

Immissionsprognose

für Geruch, Ammoniak, Stickoxide, Schwebstaub, Schwefeldioxid und Schwefelwasserstoff für die geplante Klärschlamm-trocknungs- und Verbrennungsanlage mit Phosphatdüngemittelherstellung bei Warza



Auftraggeber:	Wiese-Umwelt-Service GmbH Bahnhofstraße 27 07980 Berga / Elster	
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Jens Förster	Tel.: 037206 892941 Email: Jens.Förster@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	Warza.2020.04	
Ort, Datum:	Frankenberg, 9. September 2020	
Anzahl der Seiten:	84	
Anlagen:	Detaillierte Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten auf den Anlagenstandort	



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

IFU GmbH Privates Institut für Analytik An der Autobahn 7 09669 Frankenberg/Sa.	tel +49 (0) 37206.89 29 0 fax +49 (0) 37206.89 29 99 e-mail info@ifu-analytik.de www.ifu-analytik.de	HRB Chemnitz 21046 USt-ID DE233500178 Geschäftsführer Axel Delan	iban DE27 8705 2000 3310 0089 90 bic WELADED1FGX bank Sparkasse Mittelsachsen
---	---	--	---

Zusammenfassung

Die Wiese-Umwelt-Service GmbH beabsichtigt die Errichtung einer Klärschlamm-trocknungs- und Verbrennungsanlage mit Phosphatdüngemittelherstellung, um stabilisierte kommunale entwässerte Klärschlämme zu trocknen, zu verbrennen und Phosphatdünger zu gewinnen. Der Vorhabensstandort befindet sich in der Gemarkung Warza, einem Ortsteil der Landgemeinde Neesetal im Landkreis Gotha des Freistaates Thüringen.

Für den geplanten Betrieb dieser Anlage ist zu prüfen, ob sich erheblich nachteilige Auswirkungen auf umliegende Schutzgüter ergeben können. Die IfU GmbH Privates Institut für Analytik mit Sitz in Frankenberg wurde mit der Durchführung von Ausbreitungsrechnungen beauftragt, um die von der geplanten Anlage hervorgerufenen Immissionen für Geruch, Ammoniak, Stickoxide, Schwebstaub, Schwefeldioxid und Schwefelwasserstoff ermitteln und bewerten zu können.

Die Ermittlung der Emissionen erfolgt auf Basis von Auslegungsdaten der Anlage und Emissionsgrenzwerten. Die Prognose der Immissionen erfolgt unter Anwendung des Lagrange-Modells (nach Anhang 3 der TA Luft [1]) mit dem Programm AUSTAL 2000 [2]. Dabei werden übertragene meteorologische Daten der Station Erfurt-Weimar des Deutschen Wetterdienstes verwendet.

Die Prognose kommt zu den folgenden Ergebnissen:

- Die Schornsteinhöhen der Anlage sind hinreichend bemessen, um die Anforderungen nach Nr. 2 der GIRL [3] einzuhalten. Ferner wird durch die Gesamtanlage an den maßgeblichen Immissionsorten eine irrelevante Zusatzbelastung ($\leq 0,02$ bzw. 2 % der Jahresstunden) erreicht. Die Anlage ist somit nicht geeignet die bestehende Immissionssituation für Gerüche relevant zu verändern.
- Anlagenbedingte Ammoniaketräge halten an allen umliegenden Biotopen das Abschneidekriterium nach TA Luft ($\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [1] ein. Die ammoniak- und stickoxidbedingten Stickstoffeinträge liegen an einem nahe gelegenen Biotop oberhalb des Abschneidekriteriums nach LAI-Leitfaden ($\leq 5 \text{ kg}/(\text{ha a})$) [4]. Die ermittelte Gesamtbelastung liegt innerhalb der nach LAI-Leitfaden [4] möglichen Spanne der Beurteilungswerte.
- Die vorhabensbedingte Stickstoffmehrbelastung hält an den Grenzen der nächstgelegenen FFH-Gebiete den Abschneidewert gemäß LANA-Leitfaden [5] ($\leq 0,3 \text{ kg}/(\text{ha a})$) ein.
- Anlagenbedingte Staubimmissionen unterschreiten an den umliegenden Immissionsorten die Irrelevanzwerte der TA Luft ($1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für die Schwebstaubkonzentration und $0,0105 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$) [1] für die Staubdeposition).
- Die von der Anlage ausgehenden Emissionen von Stickoxiden und Schwefeldioxid sind als Bagatell-massenströme nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft ($\leq 20 \text{ kg}/\text{h}$ über gefasste Emissionsquellen) [1] zu werten. Ein relevanterer Einfluss der Anlage auf die Immissionssituation dieser Stoffe ist daher nicht zu erwarten.
- Die prognostizierten Schwefelwasserstoffkonzentrationen (Jahresmittelwert) erreichen an den maßgeblichen Immissionsorten Werte $\leq 0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Eine abschließende Wertung und Beurteilung der prognostizierten Ergebnisse obliegt der zuständigen Genehmigungsbehörde.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	2
Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	6
1 Aufgabenstellung.....	7
2 Beschreibung der Anlage.....	8
2.1 Lage.....	8
2.1.1 Topographische Karte.....	9
2.1.2 Luftbild.....	10
2.1.3 Terrainplan	10
2.1.4 Vorbelastungen	12
2.2 Anlagenbeschreibung	12
2.3 Immissionsorte	13
2.3.1 Schutzgut Mensch	13
2.3.2 Schutzgebiete und geschützte Biotop	14
3 Ausbreitungsrechnung für Geruch, Ammoniak, Stickoxide, Schwefeldioxid, Schwefelwasserstoff und Staub	17
3.1 Rechenmodelle.....	17
3.1.1 Rechenmodell zur Prognose der Geruchsimmissionen.....	17
3.1.2 Rechenmodell zur Prognose der Immissionen für Ammoniak, Stickoxide, Schwefeldioxid und Schwefelwasserstoff	17
3.1.3 Rechenmodell zur Prognose der Staubimmissionen	18
3.2 Bewertung	19
3.2.1 Bewertung der Geruchsimmissionen	19
3.2.2 Bewertung der Ammoniakimmissionen	19
3.2.3 Bewertung der Stickoxidimmissionen	20
3.2.4 Bewertung der Schwefeloxidimmissionen	23
3.2.5 Bewertung der Schwefelwasserstoffimmissionen	23
3.3 Eingangsgrößen der Ausbreitungsrechnung	24
3.3.1 Koordinatensystem.....	24
3.3.2 Rechengebiet und Rechengitter	24
3.3.3 Beurteilungsflächen.....	25
3.3.4 Bodenrauigkeit	27
3.3.5 Geländeprofil.....	28
3.3.6 Einfluss von Bebauung.....	30
3.3.7 Emissionsstärken	31
3.3.8 Beschreibung der Quellen	35
3.3.9 Meteorologie.....	37
3.3.10 Statistische Sicherheit.....	39
3.4 Immissionssituation.....	40
3.4.1 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung für Geruch	40
3.4.2 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung für Ammoniak.....	45
3.4.3 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung für Stickstoff	47
3.4.4 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung für Staub	50
3.4.5 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung für Schwefelwasserstoff.....	53
4 Wertung der Ergebnisse	55
4.1 Geruchsimmissionen	55
4.2 Ammoniakimmissionen	55
4.3 Stickstoffimmissionen.....	55

4.4	Staubimmissionen	56
4.5	Stickoxidimmissionen	56
4.6	Schwefeldioxidimmissionen	56
4.7	Schwefelwasserstoffimmissionen	56
4.8	Zusammenfassung	57
5	Anhang	58
5.1	Verwendung von Rechtsgrundlagen und Literatur	58
5.2	Dateien zur Ausbreitungsrechnung	60
5.2.1	Berechnung Warza.2020.02.07	60
5.2.2	Berechnung Warza.2020.02.03	63
5.2.3	Berechnung Warza.2020.02.04	66
5.2.4	Berechnung Warza.2020.02.08	69
5.2.5	Ausbreitungsklassenzeitreihe (Auszug)	74
5.3	Statistische Unsicherheit	75

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des geplanten Anlagenstandortes in Warza.....	8
Abbildung 2: Lage des geplanten Anlagenstandortes nahe der Ortschaft Warza	9
Abbildung 3: Luftbild des geplanten Anlagenstandortes.....	10
Abbildung 4: Terrainplan der geplanten Anlage (nicht maßstäblich)	11
Abbildung 5: Lage der maßgeblichen Immissionsorte (Schutzgut Mensch)	14
Abbildung 6: Lage von Offenlandbiotopen nach TLUBN im Beurteilungsgebiet	16
Abbildung 7: Prüfschema zur Erheblichkeitsprüfung für Stickstoffeinträge.....	22
Abbildung 8: Verwendetes Rechengebiet mit Diskretisierung in Rechengitter von 64 m, 32 m, 16 m, 8 m und 4 m	25
Abbildung 9: Netz der Beurteilungsflächen	26
Abbildung 10: Rauiglängslänge in Metern in der Umgebung der Anlage nach CORINE-Datenbank.....	28
Abbildung 11: Topographisches Höhenrelief in der Umgebung der Anlage.....	30
Abbildung 12: Quellenplan der geplanten Anlage (nicht maßstäblich)	36
Abbildung 13: Windrichtungsverteilung der verwendeten Ausbreitungsklassenzeitreihe (Windrose)	38
Abbildung 14: Prognostizierte Geruchsimmission durch den Kamin der Klärschlamm-trocknung	41
Abbildung 15: Prognostizierte Geruchsimmission durch den Kamin der Klärschlammverbrennung.....	42
Abbildung 16: Prognostizierte Geruchsimmission durch den Kamin der Düngemittelherstellung	43
Abbildung 17: Prognostizierte Geruchsimmission durch die Gesamtanlage	44
Abbildung 18: Prognostizierte Ammoniakkonzentration der Gesamtanlage	46
Abbildung 19: Prognostizierte Stickstoffdeposition der Gesamtanlage	48
Abbildung 20: Prognostizierte Stickstoffdeposition der Gesamtanlage	49
Abbildung 21: Prognostizierte Schwebstaubkonzentration der Gesamtanlage	51
Abbildung 22: Prognostizierter Staubniederschlag der Gesamtanlage	52
Abbildung 23: Prognostizierte Schwefelwasserstoffkonzentration der Gesamtanlage	54
Abbildung 24: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.07, prognostizierte Geruchsimmission.....	75
Abbildung 25: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.03, prognostizierte Geruchsimmission.....	76
Abbildung 26: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.04, prognostizierte Geruchsimmission.....	77
Abbildung 27: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08, prognostizierte Geruchsimmission.....	78
Abbildung 28: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08, prognostizierte Ammoniakkonzentration	79
Abbildung 29: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08, prognostizierte Ammoniakdeposition.....	80
Abbildung 30: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08, prognostizierte Schwebstaubkonzentration im Jahresmittel	81
Abbildung 31: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08 prognostizierter Staubniederschlag im Jahresmittel	82
Abbildung 32: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08, prognostizierte Stickoxidkonzentration im Jahresmittel	83
Abbildung 33: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08, prognostizierte Schwefelwasserstoffkonzentration	84

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Staubklassen nach TA Luft	18
Tabelle 2:	Immissionswerte und Bagatellmassenströme für Stickoxid	20
Tabelle 3:	Immissionswerte und Bagatellmassenströme für Schwefeldioxid	23
Tabelle 4:	UTM-Koordinaten des Nullpunktes des lokalen Koordinatensystems	24
Tabelle 5:	Mittlere Rauigkeitslänge in Abhängigkeit von den Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters.....	27
Tabelle 6:	Gebäude zur Berücksichtigung im diagnostischen Windfeldmodell	31
Tabelle 7:	Geruchsemissionen der geplanten Anlage	32
Tabelle 8:	Ammoniakemissionen der geplanten Anlage	33
Tabelle 9:	Feinstaubemissionen der geplanten Anlage.....	33
Tabelle 10:	Stickoxidemissionen der geplanten Anlage	34
Tabelle 11:	Schwefeloxidemissionen der geplanten Anlage	34
Tabelle 12:	Schwefelwasserstoffemissionen der geplanten Anlage	34
Tabelle 13:	Geometrische Parameter der Emissionsquellen der geplanten Anlage	35
Tabelle 14:	Emissionsstärken der Einzelquellen.....	36
Tabelle 15:	Parameter der Abluftfahnenüberhöhung.....	37
Tabelle 16:	Immissionskenngrößen für Staub an den maßgeblichen Immissionsorten	56
Tabelle 17:	Immissionskenngröße für Schwefelwasserstoff an den maßgeblichen Immissionsorten	56

1 Aufgabenstellung

Die Wiese-Umwelt-Service GmbH beabsichtigt die Errichtung einer Klärschlamm-trocknungs- und Verbrennungsanlage mit Phosphatdüngemittelherstellung, um stabilisierte kommunale entwässerte Klärschlämme zu trocknen, zu verbrennen und Phosphatdünger zu gewinnen. Der Vorhabensstandort befindet sich in der Gemarkung Warza, einem Ortsteil der Landgemeinde Neesetal im Landkreis Gotha des Freistaates Thüringen.

Für den geplanten Betrieb dieser Anlage ist zu prüfen, ob sich erheblich nachteilige Auswirkungen auf umliegende Schutzgüter ergeben können. Die IFU GmbH Privates Institut für Analytik mit Sitz in Frankenberg wurde mit der Durchführung von Ausbreitungsrechnungen beauftragt, um die von der geplanten Anlage hervorgerufenen Immissionen für Geruch, Ammoniak, Stickoxide, Schwebstaub, Schwefeldioxid und Schwefelwasserstoff ermitteln und bewerten zu können.

Die Prognose der Immissionen erfolgt unter Anwendung des Lagrange-Modells (nach Anhang 3 der TA Luft [1]) mit dem Programm AUSTAL 2000 [2]. Die Berechnungsgrundlagen, insbesondere die Lage, Art, Anzahl und Gestaltung der Emissionsquellen sowie der Abluftparameter wurden durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt bzw. bei der Ortsbegehung am 5. März 2020 ermittelt.

2 Beschreibung der Anlage

2.1 Lage

Der untersuchte Standort befindet sich zwischen den Ortschaften Warza und Bubleben im Freistaat Thüringen. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

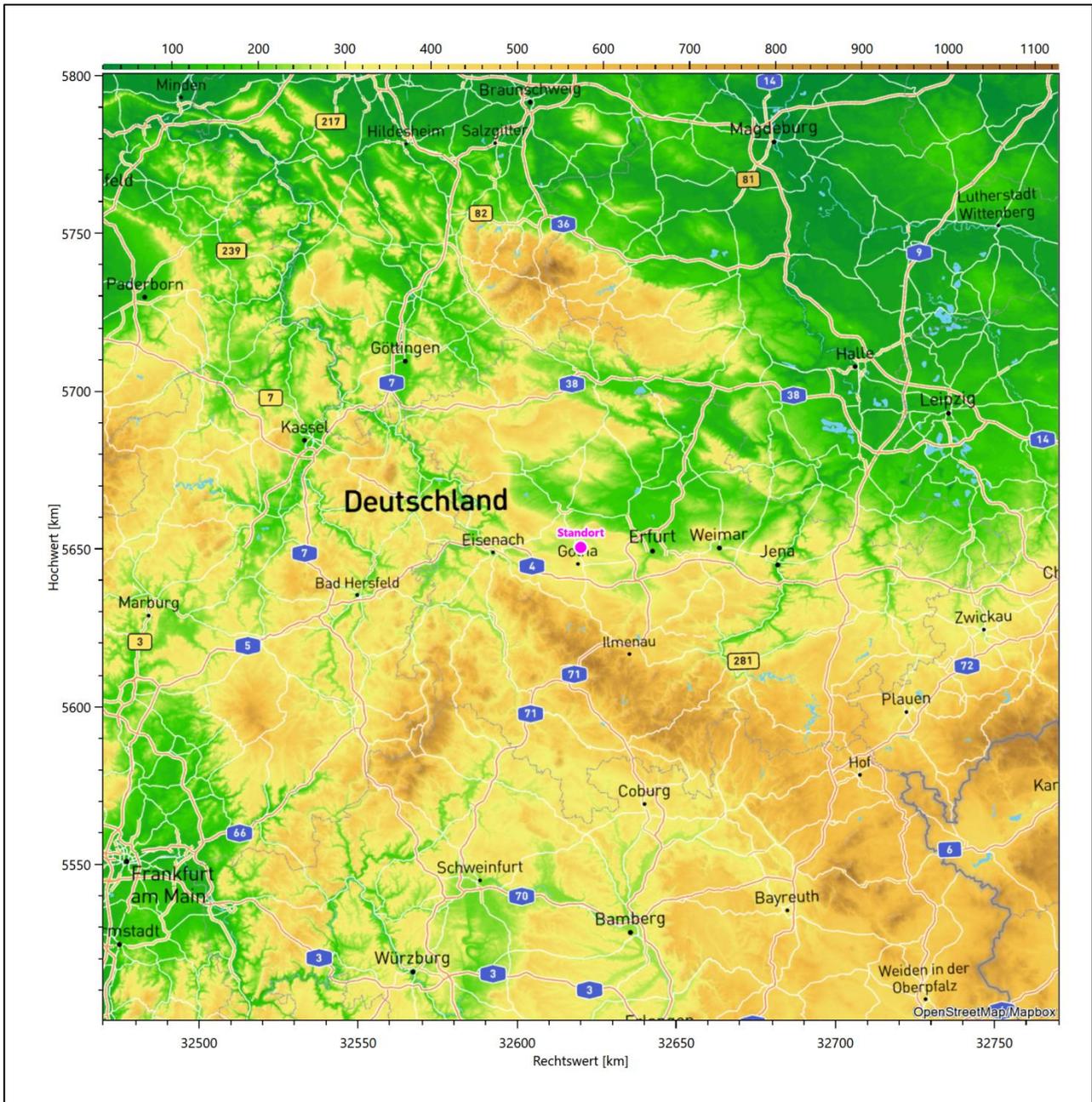
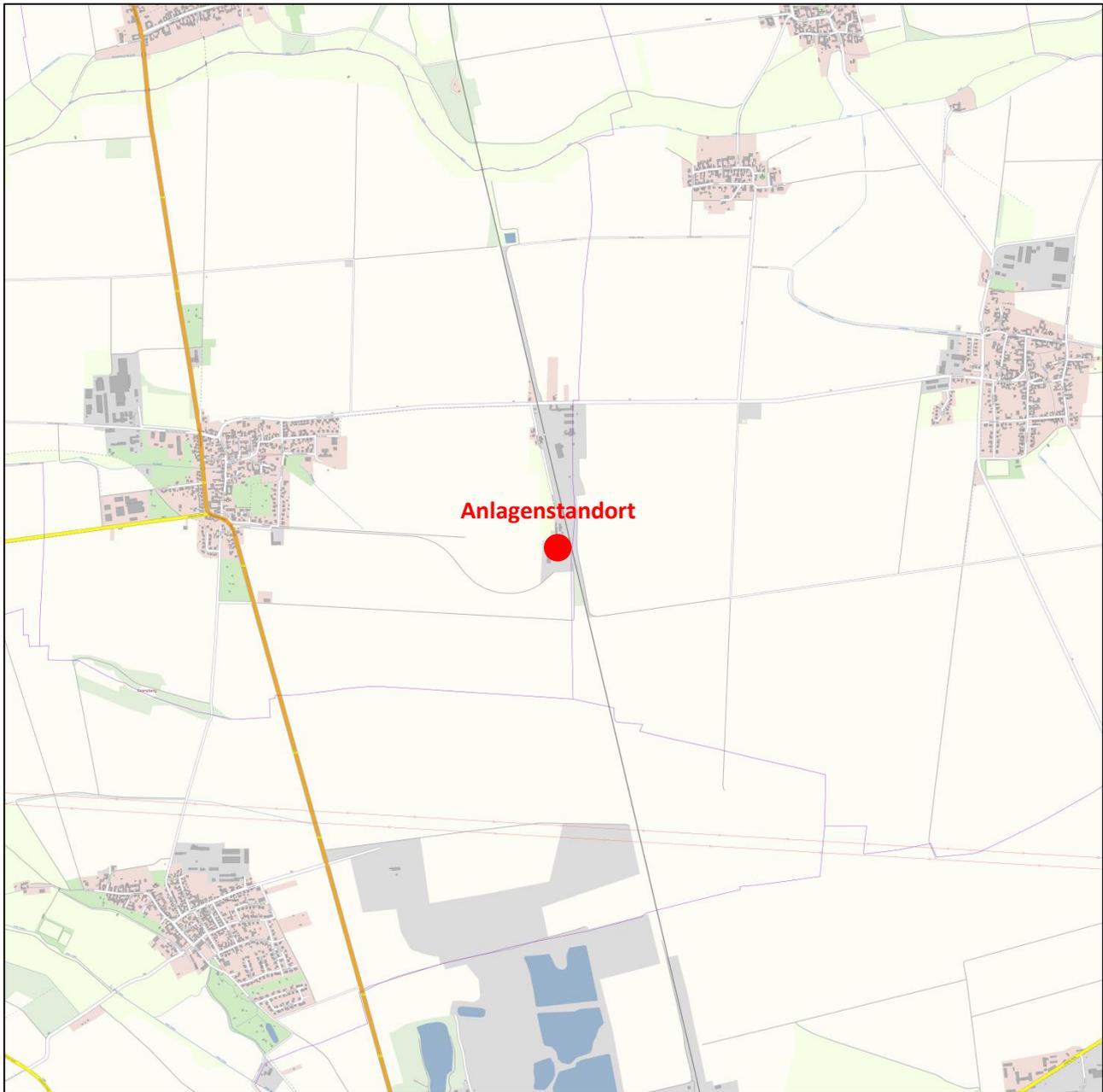


Abbildung 1: Lage des geplanten Anlagenstandortes in Warza

2.1.1 Topographische Karte

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



Quelle: WebAtlas.de
Anlagenstandort rot markiert

Abbildung 2: Lage des geplanten Anlagenstandortes nahe der Ortschaft Warza

2.1.2 Luftbild

Die folgende Luftaufnahme zeigt den geplanten Anlagenstandort und seine Umgebung.



Abbildung 3: Luftbild des geplanten Anlagenstandortes

2.1.3 Terrainplan

Einen detaillierten Überblick über die geplante Anlage gibt der folgende Terrainplan.



Architekturbüro Müller & Lehmann GmbH
 99438 Bad Berka Am Markt 3
 Fon/Fax 036 936880-0/13 - info@mlb-m.de

06.07.2020

Abbildung 4: Terrainplan der geplanten Anlage (nicht maßstäblich)

2.1.4 Vorbelastungen

Im weiteren Umkreis des geplanten Anlagenstandortes befinden sich keine weiteren Anlagen, die geeignet wären ihrerseits relevante Vorbelastungen für die betrachteten Luftschadstoffe hervorzurufen.

2.2 Anlagenbeschreibung

Die Wiese-Umwelt-Service GmbH beabsichtigt die Errichtung einer die Errichtung einer Klärschlamm-trocknungs- und Verbrennungsanlage mit Phosphatdüngemittelherstellung, um stabilisierte kommunale entwässerte Klärschlämme zu trocknen, zu verbrennen und Phosphatdünger zu gewinnen

Das Konzept sieht dabei vor, die bei der Verbrennung der getrockneten Klärschlämme entstehende Abwärme zu nutzen und der Trocknung zuzuführen. Die Verbrennungssasche wird als Grundlage zur Produktion von Phosphatdünger eingesetzt.

Nachfolgend sind die Kenndaten der geplanten Anlage aufgeführt:

Schlammverarbeitungskapazität:	100.000 T/a
Betriebsstunden pro Jahr:	7.500
Durchsatzleistung 25%TS:	13,3T/h = 3,33 T/h Feststoff
Durchsatzleistung 90%TS:	3,9T/h
Je Linie mit 90% TS:	1,8 T/h
Wasserverdampfung:	10,1 T/h
Mittlerer Heizwert Kärschlamm:	13 MJ/kg TS
Mittlerer Heizwert Klärschlamm mit 85%TS	11,00 MJ/kg
Feuerungsleistung bei 2 Linien	2 x 5,96 MW
Wärmebedarf Trocknung	ca. 9,41 MWth

Ein Großteil der Trocknungsluft wird im Trockner rezirkuliert. Die aus dem Trockner entweichende feuchte Abluft kann je nach Klärschlamm und Ausfäulungsgrad noch Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Geruchsstoffe enthalten. Um insbesondere die geruchsintensiven Substanzen zu aus der Abluft zu entfernen, wird eine zweistufige Abluftwäsche installiert. Die Düngemittelherstellung wird ebenfalls mit einer Abluftreinigung versehen.

Weitere Details sind den Planunterlagen zu entnehmen, als deren Bestandteil die vorliegende Immissionsprognose zu verstehen ist.

2.3 Immissionsorte

Grundlage für die Beurteilung der immissionsschutzrechtlichen Relevanz der Umgebung ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [6]: „Zweck dieses Gesetzes ist es, Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen.“

Die Beurteilung der Geruchsmissionen in der Umgebung der geplanten Anlage erfolgt anhand der Geruchsmissions-Richtlinie GIRL [3]. Relevante Immissionsorte für Gerüche sind Orte, an denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten, d.h. im Sinne TA Luft, Ziffer 4.6.2.6 [1] das Schutzgut Mensch nicht nur vorübergehend exponiert ist.

Die Beurteilung der Staubmissionen bezieht sich ebenfalls auf das Schutzgut Mensch. Zu bewerten ist der Schutz der menschlichen Gesundheit nach TA Luft, Ziffer 4.2 [1] in Bezug auf Schwebstaub (PM-10) und der Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag.

Hinsichtlich der Ammoniak- und Stickstoffmissionen müssen empfindliche bzw. geschützte Naturobjekte berücksichtigt werden. Beurteilungsgrundlagen bilden hier hinsichtlich Ammoniakeinträgen die TA Luft [1], sowie hinsichtlich Stickstoffeinträgen insbesondere die LAI-Stickstoff-Leitfäden [4] [5] sowie der (BAST-Leitfaden) [7].

Stickoxide und Schwefeloxide sind nach TA Luft [1] sowohl für das Schutzgut Mensch, wie auch das Schutzgut „Vegetation und Ökosysteme“ relevant. Die Beurteilungsgrundlage bilden hierbei die Immissionswerte der TA Luft [1].

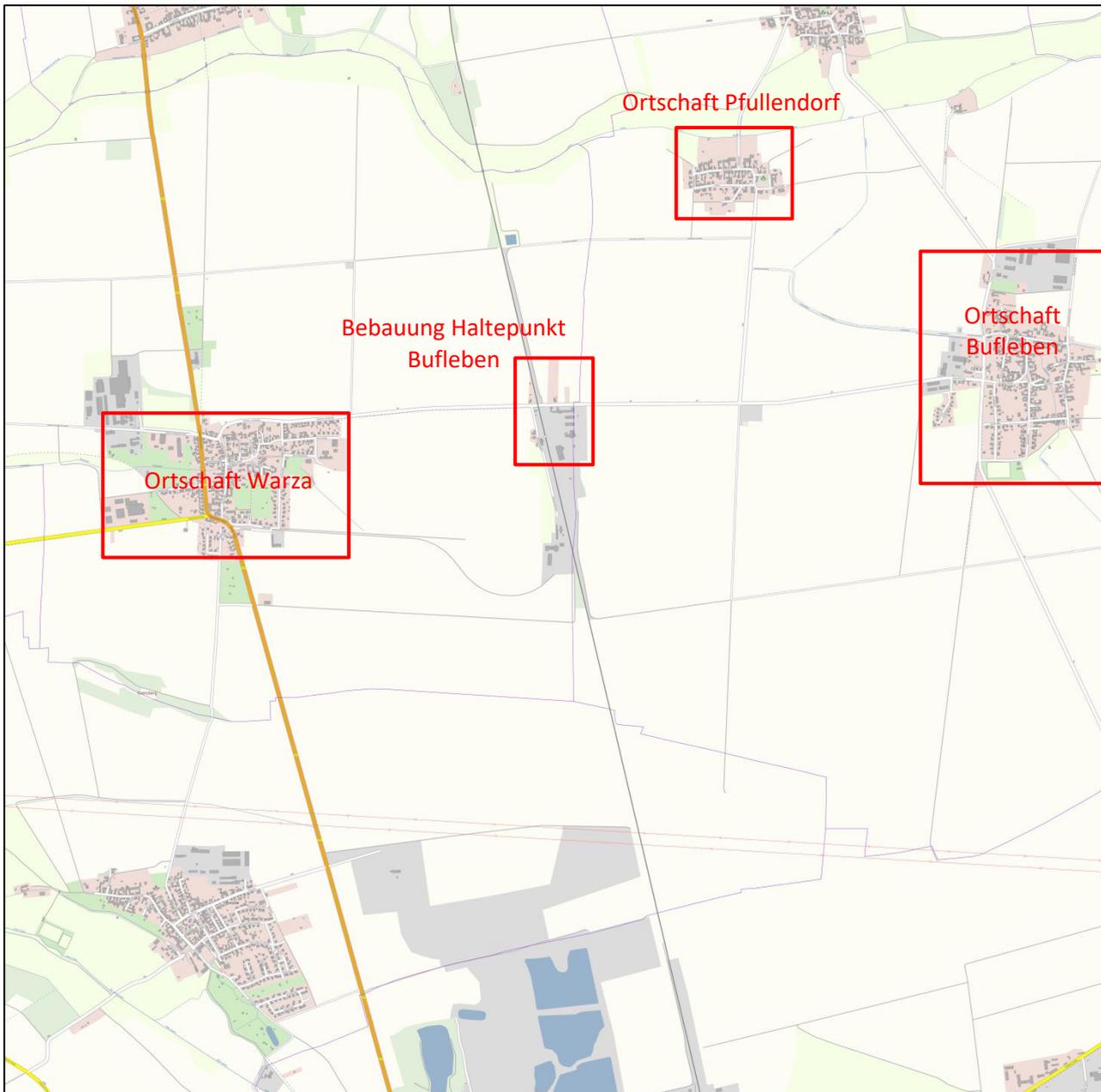
Für Schwefelwasserstoff sind in den einschlägigen Rechtsvorschriften keine Immissionswerte festgelegt. Aufgrund der neurotoxischen Wirkung wird im Rahmen dieser Immissionsprognose auf das Schutzgut Mensch abgestellt.

2.3.1 Schutzgut Mensch

Im Hinblick auf das Schutzgut Mensch sind die Ortschaften Warza, Pfullendorf und Bufleben, sowie die Bebauung im Bereich des Haltepunktes Bufleben zu beachten. Weitere Ortschaften sind weit genug entfernt, um davon auszugehen, dass dort keine erheblichen Belästigungen auftreten.

Aufgrund der großen räumlichen Abstände zu den genannten Bebauungen ist eine Betrachtung einzelner Immissionsorte vorliegend nicht sachgerecht. Es werden vielmehr die gesamten Ortslagen bzw. Bebauungskomplexe in die Betrachtung einbezogen.

In der folgenden Abbildung 5 ist die Lage der maßgeblichen Immissionsorte anhand der topographischen Karte dargestellt.



Immissionsorte rot markiert

Abbildung 5: Lage der maßgeblichen Immissionsorte (Schutzgut Mensch)

2.3.2 Schutzgebiete und geschützte Biotope

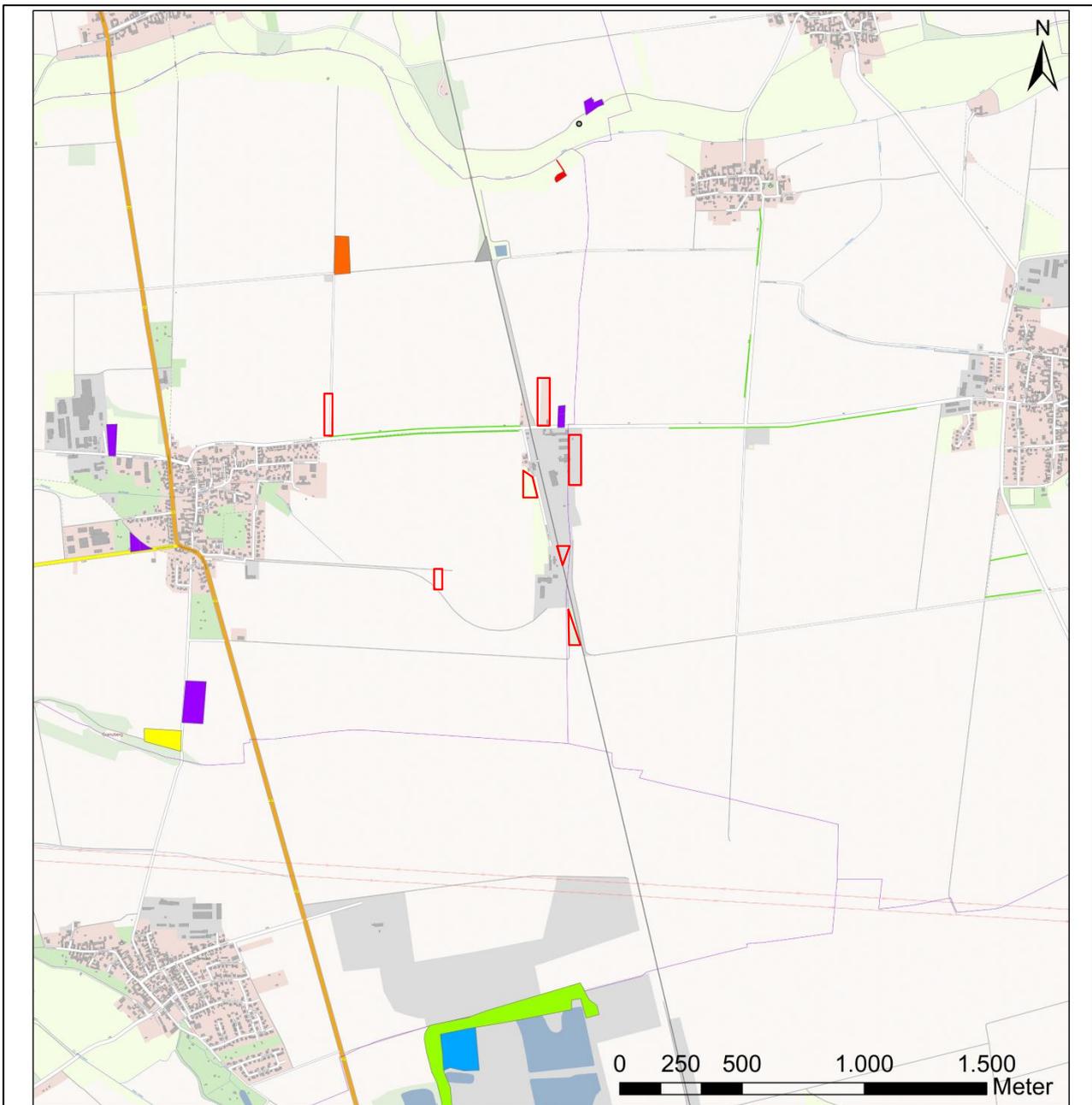
Als Schutzgebiete sind insbesondere Landschaftsschutzgebiete (LSG), Naturschutzgebiete (NSG), Schutzgebiete des Schutzgebietssystems NATURA 2000 (Fauna-Flora-Habitatrichtlinie [8] und Vogelschutzrichtlinie [9] der EU) sowie Naturparks und geschützte Biotope nach den Naturschutzgesetzen der Länder in Anlagennähe und im Beurteilungsgebiet nach TA Luft (1.700 m Radius bei Kaminhöhen bis 34 m) [1] zu betrachten. Darüber hinaus ist eine Prüfung nur in besonderen Fällen sinnvoll.

Innerhalb dieses Bereiches befinden sich das SPA-Gebiet „Ackerhügelland westlich Erfurt mit Fahnerscher Höhe“ ab einer Entfernung von ca. 1,2 km nördlich bzw. 1,4 km westlich der Anlage. Weitere Schutzgebiete

wie das Naturschutzgebiet mit flächengleichem FFH-Gebiet „Krahnberg-Kriegberg“ befinden sich größeren Entfernungen, ab ca. 3,8 km südwestlich des Anlagenstandortes.

Allerdings ist gemäß den Daten des Thüringer Landesamtes für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) innerhalb dieses Bereiches eine Vielzahl von teils geschützten Biototypen vorhanden.

Durch den Auftraggeber wurde zudem eine aktuelle Biotopkartierung in Auftrag gegeben, in deren Ergebnis zusätzliche Gehölzbiotope erfasst wurden. Dabei handelt es sich überwiegend um Feldhecken oder Begleitstrukturen, partiell auch um Laubgebüsche. Die Biotope aus der Offenlandbiotopkartierung des TLUBN sowie die aktuell erfassten Strukturen sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.



Legende

Biotoptypen

- EB: 2110 (100%);Quelle, unverbaut (100%)
- EB: 3230 (50%) // 4721 (50%), Landröhricht (50%); Sumpfhochstaudenflur (50%)
- EB: 6372 (100%), Baumreihe,Obstbaumbestand (nicht § 18) (100%)
- EB: 3230 (100%), Landröhricht (100%)
- EB: 3230 (50%) // 4721 (50%), Landröhricht (50%); Sumpfhochstaudenflur (50%)
- EB: 4710 (100%), Staudenflur / Brache / Ruderalflur frischer Standorte (100%)
- EB: 6211 (100%), Feldgehölz auf Feucht-/Naßstandort (100%)
- EB: 6510 (100%), Streuobstbestand auf Grünland; Unterwuchs: (100%)
- EB: 6510 (95%) // 6550 (5%), Streuobstbestand auf Grünland; Unterwuchs: (95%); Streuobstbestand auf stark verbuschtem Unterwuchs (5%)
- EB: 6550 (100%), Streuobstbestand auf stark verbuschtem Unterwuchs (100%)

Quelle: Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, Karte der Offenlandbiotopkartierung, aktuelle Biotopkartierung (rot umrandet)

Abbildung 6: Lage von Offenlandbiotopen nach TLUBN im Beurteilungsgebiet

3 Ausbreitungsrechnung für Geruch, Ammoniak, Stickoxide, Schwefeldioxid, Schwefelwasserstoff und Staub

3.1 Rechenmodelle

3.1.1 Rechenmodell zur Prognose der Geruchsimmissionen

Grundlage der Immissionsbeurteilung in der TA Luft 2002 [1] ist der prognostizierte Stundenmittelwert der Schadstoffkonzentration. Hieraus werden dann Tages- und Jahresmittelwerte und Überschreitungshäufigkeiten berechnet, an Hand derer die Gesamtbeurteilung erfolgt.

Die Berechnung erfolgt mit dem Programm AUSTAL 2000 [2]. Im Anhang 3 der TA Luft [1] wird für die Ausbreitungsrechnung ein Lagrangesches Partikelmodell nach der Richtlinie VDI 3945/3 [10] festgelegt. Das Rechenprogramm AUSTAL 2000 [2] ist eine beispielhafte Umsetzung der Vorgaben des Anhangs 3 und wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellt [11].

Für die Beurteilung von Gerüchen gemäß GIRL [3] ist ebenfalls die Stunde der primäre Bezugszeitraum, aber zur Beurteilung ist zu prognostizieren, ob innerhalb dieser Stunde zu 10 % der Zeit ein Geruch wahrgenommen wird. Ist dies der Fall, gilt die Stunde als Geruchsstunde. Für die Immissionsprognose ist im Wesentlichen die Häufigkeit der Geruchsstunden im Jahresmittel entscheidend.

Im Programmsystem AUSTAL 2000 [2] erfolgt die Entscheidung, ob eine Geruchsstunde vorliegt auf Grundlage einer ja/nein-Entscheidung. Kriterium für das Vorliegen einer Geruchsstunde bildet dabei die Überschreitung eines Stundenmittelwertes der Geruchsstoffkonzentration von $0,25 \text{ GE/m}^3$, also 25 % der Geruchsschwelle.

3.1.2 Rechenmodell zur Prognose der Immissionen für Ammoniak, Stickoxide, Schwefeldioxid und Schwefelwasserstoff

Die Berechnung der Immissionssituation in Bezug auf die oben genannten Luftschadstoffe erfolgt nach TA Luft, Anhang 3 [1] mit dem Programm AUSTAL 2000 [2]. Berechnet wird jeweils die Immissions-Jahres-Zusatzbelastung (IJZ) (Berechnung des geplanten Vorhabens) als gewichteter Mittelwert über die Ausbreitungssituationen der Ausbreitungsklassenzeitreihe. Für Stickoxide und Schwefeldioxid werden zudem die Immissions-Tageswerte und Immissions-Stundenwerte für die Zusatzbelastung ermittelt.

Stickoxide, Schwefeldioxid und Schwefelwasserstoff werden in der Ausbreitungsrechnung als ideale Gase ohne Deposition und Sedimentation berücksichtigt. Demgegenüber wird für Ammoniak gemäß Nr. 3 Anhang 3 der TA Luft [1] eine Deposition mit einer Geschwindigkeit v_D von $0,01 \text{ m/s}$ berücksichtigt.

Während der Ausbreitung von Stickoxiden in der Luft erfolgt eine Umwandlung von NO zu NO_2 . Da im Sinne des konservativen Charakters dieser Betrachtung und in Ermangelung einer genauen Kenntnis der Verteilung von NO/NO_2 im Abgas der Anlage die Stickoxidemissionen vollständig als NO_2 angesetzt werden, entfällt diese Umwandlung.

Aus den prognostizierten Jahresmittelwerten der Ammoniak- und Stickoxidimmissionen wird die Stickstoffdeposition bestimmt. Für Ammoniak kann dabei unmittelbar die berechnete Ammoniakdeposition

herangezogen werden. Diese wird mit dem Proportionalitätsfaktor 14/17 beaufschlagt, was dem Masseanteil von Stickstoff am Ammoniak entspricht.

Der Anteil der Stickoxidimmissionen an der Stickstoffdeposition kann hilfsweise aus der Stickoxidkonzentration der untersten Zellschicht des Rechengebietes über die folgenden Formeln ermittelt werden:

$$DepN_{NO} = c_{NO} * 0,05 \text{ cm/s} * 3,1536 * 14/30$$

$$DepN_{NO_2} = c_{NO_2} * 0,3 \text{ cm/s} * 3,1536 * 14/46$$

Dabei bedeuten $DepN$ die Stickstoffdeposition in $\text{kg}/(\text{ha a})$, c die Stickoxidkonzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, $0,05 \text{ cm/s}$ bzw. $0,3 \text{ cm/s}$ die Depositionsgeschwindigkeit von NO und NO_2 nach VDI-Richtlinie 3782/5 [12], $3,1536$ ein Korrekturfaktor für die Einheitenumrechnung und $14/30$ bzw. $14/46$ der stöchiometrische Anteil des Stickstoffs am NO bzw. NO_2 .

Im vorliegenden Fall beschränkt sich die Ermittlung auf die Deposition von NO_2 .

3.1.3 Rechenmodell zur Prognose der Staubimmissionen

Die Berechnung der Immissionssituation in Bezug auf Staub erfolgt nach TA Luft, Anhang 3 [1] mit dem Programm AUSTAL 2000 [2]. Berechnet wird die Immissions-Jahres-Zusatzbelastung (IJZ) (Berechnung des geplanten Vorhabens) als gewichteter Mittelwert über die Ausbreitungssituationen der Ausbreitungsklassenzeitreihe. Zudem erfolgt die Ermittlung der Immissions-Tages-Zusatzbelastung (ITZ) und des Jahresmittelwertes der Tagessumme des Staubsiederschlages (IJDZ).

Die Aufteilung der Staubemissionen erfolgt nach TA Luft Anhang 3 Punkt 4 [1] auf vier Größenklassen mit verschiedenen Sedimentations- und Depositionsgeschwindigkeiten. Die aerodynamischen Durchmesser (d_a) dieser Klassen, ihre Sedimentations- (v_s) und Depositionswerte (v_D) sowie ihre Bezeichnung bei der Eingabe in das Programmsystem AUSTAL 2000 [2] sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 1: Staubklassen nach TA Luft

Klasse	d_a [μm]	v_s [m/s]	v_D [m/s]	AUSTAL 2000
1	< 2,5	0,00	0,001	pm-1
2	2,5 – 10	0,00	0,01	pm-2
3	10 – 50	0,04	0,05	pm-3
4	> 50	0,15	0,20	pm-4

Ist die Korngrößenklasse nicht im Einzelnen bekannt, dann ist PM-10 (Feinstaub) wie Staub der Klasse 2 zu behandeln. Für Staub mit einem aerodynamischen Durchmesser $> 10 \mu\text{m}$ ist für v_D der Wert $0,07 \text{ m/s}$ und für v_s der Wert $0,06 \text{ m/s}$ zu verwenden. Die benannten Parameter sind im Programmsystem AUSTAL 2000 [2] durch den Parameter pm-u definiert.

Im vorliegenden Fall erfolgt der Ansatz der Staubemissionen vollständig als Staub der Korngrößenklasse 2 (PM-10).

3.2 Bewertung

3.2.1 Bewertung der Geruchsimmissionen

Es ist nicht auszuschließen, dass die von der Anlage ausgehenden Geruchsemissionen belästigen können. Deshalb ist, eine Emissionsbegrenzung nach Stand der Technik vorausgesetzt, zu prüfen, inwieweit diese Belästigungen erheblich und damit unzulässig sind.

Die Geruchsimmissionsrichtlinie GIRL [3], die zur Beurteilung herangezogen wird, kennt drei Immissionswerte:

1. Wohn- und Mischgebiete (Immissionswert 0,10, entspricht 10 % der Jahresstunden)
2. Gewerbe- und Industriegebiete (Immissionswert 0,15, entspricht 15 % der Jahresstunden)
3. Dorfgebiete (Immissionswert 0,15 gegenüber landwirtschaftlichen Gerüchen, entspricht 15 % der Jahresstunden)

Außerdem ist das Wohnen im Außenbereich mit einem immissionsschutzrechtlich geringeren Schutzanspruch verbunden. Dabei können unter Prüfung der speziellen Randbedingungen des Einzelfalls Werte zur Geruchsbeurteilung von bis zu 0,25 (entspricht 25 % der Jahresstunden) für Emissionen aus landwirtschaftlichen Anlagen angewandt werden. Zudem sind in begründeten Einzelfällen Zwischenwerte zwischen Dorfgebieten und Außenbereich möglich, was zu Werten von bis zu 0,20 am Rand des Dorfgebietes führen kann. Analog kann beim Übergang vom Außenbereich zur geschlossenen Wohnbebauung verfahren werden. In Abhängigkeit vom Einzelfall können Zwischenwerte bis maximal 0,15 zur Beurteilung herangezogen werden.

Dabei ist wichtig, dass die Einordnung eines Immissionsortes in die oben genannten Nutzungsgebiete im Wesentlichen nach der tatsächlichen Nutzung und dem Charakter eines Gebietes erfolgen soll (siehe dazu GIRL, Ziffer 3.1 [3] und die Auslegungshinweise zu dieser Ziffer). Eine Zuordnung, die sich am Planungsrecht orientiert, soll nur für Gebiete erfolgen, die sich nicht in eines der genannten Nutzungsgebiete einordnen lassen.

Des Weiteren soll die Genehmigung für eine Anlage (selbst bei Überschreitung der oben genannten Immissionswerte, jedoch unbenommen davon) nicht wegen Geruchsimmissionen versagt werden, wenn der von der zu beurteilenden Anlage zu erwartende Immissionsbeitrag auf keiner Beurteilungsfläche den Wert 0,02 überschreitet. Bei Einhaltung dieses Wertes ist davon auszugehen, dass die Anlage die belästigende Wirkung der vorhandenen Belastung nicht relevant erhöht. Die GIRL [3] spricht in diesem Fall von einer Irrelevanz der zu erwartenden Zusatzbelastung.

Zudem ergeben sich aus Nr. 2 der GIRL [3] für die betreffende Anlage Anforderungen an die Schornsteinbauhöhe. Dabei sind die Schornsteine so zu bemessen, dass auf keiner Beurteilungsfläche eine Geruchsbelastung von mehr als 0,06 (6 % der Jahresstunden) erreicht wird. Diese Vorgabe ist für jeden Kamin einzeln zu prüfen.

3.2.2 Bewertung der Ammoniakimmissionen

Im Abschnitt 4.4 TA Luft „Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation und von Ökosystemen“ [1] wird kein Immissionswert für Ammoniak angegeben. Es ist damit Punkt 4.8, „Prüfung soweit Immissionswerte nicht festgelegt sind, und in Sonderfällen“, heranzuziehen. Ob eine Prüfung nach

4.8 erfolgt, hängt laut Absatz 1 davon ab, ob Anhaltspunkte für eine nachteilige Wirkung vorliegen und ob insbesondere an anderer Stelle auf Punkt 4.8 verwiesen wird.

Ein Verweis ergibt sich aus Anhang 1 der TA Luft „Ermittlung des Mindestabstandes zu empfindlichen Pflanzen und Ökosystemen im Hinblick auf die Anforderungen der Nummer 4.8“ [1].

Der Mindestabstand wird gemäß Anhang 1 TA Luft [1] nach der folgenden Gleichung bestimmt:

$$X_{\min} = \sqrt{41668 \left[\frac{m^2 * a}{Mg} \right] * Q \left[\frac{Mg}{a} \right]}$$

Wobei X_{\min} den geforderten Mindestabstand zu schutzbedürftigen Bereichen und Q der Ammoniakmassenstrom, der von der Anlage ausgeht, beschreibt.

Ausgehend von dem in Abschnitt 3.3.7 ermitteltem Emissionsmassenstrom für Ammoniak von 35,7 Mg/a ergibt sich ein Mindestabstand zu empfindlichen Pflanzen und Ökosystemen von 1.220 m.

Innerhalb dieses Mindestabstandes (gemessen von den relevanten Ammoniakquellen der Anlage) befinden sich mehrere, der unter Abschnitt 2.3.2 dargestellten Biotope. Daher ist eine Ausbreitungsrechnung für Ammoniak erforderlich, um eine mögliche Beeinträchtigung dieser Biotope durch anlagenbedingte Ammoniaketräge zu beurteilen. Anhaltspunkte hierfür bestehen, wenn die Zusatzbelastung der Anlage an den empfindlichen Pflanzen und Ökosystemen den Wert von 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreitet und die Gesamtbelastung den Wert von 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreitet. Werden beide Kriterien erfüllt, so ist eine Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft [1] durchzuführen. Anderenfalls können erhebliche Nachteile ausgeschlossen werden.

3.2.3 Bewertung der Stickoxidimmissionen

Stickoxide stellen einerseits eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit dar. Andererseits können sich nachteilige Auswirkungen auf Pflanzen und Ökosysteme ergeben. Infolge dieser potentiellen Gefährdung werden durch die TA Luft [1] und die 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung (39. BImSchV) [13] Immissionswerte und Bagatellmassenströme festgelegt.

Tabelle 2: Immissionswerte und Bagatellmassenströme für Stickoxid

Nr.	Schutzziel/Bemerkung	Größe	Immissionswert
4.2.1 TA Luft §3 39. BImSchV	Schutz menschlicher Gesundheit	NO ₂ -Konzentration, IJG	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		NO ₂ -Konzentration, ISG	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 18 zulässige Überschreitungen pro Jahr
4.4.1 TA Luft §3 39. BImSchV	Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation und von Ökosystemen	NO _x -Konzentration, IJG	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Nr.	Ableitbedingungen	Größe	Emissionswert
4.6.1.1 TA Luft	Bagatellmassenströme nach Nr. 5.5	Stickstoffoxide (NO und NO ₂) angegeben als NO ₂	20 kg/h
4.6.1.1 TA Luft	Bagatellmassenströme nicht nach Nr. 5.5	Stickstoffoxide (NO und NO ₂) angegeben als NO ₂	2 kg/h

Die Beurteilung der Stickstoffdeposition, die sich aus der Immission von Ammoniak und Stickoxiden ergibt, erfolgt auf Basis des Leitfadens zur „Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen“ (LAI-Leitfaden) [4]

für gesetzlich geschützte Biotope sowie dem Stickstoffleitfaden BImSchG-Anlagen (LANA-Leitfaden) [5] für FFH-Gebiete.

Gemäß LAI-Leitfaden [4] ist es ausreichend, nur die empfindlichen Ökosysteme zu betrachten, in denen die Zusatzbelastung von 5 kg/(ha a) überschritten wird (Abschneidekriterium). Die Biotope, in denen die 5 kg/(ha a) Zusatzbelastung nicht überschritten werden, müssen nicht betrachtet werden. Für diese Biotope ist anzunehmen, dass durch die geringe Zusatzbelastung keine erheblichen Nachteile entstehen.

Für die Biotope, die nicht unter die oben genannte Bedingung des Abschneidekriteriums fallen, ist der Gesamteintrag an Stickstoff zu ermitteln und zu bewerten.

Weiterhin erfolgt eine Einordnung der betrachteten Ökosysteme in Schutzkategorien, aus der sich der zumutbare Stickstoffeintrag („Critical Load“) ableiten lässt.

Die Ableitung des ökosystemspezifischen Beurteilungswertes erfolgt unter Einbeziehung von Zuschlagsfaktoren. Diese tragen dem Empfindlichkeitsgrad des Ökosystems Rechnung, wobei die Einstufung des Ökosystems nach dem Schlüssel der Critical Loads für Eutrophierung die Bewertungsbasis darstellt. Demnach ergibt sich der Beurteilungswert aus dem Critical Loads Wert, multipliziert mit dem Zuschlagsfaktor.

Die aus Vorbelastung und prognostizierter Zusatzbelastung ermittelte Gesamtbelastung wird mit dem ökosystemspezifischen Beurteilungswert verglichen, woraus sich eine Aussage über zu erwartende Schädigungen ableiten lässt.

Aus dem LANA-Leitfaden [5] bestehen für die Beurteilung von Einträgen in FFH-Gebiete die folgenden drei wesentlichen Prüfungsansätze:

1. Prüfung der Einhaltung des Abschneidekriteriums

Wird durch den Stickstoffeintrag eines Vorhabens das untere Abschneidekriterium von 0,3 kg N/(ha a) nicht überschritten, ist das Vorhaben insoweit unproblematisch und genehmigungsfähig. Diesem Ansatz liegt die Überlegung zugrunde, dass sehr geringe zusätzliche Mengen Stickstoffeintrag keine Wirkrelevanz entfalten können.

2. Prüfung der Einhaltung des Critical Loads durch die Gesamtbelastung

Überschreitet die Gesamtbelastung an einem konkreten Naturobjekt den hierfür maßgeblichen Critical Load nicht, ist das Vorhaben insoweit unproblematisch und genehmigungsfähig. Die Gesamtbelastung ergibt sich bei diesem Prüfansatz aus einer Summierung

- der Hintergrundbelastung (die dem UBA-Datensatz entnommen wird),
- der zeitlichen und räumlichen Korrektur dieser Hintergrundbelastung – wobei unter anderem weitere kumulierende Vorhaben eingehen, die noch nicht im UBA-Datensatz berücksichtigt wurden,
- sowie der vorhabensbezogenen Zusatzbelastung.

Diesem Ansatz liegt die Überlegung zugrunde, dass die Critical Loads Stickstoffeinträge definieren, bei deren Unterschreitung langfristig keine negativen Veränderungen der jeweiligen Lebensraumtypen zu erwarten sind.

3. Prüfung der Einhaltung der N-Bagatellschwelle

Trotz Überschreitung des Abschneidekriteriums und trotz Überschreitung des maßgeblichen Critical Load durch die Gesamtbelastung ist von der Rechtsprechung anerkannt, dass aus Gründen der Verhältnismäßig-

keit ein Vorhaben dennoch genehmigungsfähig ist, wenn die vorhabensbedingte Zusatzbelastung gemeinsam mit weiteren kumulativ zu berücksichtigenden Plänen und Projekten nicht größer als 3 % des jeweils relevanten Critical Load beträgt.

Diesem Ansatz liegt die Überlegung zugrunde, dass es auch bei einer Überschreitung des Critical Load durch die Gesamtbelastung unbillig wäre, bagatellhafte zusätzliche Belastungen eines neuen Vorhabens auszuschließen. Damit diese Vorgehensweise aber nicht durch Kumulation einer Vielzahl im Einzelnen geringfügiger, aber in der Summe durchaus erheblicher Beeinträchtigungen des Lebensraumtyps führt, sind an dieser Stelle in die Kumulation nicht nur weitere künftige zusätzliche Belastungen, sondern auch alle bisherigen zusätzlichen Belastungen seit Gebietslistung einzubeziehen. Auf diese Weise kann ein Missbrauch dieses Ansatzes verhindert werden.

Alle drei genannten Prüfansätze existieren nebeneinander. Führt einer der Prüfansätze zum Ergebnis, dass das Vorhaben danach als unproblematisch anzusehen ist, sind keine weiteren Prüfungen erforderlich, da keine erheblichen Beeinträchtigungen durch Stickstoffeintrag zu konstatieren sind.

Das Prüfschema entsprechend Fachkonvention, welches nicht in der aufgeführten Reihenfolge durchlaufen werden muss, ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt:

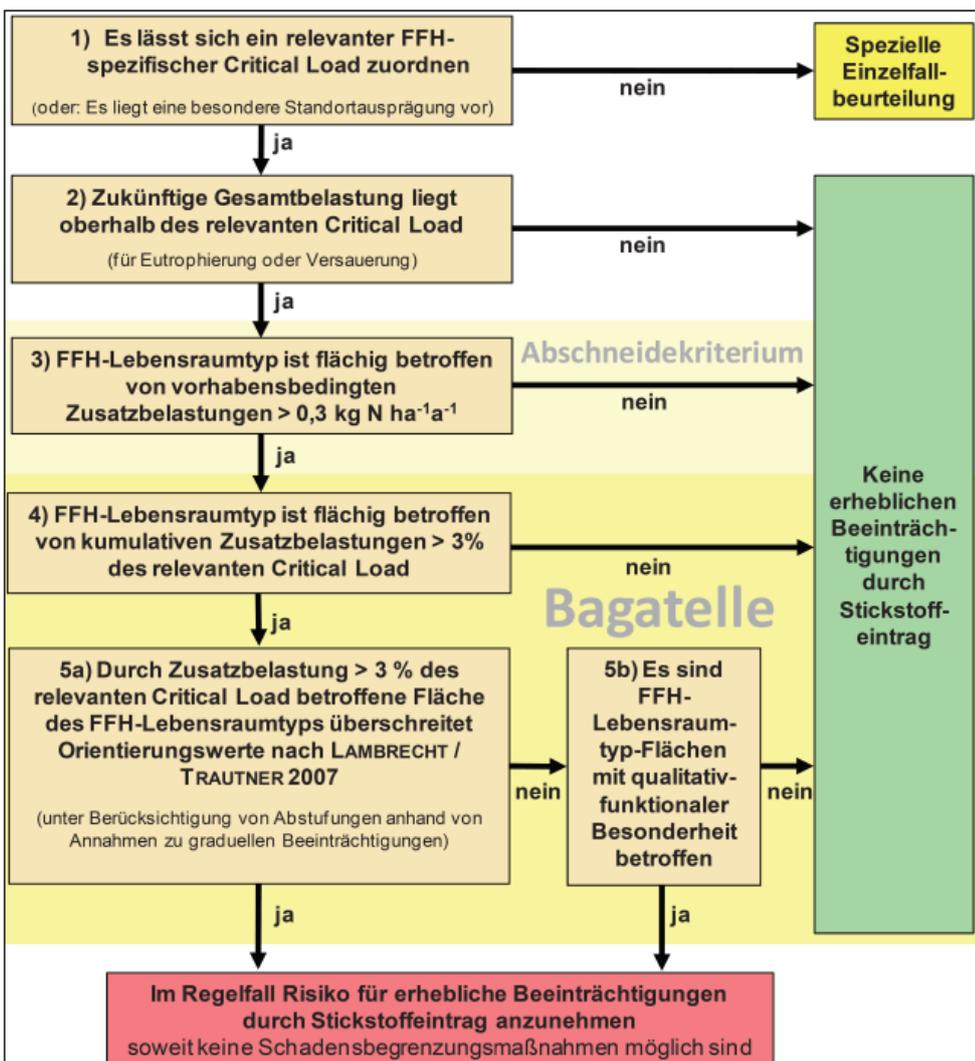


Abbildung 7: Prüfschema zur Erheblichkeitsprüfung für Stickstoffeinträge

3.2.4 Bewertung der Schwefeldioxidimmissionen

Für Schwefeloxide ergeben sich analog zu Stickoxiden potentielle Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch sowie empfindliche Pflanzen und Ökosysteme. Infolge dieser potentiellen Gefährdung werden durch die TA Luft [1] und die 39. BImSchV [13] die folgenden Immissionswerte und Bagatellmassenströme festgelegt:

Tabelle 3: Immissionswerte und Bagatellmassenströme für Schwefeldioxid

Nr.	Schutzziel/Bemerkung	Größe	Immissionswert
4.2.1 TA Luft §2 39. BImSchV	Schutz menschlicher Gesundheit	Schwefeldioxid, IJG	50 µg/m ³
		Schwefeldioxid, ITG	125 µg/m ³ , 3 zulässige Überschreitungen pro Jahr
		Schwefeldioxid, ISG	350 µg/m ³ , 24 zulässige Überschreitungen pro Jahr
4.4.1 TA Luft §2 39. BImSchV	Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation und von Ökosystemen	Schwefeldioxid, IJG	20 µg/m ³ im Kalenderjahr und Winterhalbjahr
Nr.	Ableitbedingungen	Größe	Emissionswert
4.6.1.1 TA Luft	Bagatellmassenströme nach Nr. 5.5	Schwefeloxide (SO ₂ und SO ₃) angegeben als SO ₂	20 kg/h
4.6.1.1 TA Luft	Bagatellmassenströme nicht nach Nr. 5.5	Schwefeloxide (SO ₂ und SO ₃) angegeben als SO ₂	2 kg/h

3.2.5 Bewertung der Schwefelwasserstoffimmissionen

Schwefelwasserstoff stellt ein toxisches, bis zu einer bestimmten Konzentration geruchsintensives Gas dar. Hiervon unbenommen werden weder in der TA Luft [1] noch in der 39. BImSchV [13] Immissionswerte für die Schwefelwasserstoffkonzentration festgelegt.

In der GETIS-Stoffdatenbank des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV-IFA) [14] wird für Schwefelwasserstoff eine mittlere Geruchsschwelle von 0,02 ppm (entspricht ca. 3 µg/m³) genannt. Bei Konzentrationen von 5 bis 10 ppm (ca. 760 µg/m³ bis 1.420 µg/m³) empfanden gesunde Probanden im Kurzzeitversuch (15 bis 30 min) noch keine Reizungen und die Atem- und Herz-Kreislauf-funktionen waren unbeeinflusst. Dagegen reagierten 2 von 10 getesteten Asthmatikern bereits auf eine Konzentration von 2 ppm (ca. 300 µg/m³) mit Bronchokonstriktion (um 30 % erhöhtem Atemwiderstand).

Ab einer Konzentration von 100 ppm (ca. 15 mg/m³) wird über den Ausfall der Geruchswahrnehmung mit Reizungen der Augen, Nasen und Rachenschleimhaut berichtet.

Die Ableitung eines Beurteilungswertes und die Wertung der prognostizierten Ergebnisse obliegen der zuständigen Genehmigungsbehörde.

3.3 Eingangsgrößen der Ausbreitungsrechnung

3.3.1 Koordinatensystem

Entsprechend dem Konzept von AUSTAL 2000 [2] wird für die Berechnung ein lokales Koordinatensystem verwendet. Das System ist nach UTM32-Koordinaten, ETRS89-Ellipsoid ausgerichtet. Die Zuordnung zum lokalen Koordinatensystem erfolgt durch Angabe des Nullpunktes des lokalen Systems in UTM32-Koordinaten.

Tabelle 4: UTM-Koordinaten des Nullpunktes des lokalen Koordinatensystems

Bezugsfläche	ETRS89-Ellipsoid
RW	32620000
HW	5650000

3.3.2 Rechengebiet und Rechengitter

Gemäß Punkt 7 Anhang 3 der TA Luft [1] ist für das Rechengebiet einer einzelnen Emissionsquelle das Innere eines Kreises um den Ort der Quelle, dessen Radius das 50fache der Quellhöhe, aber mindestens 1 km ist, anzusetzen. Tragen mehrere Quellen zur Zusatzbelastung bei, dann besteht das Rechengebiet aus der Vereinigung der Rechengebiete der einzelnen Quellen. Bei besonderen Geländebedingungen kann es erforderlich sein, das Rechengebiet größer zu wählen. Das Rechengebiet wurde soweit ausgedehnt, um die Irrelevanzgrenzen der betrachteten Kenngrößen darstellen zu können. Das Raster zur Berechnung von Konzentration und Deposition ist so zu wählen, dass Ort und Betrag der Immissionsmaxima mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden können. Dies ist in der Regel der Fall, wenn die horizontale Maschenweite die Quellhöhe nicht überschreitet. In Quellentfernungen größer als das 10fache der Quellhöhe kann die horizontale Maschenweite proportional größer gewählt werden.

Für die Ausbreitungsrechnungen zur Ermittlung der Geruchszusatzbelastung der einzelnen Kamine wurde ein Rechengebiet von 4.480 m x 4.352 m mit der Anlage im Zentrum gewählt. Für die Ermittlung der Zusatzbelastung der Gesamtanlage wurde dieses Gebiet auf 7.040 m x 6.912 m ausgedehnt. In diesem Gebiet wurde ein Rechengitter mit 64 m Maschenweite festgelegt und feinere Netze mit 32, 16, 8 und 4 m Maschenweite eingeschachtelt, um die Rechengenauigkeit in Anlagennähe zu erhöhen. Die Aufteilung des Rechengebietes in Rechengitter für die Gesamtanlage ist der folgenden Abbildung 8 zu entnehmen. Für die kleineren Rechengitter der Einzelkaminrechnungen ändert sich lediglich die Ausdehnung des größten Rechengitters. Die Definition der Rechengitter kann der Protokolldatei im Anhang 5.2 entnommen werden.

Die Konzentration an den Aufpunkten wird als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe über dem Erdboden berechnet und ist damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur. Die so für ein Volumen oder eine Fläche des Rechengitters berechneten Mittelwerte gelten als Punktwerte für die darin enthaltenen Aufpunkte.

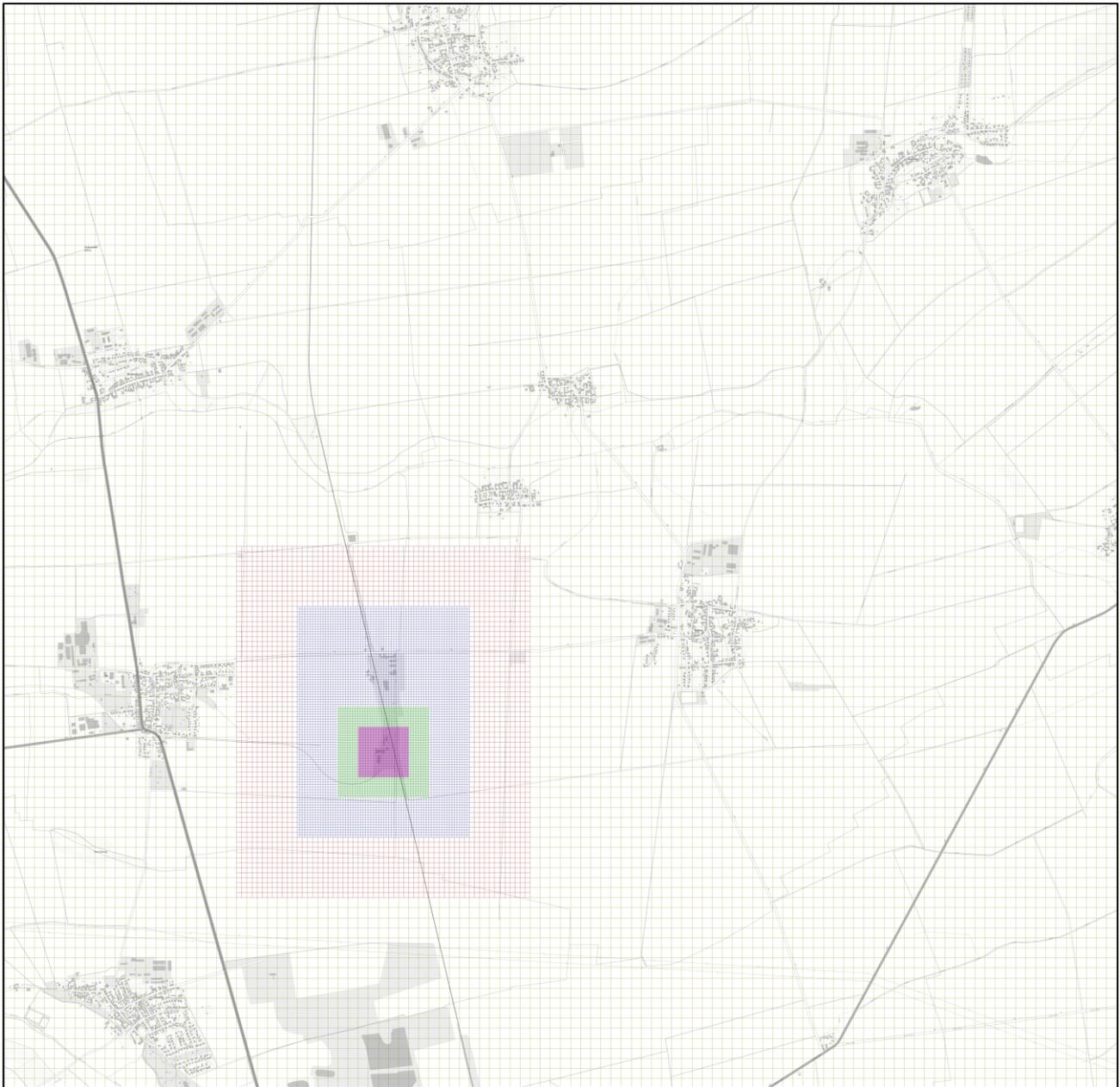


Abbildung 8: Verwendetes Rechengebiet mit Diskretisierung in Rechengitter von 64 m, 32 m, 16 m, 8 m und 4 m

3.3.3 Beurteilungsflächen

Die Bewertung der Geruchsimmissionen erfolgt über Kenngrößen von Beurteilungsflächen. Nach GIRL, Ziffer 4.4.3 [3] ist zur Beurteilung von Geruchsimmissionen ein Netz aus quadratischen Beurteilungsflächen über das Untersuchungsgebiet zu legen, die eine Seitenlänge von 250 m aufweisen. Von diesem Wert ist abzuweichen, wenn zu erwarten ist, dass auf Teilen von Beurteilungsflächen die Geruchsimmissionen nicht zutreffend erfasst werden. Dies ist insbesondere bei Immissionsverteilungen mit hohen Gradienten der Fall. Jedoch sollten Beurteilungsflächen nicht kleiner als 50 m gewählt werden, da dann der konzeptionelle Ansatz der GIRL [3] in zu starkem Maß entstellt wird.

Die Kenngröße einer Beurteilungsfläche ist der gewichtete Mittelwert aus den Punkten des Rechengitters, die innerhalb einer Beurteilungsfläche liegen.

Für den vorliegenden Fall wurde ein Netz aus quadratischen Beurteilungsflächen mit einer Kantenlänge von 250 m verwendet. Die Lage des Netzes ist entlang der UTM-Koordinaten ausgerichtet; das Zentrum der Beurteilungsfläche 0/0 liegt etwa im Emissionsschwerpunkt der Anlage. Größe und Lage wurden so gewählt, dass sich eine sinnvolle Abgrenzung des Anlagengeländes von den nahe gelegenen Immissionsorten ergibt.

Die folgende Abbildung veranschaulicht das Netz der Beurteilungsflächen.

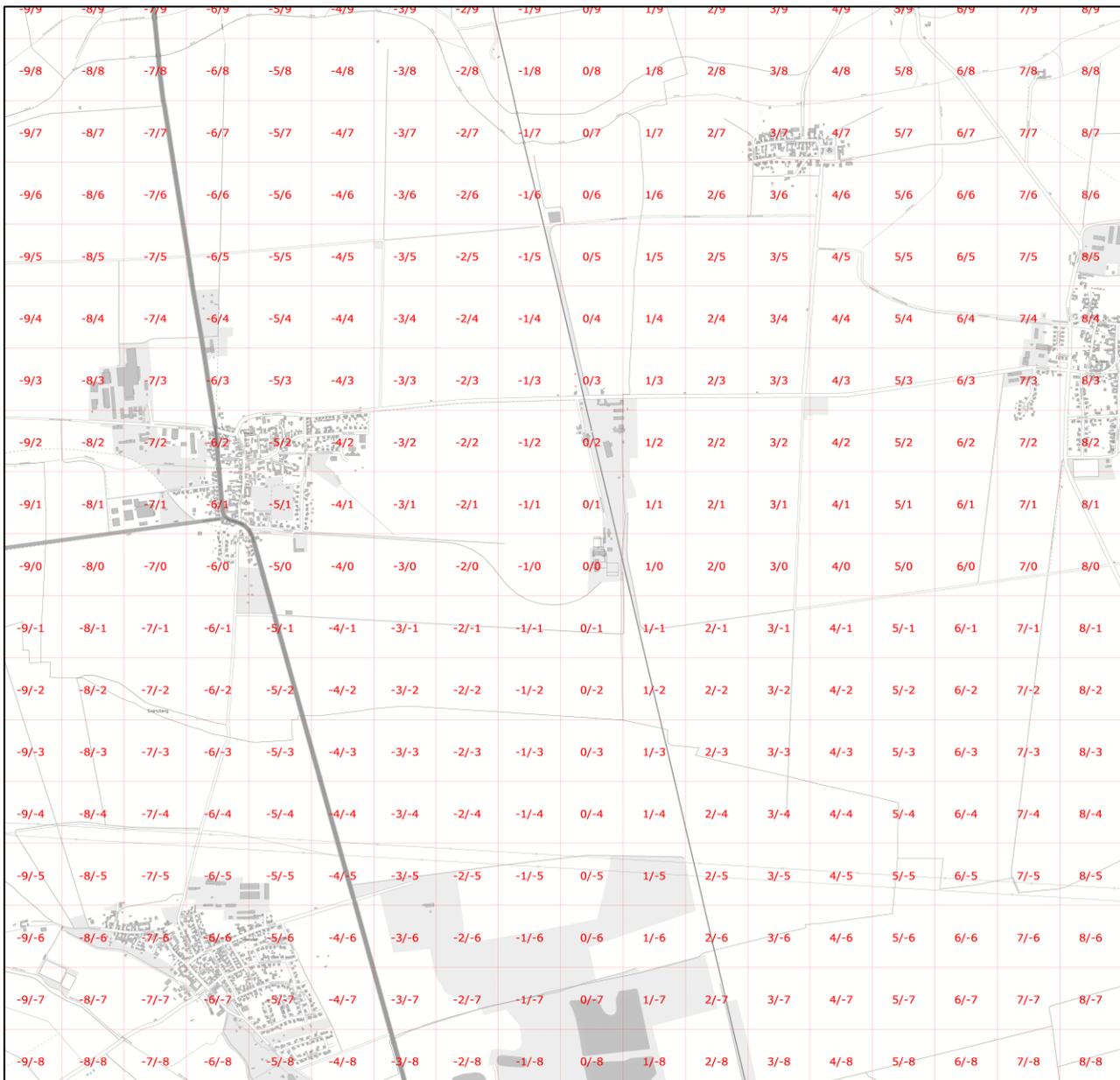


Abbildung 9: Netz der Beurteilungsflächen

3.3.4 Bodenrauigkeit

Die Bodenrauigkeit des Geländes innerhalb des Rechengebietes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Entsprechend der Vorgehensweise nach TA Luft, Anhang 3, Tabelle 14 [1], wird diese mit dem CORINE-Kataster abgeschätzt [15]. Es wird dabei auf Landnutzungsklassen Bezug genommen, die in der folgenden Tabelle aufgeführt sind.

Tabelle 5: Mittlere Rauigkeitslänge in Abhängigkeit von den Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters

z_0 in m	CORINE-Klasse
0,01	Strände, Dünen und Sandflächen (331); Wasserflächen (512)
0,02	Deponien und Abraumhalden (132); Wiesen und Weiden (231); Natürliches Grünland (321); Flächen mit spärlicher Vegetation (333); Salzwiesen (421); In der Gezeitenzone liegende Flächen (423); Gewässerläufe (511); Mündungsgebiete (522)
0,05	Abbauflächen (131); Sport- und Freizeitanlagen (142); Nicht bewässertes Ackerland (211); Gletscher und Dauerschneegebiete (335); Lagunen(521)
0,10	Flughäfen (124); Sümpfe (411); Torfmoore (412); Meere und Ozeane (523)
0,20	Straßen, Eisenbahn (122); Städtische Grünflächen (141); Weinbauflächen (221); Komplexe Parzellenstrukturen (242); Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung (243); Heiden und Moorheiden (322); Felsflächen ohne Vegetation (332)
0,50	Hafengebiete (123); Obst- und Beerenobstbestände (222); Wald- Strauch- Übergangsstadien; (324)
1,00	Nicht durchgängig städtische Prägung (112); Industrie- und Gewerbeflächen (121); Baustellen (133); Nadelwälder (312)
1,50	Laubwälder (311); Mischwälder (313)
2,00	Durchgängig städtische Prägung (111)

Das Programm AUSTAL 2000 [2] ermittelt die zutreffende Bodenrauigkeitsklasse selbständig, indem die Lage der Anlage (in Gauß-Krüger-Koordinaten) auf das Kataster angewendet wird. Die Rauigkeitslänge wird gemäß Punkt 5 Anhang 3 der TA Luft [1] für ein kreisförmiges Gebiet um die Emissionsquelle festgelegt, dessen Radius dem 10fachen der Quellhöhe entspricht. Als minimale Quellhöhe sind 10 m anzusetzen. 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. Es ist zu prüfen, ob sich die Landnutzung seit Erhebung des Katasters wesentlich geändert hat oder eine für die Immissionsprognose wesentliche Änderung zu erwarten ist.

Für die vorliegende Situation wurde programmseitig eine Rauigkeit von 0,05 m ermittelt. Die nachfolgende Darstellung zeigt die Bodenrauigkeit in der Umgebung der Anlage, wie sie in der digitalisierten Datenbank des CORINE-Katasters [15] erfasst ist.

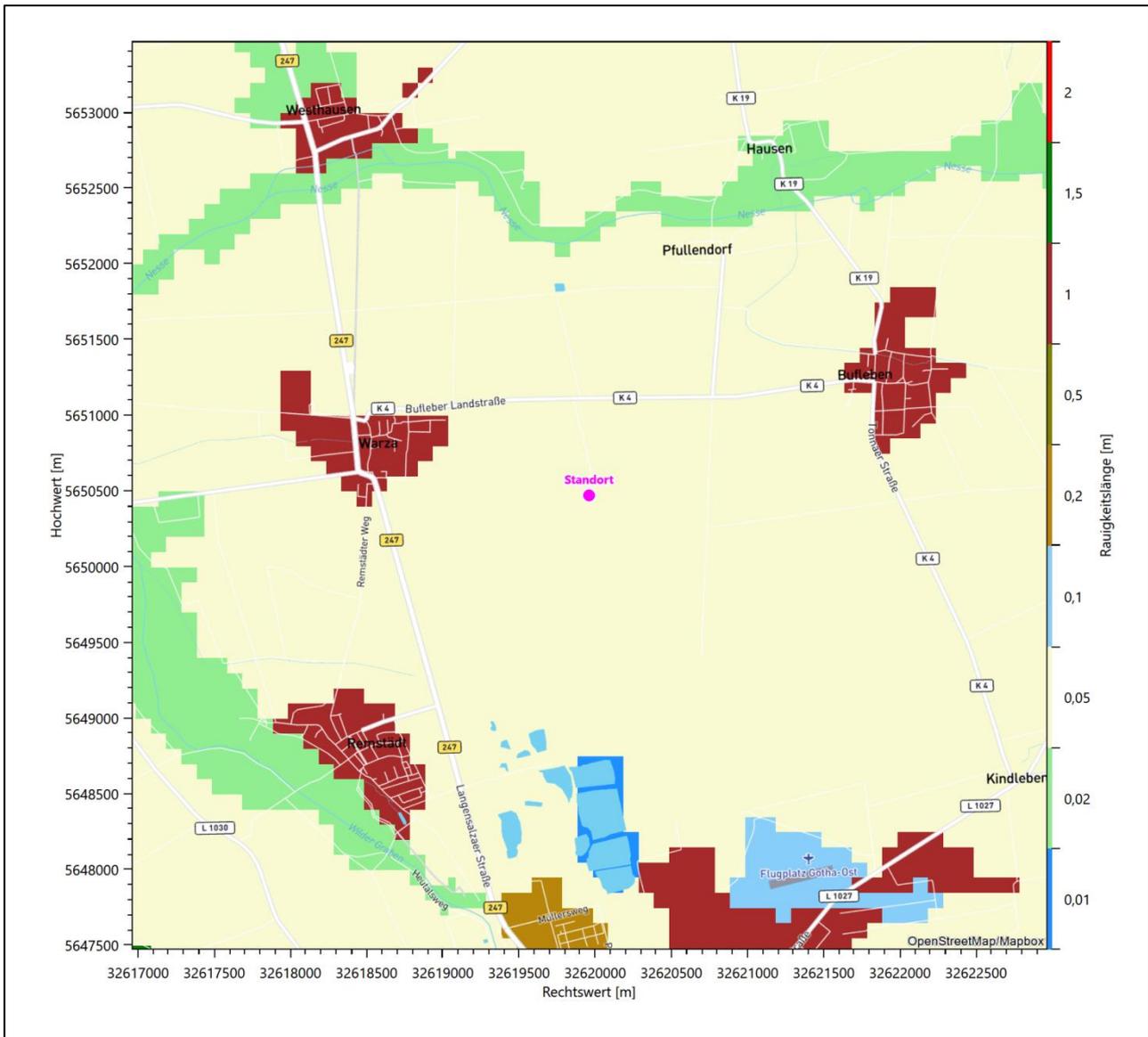


Abbildung 10: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der Anlage nach CORINE-Datenbank

Anhand dieser Abbildung ist zu erkennen, dass das Anlagengelände und der umliegende Bereich im CORINE-Kataster [15] vollständig als unbewässertes Ackerland eingetragen sind. Im Vergleich mit dem Luftbild in Abbildung 3 wird hingegen deutlich, dass dies nicht den tatsächlichen Verhältnissen entspricht. Die Anlagenumgebung ist zwar tatsächlich vorliegend durch landwirtschaftliche Nutzflächen geprägt. Diese werden aber durch Straßen, Gehölzreihen sowie die Bebauung um den Haltepunkt Butleben durchbrochen. Daher ist im Mittel mit einer höheren Bodenrauigkeit zu rechnen. Für die Ausbreitungsrechnung wird daher eine mittlere Bodenrauigkeit von 0,1 m verwendet.

3.3.5 Geländeprofil

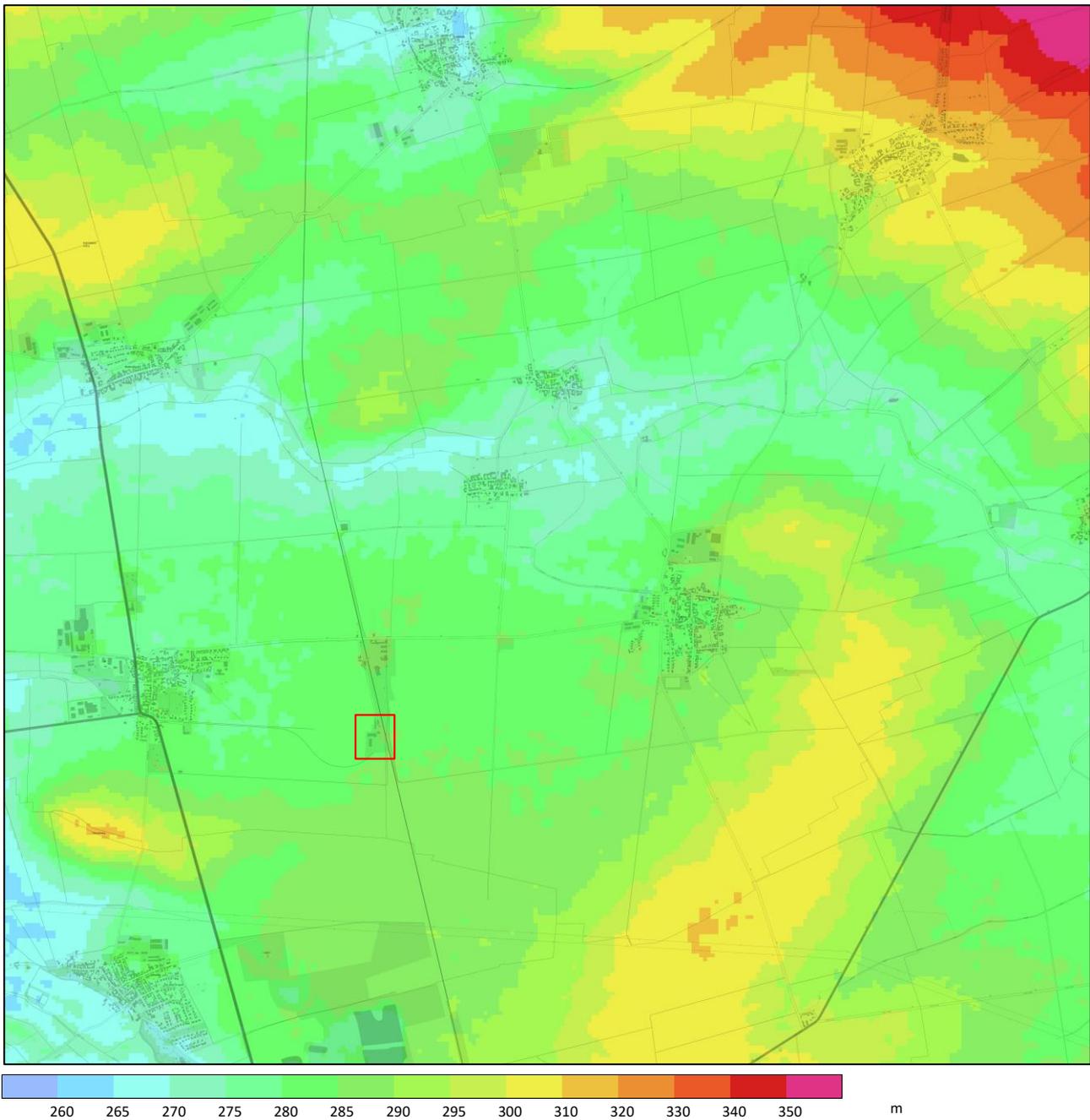
Nach den Maßgaben der TA Luft, Anhang 3, Punkt 11 [1] ist die Berücksichtigung von Geländeunebenheiten erforderlich, wenn im Untersuchungsgebiet Höhendifferenzen zum Standort der Emissionsquelle auftreten, die der 0,7fachen Quellhöhe entsprechen sowie Steigungen von mehr als 1:20 vorhanden sind. Die Steigungen sind dabei über eine Strecke zu ermitteln, die der 2fachen Quellhöhe (mindestens 20 m) entsprechen.

Unter Berücksichtigung der bodennahen Emissionsquellen treten im Untersuchungsgebiet sowohl Steigungen größer 1:20 sowie Höhendifferenzen zwischen den Emissionsquellen und den maßgeblichen Immissionsorten auf, die das 0,7fache der (bodennahen) Quellhöhen übersteigen. Dementsprechend werden orografische Einflüsse bei der Ausbreitungsrechnung mittels diagnostischem Windfeldmodell berücksichtigt.

Bei einer reinen Betrachtung der Anlagenkamine könnte auf die Berücksichtigung von orografischen Einflüssen verzichtet werden, da die Höhenunterschiede nicht das 0,7fache der Kaminhöhen erreichen.

Die Validierung des verwendeten diagnostischen Modells ist nur bis zu einer Geländesteigung kleiner 1:5 gegeben. Aufgrund der räumlichen Ausdehnung kommen jedoch auch Steigungen von mehr als 1:5 im Rechengebiet vor. Diese finden sich insbesondere am südlichen Rand des Rechengebietes im Bereich eines Tagebaus nördlich von Gotha sowie im nördlichen Bereich entlang des Verlaufes der Nesse. Beide Bereiche sind für die Beurteilung der Immissionen nicht relevant. Der mögliche Fehler der sich damit infolge der Verwendung des diagnostischen Windfeldmodells außerhalb der Validierungsgrenzen ergeben könnte, ist somit als irrelevant zu bezeichnen.

Das diagnostische Windfeldmodell wird auf Basis eines digitalen Geländemodelles mit einer horizontalen Auflösung von 25 m x 25 m erstellt. Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über das berücksichtigte Geländere relief im Rechengebiet



Anlagenstandort rot markiert

Abbildung 11: Topographisches Höhenrelief in der Umgebung der Anlage

3.3.6 Einfluss von Bebauung

Nach TA Luft, Anhang 3, Punkt 10 sind im Rahmen der Ausbreitungsrechnung Gebäude zu berücksichtigen, die sich in einem Radius um die Emissionsquellen befinden, der der 6fachen Quellhöhe (nach TA Luft für Schornsteine mindestens 10 m) entspricht. Sofern die 1,7fache Gebäudehöhe kleiner der Quellhöhe ist, genügt die Berücksichtigung über die Rauigkeitslänge. Bei höheren Gebäuden sind diese mittels eines diagnostischen Windfeldmodells zur Gebäudeumströmung zu berücksichtigen.

Ein diagnostisches Windfeldmodell zur Berücksichtigung von Gebäudeumströmung ist im Programm AUSTAL 2000 eingebaut; dieses kann Anwendung finden, wenn die Quellhöhe wenigstens das 1,2-fache der Gebäudehöhe beträgt. Diese Forderung ist im vorliegenden Fall zwar für die Kamine, jedoch nicht für die bodennahen Emissionsquellen erfüllt, da sich diese zum Teil mit den umströmte Hindernissen überlagern, bzw. die Emissionen unmittelbar an den Außenflächen der Gebäude an die Umgebung abgeführt werden.

Für diese Quellen ist ein alternativer Ansatz zu wählen, bei dem die Einflüsse von Gebäuden in ausreichendem Maße berücksichtigt werden. Ein für die Immissionssituation maßgeblicher Einfluss besteht in dem Herunterziehen der Emissionen in den Lee-Wirbeln der Gebäude. Dieser Effekt kann durch die vertikale Verschmierung der Emissionsquellen vom Bodenniveau bis in Bauhöhe ausreichend simuliert werden. Die damit verbundene Überschätzung der prognostizierten Immissionen im Nahbereich der Anlage wird dabei im Sinne der konservativen Betrachtungsweise in Kauf genommen. Dieser Ansatz wird für die Tore der Annahmehalle verwendet. Die Gebäude auf dem Anlagengelände werden dabei als umströmte Hindernisse berücksichtigt.

Die Maschenweite der Rechengitter in Gebäudenähe wurde mit 4 m hinreichend klein gewählt, so dass eine akzeptable Auflösung der referenzierten Gebäude im Rechengitter erreicht wird. Die folgende Tabelle gibt die Lage und Ausdehnung der Gebäude an, die im diagnostischen Windfeldmodell berücksichtigt werden. Eine grafische Darstellung der umströmten Hindernisse erfolgt zusammen mit den modellierten Emissionsquellen in Abschnitt 3.3.8.

Tabelle 6: Gebäude zur Berücksichtigung im diagnostischen Windfeldmodell

Gebäude	Rechtswert	Hochwert	Länge	Breite	Höhe	Winkel gegen Ost °
	m	m	m	m	m	
Verwaltung	32619966	5650510	33	10	7,5	89
Düngerproduktion	32619926	5650510	30	33	16,5	359
Rauchgasreinigung	32619926	5650475	46	26	21,2	359
Verbrennung	32619926	5650450	46	25	21,2	359
Trocknung	32619919	5650425	61	24	21,2	360
Bunker	32619980	5650407	46	37	16,5	359
Technik	32619980	5650395	46	13	7,5	359
Siloblock1	32619980	5650449	32	7	28,0	90
Siloblock2	32619926	5650502	19	7	28,0	359
Siloblock3	32619947	5650502	19	7	28,0	360
Siloblock4	32619928	5650544	12	7	28,0	359
Siloblock5	32619943	5650544	12	7	28,0	359

3.3.7 Emissionsstärken

Im Folgenden sind für die einzelnen Anlagenteile die zugehörigen Emissionen von Geruch, Ammoniak, Stickoxiden, Schwebstaub, Schwefeloxiden und Schwefelwasserstoff aufgeführt. Die Ermittlung orientiert sich an der fachlichen Praxis sowie den Angaben des Auftraggebers und den in der TA Luft [1] sowie der 17. Bundes-Immissionsschutzverordnung (17. BImSchV) [16] genannten Emissionsbegrenzungen.

3.3.7.1 Geruchsemissionen

Die wesentlichen emissionsträchtigen Betriebseinheiten der geplanten Anlage - Trocknung, Verbrennung und Düngemittelherstellung – werden durch Hallengebäude vollständig eingehaust. Die Prozessabluft wird zentral über jeweils einen Abluftkamin abgeführt. Für die mit Abluftreinigungseinheiten ausgestatteten Betriebseinheiten wird davon ausgegangen, dass entsprechend den Vorgaben der TA Luft [1] die Emissionen an geruchsintensiven Stoffen im Abgas 500 GE/m^3 nicht überschreiten. Dies, multipliziert mit dem jeweiligen Abgasvolumenstrom (20°C , feucht, 1013 hPa), liefert die Quellstärke in Geruchseinheiten pro Sekunde.

Zur Anlieferung von Klärschlamm ist an Halle 1 (Trocknung) eine geschlossene Annahmehalle angegliedert. Hier wird der Klärschlamm von den LKW in einen Annahmehalle überführt. Die Annahmehalle sowie der Bunker werden abgesagt und die Abluft der Trocknung bzw. der Verbrennung mit ihren jeweiligen Abluftreinigungseinheiten zugeführt. Trotz der emissionsmindernden Einhausung und Absaugung kann ein Austritt von geruchsbelasteter Abluft über die geöffneten Rolll Tore nicht vollständig ausgeschlossen werden. Zur Berücksichtigung der Quelle „Rolll Tore“ wird daher von einem diffusen Luftaustritt, der dem halben Hallenvolumen/Stunde entspricht ausgegangen. Bei einem Hallenvolumen von 27.960 m^3 entspricht dies einem Luftaustritt von $13.980 \text{ m}^3/\text{h}$. Die Emission der Raumluft wird mit 200 GE/m^3 entsprechend einer Veröffentlichung des Landes Brandenburg für Geruchsemissionsfaktoren an Technik- bzw. Separatorgebäuden an Biogasanlagen [17] angenommen.

Schließlich werden Verunreinigungen auf dem Anlagengelände, die sich im Wesentlichen durch den Transport von Klärschlamm ergeben, über eine pauschale Ersatzquelle berücksichtigt, die in Höhe von 10 % der Emissionen der Anlieferungshalle angesetzt wird.

Die Geruchsemissionen der Anlage für den geplanten Zustand sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 7: Geruchsemissionen der geplanten Anlage

Bereich	m^3/s	GE/m^3	Mind.	GE/s
Trocknung Halle 1	14,906	500		7.453
Verbrennung Halle 2	8,944	500		4.472
Düngemittel Halle 3	0,447	500		224
Anlieferung Halle1	3,884	200		777

Bereich	GE/s
Pauschalquelle	78

3.3.7.2 Ammoniakemissionen

Relevante Ammoniakemissionen entstehen bei der Trocknung des Klärschlammes in Halle 1. Gemäß TA Luft, Punkt 5.4.8.10.2 [1] darf die Massenkonzentration bei Anlagen zum Trocknen von Klärschlamm $20 \text{ mg}/\text{m}^3$ nicht überschreiten. Dieser Emissionsgrenzwert, multipliziert mit dem Abgasvolumenstrom (0°C , trocken, 1013 hPa), wird zur Ermittlung der Quellstärke für die Betriebseinheit zugrunde gelegt.

Hinsichtlich der Nebenanlagen ist von diffusen Ammoniakemissionen durch die Anlieferung von Klärschlamm auszugehen. Da für die Lagerung von Klärschlamm kein spezifischer Emissionsfaktor veröffentlicht ist, wird der Wert für Gärrest (fest; $0,25 \text{ mg}/(\text{s m}^2)$) aus dem Tabellenwerk „Ammoniakemissionsfaktoren

Biogasanlagen und andere Flächenquellen“ [18] entnommen.¹ Als emissionswirksame Fläche wird konservativ die gesamte Oberfläche des Anlieferbunkers berücksichtigt und als permanent emittierend angesetzt. Da der Bunker in der Bewirtschaftungspraxis nicht immer auf der gesamten Grundfläche mit Klärschlamm belegt sein wird, erhält die Prognose somit einen überschätzenden Charakter. Eventuelle zusätzliche Emissionen durch das Abkippen von Klärschlamm von den LKW sind somit ebenfalls hinreichend im Emissionsansatz inkludiert. Die Einhausung der Klärschlammannahme sowie die Zwangsentlüftung werden mit einem Minderungsgrad von 95 % gewürdigt. Die so ermittelte Emissionsstärke für die Klärschlammannahme wird wiederum der Emissionsquelle „Rolltore“ zugewiesen, da hier die mit Ammoniak beladene Hallenluft in die Umgebung entweichen kann. Die Ammoniakemissionen der Anlage im Planzustand sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 8: Ammoniakemissionen der geplanten Anlage

Bereich	m ²	mg/(m ² s)	Mind.	g/s
Anlieferung Halle1	1705,0	0,25	95%	0,02131

Bereich	m ³ /s	g/m ³	Mind.	g/s
Trocknung Halle 1	13,889	0,02		0,27778

3.3.7.3 Staubemissionen

Die wesentlichen Staubquellen der Anlage sind die Betriebseinheiten „Trocknung“ bzw. „Verbrennung“. Zur Ermittlung der Emissionsstärke werden die Emissionsgrenzwerte nach TA Luft, Punkt 5.4.8.10.2 [1] bzw. 17. BImSchV [16] (Tagesmittelwerte) berücksichtigt, die beim Betrieb der Anlage einzuhalten sind. Die Staubemissionen der Anlage (angegeben als PM-10) für den geplanten Zustand sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 9: Feinstaubemissionen der geplanten Anlage

Bereich	m ³ /s	mg/m ³	g/s
Trocknung Halle1	13,889	10	0,13889
Verbrennung Halle2	8,333	5	0,04167

In Summe ergibt sich damit ein Staubmassenstrom von 2,2 kg/h. Da dieser Wert den Bagatellwert für gefasste Quellen nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft [1] überschreitet ist eine Ausbreitungsrechnung zur Ermittlung der anlagenbedingten Staubimmissionen erforderlich.

Für die Anlieferung und Zwischenlagerung ist aufgrund der Feuchte des Inputmaterials keine relevante Staubemission anzunehmen. Die Hochsilos der Anlage werden mit Staubfiltern versehen, die verhindern, dass beim Entleer- bzw. Befüllvorgang staubhaltige Abluft in die Umgebung entweichen kann.

¹ Da der Emissionsfaktor (0,25 mg/(s m²)) gleichzeitig dem Wert für die Lagerung von unbehandeltem Festmist entspricht, ist davon auszugehen, dass durch den Ansatz das Emissionspotential von Klärschlamm keinesfalls unterschätzt wird.

3.3.7.4 Stickoxidemissionen

Hinsichtlich Stickoxiden stellt das Abgas der Klärschlammverbrennung die relevante Emissionsquelle dar. Für die Ermittlung der Emissionsstärke wird der Abgasvolumenstrom (0°C, trocken, 1013 hPa) und der Emissionsgrenzwert der 17. BImSchV [16] mit 150 mg/m³ herangezogen. Damit ergeben sich die folgenden Stickoxidemissionen:

Tabelle 10: Stickoxidemissionen der geplanten Anlage

Bereich	m ³ /s	mg/m ³	g/s
Verbrennung Halle2	8,333	150	1,25000

Der resultierende Stickoxidmassenstrom von 4,5 kg/h unterschreitet den Bagatellwert für gefasste Quellen nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft [1]. Damit können erheblich nachteilige Auswirkungen durch Stickoxidemissionen ohne Ermittlung der Immissionskenngrößen ausgeschlossen werden.

Da die Stickoxidmissionen jedoch auch einen Anteil an der Stickstoffdeposition haben, wird unbenommen von der Einhaltung des Bagatellwertes eine Ausbreitungsrechnung für Stickoxide vorgenommen. Dabei wird die gesamte Stickoxidemission als Stickstoffdioxid (NO₂) angesetzt.

3.3.7.5 Schwefeldioxidemissionen

Hinsichtlich Schwefeloxiden stellt das Abgas der Klärschlammverbrennung die relevante Emissionsquelle dar. Für die Ermittlung der Emissionsstärke wird der Abgasvolumenstrom (0°C, trocken, 1013 hPa) und der Emissionsgrenzwert der 17. BImSchV [16] mit 50 mg/m³ herangezogen. Damit ergeben sich die folgenden Schwefeldioxidemissionen:

Tabelle 11: Schwefeldioxidemissionen der geplanten Anlage

Bereich	m ³ /s	mg/m ³	g/s
Verbrennung Halle2	8,333	50	0,41667

Der resultierende Schwefeldioxidmassenstrom von 4,5 kg/h unterschreitet den Bagatellwert für gefasste Quellen nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft [1]. Damit können erheblich nachteilige Auswirkungen durch Schwefeldioxidemissionen ohne Ermittlung der Immissionskenngrößen ausgeschlossen werden.

3.3.7.6 Schwefelwasserstoffmissionen

Hinsichtlich Schwefelwasserstoffs ist die Gärresttrocknung als relevante Emissionsquelle aufzufassen. Nach TA Luft, Punkt 5.2.4 [1] ist hierfür ein zulässiger Maximalwert von 3 mg/m³ für die Massenkonzentration angegeben, der für die Prognose angesetzt wird.

Tabelle 12: Schwefelwasserstoffmissionen der geplanten Anlage

Bereich	m ³ /s	mg/m ³	g/s
Trocknung Halle1	13,889	3	0,04167

3.3.8 Beschreibung der Quellen

3.3.8.1 Lage, Art und Aufteilung der Quellen auf die Anlagenteile

Die Abluftkamine der Anlage werden aufgrund ihrer freien Anströmung als Punktquellen in ihrer jeweiligen Ableithöhe angesetzt. Die Rolltore der Annahmehalle für Klärschlamm werden zu einer stehenden Flächenquelle zusammengefasst, die sich vom Bodenniveau bis in die Höhe der Toroberkante erstreckt. Die pauschale Ersatzquelle für Verunreinigungen wird als bodennahe Volumenquelle im Bereich vor der Annahme angesetzt. Die folgende Tabelle listet die geometrischen Parameter der angesetzten Emissionsquellen der Anlage auf.

Tabelle 13: Geometrische Parameter der Emissionsquellen der geplanten Anlage

Quelle	Rechtswert	Hochwert	Art	Länge	Breite	Ableit- höhe	Winkel gegen Ost °
	m	m		m	m	m	
Schornstein1	32619922	5650437	P	0,0	0,0	34,0	270
Schornstein2	32619941	5650497	P	0,0	0,0	34,0	270
Schornstein3	32619941	5650513	P	0,0	0,0	30,0	270
Annahme	32619981	5650444	F	45,1	0,0	0-7,5	360
Pauschalquelle	32619981	5650444	V	45,7	13,8	0-1,0	359

P... Punktquelle; F... Flächenquelle; V... Volumenquelle

Die folgende Abbildung veranschaulicht die Lage und Ausprägung der Quellen (rot hervorgehoben) in einem Quellenplan. Darüber hinaus sind die im diagnostischen Windfeldmodell berücksichtigten umströmten Hindernisse auf dem Plan (grün betont) dargestellt.

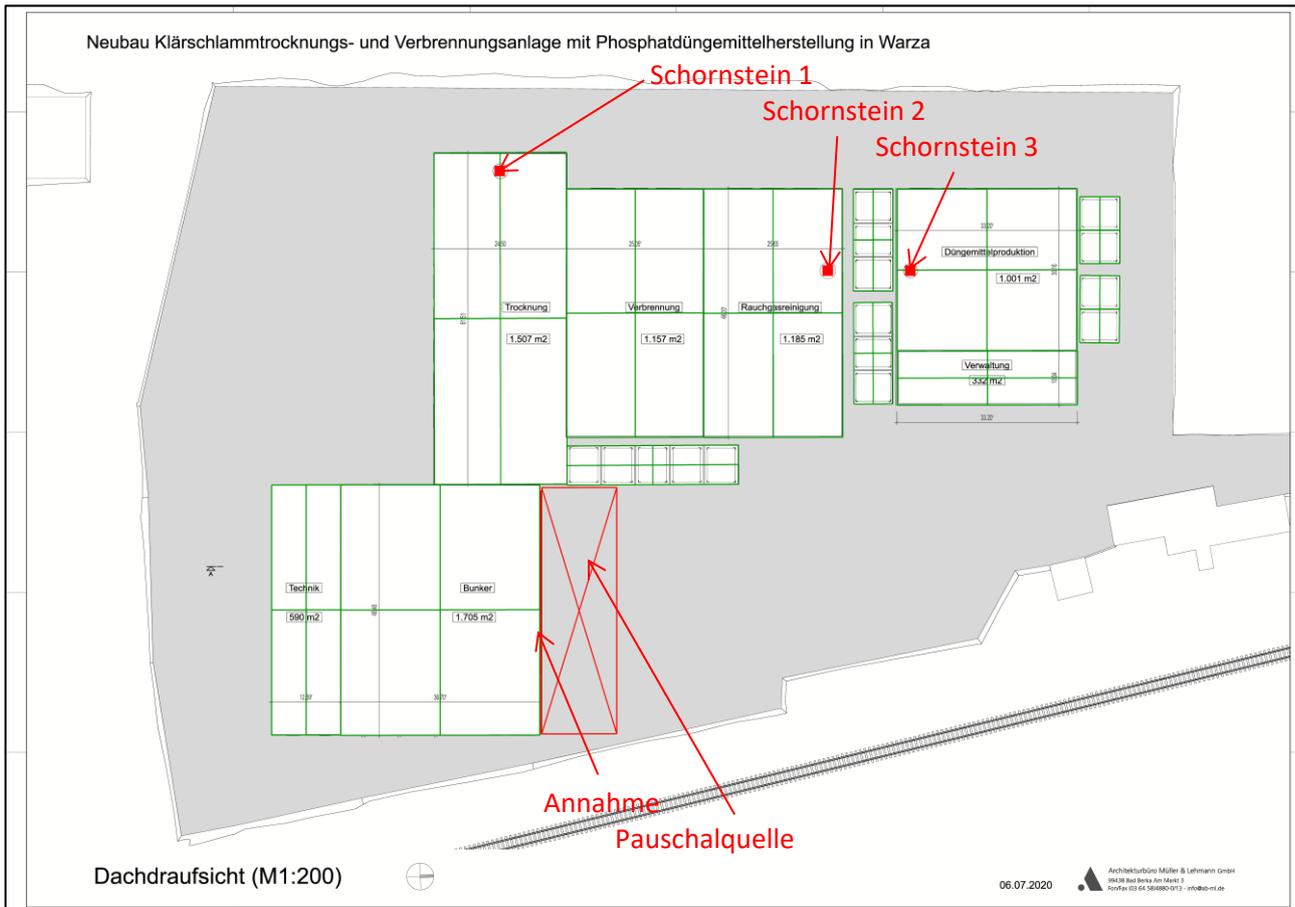


Abbildung 12: Quellenplan der geplanten Anlage (nicht maßstäblich)

Die folgende Tabelle gibt wieder, wie sich die Emissionsstärken der einzelnen Bereiche auf die Quellen verteilen.

Tabelle 14: Emissionsstärken der Einzelquellen

Quelle	Geruch (odor) GE/s	Schwebstaub (pm-2) g/s	Ammoniak (nh3) g/s	Schwefelwasserstoff (xx) g/s	Stickoxide (nox) g/s
Schornstein1	7.453	0,13889	0,27778	0,04167	-
Schornstein2	4.472	0,04167	-	-	0,41667
Schornstein3	224	-	-	-	-
Annahme	777	-	0,02132	-	-
Pauschalquelle	78	-	-	-	-

3.3.8.2 Abluftbedingungen

Bei Ausbreitungsberechnungen ist vorgesehen, Effekte bei Emissionsquellen zu berücksichtigen, die ein Nach-Oben-Tragen der emittierten Schad- bzw. Geruchsstoffe bewirken. Dabei erfolgt die Berechnung unter Verwendung einer „effektiven Quellhöhe“, die sich aus der Summe der tatsächlichen Bauhöhe des Abgabepunktes und einer Abluftfahnenüberhöhung ergibt. Für die Abluftfahnenüberhöhung wird ein thermischer und kinetischer Anteil betrachtet. Der thermische Anteil kommt durch eine Ablufttemperatur

zustande, die deutlich über der Umgebungstemperatur liegt und somit ein Nach-Oben-Tragen durch thermische Konvektion bewirkt.

Um die effektive Quellhöhe aus den Strömungsparametern zu berechnen, stehen verschiedene Formeln aus VDI-Richtlinie 3782/3 [19] zur Verfügung. Nach VDI 3782/3 [19] ist jeweils die Formel zu verwenden, die die größte Überhöhung liefert. Die Auswahl der zutreffenden Formel erfolgt im Programmsystem automatisch für jeden Quellpunkt getrennt anhand der Überhöhungsparameter der Quelle.

Im Vorfeld eines Ansatzes der Abluftfahnenüberhöhung ist für die betreffenden Emissionsquellen zu prüfen, ob die Bedingungen für eine Ansatzbarkeit erfüllt sind. Dies ist gemäß VDI-Richtlinie 3783/13 [20] dann mit Sicherheit der Fall, wenn

- die Ableithöhe mindestens 10 m über Grund beträgt,
- der Dachfirst um mindestens 3 m überragt wird und
- die Austrittsgeschwindigkeit mindestens 7 m/s beträgt.

Diese Bedingungen sind im vorliegenden Fall für die betrachteten Abgas- und Abluftkamine erfüllt. Dem entsprechend erfolgt die Berücksichtigung der Abluftfahnenüberhöhung mit den folgenden Parametern.

Tabelle 15: Parameter der Abluftfahnenüberhöhung

Quelle	Kaminhöhe m	Kamindurchmesser m	Austrittsgeschwindigkeit m/s	Austrittstemperatur °C
Schornstein1	34,0	1,60	8,0	70
Schornstein2	34,0	1,60	7,0	180
Schornstein3	34,0	0,25	8,5	-

3.3.9 Meteorologie

3.3.9.1 Standortbezogene Winddaten

Für den Standort liegen keine Messdaten einer dortigen meteorologischen Station vor, die für eine Ausbreitungsrechnung geeignet sind. Somit wurde geprüft, ob sich die Daten einer nahe gelegenen Station auf den Standort übertragen lassen. Im Ergebnis dieser Untersuchung wurden die Daten der Station Erfurt-Weimar als geeignet befunden. Diese Station zeigt eine gute Übereinstimmung hinsichtlich Windrichtungsverteilung (insbesondere Hauptwindrichtung) und Windgeschwindigkeitsverteilung (insbesondere mittlere Windgeschwindigkeit) mit dem Erwartungswert am Standort.

Für die Station Erfurt-Weimar wurde auf Basis eines χ^2 -Tests zur Windrichtungsverteilung, Windgeschwindigkeitsverteilung, Schwachwindhäufigkeit und Verteilung der TA Luft-Klassen der Zeitraum vom 31.08.2013 bis 30.08.2014 als repräsentative Jahreszeitreihe für den Bezugszeitraum vom 01.07.2007 bis 27.02.2020 ausgewählt. Die verwendete Ausbreitungsklassenzeitreihe ist der Immissionsprognose im Anhang auszugsweise beigelegt. Die Windrichtungsverteilung der verwendeten Ausbreitungsklassenzeitreihe (Windrose) ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Die Übertragungsprüfung mit Ermittlung des repräsentativen Jahres ist dieser Prognose als Anlage beigelegt.

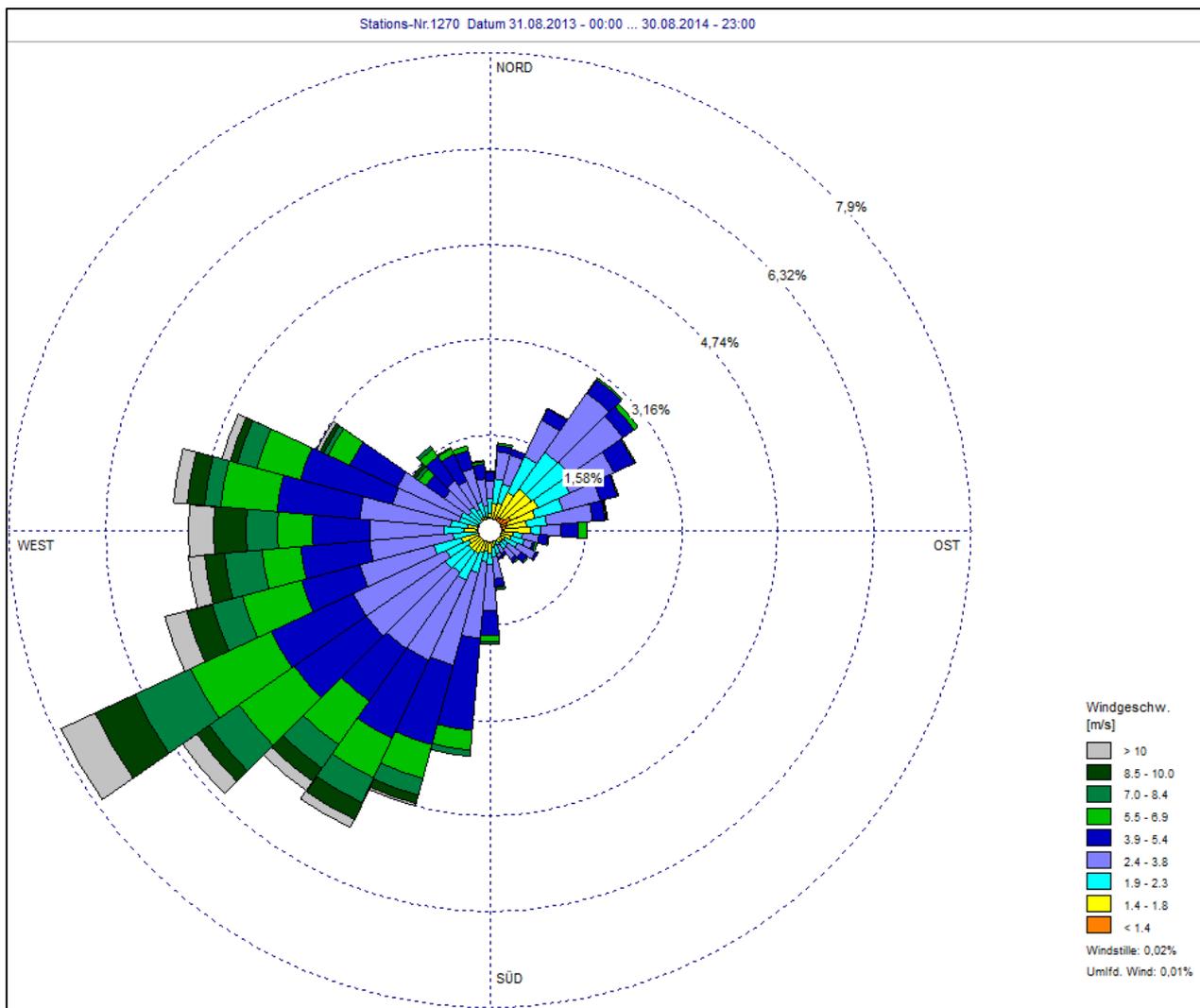


Abbildung 13: Windrichtungsverteilung der verwendeten Ausbreitungsklassenzeitreihe (Windrose)

3.3.9.2 Anemometerposition

Bei Ausbreitungsrechnungen in komplexem Gelände ist der Standort eines Anemometers anzugeben, wodurch die verwendeten meteorologischen Daten ihren Ortsbezug erhalten.

Im vorliegenden Fall wurden im Rahmen einer geprüften Übertragbarkeit meteorologische Daten eines anderen Standortes verwendet. 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. Die Ersatzposition wurde vom Ersteller der detaillierten Prüfung der Repräsentativität empfohlen. Dieser Aufpunkt (UTM-Koordinaten: rechts 32618150, hoch 5649850) liegt ca. 1,8 km südwestlich des Anlagenstandortes.

Die notwendigen Informationen zur Anpassung der Bezugswindwerte an die unterschiedlichen mittleren aerodynamischen Rauigkeiten zwischen der Windmessung (Station Erfurt-Weimar) und der Ausbreitungsrechnung (Standort Warza) werden durch die Angabe von 9 Anemometerhöhen in der Zeitreihendatei gegeben. Mittels des verwendeten Windfeldmodells wird dann das für das Gebiet der Ausbreitungsrechnung benötigte Windfeld ermittelt.

3.3.9.3 Lokale und thermische Windsysteme (Kaltluftabflüsse)

Zu den häufigsten lokalen Besonderheiten zählen Kaltluftabflüsse. Dabei kommt es in Tallagen oder an Hanglagen bei stabilen Wetterlagen (meist nachts) zu Luftbewegungen, bei denen kalte Luft aufgrund der höheren Dichte Hänge und Täler hinabgleitet. Solche Effekte sind bei der Übertragung von Meteorologiedaten der Station Erfurt-Weimar noch nicht berücksichtigt.

Bei der Beurteilung von Kaltluftabflüssen ist vorrangig zu prüfen, ob derartige Abflüsse am Standort überhaupt auftreten können und ob sich hieraus ein nachteiliger Einfluss auf die Immissionssituation ergeben kann. Einen ersten Anhaltspunkt liefert die Betrachtung der Geländesteigung im Untersuchungsgebiet. Besteht nach den Maßgaben des Anhang 3 TA Luft [1] kein Erfordernis zur Berücksichtigung von Geländeeinflüssen, kann auch ein relevanter Einfluss von Kaltluftabflüssen ausgeschlossen werden, da dann keine relevante, gerichtete Kaltluftströmung auftritt, die sich gegen die übergeordneten Windverhältnisse durchsetzt.

Da im vorliegenden Fall das Erfordernis zur Berücksichtigung von Geländeeinflüssen besteht, muss beim Entstehen von Kaltluft auch mit einem gerichteten Abfluss gerechnet werden. Dieser kann sich bei entsprechenden Hangneigungen auch entgegen der vorherrschenden Windrichtung durchsetzen.

Einen weiteren Anhaltspunkt bietet die umliegende Landnutzung. Die Bildung von Kaltluftmassen erfolgt dabei in der Regel auf Wiesen, Feldern und in Waldflächen. Derartige Flächen befinden sich im Umfeld der betrachteten Anlage. Somit ist bei entsprechenden meteorologischen Bedingungen auch mit einer hinreichenden Bildung von Kaltluft zu rechnen.

Da im Untersuchungsraum Kaltluft gebildet werden kann und gerichtet abfließt ist zu prüfen, ob sich die abfließenden Kaltluftmassen über das Anlagengelände hinweg bewegen, dort mit Anlagenemissionen beladen werden und anschließend in Richtung der Immissionsorte weiterbewegen können.

Entsprechend der in Abbildung 11 dargestellten Geländesituation befindet sich der Anlagenstandort in einer seichten Hanglage, wobei das Gelände von Südosten in nördliche bis nordwestliche Richtung abfällt. Dieser Richtung werden auch abfließende Kaltluftmassen folgen.

Die nächstgelegenen Immissionsorte im Bereich des Haltepunktes Buflieben liegen gegenüber der Anlage sowie dem dortigen Gefälle leicht erhöht. Damit ist davon auszugehen, dass diese Bereiche durch abfließende Kaltluftmassen eher umströmt als überströmt werden. Kaltluftabflüsse aus Richtung des Anlagengeländes werden dabei mit hoher Wahrscheinlichkeit eher in westliche Richtung abgelenkt. In dieser Richtung befinden sich keine maßgeblichen Immissionsorte.

Ein nachteiliger Einfluss von Kaltluftabflüssen auf das Ergebnis der Immissionsprognose an den betrachteten Immissionsorten kann somit ausgeschlossen werden.

3.3.10 Statistische Sicherheit

Die konzeptbedingt bei der Ausbreitungsrechnung auftretenden statistischen Fehler (Reproduzierbarkeit von Berechnungen mit identischen Eingangsparametern) werden vom Programm für alle Zellen des Rechengitters ausgewiesen. Im Abschnitt 5.3 werden die Fehler als farbige Isoplethen dargestellt.

Nach TA Luft Anhang 3, Abschnitt 9 [1] soll die statistische Unsicherheit beim Jahres-Immissionskennwert 3 % des Jahres-Immissionswertes und beim Tages-Immissionskennwert 30 % des Tages-Immissionswertes nicht überschreiten.

Die Fehlerangaben für die Geruchsmission sind absolute Werte und damit Prozentpunkte der Geruchsstundenhäufigkeit. Als Immissions-Jahreswert können hier die Immissionswerte nach GIRL angesehen werden. Dementsprechend soll die statistische Unsicherheit in Wohngebieten an den beurteilungsrelevanten Immissionsorten den Wert von 0,3 % der Jahresstunden nicht überschreiten. Für Dorfgebiete, Gewerbegebiete und Industriegebiete soll die Unsicherheit nicht mehr als 0,5 % der Jahresstunden betragen und für den Außenbereich ist eine Unsicherheit bis 0,7 % der Jahresstunden zulässig.

Für die Ermittlung der Staubimmissionen bedeutet dies, dass die statische Unsicherheit des Jahresmittels für die Schwebstaubkonzentration den Absolutwert von $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, des Tagesmittels für die Schwebstaubkonzentration den Wert von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für das Jahresmittel der Staubdeposition den Wert von $0,0105 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ nicht überschreiten soll.

Für Ammoniak und Stickstoff werden keine Immissionswerte in der TA Luft [1] definiert. Setzt man den Beurteilungswert für die Ammoniakkonzentration von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nach TA Luft [1] und die Beurteilungswerte für Stickstoff zwischen $5 \text{ kg}/(\text{ha a})$ und $60 \text{ kg}/(\text{ha a})$ nach LAI-Leitfaden [4], Immissionswerten gleich, so soll die statistische Unsicherheit für Ammoniak $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für Stickstoff $0,15$ bis $1,8 \text{ kg}/(\text{ha a})$ an maßgeblichen Beurteilungspunkten nicht überschreiten.

Eine rechnerische Ermittlung der Schwefeloxidimmissionen ist für die Beurteilung nach TA Luft [1] aufgrund der bagatellhaften Emissionen nicht erforderlich. Daher entfällt im Rahmen dieser Immissionsprognose auch eine Beschränkung hinsichtlich der statistischen Unsicherheit.

Die Stickoxidemissionen sind zwar ebenfalls als bagatellhaft nach TA Luft zu beurteilen, werden aber für die Ermittlung der Stickstoffeinträge dennoch in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt. Aufgrund dieser besonderen Konstellation erscheinen im konkreten Fall die für die Stickstoffdeposition genannten Unsicherheiten auch für die Stickoxidimmissionen als zulässig.

Für Schwefelwasserstoff sind keine Immissionswerte definiert. Damit bestehen auch keine absoluten Vorgaben zur statistischen Unsicherheit. Für diesen Stoff wird die statistische Unsicherheit in Abschnitt 5.3 als relative Verteilung angegeben.

Zur Beeinflussung der statistischen Sicherheit bietet das Referenzmodell AUSTAL 2000 [2] die Möglichkeit, eine Qualitätsstufe der Berechnung einzustellen. Im vorliegenden Fall wird Qualitätsstufe 1 verwendet. Damit ergeben sich statistische Sicherheiten, die den Anforderungen der TA Luft genügen, was in Abschnitt 5.3 dokumentiert ist.

3.4 Immissionssituation

3.4.1 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung für Geruch

Für Geruch wurden Ausbreitungsrechnungen ausgeführt, um die Zusatzbelastung durch die einzelnen Kamine sowie die Gesamtanlage im Planzustand zu bestimmen. Die prognostizierte Immissionssituation für Geruch im Einwirkungsbereich der Anlage wird in den folgenden Abbildungen sowohl als farbige Isoplethen als auch in Form von Zahlenwerten, die nach GIRL [3] definierten Beurteilungsflächen entsprechen, für eine Beurteilungshöhe von 1,50 m (unterste Zellschicht 0 – 3 m) dargestellt. Die Staffelung der Isoplethen wurde in Anlehnung an die Immissionswerte dieser Richtlinie gewählt.

Zur Bewertung der Immissionssituation wurde die Größe der Beurteilungsflächen mit $250 \text{ m} \times 250 \text{ m}$ festgelegt. Mit diesem Aufpunktraster sind die Immissionsorte ausreichend repräsentiert. Für die Beurteilung sind

die auf den Beurteilungsflächen ausgewiesenen Geruchshäufigkeiten in % mit den in Abschnitt 3.2 beschriebenen Immissionswerten zu vergleichen.

Der statistische Fehler der AUSTAL 2000 [2]-Rechnungen ist für alle maßgeblichen Immissionsorte in der Umgebung der Anlage unter 0,3 %, wie aus den Abbildungen in Abschnitt 5.3 ersichtlich ist. Verschiedene Unstetigkeiten im Werteverlauf sind an Stellen zu erkennen, wo die ineinander geschachtelten Rechengitter zusammenstoßen und stellen keine Rechenfehler dar.

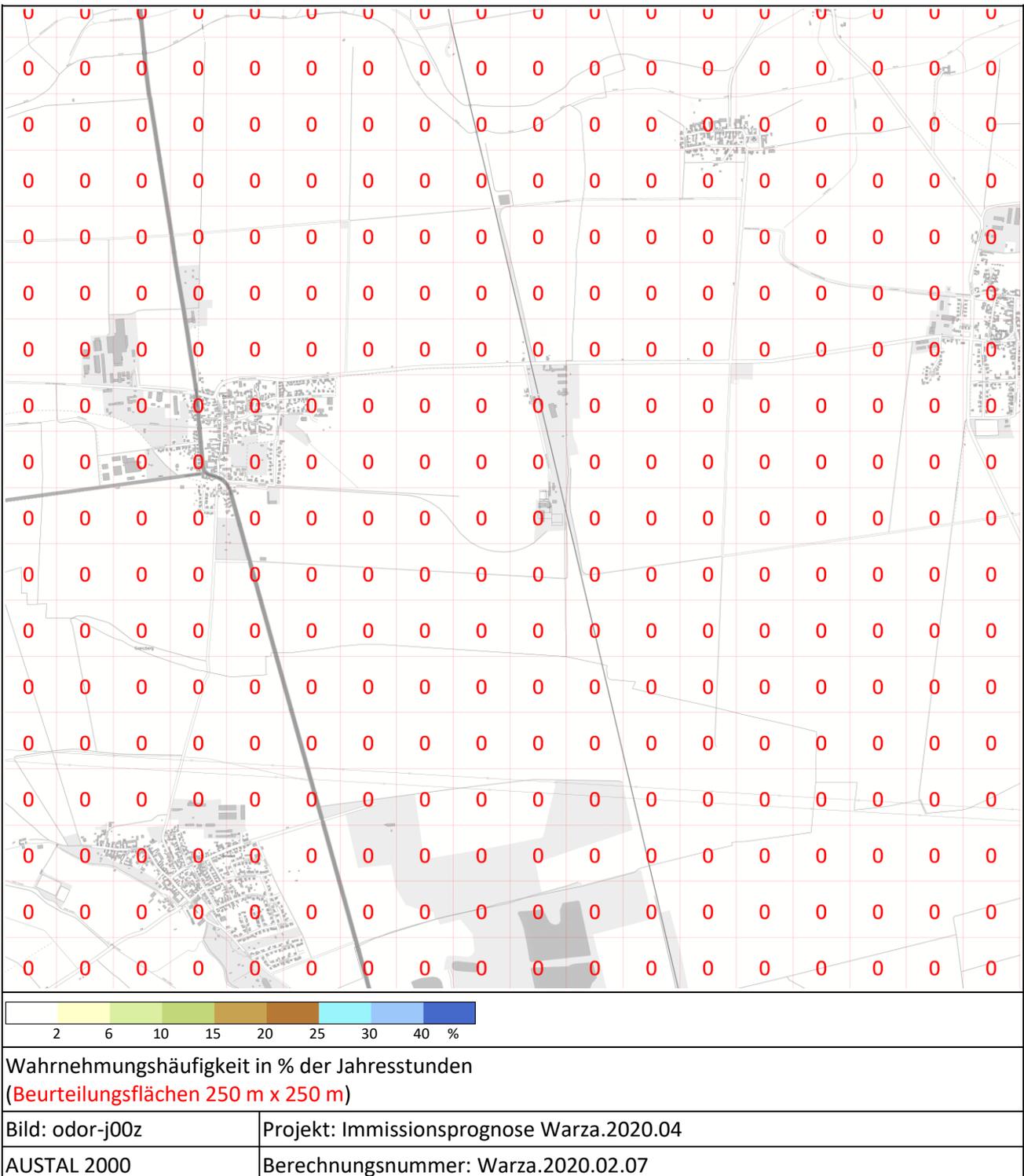


Abbildung 14: Prognostizierte Geruchsimmission durch den Kamin der Klärschlamm-trocknung

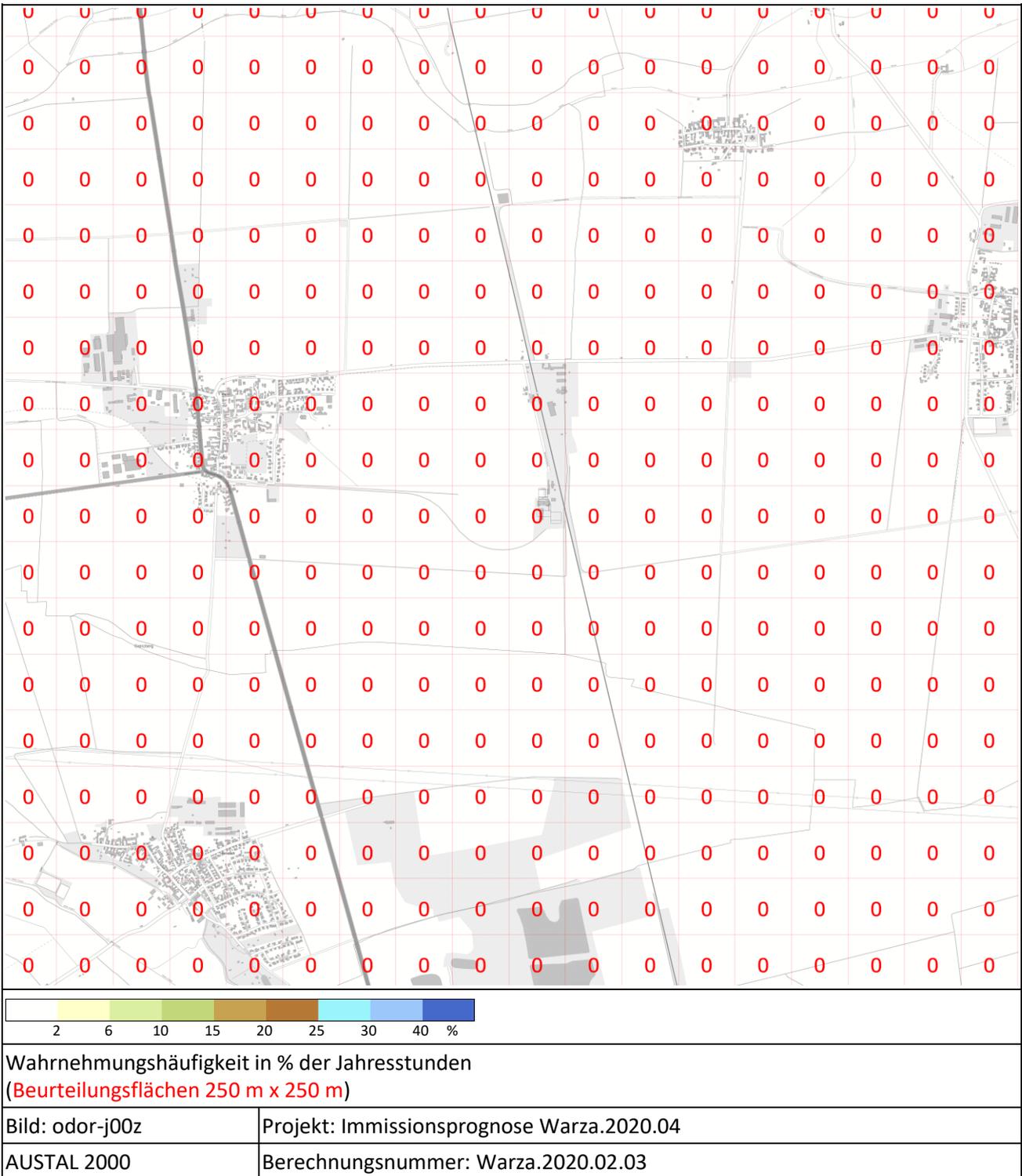


Abbildung 15: Prognostizierte Geruchsimmission durch den Kamin der Klärschlammverbrennung

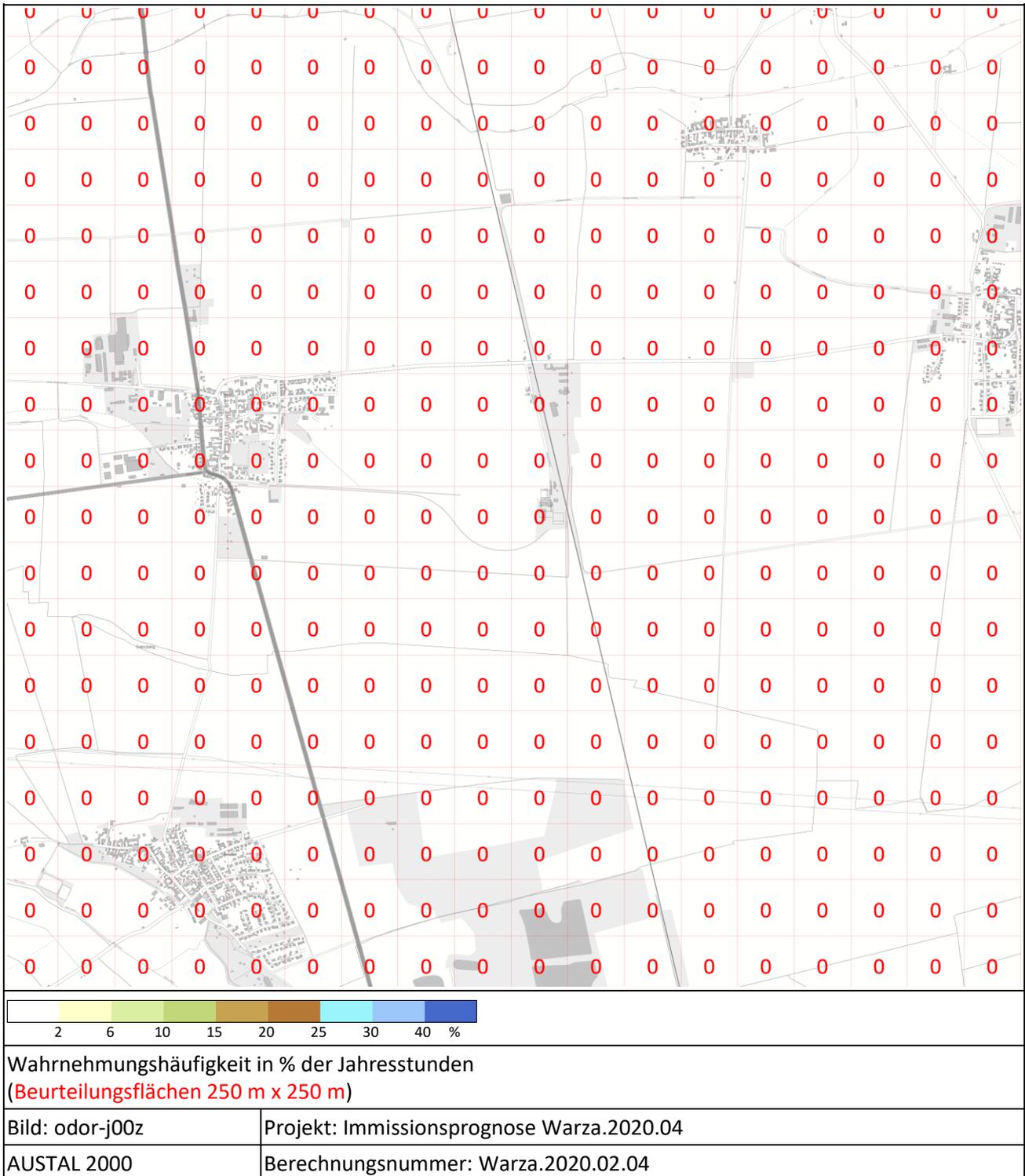


Abbildung 16: Prognostizierte Geruchsimmission durch den Kamin der Düngemittelherstellung

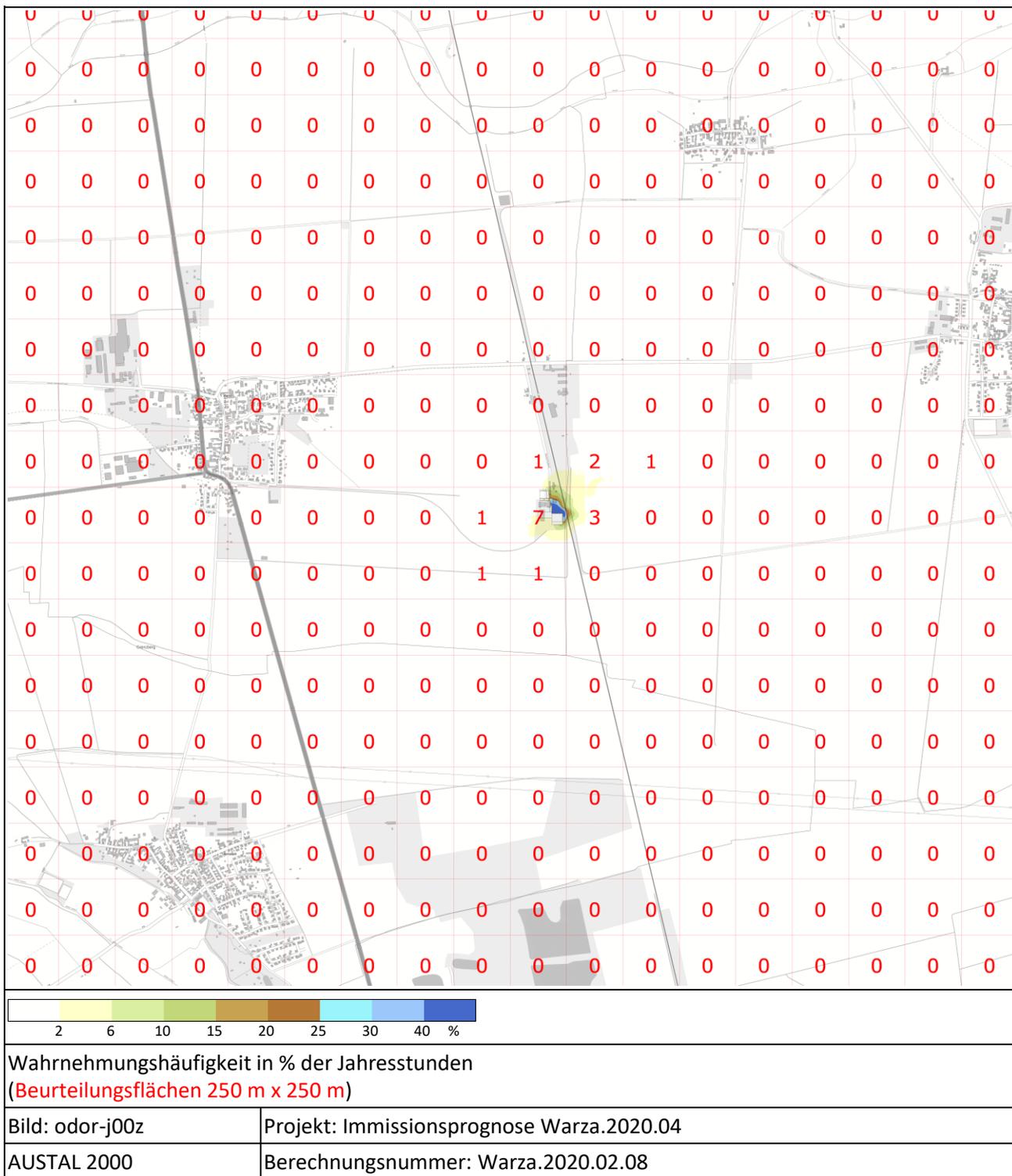


Abbildung 17: Prognostizierte Geruchsimmission durch die Gesamtanlage

3.4.2 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung für Ammoniak

Für Ammoniak wurde eine Ausbreitungsrechnung ausgeführt, um die Zusatzbelastung durch die Anlage im Planzustand zu bestimmen. Dabei wurden die Konzentration des gasförmigen Ammoniaks und die Deposition mit der Depositionsgeschwindigkeit v_D 0,01 m/s ermittelt. Die Ergebnisse für die Deposition dienen der späteren Ermittlung des deponierten Stickstoffs.

Die prognostizierte Immissionssituation für Ammoniak im Einwirkungsbereich der Anlage wird in den folgenden Abbildungen als farbige Isoplethen für eine Beurteilungshöhe von 1,50 m (unterste Zellschicht 0 – 3 m) dargestellt. Die Staffelung der Isoplethen wurde in Anlehnung an die Beurteilungswerte gewählt.

Der statistische Fehler der AUSTAL-Rechnung (Ammoniak) wird im Anhang (Abschnitt 5.3) ausgewiesen.



Abbildung 18: Prognostizierte Ammoniakkonzentration der Gesamtanlage

3.4.3 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung für Stickstoff

Die Stickstoffimmission wird als Stickstoffdeposition angegeben. Diese wird aus der Ammoniakdeposition sowie der Stickoxidkonzentration in der untersten Zellschicht des Rechengbietes ermittelt.

Hierzu wird die mittels Ausbreitungsrechnung bestimmte Ammoniakdeposition mit dem Faktor 14/17 beaufschlagt, was dem stöchiometrischen Anteil des Stickstoffs am Ammoniak und der einfachen Depositionsgeschwindigkeit entspricht. Die Stickstoffdeposition aus Stickoxiden wird mit der unter Abschnitt 3.1.2 genannten Formeln bestimmt-

Für verschiedene Landnutzungen (Rezeptoren) der zu beurteilenden Biotope sind bei der Auswertung unterschiedliche Depositionsgeschwindigkeiten zu berücksichtigen. Dies erfolgt über die Anpassung des Faktors, mit dem die Ammoniakdeposition bzw. die Stickoxidkonzentration beaufschlagt werden. Werden geschlossene Gehölzbestände beurteilt, so wird der Stöchiometriefaktor 28/17 für Ammoniak und der Wert v_D 0,006 m/s für die Stickoxidkonzentration verwendet, was jeweils der doppelten Depositionsgeschwindigkeit entspricht.

Die prognostizierte Immissionssituation für Stickstoff im Einwirkungsbereich der Anlage wird in den folgenden Abbildungen als farbige Isoplethen dargestellt. Da es sich bei den nächstgelegenen Biotopen im Anlagenumfeld zwar um Gehölze, jedoch nicht um geschlossene Bestände handelt, wird die einfache Depositionsgeschwindigkeit für die Darstellung verwendet.

Die Darstellung erfolgt für die allgemeinen (geschützten) Biotope mit einer Skalierung, die sich an den Beurteilungsschwellen des LAI-Leitfadens [4] orientiert und für das Abschneidekriterium des LANALeifadens [5] für die Beurteilung von FFH-Gebieten.

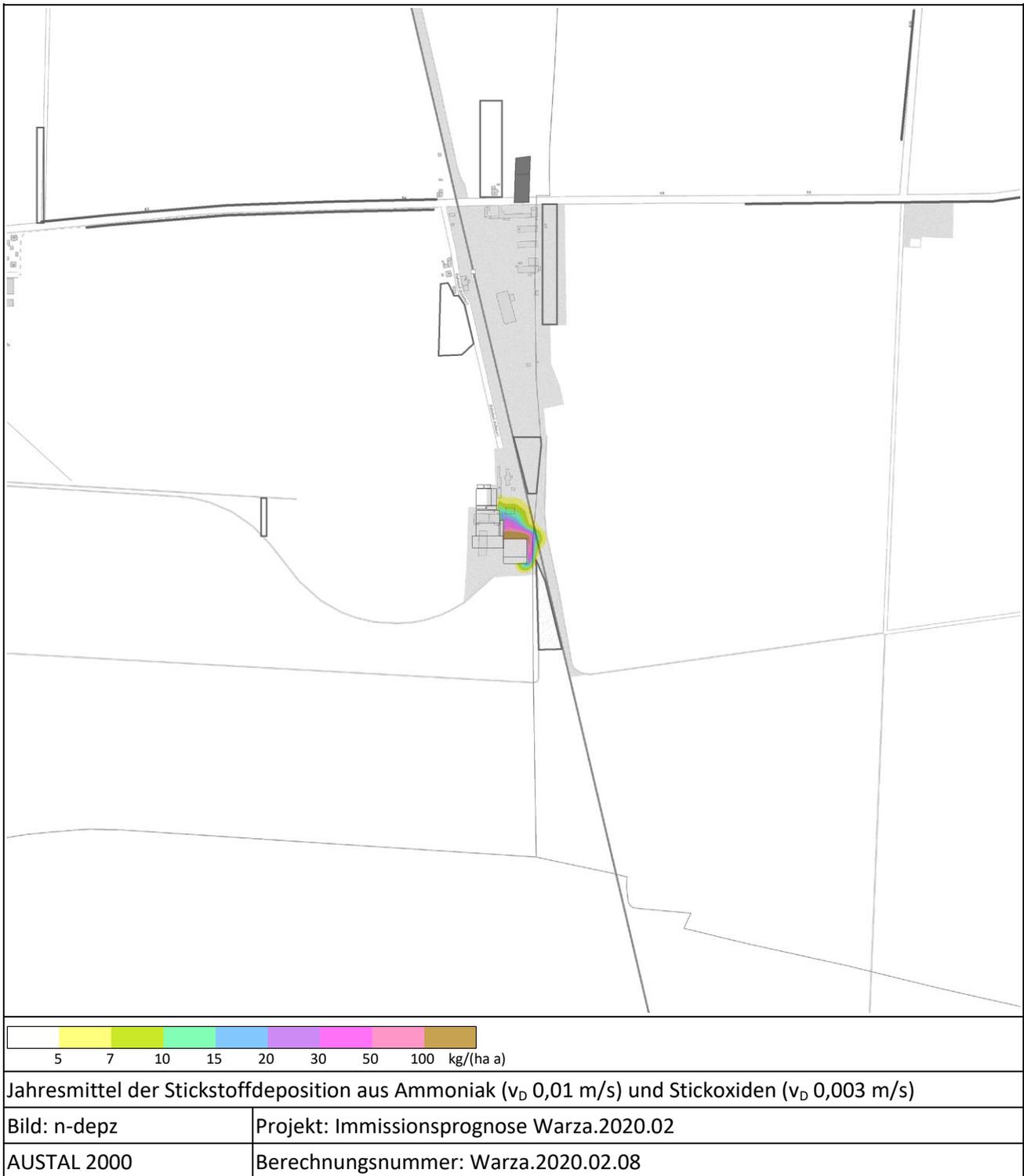
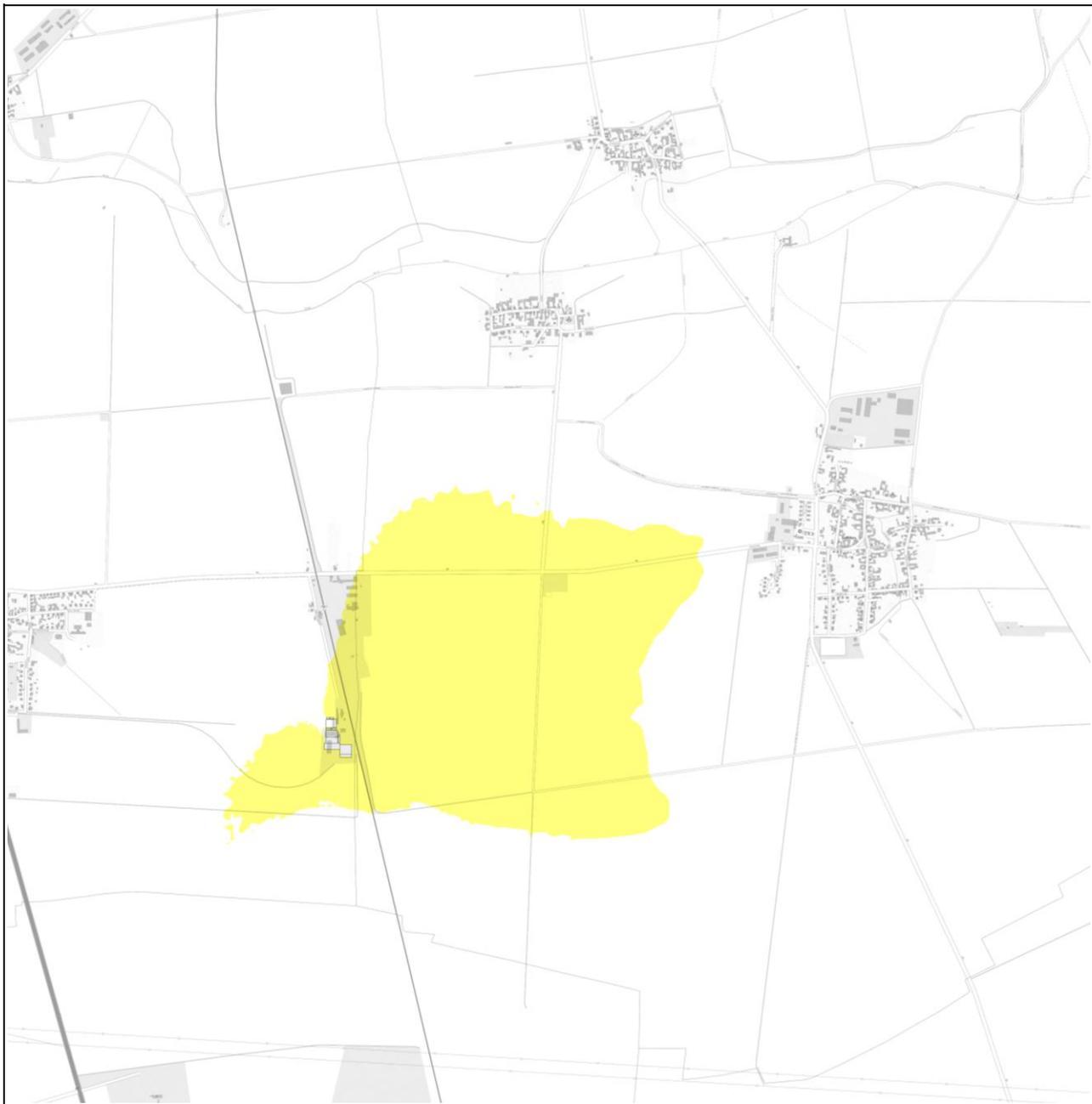


Abbildung 19: Prognostizierte Stickstoffdeposition der Gesamtanlage



> 0,3 kg/(ha a) (gelber Bereich)	
Jahresmittel der Stickstoffdeposition aus Ammoniak (v_D 0,01 m/s) und Stickoxiden (v_D 0,003 m/s)	
Bild: n-depz	Projekt: Immissionsprognose Warza.2020.02
AUSTAL 2000	Berechnungsnummer: Warza.2020.02.08

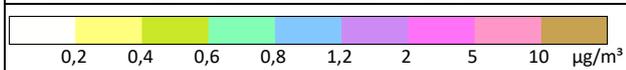
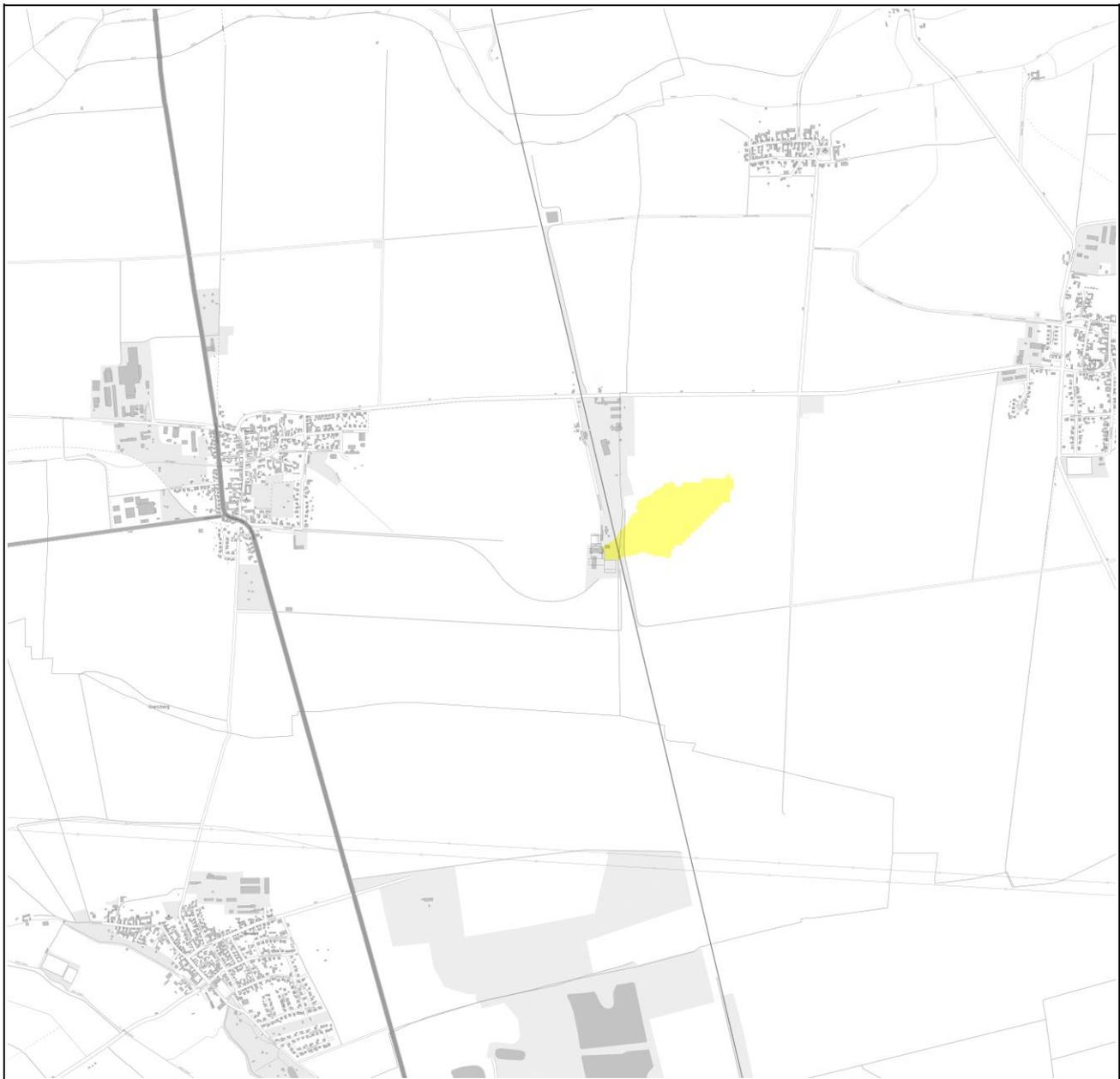
Abbildung 20: Prognostizierte Stickstoffdeposition der Gesamtanlage

3.4.4 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung für Staub

Für Staub wurde eine Ausbreitungsrechnung ausgeführt, um die Zusatzbelastung durch die Anlage Planzustand zu bestimmen. Dabei wurden die Jahresmittelwerte der Schwebstaubkonzentration und Staubdeposition berechnet.

Die prognostizierte Immissionssituation für Staub im Einwirkungsbereich der Anlage wird in den folgenden Abbildungen als farbige Isoplethen für eine Beurteilungshöhe von 1,50 m (unterste Zellschicht 0 – 3 m) dargestellt. Die Staffelung der Isoplethen wurde in Anlehnung an die Beurteilungswerte gewählt.

Der statistische Fehler der AUSTAL-Rechnung (Staub) wird jeweils auf einem gesonderten Bild im Anhang (Abschnitt 5.3) ausgewiesen.

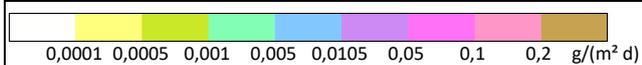
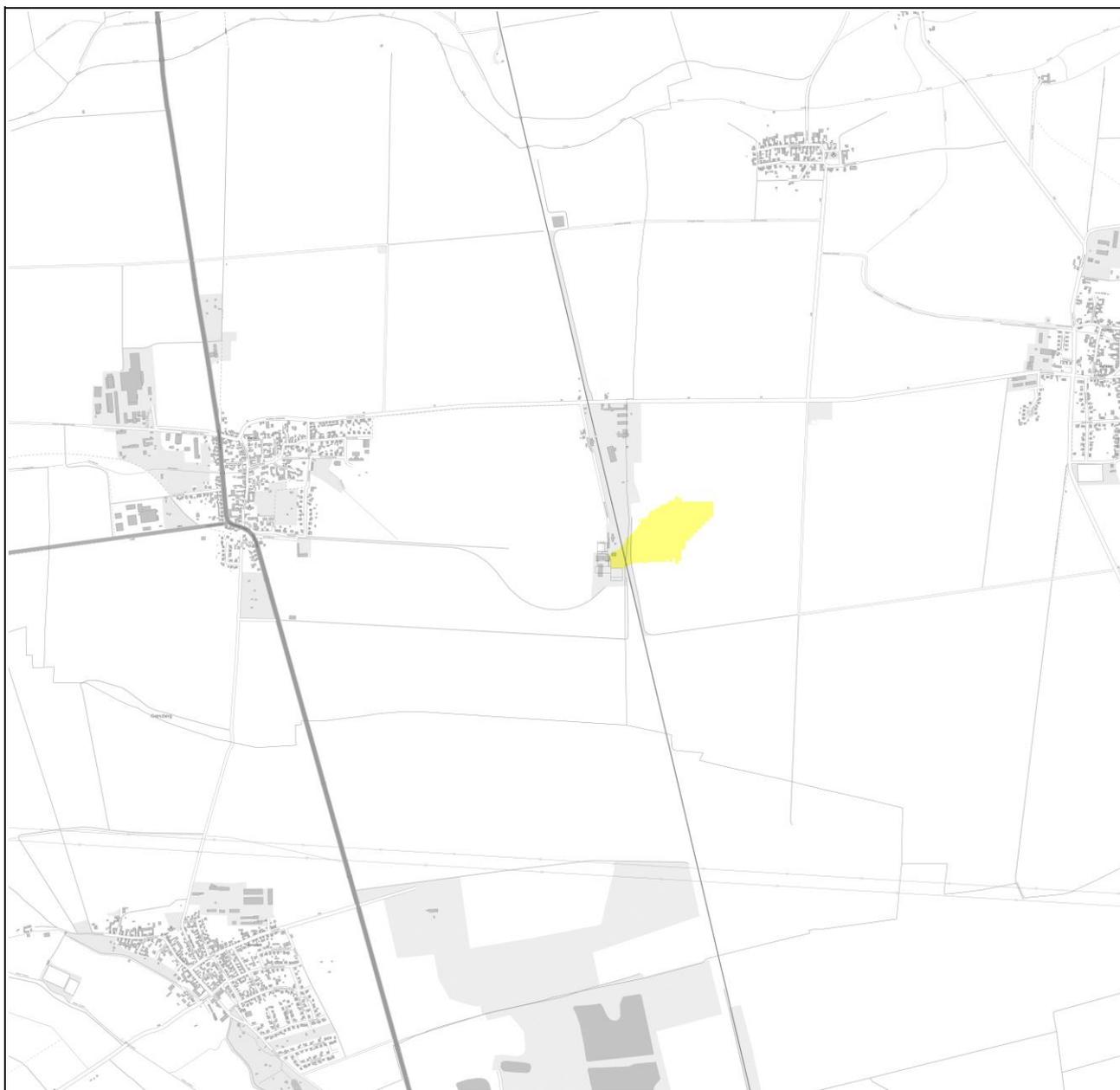


Jahresmittel der Schwebstaubkonzentration

Bild: pm-j00z Projekt: Immissionsprognose Warza.2020.02

AUSTAL 2000 Berechnungsnummer: Warza.2020.02.08

Abbildung 21: Prognostizierte Schwebstaubkonzentration der Gesamtanlage



Jahresmittel der Staubdeposition

Bild: pm-depz	Projekt: Immissionsprognose Warza.2020.02
AUSTAL 2000	Berechnungsnummer: Warza.2020.02.08

Abbildung 22: Prognostizierter Staubniederschlag der Gesamtanlage

3.4.5 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung für Schwefelwasserstoff

Für Schwefelwasserstoff wurde eine Ausbreitungsrechnungen ausgeführt, um die Zusatzbelastung durch die Anlage im Planzustand zu bestimmen. Die prognostizierte Immissionsituation für Schwefelwasserstoff im Einwirkungsbereich der Anlage wird in den folgenden Abbildungen als farbige Isoplethen für eine Beurteilungshöhe von 1,50 m (unterste Zellschicht 0 – 3 m) dargestellt. Die Staffelung der Isoplethen wird derart gewählt, dass Verteilung der die Immissionskenngröße erkennbar ist.

Die statistische Unsicherheit der Ausbreitungsrechnung wird auf einem gesonderten Bild im Anhang (Abschnitt 5.3) ausgewiesen.

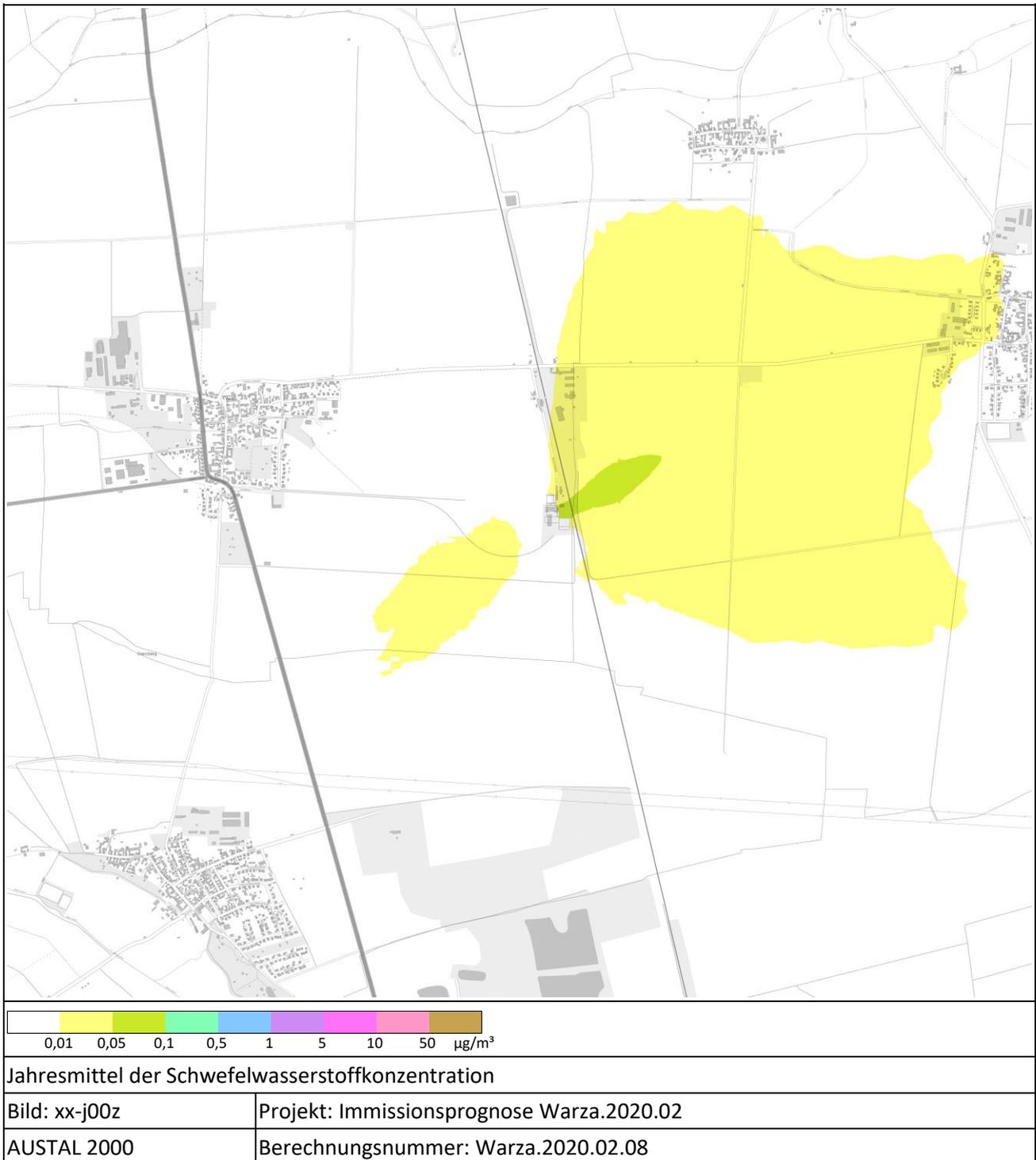


Abbildung 23: Prognostizierte Schwefelwasserstoffkonzentration der Gesamtanlage

4 Wertung der Ergebnisse

4.1 Geruchsimmissionen

Aus den Ergebnisbildern zu den einzelnen Kaminen ist zu erkennen, dass jeder Kamin für sich auf keiner Beurteilungsfläche eine Geruchsbelastung von mehr als 0,06 (6 % der Jahresstunden) hervorruft. Damit ist die Kaminhöhe für jeden einzelnen Kamin nach Nr. 2 GIRL [3] hinreichend bemessen.

Die Zusatzbelastung der Gesamtanlage überschreitet an keinem der betrachteten Immissionsorte den Wert von 0,02 (2 % der Jahresstunden). Damit ist von einer irrelevanten Zusatzbelastung auszugehen, welche die vorhandene Belastungssituation nicht maßgeblich beeinflusst. Das Entstehen einer erheblichen Geruchsbelästigung infolge des geplanten Anlagenbetriebes ist demnach aus gutachterlicher Sicht nicht zu erwarten.

4.2 Ammoniakimmissionen

Abbildung 18 zeigt die prognostizierte Zusatzbelastung durch Ammoniakkonzentration als farbige Isoplethen. Nach TA Luft, Anhang 1 [1], gibt es bei ausgeführter Ausbreitungsberechnung an maßgeblichen Beurteilungspunkten keinen Anhaltspunkt für das Vorliegen erheblicher Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme auf Grund der Einwirkung von Ammoniak, wenn die Zusatzbelastung durch Ammoniak (IJZ) $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreitet. Die zweite Isoplethe in Abbildung 18 (Gelbgrün) kennzeichnet alle Beurteilungspunkte, an denen die $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten werden. Innerhalb dieser Isoplethe befinden sich keine der unter Abschnitt 2.3.2 genannten Schutzgebiete oder Biotope.

Erheblich nachteilige Beeinträchtigungen durch anlagenbedingte Ammoniakeinträge sind demnach auszuschließen.

4.3 Stickstoffimmissionen

Bezüglich des Stickstoffniederschlages sind alle Aufpunkte zu betrachten, für die das Abscheidekriterium gemäß LAI-Leitfaden-Stickstoff [4] von $5 \text{ kg}/(\text{ha a})$ nicht unterschritten wird. Die äußere Isoplethe (gelb) in Abbildung 19 weist den Bereich aus, in dem es zu einer Überschreitung des Abschneidekriteriums kommt. Innerhalb dieses Bereiches befindet sich ein, im Rahmen der durchgeführten Biotopkartierung ermitteltes, Biotop. Dabei handelt es sich um Begleitvegetation zwischen der Bahntrasse und einem Feldweg.

An diesem Biotop wird eine anlagenbedingte Zusatzbelastung (Maximalwert, aufpunktbezogen) von $7 \text{ kg}/(\text{ha a})$ ermittelt. Die Hintergrundbelastung beträgt gemäß UBA-Datensatz [21] (Laubwald) in diesem Bereich $13 \text{ kg}/(\text{ha a})$. Damit ergibt sich für dieses Biotop eine Gesamtbelastung von maximal $20 \text{ kg}/(\text{ha a})$.

Eine spezifische Beurteilung der Empfindlichkeit dieses Biotopes gegenüber Stickstoffeinträgen kann im Rahmen dieser Prognose nicht erfolgen. Wird eine Empfindlichkeit unterstellt, die der von Laubwäldern entspricht, so ergibt sich aus dem Beurteilungsschema des LAI-Leitfadens [4] eine Spannbreite der Beurteilungswerte zwischen $10 \text{ kg}/(\text{ha a})$ und $60 \text{ kg}/(\text{ha a})$. Die ermittelte Gesamtbelastung liegt innerhalb dieser Spanne.

Für die Beurteilung der Stickstoffeinträge in FFH-Gebiete ist das vorhabensbedingte Abschneidekriterium gemäß LANA-Leitfaden [5] von $0,3 \text{ kg}/(\text{ha a})$ heranzuziehen. In Abbildung 20 ist der Bereich markiert, in dem dieses Kriterium überschritten wird. Innerhalb des ausgewiesenen Bereiches befinden sich keine FFH-Gebiete.

4.4 Staubimmissionen

An den maßgeblichen Immissionsorten werden für die Zusatzbelastung der Anlage die folgenden Jahresmittelwerte der Schwebstaubkonzentration und des Staubniederschlages prognostiziert.

Tabelle 16: Immissionskenngrößen für Staub an den maßgeblichen Immissionsorten

Immissionsorte	Schwebstaubkonzentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Staubdeposition $\text{g}/(\text{m}^2 \text{ s})$
Bebauung Haltepunkt Buflieben	$\leq 0,1$	$\leq 0,0001$
Bebauung Ortschaft Warza	0,0	0,0000
Bebauung Ortschaft Pfullendorf	0,0	0,0000
Bebauung Ortschaft Buflieben	0,0	0,0000

Die Jahresmittelwerte der Schwebstaubkonzentration und Staubdeposition halten an allen umliegenden Immissionsorten die Irrelevanzwerte der TA Luft von $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $0,0105 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ ein. Der geplante Anlagenbetrieb ist damit nicht geeignet die bestehende Belastungssituation relevant zu verändern. Die Ermittlung einer Gesamtbelastung kann somit entfallen.

4.5 Stickoxidimmissionen

Die ermittelten Stickoxidemissionen der Anlage unterschreiten den Schwellenwert für einen Bagatellmassenstrom nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft [1] für gefasste Emissionsquellen. Daher konnte auf eine Ermittlung der Immissionskenngrößen für die Stickoxidimmissionen verzichtet werden.

Die zu erwartenden Stickoxidimmissionen sind augenscheinlich so gering, dass ein relevanter Einfluss auf die bestehende Belastungssituation nicht gegeben ist.

4.6 Schwefeldioxidimmissionen

Die ermittelten Schwefeldioxidemissionen der Anlage unterschreiten den Schwellenwert für einen Bagatellmassenstrom nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft [1] für gefasste Emissionsquellen. Daher konnte auf eine Ermittlung der Immissionskenngrößen für die Schwefeldioxidimmissionen verzichtet werden.

Die zu erwartenden Schwefeldioxidimmissionen sind augenscheinlich so gering, dass ein relevanter Einfluss auf die bestehende Belastungssituation nicht gegeben ist.

4.7 Schwefelwasserstoffimmissionen

An den maßgeblichen Immissionsorten werden für die Zusatzbelastung der Anlage die folgenden Jahresmittelwerte der Schwefelwasserstoffkonzentration prognostiziert.

Tabelle 17: Immissionskenngröße für Schwefelwasserstoff an den maßgeblichen Immissionsorten

Immissionsorte	Schwefelwasserstoffkonzentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bebauung Haltepunkt Buflieben	$\leq 0,019$
Bebauung Ortschaft Warza	$\leq 0,003$
Bebauung Ortschaft Pfullendorf	$\leq 0,009$
Bebauung Ortschaft Buflieben	$\leq 0,013$

Für Schwefelwasserstoff gibt die TA Luft [1] keine Immissions- oder Grenzwerte an. Die Unbedenklichkeit des Vorhabens kann vorliegend bereits durch die Einhaltung der emissionsseitigen Vorgaben für den Schadstoff ausgewiesen werden. Eine Festlegung von Immissionswerten sowie eine Beurteilung der Schwefelwasserstoffimmissionen obliegen der zuständigen Genehmigungsbehörde.

4.8 Zusammenfassung

Die Schornsteinhöhen der Anlage sind hinreichend bemessen, um die Anforderungen nach Nr. 2 der GIRL [3] einzuhalten. Ferner wird durch die Gesamtanlage an den maßgeblichen Immissionsorten eine irrelevante Zusatzbelastung ($\leq 0,02$ bzw. 2 % der Jahresstunden) erreicht. Die Anlage ist somit nicht geeignet die bestehende Immissionssituation für Gerüche relevant zu verändern.

Anlagenbedingte Ammoniaketräge halten an allen umliegenden Biotopen das Abschneidekriterium nach TA Luft ($\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [1] ein. Die ammoniak- und stickoxidbedingten Stickstoffeinträge liegen an einem nahe gelegenen Biotop oberhalb des Abschneidekriteriums nach LAI-Leitfaden ($\leq 5 \text{ kg}/(\text{ha a})$) [4]. Die ermittelte Gesamtbelastung liegt innerhalb der nach LAI-Leitfaden [4] möglichen Spanne der Beurteilungswerte.

Die vorhabensbedingte Stickstoffmehrbelastung hält an den Grenzen der nächstgelegenen FFH-Gebiete den Abschneidewert gemäß LANA-Leitfaden [5] ($\leq 0,3 \text{ kg}/(\text{ha a})$) ein.

Anlagenbedingte Staubimmissionen unterschreiten an den umliegenden Immissionsorten die Irrelevanzwerte der TA Luft ($1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für die Schwebstaubkonzentration und $0,0105 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ [1] für die Staubdeposition).

Die von der Anlage ausgehenden Emissionen von Stickoxiden und Schwefeldioxid sind als Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft ($\leq 20 \text{ kg}/\text{h}$ über gefasste Emissionsquellen) [1] zu werten. Ein relevanterer Einfluss der Anlage auf die Immissionssituation dieser Stoffe ist daher nicht zu erwarten.

Die prognostizierten Schwefelwasserstoffkonzentrationen (Jahresmittelwert) erreichen an den maßgeblichen Immissionsorten Werte $\leq 0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Eine abschließende Wertung und Beurteilung der prognostizierten Ergebnisse obliegt der zuständigen Genehmigungsbehörde.

Auch bei Einhaltung aller Grenz- und Richtwerte hat der Betreiber dieser genehmigungsbedürftigen Anlage die Pflicht, die von der Anlage ausgehenden Emissionen nach Möglichkeit zu minimieren. Durch einen sauberen und hygienischen Produktionsrahmen sollen die Emissionen so gering wie möglich gehalten werden.

Frankenberg, am 9. September 2020



Dipl.-Ing. Jens Förster
- bearbeitet -



Dipl.-Ing. Robert Weise
- freigegeben -

5 Anhang

5.1 Verwendung von Rechtsgrundlagen und Literatur

- [1] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, *Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz*, vom 24. Juli 2002 (GMBI. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511); in aktueller Fassung.
- [2] Umweltbundesamt, Ing.-Büro Janicke, „AUSTAL2000,“ 2002-2018. [Online]. Available: <http://www.austal2000.de/austal2000.htm>.
- [3] GIRL - Geruchsimmisions-Richtlinie, *Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmisionen*, vom 29. Februar 2008 (Nds.MBl. Nr. 36 vom 09.09.2009 S. 794); in aktueller Fassung.
- [4] LAI - Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, *Leitfaden zur Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen*, vom 01. März 2012.
- [5] LAI - Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz und LANA - Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung, *Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Vorhaben nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz - Stickstoffleitfaden BImSchG-Anlagen*, Saarlouis, Februar 2019.
- [6] BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge*, vom 17. Mai 2013 (BGBl. Nr. 25 vom 27.05.2013 S. 1274); in aktueller Fassung.
- [7] S. Balla, R. Uhl, A. Schlutow, H. Lorentz, M. Förster, C. Becker, K. Müller-Pfannenstiel, J. Lüttmann, T. Scheuschner, A. Kiebel und W. Herzog, *Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope; Bericht zum FE-Vorhaben 84.0102/2009 der Bundesanstalt für Straßenwesen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik; Band 1099*, Bonn: Carl Schünemann Verlag, November 2013.
- [8] Richtlinie 92/43/EWG, *FFH - Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen*, vom 21. Mai 1992 (ABl. Nr. L 206 vom 22.07.1992 S. 7); in aktueller Fassung.
- [9] Richtlinie 2009/147/EG , *über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten - Vogelschutzrichtlinie*, vom 30. November 2009 (ABl. Nr. L 20 S. 7); in aktueller Fassung.
- [10] VDI 3945 Blatt 3 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Partikelmodell*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, vom September 2000; in aktueller Fassung.
- [11] Ing.-Büro Janicke im Auftrag des Umweltbundesamtes, *UFOPLAN-Vorhaben 200 43 256 "Entwicklung eines modellgestützten Beurteilungssystems für den anlagenbezogenen Immissionsschutz*.
- [12] VDI 3782 Blatt 5 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter*, Berlin: Beuth-Verlag, vom April 2017; in aktueller Fassung.
- [13] 39. BImSchV - Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen, *Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes*, vom 02. August 2010 (BGBl. I Nr. 40 vom 05.08.2010 S. 1065); in aktueller Fassung.
- [14] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), *Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung - GETIS-Stoffdatenbank*, Stand 21.07.2020.
- [15] Statistisches Bundesamt, *Daten zur Bodenbedeckung für die Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [16] Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die

- Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. BImSchV), Ausfertigungsdatum: 02.05.2013.
- [17] Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, *Geruchsemissionsfaktoren Biogasanlagen und andere Flächenquellen*, 2015.
- [18] Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, *Ammoniakemissionsfaktoren Biogasanlagen und andere Flächenquellen*, März 2015.
- [19] VDI 3782 Blatt 3 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre - Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung*, Berlin: Beuth-Verlag, vom Juni 1985; in aktueller Fassung.
- [20] 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.
- [21] UBA - Umweltbundesamt, „Vorbelastungsdaten Stickstoff TA Luft Nr. 4.8 -Genehmigungsverfahren-“, [Online]. Available: <http://gis.uba.de/website/depo1/index.htm>.

5.2 Dateien zur Ausbreitungsrechnung

5.2.1 Berechnung Warza.2020.02.07

5.2.1.1 Datei austal2000.txt (Eingabedatei)

```

=====
-- Eingabedatei für AUSTAL 2000
-- Erstellt mit TALAR Version 4.15c 17.07.2020 14:58 Uhr
--
ti "Warza.2020.02.07" ' Berechnungsnummer
=====
-- Projekt: Warza-2020-02 (Warza-2020-02.tlp)
-- Eingabedateien
-- Austal2000.If3
-- Quellen-2020-02-JFO.src
-- Gebäude-2020-02-JFO.bdy
-- Lageplan: tkklein.map
=====
-- Steuerungsoptionen
=====
os NESTING
qs 1 ' Qualitätsstufe -4 .. 4
-- qb ' Qualitätsstufe Netz bei Gebäuden
-- sd ' Anfangszahl des Zufallszahlengenerators
=====
-- Rechengitter
dd 4 8 16 32 64
x0 -192 -320 -576 -960 -2432
nx 80 72 68 58 70
y0 320 192 -64 -448 -1664
ny 80 72 92 70 68
=====
-- Rauigkeitslänge / Topographie
z0 0.10 ' Rauigkeitslänge [m]
-- Bessel-Koordinaten
ux 32620000.0
uy 5650000.0
gh data.dgm
=====
-- Winddaten
-- * AKTERM-Zeitreihe, Bearbeitung IFU GmbH Frankenberg - 02.07.2020
-- * Windmessung Erfurt-Weimar (DWD: 1270), Ausbreitungsklasse von Erfurt-Weimar (DWD: 1270)
-- * Zeitraum 31.08.2013 bis 30.08.2014
-- + Anemometerhoehen (0.1 m): 63 78 105 131 165 229 300 355 402 * href=100m, z0s=0,043m, hs=10,00m
-- AK 1270 2013 08 31 00 00 1 1 260 32 1 2 1 -999 9
-- AK 1270 2013 08 31 01 00 1 1 270 33 1 2 1 -999 9
-- ...
az 1270.akterm
xa -1850.0 ' Anemometerposition
ya -150.0
' keine Niederschlagsintensität
' ggf. vorhandene Zeitreihe ri in AK Term wird ignoriert
=====
-- Geometrie der Emissionsquellen (5)
-----
-- 1 2 3 4 5
-- Schornstein1 Schornstein2 Schornstein3 Annahme Pauschalquelle
-----
xq -78.0 -58.8 -58.6 -18.6 -19.2
yq 437.2 497.4 512.6 444.1 444.3
hq 34.00 34.00 30.00 0.00 0.00
aq 0 0 0 45.14 45.65
bq 0 0 0 0 13.83
cq 0 0 0 7.5 1
wq 270 270 270 359.5 359.4
-----
-- Überhöungsparameter der Emissionsquellen
dq 1.6 1.6 0.25 0 0
vq 8.0 7 8.5 0 0
tq 70 180 0 0 0
-----
-- Emissionsstärken
Odor 7453 0 0 0 0
=====
-- Gebäude
-----
-- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-- 11 12
-- Verwaltung Düngerproduktion Rauchgasreinigung Verbrennung Trocknung Bunker Technik Siloblock1 Siloblock2 Siloblock3
-- Siloblock4 Siloblock5
-----
xb -33.7 -73.8 -74.2 -74.5 -81.5 -20.2 -20.3 -19.6 -73.9 -52.8 -
71.9 -57.3
yb 510.0 510.3 474.7 449.5 425.1 407.3 394.6 449.0 502.3 502.1
544.0 543.9
ab 33.1 30.1 46.1 46.1 61.5 46.5 46.3 31.6 19.0 18.8
12.4 12.4
bb 10.0 33.2 25.6 25.2 24.4 36.7 12.7 7.3 7.3 7.1
7.3 7.3
wb 89.4 359.4 359.5 359.4 359.5 359.4 359.4 89.7 359.4 359.7
359.4 359.0
cb 7.5 16.5 21.2 21.2 21.2 16.5 7.5 28.0 28.0 28.0
28.0 28.0
-----

```

5.2.1.2 Datei austal2000.log (Protokolldatei)

```

2020-09-02 11:18:55 -----
TalServer:.

Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

Arbeitsverzeichnis: ./

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
Das Programm läuft auf dem Rechner "AUSTAL".

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Warza.2020.02.07" ' Berechnungsnummer
> os NESTING
> qs 1 ' Qualitätsstufe -4 .. 4
> dd 4 8 16 32 64
> x0 -192 -320 -576 -960 -2432
> nx 80 72 68 58 70
> y0 320 192 -64 -448 -1664
> ny 80 72 92 70 68
> z0 0.10 ' Rauigkeitslänge [m]
> ux 32620000.0
> uy 5650000.0
> gh data.dgm
> az 1270.akterm
> xa -1850.0 ' Anemometerposition
> ya -150.0
> xq -78.0 -58.8 -58.6 -18.6 -19.2
> yq 437.2 497.4 512.6 444.1 444.3
> hq 34.00 34.00 30.00 0.00 0.00
> aq 0 0 0 45.14 45.65
> bq 0 0 0 0 13.83
> cq 0 0 0 7.5 1
> wq 270 270 270 359.5 359.4
> dq 1.6 1.6 0.25 0 0
> vq 8.0 7 8.5 0 0
> tq 70 180 0 0 0
> Odor 7453 0 0 0 0
> xb -33.7 -73.8 -74.2 -74.5 -81.5 -20.2 -20.3 -19.6 -73.9 -52.8
> yb 510.0 510.3 474.7 449.5 425.1 407.3 394.6 449.0 502.3 502.1
> ab 33.1 30.1 46.1 46.1 61.5 46.5 46.3 31.6 19.0 18.8
> bb 12.4 12.4 25.6 25.2 24.4 36.7 12.7 7.3 7.3 7.1
> wb 89.4 359.4 359.5 359.4 359.5 359.4 359.4 89.7 359.4 359.7
> cb 359.4 359.0 16.5 21.2 21.2 21.2 16.5 7.5 28.0 28.0 28.0
> 28.0 28.0

===== Ende der Eingabe =====

Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 28.0 m.
>>> Die Höhe der Quelle 3 liegt unter dem 1.2-fachen der Höhe von Gebäude 8.
>>> Dazu noch 24 weitere Fälle.

Festlegung des Vertikalrasters:
0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0
30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0
61.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0
800.0 1000.0 1200.0 1500.0

-----
Festlegung des Rechennetzes:
dd 4 8 16 32 64
x0 -192 -320 -576 -960 -2432
nx 80 72 68 58 70
y0 320 192 -64 -448 -1664
ny 80 72 92 70 68
nz 19 33 33 33 33

-----
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.08 (0.05).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.09 (0.08).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.11 (0.08).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.07 (0.06).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.13 (0.12).
Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

AKTerm "./1270.akterm" mit 8760 Zeilen, Format 3
Es wird die Anemometerhöhe ha=13.1 m verwendet.
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 97.5 %.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f
Prüfsumme TALDIA 6a50af80
Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme AKTerm 59909f0b

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 7)
TMT: Datei "./odor-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00z02" geschrieben.
    
```

TMT: Datei "../odor-j00s02" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "../odor-j00z03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "../odor-j00s03" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "../odor-j00z04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "../odor-j00s04" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "../odor-j00z05" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "../odor-j00s05" ausgeschrieben.
 TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.

=====
Auswertung der Ergebnisse:
 =====

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

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

=====
Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m
 =====

ODOR J00 : 0.5 % (+/- 0.1) bei x= 42 m, y= 502 m (1: 59, 46)
 =====

2020-09-03 04:14:01 AUSTAL2000 beendet.

5.2.2 Berechnung Warza.2020.02.03

5.2.2.1 Datei austal2000.txt (Eingabedatei)

```

=====
-- Eingabedatei für AUSTAL 2000
-- Erstellt mit TALAR Version 4.15c 17.07.2020 14:58 Uhr
--
ti "Warza.2020.02.02" ' Berechnungsnummer
=====
-- Projekt: Warza-2020-02 (Warza-2020-02.tlp)
-- Eingabedateien
-- Austal2000.If3
-- Quellen-2020-02-JFO.src
-- Gebäude-2020-02-JFO.bdy
-- Lageplan: tkklein.map
=====
-- Steuerungsoptionen
=====
os NESTING
qs 1 ' Qualitätsstufe -4 .. 4
-- qb ' Qualitätsstufe Netz bei Gebäuden
-- sd ' Anfangszahl des Zufallszahlengenerators
=====
-- Rechengitter
dd 4 8 16 32 64
x0 -192 -320 -576 -960 -2432
nx 80 72 68 58 70
y0 320 192 -64 -448 -1664
ny 80 72 92 70 68
=====
-- Rauigkeitslänge / Topographie
z0 0.10 ' Rauigkeitslänge [m]
-- Bessel-Koordinaten
ux 32620000.0
uy 5650000.0
gh data.dgm
=====
-- Winddaten
-- * AKTERM-Zeitreihe, Bearbeitung IFU GmbH Frankenberg - 02.07.2020
-- * Windmessung Erfurt-Weimar (DWD: 1270), Ausbreitungsklasse von Erfurt-Weimar (DWD: 1270)
-- * Zeitraum 31.08.2013 bis 30.08.2014
-- + Anemometerhoehen (0.1 m): 63 78 105 131 165 229 300 355 402 * href=100m, z0s=0,043m, hs=10,00m
-- AK 1270 2013 08 31 00 00 1 1 260 32 1 2 1 -999 9
-- AK 1270 2013 08 31 01 00 1 1 270 33 1 2 1 -999 9
--
..
az 1270.akterm
xa -1850.0 ' Anemometerposition
ya -150.0
' keine Niederschlagsintensität
' ggf. vorhandene Zeitreihe ri in AK Term wird ignoriert
=====
-- Geometrie der Emissionsquellen (5)
-----
1 2 3 4 5
Schornstein1 Schornstein2 Schornstein3 Annahme Pauschalquelle
-----
xq -78.0 -58.8 -58.6 -18.6 -19.2
yq 437.2 497.4 512.6 444.1 444.3
hq 34.00 34.00 30.00 0.00 0.00
aq 0 0 0 45.14 45.65
bq 0 0 0 0 13.83
cq 0 0 0 7.5 1
wq 270 270 270 359.5 359.4
-----
-- Überhöhangsparameter der Emissionsquellen
dq 3 1.6 0.25 0 0
vq 8.4 7 8.5 0 0
tq 40 180 0 0 0
-----
-- Emissionsstärken
Odor 0 4472 0 0 0
=====
-- Gebäude
-----
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
11 12
-- Verwaltung Düngerproduktion Rauchgasreinigung Verbrennung Trocknung Bunker Technik Siloblock1 Siloblock2 Siloblock3
Siloblock4 Siloblock5
-----
xb -33.7 -73.8 -74.2 -74.5 -81.5 -20.2 -20.3 -19.6 -73.9 -52.8 -
71.9 -57.3
yb 510.0 510.3 474.7 449.5 425.1 407.3 394.6 449.0 502.3 502.1
544.0 543.9
ab 33.1 30.1 46.1 46.1 61.5 46.5 46.3 31.6 19.0 18.8
12.4 12.4
bb 10.0 33.2 25.6 25.2 24.4 36.7 12.7 7.3 7.3 7.1
7.3 7.3
wb 89.4 359.4 359.5 359.4 359.5 359.4 359.4 89.7 359.4 359.7
359.4 359.0
cb 7.5 16.5 21.2 21.2 21.2 16.5 7.5 28.0 28.0 28.0
28.0 28.0
=====

```

5.2.2.2 Datei austal2000.log (Protokolldatei)

```

2020-07-17 15:16:59 -----
TalServer:.

Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

Arbeitsverzeichnis: ./

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
Das Programm läuft auf dem Rechner "AUSTAL".

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Warza.2020.02.02" ' Berechnungsnummer
> os NESTING
> qs 1 ' Qualitätsstufe -4 .. 4
> dd 4 8 16 32 64
> x0 -192 -320 -576 -960 -2432
> nx 80 72 68 58 70
> y0 320 192 -64 -448 -1664
> ny 80 72 92 70 68
> z0 0.10 ' Rauigkeitslänge [m]
> ux 32620000.0
> uy 5650000.0
> gh data.dgm
> az 1270.akterm
> xa -1850.0 ' Anemometerposition
> ya -150.0
> xq -78.0 -58.8 -58.6 -18.6 -19.2
> yq 437.2 497.4 512.6 444.1 444.3
> hq 34.00 34.00 30.00 0.00 0.00
> aq 0 0 0 45.14 45.65
> bq 0 0 0 0 13.83
> cq 0 0 0 7.5 1
> wq 270 270 270 359.5 359.4
> dq 3 1.6 0.25 0 0
> vq 8.4 7 8.5 0 0
> tq 40 180 0 0 0
> Odor 0 4472 0 0 0
> xb -33.7 -73.8 -74.2 -74.5 -81.5 -20.2 -20.3 -19.6 -73.9 -52.8
> yb 510.0 510.3 474.7 449.5 425.1 407.3 394.6 449.0 502.3 502.1
> ab 33.1 30.1 46.1 46.1 61.5 46.5 46.3 31.6 19.0 18.8
> bb 12.4 12.4 25.6 25.2 24.4 36.7 12.7 7.3 7.3 7.1
> wb 89.4 359.4 359.5 359.4 359.5 359.4 359.4 89.7 359.4 359.7
> cb 359.4 359.0 16.5 21.2 21.2 21.2 16.5 7.5 28.0 28.0 28.0
> 28.0 28.0

===== Ende der Eingabe =====

Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 28.0 m.
>>> Die Höhe der Quelle 3 liegt unter dem 1.2-fachen der Höhe von Gebäude 8.
>>> Dazu noch 24 weitere Fälle.

Festlegung des Vertikalrasters:
0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0
30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0
61.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0
800.0 1000.0 1200.0 1500.0

-----
Festlegung des Rechennetzes:
dd 4 8 16 32 64
x0 -192 -320 -576 -960 -2432
nx 80 72 68 58 70
y0 320 192 -64 -448 -1664
ny 80 72 92 70 68
nz 19 33 33 33 33

-----
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.08 (0.05).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.09 (0.08).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.11 (0.08).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.07 (0.06).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.13 (0.12).
Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

AKTerm "./1270.akterm" mit 8760 Zeilen, Format 3
Es wird die Anemometerhöhe ha=13.1 m verwendet.
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 97.5 %.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f
Prüfsumme TALDIA 6a50af80
Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme AKTerm 59909f0b

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

-----
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 7)
    
```

```
TMT: Datei "../odor-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s05" geschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.
```

=====

Auswertung der Ergebnisse:

=====

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

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

Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m

=====

```
ODOR      J00 :   0.0 %   (+/-  0.0 )
```

=====

2020-07-18 08:08:21 AUSTAL2000 beendet.

5.2.3 Berechnung Warza.2020.02.04

5.2.3.1 Datei austal2000.txt (Eingabedatei)

```

=====
-- Eingabedatei für AUSTAL 2000
-- Erstellt mit TALAR Version 4.15c 17.07.2020 14:58 Uhr
--
ti "Warza.2020.02.04" ' Berechnungsnummer
=====
-- Projekt: Warza-2020-02 (Warza-2020-02.tlp)
-- Eingabedateien
-- Austal2000.If3
-- Quellen-2020-02-JFO.src
-- Gebäude-2020-02-JFO.bdy
-- Lageplan: tkklein.map
=====
-- Steuerungsoptionen
=====
os NESTING
qs 1 ' Qualitätsstufe -4 .. 4
-- qb ' Qualitätsstufe Netz bei Gebäuden
-- sd ' Anfangszahl des Zufallszahlengenerators
=====
-- Rechengitter
dd 4 8 16 32 64
x0 -192 -320 -576 -960 -2432
nx 80 72 68 58 70
y0 320 192 -64 -448 -1664
ny 80 72 92 70 68
=====
-- Rauigkeitslänge / Topographie
z0 0.10 ' Rauigkeitslänge [m]
-- Bessel-Koordinaten
ux 32620000.0
uy 5650000.0
gh data.dgm
=====
-- Winddaten
-- * AKTERM-Zeitreihe, Bearbeitung IFU GmbH Frankenberg - 02.07.2020
-- * Windmessung Erfurt-Weimar (DWD: 1270), Ausbreitungsklasse von Erfurt-Weimar (DWD: 1270)
-- * Zeitraum 31.08.2013 bis 30.08.2014
-- + Anemometerhoehen (0.1 m): 63 78 105 131 165 229 300 355 402 * href=100m, z0s=0,043m, hs=10,00m
-- AK 1270 2013 08 31 00 00 1 1 260 32 1 2 1 -999 9
-- AK 1270 2013 08 31 01 00 1 1 270 33 1 2 1 -999 9
--
..
az 1270.akterm
xa -1850.0 ' Anemometerposition
ya -150.0
' keine Niederschlagsintensität
' ggf. vorhandene Zeitreihe ri in AK Term wird ignoriert
=====
-- Geometrie der Emissionsquellen (5)
-----
1 2 3 4 5
Schornstein1 Schornstein2 Schornstein3 Annahme Pauschalquelle
-----
xq -78.0 -58.8 -58.6 -18.6 -19.2
yq 437.2 497.4 512.6 444.1 444.3
hq 34.00 34.00 30.00 0.00 0.00
aq 0 0 0 45.14 45.65
bq 0 0 0 0 13.83
cq 0 0 0 7.5 1
wq 270 270 270 359.5 359.4
-----
-- Überhöhpungsparameter der Emissionsquellen
dq 3 1.6 0.25 0 0
vq 8.4 7 8.5 0 0
tq 40 180 0 0 0
-----
-- Emissionsstärken
Odor 0 0 224 0 0
=====
-- Gebäude
-----
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
11 12
-- Verwaltung Düngerproduktion Rauchgasreinigung Verbrennung Trocknung Bunker Technik Siloblock1 Siloblock2 Siloblock3
Siloblock4 Siloblock5
-----
xb -33.7 -73.8 -74.2 -74.5 -81.5 -20.2 -20.3 -19.6 -73.9 -52.8 -
71.9 -57.3
yb 510.0 510.3 474.7 449.5 425.1 407.3 394.6 449.0 502.3 502.1
544.0 543.9
ab 33.1 30.1 46.1 46.1 61.5 46.5 46.3 31.6 19.0 18.8
12.4 12.4
bb 10.0 33.2 25.6 25.2 24.4 36.7 12.7 7.3 7.3 7.1
7.3 7.3
wb 89.4 359.4 359.5 359.4 359.5 359.4 359.4 89.7 359.4 359.7
359.4 359.0
cb 7.5 16.5 21.2 21.2 21.2 16.5 7.5 28.0 28.0 28.0
28.0 28.0
=====

```

5.2.3.2 Datei austal2000.log (Protokolldatei)

```

2020-07-17 15:17:21 -----
TalServer:.

Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

Arbeitsverzeichnis: ./

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
Das Programm läuft auf dem Rechner "AUSTAL".

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Warza.2020.02.04" ' Berechnungsnummer
> os NESTING
> qs 1 ' Qualitätsstufe -4 .. 4
> dd 4 8 16 32 64
> x0 -192 -320 -576 -960 -2432
> nx 80 72 68 58 70
> y0 320 192 -64 -448 -1664
> ny 80 72 92 70 68
> z0 0.10 ' Rauigkeitslänge [m]
> ux 32620000.0
> uy 5650000.0
> gh data.dgm
> az 1270.akterm
> xa -1850.0 ' Anemometerposition
> ya -150.0
> xq -78.0 -58.8 -58.6 -18.6 -19.2
> yq 437.2 497.4 512.6 444.1 444.3
> hq 34.00 34.00 30.00 0.00 0.00
> aq 0 0 0 45.14 45.65
> bq 0 0 0 0 13.83
> cq 0 0 0 7.5 1
> wq 270 270 270 359.5 359.4
> dq 3 1.6 0.25 0 0
> vq 8.4 7 8.5 0 0
> tq 40 180 0 0 0
> Odor 0 0 224 0 0
> xb -33.7 -73.8 -74.2 -74.5 -81.5 -20.2 -20.3 -19.6 -73.9 -52.8
> yb 510.0 510.3 474.7 449.5 425.1 407.3 394.6 449.0 502.3 502.1
> ab 33.1 30.1 46.1 46.1 61.5 46.5 46.3 31.6 19.0 18.8
> bb 12.4 12.4 25.6 25.2 24.4 36.7 12.7 7.3 7.3 7.1
> wb 89.4 359.4 359.5 359.4 359.5 359.4 359.4 89.7 359.4 359.7
> cb 359.4 359.0 16.5 21.2 21.2 21.2 16.5 7.5 28.0 28.0 28.0
> 28.0 28.0

===== Ende der Eingabe =====

Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 28.0 m.
>>> Die Höhe der Quelle 3 liegt unter dem 1.2-fachen der Höhe von Gebäude 8.
>>> Dazu noch 24 weitere Fälle.

Festlegung des Vertikalrasters:
0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0
30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0
61.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0
800.0 1000.0 1200.0 1500.0

-----
Festlegung des Rechennetzes:
dd 4 8 16 32 64
x0 -192 -320 -576 -960 -2432
nx 80 72 68 58 70
y0 320 192 -64 -448 -1664
ny 80 72 92 70 68
nz 19 33 33 33 33

-----
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.08 (0.05).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.09 (0.08).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.11 (0.08).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.07 (0.06).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.13 (0.12).
Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

AKTerm "./1270.akterm" mit 8760 Zeilen, Format 3
Es wird die Anemometerhöhe ha=13.1 m verwendet.
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 97.5 %.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f
Prüfsumme TALDIA 6a50af80
Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme AKTerm 59909f0b

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 7)
    
```

TMT: Datei "../odor-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s05" geschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.

=====
Auswertung der Ergebnisse:
=====

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

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

Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m

=====
ODOR J00 : 0.0 % (+/- 0.0)
=====

2020-07-18 09:10:18 AUSTAL2000 beendet.

5.2.4 Berechnung Warza.2020.02.08

5.2.4.1 Datei austal2000.txt (Eingabedatei)

```

=====
-- Eingabedatei für AUSTAL 2000
-- Erstellt mit TALAR Version 4.15c 17.07.2020 14:58 Uhr
--
ti "Warza.2020.02.08" ' Berechnungsnummer
=====
-- Projekt: Warza-2020-02 (Warza-2020-02.tlp)
-- Eingabedateien
-- Austal2000.If3
-- Quellen-2020-02-JFO.src
-- Gebäude-2020-02-JFO.bdy
-- Lageplan: tkklein.map
=====
-- Steuerungsoptionen
=====
os NESTING
qs 1 ' Qualitätsstufe -4 .. 4
-- qb ' Qualitätsstufe Netz bei Gebäuden
-- sd ' Anfangszahl des Zufallszahlengenerators
=====
-- Rechengitter
dd 4 8 16 32 64
x0 -192 -320 -576 -960 -2432
nx 80 72 68 58 110
y0 320 192 -64 -448 -1664
ny 80 72 92 70 108
=====
-- Rauigkeitslänge / Topographie
z0 0.10 ' Rauigkeitslänge [m]
-- Bessel-Koordinaten
ux 32620000.0
uy 5650000.0
gh data.dgm
=====
-- Winddaten
-- * AKTERM-Zeitreihe, Bearbeitung IFU GmbH Frankenberg - 02.07.2020
-- * Windmessung Erfurt-Weimar (DWD: 1270), Ausbreitungsklasse von Erfurt-Weimar (DWD: 1270)
-- * Zeitraum 31.08.2013 bis 30.08.2014
-- + Anemometerhoehen (0.1 m): 63 78 105 131 165 229 300 355 402 * href=100m, z0s=0,043m, hs=10,00m
-- AK 1270 2013 08 31 00 00 1 1 260 32 1 2 1 -999 9
-- AK 1270 2013 08 31 01 00 1 1 270 33 1 2 1 -999 9
-- ...
az 1270.akterm
xa -1850.0 ' Anemometerposition
ya -150.0
' keine Niederschlagsintensität
' ggf. vorhandene Zeitreihe ri in AK Term wird ignoriert
=====
-- Geometrie der Emissionsquellen (5)
-----
-- 1 2 3 4 5
-- Schornstein1 Schornstein2 Schornstein3 Annahme Pauschalquelle
-----
xq -78.0 -58.8 -58.6 -18.6 -19.2
yq 437.2 497.4 512.6 444.1 444.3
hq 34.00 34.00 30.00 0.00 0.00
aq 0 0 0 45.14 45.65
bq 0 0 0 0 13.83
cq 0 0 0 7.5 1
wq 270 270 270 359.5 359.4
-----
-- Überhöhungsparameter der Emissionsquellen
dq 1.6 1.6 0.25 0 0
vq 8.0 7 8.5 0 0
tq 70 180 0 0 0
-----
-- Emissionsstärken
SO2 0 0.41667 0 0 0
NOx 0 1.25 0 0 0
NH3 0.27778 0 0 0.02132 0
xx 0.00004 0 0 0 0
Odor 7453 4472 224 777 78
pm-2 0.13889 0.04167 0 0 0
=====
-- Gebäude
-----
-- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-- 11 12
-- Verwaltung Düngerproduktion Rauchgasreinigung Verbrennung Trocknung Bunker Technik Siloblock1 Siloblock2 Siloblock3
-- Siloblock4 Siloblock5
-----
xb -33.7 -73.8 -74.2 -74.5 -81.5 -20.2 -20.3 -19.6 -73.9 -52.8 -
71.9 -57.3
yb 510.0 510.3 474.7 449.5 425.1 407.3 394.6 449.0 502.3 502.1
544.0 543.9
ab 33.1 30.1 46.1 46.1 61.5 46.5 46.3 31.6 19.0 18.8
12.4 12.4
bb 10.0 33.2 25.6 25.2 24.4 36.7 12.7 7.3 7.3 7.1
7.3 7.3
wb 89.4 359.4 359.5 359.4 359.5 359.4 359.4 89.7 359.4 359.7
359.4 359.0
cb 7.5 16.5 21.2 21.2 21.2 16.5 7.5 28.0 28.0 28.0
28.0 28.0
-----
=====

```

5.2.4.2 Datei austal2000.log (Protokolldatei)

```

2020-09-07 07:54:07 -----
TalServer:.

Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

Arbeitsverzeichnis: ./

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
Das Programm läuft auf dem Rechner "AUSTAL".

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Warza.2020.02.08" ' Berechnungsnummer
> os NESTING
> qs 1 ' Qualitätsstufe -4 .. 4
> dd 4 8 16 32 64
> x0 -192 -320 -576 -960 -2432
> nx 80 72 68 58 110
> y0 320 192 -64 -448 -1664
> ny 80 72 92 70 108
> z0 0.10 ' Rauigkeitslänge [m]
> ux 32620000.0
> uy 5650000.0
> gh data.dgm
> az 1270.akterm
> xa -1850.0 ' Anemometerposition
> ya -150.0
> xq -78.0 -58.8 -58.6 -18.6 -19.2
> yq 437.2 497.4 512.6 444.1 444.3
> hq 34.00 34.00 30.00 0.00 0.00
> aq 0 0 0 45.14 45.65
> bq 0 0 0 0 13.83
> cq 0 0 0 7.5 1
> wq 270 270 270 359.5 359.4
> dq 1.6 1.6 0.25 0 0
> vq 8.0 7 8.5 0 0
> tq 70 180 0 0 0
> SO2 0 0.41667 0 0 0
> NOx 0 1.25 0 0 0
> NH3 0.27778 0 0 0.02132 0
> xx 0.04167 0 0 0 0
> Odor 7453 4472 224 777 78
> pm-2 0.13889 0.04167 0 0 0
> xb -33.7 -73.8 -74.2 -74.5 -81.5 -20.2 -20.3 -19.6 -73.9 -52.8
> yb -71.9 -57.3 510.3 474.7 449.5 425.1 407.3 394.6 449.0 502.3 502.1
> ab 544.0 543.9 30.1 46.1 46.1 61.5 46.5 46.3 31.6 19.0 18.8
> bb 33.1 12.4 12.4 30.1 25.6 25.2 24.4 36.7 12.7 7.3 7.1
> wb 7.3 7.3 33.2 359.4 359.5 359.4 359.5 359.4 359.4 89.7 359.4 359.7
> cb 89.4 359.4 359.0 16.5 21.2 21.2 16.5 7.5 28.0 28.0 28.0
> 28.0 28.0

===== Ende der Eingabe =====

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.
Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 28.0 m.
>>> Die Höhe der Quelle 3 liegt unter dem 1.2-fachen der Höhe von Gebäude 8.
>>> Dazu noch 24 weitere Fälle.

Festlegung des Vertikalrasters:
0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0
30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0
61.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0
800.0 1000.0 1200.0 1500.0

-----
Festlegung des Rechnernetzes:
dd 4 8 16 32 64
x0 -192 -320 -576 -960 -2432
nx 80 72 68 58 110
y0 320 192 -64 -448 -1664
ny 80 72 92 70 108
nz 19 33 33 33 33

-----
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.05 (0.05).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.06 (0.06).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.08 (0.07).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.07 (0.05).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.14 (0.13).
Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

AKTerm "./1270.akterm" mit 8760 Zeilen, Format 3
Es wird die Anemometerhöhe ha=13.1 m verwendet.
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 97.5 %.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f
Prüfsumme TALDIA 6a50af80
Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme AKTerm 59909f0b

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
    
```

Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

```

=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "so2"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 7)
TMT: Datei "../so2-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03z01" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03s01" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03i01" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00i01" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03z02" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03s02" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03i02" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00i02" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03z03" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03s03" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03i03" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00z03" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00s03" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00i03" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03z04" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03s04" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03i04" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00z04" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00s04" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00i04" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-j00s05" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03z05" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03s05" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t03i05" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00z05" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00s05" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-t00i05" geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "nox"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 7)
TMT: Datei "../nox-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00s05" geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "nh3"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 7)
TMT: Datei "../nh3-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-depz01" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-deps01" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-depz02" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-deps02" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-depz03" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-deps03" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-depz04" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-deps04" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-j00s05" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-depz05" geschrieben.
TMT: Datei "../nh3-deps05" geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 7)
TMT: Datei "../pm-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35z01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35s01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35i01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00i01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-depz01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-deps01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35z02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35s02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35i02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00i02" geschrieben.
    
```

```

TMT: Datei ". / . / pm - depz02"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - deps02"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - j00z03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - j00s03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t35z03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t35s03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t35i03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t00z03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t00s03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t00i03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - depz03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - deps03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - j00z04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - j00s04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t35z04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t35s04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t35i04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t00z04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t00s04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t00i04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - depz04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - deps04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - j00z05"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - j00s05"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t35z05"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t35s05"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t35i05"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t00z05"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t00s05"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - t00i05"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - depz05"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / pm - deps05"  ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "xx"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 7)
TMT: Datei ". / . / xx - j00z01"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - j00s01"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - depz01"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - deps01"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - j00z02"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - j00s02"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - depz02"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - deps02"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - j00z03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - j00s03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - depz03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - deps03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - j00z04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - j00s04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - depz04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - deps04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - j00z05"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - j00s05"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - depz05"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / xx - deps05"  ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 7)
TMT: Datei ". / . / odor - j00z01"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / odor - j00s01"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / odor - j00z02"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / odor - j00s02"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / odor - j00z03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / odor - j00s03"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / odor - j00z04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / odor - j00s04"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / odor - j00z05"  ausgeschrieben.
TMT: Datei ". / . / odor - j00s05"  ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.
TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "so2"
TQL: Datei ". / . / so2 - s24z01"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s24s01"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s00z01"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s00s01"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s24z02"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s24s02"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s00z02"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s00s02"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s24z03"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s24s03"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s00z03"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s00s03"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s24z04"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s24s04"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s00z04"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s00s04"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s24z05"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s24s05"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s00z05"  ausgeschrieben.
TQL: Datei ". / . / so2 - s00s05"  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!

Maximalwerte, Deposition

NH3 DEP : 1004.02 kg/(ha*a) (+/- 0.3%) bei x= 2 m, y= 446 m (1: 49, 32)
 PM DEP : 0.0003 g/(m²*d) (+/- 2.4%) bei x= 46 m, y= 506 m (1: 60, 47)
 XX DEP : 0.000e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

SO2 J00 : 0.5 µg/m³ (+/- 1.1%) bei x= 220 m, y= 628 m (2: 68, 55)
 SO2 T03 : 4 µg/m³ (+/- 6.4%) bei x= 156 m, y= 460 m (2: 60, 34)
 SO2 T00 : 6 µg/m³ (+/- 4.3%) bei x= 148 m, y= 612 m (2: 59, 53)
 SO2 S24 : 9 µg/m³ (+/- 12.7%) bei x= 188 m, y= 492 m (2: 64, 38)
 SO2 S00 : 24 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x= -34 m, y= 510 m (1: 40, 48)
 NOX J00 : 1.4 µg/m³ (+/- 1.1%) bei x= 220 m, y= 628 m (2: 68, 55)
 NH3 J00 : 320.60 µg/m³ (+/- 0.2%) bei x= 2 m, y= 446 m (1: 49, 32)
 PM J00 : 0.3 µg/m³ (+/- 1.6%) bei x= -6 m, y= 474 m (1: 47, 39)
 PM T35 : 1.0 µg/m³ (+/- 13.6%) bei x= 42 m, y= 502 m (1: 59, 46)
 PM T00 : 3.1 µg/m³ (+/- 7.6%) bei x= 34 m, y= 498 m (1: 57, 45)
 XX J00 : 8.394e-008 g/m³ (+/- 1.5%) bei x= 50 m, y= 502 m (1: 61, 46)

Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m

ODOR J00 : 100.0 % (+/- 0.0) bei x= -18 m, y= 446 m (1: 44, 32)

2020-09-08 04:41:36 AUSTAL2000 beendet.

5.2.5 Ausbreitungsklassenzeitreihe (Auszug)

```

* AKTERM-Zeitreihe, Bearbeitung IFU GmbH Frankenberg - 02.07.2020
* Windmessung Erfurt-Weimar (DWD: 1270), Ausbreitungsklasse von Erfurt-Weimar (DWD: 1270)
* Zeitraum 31.08.2013 bis 30.08.2014
+ Anemometerhoeohen (0.1 m): 63 78 105 131 165 229 300 355 402 * href=100m, z0s=0,043m, hs=10,00m
AK 1270 2013 08 31 00 00 1 1 260 32 1 2 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 01 00 1 1 270 33 1 2 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 02 00 1 1 280 36 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 03 00 1 1 270 25 1 1 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 04 00 1 1 260 27 1 2 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 05 00 1 1 270 30 1 2 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 06 00 1 1 240 27 1 2 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 07 00 1 1 270 31 1 2 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 08 00 1 1 280 39 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 09 00 1 1 290 42 1 6 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 10 00 1 1 300 51 1 4 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 11 00 1 1 290 54 1 4 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 12 00 1 1 280 53 1 4 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 13 00 1 1 280 61 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 14 00 1 1 290 66 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 15 00 1 1 280 67 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 16 00 1 1 280 69 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 17 00 1 1 290 68 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 18 00 1 1 300 55 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 19 00 1 1 320 52 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 20 00 1 1 300 39 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 21 00 1 1 300 30 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 22 00 1 1 310 32 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 08 31 23 00 1 1 330 37 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 00 00 1 1 10 41 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 01 00 1 1 20 27 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 02 00 1 1 320 29 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 03 00 1 1 310 34 1 2 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 04 00 1 1 300 32 1 2 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 05 00 1 1 300 34 1 2 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 06 00 1 1 290 38 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 07 00 1 1 290 39 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 08 00 1 1 300 49 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 09 00 1 1 300 55 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 10 00 1 1 310 54 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 11 00 1 1 300 59 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 12 00 1 1 300 57 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 13 00 1 1 310 49 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 14 00 1 1 300 49 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 15 00 1 1 310 60 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 16 00 1 1 310 57 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 17 00 1 1 300 57 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 18 00 1 1 280 46 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 19 00 1 1 260 38 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 20 00 1 1 250 41 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 21 00 1 1 260 34 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 22 00 1 1 260 42 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 01 23 00 1 1 270 44 1 3 1 -999 9
AK 1270 2013 09 02 00 00 1 1 270 47 1 3 1 -999 9

AK 1270 2014 08 30 00 00 1 1 230 24 1 2 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 01 00 1 1 220 31 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 02 00 1 1 220 31 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 03 00 1 1 250 23 1 2 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 04 00 1 1 270 29 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 05 00 1 1 270 32 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 06 00 1 1 260 31 1 2 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 07 00 1 1 260 32 1 2 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 08 00 1 1 260 37 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 09 00 1 1 270 50 1 4 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 10 00 1 1 280 59 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 11 00 1 1 280 59 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 12 00 1 1 260 56 1 4 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 13 00 1 1 260 69 1 4 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 14 00 1 1 250 66 1 4 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 15 00 1 1 260 60 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 16 00 1 1 260 53 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 17 00 1 1 260 40 1 4 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 18 00 1 1 240 33 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 19 00 1 1 230 39 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 20 00 1 1 250 38 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 21 00 1 1 230 43 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 22 00 1 1 220 32 1 3 1 -999 9
AK 1270 2014 08 30 23 00 1 1 210 34 1 3 1 -999 9
    
```

5.3 Statistische Unsicherheit

Die folgenden Abbildungen geben detaillierte Informationen zu den statistisch bedingten Unsicherheiten, die bei den einzelnen Ausbreitungsberechnungen auftraten.

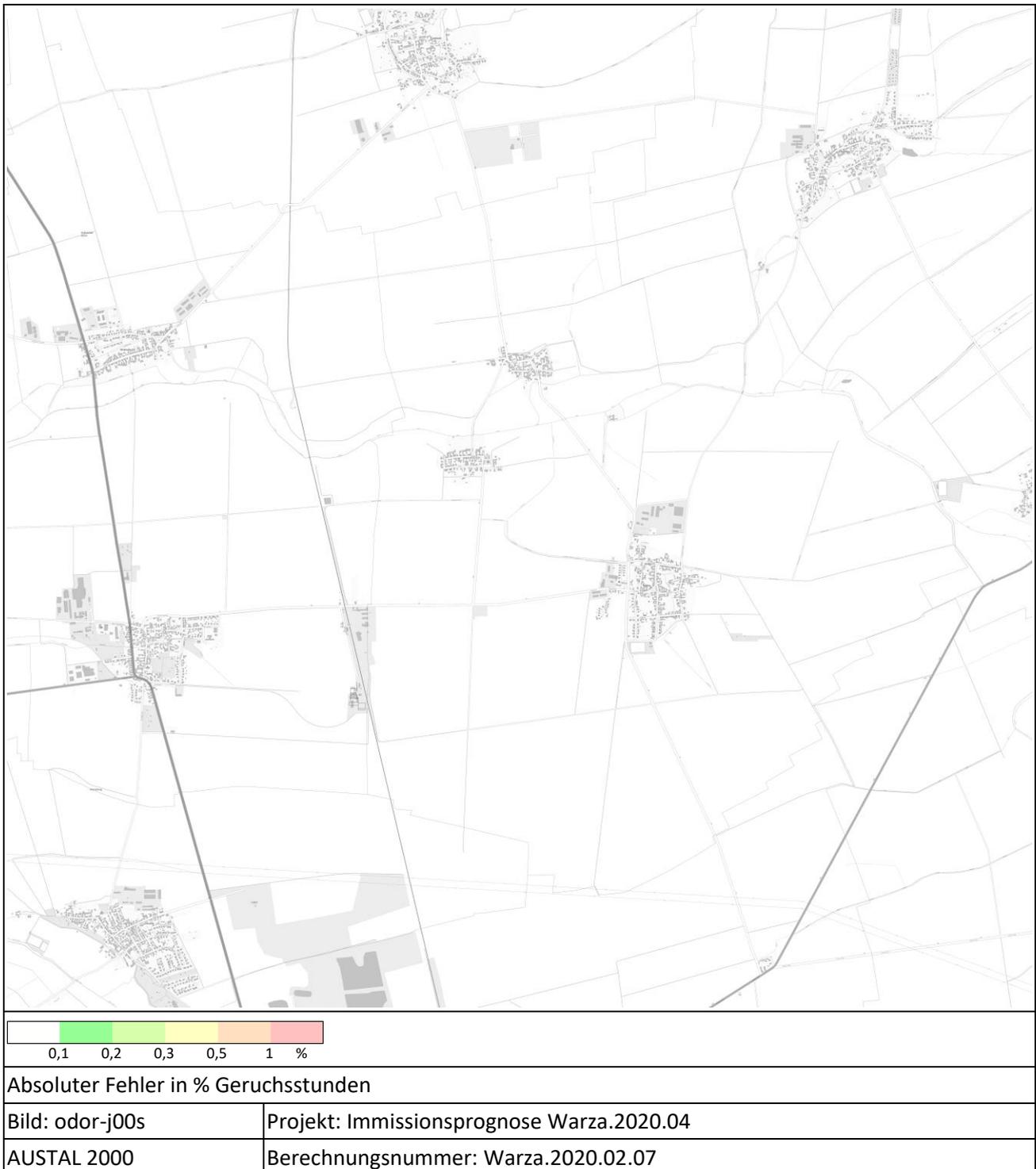


Abbildung 24: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.07, prognostizierte Geruchsimmission



Absoluter Fehler in % Geruchsstunden

Bild: odor-j00s	Projekt: Immissionsprognose Warza.2020.04
AUSTAL 2000	Berechnungsnummer: Warza.2020.02.03

Abbildung 25: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.03, prognostizierte Geruchsimmission



Absoluter Fehler in % Geruchsstunden

Bild: odor-j00s

Projekt: Immissionsprognose Warza.2020.04

AUSTAL 2000

Berechnungsnummer: Warza.2020.02.04

Abbildung 26: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.04, prognostizierte Geruchsimmission

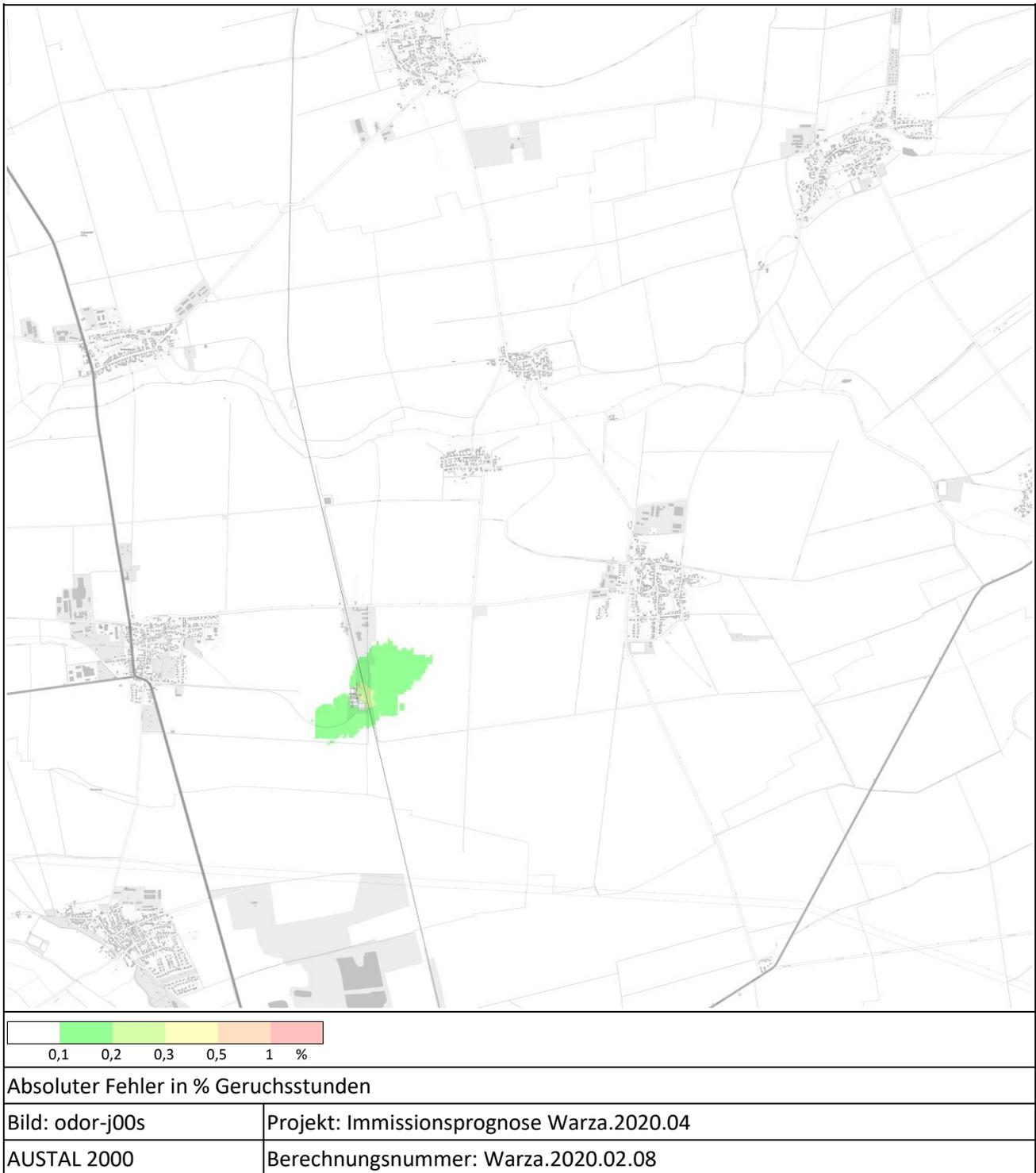


Abbildung 27: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08, prognostizierte Geruchsimmission

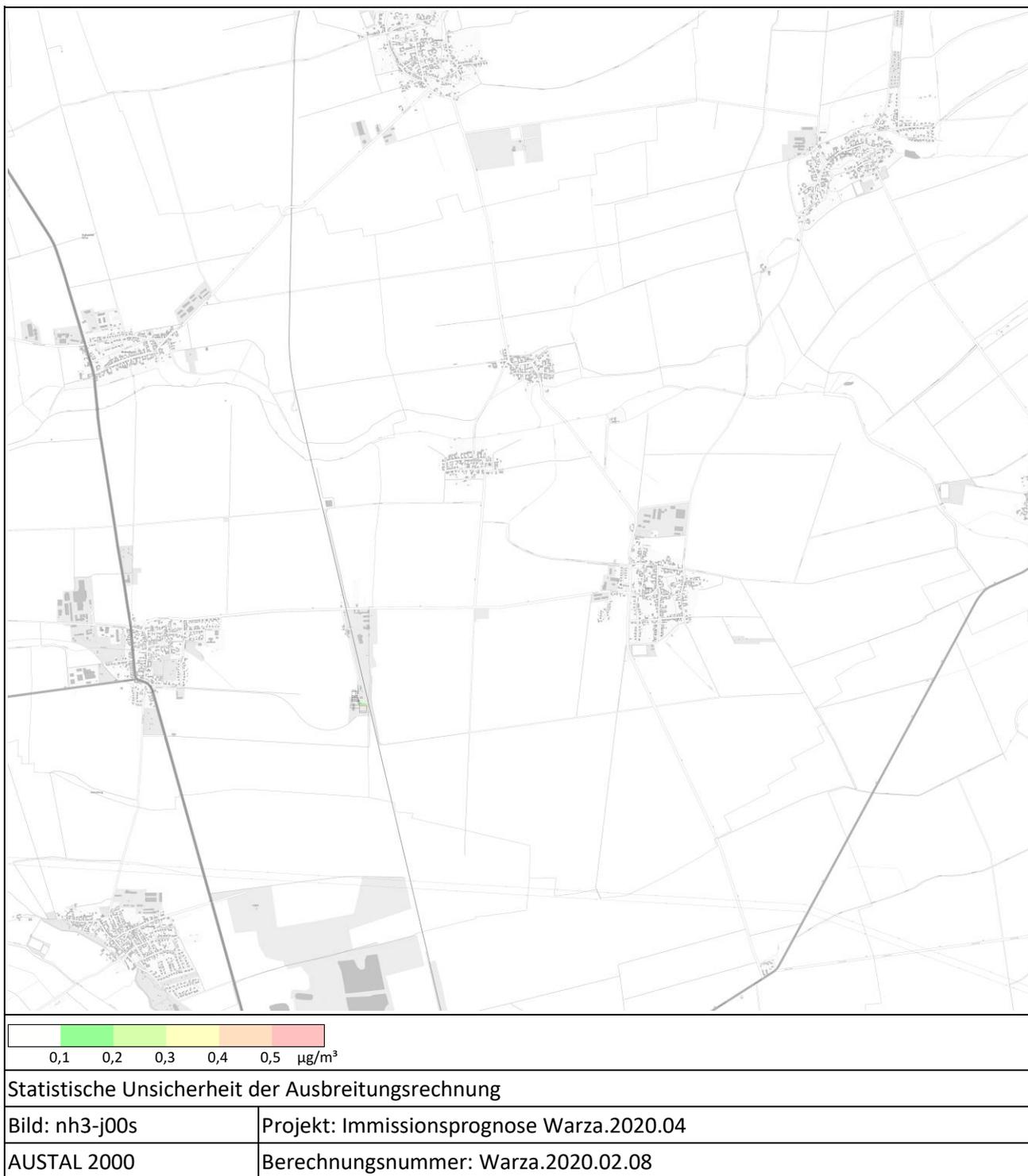


Abbildung 28: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08, prognostizierte Ammoniakkonzentration

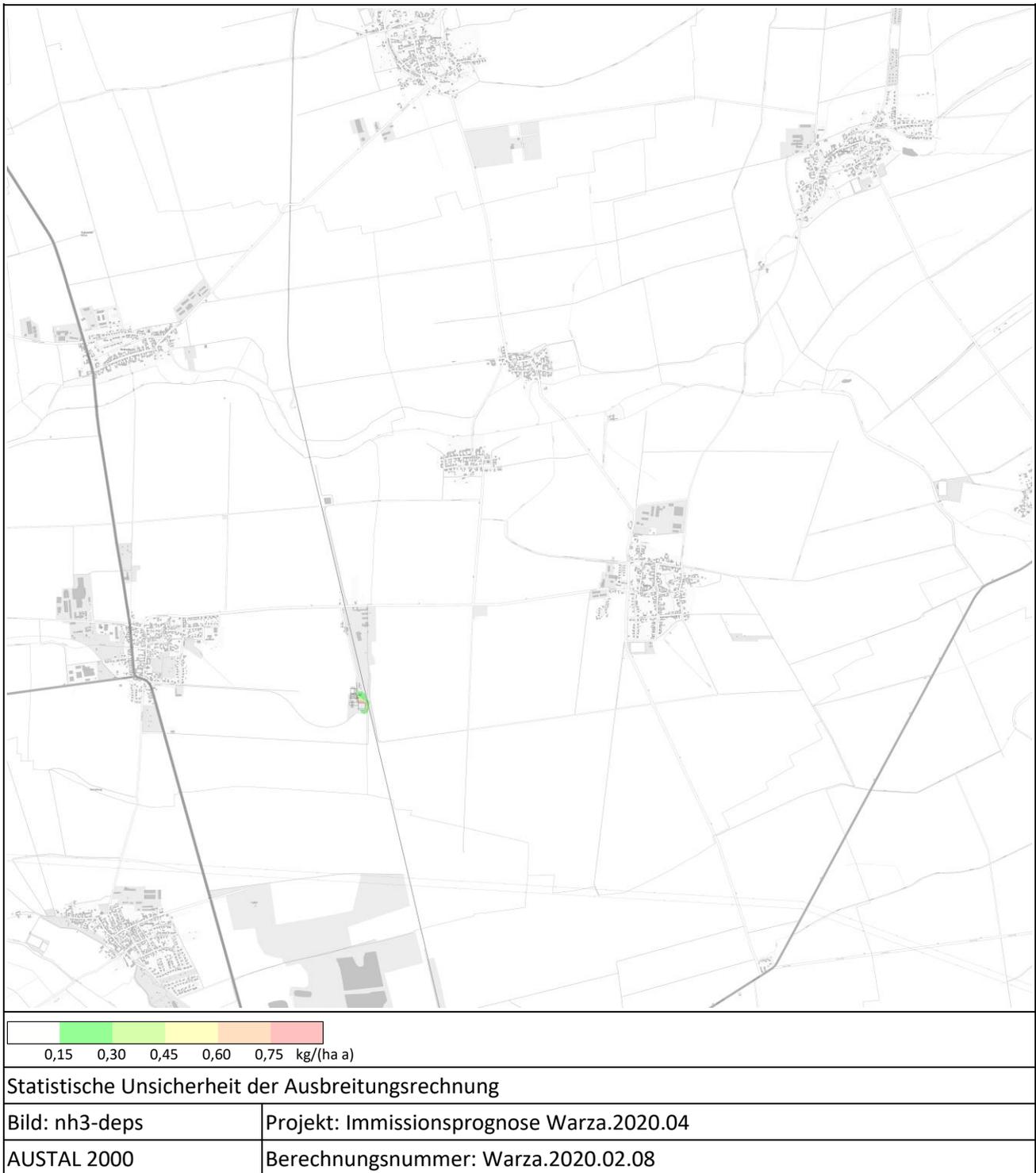


Abbildung 29: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08, prognostizierte Ammoniakdeposition

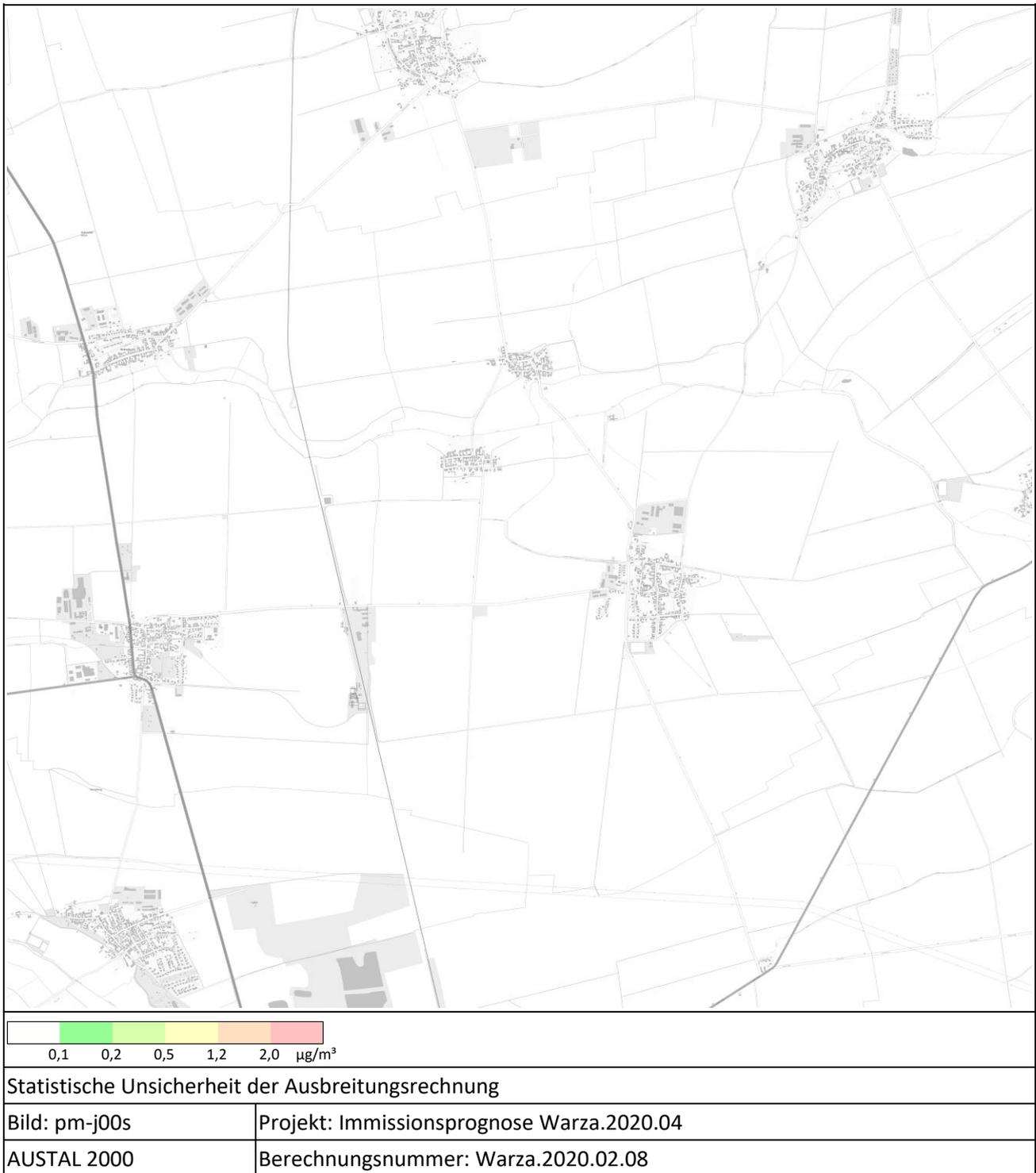


Abbildung 30: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08, prognostizierte Schwebstaubkonzentration im Jahresmittel

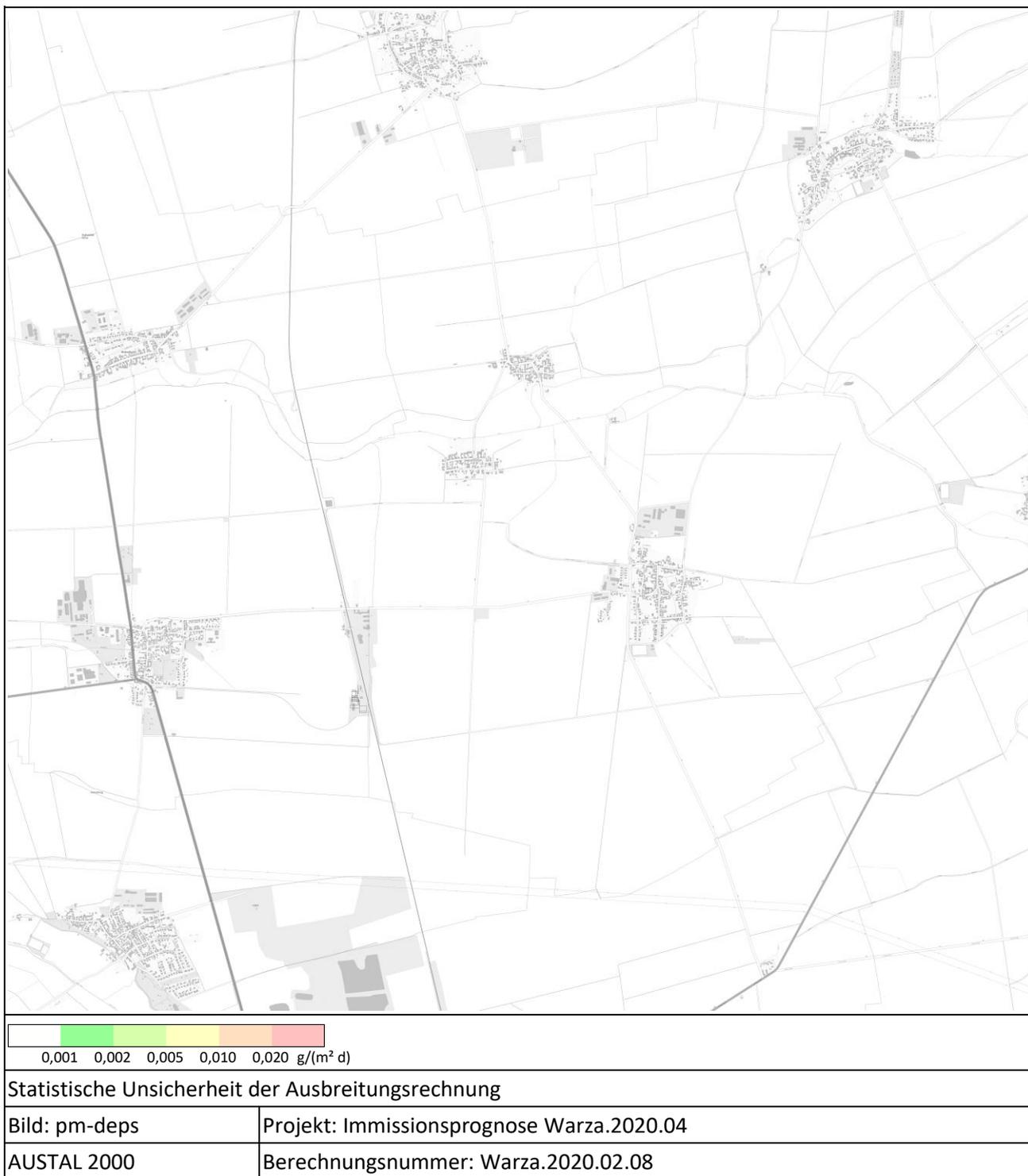


Abbildung 31: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08 prognostizierter Staubbiederschlag im Jahresmittel

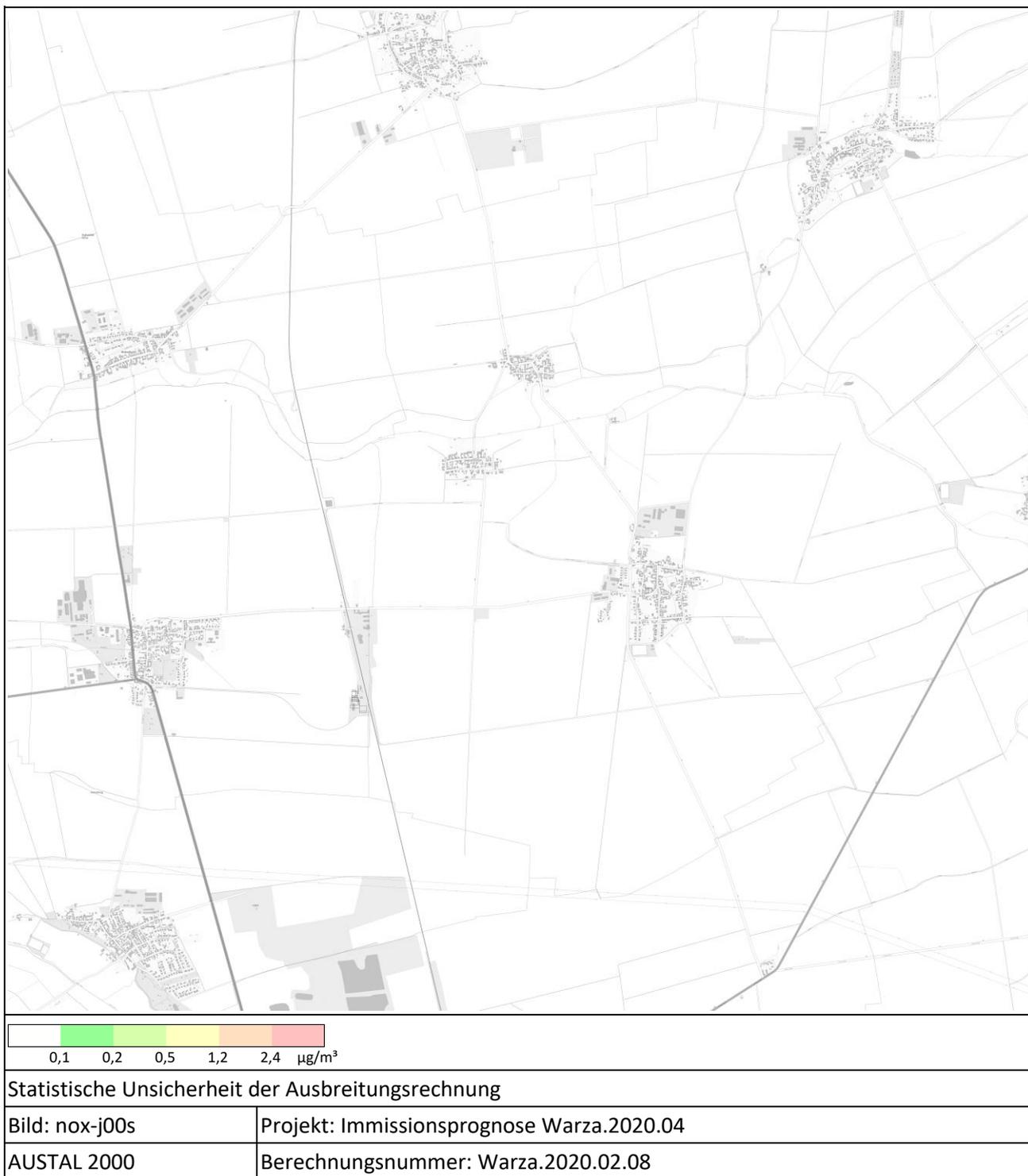


Abbildung 32: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08, prognostizierte Stickoxidkonzentration im Jahresmittel

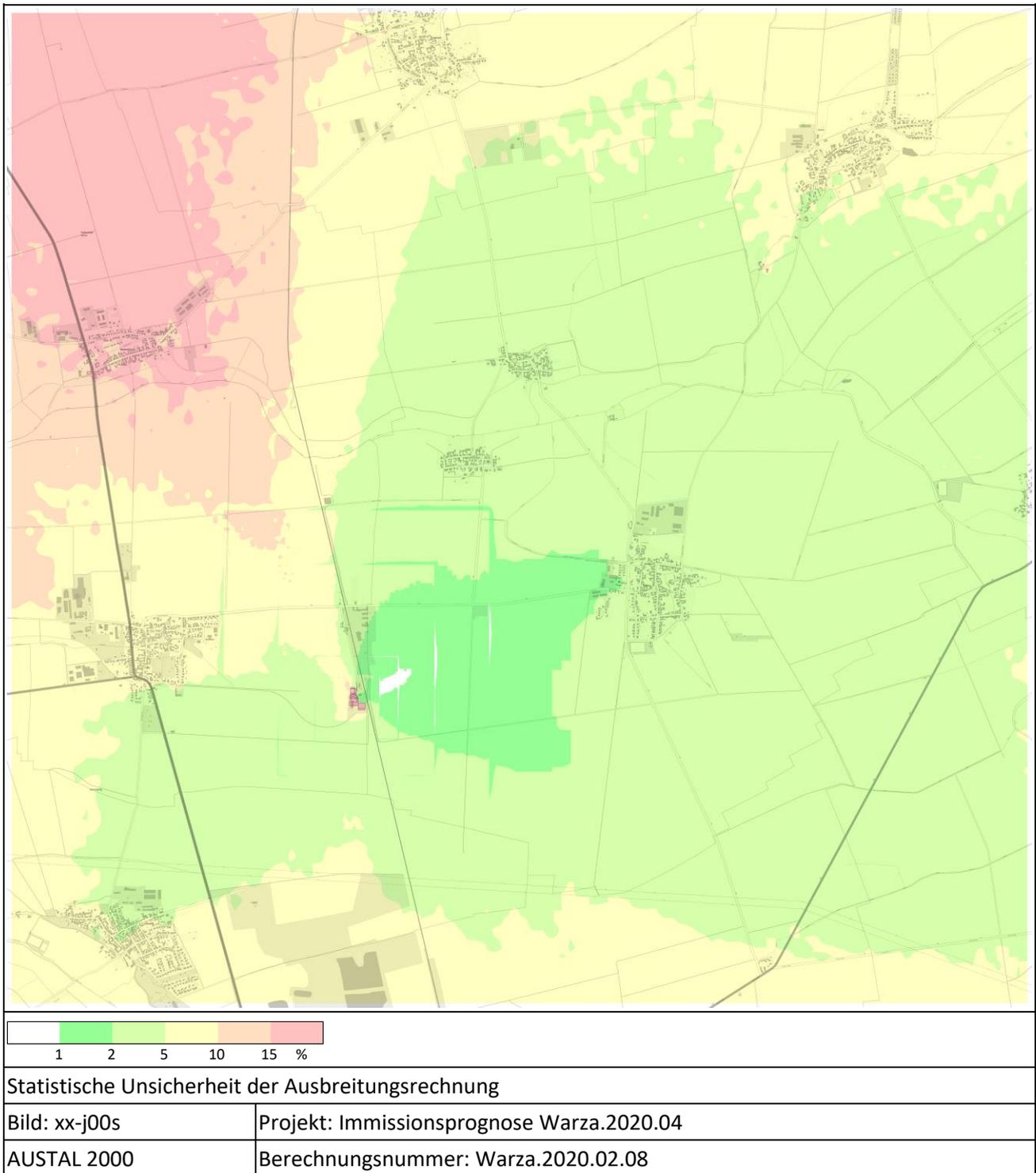
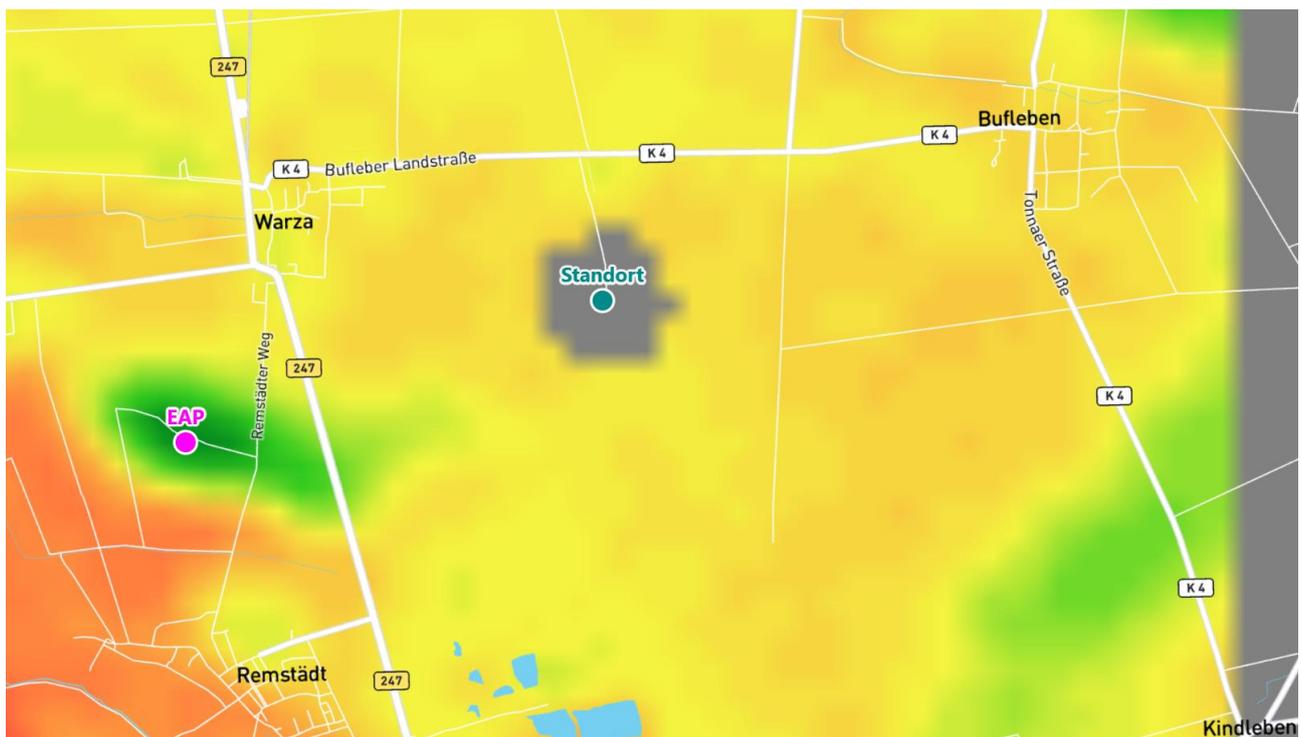


Abbildung 33: Statistische Unsicherheit, Berechnung Warza.2020.02.08, prognostizierte Schwefelwasserstoffkonzentration

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

an einem Anlagenstandort bei Warza



Auftraggeber:	Wiese Umwelt Service GmbH Bahnhofstraße 27 07980 Berga/Elster	
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. Thomas Köhler Tel.: 037206 8929-44 Email: Thomas.Koehler@ifu-analytik.de	Dr. Hartmut Sbosny Tel.: 037206 8929-43 Email: Hartmut.Sbosny@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	DPR.Warza.2020.01	
Ort, Datum:	Frankenberg, 3. Juli 2020	
Anzahl der Seiten:	60	
Anlagen:	-	



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

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

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Aufgabenstellung.....	5
2 Beschreibung des Anlagenstandortes	6
2.1 Lage	6
2.2 Landnutzung.....	7
2.3 Orographie	9
3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition	11
3.1 Hintergrund.....	11
3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition	11
3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall	12
4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten	15
4.1 Allgemeine Betrachtungen.....	15
4.2 Meteorologische Datenbasis.....	15
4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort.....	19
4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen	24
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen.....	31
4.6 Auswahl der Bezugswindstation	32
5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation.....	35
6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres	38
6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums	38
6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde.....	42
6.3 Prüfung auf Plausibilität	46
7 Beschreibung der Datensätze.....	50
7.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge.....	50
7.1.1 Theoretische Grundlagen	50
7.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall.....	53
7.2 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse.....	54
7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe	55
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung	56
9 Zusammenfassung.....	57
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung.....	58
11 Schrifttum	60

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Ortschaft Warza in Thüringen	6
Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Warza	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 Erfurt-Weimar mit dem Erwartungswert	25
Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Eisenach mit dem Erwartungswert	26
Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Leinefelde mit dem Erwartungswert	27
Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Meiningen mit dem Erwartungswert.....	28
Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Eschwege-Eltmannshausen mit dem Erwartungswert	29
Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Artern mit dem Erwartungswert.....	30
Abbildung 19: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der Windverteilungen der betrachteten Bezugswindstationen mit dem EAP-Erwartungswert	34
Abbildung 20: Lage der ausgewählten Station.....	35
Abbildung 21: Luftbild mit der Umgebung der Messstation.....	36
Abbildung 22: Orographie um den Standort der Wetterstation.....	37
Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung	39
Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	40
Abbildung 25: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse	41
Abbildung 26: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum	44
Abbildung 27: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum.....	45
Abbildung 28: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	46
Abbildung 29: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	47
Abbildung 30: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	48
Abbildung 31: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	49
Abbildung 32: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit.....	52
Abbildung 33: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Erfurt-Weimar.....	54

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 Bezugwindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung	31
Tabelle 6: EAP-Geschwindigkeiten verschiedener Modelle	31
Tabelle 7: Rangliste der Bezugwindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung	32
Tabelle 8: Resultierende Rangliste der Bezugwindstationen	32
Tabelle 9: Koordinaten der Wetterstation	36
Tabelle 10: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Erfurt-Weimar	53
Tabelle 11: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Erfurt-Weimar	55

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet bei der Ortschaft Warza, einem Ortsteil der Landgemeinde Nesselal im Freistaat Thüringen.

Bei dem in den Ausbreitungsrechnungen betrachteten Sachverhalt handelt es sich um die geplante Errichtung einer Klärschlammverbrennungsanlage mit Phosphatrückgewinnung (Trocknung, Verbrennung). Die Quelhöhen liegen in einem Bereich von maximal 35 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 bei der Ortschaft Warza, einem Ortsteil der Landgemeinde Nessetal in Thüringen. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

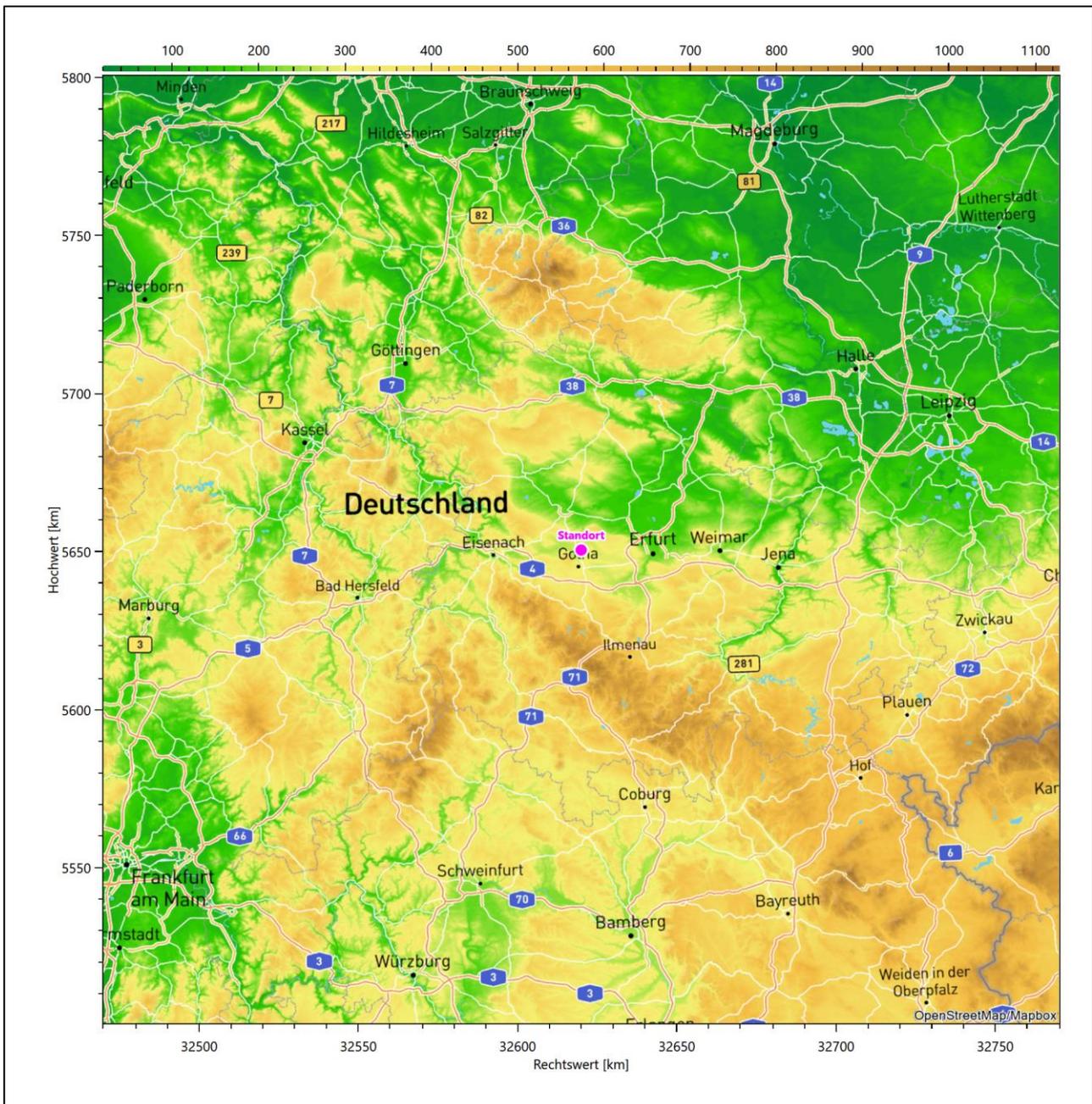


Abbildung 1: Lage der Ortschaft Warza in Thüringen

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

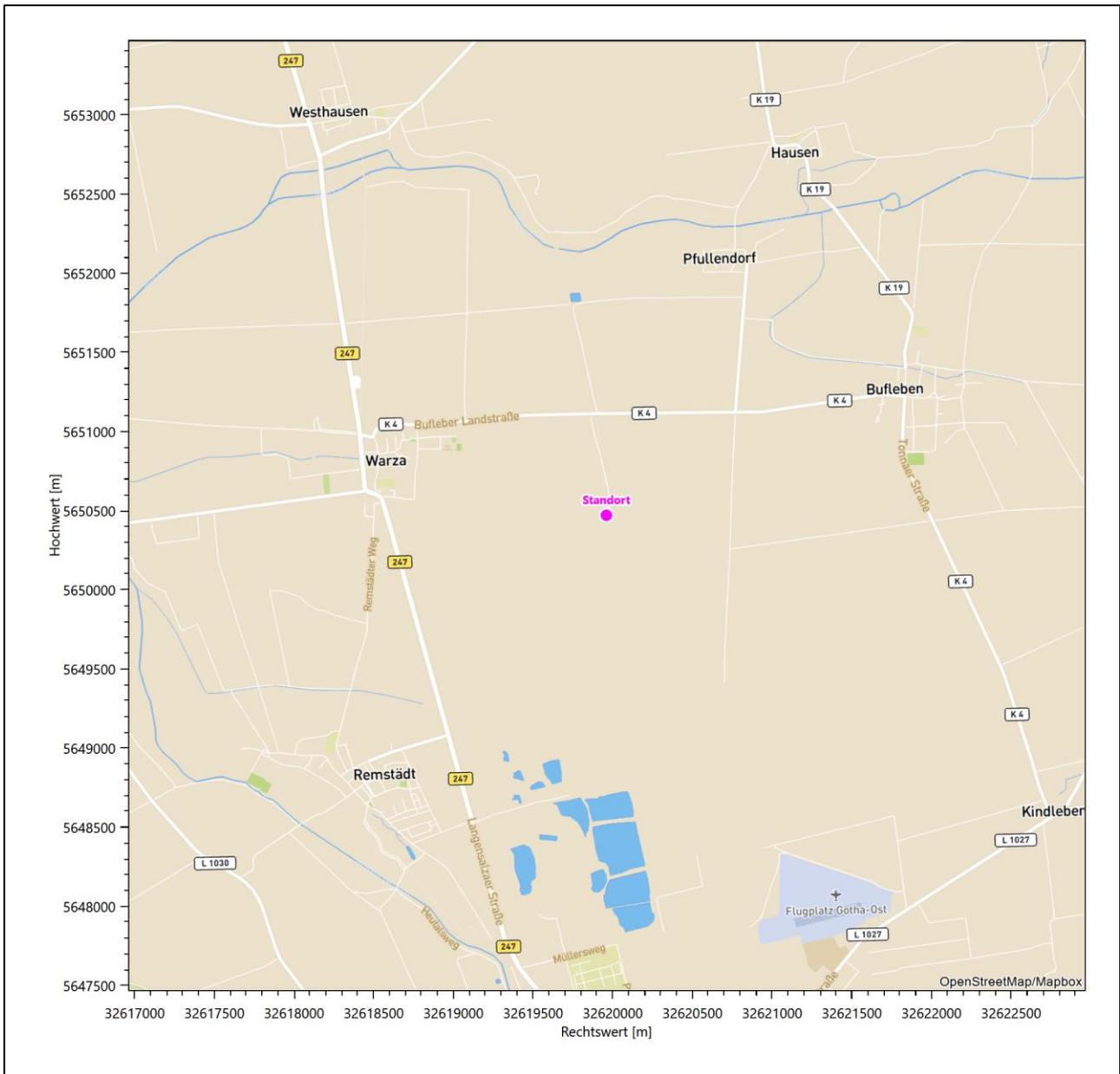


Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Warza

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Anlagenstandortes angegeben.

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes

RW	32619960
HW	5650470

2.2 Landnutzung

Der Standort selbst liegt ost-südöstlich der kleinen Ortschaft Warza. Die Umgebung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Unterschiedlich dicht bebaute Siedlungsgebiete wechseln sich mit bewaldeten Arealen, landwirtschaftlichen Flächen und einer ansonsten ländlichen Verkehrswegein-

frastruktur (bis auf die B 247) ab. Die Besiedlungsdichte nimmt nach Süden, auf das regionale Zentrum Gotha hin, zu.

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

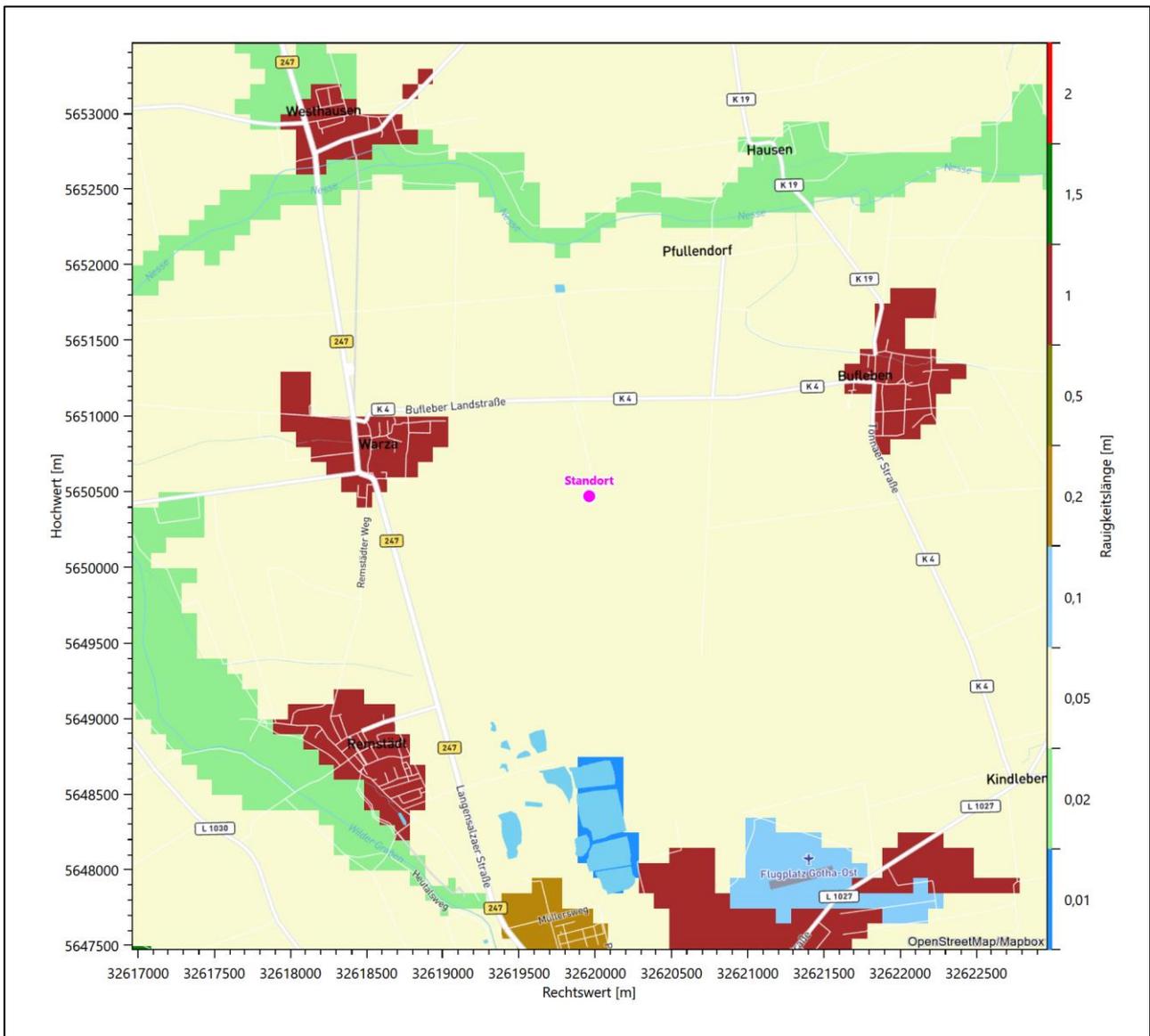


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

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

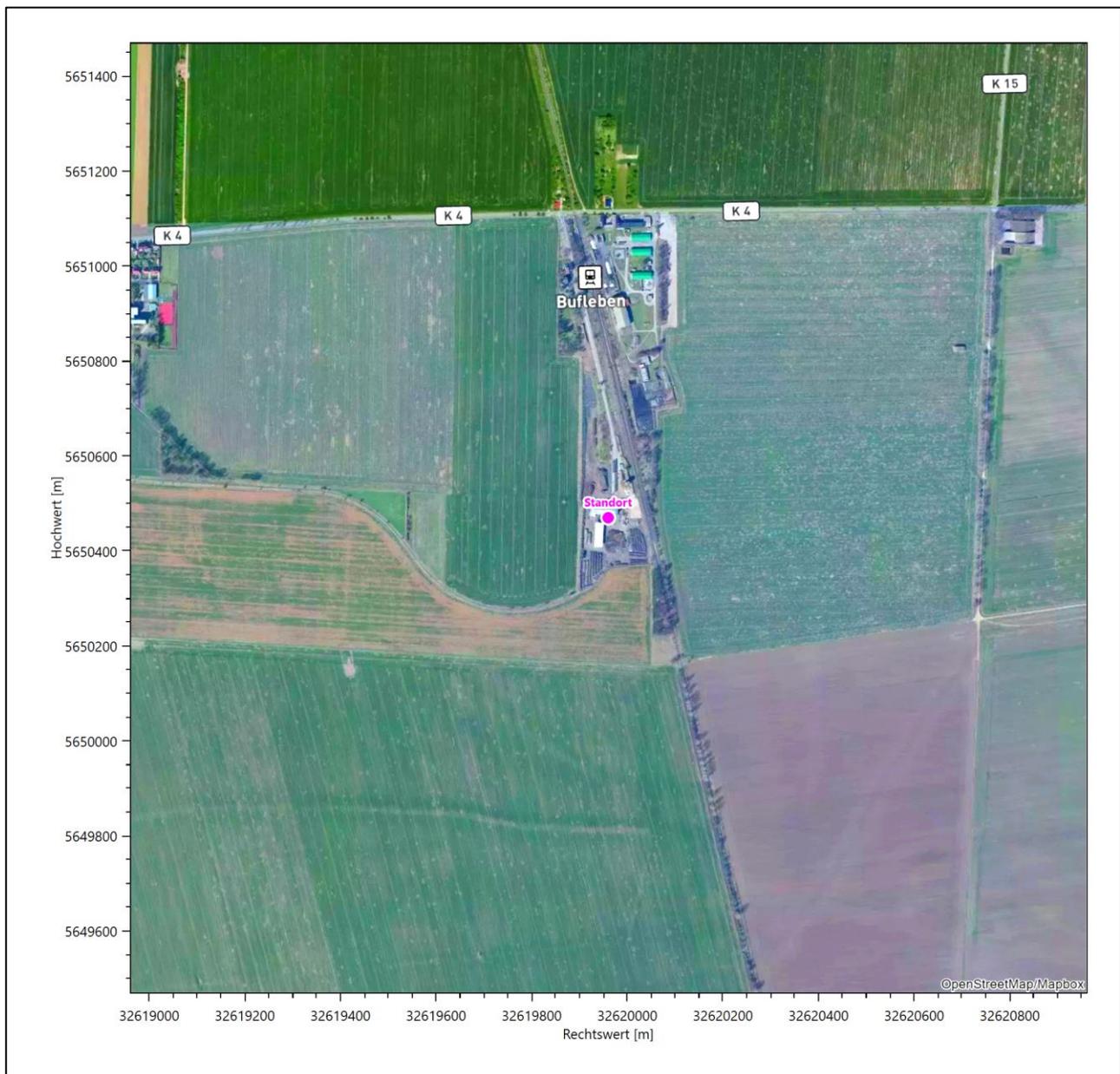


Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes

2.3 Orographie

Der Standort liegt auf einer Höhe von etwa 284 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch moderat gegliedert. Naturräumlich liegt Warza im Thüringer Becken, einem weitgespannten, flachwelligen Keuperhügelland. Die Abgrenzung nach Norden und Nordwesten erfolgt über die Kalktafelumrandung von Hainich-Obereichsfeld-Dün und Hainleite, im Südosten durch die Hochfläche der Ilm-Saale Kalkplatte und im Südwesten durch das Westthüringer Berg- und Hügelland. Das Gebiet ist gekennzeichnet durch gerundete Formen und flach eingesenkte, weite Muldentäler mit breiten Talauen. Die Nesse, ein Nebenfluss der Hürsel fließt 1600 m nördlich des Standortes. Die höchste Erhebung in der näheren Umgebung stellt der

Krahnberg dar, ein eigenständiger, nur aus einem 431,3 m über NHN hohen Berg bestehender, Höhenzug im Nordwesten Gothas. Dieser liegt 4,7 km west-südwestlich des Standortes.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

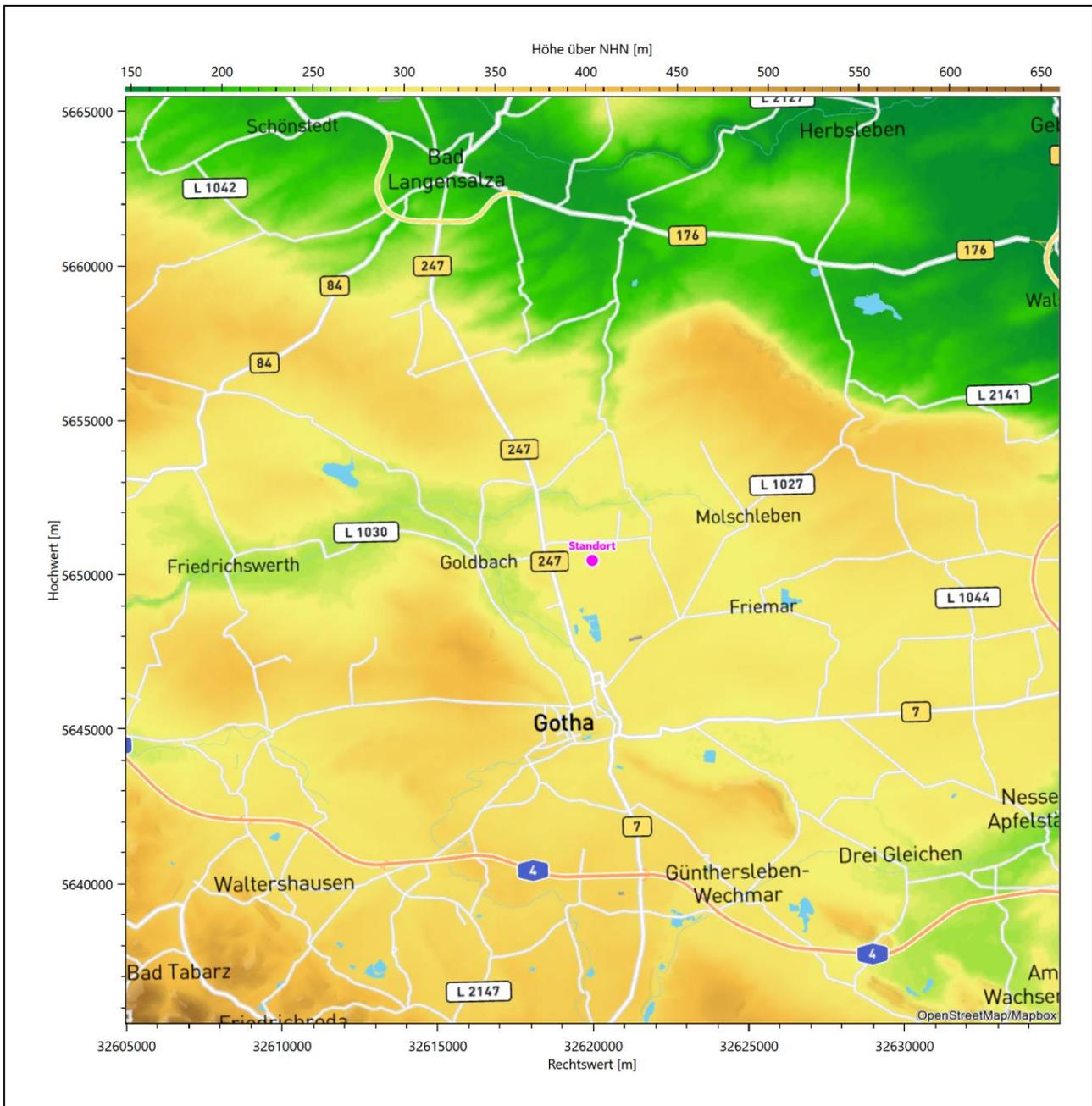


Abbildung 5: Orographie um den Standort

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 0,53 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von 0,88 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 1,9 km westlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	32618150
HW	5649850

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

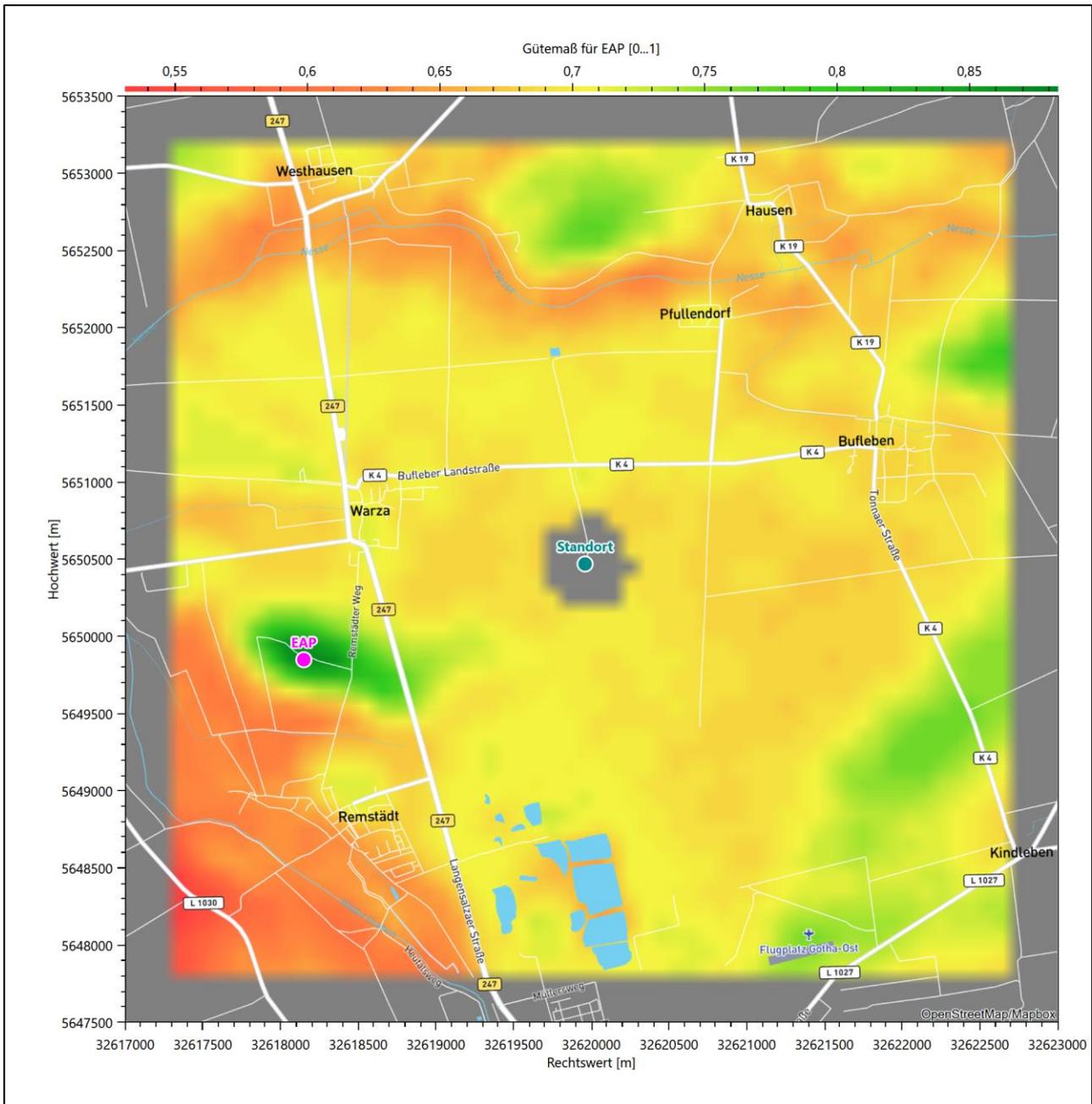


Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Die zweidimensionale Darstellung bezieht sich lediglich auf die ausgewertete Modellebene im Bereich von 10,3 m. Auf diese Höhe wurden im folgenden Abschnitt 4 die Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten bezogen, um vergleichbare Werte zu bekommen.

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

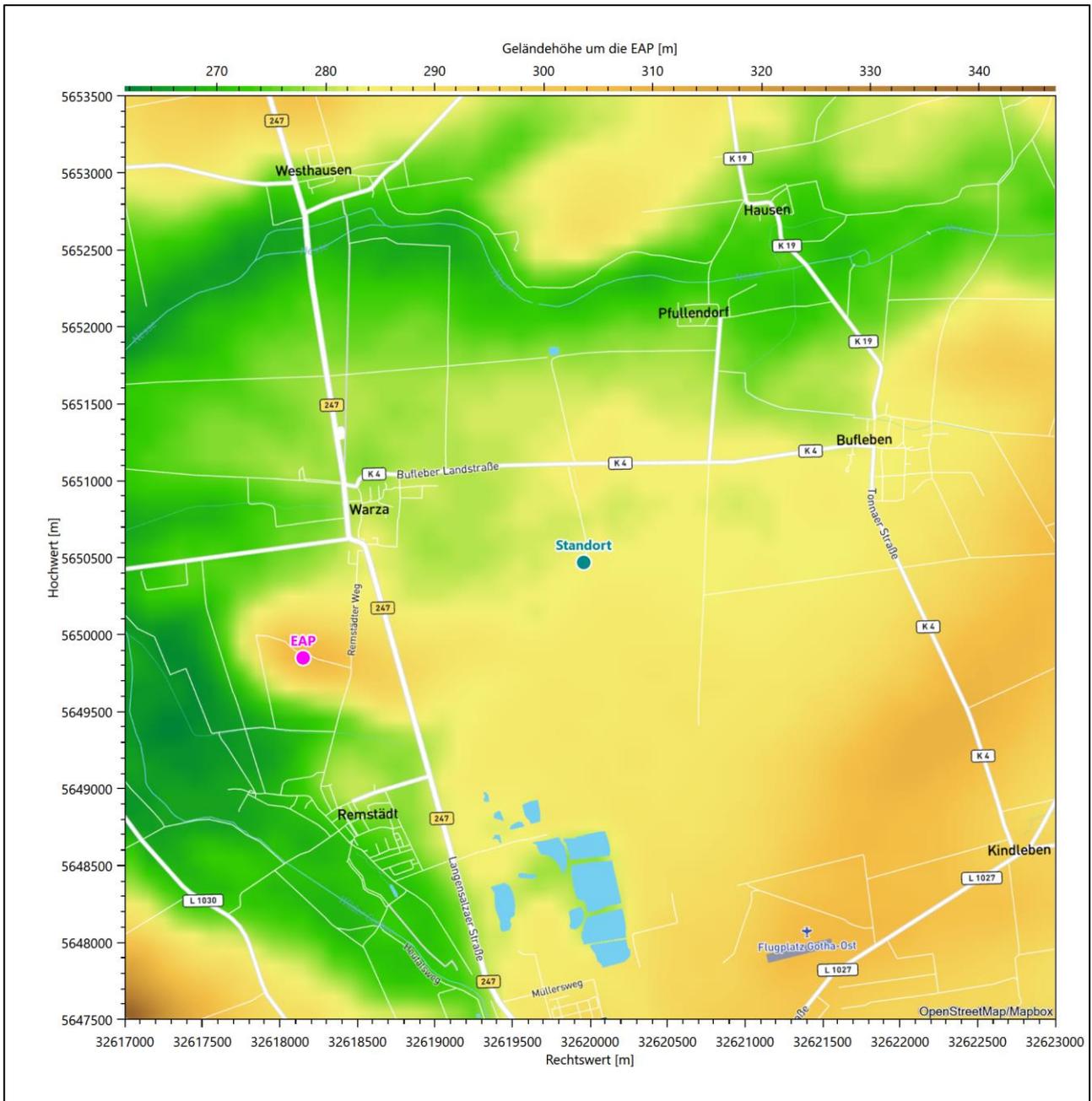


Abbildung 7: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort

4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten

4.1 Allgemeine Betrachtungen

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

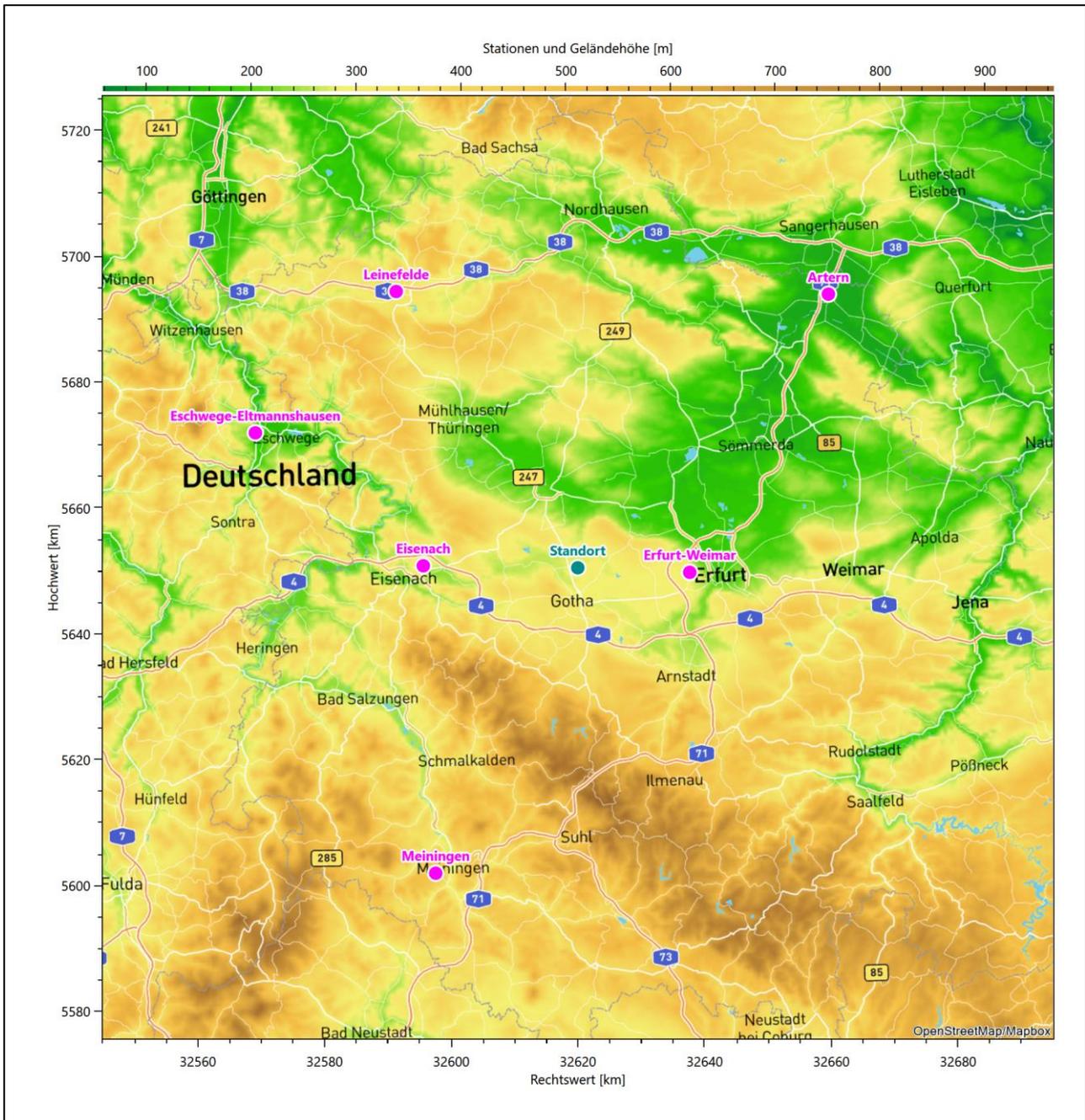


Abbildung 8: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

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
Erfurt-Weimar	1270	18	10,0	10,9608	50,9829	316	01.07.2007	27.02.2020
Eisenach	7368	24	12,0	10,3621	51,0007	312	01.11.2007	27.02.2020
Leinefelde	2925	52	10,0	10,3123	51,3933	356	01.07.2007	24.02.2020
Meiningen	3231	53	12,0	10,3771	50,5612	450	01.07.2007	27.02.2020
Eschwege-Eltmannshausen	13701	55	12,0	9,9885	51,1945	250	01.09.2008	27.02.2020
Artern	198	59	12,0	11,2920	51,3745	164	01.07.2007	27.02.2020

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

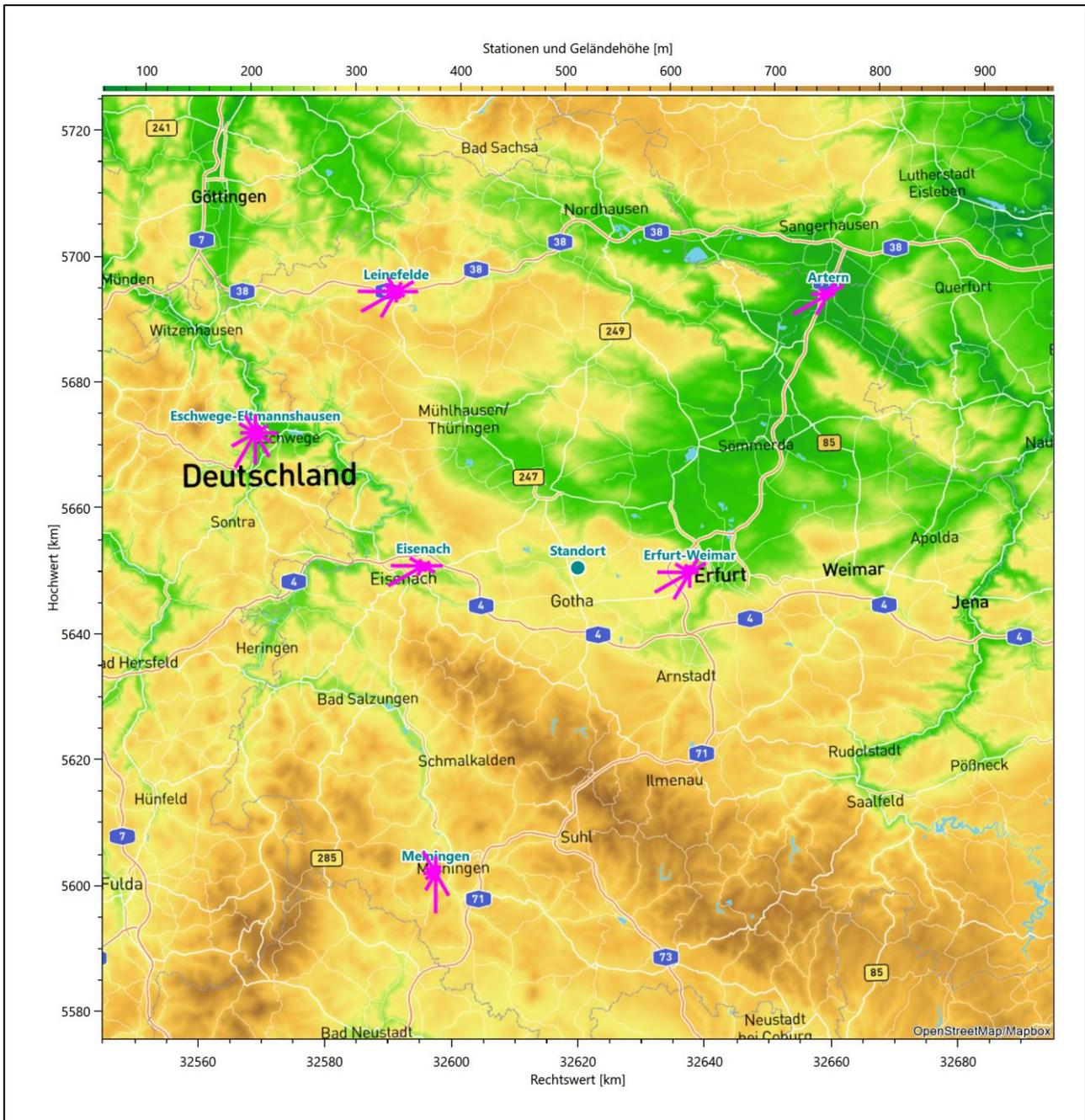


Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

Die Richtungsverteilungen der sechs Bezugswindstationen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Die Windrichtungsverteilungen von drei Bezugswindstationen reichen von einer annähernden West-Ost-Orientierung (Eisenach) bis zu einer klaren Süd-Nord-Achse (Meiningen). Erfurt-Weimar nimmt mit ihrer südwestlichen Hauptwindrichtung eine Mittelstellung ein. Diese deutlichen Unterschiede resultieren hier aus sehr verschiedenen Lagen der Stationen zu den prägenden Gebirgsformationen Thüringer Wald und Rhön sowie markanten Talverläufen. So liegen Eisenach und Erfurt-Weimar nördlich des Thüringer Waldes, Meiningen hingegen südlich und innerhalb des von Thüringer Wald und Rhön gebildeten Dreiecks.

Leinefelde zeigt, aufgrund seiner Entfernung zum Harz noch relativ unbeeinflusst von dessen regionalen Besonderheiten, das typische Bild von einem Hauptmaximum aus Südwesten bis Westen und einem Nebenmaximum aus Osten.

Eschwege-Eltmannshausen hat ein formales Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwest und ein primäres Nebenmaximum aus Osten. Ein sekundäres Nebenmaximum deutet sich aus Nord-Nordwesten an.

Artern hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwest und folgt spiegelsymmetrisch einer Achse nach Ost-Nordost, wo das primäre Nebenmaximum liegt. Minimale Richtungsbeiträge aus 330° und 150° lassen die Verteilung tailliert daherkommen. Die Maxima sind jeweils scharf definiert.

4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort

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

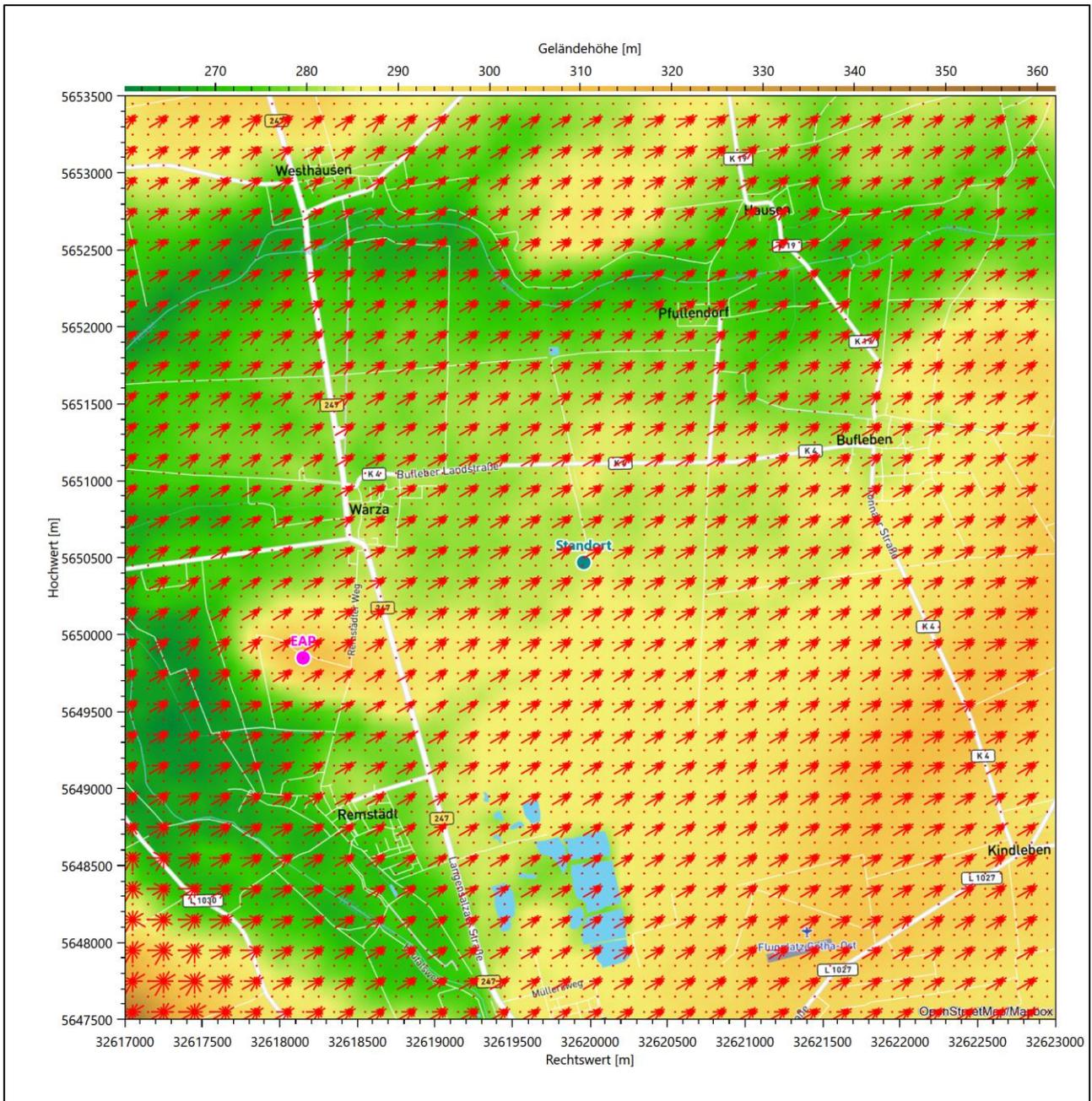


Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet

Mit den modellierten Windfeldern wurden die erwarteten Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen an der Ersatzanemometerposition in einer Höhe von 10,3 m berechnet. Die Verteilungen sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

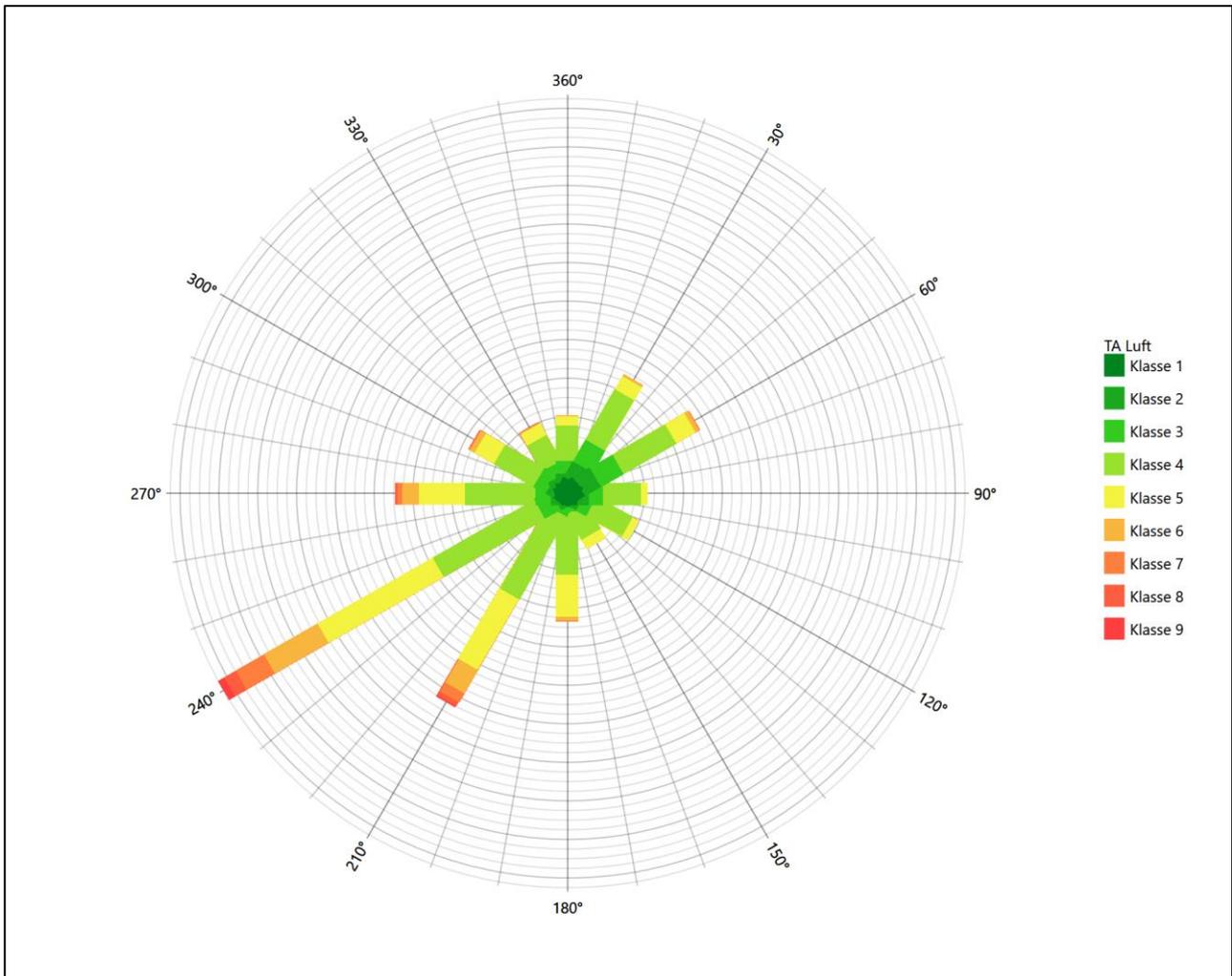


Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition

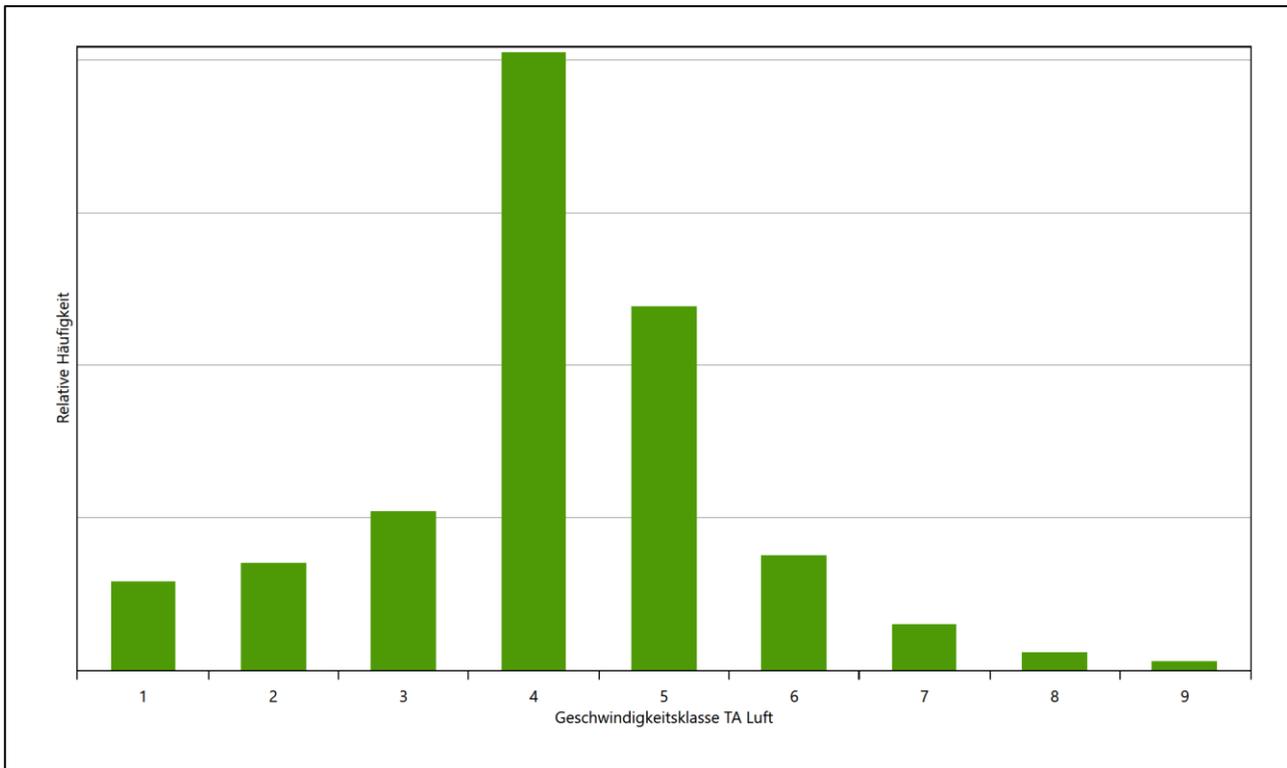


Abbildung 12: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition

Als Durchschnittsgeschwindigkeit ergibt sich der Wert 3,59 m/s.

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

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

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

Die aus dem Statistischen Windfeldmodell ermittelte und auf die Referenzhöhe (10,3 m) und die Referenzrauigkeit (vgl. den folgenden Absatz) korrigierte Windgeschwindigkeit liegt bei 3,51 m/s.

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 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 0,05 m.

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

Um die Windgeschwindigkeiten für die EAP und die betrachteten Bezugswindstationen vergleichen zu können, sind diese auf eine einheitliche Höhe über Grund und eine einheitliche Bodenrauigkeit umzurechnen. Dies geschieht mit einem Algorithmus, der in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] veröffentlicht wurde. Als einheitliche Rauiglängelänge bietet sich der tatsächliche Wert im Umfeld der EAP an, hier 0,05 m. Als einheitliche Referenzhöhe sollte nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] ein Wert Anwendung finden, der weit genug über Grund und über der Verdrängungshöhe (im Allgemeinen das Sechsfache der Bodenrauigkeit) liegt. Hier wurde ein Wert von 10,3 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 [%]	Rauiglängelänge [m]
EAP	240	3,59	1,8	0,050
Erfurt-Weimar	240	3,90	2,5	0,013
Eisenach	240	3,51	6,4	0,093
Leinefelde	240	3,41	9,6	0,178
Meiningen	180	3,10	8,1	0,113
Eschwege-Eltmannshausen	210	3,42	7,7	0,241
Artern	240	3,43	7,9	0,093

Die Lage des Richtungsmaximums ergibt sich aus der graphischen Darstellung. Für die mittlere Windgeschwindigkeit wurden die Messwerte der Stationen von der tatsächlichen Geberhöhe auf eine einheitliche Geberhöhe von 10,3 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 0,05 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 Rauiglängelänge ermittelt. Die Ermittlung der Rauigkeit der Umgebung eines Standorts soll nach Möglichkeit auf der Basis von Windmessdaten durch Auswertung der mittleren Windgeschwindigkeit und der Schubspannungsgeschwindigkeit geschehen. An Stationen des Messnetzes des DWD und von anderen Anbietern (beispielsweise MeteoGroup) wird als Turbulenzinformation in der Regel jedoch nicht die Schubspannungsgeschwindigkeit, sondern die Standardabweichung der Windgeschwindigkeit in Strömungsrichtung bzw. die Maximalböe gemessen und archiviert. Ein Verfahren zur Ermittlung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit hat der Deutsche Wetterdienst 2019 in einem Merkblatt [8] vorgestellt. Dieses

Verfahren wird hier angewendet. Dabei ergeben sich die Werte, die in Tabelle 4 für jede Bezugswindstation angegeben sind.

4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen

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

Für die EAP liegt formal das Windrichtungsmaximum bei 240° , wobei die Verteilung nahezu spiegelsymmetrisch einer Achse von West-Südwest nach Ost-Nordost folgt. Ein deutliches Nebenmaximum zeichnet sich aus ost-nordöstlicher Richtung ab. Minimale Richtungsbeiträge werden im nordwestlichen und südöstlichen Quadranten erwartet. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

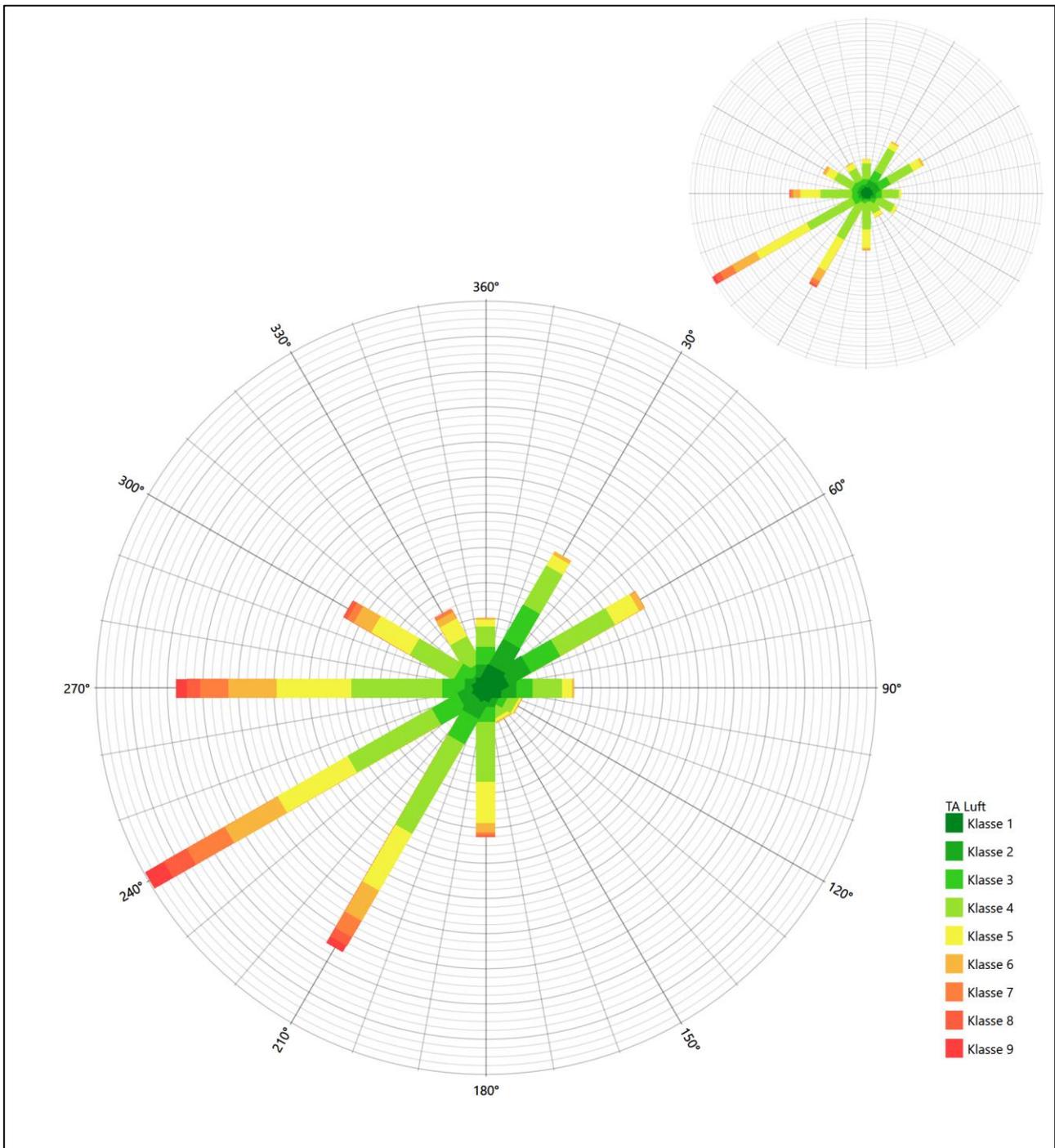


Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Erfurt-Weimar mit dem Erwartungswert

Die Station Erfurt-Weimar liegt sowohl mit dem formalen Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten als auch mit dem primären ost-nordöstlichen Nebenmaximum genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Die Ausformung des südwestlichen Quadranten ist adäquat, auch werden die minimalen Richtungsbeiträge im nordwestlichen, bzw. südöstlichen Quadranten angenommen. Die Station zeigt eine gute Eignung zur Übertragung.

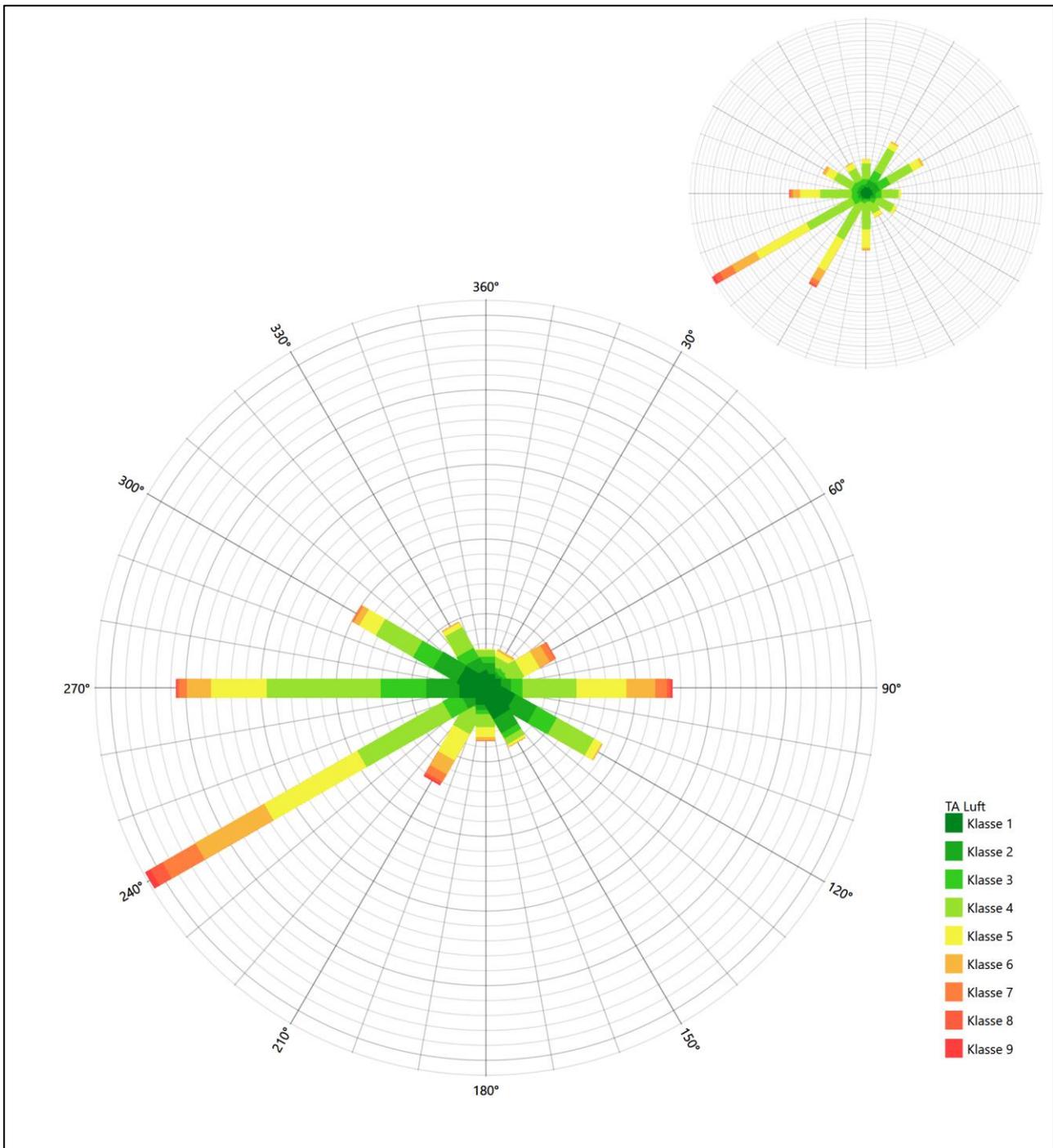


Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Eisenach mit dem Erwartungswert

Die Station Eisenach hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Das primäre Nebenmaximum aus Osten liegt noch in benachbarten 30°-Sektor zur EAP. Südliche und süd-südwestliche Richtungsbeiträge sind aber zu schwach. Hier liegt eine ausreichende Eignung zur Übertragung vor.

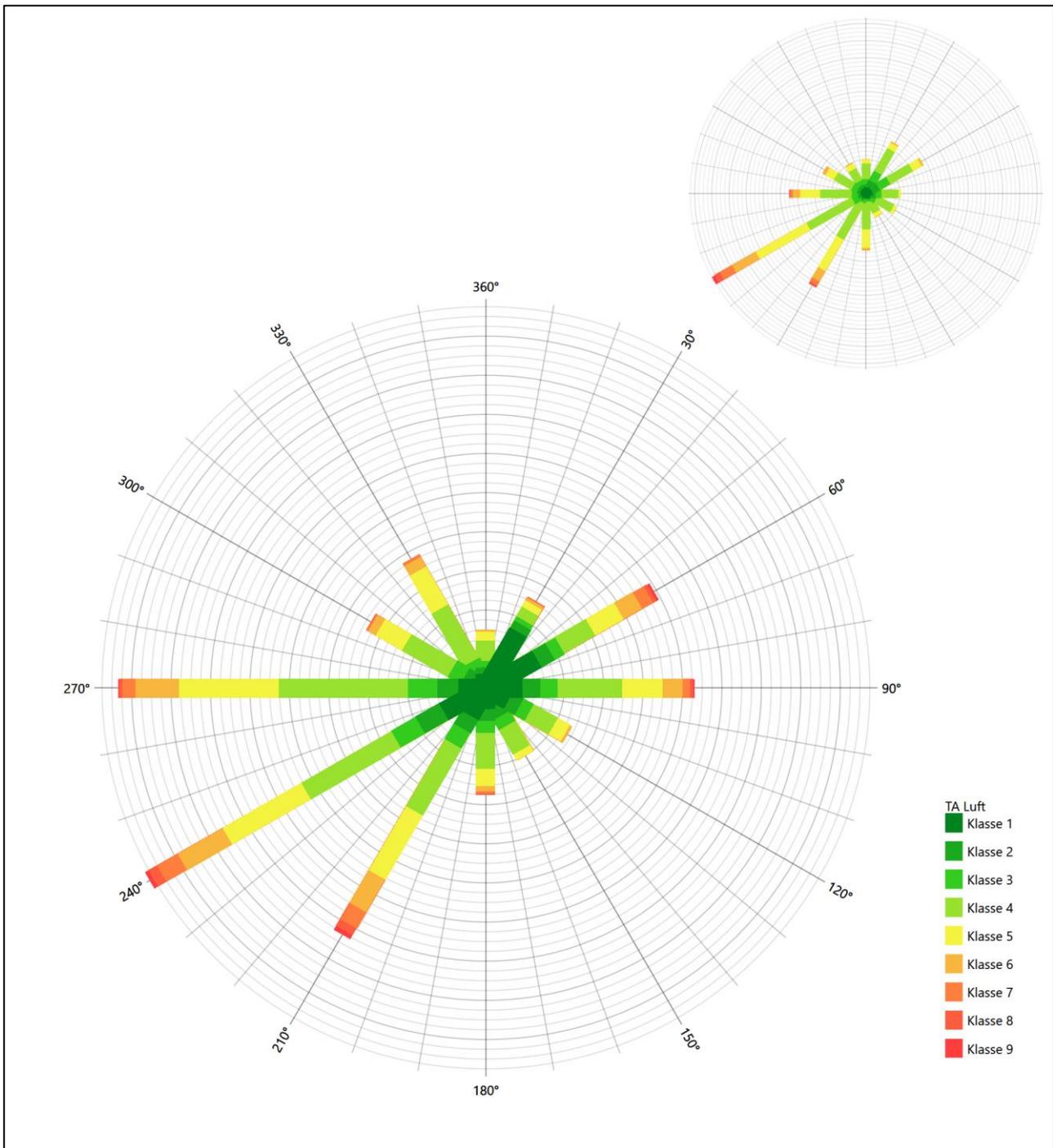


Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Leinefelde mit dem Erwartungswert

Die Station Leinefelde hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Die Ausformung des südwestlichen Quadranten ist adäquat. Das östliche primäre Nebenmaximum liegt noch im benachbarten 30°-Sektor zur EAP. Da sich bei 60° ein noch ähnlich starker Richtungsbeitrag abzeichnet, liegt der Schwerpunkt der Nebenwindrichtung sogar besser. Die Station kann mit einer befriedigenden Eignung zur Übertragung bewertet werden.

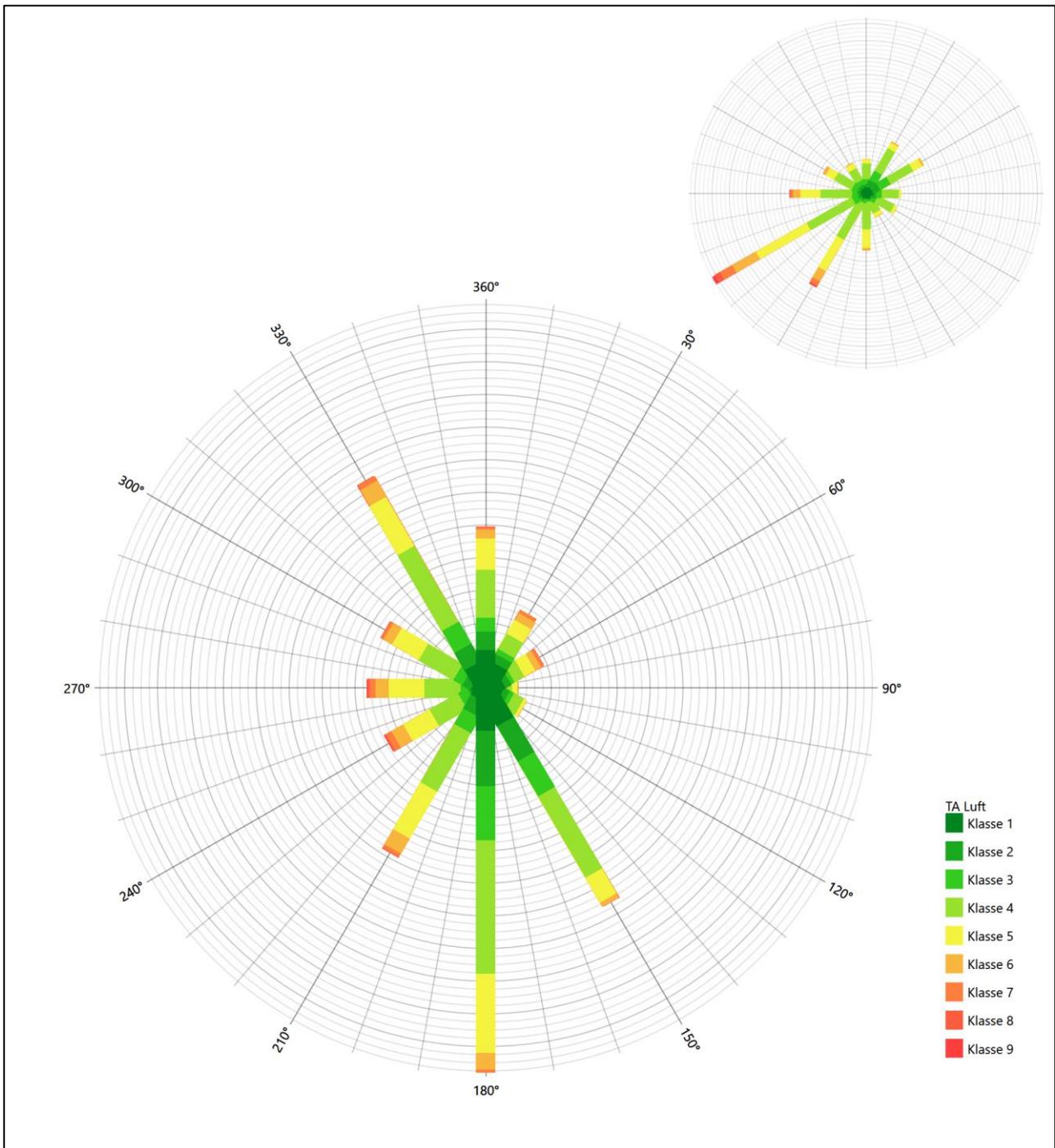


Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Meiningen mit dem Erwartungswert

Meiningen hat das formale Hauptmaximum bei 180° aus Süden nicht mehr in benachbarten 30°-Sektoren zum Erwartungswert an der EAP. Diese Station ist nicht geeignet übertragen zu werden.

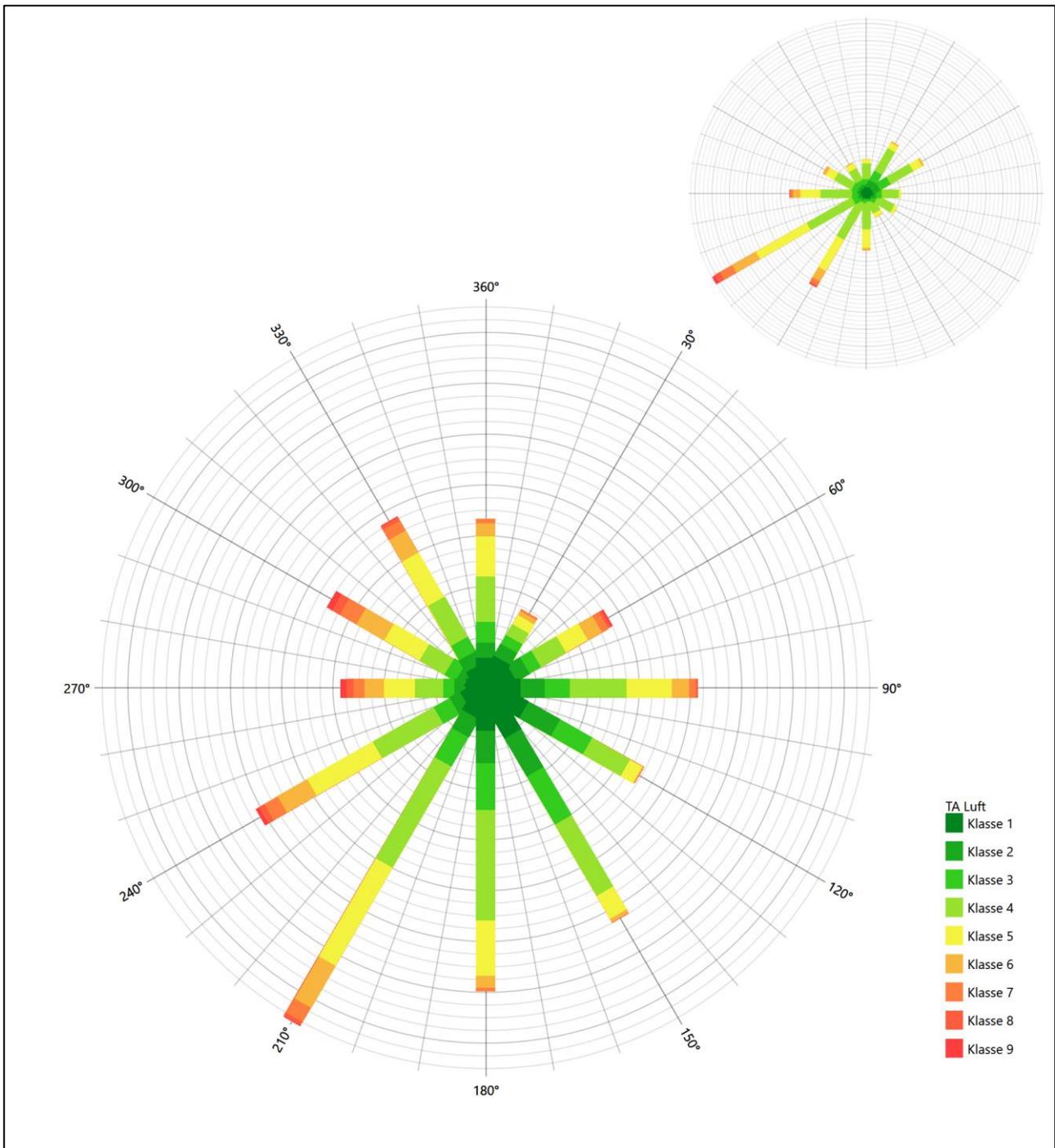


Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Eschwege-Eltmannshausen mit dem Erwartungswert

Die Station Eschwege-Eltmannshausen hat sowohl das formale Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwesten als auch das primäre Nebenmaximum aus Osten noch in benachbarten 30°-Sektoren zum Erwartungswert an der EAP. Im nordwestlichen, bzw. südöstlichen Quadranten, wo eigentlich minimale Richtungsbeiträge erwartet werden, sind die Komponenten jedoch deutlich überschätzt. Diese Station sollte nicht übertragen werden.

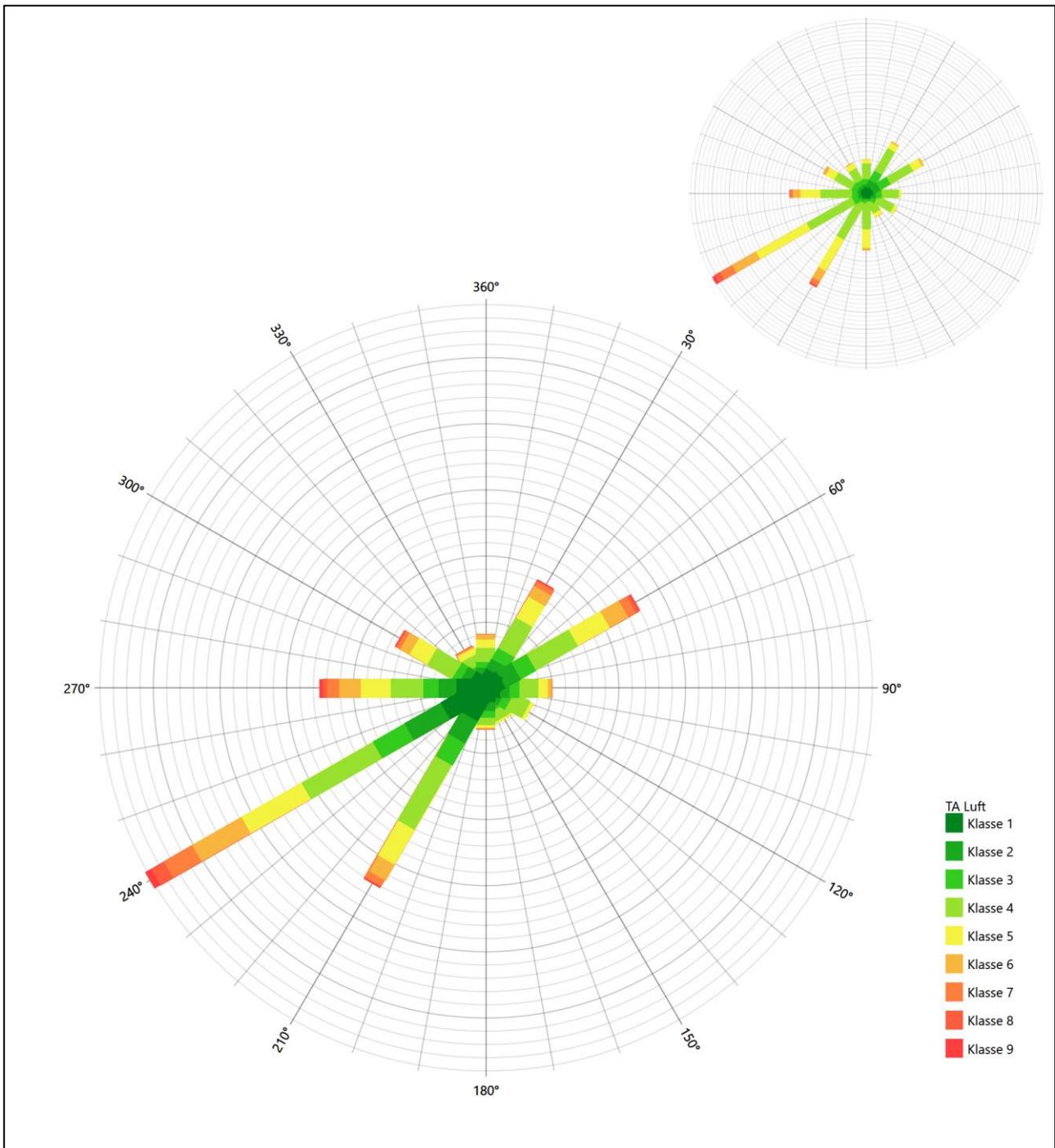


Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Artern mit dem Erwartungswert

Die Station Artern liegt sowohl mit dem formalen Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten als auch mit dem primären ost-nordöstlichen Nebenmaximum genau auf dem Erwartungswert an der EAP. Sie hat jedoch gegenüber der Station Erfurt-Weimar die Schwäche noch enger kanalisiert zu sein, südliche Richtungen sind gar nicht interpretiert. Deshalb soll diese Station nur mit einer befriedigenden Eignung bewertet werden.

Somit ist aus Sicht der Windrichtungsverteilung die Station Erfurt-Weimar gut für eine Übertragung geeignet. Artern und Leinefelde stimmen befriedigend mit der EAP überein, Eisenach noch ausreichend. Meiningen und Eschwege-Ethmannshausen bewiesen sich als nicht geeignet übertragen zu werden.

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
Erfurt-Weimar	++++
Leinefelde	+++
Artern	+++
Eisenach	++
Eschwege-Ethmannshausen	-
Meiningen	-

4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen

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

Einen Erwartungswert für die mittlere Geschwindigkeit an der EAP liefert neben dem hier verwendeten prognostischen Modell auch noch das in 4.3 vorgestellte Statistische Windfeldmodell (SWM) des Deutschen Wetterdienstes. Für die EAP werden in 10,3 m Höhe von den beiden Modellen folgende mittleren Windgeschwindigkeiten erwartet:

Tabelle 6: EAP-Geschwindigkeiten verschiedener Modelle

Modell	Geschwindigkeit [m/s]
Prognostisch	3,59
SWM	3,51
Mittelwert	3,55

Beiden Modellen wird in diesem Aspekt gleiches Gewicht beigemessen, weshalb als beste Schätzung der mittleren Windgeschwindigkeit an der EAP im Weiteren der Mittelwert 3,6 m/s zu Grunde gelegt wird.

Dem kommen die Werte von Erfurt-Weimar, Eisenach, Leinefelde, Meiningen, Eschwege-Ethmannshausen und Artern mit 3,9 m/s, 3,5 m/s, 3,4 m/s, 3,1 m/s, 3,4 m/s bzw. 3,4 m/s (auch wieder bezogen auf 10,3 m

Höhe und die EAP-Rauigkeit von 0,05 m) sehr nahe. Sie zeigen eine Abweichung von nicht mehr als $\pm 0,5$ m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

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

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

Tabelle 7: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Erfurt-Weimar	++
Eisenach	++
Leinefelde	++
Meiningen	++
Eschwege-Eltmannshausen	++
Artern	++

4.6 Auswahl der Bezugswindstation

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

Tabelle 8: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen

Bezugswindstation	Bewertung gesamt	Bewertung Richtungsverteilung	Bewertung Geschwindigkeitsverteilung
Erfurt-Weimar	+++++	++++	++
Leinefelde	+++++	+++	++
Artern	+++++	+++	++
Eisenach	++++	++	++
Eschwege-Ethmannshausen	-	-	++
Meiningen	-	-	++

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

Zur zusätzlichen Abstützung der Entscheidung kann noch ein statistisches Ähnlichkeitsmaß herangezogen werden.

Dazu wird die Ähnlichkeit der Windverteilungen der in Frage kommenden Bezugswindstationen mit dem berechneten Erwartungswert mit Hilfe eines gewichteten, additiven χ^2 -Maßes beurteilt. Ganz wie im Verfahren AKJahr, das vom DWD zur Auswahl eines repräsentativen Jahres aus einem Gesamtzeitraum verwendet wird und in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] beschrieben wurde, werden dabei die vier Bewertungsparameter Windrichtungsverteilung, Geschwindigkeitsverteilung, Richtungsverteilung der Nacht- und Schwachwinde sowie die Verteilung der Ausbreitungsklassen herangezogen. Diese vier Häufigkeitsverteilungen liegen als Erwartungswerte für die EAP und für jede Bezugswindstation vor und werden über einen genügend langen Zeitraum (siehe Tabelle 3) ermittelt, wobei die absoluten Häufigkeiten pro Klasse auf die Häufigkeit des Erwartungswertes normiert wird. Anschließend wird für jeden der vier Parameter ein separater χ^2 -Term bestimmt, indem in jeder Klasse^[1] die Differenz zwischen der normierten Häufigkeit der Bezugswindstation und der erwarteten Häufigkeit an der EAP gebildet und quadriert wird, und die Quadrate aufsummiert werden. Der resultierende χ^2 -Term ist umso kleiner, je besser die Häufigkeitsverteilung einer Station im betrachteten Bewertungsparameter mit der erwarteten Verteilung übereinstimmt. Für ein Gesamturteil werden die vier χ^2 -Zahlenwerte schließlich zu einem einzigen aufaddiert, wobei die vier Parameter entsprechend ihrer Bedeutung gewichtet werden; an dieser Stelle werden dieselben Wichtungsfaktoren wie im Verfahren AKJahr des DWD benutzt, die sich bei der Bestimmung eines repräsentativen Jahre empirisch bewährt haben: Windrichtung: 0,36 - Windgeschwindigkeit: 0,24 - Ausbreitungsklassen: 0,25 – Nacht- und Schwachwinde: 0,15.

Das hier verwendete objektive Verfahren erlaubt es, ein Gütemaß zur Übereinstimmung von Erwartungswerten an der EAP mit den Bezugswindstationen zu berechnen, das wesentlich aussagekräftiger als die minimalen Übereinstimmungskriterien von VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 ist. Es werden nicht nur die Lage der Windrichtungsmaxima und der Mittelwert der Windgeschwindigkeit betrachtet, sondern die gesamten Verteilungen berücksichtigt, sowie zusätzlich auch noch die Nacht- und Schwachwinde sowie die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen einbezogen.

In der folgenden Grafik ist das χ^2 -Gesamtmaß für jede Bezugswindstation dargestellt und auch, wie es sich aus den vier einzelnen Gütemaßen zusammensetzt.

^[1] Diese Unterklassen zu jedem Bewertungsparameter sind die zwölf 30°-Sektoren bei der Windrichtung, die neun Geschwindigkeitsklassen bei der Windgeschwindigkeit und die sechs Ausbreitungsklassen.

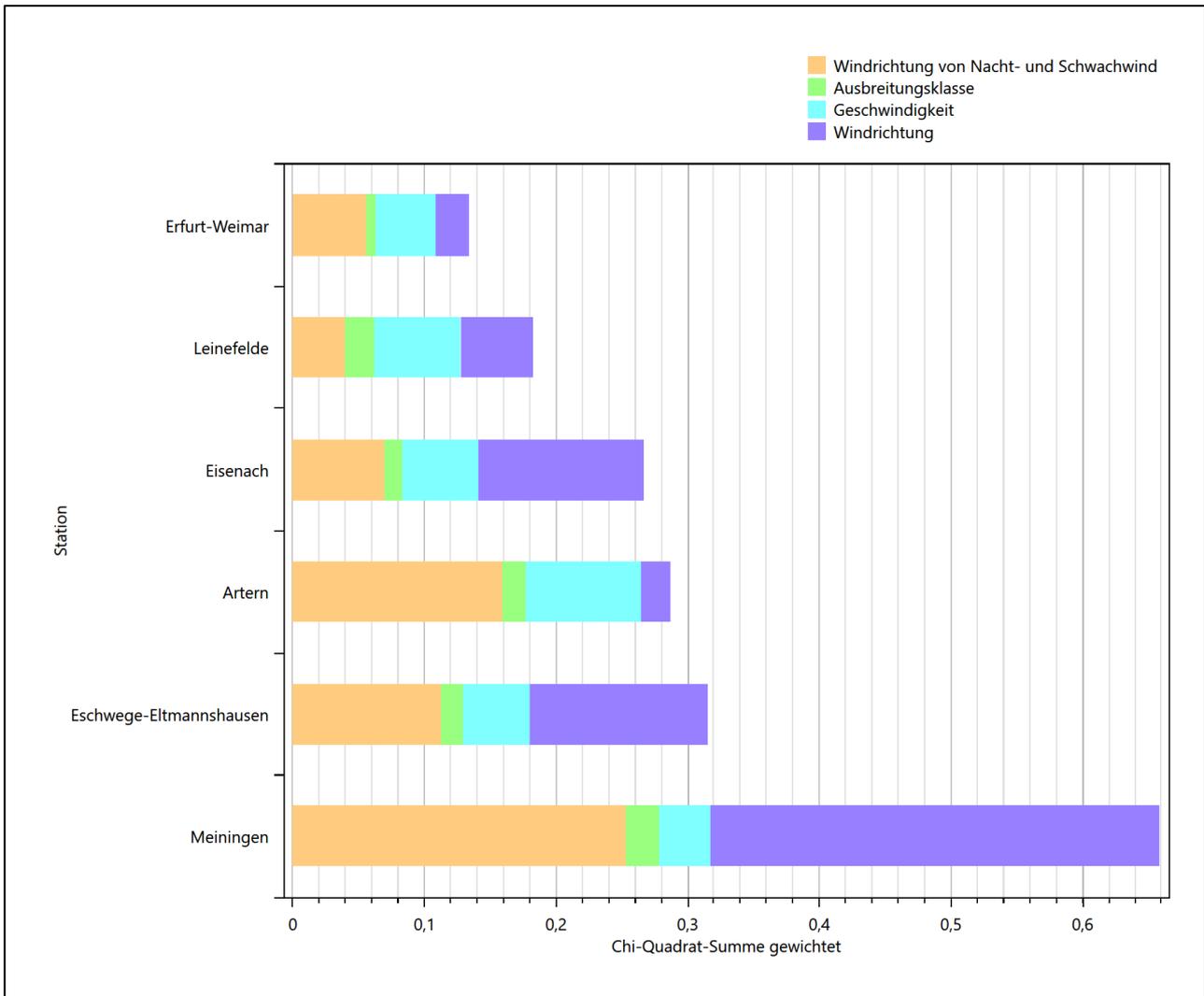


Abbildung 19: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der Windverteilungen der betrachteten Bezugswindstationen mit dem EAP-Erwartungswert

Aus den Gütemaßen für die einzelnen Bezugswindstationen lässt sich die gezeigte Rangfolge ableiten, welche der Bezugswindstationen am besten für eine Übertragung geeignet ist. Anschließend wird für diese Bezugswindstation geprüft, ob für sie auch die formalen Kriterien nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 gelten. Dabei wurden folgende Ergebnisse erhalten:

Für die Station Erfurt-Weimar kann also befunden werden, dass sie einerseits die beste Übereinstimmung der statistischen Verteilungsparameter der meteorologischen Daten aufweist und darüber hinaus die Kriterien zur Übertragbarkeit nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 erfüllt. Darüber hinaus sind auch keine Vorbehalte bekannt, die einer Eignung dieser Station entgegenstehen könnten.

Erfurt-Weimar wird demzufolge für eine Übertragung ausgewählt.

5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation

Die zur Übertragung ausgewählte Station Erfurt-Weimar befindet sich am westlichen Rand der Stadt Erfurt, am Flughafen Erfurt-Weimar. Die Lage der Station in Thüringen ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

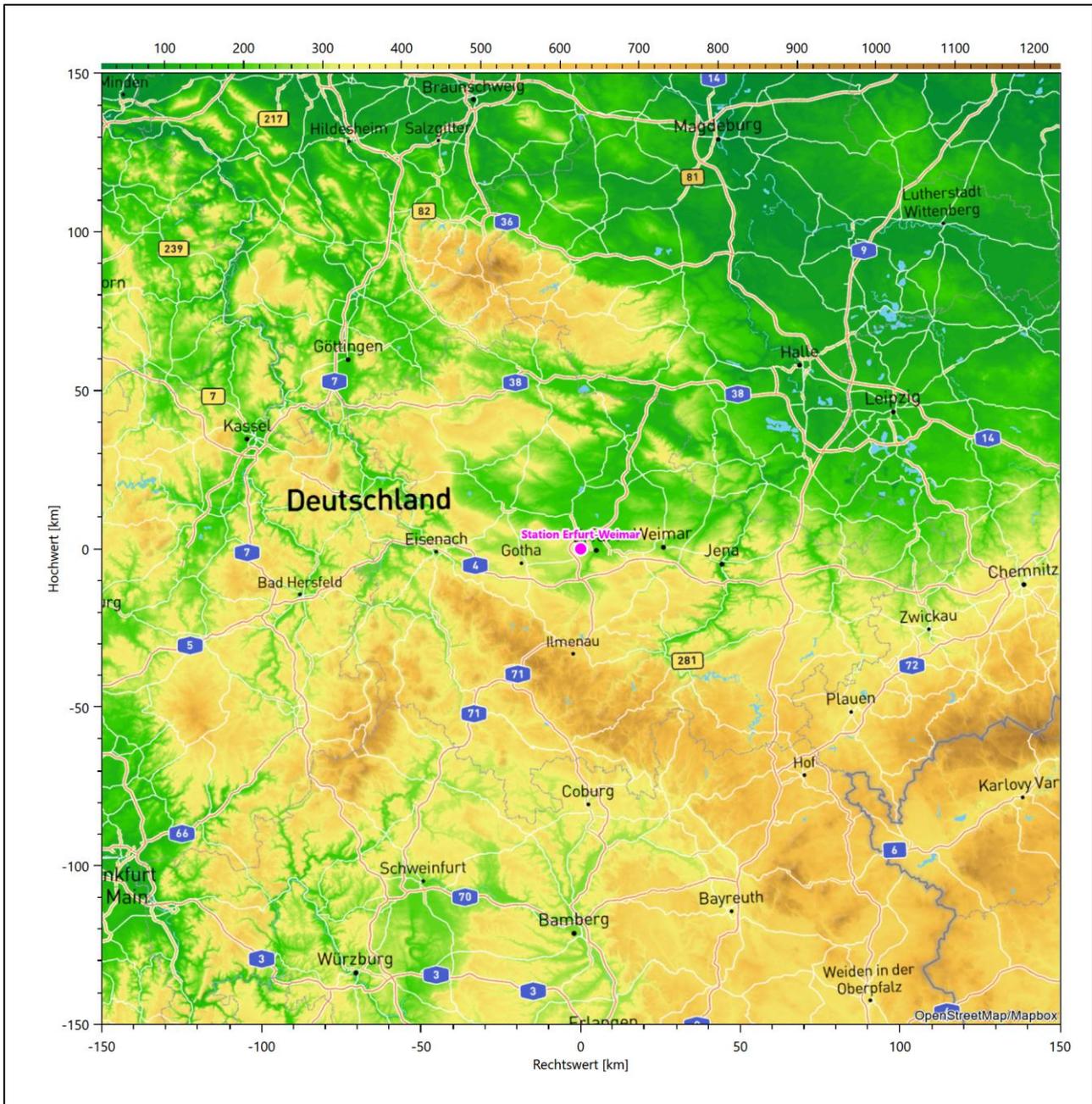


Abbildung 20: Lage der ausgewählten Station

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 316 m über NHN. Der Windgeber war während des hier untersuchten Zeitraumes in einer Höhe von 10 m angebracht.

Tabelle 9: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	10,9608°
Geographische Breite:	50,9829°

Die Umgebung der Station ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Südlich liegt der Flughafen Erfurt-Weimar, nördlich schließen sich landwirtschaftliche Flächen an, in etwas weiterem Abstand folgen durchgängig bebauten Siedlungsgebiete.

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

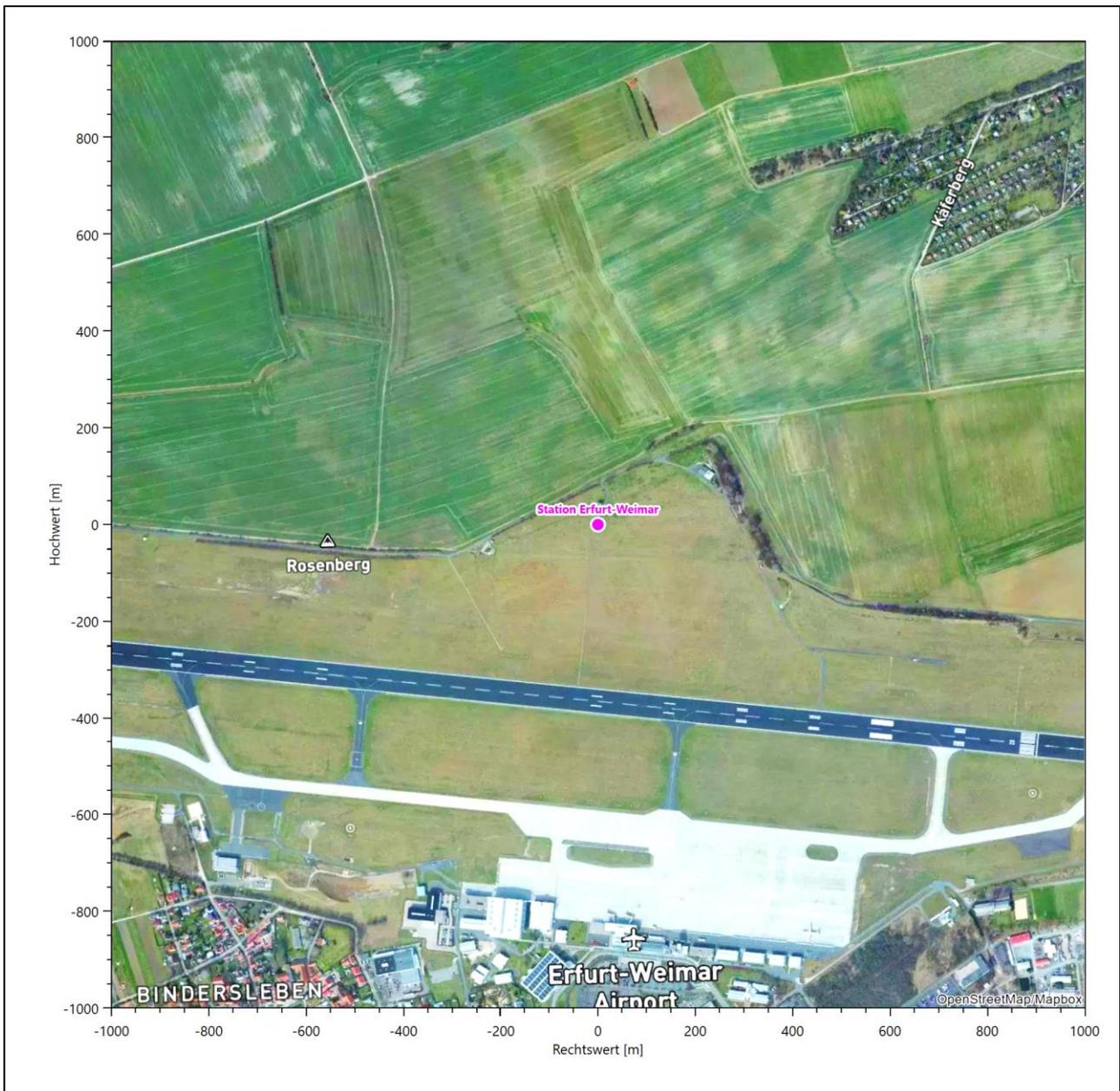


Abbildung 21: Luftbild mit der Umgebung der Messstation

Orographisch ist das Gelände, auch im weiteren Umkreis, nur schwach gegliedert. Es ist von allen Richtungen eine ungestörte Anströmung möglich. Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

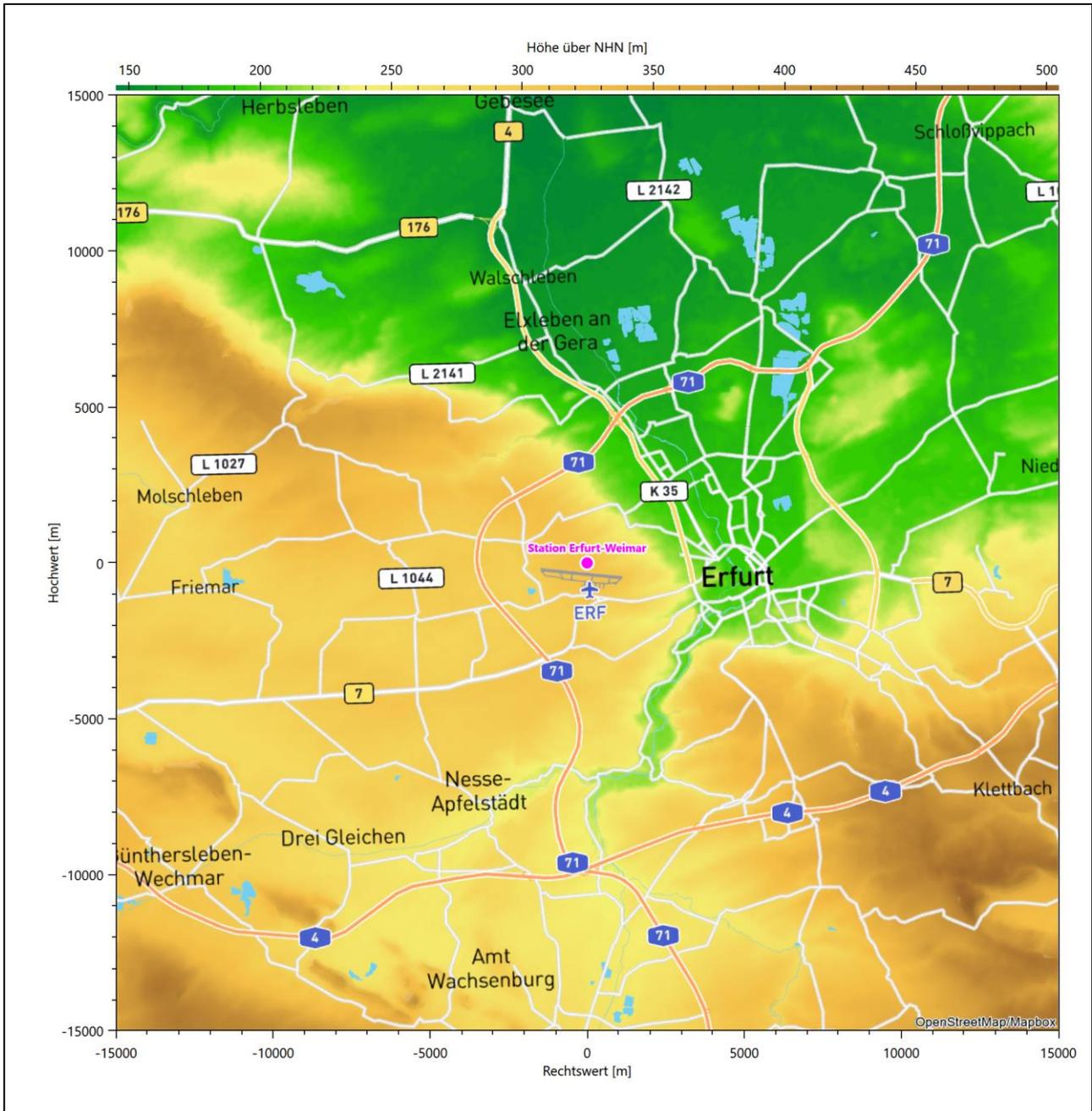


Abbildung 22: Orographie um den Standort der Wetterstation

6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres

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

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

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

6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums

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

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

Eine analoge Prüfung wird anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung durchgeführt, wobei eine Aufteilung auf die Geschwindigkeitsklassen der TA Luft, Anhang 3, Tabelle 18 [9] erfolgt. Schließlich wird auch die Verteilung der Ausbreitungsklassen im zeitlichen Verlauf über den Gesamtzeitraum untersucht.

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

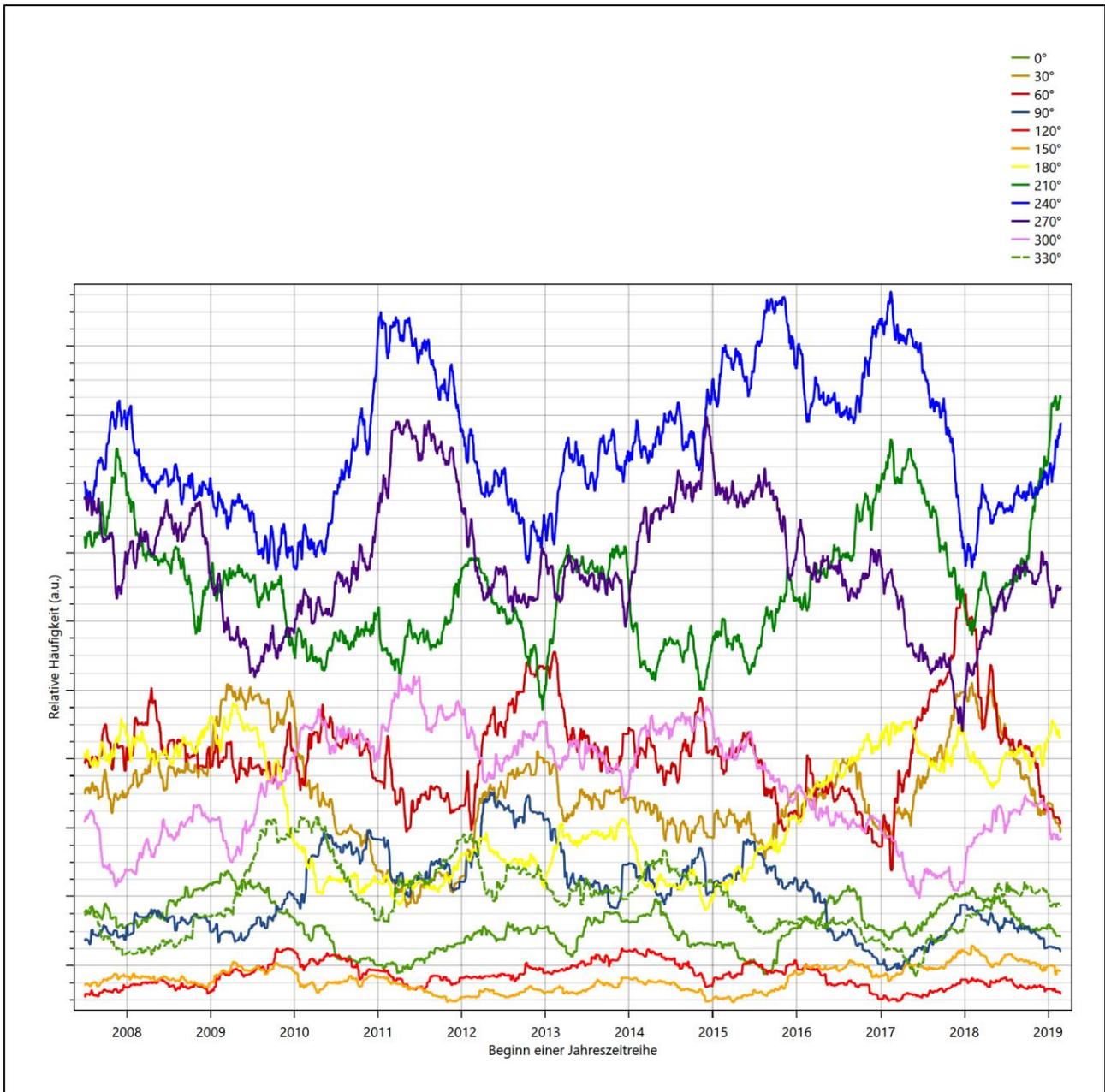


Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmesstation anhand der Windrichtungsverteilung

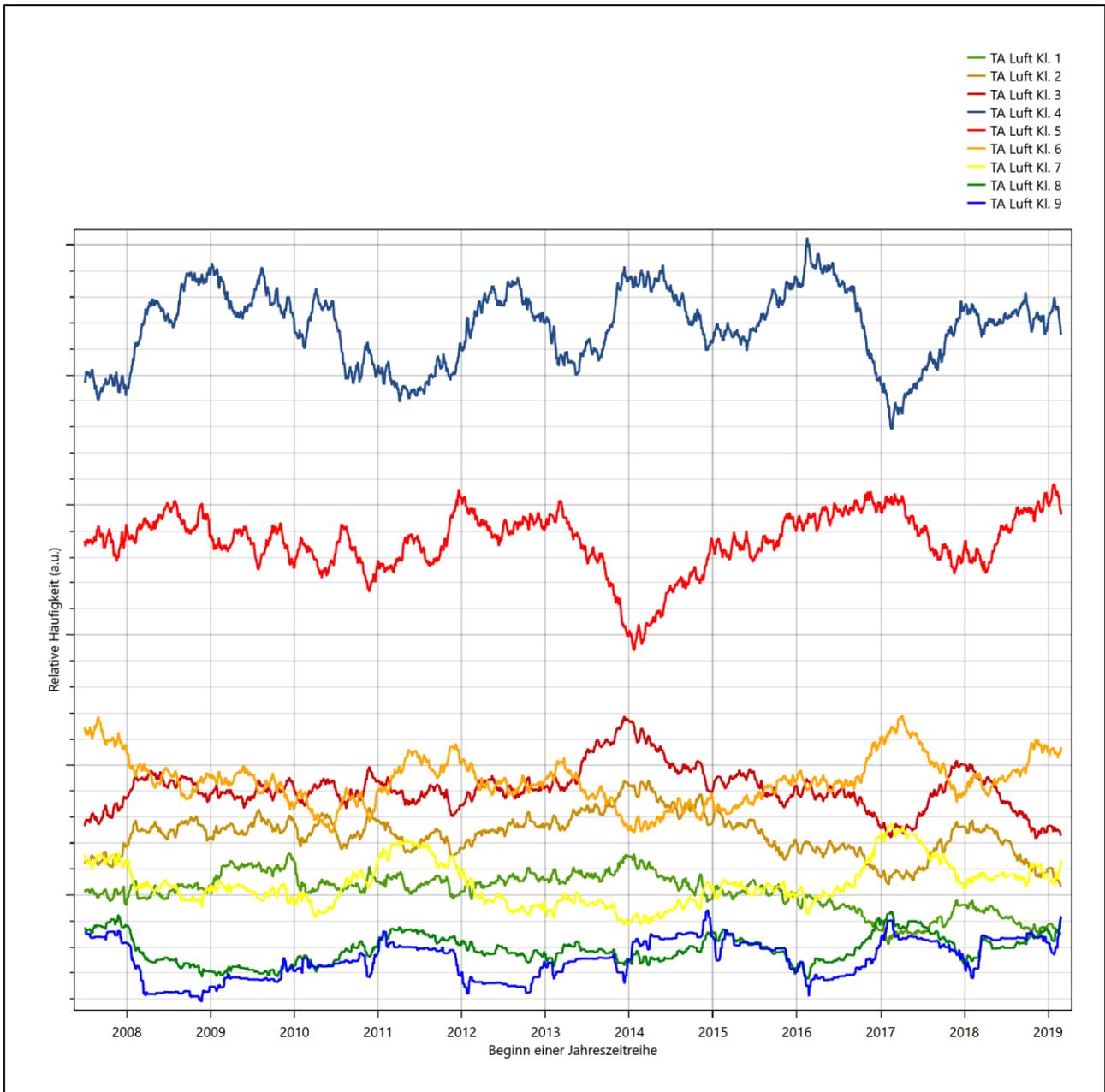


Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmesstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung

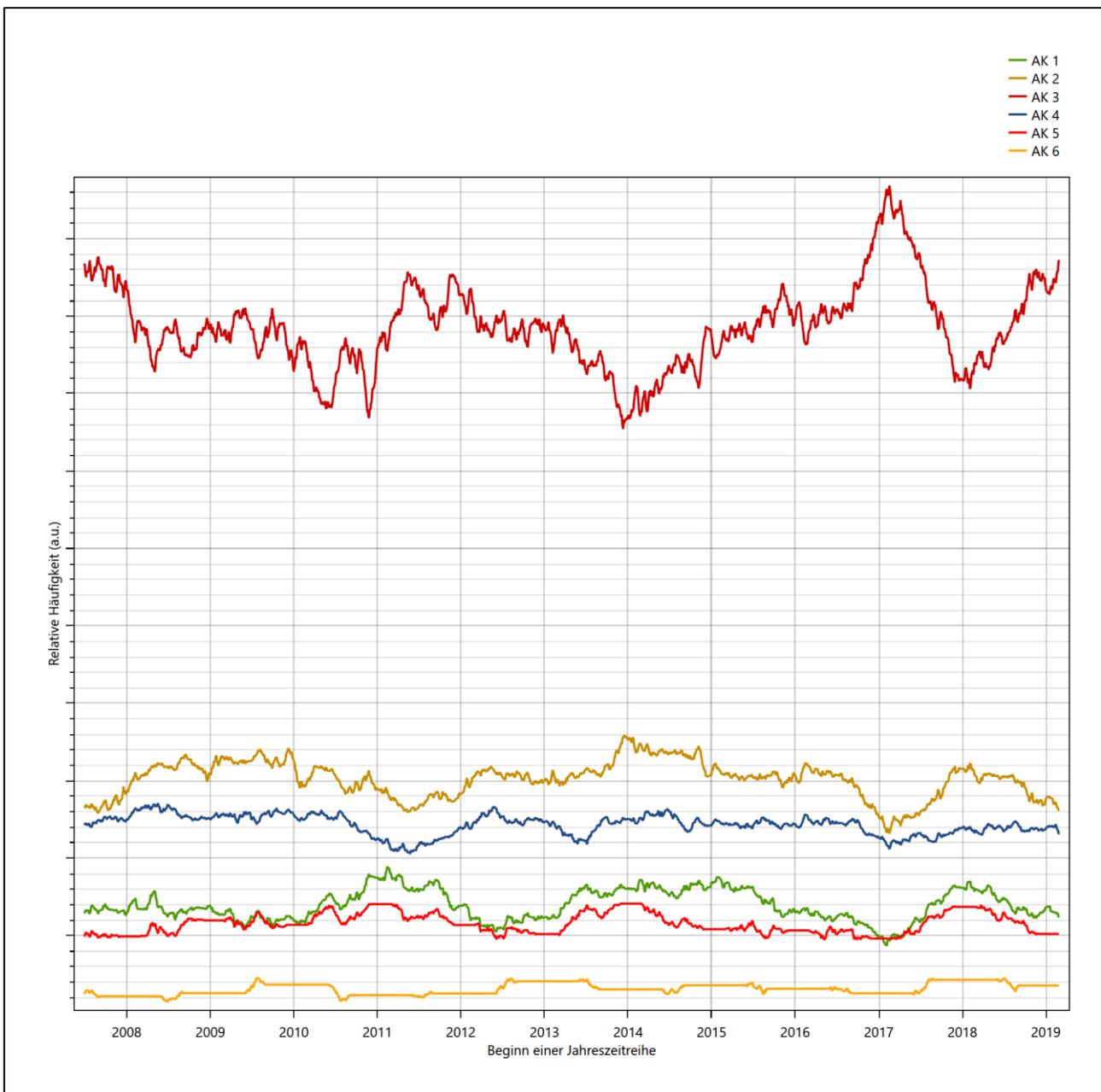


Abbildung 25: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 01.07.2007 bis zum 27.02.2020 verwendet.

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

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

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

Bei der Suche nach einem repräsentativen Jahr werden dabei alle Zeiträume untersucht, die an den einzelnen Tagen des Gesamtzeitraumes beginnen, jeweils 365 Tage lang sind und bei denen ausreichend Messdaten verfügbar sind. Die Einzelzeiträume müssen dabei nicht unbedingt einem Kalenderjahr entsprechen. Eine Veröffentlichung dazu [10] hat gezeigt, dass bei tageweise gleitender Auswahl des Testdatensatzes die Ergebnisse hinsichtlich der zeitlichen Repräsentativität besser zu bewerten sind als mit der Suche nur nach Kalenderjahren.

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

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

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

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

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

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

wichtet addiert, wobei die Windrichtung mit 0,46, die Windgeschwindigkeit mit 0,24, die Ausbreitungsklasse mit 0,25 und die Richtung der Nacht- und Schwachwinde mit 0,15 gewichtet wird. Die Wichtefaktoren wurden aus der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] entnommen. Als Ergebnis erhält man einen Indikator für die Güte der Übereinstimmung eines jeden Testzeitraumes mit dem Gesamtzeitraum.

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

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

Ebenfalls zu erkennen ist der Beginn des Testzeitraumes (Jahreszeitreihe), für den die gewichtete χ^2 -Summe den kleinsten Wert annimmt (vertikale Linie). Dieser Testzeitraum ist als eine Jahreszeitreihe anzusehen, die dem gesamten Zeitraum im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen am ähnlichsten ist. Dies ist im vorliegenden Fall der 31.08.2013, was als Beginn des repräsentativen Jahres angesehen werden kann. Die repräsentative Jahreszeitreihe läuft dann bis zum 31.08.2014.

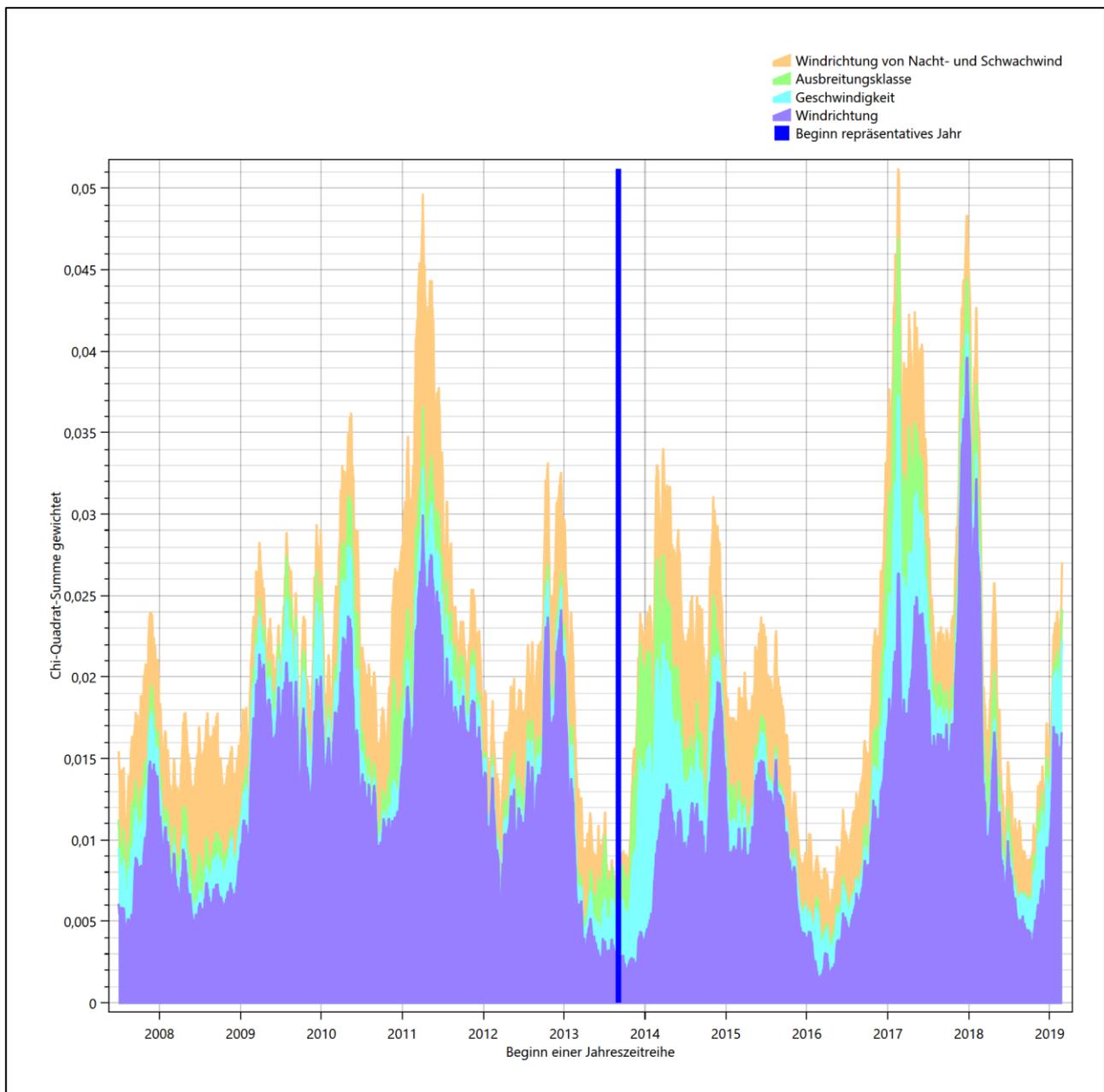


Abbildung 26: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

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.

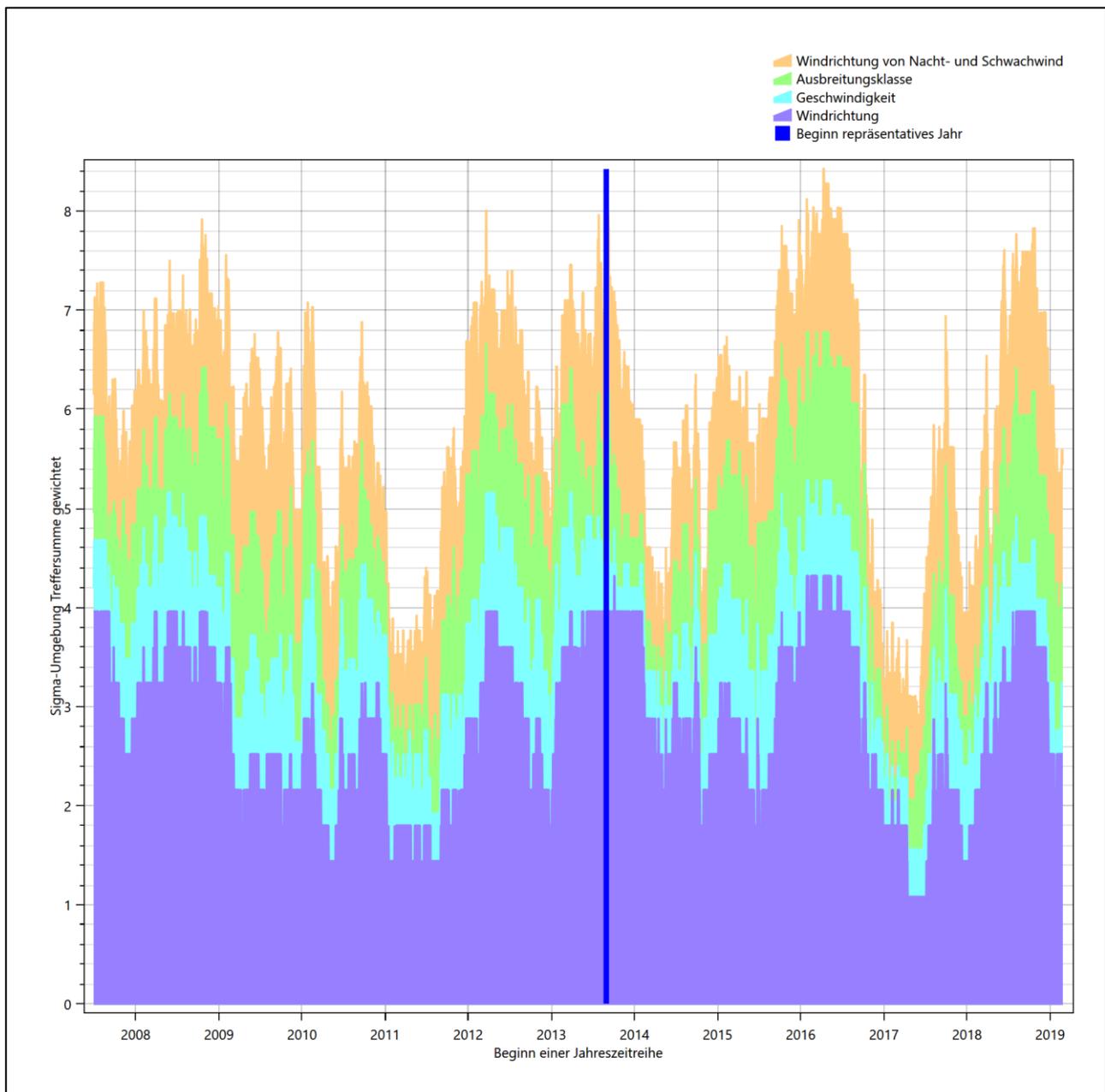


Abbildung 27: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Erfahrungsgemäß wird für das aus dem χ^2 -Test gefundene repräsentative Jahr vom 31.08.2013 bis zum 31.08.2014 nicht auch immer mit dem Maximum der gewichteten σ -Umgebung-Treffersumme zusammen-

fallen. Im vorliegenden Fall lässt sich jedoch für das repräsentative Jahr feststellen, dass 96 % 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 31.08.2013 bis zum 31.08.2014. 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.

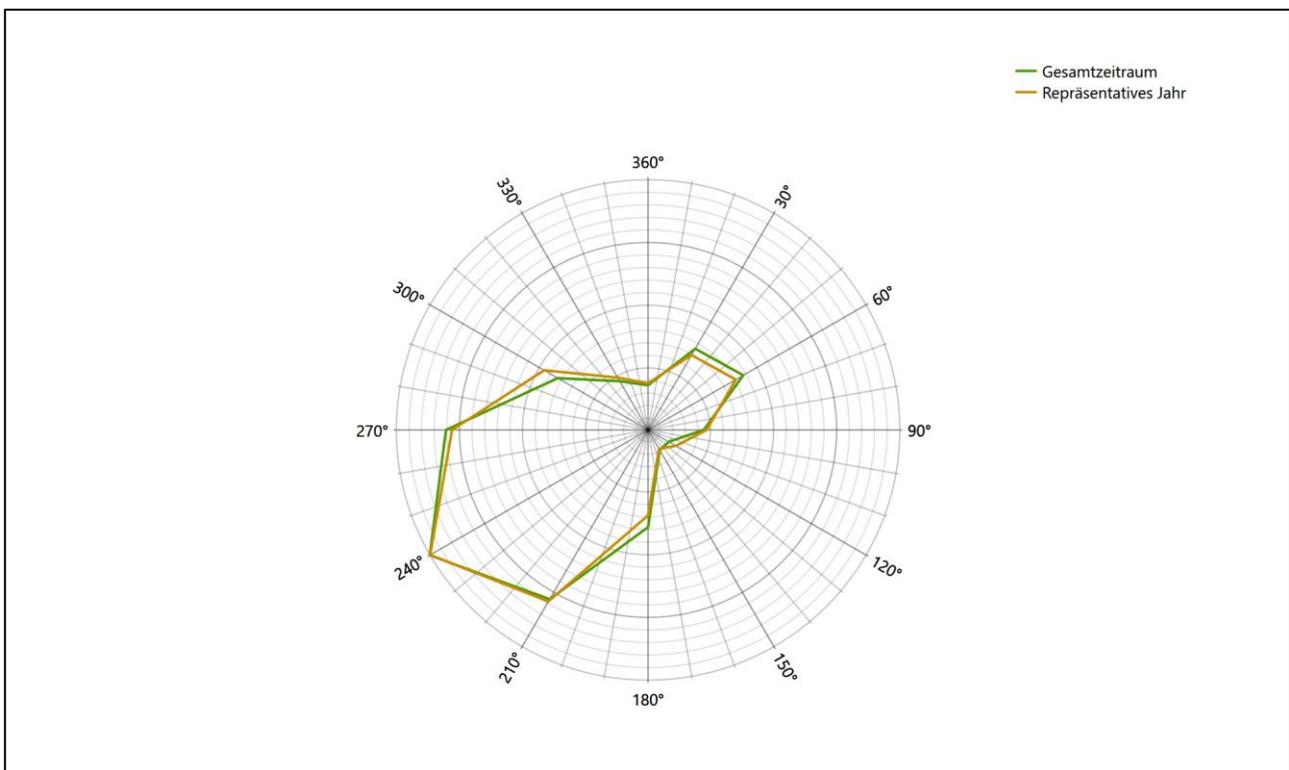


Abbildung 28: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

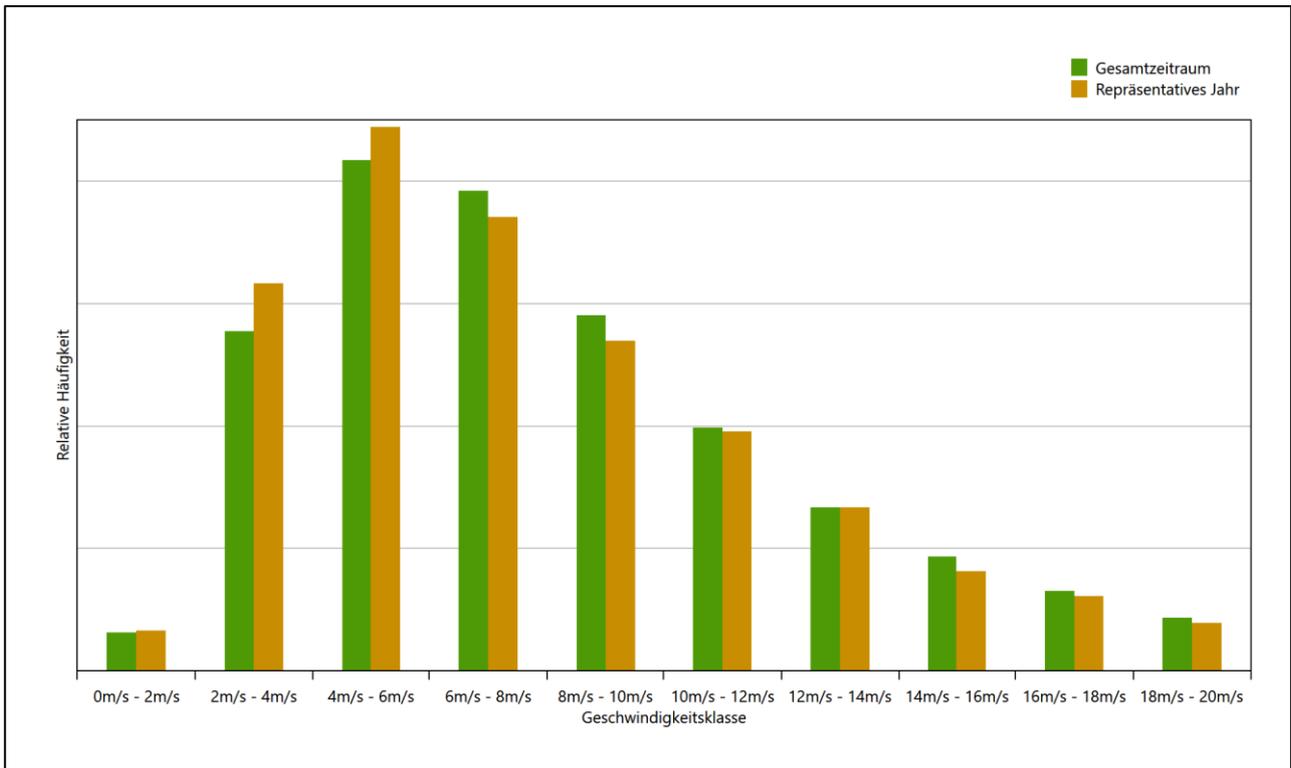


Abbildung 29: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

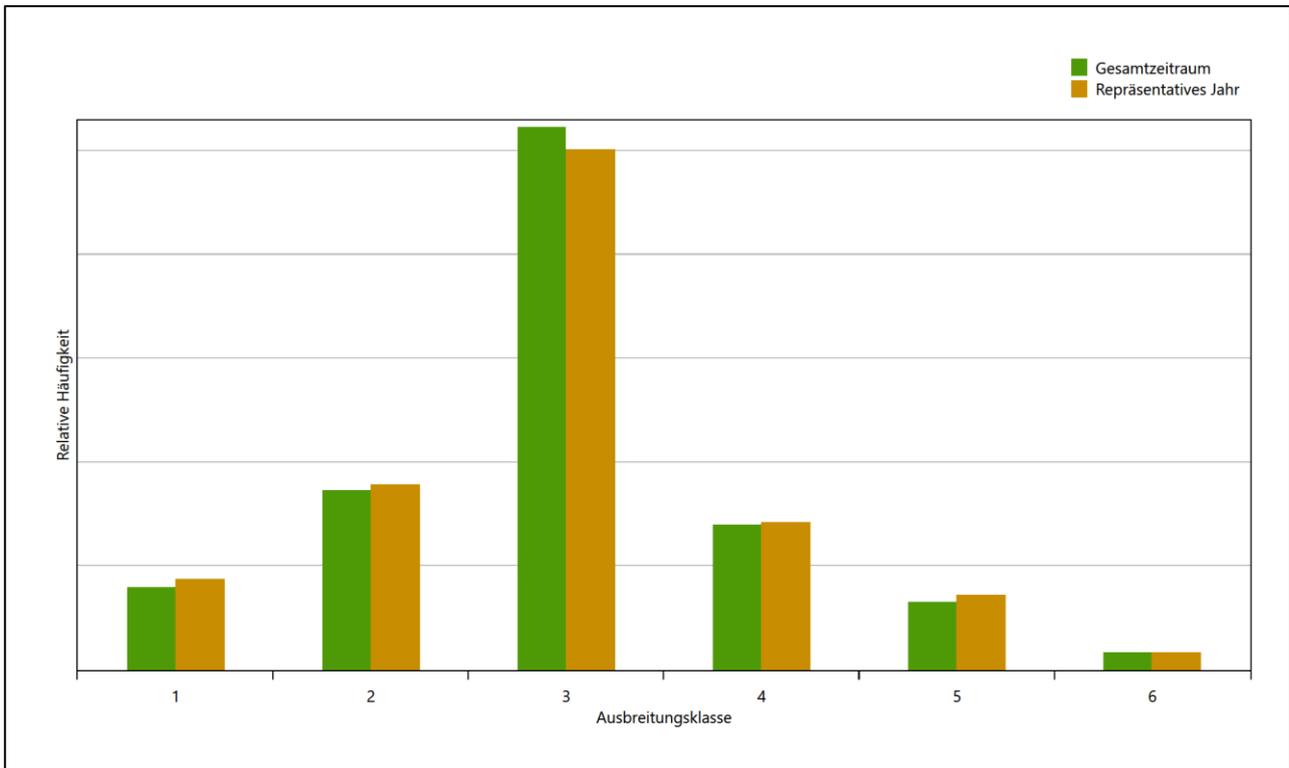


Abbildung 30: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

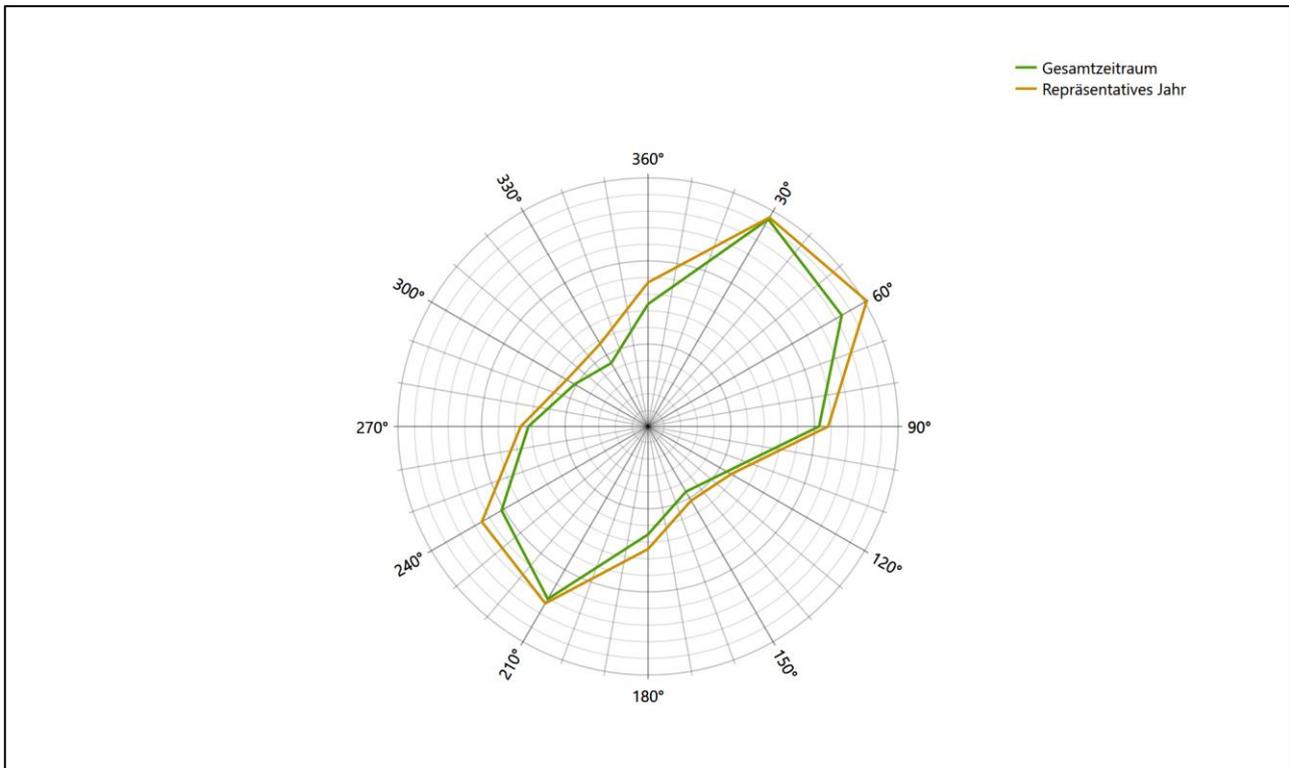


Abbildung 31: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

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 31.08.2013 bis zum 31.08.2014 ein repräsentatives Jahr für die Station Erfurt-Weimar im betrachteten Gesamtzeitraum vom 01.07.2007 bis zum 27.02.2020 ist.

7 Beschreibung der Datensätze

7.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge

7.1.1 Theoretische Grundlagen

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

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

Zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit aus diesen Messwerten muss die Art des Messgerätes Berücksichtigung finden, da eine Trägheit der Apparatur Einfluss auf die Dynamik der Windmessdaten ausübt. In diesem Zusammenhang müssen Dämpfungsfaktoren bestimmt werden, die sich für digital, nicht trägheitslose Messverfahren nach den Verfahren von Beljaars (Dämpfungsfaktor A_B) [11], [12] und für analoge nach dem Verfahren von Wieringa (Dämpfungsfaktor A_W) [13], [14] ermitteln lassen.

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

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

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

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

und

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

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

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

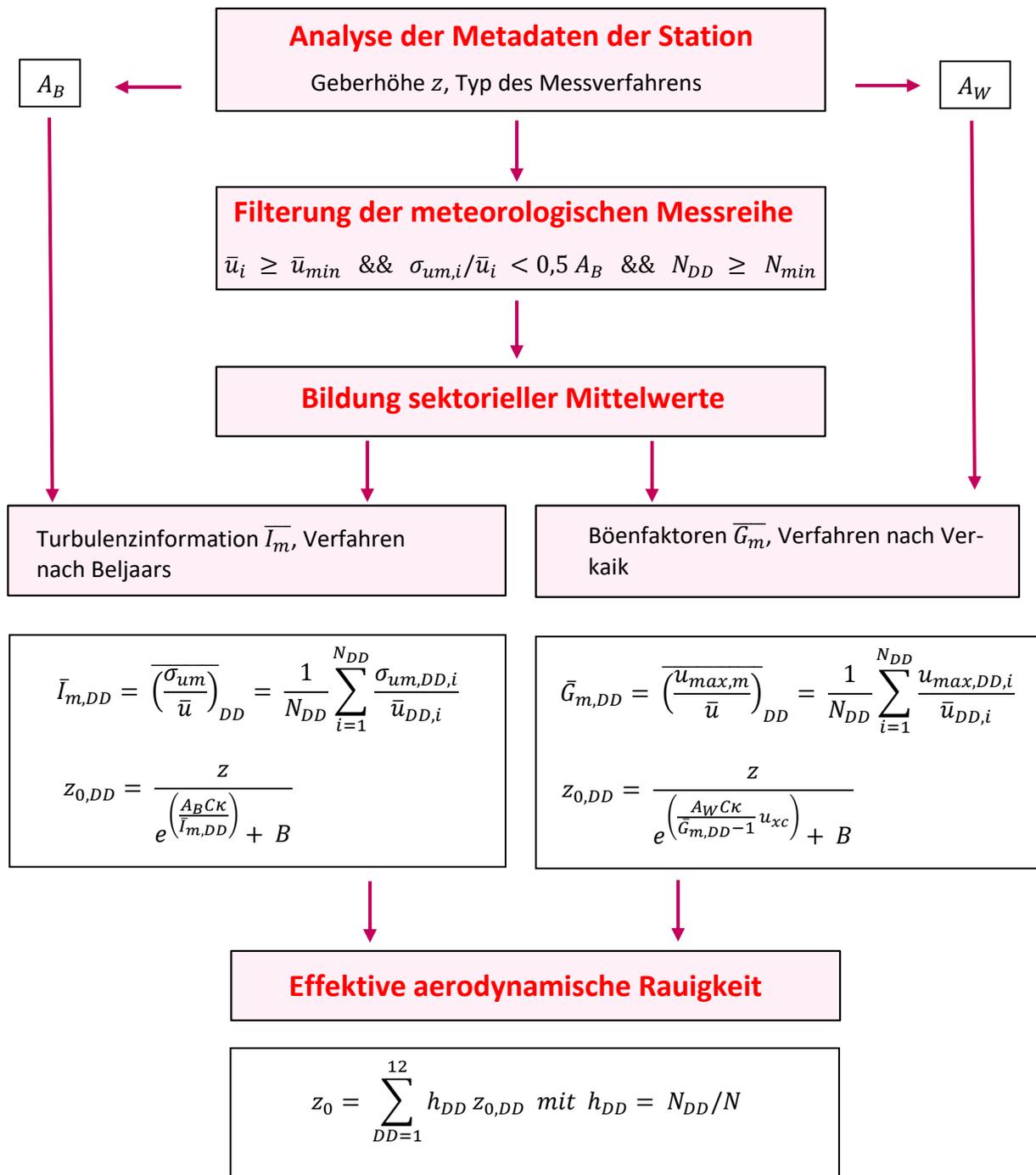


Abbildung 32: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit

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

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

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

7.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall

Die effektive aerodynamische Rauigkeit musste im vorliegenden Fall für die Station Erfurt-Weimar und den Zeitraum vom 31.08.2013 bis zum 31.08.2014 bestimmt werden. Als Messwertgeber wurde aus den Daten des Deutschen Wetterdienstes das System „Windsensor Classic 4.3303 (DWDSYN)“ (Windmessung, elektr.) entnommen. Damit steht zur Rauigkeitsbestimmung das Verfahren nach Beljaars zur Verfügung. Für den Parameter A_B ergibt sich dabei ein Wert von 0,9. Die Von-Karman-Konstante κ wird konventionsgemäß mit 0,4 angesetzt, weiterhin sind B konventionsgemäß mit 6 und C mit 2,5 angesetzt.

Um für jeden Windrichtungssektor wenigstens sechs Einzelmessungen bei neutraler Schichtung zu erreichen, war der Schwellwert \bar{u}_{min} auf $4,7 \text{ ms}^{-1}$ abzusenken, dann aber genügte der ursprüngliche Zeitraum vom 31.08.2013 bis zum 31.08.2014. In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl der pro Windrichtungssektor verwendeten Einzelmessungen und die daraus ermittelten Sektorenrauigkeiten angegeben.

Tabelle 10: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Erfurt-Weimar

Sektor um	Anzahl der Einzelmessungen	Rauigkeit im Sektor [m]
0°	78	0,079 m
30°	80	0,104 m
60°	186	0,113 m
90°	180	0,183 m
120°	23	0,103 m
150°	6	0,138 m
180°	45	0,002 m
210°	242	0,011 m
240°	1154	0,020 m
270°	1263	0,026 m
300°	743	0,044 m
330°	281	0,085 m



Abbildung 33: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Erfurt-Weimar

Aus der mit den Anströmhäufigkeiten gewichteten Mittelung ergibt sich schließlich für die Station Erfurt-Weimar eine effektive aerodynamische Rauigkeit von 0,043 m.

7.2 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse

Die für Ausbreitungsrechnungen notwendigen Informationen zur Anpassung der Windgeschwindigkeiten an die unterschiedlichen mittleren aerodynamischen Rauigkeiten zwischen der Windmessung (Station Erfurt-Weimar) und der Ausbreitungsrechnung werden durch die Angabe von 9 Anemometerhöhen in der Zeitreihendatei gegeben.

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

Die aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge an der Bezugswindstation Erfurt-Weimar wurde nach dem im Abschnitt 7.1.2 beschriebenen Verfahren berechnet. Für Erfurt-Weimar ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 31.08.2013 bis zum 31.08.2014 einen Wert von 0,043 m. Daraus ergeben sich die folgenden, den Rauigkeitsklassen der TA Luft zugeordneten Anemometerhöhen. Das Berechnungsverfahren dazu wurde der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] entnommen.

Tabelle 11: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Erfurt-Weimar

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	6,3	7,8	10,5	13,1	16,5	22,9	30,0	35,5	40,2

7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Erfurt-Weimar für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bedeckung wurde eine Ausbreitungsklassenzeitreihe gemäß den Vorgaben der TA Luft in Anhang 3 Ziffer 8 [9] erstellt. Die gemessenen meteorologischen Daten werden als Stundenmittel angegeben, wobei die Windgeschwindigkeit vektoriell gemittelt wird. Die Verfügbarkeit der Daten soll nach TA Luft mindestens 90 % der Jahrestunden betragen. Im vorliegenden Fall wurde eine Verfügbarkeit von 97 % bezogen auf das repräsentative Jahr vom 31.08.2013 bis zum 31.08.2014 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 11 wurden im Dateikopf hinterlegt.

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Übertragbarkeit der meteorologischen Daten von den Messstationen wurde für einen Aufpunkt etwa 1,9 km westlich des Standortes (Rechtswert: 32618150, Hochwert: 5649850) geprüft. Dieser Punkt wurde mit einem Rechenverfahren ermittelt, und es empfiehlt sich, diesen Punkt auch als Ersatzanemometerposition bei einer entsprechenden Ausbreitungsrechnung zu verwenden. Dadurch erhalten die meteorologischen Daten einen sachgerecht gewählten Ortsbezug im Rechengebiet.

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

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

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

9 Zusammenfassung

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

Als Ersatzanemometerposition empfiehlt sich dabei ein Punkt mit den UTM-Koordinaten 32618150, 5649850.

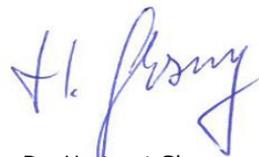
Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Erfurt-Weimar die beste Eignung zur Übertragung auf die Ersatzanemometerposition. Die Daten dieser Station sind für eine Ausbreitungsrechnung am betrachteten Standort verwendbar.

Als repräsentatives Jahr für diese Station wurde aus einem Gesamtzeitraum vom 01.07.2007 bis zum 27.02.2020 das Jahr vom 31.08.2013 bis zum 31.08.2014 ermittelt.

Frankenberg, am 3. Juli 2020



Dipl.-Phys. Thomas Köhler
- erstellt -



Dr. Hartmut Sbosny
- freigegeben -

10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung

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

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

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 20	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Dokument
6.2.3.2	Abweichung zwischen Erwartungswert des vieljährigen Jahresmittelwerts der Windgeschwindigkeit und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit $1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ verglichen		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 31
6.1	Als Ergebnis die Übertragbarkeit der Daten einer Bezugswindstation anhand der geprüften Kriterien begründet (Regelfall) oder keine geeignete Bezugswindstation gefunden (Sonderfall)		<input checked="" type="checkbox"/>	4.6 / 32
6.3	Sonderfall			
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Vorgehensweise und Modellansätze dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Nachweis der räumlichen Repräsentativität der angepassten Daten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.4	Repräsentatives Jahr			
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Auswahlverfahren dokumentiert und dessen Eignung begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.2 / 42
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Angabe, ob bei Auswahl auf ein Kalenderjahr abgestellt wird oder nicht (beliebiger Beginn der Jahreszeitreihe)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.2 / 42
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Messzeitraum mindestens 5 Jahre lang und bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.1 / 38
7.1	Erstellung des Zieldatensatzes			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		<input checked="" type="checkbox"/>	7.1 / 50
	Bei Verwendung von Stabilitätsinformationen, die nicht an der Bezugswindstation gewonnen wurden: Herkunft der Stabilitätsinformationen dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Sonstiges			
7.2	Bei Besonderheiten im Untersuchungsgebiet: Hinweise für die Ausbreitungsrechnung und Angaben, unter welchen Voraussetzungen die Verwendung der bereitgestellten meteorologischen Daten zu sachgerechten Ergebnissen im Sinne des Anhangs zur Ausbreitungsrechnung der TA Luft führt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8 / 56

11 Schrifttum

- [1] Statistisches Bundesamt, *Daten zur Bodenbedeckung für die Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [2] VDI 3783 Blatt 16 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [3] D. Öttl, „Documentation of the prognostic mesoscale model GRAMM (Graz Mesoscale Model) Vs. 17.1,“ Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, 2017.
- [4] VDI 3783 Blatt 21 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [5] Deutscher Wetterdienst, „Climate Data Center, CDC-Newsletter 6,“ Offenbach, 2017.
- [6] VDI 3783 Blatt 8 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle (Entwurf)*, Berlin: Beuth-Verlag, vom April 2017; in aktueller Fassung.
- [7] VDI 3783 Blatt 20 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [8] M. Koßmann und J. Namyslo, „Merkblatt Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen,“ Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 2019.
- [9] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, *Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz*, vom 24. Juli 2002 (GMBL. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511); in aktueller Fassung.
- [10] 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.
- [11] A. C. M. Beljaars, „The influence of sampling and filtering on measured wind gusts,“ *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, Nr. 4, pp. 613-626, 1987.
- [12] A. C. M. Beljaars, „The measurement of gustiness at routine wind stations – a review,“ *Instruments and Observing Methods*, Nr. Reports No. 31, 1987.
- [13] J. Wieringa, „Gust factors over open water and built-up country,“ *Boundary-Layer Meteorology*, Nr. 3, pp. 424-441, 1973.
- [14] J. Wieringa, „An objective exposure correction method for average wind speeds measured at sheltered location,“ *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Nr. 102, pp. 241-253, 1976.
- [15] Deutscher Wetterdienst, „Handbuch Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse,“ Offenbach, 2014.
- [16] Deutscher Wetterdienst, „TRY - Die neuen Testreferenzjahre für Deutschland,“ 2017. [Online]. Available: http://www.dwd.de/DE/leistungen/testreferenzjahre/try_zu-bbsr.html. [Zugriff am 31. Januar 2017].
- [17] VDI 3783 Blatt 10 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude und Hindernisumströmung*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2010; in aktueller Fassung.
- [18] VDI 3783 Blatt 13 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom Januar 2010; in aktueller Fassung.