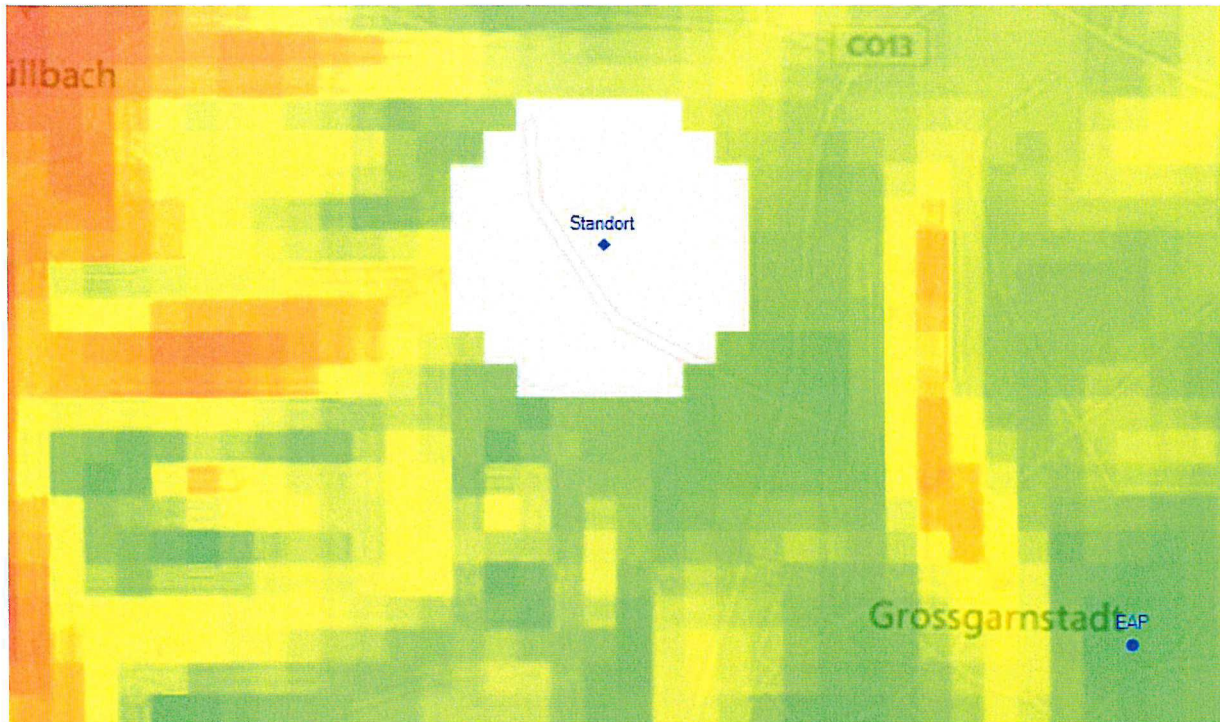


Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft

an einem Anlagenstandort bei Großgarnstadt nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20



Auftraggeber:	Lücking & Härtel GmbH Bergstraße 17 04889 Belgern-Schildau	Tel.: 034221 5519910
Bearbeiter:	Dr. Ralf Petrich	Tel.: 037206 892940 Email: Ralf.Petrich@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	DPR.20161006	
Ort, Datum:	Frankenberg, 20. November 2016	
Anzahl der Seiten:	41	
Anlagen:	-	

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
1 Aufgabenstellung	4
2 Beschreibung des Anlagenstandortes	5
2.1 Lage	5
2.2 Landnutzung	6
2.3 Orographie	8
3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition	10
3.1 Hintergrund	10
3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition	10
3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall	11
4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten	13
4.1 Allgemeine Betrachtungen	13
4.2 Meteorologische Datenbasis	13
4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort	18
4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen	22
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen	23
4.6 Auswahl der Bezugswindstation	24
5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation	25
6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres	29
6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums	29
6.2 Analyse der Windrichtungsverteilung, Windgeschwindigkeitsverteilung sowie der Nacht- und Schwachwinde	32
6.3 Prüfung auf Plausibilität	33
7 Beschreibung der Datensätze	36
7.1 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse	36
7.2 Ausbreitungsklassenzeitreihe	36
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung	37
9 Zusammenfassung	38
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung	39
11 Schrifttum	41

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Ortschaft Großgarnstadt in Bayern	5
Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Großgarnstadt.....	6
Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank	7
Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes	8
Abbildung 5: Orographie um den Standort.....	9
Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition....	12
Abbildung 7: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes.....	14
Abbildung 8: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen	16
Abbildung 9: Windgeschwindigkeitsverteilung der betrachteten Messstationen	17
Abbildung 10: Windrichtungsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen	19
Abbildung 11: Windgeschwindigkeitsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen	20
Abbildung 12: Windrichtungsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer prognostischen Modellrechnung	21
Abbildung 13: Lage der ausgewählten Station.....	25
Abbildung 14: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der Station nach CORINE-Datenbank	26
Abbildung 15: Luftbild mit der Umgebung der Messstation.....	27
Abbildung 16: Orographie um den Standort der Wetterstation.....	28
Abbildung 17: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung	30
Abbildung 18: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung	31
Abbildung 19: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum	33
Abbildung 20: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	34
Abbildung 21: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gauß-Krüger-Koordinaten des Standortes	6
Tabelle 2: Gauß-Krüger-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition.....	11
Tabelle 3: Zur Untersuchung verwendete Messstationen	15
Tabelle 4: Vergleich meteorologischer Kennwerte der betrachteten Messstationen mit den Erwartungswerten am Standort	21
Tabelle 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung	23
Tabelle 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung	23
Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen	24
Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation	26
Tabelle 9: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Sonneberg-Neufang	36

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet bei der Ortschaft Großgarnstadt in Bayern.

Bei der bei den Ausbreitungsrechnungen betrachteten Anlage handelt es sich um eine Tierhaltungsanlage. Die Quellhöhen liegen in einem Bereich von maximal 12 m

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

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

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

2 Beschreibung des Anlagenstandortes

2.1 Lage

Der untersuchte Standort befindet sich bei der Ortschaft Großgarnstadt in Bayern.

Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

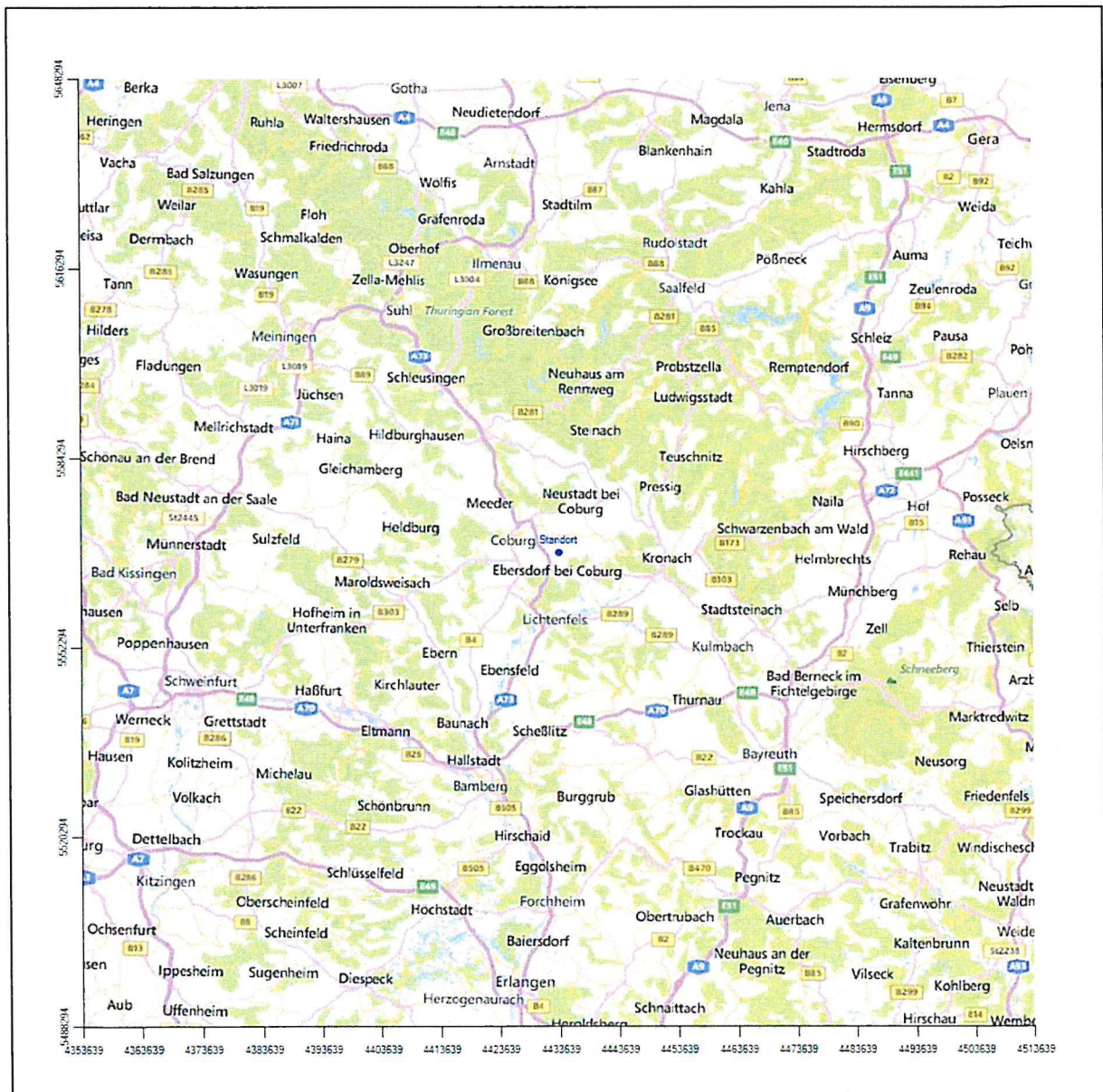


Abbildung 1: Lage der Ortschaft Großgarnstadt in Bayern

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

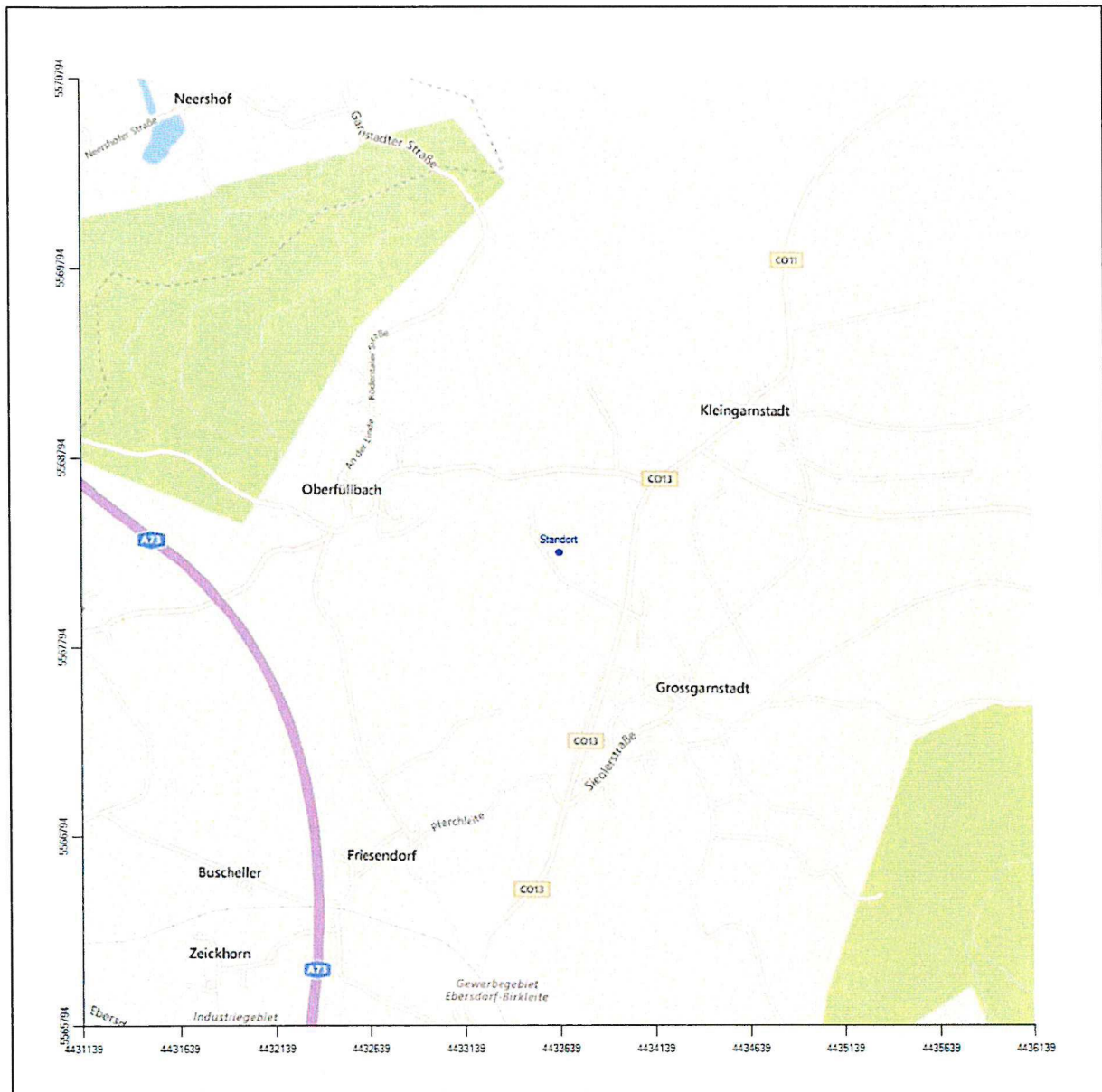


Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Großgarnstadt

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Anlagenstandortes angegeben.

Tabelle 1: Gauß-Krüger-Koordinaten des Standortes

RW	4433639
HW	5568294

2.2 Landnutzung

Die Umgebung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Locker bebaute Siedlungsgebiete wechseln sich mit kleineren Waldgebieten, landwirtschaftlichen Flächen und Verkehrswegen ab.

Der Standort selbst liegt etwa 800 m nordwestlich außerhalb der Ortschaft Großgarrnstadt. Eine Verteilung der Bodenrauigkeit um den Standort ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich. Die Daten wurden dem CO-RINE-Kataster [1] entnommen.

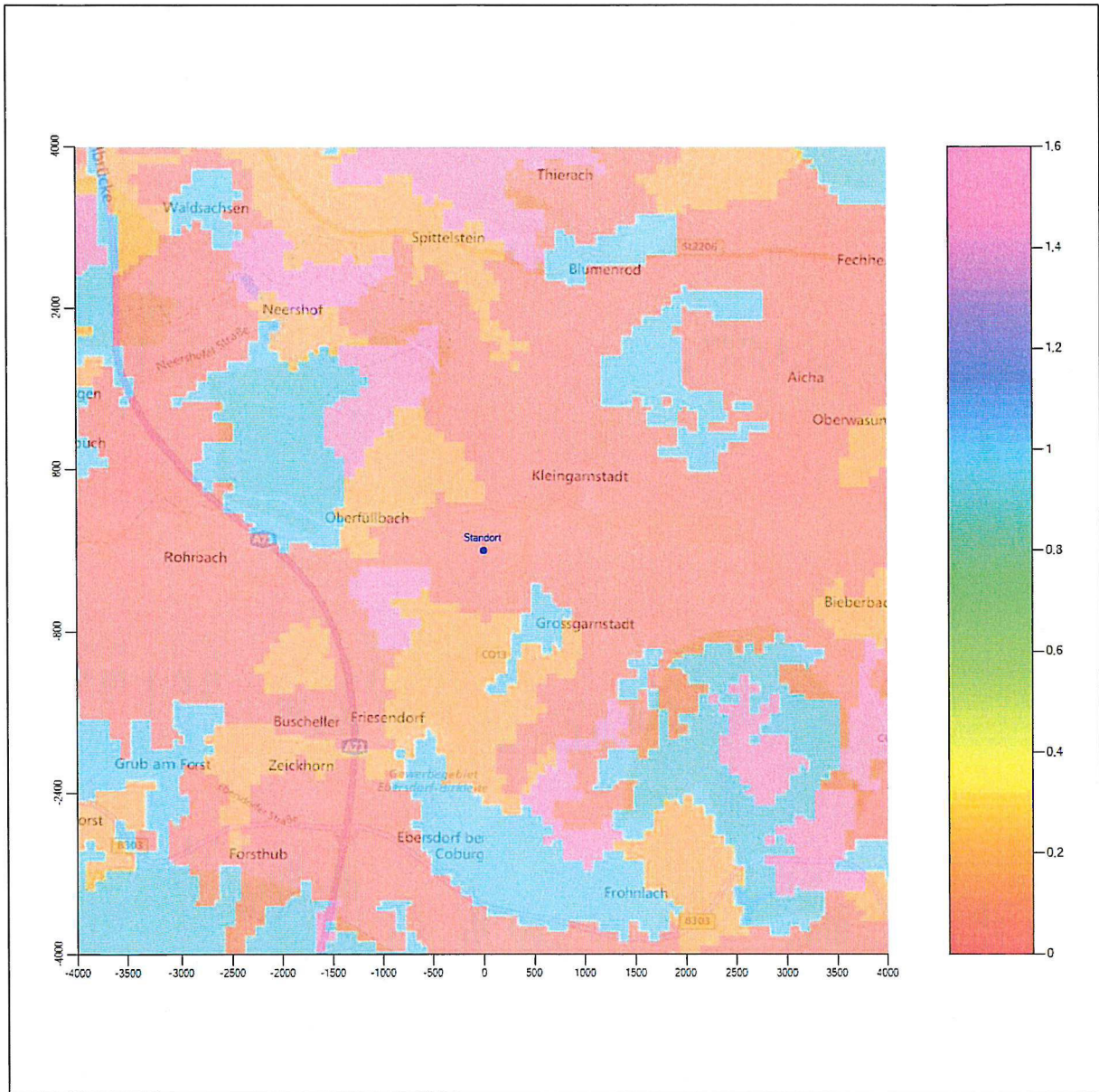


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

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

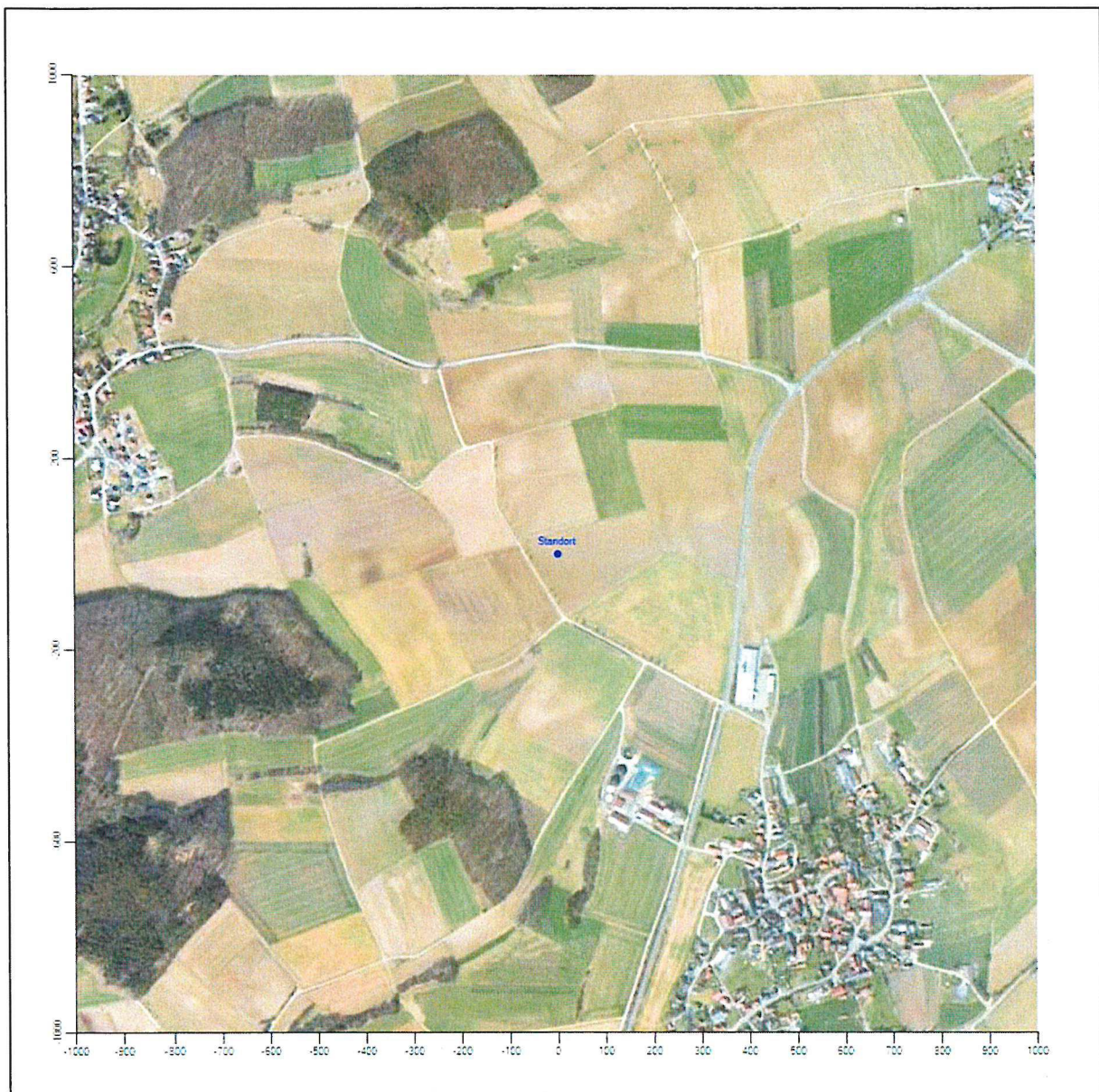


Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes

2.3 Orographie

Der Standort liegt auf einer Höhe von etwa 395 m über NHN im südlichen Vorland des Thüringer Waldes. Die nähere Umgebung ist orographisch nicht stark gegliedert. In Richtung Norden erfolgt ein allmählicher Anstieg auf Höhen um etwa 550 m in etwa 8 km Entfernung.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

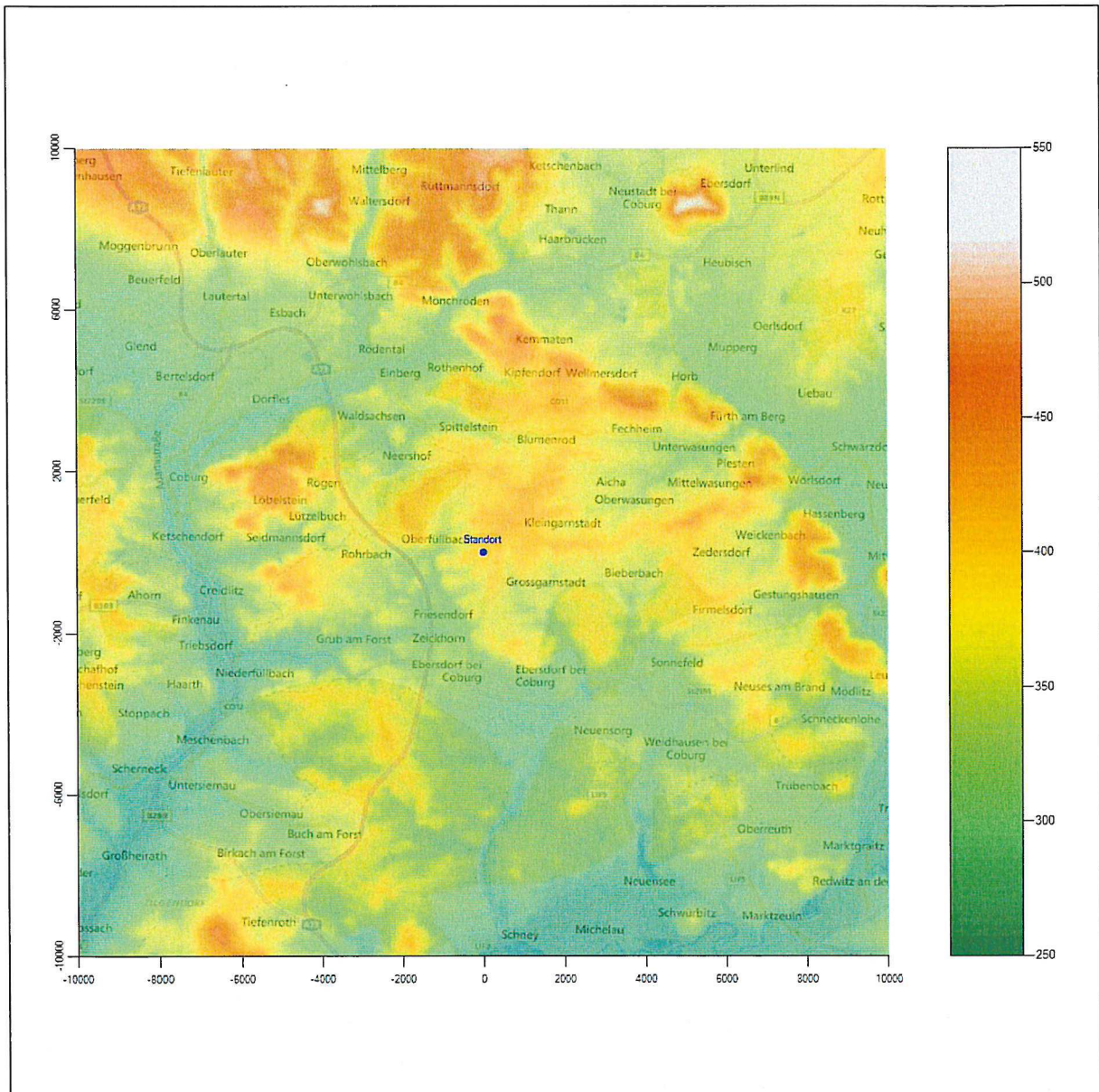


Abbildung 5: Orographie um den Standort

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 (Entwurf) [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 (etwa 100 m) 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 (Entwurf) [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 diagnostischen Windfeldmodell [3] LPRWND, das zum Programmpaket LASAT des Ingenieurbüros Janicke [4] gehört, 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 auf Werte bis zu 0,75 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von nahe 1 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 1300 m südöstlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: Gauß-Krüger-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	4434656
HW	5567520

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

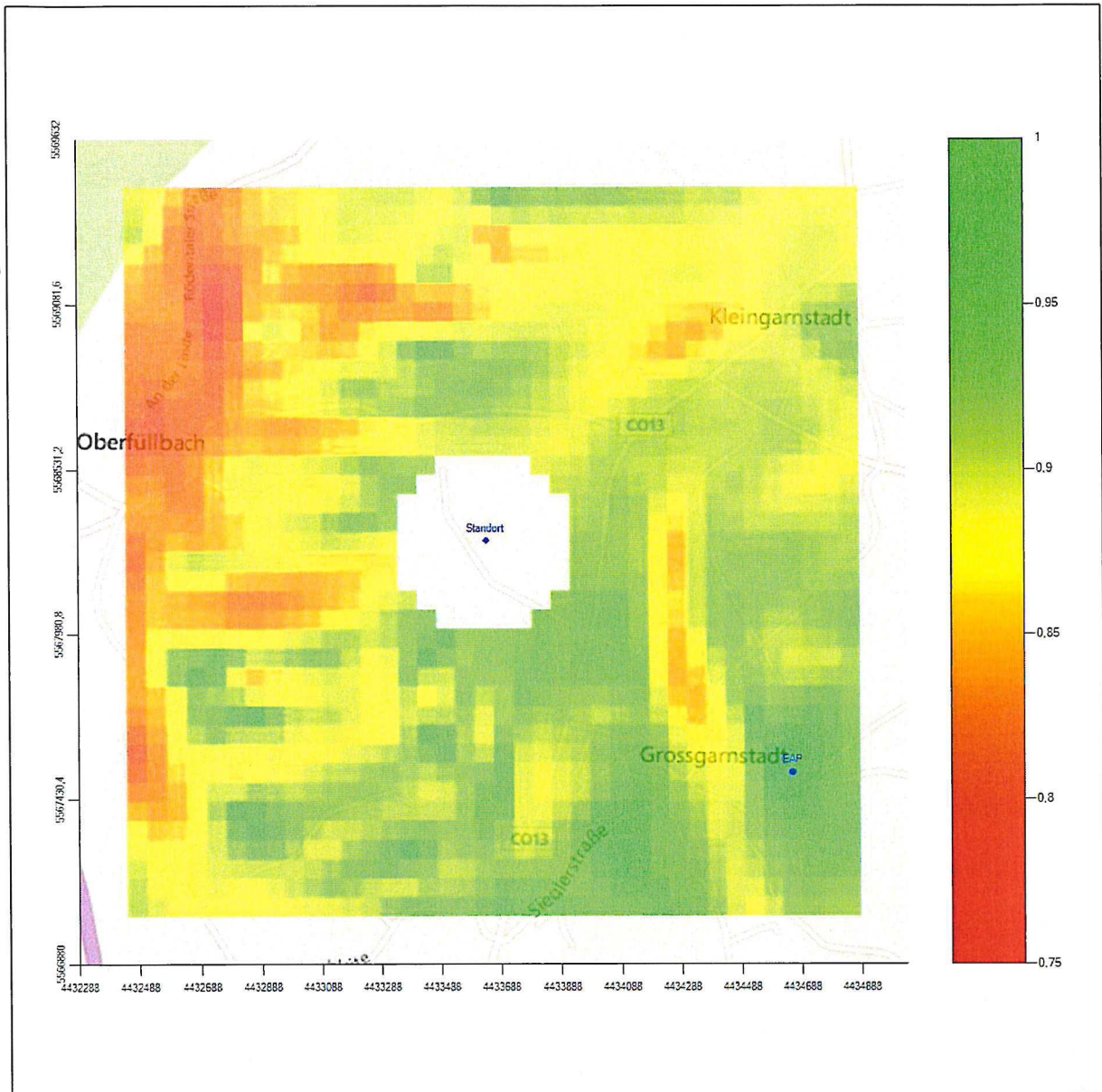


Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Die zweidimensionale Darstellung bezieht sich lediglich auf die ausgewertete Modellebene im Bereich von 15,0 m. Auf diese Höhe wurden im folgenden Abschnitt 4 die Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten bezogen, um vergleichbare Werte zu bekommen. Sie ergibt sich aus der Bodenrauigkeit um die Ersatzanemometerposition (0,42 m).

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 fünf Messstationen des Deutschen Wetterdienstes (Abbildung 7), die den Qualitätsanforderungen von VDI-Richtlinie 3783 Blatt 21 [5] genügen.

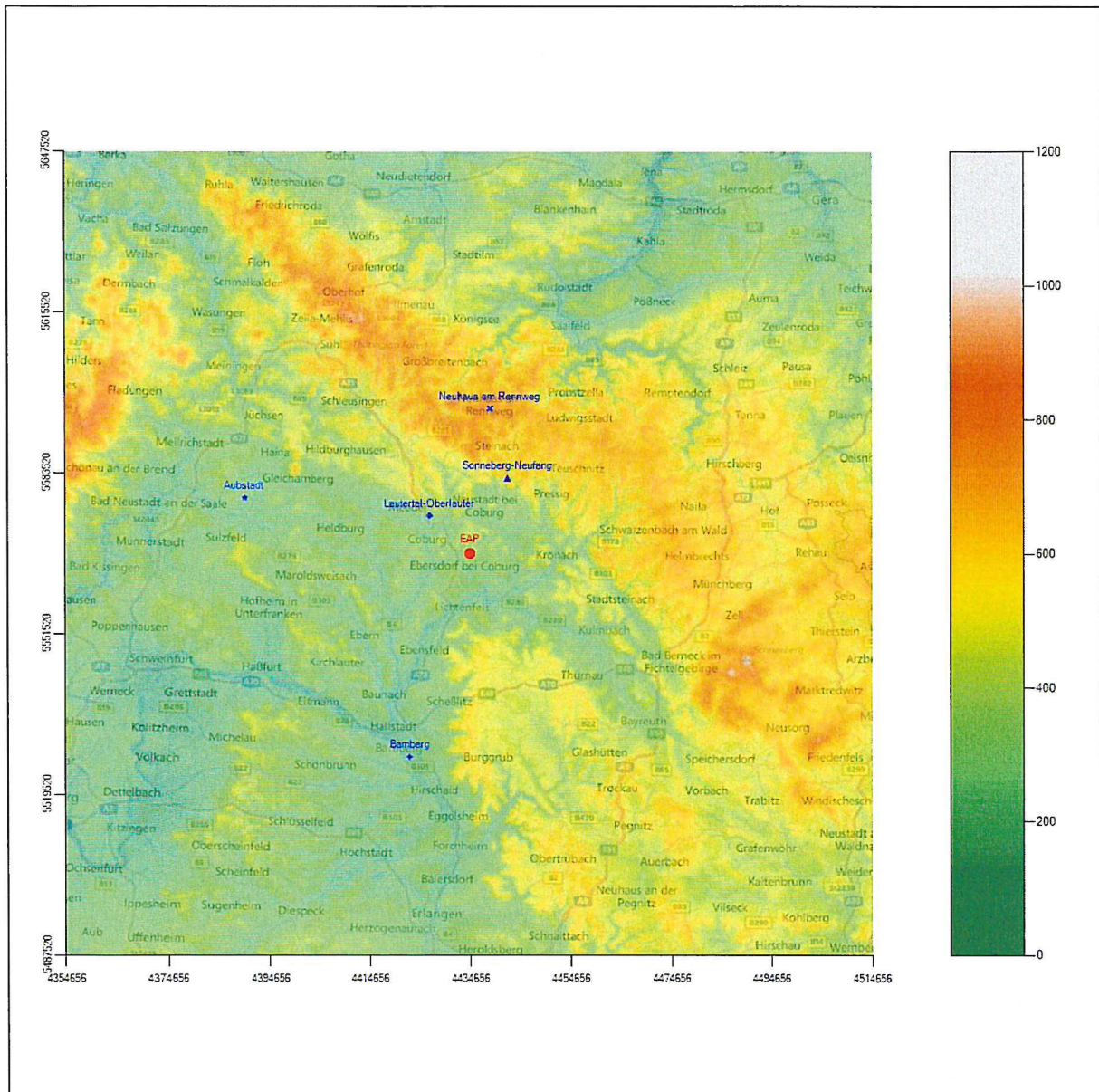


Abbildung 7: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

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 von VDI-Richtlinie 3783 Blatt 21 [5] 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 [m]	Geberhöhe [m]	geogr. Länge [°]	geogr. Breite [°]	Höhe über NHN [m]	Beginn der Datenbasis	Ende der Datenbasis
Lautertal-Oberlauter	867	11035	10.0	10.9678	50.3067	345	25.11.1999	22.10.2014
Sonneberg-Neufang	4752	16752	16.0	11.1840	50.3760	626	25.11.1999	01.07.2008
Neuhaus am Rennweg	3513	29164	27.0	11.1344	50.5002	845	25.11.1999	22.10.2014
Bamberg	282	42326	10.0	10.9206	49.8742	240	25.11.1999	22.10.2014
Aubstadt	7392	46324	10.0	10.4490	50.3330	304	01.01.2008	22.10.2014

Die folgenden Abbildungen stellen die Windrichtungsverteilung und die Windgeschwindigkeitsverteilung jeweils über den gesamten verwendeten Messzeitraum der Stationen dar.

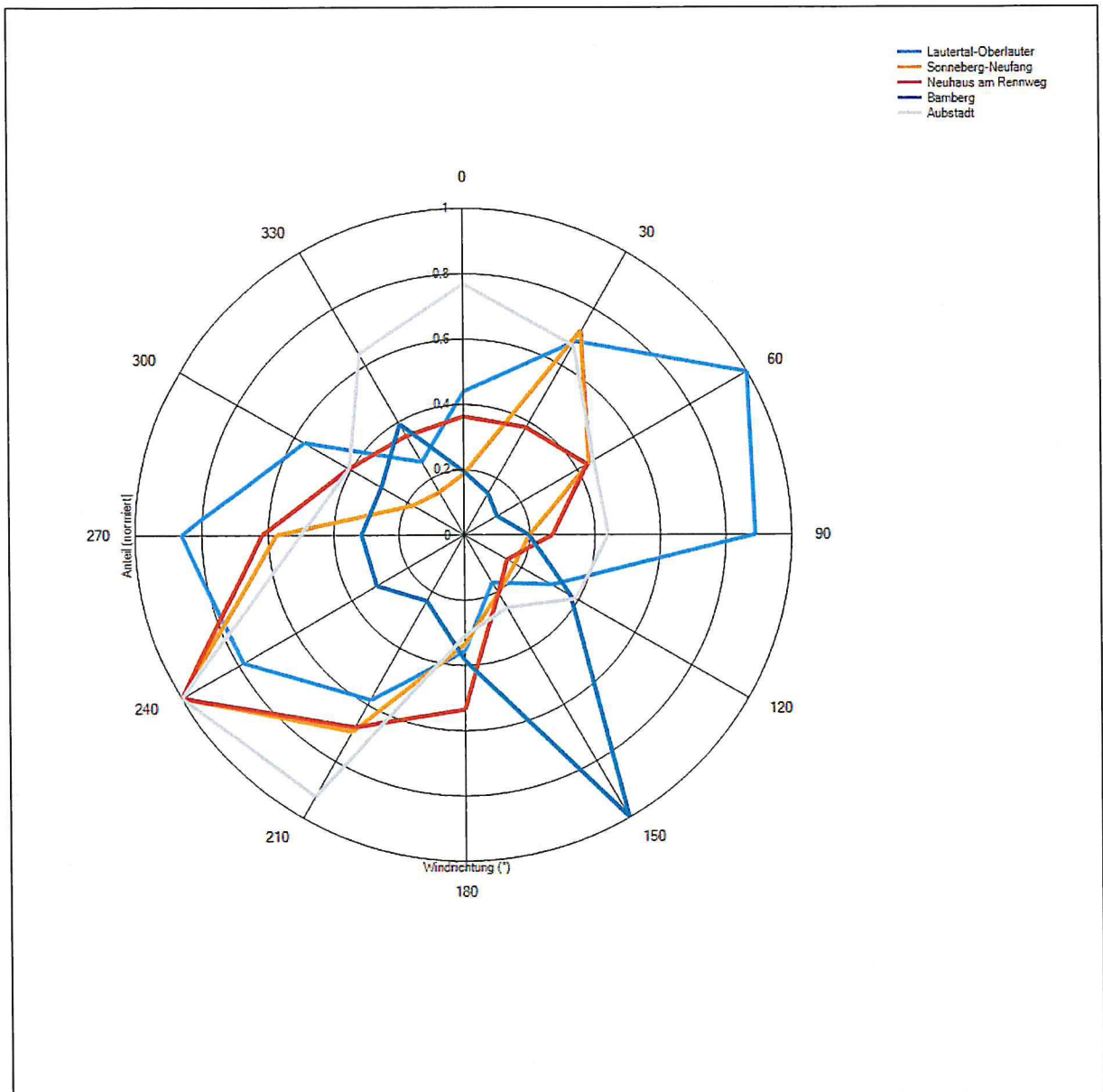


Abbildung 8: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

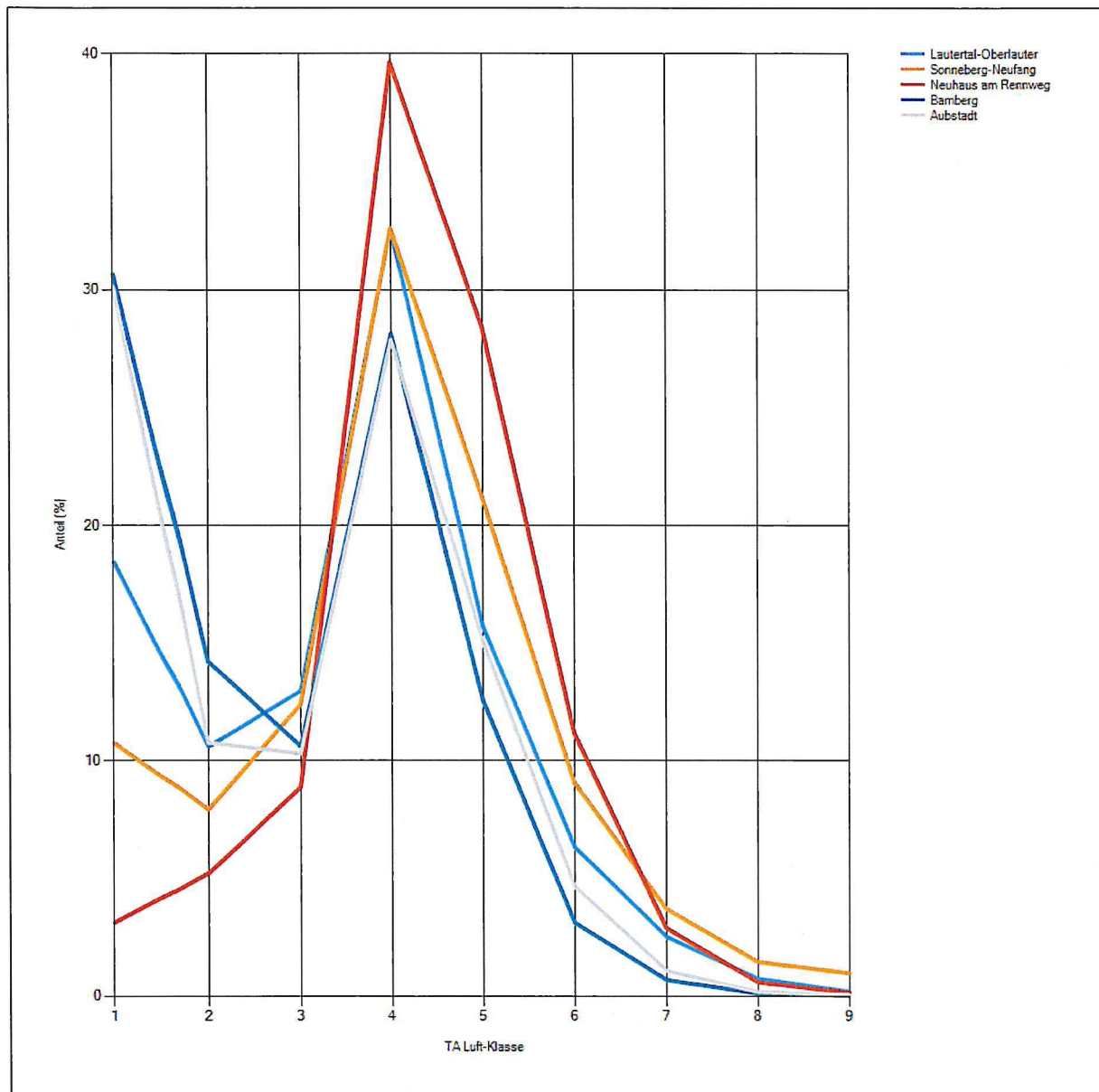


Abbildung 9: Windgeschwindigkeitsverteilung der betrachteten Messstationen

Das Hauptmaximum der Windrichtungsverteilung aller Stationen liegt zwischen 60° und 250° über den südlichen Halbraum verteilt, wobei zum Teil signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Stationen zu beobachten sind.

Südwestliche Hauptmaxima wären im betrachteten Großraum, wenn keine Störungen durch Gebirge vorliegen, zu erwarten. Dies wird von den Stationen Sonneberg, Neuhaus und Aubstadt auch so reproduziert. Sonneberg und Neuhaus zeigen darüber hinaus ein typisches Nebenmaximum aus Nordosten. Für Aubstadt ist dieses Nebenmaximum nach Norden verschoben zu finden.

Lautertal-Oberlauter folgt auch grundsätzlich der Südwest-Nordachse, jedoch sind hier die Rollen von Haupt- und Nebenmaximum vertauscht. Das Hauptmaximum liegt im Nordosten, das Nebenmaximum aus Südwesten.

Bamberg zeigt eine ganz andere Charakteristik mit einem Hauptmaximum aus Südosten und einem Nebenmaximum aus Nordwesten, was durch eine regionale Prägung am Rand des Fichtelgebirges verursacht wird. Die Station Bamberg wird deshalb für die Übertragung als weniger geeignet gegenüber den anderen Stationen angesehen und im Weiteren nicht mehr betrachtet.

4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort

Über die allgemeine Betrachtung in Abschnitt 4.1 hinausgehend wurde mit einer großräumigen Windfeldmodellierung abgeschätzt, wie sich Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort gestalten. Dazu wurde ein Modellgebiet gewählt, das den untersuchten Standort und die aufgeführten Messstationen mit einem Rand von 8 Kilometern umschließt. Die Modellierung selbst erfolgte mit dem diagnostischen Windfeldmodell LPRWIND, das zum Programmpaket LASAT des Ingenieurbüros Janicke gehört. Aufgrund der auftretenden Geländesteigungen im Modellgebiet und des abschätzenden Charakters der Ergebnisse ist ein diagnostisches Windfeldmodell für diese Aufgabe geeignet. Abweichend vom sonst üblichen Ansatz einer einheitlichen Rauiglängelänge für das gesamte Modellgebiet (so gefordert von der TA Luft im Kontext von Ausbreitungsrechnungen nach Anhang 3) wurde hier eine örtlich variable Rauiglängelänge angesetzt, um die veränderliche Landnutzung im großen Rechengebiet möglichst realistisch zu modellieren.

Mit den modellierten Windfeldern wurden die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen der Messstationen auf die oben ermittelte Ersatzanemometerposition übertragen und mittlere Erwartungsverteilungen für Windrichtung und Windgeschwindigkeit berechnet. Die Erwartungsverteilungen stützen sich damit auf Messwerte mehrerer Messstationen und berücksichtigen die Orographie im Gebiet zwischen den Messstationen und dem Standort.

Die EAP, für die die Erwartungswerte ermittelt wurden, liegt etwa 1300 m südöstlich des Anlagenstandortes (siehe Abschnitt 2.3). Dieser Punkt stellt auch die Empfehlung für die Ersatzanemometerposition bei der Ausbreitungsrechnung dar. Er wird frei angeströmt und unterliegt keinen Einflüssen, die die Anströmrichtung systematisch und deutlich verändern. Dies wurde in Abschnitt 3 untersucht und geprüft.

Für das Gebiet um die EAP wurde in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] eine aerodynamisch wirksame Rauiglängelänge ermittelt. Dabei wurde die Rauigkeit für die in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 (Tabelle 3) tabellierten Werte anhand der Flächennutzung sektorweise 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 0,42 m.

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

Um die Windgeschwindigkeiten für die EAP und die betrachteten Bezugswindstationen vergleichen zu können, sind diese auf eine einheitliche Höhe über Grund und eine einheitliche Bodenrauigkeit umzurechnen. Dies geschieht mit einem Algorithmus, der in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] veröffentlicht wurde. Als einheitliche Rauiglängelänge bietet sich der tatsächliche Wert im Umfeld der EAP an, hier 0,42 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 15,0 m verwendet, der sich aus 10 m über Grund zuzüglich dem Zwölffachen der Bodenrauigkeit ergibt.

Die folgenden Abbildungen stellen die Windrichtungs- und die Windgeschwindigkeitsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für den Standort aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den Messwerten der betrachteten Messstationen dar. Die Station Bamberg mit einem Hauptmaximum, das mehr als 30° von den Erwartungswerten abweicht, wurden nicht mehr betrachtet und nachfolgend auch nicht dargestellt.

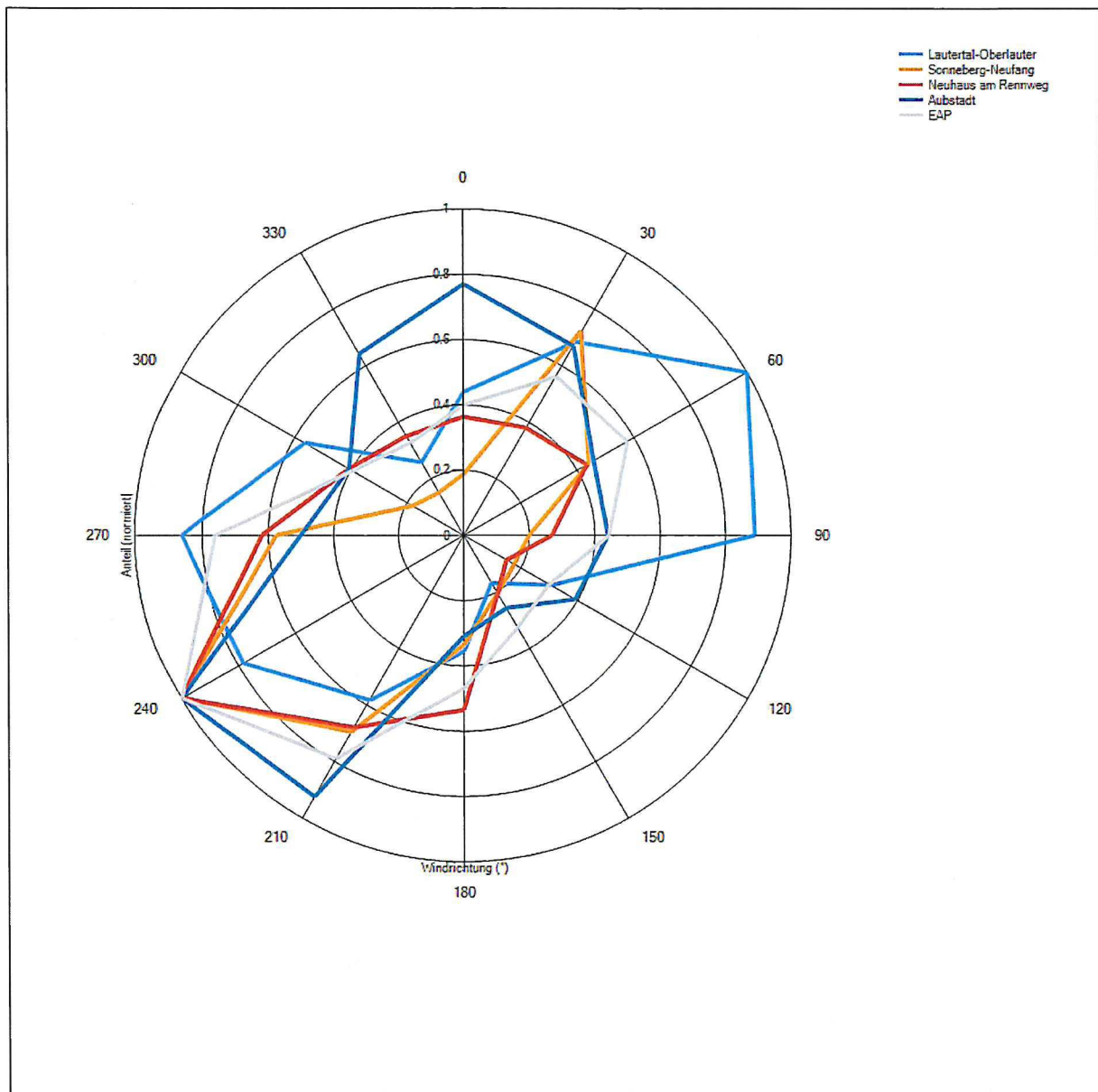


Abbildung 10: Windrichtungsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen

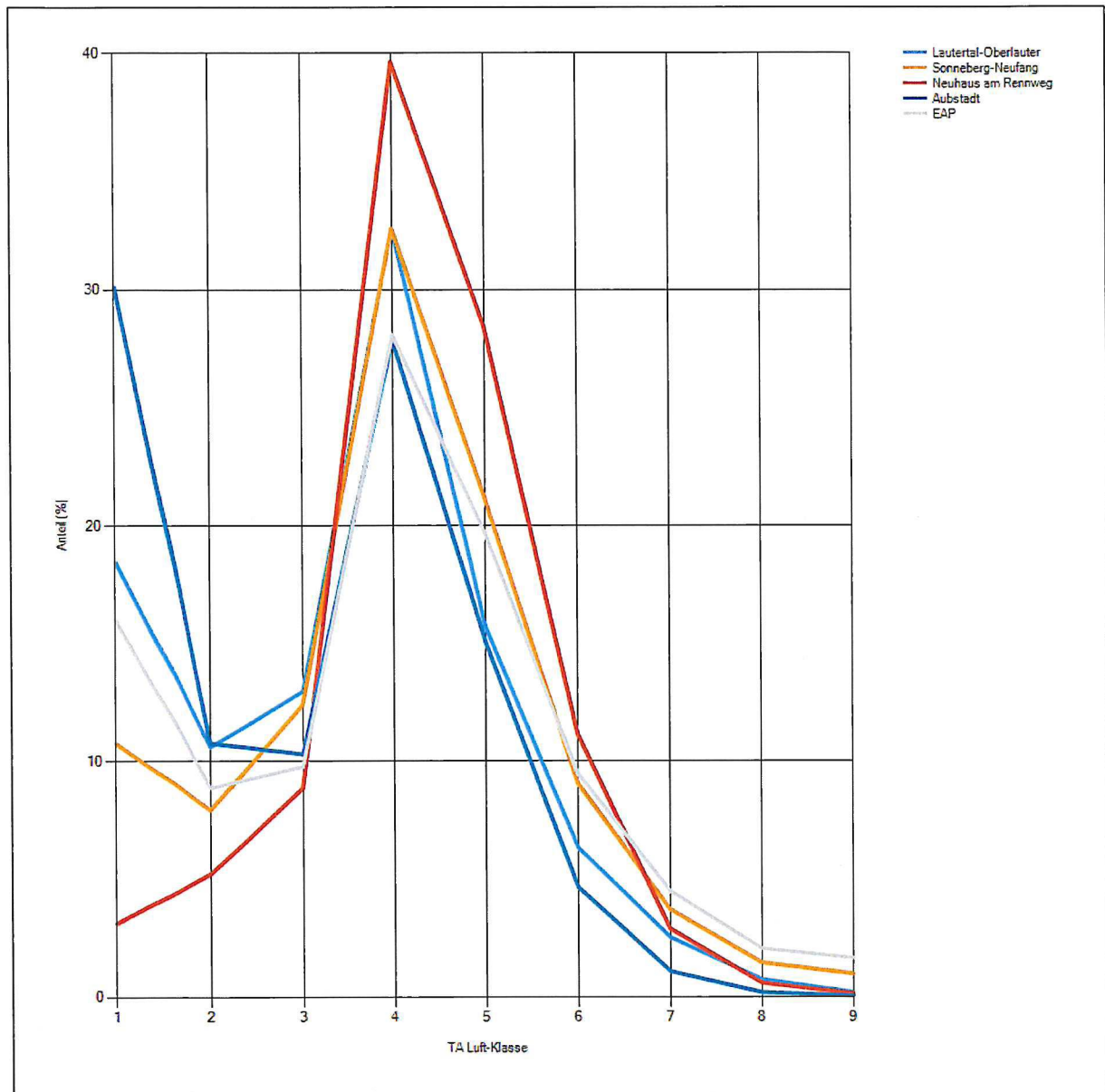


Abbildung 11: Windgeschwindigkeitsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen

Um bezüglich der Windrichtungsverteilung sicherzugehen, dass auch mit anderen Modellen keine abweichenden Ergebnisse hinsichtlich der Erwartungswerte erlangt werden, wurde für den Bereich der EAP auf Modellierungsergebnisse zurückgegriffen, die das Ingenieurbüro metSoft [8] mittels prognostischer Modellierung [9] flächendeckend auch für Bayern bereitstellt.



Abbildung 12: Windrichtungsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer prognostischen Modellrechnung

Auch bei der prognostischen Modellierung zeigt sich das typische Hauptmaximum aus Südwesten und das Nebenmaximum aus Nordosten. Wie auch bei anderen Modellrechnungen dieser Art zeigt sich eine leicht stärkere Bewertung der Süd-Nord-Achse, jedoch werden die Erwartungswerte bestätigt.

Neben der vergleichenden Visualisierung führt die folgende Tabelle numerische Kenngrößen der Verteilungen für die Messstationen und der Erwartungsverteilung für die EAP auf.

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

Station	Richtungsmaximum [°]	mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	Schwachwindhäufigkeit [%]	Rauigkeitslänge [m]
EAP	240	3.56	8.7	0.42
Lautertal-Oberlauter	60	2.99	8.8	0.14
Sonneberg-Neufang	240	3.57	5.2	0.66
Neuhaus am Rennweg	240	3.78	0.9	0.96
Aubstadt	240	2.54	20.8	0.10

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 15,0 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 0,42 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. Derzeit wird vom DWD sukzessive ein Verfahren zur Bestimmung der Rauigkeit um die Messstationen eingeführt.

Bis dieser Vorgang abgeschlossen ist und vergleichbare Daten für alle Stationen flächendeckend zur Verfügung stehen, wird auf eine alternative Vorgehensweise nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 zurückgegriffen. Diese ist anzuwenden, wenn zur Bestimmung der Rauigkeit keine zusätzlichen Turbulenzinformationen verwendet werden. Dabei wird die Rauigkeit für die in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 (Tabelle 3) tabellierten Werte anhand der Flächennutzung sektorweise 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 ergeben sich die Werte, die in Tabelle 4 für jede Bezugswindstation angegeben sind.

4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen

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

Für die EAP liegt formal das Windrichtungsmaximum bei 240°, wobei die Verteilung einer Achse von Südwest nach Nordost folgt. Ein deutliches Nebenmaximum zeichnet sich aus nordöstlicher Richtung ab. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

Prinzipiell zeigen alle hier noch untersuchten Bezugswindstationen ein Südwestmaximum. Sonneberg, Neuhaus und Aubstadt fallen bei 240° genau mit den Erwartungswerten für die EAP zusammen, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Auch die Nebenmaxima aus ostnordöstlicher Richtung sind für Sonneberg und Neuhaus zu beobachten. Für Aubstadt ist das Nebenmaximum nach Norden verschoben, was allenfalls noch als ausreichende Übereinstimmung gelten kann.

Für die Station Lautertal-Oberlauter sind Haupt- und Nebenmaxima in ihrer Rolle vertauscht. Das Hauptmaximum liegt in Nordöstlicher Richtung, das Nebenmaximum im Westen. Da die Intensitäten der beiden Maxima auch deutlich auseinanderliegen, sind sich die Charakteristiken von EAP und Lautertal-Oberlauter nicht mehr ähnlich. Von einer Übertragung sollte abgesehen werden.

Somit sind aus Sicht der Windrichtungsverteilung die Stationen Sonneberg und Neuhaus gut für eine Übertragung geeignet, Aubstadt stimmt noch ausreichend mit der EAP überein. Lautertal-Oberlauter ist nicht geeignet.

Diese Bewertung orientiert sich an den Kriterien von 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 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Lautertal-Oberlauter	-
Sonneberg-Neufang	++++
Neuhaus am Rennweg	++++
Aubstadt	++

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.

Für die EAP wird in 15,0 m Höhe eine mittlere Windgeschwindigkeit von 3,6 m/s erwartet. Dem kommen die Werte der Stationen Neuhaus und Sonneberg zwischen 3,6 m/s und 3,8 m/s (auch wieder bezogen auf 15,0 m Höhe und die EAP-Rauigkeit von 0,42 m) sehr nahe. Sie zeigen eine Abweichung von nicht mehr als $\pm 0,5$ m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Für Lautertal-Oberlauter liegt mit Werten um 3,0 m/s die Abweichung innerhalb von $\pm 1,0$ m/s, was immerhin noch eine ausreichende Übereinstimmung bedeutet.

Die Werte für die Station Aubstadt liegen mit 2,5 m/s deutlich niedriger und außerhalb von $\pm 1,0$ m/s bezogen auf die EAP, was nicht mehr als übereinstimmend anzusehen ist.

Aus Sicht der Windgeschwindigkeitsverteilung sind also Sonneberg und Neuhaus gut für eine Übertragung geeignet, Lautertal-Oberlauter ist es nur mit Abstrichen. Aubstadt 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 von 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
Lautertal-Oberlauter	+
Sonneberg-Neufang	++
Neuhaus am Rennweg	++
Aubstadt	-

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	Vergleich Rauigkeit mit EAP (0,42 m)
Lautertal-Oberlauter	-	-	+	0.14 m
Sonneberg-Neufang	+++++	++++	++	0.66 m
Neuhaus am Rennweg	+++++	++++	++	0.96 m
Abstadt	-	++	-	0.10 m

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.

Um eine eindeutige und objektiv nachvollziehbare Entscheidung zu treffen, wird die aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge an den Bezugswindstationen mit dem Wert an der EAP (0,42 m) verglichen. Dabei kommt es bei der Station Sonneberg (0,66 m) zur besseren Übereinstimmung als bei Neuhaus (0,96 m).

Mit der etwas niedrigeren mittleren Windgeschwindigkeit von Sonneberg gegenüber Neuhaus wird zudem gesichert, dass sich bei Verwendung der Daten von Sonneberg die Ausbreitungsrechnung so konservativ wie (im Rahmen der Auswahl meteorologischer Daten) möglich gestaltet.

Sonneberg-Neufang wird demzufolge für eine Übertragung ausgewählt.

5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation

Die zur Übertragung ausgewählte Station Sonneberg-Neufang befindet sich nordöstlich von Sonneberg im Ortsteil Neufang. Die Lage der Station in Thüringen ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

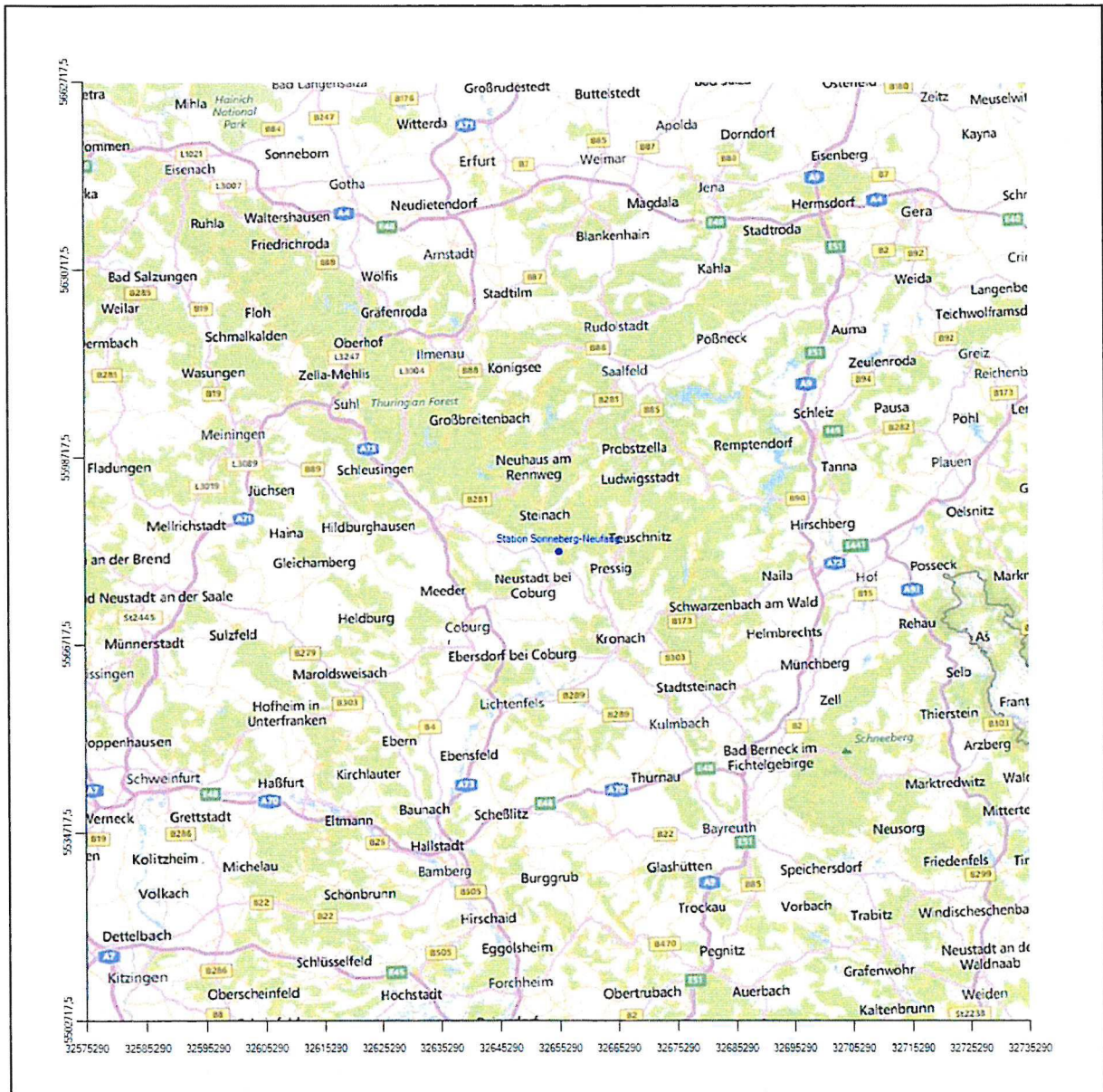


Abbildung 13: Lage der ausgewählten Station

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 626 m über NHN, während des hier untersuchten Zeitraumes war der Windgeber in einer Höhe von 16 m angebracht.

Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	11,184°
Geographische Breite:	50,376°

Die Umgebung der Station ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Landwirtschaftliche Flächen wechseln sich mit durchgängig bebauten Siedlungsgebieten ab, außerdem mit Waldgebieten.

Eine Verteilung der Bodenrauigkeit um die Station ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

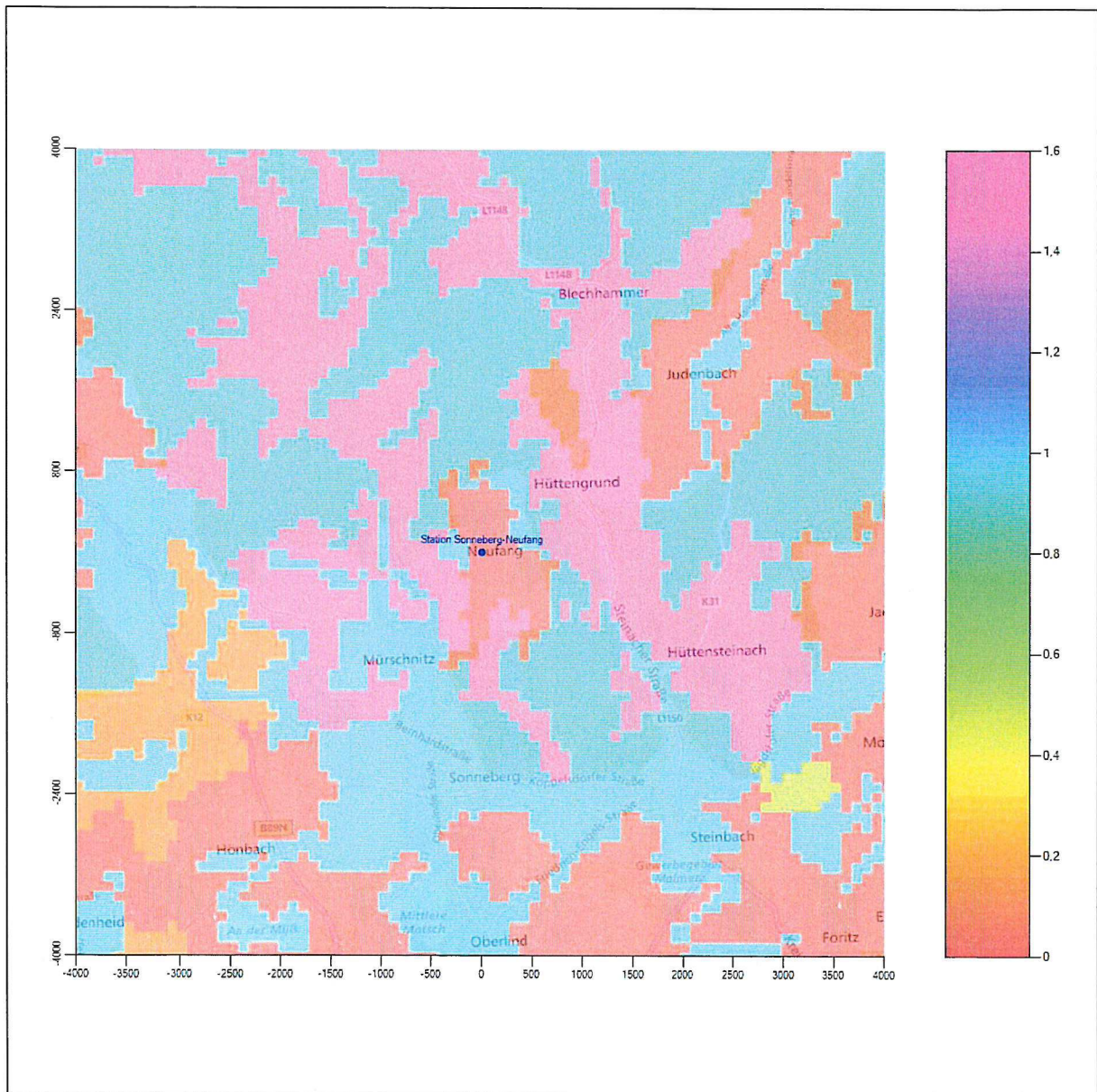


Abbildung 14: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der Station nach CORINE-Datenbank

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

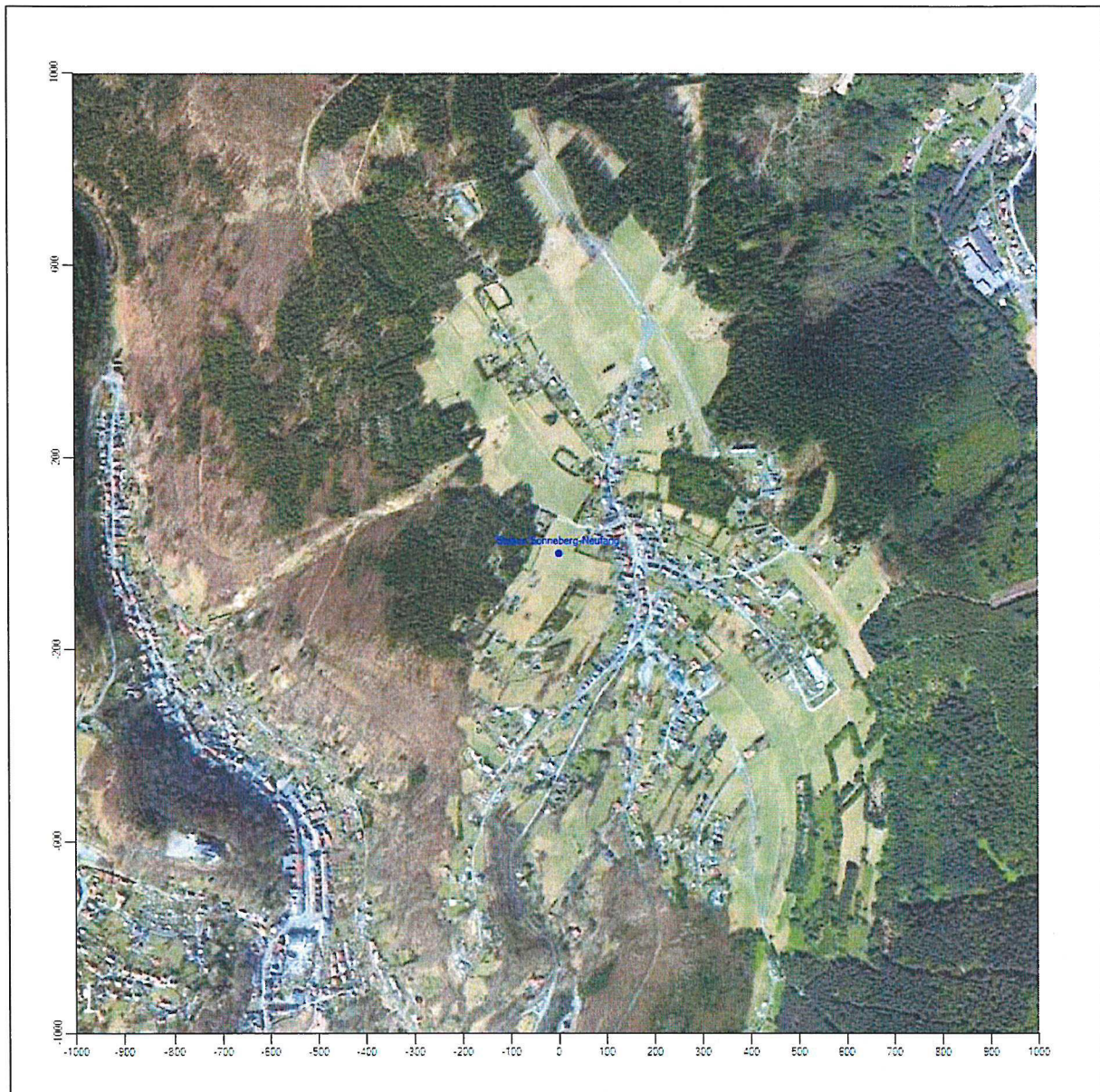


Abbildung 15: Luftbild mit der Umgebung der Messstation

Orographisch ist das Gelände, auch im weiteren Umkreis, deutlich gegliedert. Durch die Lage auf einer flachen Kuppe ist jedoch von allen Richtungen eine ungestörte Anströmung möglich. Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

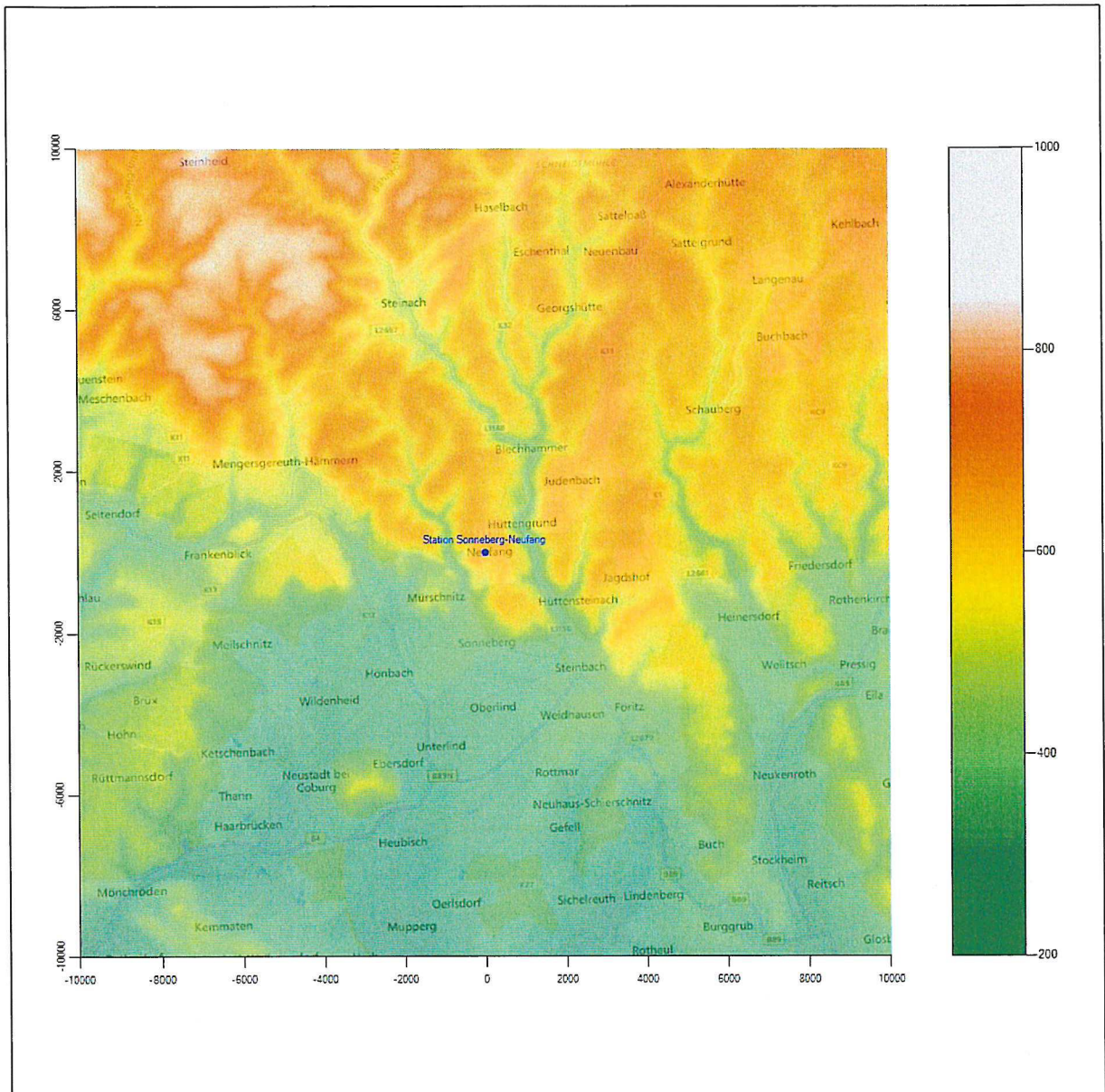


Abbildung 16: Orographie um den Standort der Wetterstation

6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres

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

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

Bei diesem Auswahlverfahren handelt es sich im Wesentlichen 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. Die Auswahl des repräsentativen Jahres erfolgt dabei in mehreren aufeinander aufbauenden Schritten. Diese sind in den Abschnitten 6.1 bis 6.3 beschrieben.

6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums

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

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

Eine analoge Prüfung wird anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung durchgeführt, wobei eine Aufteilung auf die Geschwindigkeitsklassen der TA Luft, Anhang 3, Tabelle 18 [10] erfolgt.

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

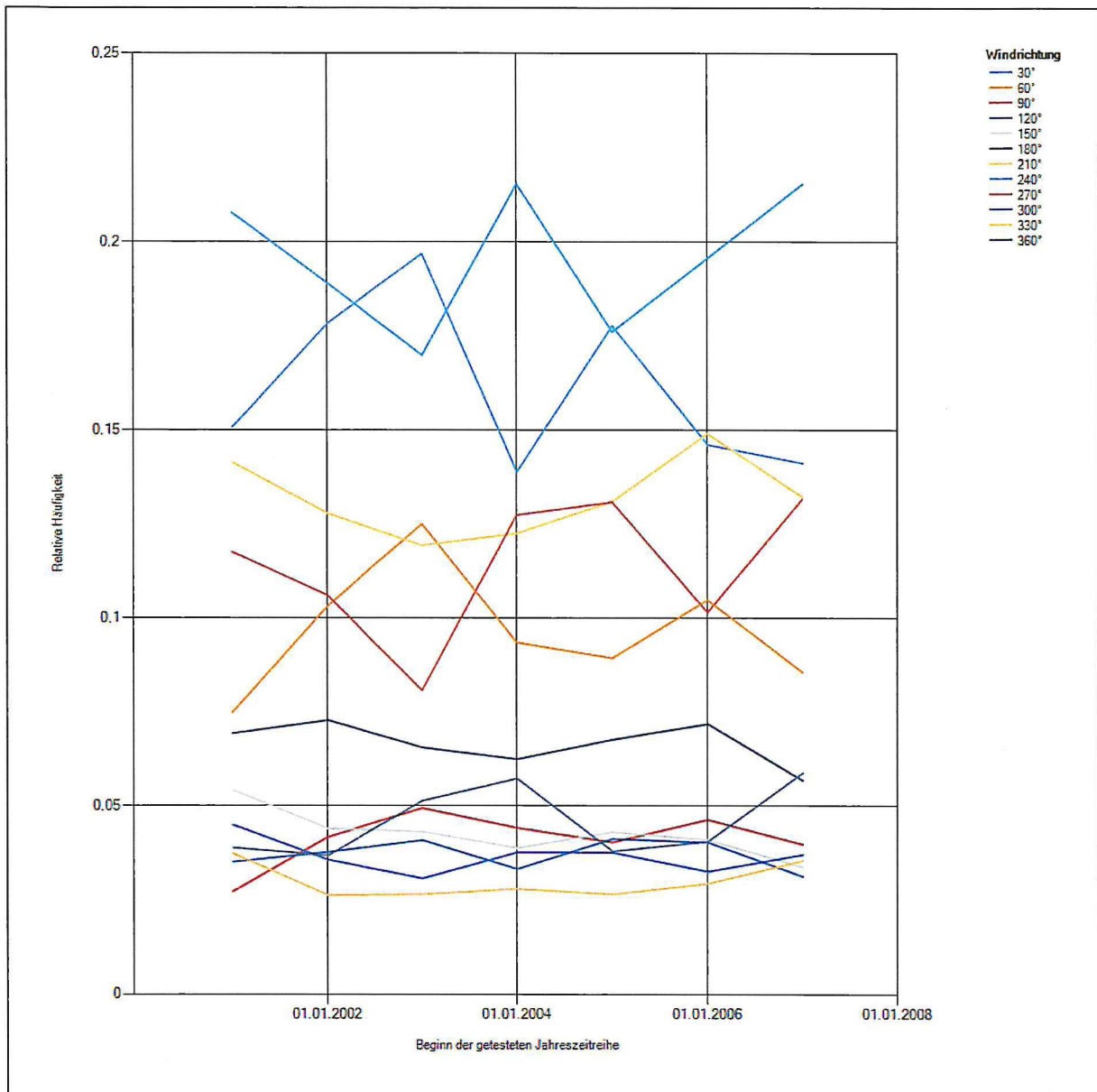


Abbildung 17: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung

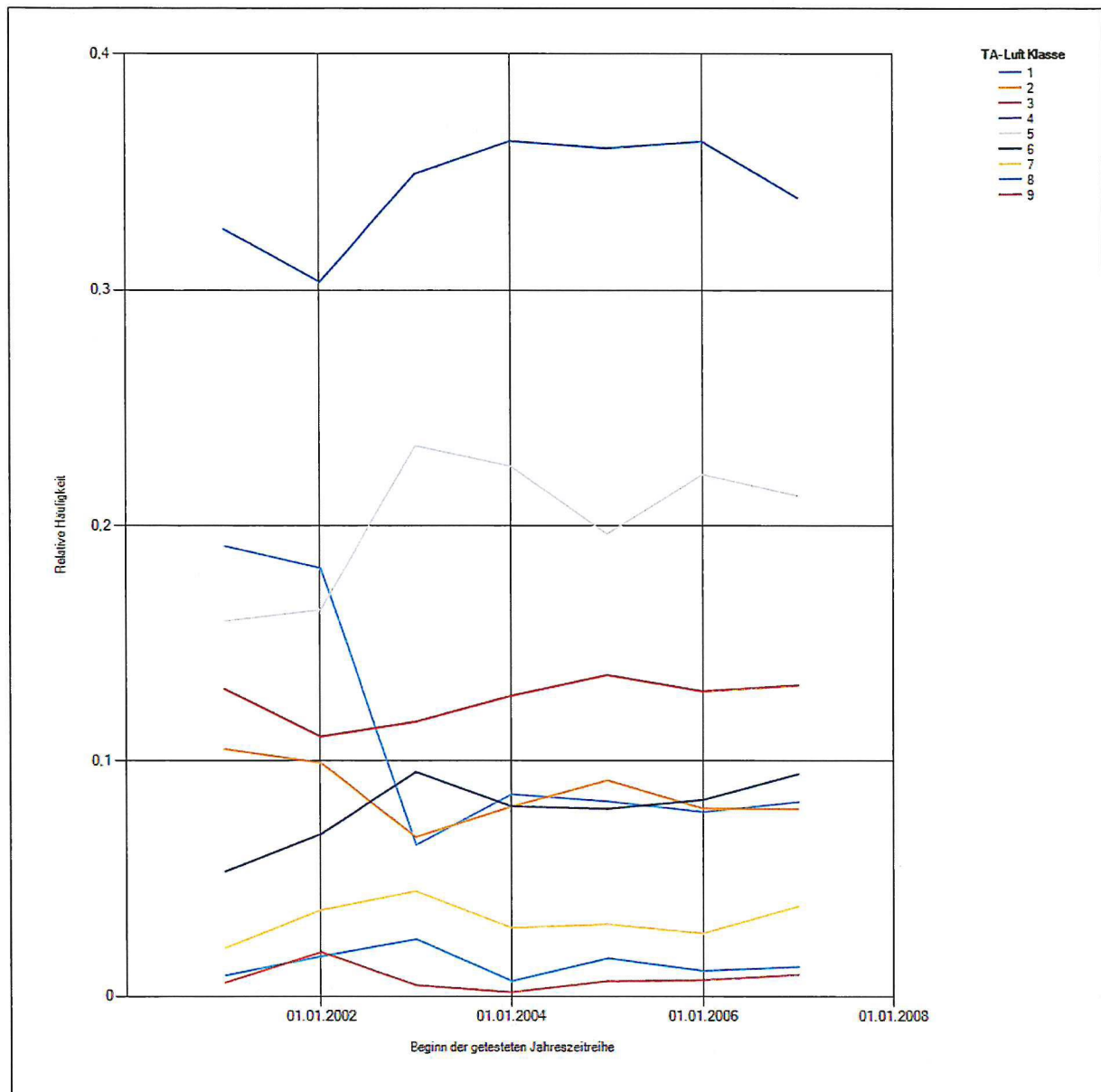


Abbildung 18: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 01.01.2001 bis zum 01.07.2008 verwendet.

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

6.2 Analyse der Windrichtungsverteilung, Windgeschwindigkeitsverteilung sowie der Nacht- und Schwachwinde

In diesem Schritt werden die bereits zum Zwecke der Homogenitätsprüfung gebildeten Windrichtungsverteilungen mit insgesamt 12 Sektoren dem χ^2 -Test zum Vergleich empirischer Häufigkeitsverteilungen unterzogen.

Bei der Suche nach einem repräsentativen Jahr werden dabei alle Zeiträume untersucht, die an einem ersten Januar des Gesamtzeitraumes beginnen, jeweils ein Kalenderjahr lang sind und bei denen ausreichend Messdaten verfügbar sind.

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

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

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 viele einzelne Testzeiträume jeweils drei Zahlenwerte zur Verfügung, die anhand der Windrichtungsverteilung, der Windgeschwindigkeitsverteilung und der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden die Ähnlichkeit des Testzeitraumes mit dem Gesamtzeitraum ausdrücken. Um daran eine abschließende Bewertung vornehmen zu können, werden die drei Werte gewichtet addiert, wobei die Windrichtungsverteilung mit 0,48; die Windgeschwindigkeitsverteilung mit 0,32 und die Verteilung der Nacht- und Schwachwinde mit 0,20 gewichtet wird. 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 Zeitraumes abgetragen.

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

Ebenfalls zu erkennen ist der Beginn des Testzeitraumes (Jahreszeitreihe), für den die gewichtete χ^2 -Summe den kleinsten Wert annimmt. Dieser Testzeitraum ist als eine Jahreszeitreihe anzusehen, die dem gesamten Zeitraum im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen am ähnlichsten ist. Dies ist im vorliegenden Fall

der 01.01.2006, was als Beginn des repräsentativen Jahres angesehen werden kann. Die repräsentative Jahreszeitreihe läuft dann bis zum 01.01.2007 (und endet genau genommen um Mitternacht des Vortages).

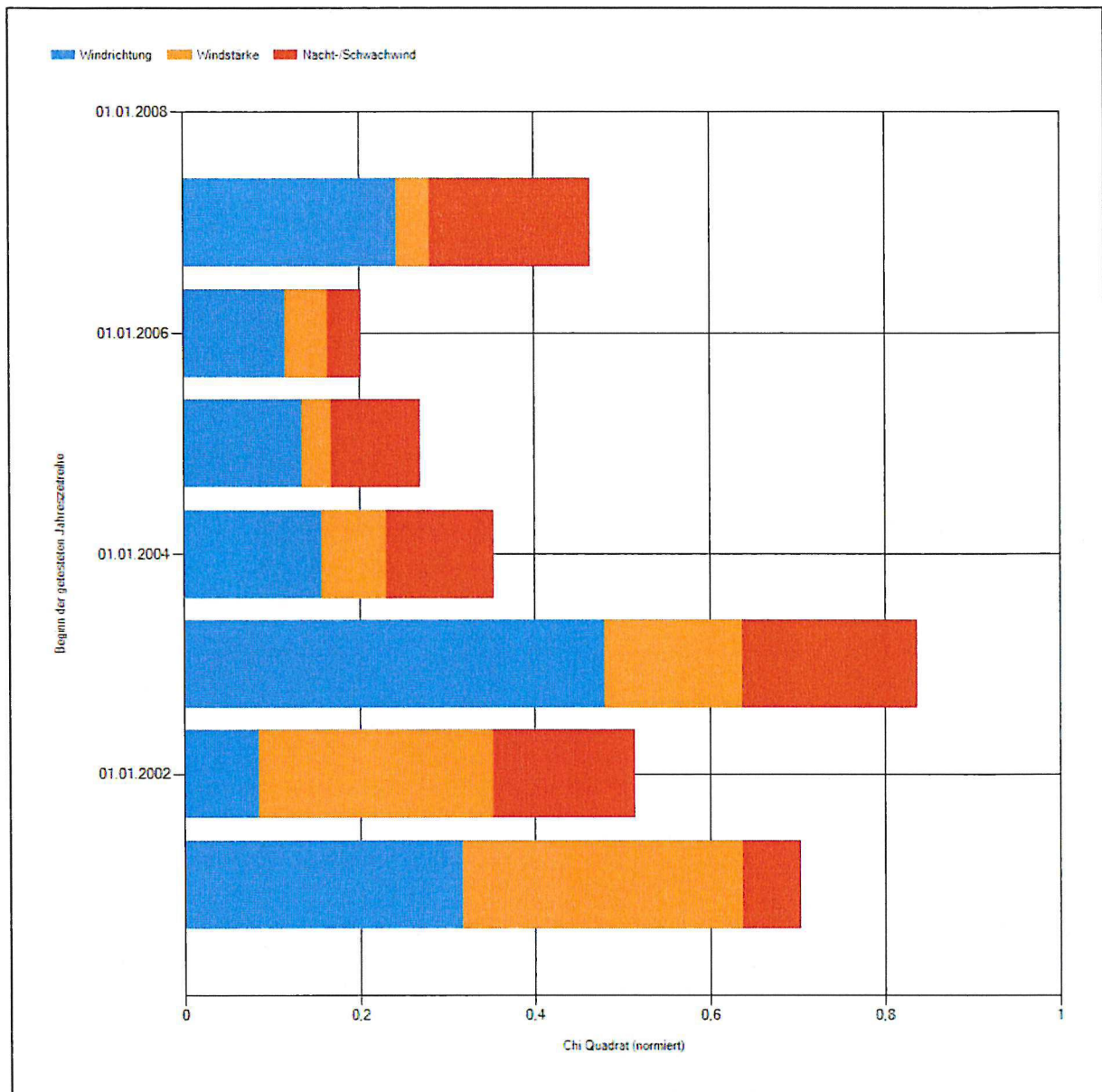


Abbildung 19: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

6.3 Prüfung auf Plausibilität

Der im vorigen Schritt gefundene Testzeitraum mit der größten Ähnlichkeit zum Gesamtzeitraum erstreckt sich vom 01.01.2006 bis zum 01.01.2007. 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 und der Windgeschwindigkeit für die ausgewählte Jahreszeitreihe dem gesamten Testzeitraum gegenübergestellt.

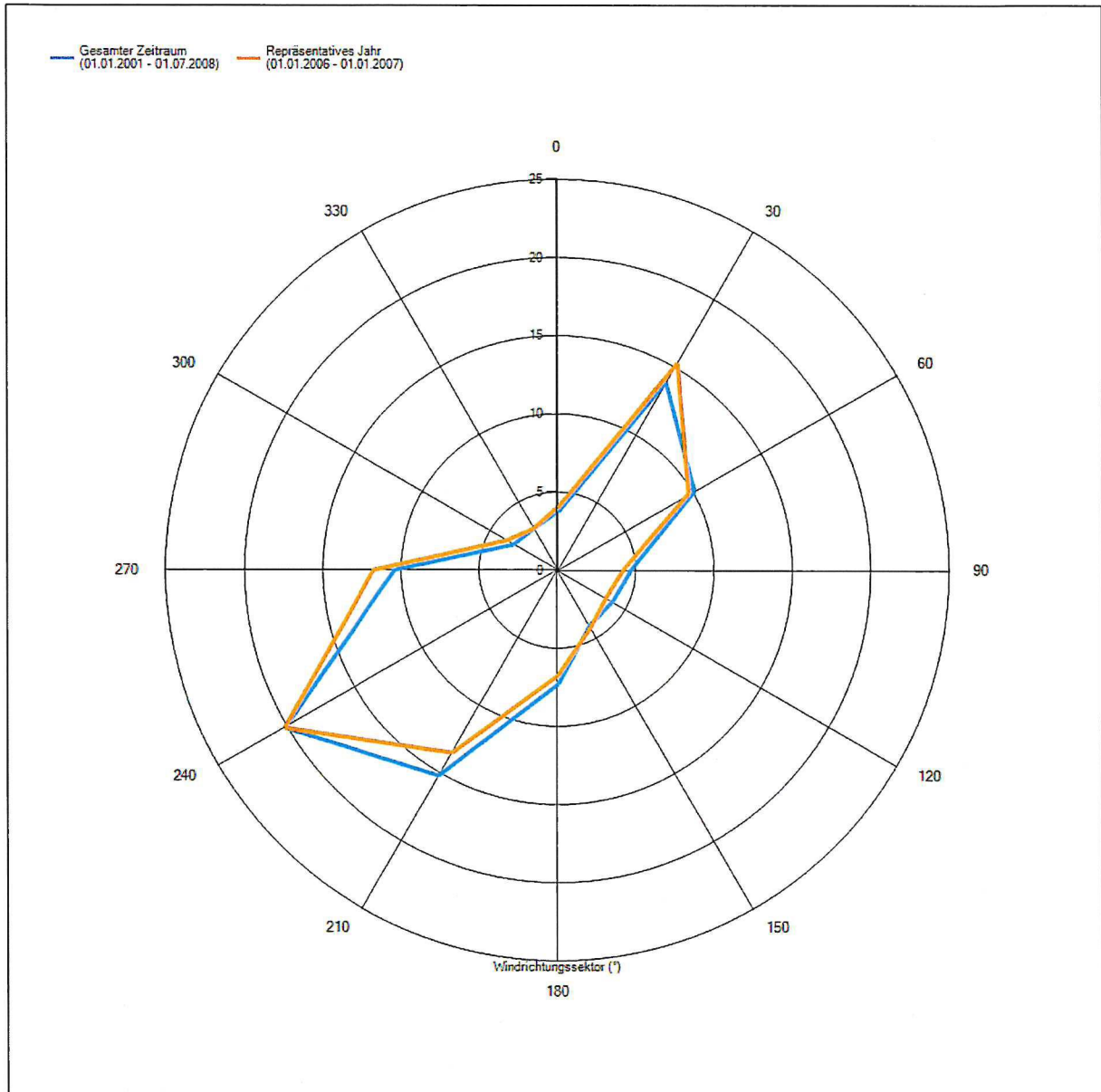


Abbildung 20: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

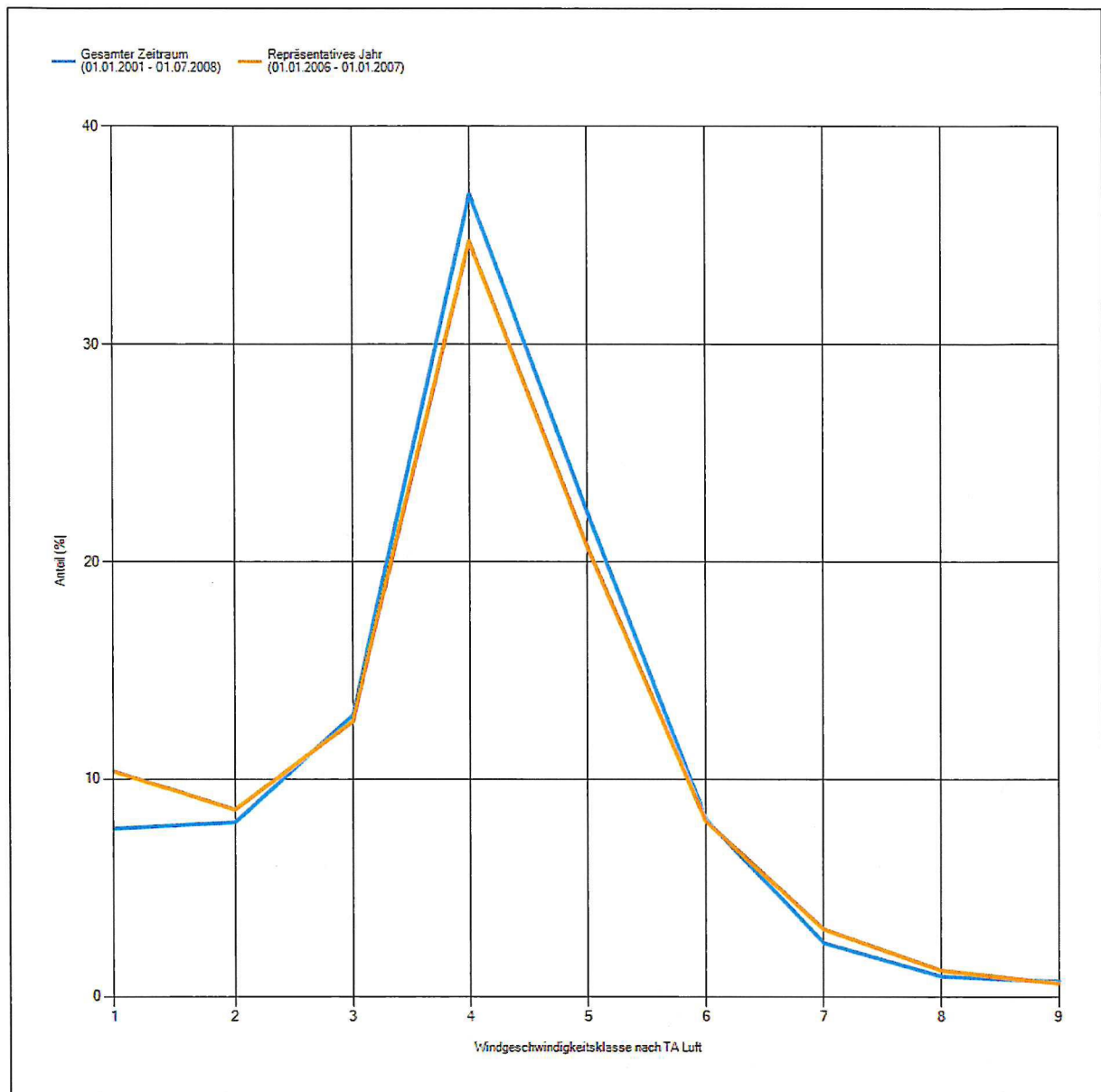


Abbildung 21: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

Anhand der Grafiken ist erkennbar, dass sich sowohl die Verteilung der Windrichtungen als auch die der Windgeschwindigkeiten in der ausgewählten Jahreszeitreihe kaum vom gesamten Testzeitraum unterscheiden.

Daher kann davon ausgegangen werden, dass der Zeitraum vom 01.01.2006 bis zum 01.01.2007 ein repräsentatives Jahr für die Station Sonneberg-Neufang im betrachteten Gesamtzeitraum vom 01.01.2001 bis zum 01.07.2008 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 der Windmessung (Station Sonneberg-Neufang) und der Ausbreitungsrechnung (EAP bei Großgarnstadt) werden durch die Angabe von 9 Anemometerhöhen in der Zeitreihendatei gegeben.

Je nachdem, wie stark sich die Rauigkeit an der ausgewählten Bezugswindstation von der für die Ausbreitungsrechnung am Standort verwendeten Rauigkeit unterscheiden, werden die Windgeschwindigkeiten implizit skaliert. Dies geschieht nicht durch formale Multiplikation aller Geschwindigkeitswerte mit einem geeigneten Faktor, sondern durch die Annahme, dass die an der Bezugswindstation gemessene Geschwindigkeit nach Übertragung an die EAP dort einer größeren oder kleineren (oder im Spezialfall auch derselben) Anemometerhöhe zugeordnet wird. Über das logarithmische Windprofil in Bodennähe wird durch die Verschiebung der Anemometerhöhe eine Skalierung der Windgeschwindigkeiten im berechneten Windfeld herbeigeführt.

Die aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge an der Bezugswindstation Sonneberg-Neufang wurde über ein Gebiet mit Radius von 3 km um die Station ermittelt, wobei für jede Anströmrichtung die Rauigkeit im zugehörigen Sektor mit der relativen Häufigkeit der Anströmung aus diesem Sektor gewichtet wurde. Für Sonneberg-Neufang ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 01.01.2001 bis zum 01.07.2008 einen Wert von 0,42 m. Daraus ergeben sich die folgenden, den Rauigkeitsklassen der TA Luft zugeordneten Anemometerhöhen. Das Berechnungsverfahren dazu wurde VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] entnommen.

Tabelle 9: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Sonneberg-Neufang

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	4,6	6,3	8,7	13,9	20,3	25,6	30,3

7.2 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Sonneberg-Neufang für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bedeckung wurde eine Ausbreitungsklassenzeitreihe gemäß den Vorgaben der TA Luft in Anhang 3 Ziffer 8 [10] erstellt. Die gemessenen meteorologischen Daten werden als Stundenmittel angegeben, wobei die Windgeschwindigkeit vektoriell gemittelt wird. Die Verfügbarkeit der Daten soll nach TA Luft mindestens 90 % der Jahresstunden betragen. Im vorliegenden Fall wurde eine Verfügbarkeit von 96 % bezogen auf das repräsentative Jahr vom 01.01.2006 bis zum 01.01.2007 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 9 wurden im Dateikopf hinterlegt.

Um für die Station Sonneberg-Neufang vollständige Stabilitätsinformationen ableiten zu können, wurde auf die Station Hof als Lieferant der Bedeckungsinformationen zurückgegriffen. Diese Station liegt in der Nähe und zusammen mit Sonneberg-Neufang in einem meteorologisch noch recht homogenen Gebiet, um nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] Abschnitt 7.1 die Bedeckungsinformationen verwenden zu können.

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Übertragbarkeit der meteorologischen Daten von den Messstationen wurde für einen Aufpunkt etwa 1300 m südöstlich des Standortes (Rechtswert: 4434656, Hochwert: 5567520) geprüft. Dieser Punkt wurde mit einem Rechenverfahren ermittelt 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 zur Übertragung vorgesehenen meteorologischen Daten dienen als Antriebsdaten für ein Windfeldmodell, das für die Gegebenheiten am Standort geeignet sein muss. Bei der Ausbreitungsrechnung ist zu beachten, dass lokale meteorologische Besonderheiten wie Kaltluftabflüsse nicht in den Antriebsdaten für das Windfeldmodell abgebildet sind. Dies folgt der fachlich etablierten Ansicht, dass lokale meteorologische Besonderheiten über ein geeignetes Windfeldmodell und nicht über die Antriebsdaten in die Ausbreitungsrechnung eingehen müssen. Die Dokumentation zur Ausbreitungsrechnung (Immissionsprognose) muss darlegen, wie dies im Einzelnen geschieht.

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

9 Zusammenfassung


Für den zu untersuchenden Standort bei Großgarnstadt wurde überprüft, ob sich die meteorologischen Daten einer oder mehrerer Messstationen des Deutschen Wetterdienstes zum Zweck einer Ausbreitungsrechnung nach Anhang 3 der TA Luft übertragen lassen.

Als Ersatzanemometerposition empfiehlt sich dabei ein Punkt mit den Gauß-Krüger-Koordinaten 4434656, 5567520. Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Sonneberg-Neufang die beste Eignung zur Übertragung auf die Ersatzanemometerposition. Die Daten dieser Station sind für eine Ausbreitungsrechnung am betrachteten Standort verwendbar.

Als repräsentatives Jahr für diese Station wurde aus einem Gesamtzeitraum vom 01.01.2001 bis zum 01.07.2008 das Jahr vom 01.01.2006 bis zum 01.01.2007 ermittelt.

Frankenberg, am 20. November 2016


Dr. Ralf Petrich
- fachlich Verantwortlicher -


Dr. Günther Schmidt
- Prüfer -

10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung

Die folgende Prüfliste orientiert sich an Anhang B von 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 / 4
	Lage der Anlage mit kartografischer Darstellung		<input checked="" type="checkbox"/>	2.1 / 5
	Höhe der Quelle(n) über Grund und NHN		<input checked="" type="checkbox"/>	1 / 4
	Angaben über Windmessstandorte verschiedener Messnetzbetreiber und über Windmessungen im Anlagenbereich		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 13
	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 / 13
	Für alle Stationen Höhe über NHN		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 15
	Für alle Stationen Koordinaten		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 15
	Für alle Stationen Windgeberhöhe		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 15
	Für alle Stationen Messzeitraum und Datenverfügbarkeit		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 15
	Für alle Stationen Messzeitraum zusammenhängend mindestens 5 Jahre lang		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 15
	Für alle Stationen Beginn des Messzeitraums bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 15
	Für alle Stationen Rauigkeitslänge		<input checked="" type="checkbox"/>	4.3 / 21
	Für alle Stationen Angaben zur Qualitätssicherung vorhanden		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 13...18
	Lokale Besonderheiten einzelner Stationen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 13...18
6	Prüfung der Übertragbarkeit			
6.2.1	Zielbereich bestimmt und Auswahl begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3.3 / 11
6.2.2	Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		<input checked="" type="checkbox"/>	4.3 / 18...22
6.2.2	Erwartungswerte für Windgeschwindigkeitsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		<input checked="" type="checkbox"/>	4.3 / 18...22
6.2.3.2	Messwerte der meteorologischen Datenbasis auf einheitliche Rauigkeitslänge und Höhe über Grund umgerechnet		<input checked="" type="checkbox"/>	4.3 / 18...22
6.2.3.1	Abweichung zwischen erwartetem Richtungsmaximum und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit 30° verglichen		<input checked="" type="checkbox"/>	4.4 / 22

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 / 23
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 / 24
6.3	Sonderfall			
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Vorgehensweise und Modellansätze dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Nachweis der räumlichen Repräsentativität der angepassten Daten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.4	Repräsentatives Jahr			
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Auswahlverfahren dokumentiert und dessen Eignung begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.2 / 32
	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 / 32
	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 / 29...32
7.1	Erstellung des Zieldatensatzes			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		<input checked="" type="checkbox"/>	7.1 / 36
	Bei Verwendung von Stabilitätsinformationen, die nicht an der Bezugswindstation gewonnen wurden: Herkunft der Stabilitätsinformationen dokumentiert und deren Eignung begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7.2 / 36
	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 / 37

11 Schrifttum

- [1] Statistisches Bundesamt , *Daten zur Bodenbedeckung der Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [2] VDI 3783 Blatt 16, *Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2015.
- [3] VDI 3783 Blatt 10, *Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude und Hindernisumströmung*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, März 2010.
- [4] Lasat 3.3, „Ing.-Büro Janicke,“ 1998-2013. [Online]. Available: <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [5] VDI 3783 Blatt 21, *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL (Entwurf)*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2015.
- [6] VDI 3783 Blatt 8, *Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle (Entwurf)*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2015.
- [7] VDI 3783 Blatt 20, *Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft (Entwurf)*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2015.
- [8] metSoft GbR, Dr. Klaus Bigalke, Dipl.-Ing. Matthias Rau, Dr. Christoph Winkler, „Meteorologische Software,“ [Online]. Available: <http://www.metsoft.de/>. [Zugriff am 2016].
- [9] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, „Synthetische Windstatistiken Baden-Württemberg Hinweise für Anwender,“ Februar 2007. [Online]. Available: http://www.metcon-umb.de/uploads/media/hinweise_fuer_anwender.pdf. [Zugriff am 2016].
- [10] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, „Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz,“ vom 24. Juli 2002.
- [11] 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.
- [12] VDI 3783 Blatt 13, *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, Januar 2010.