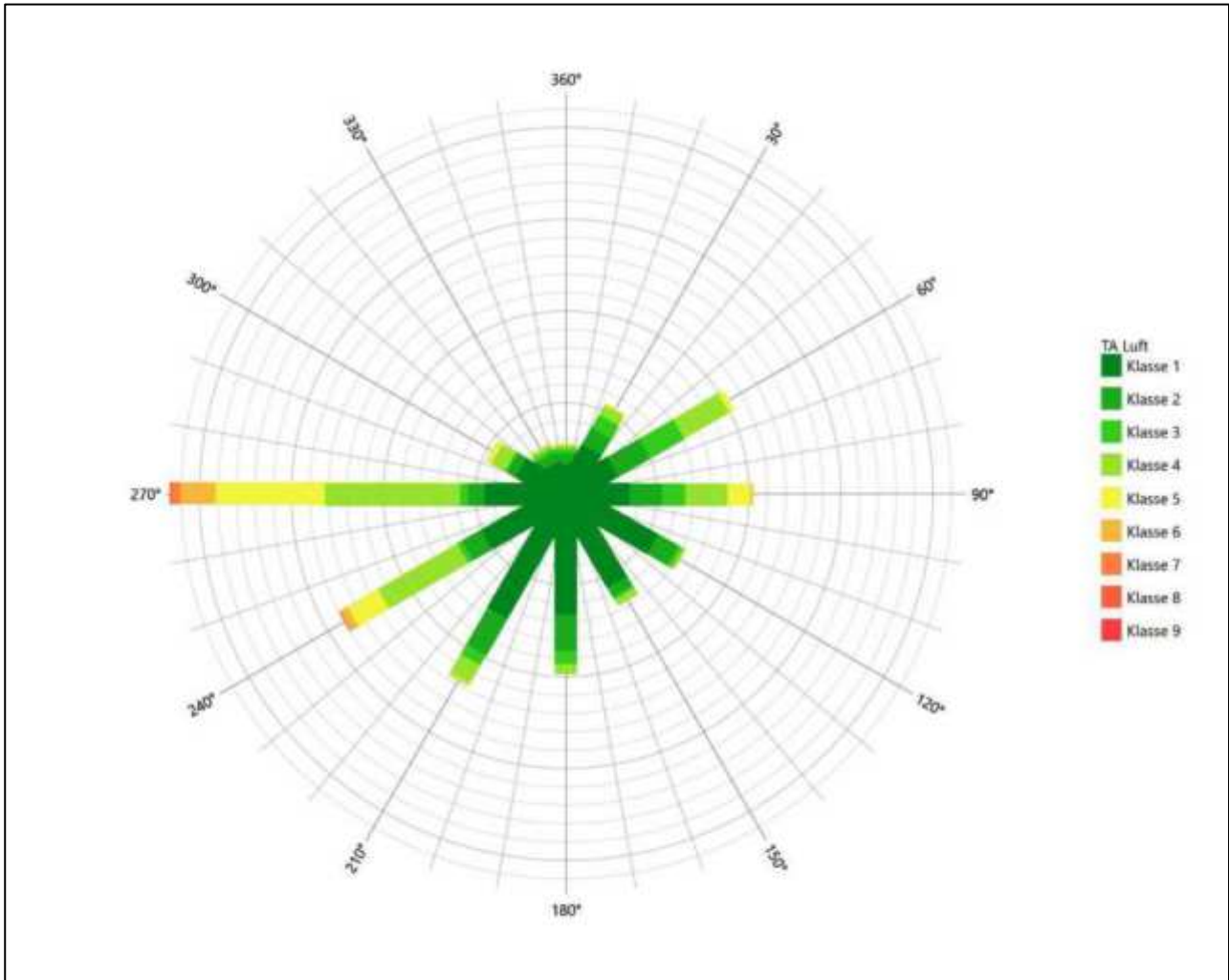


Abbildung 22: Windrichtungsverteilung der modellierten Daten

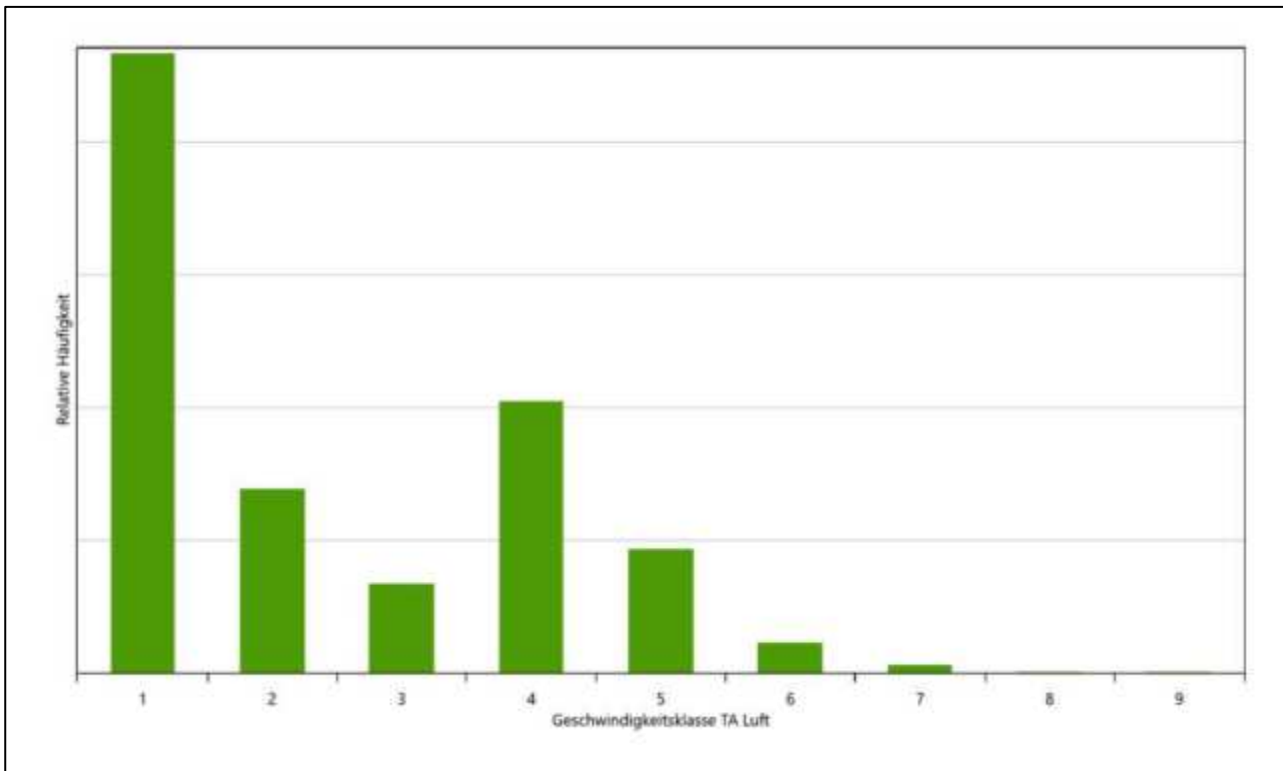


Abbildung 23: Windgeschwindigkeitsverteilung der modellierten Daten

Bei einer späteren Ausbreitungsrechnung muss sichergestellt werden, dass das vorgeschaltete Windfeldmodell den Einfluss der Orographie im dann verwendeten Rechengebiet korrekt abbildet. Das könnte in einem relativ homogenen Bereich um die EAP mit einem diagnostischen Windfeldmodell geschehen. Für größere Bereiche, in denen gemäß Abbildung 21 die Inhomogenitäten zunehmen, empfiehlt sich eine prognostische Windfeldmodellierung. Dazu wären die Bestimmungen der TA Luft in Anhang 2 zur Berücksichtigung von Geländeunebenheiten zu beachten.

5.3 Räumliche Repräsentativität der modellierten Daten

Es muss geprüft werden, ob die modellierten meteorologischen Daten für die gewählte EAP räumlich repräsentativ sind. Eine Möglichkeit dafür ist zu prüfen, ob sich in den räumlich aufgelöst dargestellten Windrosen markante Geländestrukturen in einer erwartbaren Weise abbilden.

Im Westen des Standortes, im nordwestlichen Quadranten von Abbildung 21, liegt das Wertachtal. Die Wertach hat sich tiefer eingeschnitten und mäandriert sehr stark. Gegenüber dem Niveau am Standort ist der Talgrund bis zu 50 Höhenmeter eingetieft.

Das hier verwendete modellierte Windrosenfeld arbeitet die Umströmung kleinskaliger topografischer Gegebenheiten deutlich heraus. So ist die Kanalisierung des Windes durch Täler, wie es z.B. im stark verschlungenen Wertachtal geschieht, klar zu erkennen. Im nordwestlichen Quadranten von Abbildung 21 wird dies sofort deutlich.

Es ist also davon auszugehen, dass die modellierten Daten hinsichtlich der lokalen Einflüsse räumlich repräsentativ sind.

6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres

Neben der räumlichen Repräsentativität der meteorologischen Daten ist auch die zeitliche Repräsentativität 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 folgenden Abschnitten erklärt.

6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums

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

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

Eine analoge Prüfung wird anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung durchgeführt, wobei eine Aufteilung auf die Geschwindigkeitsklassen der VDI-Richtlinie 3782 Blatt 6 erfolgt. Schließlich wird auch die Verteilung der Ausbreitungsklassen im zeitlichen Verlauf über den Gesamtzeitraum untersucht.

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

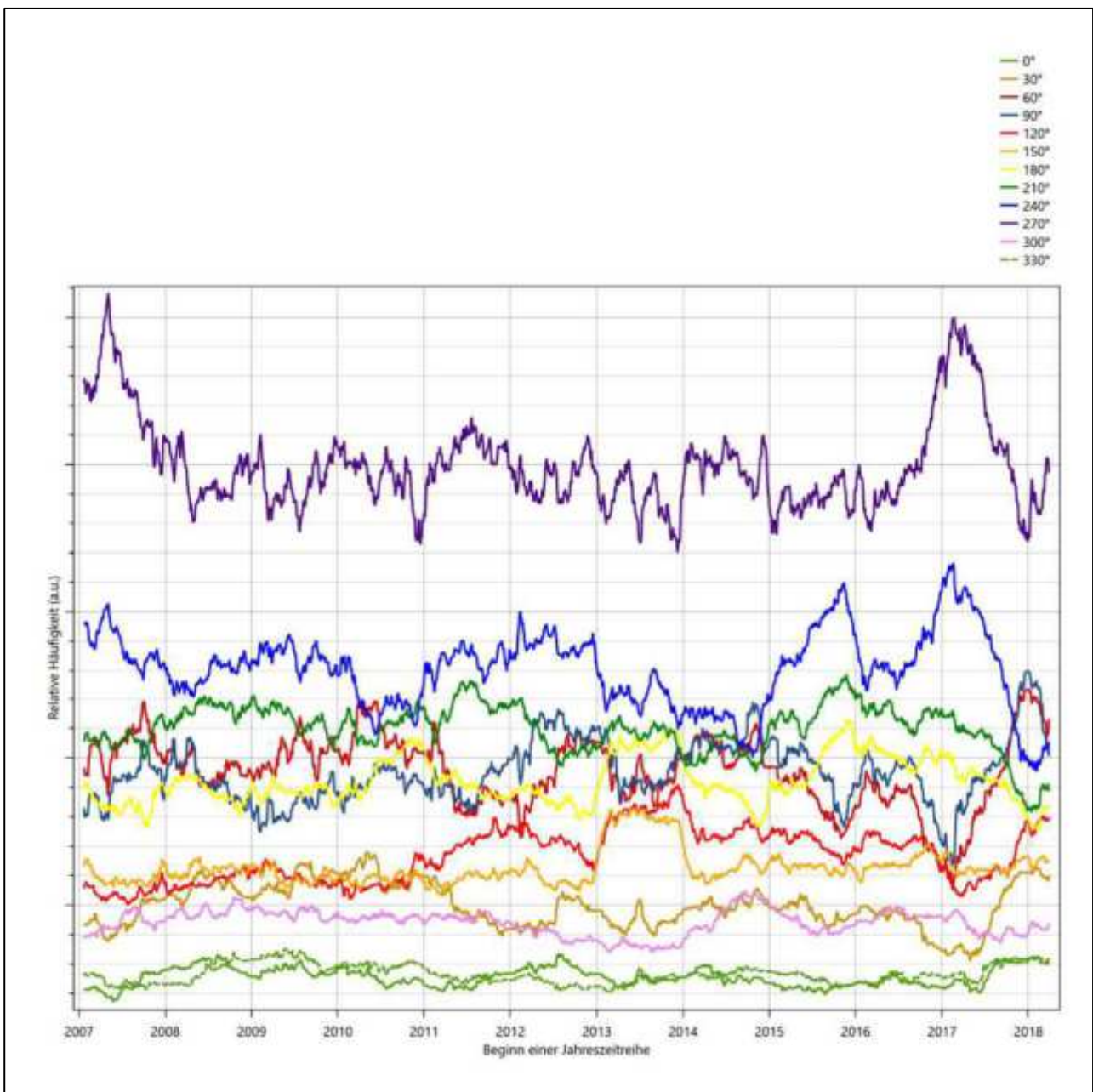


Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der modellierten Daten anhand der Windrichtungverteilung

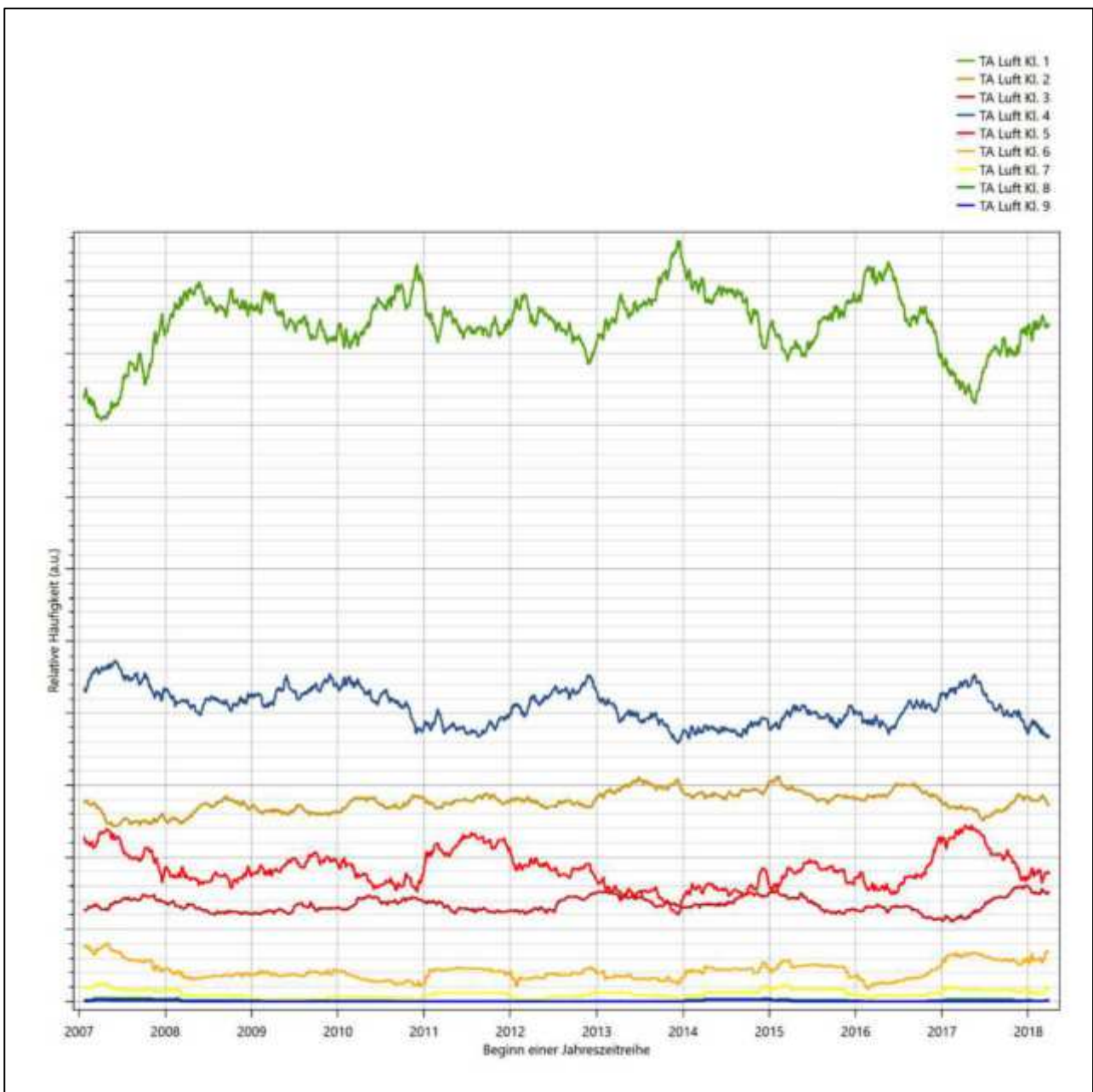


Abbildung 25: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der modellierten Daten anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung

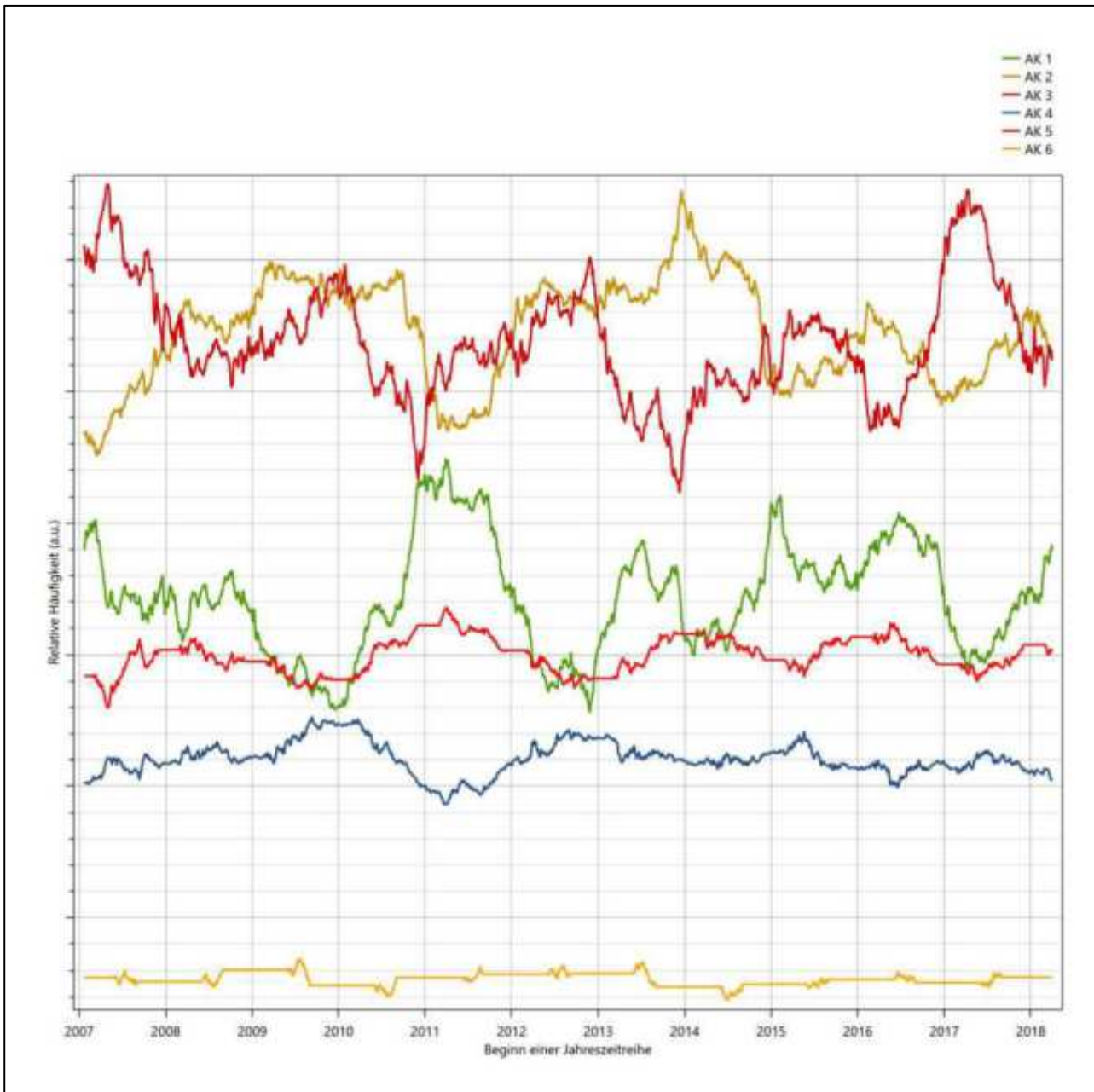


Abbildung 26: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der modellierten Daten anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit homogener Datenbasis vom 22.01.2007 bis zum 31.03.2019 verwendet.

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

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

In diesem Schritt werden die bereits zum Zwecke der Homogenitätsprüfung gebildeten Verteilungen dem χ^2 -Test zum Vergleich empirischer Häufigkeitsverteilungen unterzogen.

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

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

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

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

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

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

Als Ergebnis dieser Untersuchungen stehen für die einzelnen Testzeiträume jeweils vier Zahlenwerte zur Verfügung, die anhand der Verteilung von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse und der Richtung von Nacht- und Schwachwinden die Ähnlichkeit des Testzeitraumes mit dem Gesamtzeitraum ausdrücken. Um daran eine abschließende Bewertung vornehmen zu können, werden die vier Werte gewichtet addiert, wobei die Windrichtung mit 0,36, die Windgeschwindigkeit mit 0,24, die Ausbreitungsklasse mit 0,25

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

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

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 10.12.2007, was als Beginn des repräsentativen Jahres angesehen werden kann. Die repräsentative Jahreszeitreihe läuft dann bis zum 08.12.2008.

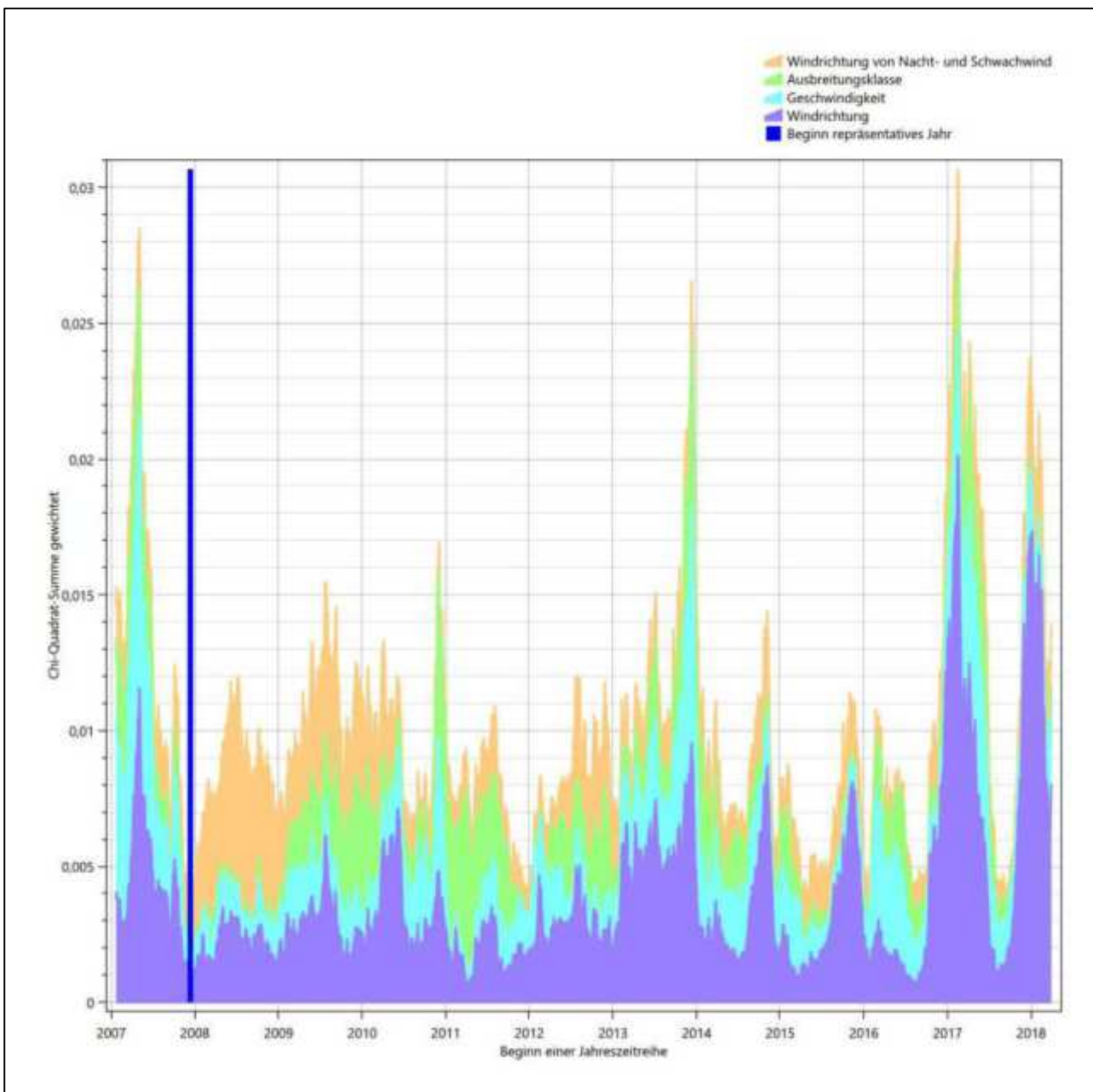


Abbildung 27: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

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

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

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

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

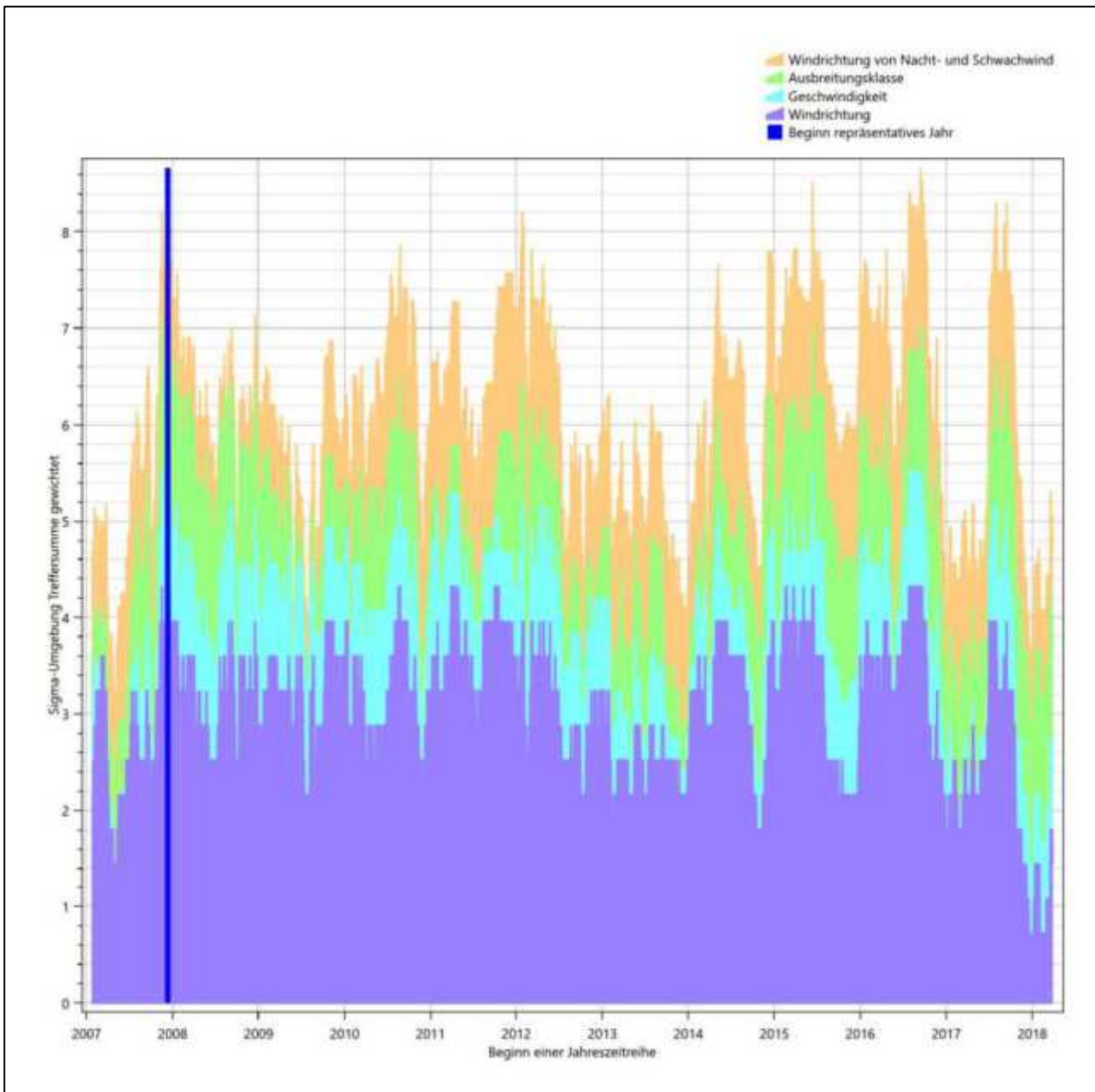


Abbildung 28: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Erfahrungsgemäß wird für das aus dem χ^2 -Test gefundene repräsentative Jahr 10.12.2007 bis 08.12.2008 nicht auch immer mit dem Maximum der gewichteten σ -Umgebung-Treffersumme zusammenfallen. Im

vorliegenden Fall lässt sich jedoch für das repräsentative Jahr feststellen, dass 97 % 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 10.12.2007 bis zum 08.12.2008. 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.

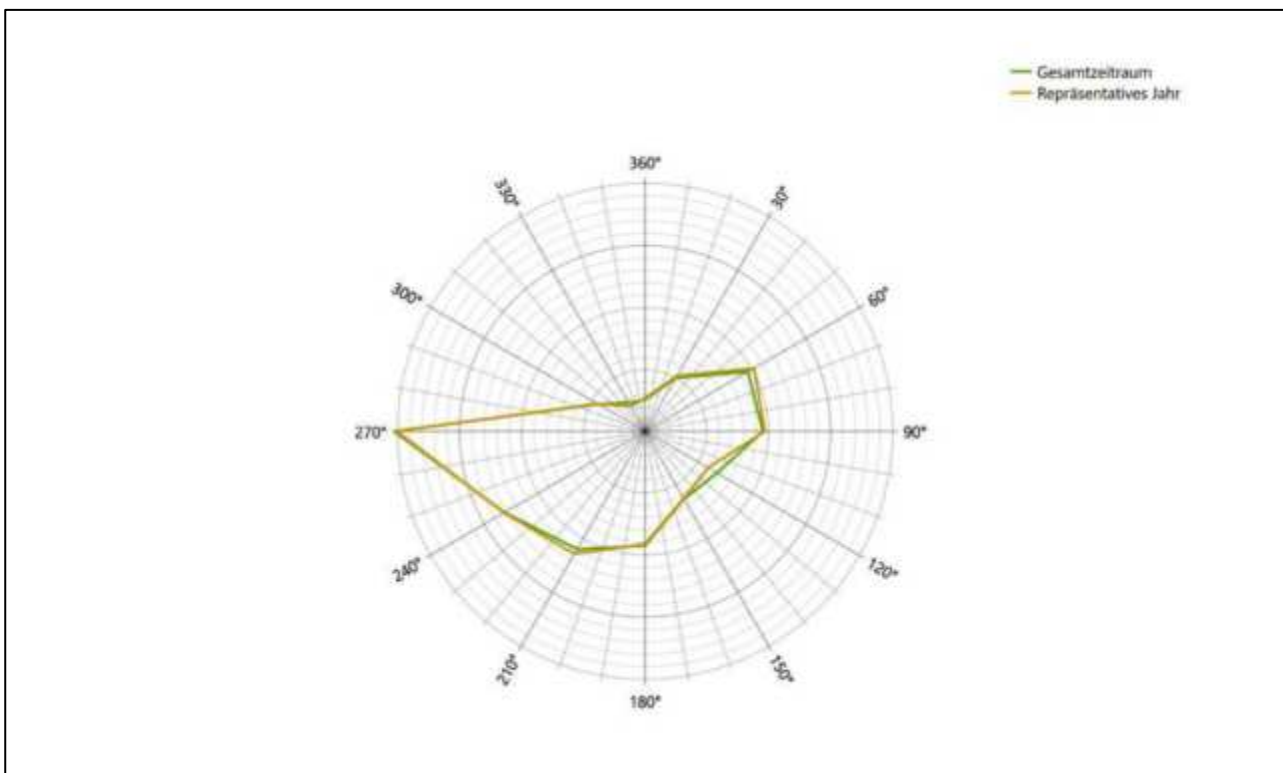


Abbildung 29: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

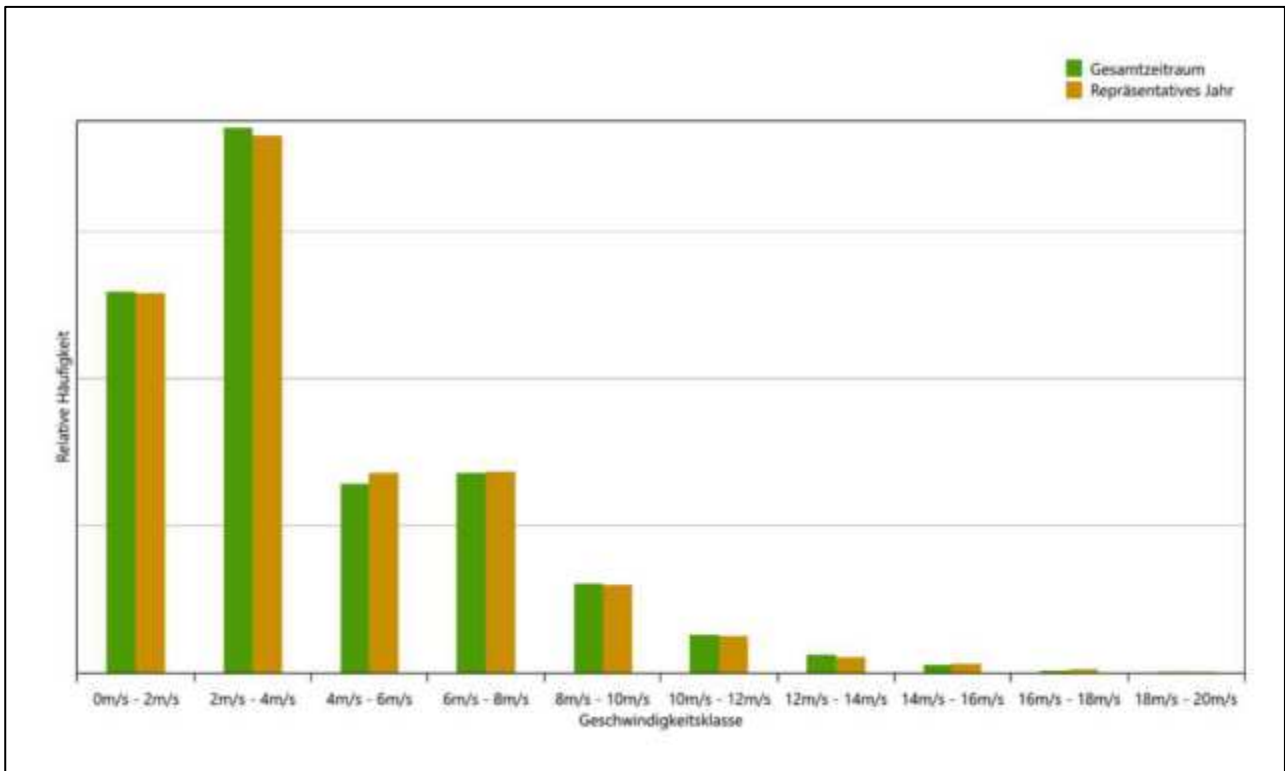


Abbildung 30: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

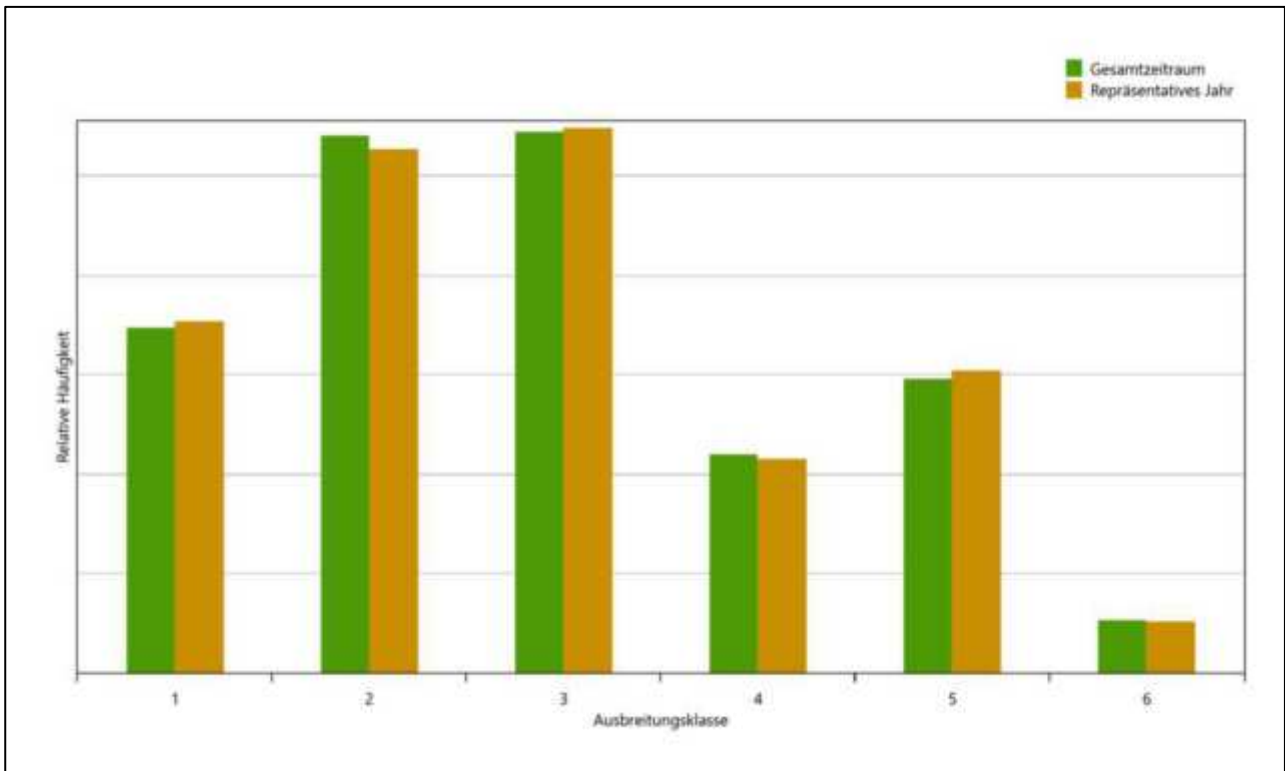


Abbildung 31: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

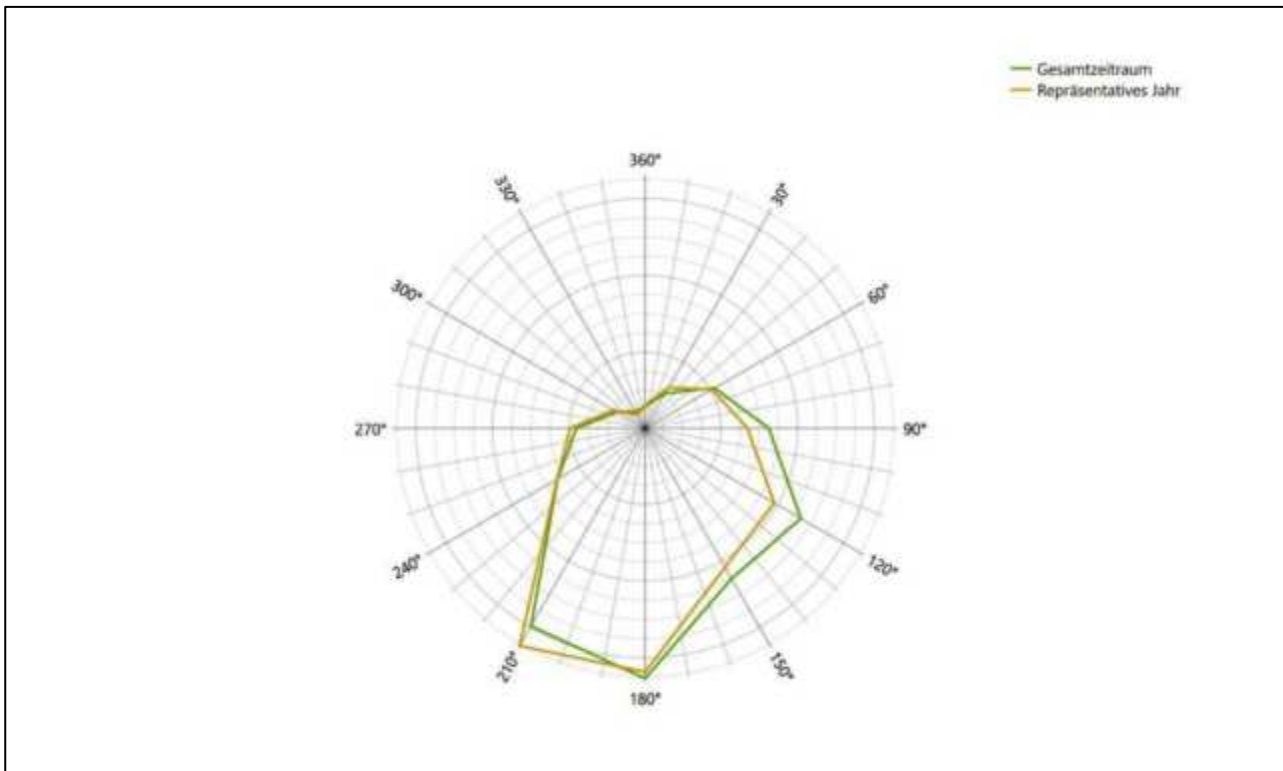


Abbildung 32: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

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 10.12.2007 bis zum 08.12.2008 ein repräsentatives Jahr für den Aufpunkt im betrachteten Gesamtzeitraum vom 22.01.2007 bis zum 31.03.2019 ist.

7 Beschreibung der Datensätze

7.1 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse

Die für Ausbreitungsrechnungen notwendigen Informationen zur Anpassung der Windgeschwindigkeiten an die unterschiedlichen mittleren aerodynamischen Rauigkeiten zwischen dem Aufpunkt der Datenmodellierung und der Ausbreitungsrechnung werden durch die Angabe von 9 Anemometerhöhen in der Zeitreihendatei gegeben.

Je nachdem, wie stark sich die Rauigkeit am Aufpunkt für die Modellierung 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 modellierte 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 am Aufpunkt der Modellierung wurde über ein Gebiet mit Radius von 3 km ermittelt, wobei für jede Anströmrichtung die Rauigkeit im zugehörigen Sektor mit der relativen Häufigkeit der Anströmung aus diesem Sektor gewichtet wurde. Im vorliegenden Fall ergibt das im betrachteten Zeitraum einen Wert von 0,644 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 9: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	4,0	4,0	5,2	7,0	9,6	14,9	21,4	26,8	31,5

7.2 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den modellierten Werten für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bedeckung wurde eine Ausbreitungsklassenzeitreihe gemäß den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3782 Blatt 6 erstellt. Die meteorologischen Daten werden als Stundenmittel angegeben, wobei die Windgeschwindigkeit vektorieLL gemittelt wird. Die Verfügbarkeit der Daten soll nach TA Luft mindestens 90 % der Jahresstunden betragen. Im vorliegenden Fall wurde eine Verfügbarkeit von 100 % bezogen auf das repräsentative Jahr erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen wurden im Dateikopf hinterlegt.

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Modellierung der meteorologischen Daten wurde für einen Aufpunkt 320 m nordwestlich des Standortes durchgeführt. Dieser Punkt liegt in einem um den Standort noch recht homogenen Gebiet hinsichtlich der Windverhältnisse und es empfiehlt sich, diesen Punkt auch als Ersatzanemometerposition bei der Ausbreitungsrechnung zu verwenden. Dadurch erhalten die meteorologischen Daten einen sachgerecht gewählten Ortsbezug im Rechengebiet der Ausbreitungsberechnung.

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 modellierten meteorologischen Daten dienen als Antriebsdaten für ein der Ausbreitungsrechnung vorgeschaltetes Windfeldmodell, das für die Gegebenheiten am Standort geeignet sein muss. Bei der Ausbreitungsrechnung ist zu beachten, dass lokale meteorologische Besonderheiten wie lokal variierende Kaltluftabflüsse noch 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.

9 Zusammenfassung

Für den zu untersuchenden Standort in Wald 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.

Dabei zeigte sich keine der umliegenden Messstationen für eine Übertragung geeignet. Daher wurden im Rahmen eines Sonderfalls modellierte meteorologische Daten für eine Ausbreitungsberechnung bereitgestellt.

Der berechnete Satz modellierter Daten wurde für die UTM-Koordinaten 32616650, 5286650 erstellt.

Als repräsentatives Jahr für die modellierten meteorologischen Daten wurde aus einem Gesamtzeitraum der Zeitraum 10.12.2007 bis zum 08.12.2008 ermittelt.

Frankenberg, am 30. Juni 2022



Dipl.-Phys. Thomas Köhler
- erstellt -



Dr. Ralf Petrich
- freigegeben -

10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung

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

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

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 20	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Dokument
6.2.3.2	Abweichung zwischen Erwartungswert des vieljährigen Jahresmittelwerts der Windgeschwindigkeit und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit $1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ verglichen		<input checked="" type="checkbox"/>	4.5 / 30
6.1	Als Ergebnis die Übertragbarkeit der Daten einer Bezugswindstation anhand der geprüften Kriterien begründet (Regelfall) oder keine geeignete Bezugswindstation gefunden (Sonderfall)		<input checked="" type="checkbox"/>	4.6 / 31
6.3	Sonderfall			
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Vorgehensweise und Modellansätze dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Nachweis der räumlichen Repräsentativität der angepassten Daten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.4	Repräsentatives Jahr			
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Auswahlverfahren dokumentiert und dessen Eignung begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6 / 40
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Angabe, ob bei Auswahl auf ein Kalenderjahr abgestellt wird oder nicht (beliebiger Beginn der Jahreszeitreihe)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.2 / 44
	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 / 40
7.1	Erstellung des Zieldatensatzes			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		<input checked="" type="checkbox"/>	7.1 / 52
	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 / 52

11 Schrifttum

- [1] Statistisches Bundesamt, *Daten zur Bodenbedeckung für die Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [2] VDI 3783 Blatt 16 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [3] D. Öttl, „Documentation of the prognostic mesoscale model GRAMM (Graz Mesoscale Model) Vs. 17.1,“ Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, 2017.
- [4] VDI 3783 Blatt 21 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [5] Deutscher Wetterdienst, „Climate Data Center, CDC-Newsletter 6,“ Offenbach, 2017.
- [6] VDI 3783 Blatt 8 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle (Entwurf)*, Berlin: Beuth-Verlag, vom April 2017; in aktueller Fassung.
- [7] VDI 3783 Blatt 20 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [8] M. Koßmann und J. Namyslo, „Merkblatt Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen,“ Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 2019.
- [9] R. Petrich, „Praktische Erfahrungen bei der Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 (E),“ *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft*, pp. 311 - 315, 07/08 2015.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, *Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz*, vom 14. September 2021; in aktueller Fassung.