

Immissionsprognose

für Geruch und Staub an der geplanten Deponie am Standort Freyburg



Auftraggeber:	G.U.T. Gesellschaft für Umweltsanierungs-Technologien mbH Gerichtsrain 1 06217 Merseburg	
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Jens Förster	Tel.: 037206 892941 Email: Jens.Foerster@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	Freyburg-Zeuchfeld.2023.01	
Ort, Datum:	Frankenberg, 13. Januar 2023	
Anzahl der Seiten:	88	
Anlagen:	Detaillierte Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten auf den Anlagenstandort Ermittlung eines repräsentativen Jahres	



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

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

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	5
1 Aufgabenstellung	6
2 Beschreibung der Anlage	7
2.1 Anlagenstandort	7
2.1.1 Topographische Karte	8
2.1.2 Luftbild	9
2.2 Anlagenbeschreibung	9
2.3 Emissionsstärken	11
2.3.1 Geruchsemissionen	11
2.3.2 Staubemissionen	12
2.4 Vorbelastungen	20
2.5 Immissionsorte	21
3 Bewertungsgrundlagen	23
3.1 Bewertung der Geruchsimmissionen	23
3.2 Bewertung der Staubimmissionen	24
4 Ausbreitungsrechnung für Geruch und Staub	25
4.1 Rechenmodell	25
4.2 Modellparameter der Ausbreitungsrechnung	26
4.2.1 Koordinatensystem	26
4.2.2 Rechengebiet und Rechengitter	26
4.2.3 Bodenrauigkeit	27
4.2.4 Geländeprofil	28
4.2.5 Einfluss von Bebauung	31
4.2.6 Beschreibung der Quellen	33
4.2.7 Meteorologie	37
4.2.8 Statistische Sicherheit	44
4.3 Immissionssituation	45
4.3.1 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung für Geruch	45
4.3.2 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung für Staub	48
5 Wertung der Ergebnisse	55
5.1 Geruchsimmissionen	55
5.2 Staubimmissionen	56
6 Zusammenfassung	58
7 Anhang	60
7.1 Verwendung von Rechtsgrundlagen und Literatur	60
7.2 Dateien zur Ausbreitungsrechnung	62
7.2.1 grid.def (Definitionsdatei Rechengitter)	62
7.2.2 bodies.def (Definitionsdatei Gebäude)	62
7.2.3 substances.def (Definitionsdatei Stoffe)	62
7.2.4 param.def/sources.def Freyburg.2023.01.03 (Geruch Variante 2)	63
7.2.5 param.def/sources.def Freyburg.2023.01.04 (Geruch Variante 7)	63
7.2.6 param.def/sources.def Freyburg.2023.01.01 (Staub Variante 1)	64
7.2.7 param.def/sources.def Freyburg.2023.01.02 (Staub Variante 8)	64
7.2.8 Ausbreitungsklassenzeitreihe (Auszug)	65
7.3 Statistische Unsicherheit	66
7.4 Plausibilitätsprüfung Windfeld Deponiebasis	74
7.5 Plausibilitätsprüfung Windfeld Deponieendzustand	81

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des geplanten Standortes in Sachsen-Anhalt.....	7
Abbildung 2: Lage des geplanten Anlagenstandortes östlich der Stadt Freyburg (Unstrut)	8
Abbildung 3: Luftbild des geplanten Deponiestandortes	9
Abbildung 4: Terrainplan des geplanten Deponiegeländes	10
Abbildung 5: Lage der maßgeblichen Immissionsorte	22
Abbildung 6: Verwendetes Rechengebiet mit Diskretisierung in Rechengitter mit 64 m, 32 m, 16 m, 8 m und 4 m	27
Abbildung 7: Verwendetes Geländemodell für den Basiszustand	30
Abbildung 8: Verwendetes Geländemodell für den Endzustand	31
Abbildung 9: Lage der berücksichtigten Emissionsquellen und umströmten Hindernisse.....	35
Abbildung 10: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung der verwendeten Ausbreitungsklassenzeitreihe (Windrose)	38
Abbildung 11: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition..	40
Abbildung 12: Prognostizierte Geruchsmission – Gesamtzusatzbelastung für Betriebsvariante 2.....	46
Abbildung 13: Prognostizierte Geruchsmission – Gesamtzusatzbelastung für Betriebsvariante 7.....	47
Abbildung 14: Prognostizierte Schwebstaubkonzentration (PM _{2,5}) im Jahresmittel – Gesamtzusatzbelastung Betriebsvariante 1.....	49
Abbildung 15: Prognostizierte Schwebstaubkonzentration (PM ₁₀) im Jahresmittel – Gesamtzusatzbelastung Betriebsvariante 1.....	50
Abbildung 16: Prognostizierter Staubniederschlag (Gesamtstaub) im Jahresmittel – Gesamtzusatzbelastung Betriebsvariante 1.....	51
Abbildung 17: Prognostizierte Schwebstaubkonzentration (PM _{2,5}) im Jahresmittel – Gesamtzusatzbelastung Betriebsvariante 8.....	52
Abbildung 18: Prognostizierte Schwebstaubkonzentration (PM ₁₀) im Jahresmittel – Gesamtzusatzbelastung Betriebsvariante 8.....	53
Abbildung 19: Prognostizierter Staubniederschlag (Gesamtstaub) im Jahresmittel – Gesamtzusatzbelastung Betriebsvariante 8.....	54
Abbildung 20: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.03, prognostizierte Geruchsmission.....	66
Abbildung 21: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.04, prognostizierte Geruchsmission.....	67
Abbildung 22: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.01, prognostizierte Feinstaubkonzentration im Jahresmittel	68
Abbildung 23: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.02, prognostizierte Feinstaubkonzentration im Jahresmittel	69
Abbildung 24: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.01, prognostizierte Schwebstaubkonzentration im Jahresmittel	70
Abbildung 25: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.02, prognostizierte Schwebstaubkonzentration im Jahresmittel	71
Abbildung 26: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.01 prognostizierter Staubniederschlag im Jahresmittel	72
Abbildung 27: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.02 prognostizierter Staubniederschlag im Jahresmittel	73
Abbildung 28: Darstellung der Windfelder für Ausbreitungsklasse 1 in 10 m Höhe (Basiszustand)	77
Abbildung 29: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Osten in 10 m Höhe (Basiszustand).....	78
Abbildung 30: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Süden in 10 m Höhe (Basiszustand).....	79
Abbildung 31: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Westen in 10 m Höhe (Basiszustand).....	80

Abbildung 32:Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Norden in 10 m Höhe(Basiszustand).....	81
Abbildung 33:Darstellung der Windfelder für Ausbreitungsklasse 1 in 10 m Höhe (Endzustand)	84
Abbildung 34:Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Osten in 10 m Höhe (Endzustand).....	85
Abbildung 35:Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Süden in 10 m Höhe (Endzustand).....	86
Abbildung 36:Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Westen in 10 m Höhe (Endzustand).....	87
Abbildung 37:Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Norden in 10 m Höhe (Endzustand).....	88

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Untersuchte Betriebsvarianten.....	11
Tabelle 2:	Geruchsemissionen der Einbaufelder DK1	12
Tabelle 3:	Staubemissionsfaktoren für Umschlagvorgänge	15
Tabelle 4:	Staubmassenströme für Umschlagvorgänge	16
Tabelle 5:	spezifische Emissionsfaktoren durch Aufwirbelung	17
Tabelle 6:	Staubemissionen durch Aufwirbelung von Fahrtwegen, Variante 1	18
Tabelle 7:	Staubemissionen durch Aufwirbelung von Fahrtwegen, Variante 8	18
Tabelle 8:	Staubemissionen durch Motoremissionen, Variante 1	19
Tabelle 9:	Staubemissionen durch Motoremissionen, Variante 8	19
Tabelle 10:	Staubemission durch Abwehung	20
Tabelle 11:	Immissionswerte für Stäube nach TA Luft	24
Tabelle 12:	Staubklassen nach TA Luft	25
Tabelle 13:	UTM-Koordinaten des Nullpunktes des lokalen Koordinatensystems	26
Tabelle 14:	Mittlere Rauigkeitslänge in Abhängigkeit von den Landnutzungsklassen des LBM-DE-Katasters	28
Tabelle 15:	Gebäude zur Berücksichtigung im diagnostischen Windfeldmodell	33
Tabelle 16:	geometrische Parameter der modellierten Emissionsquellen	34
Tabelle 17:	Emissionsstärken der Einzelquellen für Variante 1	36
Tabelle 18:	Emissionsstärken der Einzelquellen für Variante 8	36
Tabelle 19:	Prognostizierte Geruchsbelastung in Prozent der Jahresstunden.....	55
Tabelle 20:	Prognostizierte Staubbelastung als Jahresmittelwerte	56
Tabelle 21:	Messwerte des Landes Sachsen-Anhalt.....	57

1 Aufgabenstellung

Die BLR Burgenland-Recycling GmbH plant die Errichtung und den Betrieb einer Deponie zum Einbau von Deponiematerial der Klassen 0 und 1 am Standort eines ehemaligen Tagebaus bei Freyburg (Unstrut). Im Zuge des Genehmigungsverfahrens sind durch den Antragsteller Nachweise zu erbringen, dass mit dem geplanten Betrieb keine erheblich nachteiligen Beeinträchtigungen der umliegenden Schutzgüter einhergehen.

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 Gerüche und Stäube ermitteln und bewerten zu können, sowie Festlegungen zu notwendigen Minderungsmaßnahmen treffen zu können.

Die Prognose der Immissionen erfolgt unter Anwendung des Lagrange-Modells (nach Anhang 2 der TA Luft [1]) mit dem Programm LASAT [2]. Die Prognose beschränkt sich dabei auf die immissionsseitig ungünstigsten Betriebszustände.

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 11. Februar 2020 ermittelt.

2 Beschreibung der Anlage

2.1 Anlagenstandort

Der geplante Standort befindet sich östlich der Stadt Freyburg (Unstrut) im Burgenlandkreis des Bundeslandes Sachsen-Anhalt. Die Lage des Standortes in Sachsen-Anhalt ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

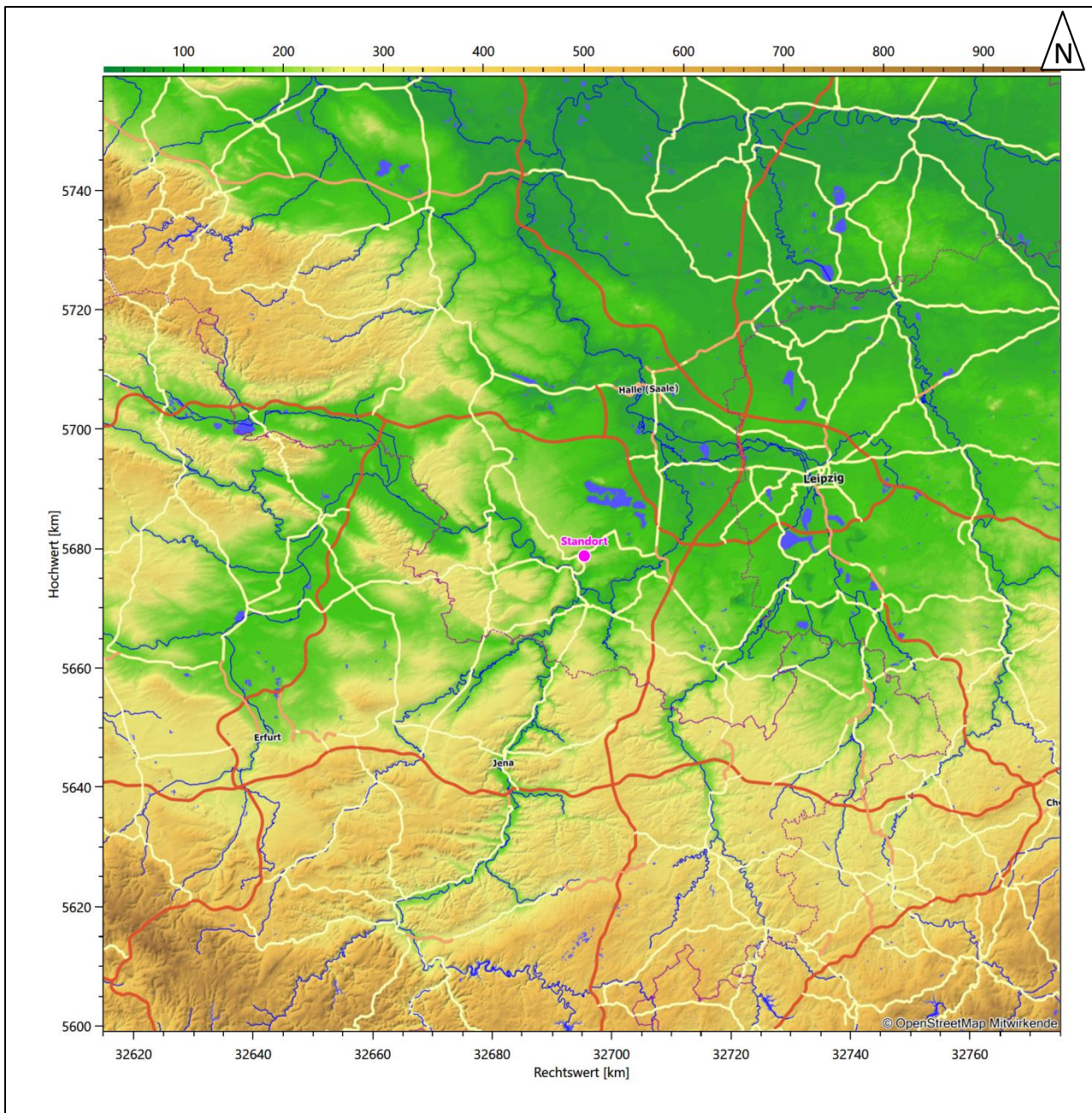
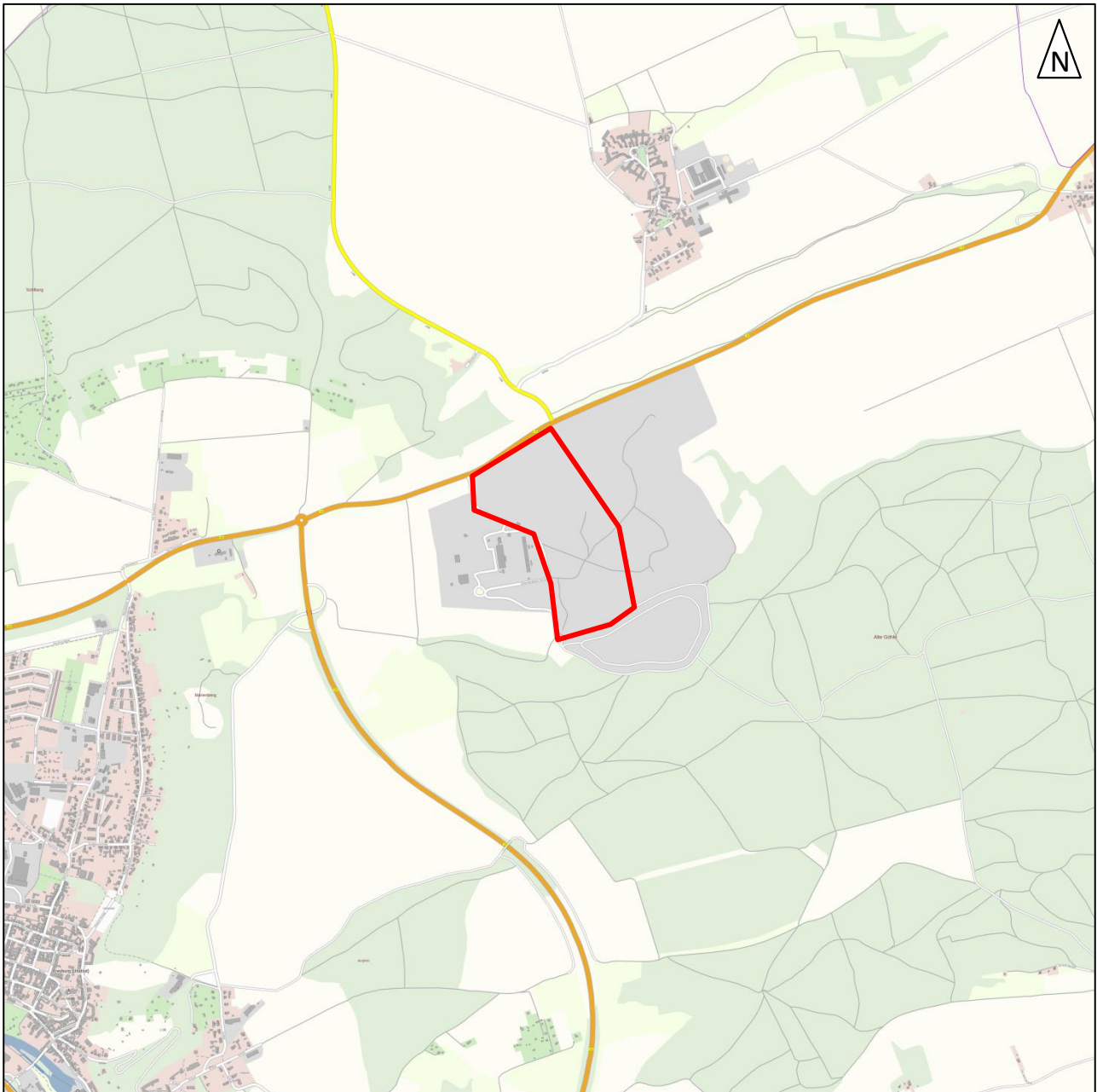


Abbildung 1: Lage des geplanten Standortes in Sachsen-Anhalt

2.1.1 Topographische Karte

Die Lage des geplanten Deponiestandortes östlich der Stadt Freyburg (Unstrut) in der Gemarkung Zeuchfeld ist anhand des folgenden Auszuges aus der topographischen Karte ersichtlich.



Quelle: BKG
Anlagenstandort rot umrandet

Abbildung 2: Lage des geplanten Anlagenstandortes östlich der Stadt Freyburg (Unstrut)

2.1.2 Luftbild

Die folgende Luftaufnahme zeigt den geplanten Deponiestandort und seine Umgebung.

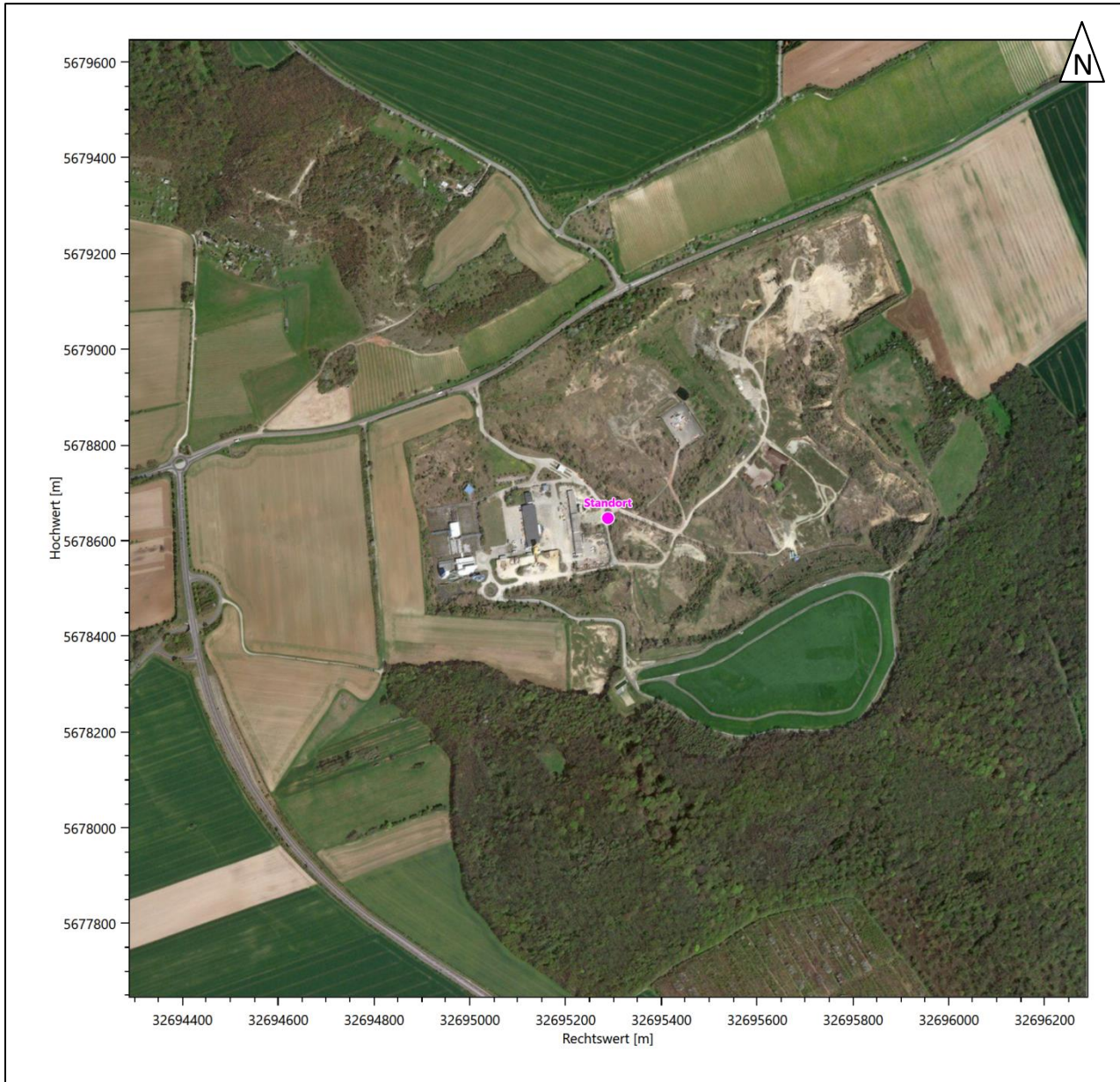


Abbildung 3: Luftbild des geplanten Deponiestandortes

2.2 Anlagenbeschreibung

Die BLR Burgenland-Recycling GmbH plant die Errichtung und den Betrieb einer Deponie zum Einbau von Deponiematerial der Klassen 0 und 1 am Standort eines ehemaligen Tagebaus bei Freyburg (Unstrut).

Im Bereich der DK 0 sollen Bodenaushub (insbesondere Boden und Steine), Bauschutt (insbesondere Ziegel, Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik) und sonstige, gering belastete mineralische Abfälle eingebaut werden. Im Bereich der DK 1 soll vorrangig Schlacke aus der Hausmüllverbrennung (aufbereitete und gealterte HMMV-Schlacke), Bodenaushub (insbesondere Boden und Steine), Bauschutt (insbesondere Beton,

Ziegel, Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, Straßenaufbruch), Gießereisande und sonstige gering belastete mineralische Abfälle eingebaut werden.

Die Annahmekapazität für die einzubauenden Stoffe soll auf 440.000 t/a beschränkt werden. Hinzu kommen weitere 110.000 t/a Material für die Vorbereitung und Abdeckung des Deponiekörpers. Die Betriebszeit der Anlage beschränkt sich auf Montag bis Freitag, wobei von einer Betriebszeit von maximal 10 h/d auszugehen ist.

Der Betrieb der Deponie gliedert sich in 5 Bauabschnitte der DK1 und 4 Bauabschnitte der DK0. Während des Betriebs ist vorgesehen jeweils maximal 2 Bauabschnitte jeder Deponieklasse gleichzeitig zu betreiben und jeweils einen dritten Abschnitt vor- oder nachzubereiten.

Einen Überblick über die geplanten Deponieabschnitte gibt der folgende Terrainplan. Eine detaillierte, maßstabgerechte Version des Planes sowie weitere Anlagendetails sind den Antragsunterlagen zu entnehmen, als deren Bestandteil die vorliegende Immissionsprognose zu verstehen ist.



Abbildung 4: Terrainplan des geplanten Deponiegeländes

2.3 Emissionsstärken

Im Vorfeld der Erstellung dieser Immissionsprognose wurden acht Betriebszustände und deren immissionsseitige Auswirkungen untersucht. Die untersuchten Betriebszustände sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 1: Untersuchte Betriebsvarianten

Variante	Deponieeinbau	Bau/Abdeckung
1	DK1 Abschnitt 1 DK0 Abschnitt 1	DK1 Abschnitt 2 (Herstellen der Sohle) DK0 Abschnitt 2 (Herstellen der Sohle)
2	DK1 Abschnitt 1 und 2 DK0 Abschnitt 1 und 2	DK1 Abschnitt 3 (Herstellen der Sohle) DK0 Abschnitt 3 (Herstellen der Sohle)
3	DK1 Abschnitt 2 und 3 DK0 Abschnitt 2 und 3	DK1 Abschnitt 1 (Abschließende Deponieabdeckung) DK0 Abschnitt 1 (Abschließende Deponieabdeckung)
4	DK1 Abschnitt 2 und 3 DK0 Abschnitt 2 und 3	DK1 Abschnitt 4 (Herstellen der Sohle) DK0 Abschnitt 1 (Abschließende Deponieabdeckung)
5	DK1 Abschnitt 3 und 4 DK0 Abschnitt 2 und 3	DK1 Abschnitt 2 (Abschließende Deponieabdeckung) DK0 Abschnitt 1 (Abschließende Deponieabdeckung)
6	DK1 Abschnitt 3 und 4 DK0 Abschnitt 2 und 3	DK1 Abschnitt 5 (Herstellen der Sohle) DK0 Abschnitt 4 (Herstellen der Sohle)
7	DK1 Abschnitt 4 und 5 DK0 Abschnitt 3 und 4	DK1 Abschnitt 3 (Abschließende Deponieabdeckung) DK0 Abschnitt 2 (Abschließende Deponieabdeckung)
8	DK1 Abschnitt 5 DK0 Abschnitt 4	DK1 Abschnitt 4 (Abschließende Deponieabdeckung) DK0 Abschnitt 3 (Abschließende Deponieabdeckung)

Von den untersuchten Varianten stellen sich die Varianten 1, 2, 7 und 8 als immissionsseitig ungünstigste Varianten heraus. Dabei sind die Varianten 1 und 2 die ungünstigsten Varianten für die Wohnnutzungen in den umliegenden Ortschaften bzw. im Außenbereich. Die Varianten 7 und 8 stellen sich als ungünstigste Varianten für die Immissionsorte im Gewerbegebiet heraus. Dabei ergeben sich in den Varianten 2 und 7 die höchsten Geruchsbelastungen und in den Varianten 1 und 8 die höchsten Staubbelastungen. Daher beschränken sich die Beschreibungen und Ergebnisdarstellungen auf diese vier Betriebsvarianten.

2.3.1 Geruchsemissionen

Im Bereich der DK 0 sollen Bodenaushub (insbesondere Boden und Steine), Bauschutt (insbesondere Ziegel, Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik) und sonstige, gering belastete mineralische Abfälle eingebaut werden. Von diesen Einbaustoffen gehen keine relevanten Geruchsemissionen aus. Dementsprechend ist der Bereich der DK 0 nicht als beurteilungsrelevante Geruchsquelle anzusehen.

Im Bereich der DK 1 sollen vorrangig Schlacken aus der Hausmüllverbrennung (aufbereitete und gealterte HMV-Schlacke), Bodenaushub (insbesondere Boden und Steine), Bauschutt (insbesondere Beton, Ziegel, Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, Straßenaufbruch), Gießereisande und sonstige gering belastete mineralische Abfälle eingebaut werden. Auch diese Stoffe sind in der Regel als geruchslos zu charakterisieren. Allerdings kann HMV-Schlacke unter Umständen das Potential zur Freisetzung von Geruchsstoffen aufweisen.

HMV-Schlacke wird vor dem Einbau aufbereitet und „gealtert“, wobei das Material von Wertstoffen (Metallen) befreit und chemisch inertisiert wird. Die Aufbereitung und Alterung erfolgt nicht am geplanten Einbaustandort. Für frisch angelieferte, einbaufähige Schlacke wurde anhand von olfaktometrischen Messungen ein spezifischer Geruchsemissionswert von 0,15 GE/(m² s) bestimmt [3]. Bei dem untersuchten

Material handelte es sich um eine Schlacke aus einem Testbetrieb, bei dem aufgrund der Beimengung eines Zuschlagsstoffes verstärkte, geruchsträchtige Ammoniakemissionen auftraten. Der gemessene und hier zugrunde gelegte Geruchsemissionswert liegt daher über dem, was üblicherweise für frisch angelieferte Schlacke zu erwarten ist.

Die Geruchsemission nimmt mit zunehmender Lager-/Einbaudauer ab und ist dann nicht mehr wahrnehmbar. Für die Ermittlung des Geruchsstoffstromes wird daher jeweils die halbe Grundfläche eines jeweils betriebenen Einbaufeldes der DK 1 als Bezugsfläche herangezogen. Damit wird unterstellt, dass jeweils die halbe Grundfläche der Einbauabschnitte mit frisch angelieferter, offen eingebauter Schlacke belegt ist. Da der Einbau in einen Abschnitt über mehrere Jahre erfolgt, ist dieser Ansatz als hinreichend konservativ anzusehen. Für die einzelnen Einbaufelder ergeben sich damit die nachfolgend dargestellten Geruchsemissionen.

Tabelle 2: Geruchsemissionen der Einbaufelder DK1

Einbaufeld	m ²	GE/(m ² s)	GE/s
Einbaufeld 1	16.509	0,15	2.476
Einbaufeld 2	9.363	0,15	1.404
Einbaufeld 3	9.729	0,15	1.459
Einbaufeld 4	9.069	0,15	1.360
Einbaufeld 5	15.414	0,15	2.312

2.3.2 Staubemissionen

Relevante Staubemissionen beim Betrieb der Anlage ergeben sich bei Umschlagvorgängen sowie infolge von Aufwirbelungen durch den Fahrverkehr auf den Verkehrsflächen und Motoremissionen. Ferner ist die Relevanz von Staubemissionen infolge von Abwehungen des eingebauten Materials zu prüfen.

Aufgrund des Nahbereiches zwischen den Emissionsquellen der Anlage und den nächstgelegenen Immissionsorten (Gewerbegebiet) werden umfangreiche Minderungsmaßnahmen vorausgesetzt. Hierzu zählen die folgenden baulichen und organisatorischen Maßnahmen:

- Beschränkung der Fahrtgeschwindigkeit auf 10 km/h (für Lkw und Radlader),
- Regelmäßige Reinigung der befestigten Fahrtwege (befestigt meint in diesem Fall asphaltiert, betonierte oder gepflastert),
- Befestigung des ersten Teilabschnittes der bisher unbefestigten Zufahrt (direkte Zuwegung zu den DK 1 und DK0), solange die Sohlenbaumaßnahmen für der Bauabschnitte DK 1-5 und DK 0-4 dies zulassen und
- mobile Befeuchtung der unbefestigten Fahrtwege auf den Deponiegeländen mit Tankwagen während der Betriebszeit min. alle 3 Stunden jeweils 3 l/m², (gilt auch für den ersten Teilabschnitt der Zuwegung, wenn die Asphaltierung infolge des fortschreitenden Baus wieder abgebrochen werden muss).

Umschlagvorgänge

Die Ermittlung der Emissionen aus Umschlagvorgängen, Fahrverkehr und Haldenabwehung erfolgen auf Basis der VDI-Richtlinie 3790/3 [4]. Bei den Umschlagvorgängen wird dabei zwischen kontinuierlichen Verfahren

(z.B. Transportbändern) und diskontinuierlichen Verfahren (z.B. Radladertransport) sowie der Aufnahme von Material und dem Abwurf von Material unterschieden.

Der Emissionsfaktor für die Aufnahme und den Abwurf von Material wird nach den Gleichungen 8 und 10 der VDI-Richtlinie 3970/3 [4] wie folgt ermittelt:

$$q_{Auf} = q_{norm} * \rho_s * k_U \quad \text{Formel 1}$$

$$q_{Auf} = q_{norm,korr} * \rho_s * k_U \quad \text{Formel 2}$$

Dabei entspricht ρ_s der jeweiligen Materialdichte, k_U einem Umweltfaktor für bestimmte Aufnahme und Abwurfbedingungen (Halden, Aufgabetrichter, etc.), q_{norm} einem normierten Emissionsfaktor, der das Aufnahme- und Abwurfverfahren berücksichtigt und $q_{norm,korr}$ einem um die Abwurfhöhe und den jeweiligen Gerätetyp korrigierten Emissionsfaktor für den Materialabwurf.

Die Ermittlung von q_{norm} erfolgt differenziert nach kontinuierlichen und diskontinuierlichen Verfahren mit den Gleichungen 7a und 7b der VDI-Richtlinie 3790/3 [4]:

$$q_{norm} = a * 83,3 * \dot{M}^{-0,5} \quad (\text{kontinuierlich}) \quad \text{Formel 3}$$

$$q_{norm} = a * 2,7 * M^{-0,5} \quad (\text{diskontinuierlich}) \quad \text{Formel 4}$$

Der Faktor a beschreibt dabei die Staubneigung des umgeschlagenen Gutes nach Tabelle 3 der VDI-Richtlinie 3790/3 [4]. \dot{M} bezeichnet den kontinuierlichen Massenstrom in t/h, während M die Abwurfmenge eines Abwurfvorganges in t/Vorgang bei diskontinuierlichen Aufnahme- und Abwurfverfahren beschreibt. Da die Emissionen bei der Aufnahme von Gütern gemäß VDI-Richtlinie vorrangig durch das Verfahren und nicht durch die Aufnahmemenge bestimmt werden ist hierbei ein adäquater Wert für die Aufnahmemenge zu verwenden. Dieser wird in Anbetracht von Bild 7 der VDI-Richtlinie mit 100 t/Vorgang angesetzt.

Die Korrektur des normierten Emissionsfaktors für den Materialabwurf wird nach Gleichung 11 der VDI-Richtlinie 3790/3 [4] bestimmt:

$$q_{norm,korr} = q_{norm} * k_H * 0,5 * k_{Gerät} \quad \text{Formel 5}$$

Die Faktoren k_H und $k_{Gerät}$ beschreiben dabei den Einfluss von Abwurfhöhe und eingesetztem Gerät (z.B. Greifer, Transportband, Radlader). Der Faktor $k_{Gerät}$ ist dabei aus Tabelle 4 der VDI-Richtlinie 3790/3 [4] abzulesen, während k_H nach Gleichung 12 der Richtlinie zu ermitteln ist:

$$k_H = \left(\frac{H_{frei} + H_{Rohr} * k_{Reib}}{2} \right)^{1,25} \quad \text{Formel 6}$$

Dabei beschreibt H_{frei} die freie Fallhöhe, während H_{Rohr} den Höhenunterschied, der in einem Beladerohr oder auf einer Rutsche/Schüttgasse zurücklegt wird, wiedergibt. Der Faktor k_{Reib} beschreibt die dabei auftretende Reibung.

Für die Ermittlung der Emissionen aus den Umschlagvorgängen wird für die Immissionsprognose zwischen den Baumaßnahmen zur Herstellung der Sohle bzw. zur Abdeckung und dem eigentlichen Einbau des Deponegutes unterschieden.

Beim Baumaterial handelt es sich neben Erdmaterial auch um Drainagematerial (Sand, Kies, Schotter), Kunststoffrohre, Dichtmaterial und Ähnlichem. Hierbei erfolgt die Anlieferung per Lkw (Zuladung 25 t/Fzg.) und ein anschließender Einbau mittels Radlader. Für das verwendete Material wird die Eigenschaft schwach staubend und eine mittlere Schüttdichte von 1,5 t/m³ angesetzt.

Die für den Einbau auf der Deponie vorgesehenen Abfälle verfügen über unterschiedliche Staubeigenschaften. Während für Bodenaushub (erdfeuchtes Bodenmaterial) und HMV-Schlacke die Eigenschaft „Staub nicht wahrnehmbar“ angesetzt werden kann, ist dem Bauschutt und den Gießereisanden eher eine schwache Staubeignung zuzurechnen. Die Anlieferung dieser Stoffe erfolgt ebenfalls per Lkw (Zuladung 25 t/Fzg.), wobei das Abladen unmittelbar am Einbauort erfolgt. Eine nochmalige Aufnahme durch Radlader erfolgt nicht. Als mittlere Schüttdichte werden wieder $1,5 \text{ t/m}^3$ angesetzt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die so ermittelten Staubemissionsfaktoren (Gesamtstaub) für die einzelnen Vorgänge zusammengestellt.

Tabelle 3: Staubemissionsfaktoren für Umschlagvorgänge

Vorgang	Staubigkeit - a	Schütt- dichte t/m ³ ρ	Abwurf/Aufnahme t/Vorgang t/h M	Abwurfhöhe m H _{frei}	Umweltfaktor -	Gerätefaktor -	Emissionsfaktor g/t q _{Auf}
Anlieferung Deponiematerial (schwach staubend, Lkw)	31,6	1,5	25	1	0,9	1,5	7,27
Anlieferung Deponiematerial (Staub nicht wahrnehmbar, Lkw)	10,0	1,5	25	1	0,9	1,5	2,30
Anlieferung Bau-/Profilmaterial (Lkw)	31,6	1,5	25	1	0,9	1,5	7,27
Aufnahme für Einbau (Radlader)	31,6	1,5	100 ¹		0,9	1,0	11,53
Abwurf für Einbau (Radlader)	31,6	1,5	4	1	0,9	1,5	18,17

¹ Adäquater Massenstrom für eine, dem Verfahren Aufnahme mit Radlader entsprechende, Staubemission nach Bild 7 VDI-Richtlinie 3790/3

Die im Rahmen der Immissionsprognose berücksichtigte Verteilung der angenommenen Stoffe (im Hinblick auf die Staubeigenschaft) orientiert sich an den Bedarfsnachweisen für die beiden Deponieklassen. Daraus ergeben sich die folgenden Verteilungen:

- Materialzugang DK0/Materialzugang DK1: 0,413/0,587
- DK0 schwach staubend/Staub nicht wahrnehmbar: 0,223/0,777
- DK1 schwach staubend/Staub nicht wahrnehmbar: 0,198/0,802

Hinsichtlich der Verteilung der emittierten Stäube in die Staubklassen wird einer Empfehlung des hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) [5] gefolgt, wobei 25 % der Emissionen den Feinstäuben (pm-1 und pm-2) zugeordnet werden und 75 % den Reststäuben (pm-u). Die angenommene Aufteilung der Fraktionen pm-1 und pm-2 orientiert sich an den Angaben von Anhang 2 Nr. 4 TA Luft [1] mit einem Verhältnis pm-1/pm-2 von 0,3/0,7.

Ausgehend von einer maximalen Anliefermenge von 440.000 t/a Deponiematerial und 110.000 t/a Baumaterial und einer Betriebszeit von 10 h/d bzw. 220 d/a ergeben sich für die Betriebszeit die folgenden, umschlagbedingten Staubemissionsmassenströme.

Tabelle 4: Staubmassenströme für Umschlagvorgänge

Vorgang	Feinstaub	Schwebstaub	Reststaub
	g/s pm-1	g/s pm-2	g/s pm-u
Anlieferung Deponiematerial (schwach staubend, Lkw)	0,00352	0,00822	0,03521
Anlieferung Deponiematerial (Staub nicht wahrnehmbar, Lkw)	0,00451	0,01053	0,04512
Anlieferung Deponiematerial (schwach staubend, Lkw)	0,00279	0,00651	0,02789
Anlieferung Deponiematerial (Staub nicht wahrnehmbar, Lkw)	0,00307	0,00717	0,03071
Anlieferung Bau-/Profilmaterial (Lkw)	0,00757	0,01767	0,30289
Aufnahme für Einbau (Radlader)	0,01201	0,02802	0,48027
Abwurf für Einbau (Radlader)	0,01893	0,04417	0,75723

Fahrverkehr

Betriebsbedingter Fahrverkehr ergibt sich aus der Anlieferung mittels Lkw, den Umschlagvorgängen für Baumaßnahmen sowie beim Einbau des Deponiegutes durch die Befestigung mittels Raupe. Bei den Verkehrsflächen ist dabei zwischen unbefestigten Wegen und befestigten Wegen zu unterscheiden.

Als befestigt gelten im Rahmen dieser Immissionsprognose Wege, die asphaltiert, betoniert oder gepflastert sind. Alle übrigen Wege gelten als unbefestigt.

Die Ermittlung der Emissionen aus dem Fahrverkehr auf unbefestigten und befestigten Flächen erfolgt auf Basis der VDI-Richtlinie 3790/4 [7] Gleichung 1 (unbefestigt, hier Formel 7) und Gleichung 2 (befestigt, hier Formel 8):

$$q_{uF} = k_{Kgv} * \left(\frac{s}{12}\right)^a * \left(\frac{W}{2,7}\right)^b * \left(1 - \frac{p}{365}\right) * (1 - k_M) \quad \text{Formel 7}$$

$$q_{bF} = k_{Kgv} * (sL)^{0,91} * (W * 1,1)^{1,02} * \left(1 - \frac{p}{3 * 365}\right) * (1 - k_M) \quad \text{Formel 8}$$

Dabei sind q_{uF} und q_{bF} die Emissionsfaktoren in g/(km Fahrzeug) auf unbefestigten bzw. befestigten Flächen. Der Parameter k_{Kgv} beschreibt den Faktor zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung, W die mittlere Fahrzeugmasse und P die Anzahl der Tage pro Jahr mit mehr als 1 mm natürlichem Niederschlag und k_M die Kennzahl zur Wirksamkeit der Emissionsminderungsmaßnahmen.

Der Parameter a beschreibt einen korngrößenabhängiger Exponent, b einen weiteren Exponenten (siehe dazu Tabelle 1 der VDI-Richtlinie), S der Feinkornanteil des Straßenmaterials in % bzw. sL die Staubbeldung der Straße in g/m².

Der natürliche Niederschlag wird gemäß Abbildung A1 der VDI-Richtlinie mit 105 d/a angesetzt. Für den Minderungsfaktor kM wird ein Wert von 0,4 berücksichtigt. Dieser kann beispielsweise durch die Begrenzung der Fahrtgeschwindigkeit auf dem Anlagengelände auf 10 km/h erreicht werden. Eine zusätzliche Minderung durch die bedarfsgerechte Befeuchtung der unbefestigten Verkehrswege in Richtung der Einbaufelder durch Tankfahrzeuge wird mit dem Faktor 0,5 berücksichtigt. Hier ist während der Betriebszeit (Anlieferung) eine Befeuchtung mindestens alle 3 Stunden jeweils 3 l/m² sicherzustellen. Weiterhin ist eine regelmäßige Reinigung der befestigten Fahrflächen mittels Kehrmaschine vorzusehen. Eine damit verbundene Staubbinderung geht über die Staubbeldung in die Emissionsermittlung ein.

Als Feinkornanteil S wird für das Deponiegelände und die unbefestigte Zufahrt der Wert für Baustellenbereiche aus VDI-Richtlinie 3790/4 mit 8,5 % angenommen. Die Staubbeldung der befestigten Zufahrtswege kann unter Berücksichtigung der Minderungsmaßnahmen als mäßig angenommen werden und hierfür ein Wert von 10 g/m² angesetzt.

Die mittlere Fahrzeugmasse wird für jeden Fahrzeugtyp (Lkw, Radlader, Raupe) separat ermittelt. Bei den Lkw wird dabei das Mittel zwischen befüllter Anfahrt und leerer Abfahrt gebildet. Die Fahrtwege ergeben sich in Abhängigkeit der jeweils angefahrenen Bauabschnitte. Die nachfolgende Tabelle gibt die angenommenen mittleren Fahrzeugmassen, sowie die daraus resultierenden Emissionsfaktoren wieder.

Tabelle 5: spezifische Emissionsfaktoren durch Aufwirbelung

	Fahrzeugmasse t	q (pm-1) g/km	q (pm-2) g/km	q (pm-u) g/km
befestigte Fahrwege				
Zufahrt Deponie (Lkw)	28	3,31	10,37	57,59
unbefestigte Fahrwege				
Zufahrt Deponie (Lkw)	28	18,85	170,57	474,73
Einbau Deponiematerial (Raupe)	25	35,83	324,18	902,25
Verteilung Baumaterial (Radlader)	31	39,47	357,13	993,96
Einbau Baumaterial (Raupe, Walze)	25	35,83	324,18	902,25

Mit diesen Emissionsfaktoren und den ermittelten Fahrtwegen und maximalen Fahrtvorgängen ergeben sich für die Betriebsvarianten 1 und 8 die nachfolgend zusammengestellten Staubbmissionen infolge von Aufwirbelungen. Die eingetragenen Fahrtstrecken berücksichtigen bereits die Hin- und Rückfahrt.

Tabelle 6: Staubemissionen durch Aufwirbelung von Fahrtwegen, Variante 1

	Vorgänge n/d	Fahrtstrecke km/Vorgang	Q (pm-1) g/s	Q (pm-2) g/s	Q (pm-u) g/s
befestigte Fahrwege					
Zufahrt Deponie (Lkw)	100	0,80	0,00735	0,02305	0,12797
Zufahrt Deponie (Lkw)	100	0,36	0,00331	0,01037	0,05759
unbefestigte Fahrwege					
Zufahrt Deponiematerial DK1 (Lkw)	47	1,00	0,02461	0,22269	0,61979
Zufahrt Deponiematerial DK0 (Lkw)	33	0,60	0,01037	0,09381	0,26110
Zufahrt Baumaterial DK1 (Lkw)	13	0,80	0,00545	0,04928	0,13714
Zufahrt Baumaterial DK0 (Lkw)	7	0,40	0,00147	0,01327	0,03692
Einbau Deponiematerial DK1 (Raupe)	1	3,00	0,00299	0,02702	0,07519
Einbau Deponiematerial DK0 (Raupe)	1	3,00	0,00299	0,02702	0,07519
Verteilung Baumaterial DK1 (Radlader)	81	0,06	0,00533	0,04821	0,13418
Verteilung Baumaterial DK0 (Radlader)	44	0,06	0,00289	0,02619	0,07289
Einbau Baumaterial DK1 (Raupe, Walze)	1	3,00	0,00299	0,02702	0,07519
Einbau Baumaterial DK0 (Raupe, Walze)	1	3,00	0,00299	0,02702	0,07519

Tabelle 7: Staubemissionen durch Aufwirbelung von Fahrtwegen, Variante 8

	Vorgänge n/d	Fahrtstrecke km/Vorgang	Q (pm-1) g/s	Q (pm-2) g/s	Q (pm-u) g/s
befestigte Fahrwege					
Zufahrt Deponie (Lkw)	100	0,80	0,00735	0,02305	0,12797
unbefestigte Fahrwege					
Zufahrt Deponie (Lkw)	100	0,36	0,01885	0,17057	0,47473
Zufahrt Deponiematerial DK1 (Lkw)	47	0,20	0,00492	0,04454	0,12396
Zufahrt Deponiematerial DK0 (Lkw)	33	0,20	0,00346	0,03127	0,08703
Zufahrt Baumaterial DK1 (Lkw)	13	0,30	0,00204	0,01848	0,05143
Zufahrt Baumaterial DK0 (Lkw)	7	0,25	0,00092	0,00829	0,02308
Einbau Deponiematerial DK1 (Raupe)	1	3,00	0,00299	0,02702	0,07519
Einbau Deponiematerial DK0 (Raupe)	1	3,00	0,00299	0,02702	0,07519
Verteilung Baumaterial DK1 (Radlader)	81	0,06	0,00533	0,04821	0,13418
Verteilung Baumaterial DK0 (Radlader)	44	0,06	0,00289	0,02619	0,07289
Einbau Baumaterial DK1 (Raupe, Walze)	1	3,00	0,00299	0,02702	0,07519
Einbau Baumaterial DK0 (Raupe, Walze)	1	3,00	0,00299	0,02702	0,07519

Zusätzlich zu den Aufwirbelungen sind Staubemissionen aus den Motorabgasen der anliefernden Lkw, des Radladers und der Raupe zu berücksichtigen. Hierfür wird aus dem Handbuch „Emission Factors for Road Transport“ (HBEFA) [8] der Emissionsfaktor für schwere Nutzfahrzeuge (Flottenzusammensetzung 2020, Erschließungsstraße, stop&go) mit 0,009 g/km entnommen. Dieser Wert ist vollständig als PM_{2,5} (pm-1) anzusetzen. Mit den oben angegebenen Fahrtstrecken und Fahrfrequenzen ergeben sich daraus die folgenden Emissionsmassenströme:

Tabelle 8: Staubemissionen durch Motoremissionen, Variante 1

	Vorgänge n/d	Fahrtstrecke km/Vorgang	Q (pm-1) g/s
Zufahrt Deponie (Lkw)	100	0,80	2,000E-05
Zufahrt Deponie (Lkw)	100	0,36	9,000E-06
Zufahrt Deponiematerial DK1 (Lkw)	47	1,00	1,175E-05
Zufahrt Deponiematerial DK0 (Lkw)	33	0,60	4,950E-06
Zufahrt Baumaterial DK1 (Lkw)	13	0,80	2,600E-06
Zufahrt Baumaterial DK0 (Lkw)	7	0,40	7,000E-07
Einbau Deponiematerial DK1 (Raupe)	1	3,00	7,500E-07
Einbau Deponiematerial DK0 (Raupe)	1	3,00	7,500E-07
Verteilung Baumaterial DK1 (Radlader)	81	0,06	1,215E-06
Verteilung Baumaterial DK0 (Radlader)	44	0,06	6,600E-07
Einbau Baumaterial DK1 (Raupe, Walze)	1	3,00	7,500E-07
Einbau Baumaterial DK0 (Raupe, Walze)	1	3,00	7,500E-07

Tabelle 9: Staubemissionen durch Motoremissionen, Variante 8

	Vorgänge n/d	Fahrtstrecke km/Vorgang	Q (pm-1) g/s
Zufahrt Deponie (Lkw)	100	0,80	2,000E-05
Zufahrt Deponie (Lkw)	100	0,36	2,350E-06
Zufahrt Deponiematerial DK1 (Lkw)	47	0,20	1,650E-06
Zufahrt Deponiematerial DK0 (Lkw)	33	0,20	9,750E-07
Zufahrt Baumaterial DK1 (Lkw)	13	0,30	4,375E-07
Zufahrt Baumaterial DK0 (Lkw)	7	0,25	7,500E-07
Einbau Deponiematerial DK1 (Raupe)	1	3,00	7,500E-07
Einbau Deponiematerial DK0 (Raupe)	1	3,00	1,215E-06
Verteilung Baumaterial DK1 (Radlader)	81	0,06	6,600E-07
Verteilung Baumaterial DK0 (Radlader)	44	0,06	7,500E-07
Einbau Baumaterial DK1 (Raupe, Walze)	1	3,00	7,500E-07
Einbau Baumaterial DK0 (Raupe, Walze)	1	3,00	2,350E-06

Haldenabwehung

Auf dem Anlagengelände können neben den aktiven Emissionsquellen aus dem Umschlag und Fahrverkehr auch passive Emissionen durch die Abwehung von angeliefertem, aber noch nicht eingebautem Material ausgehen. Nach VDI-Richtlinie 3790/2 [9] kommt es unterhalb einer Windgeschwindigkeit von 4 bis 5 m/s (gemessen in einer Höhe von 10 m über Grund) zu keiner nennenswerten Abwehung. Gleichsam gehen hohe Windgeschwindigkeiten häufig mit Niederschlägen einher, durch die die Staubemissionen wieder gemindert werden. Damit kann die Winderosion von Halden bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 2 bis 3 m/s (gemessen in 10 m über Grund) in der Regel vernachlässigt werden.

Für den Anlagenstandort wurde im Rahmen der Übertragbarkeitsprüfung eine mittlere Windgeschwindigkeit in 17 m Höhe von 3,7 m/s ermittelt. Für eine Bezugshöhe von 10 m ergibt sich mit der angesetzten Rauigkeitslänge von 0,02 m anhand des logarithmischen Windprofils eine mittlere Geschwindigkeit von 3,4 m/s. Daher können Abwehungen infolge der Windgeschwindigkeit nicht von vornherein als irrelevant angesehen werden.

Ein weiteres Beurteilungskriterium für die Relevanz von Abwehungen besteht in der Frage, ob dauerhaft genügend abwehbares Material verfügbar ist. Dies ist nach VDI-Richtlinie 3790/3 dann der Fall, wenn die Umschlaghäufigkeit mindestens $10/a$ beträgt. Die Umschlaghäufigkeit des Einbaumaterials, wie des Baumaterials beträgt lediglich $1/a$. Allerdings befindet sich stets frisches Material auf der Einbaufläche. Dementsprechend können relevante Abwehungen von den Einbauflächen nicht ausgeschlossen werden und sind zu berücksichtigen.

Anhaltspunkte für die Größenordnung der anzusetzenden Emissionen können der Abbildung 6 der zwischenzeitlich ersetzten VDI-Richtlinie 3790/2 vom Dezember 2000 [9] entnommen werden. Dabei ergibt sich für sandiges Material bei Windgeschwindigkeiten zwischen 7,5 m/s und 15 m/s (Maximalgeschwindigkeit der verwendeten Zeitreihe) eine Spanne des Emissionsfaktors von $0,08 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ h})$ bis $2 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ h})$. Für die Ausbreitungsrechnung wird in Anbetracht der mittleren Windgeschwindigkeit (skaliert auf 10 m Höhe) von 3,4 m/s ein Emissionsfaktor von $0,5 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ h})$ in Ansatz gebracht. Die Aufteilung in Fein-, Schweb- und Reststäube erfolgt analog zur Verteilung bei den Umschlagvorgängen.

Als Bezugsfläche ist hier eine Flächengröße anzunehmen, von der im Rahmen eines realistischen Betriebes abwehbares Material vorliegt. Für die Immissionsprognose wird dabei eine Fläche von 7.000 m^2 angesetzt. Dies entspricht bei einer maximalen Liefermenge von 2.500 t/d, der Schüttdichte von $1,5 \text{ t}/\text{m}^3$ und einer mittleren Einbauhöhe von 0,5 m der Fläche, die innerhalb von ca. 2,5 d belegt wird. Für den praktischen Betrieb ist davon auszugehen, dass innerhalb dieses Zeitraumes die Beprobung des Materials vor Ort sowie eine hinreichende Verdichtung durch den Einbau erfolgt. Nach der Verdichtung durch den Einbau ist eine relevante Emission durch Abwehung nicht mehr zu erwarten.

Unter diesen Bedingungen resultieren die nachfolgend zusammengestellten Staubemissionen durch Abwehung.

Tabelle 10: Staubemission durch Abwehung

Bezugsfläche	m^2	7.000
q	$\text{g}/(\text{m}^2 \text{ h})$	0,5
Betrieb	h/a	bei Windgeschwindigkeiten $\geq 4,0 \text{ m/s}$
Feinstaubemissionen (pm-1)	g/s	0,07292
Schwebstaubemission (pm-2)	g/s	0,17014
Reststaubemission (pm-u)	g/s	0,72917
Gesamtemission	g/s	0,97223

2.4 Vorbelastungen

Im Bereich des angrenzenden Gewerbegebietes sowie innerhalb des ehemaligen Tagebaugebietes befinden sich mehrere Anlagen, von denen ihrerseits Vorbelastungen für Gerüche und Stäube ausgehen können.

Hierzu zählen:

- Binas Bau GmbH (Maurer-, Putz-, Beton- und Estricharbeiten),
- Natursteinmanufaktur Tänzer & Beinemann (Steinmetz, Bildhauer),
- Dykerhoff Transportbeton Thüringen GmbH (Herstellung von Transportbeton) und
- Abfallwirtschaft Sachsen-Anhalt Süd AÖR (Grünschnittkompostierung und Deponiegasverwertung).

Zudem befindet sich in der Ortslage Schleberoda die Rinderhaltungsanlage (Milchvieh und Aufzucht) der Agrargenossenschaft Gleina e.G., die als lokale Vorbelastung für Gerüche und Stäube anzusehen ist.

2.5 Immissionsorte

Grundlage für die Beurteilung der immissionsschutzrechtlichen Relevanz der Umgebung ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [10]: „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.“

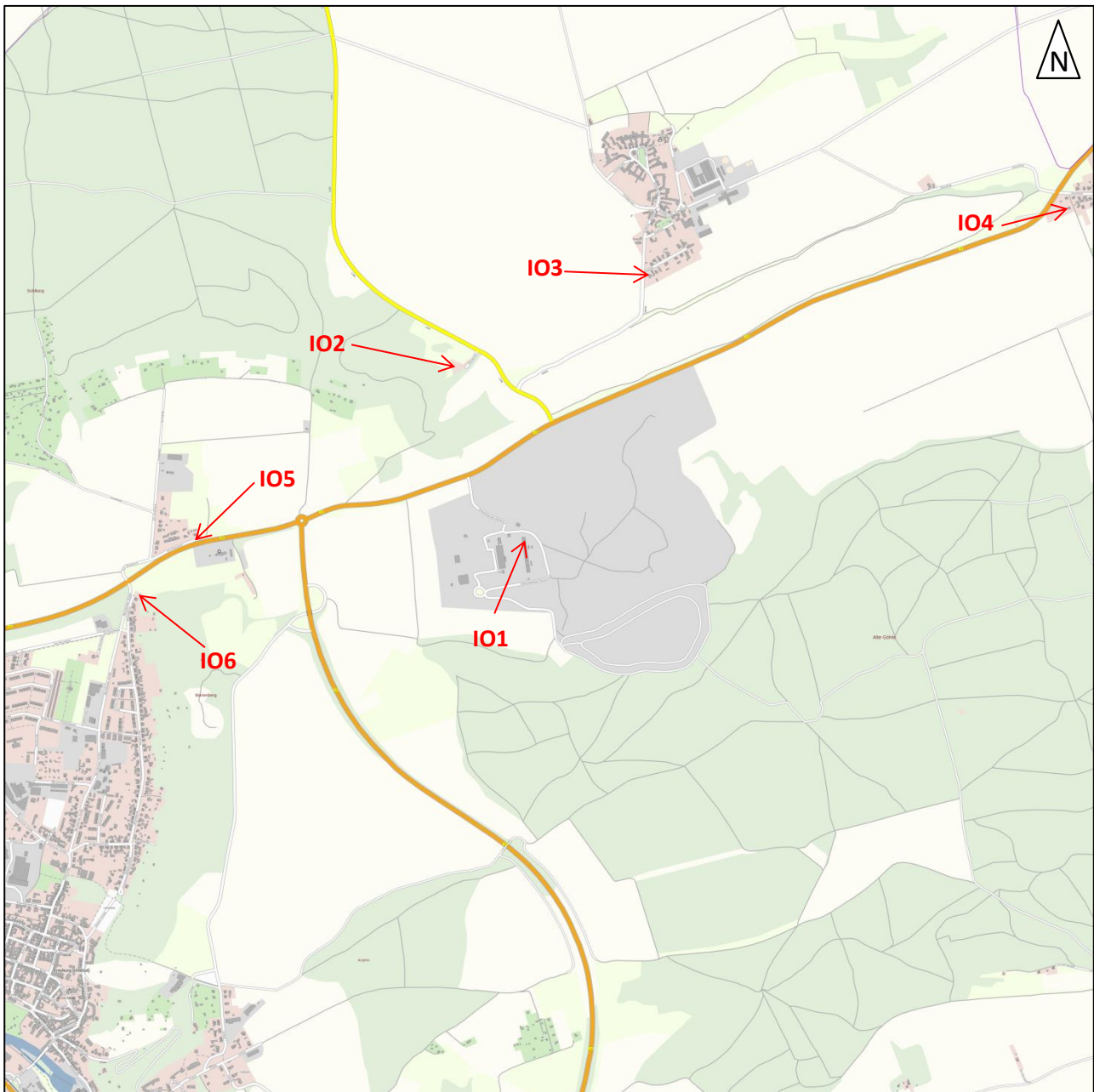
Die Beurteilung der Geruchsmissionen nach Anhang 7 der TA Luft sowie für Staubmissionen in der Umgebung der geplanten Anlage erfolgen für das Schutzgut Mensch. Relevante Immissionsorte für Gerüche und Stäube sind Orte, an denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten, d.h. im Sinne TA Luft, Ziffer 4.6.2.6 das Schutzgut Mensch nicht nur vorübergehend exponiert ist.

Zu bewerten ist der Schutz der menschlichen Gesundheit nach TA Luft, Ziffer 4.2 in Bezug auf Schwebstaub ($PM_{2,5}$ und PM_{10}) und der Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag und Geruchswahrnehmungen.

Im Hinblick auf das Schutzgut Mensch sind insbesondere die nächstgelegenen Wohnnutzungen zu beachten. Ferner sind auch die, für einen dauerhaften Aufenthalt von Mitarbeitern ausgelegten Arbeitsstätten der benachbarten Betriebe (Büroräume, Werkstätten etc.) zu berücksichtigen. Im Vorgriff auf die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen werden die folgenden Wohn- und Gewerbenutzungen als maßgebliche Immissionsorte ausgewählt:

- IO1 Gewerbegebiet Kiesgrube
- IO2 Wohnbebauung Steinbruch (Außenbereich)
- IO3 Wohnbebauung Siedlung 1, Schleberoda
- IO4 Wohnbebauung Zeuchfeld 2B, Zeuchfeld
- IO5 Wohnbebauung Am Ententeich 9, Freyburg
- IO6 Wohnbebauung Marienberge 85, Freyburg

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



Immissionsorte rot markiert

Abbildung 5: Lage der maßgeblichen Immissionsorte

3 Bewertungsgrundlagen

3.1 Bewertung der Geruchsmissionen

Die von der Anlage ausgehenden Geruchsemissionen können grundsätzlich belästigen. Deshalb ist, eine Emissionsbegrenzung nach Stand der Technik vorausgesetzt, zu prüfen, inwieweit diese Belästigungen erheblich und damit unzulässig sind.

Die Beurteilung von Geruchsmissionen erfolgt nach Anhang 7 der TA Luft [1]. Dabei sind Geruchsmissionen zu beurteilen, wenn sie nach ihrer Herkunft aus Anlagen erkennbar, das heißt abgrenzbar sind gegenüber Gerüchen aus dem Kraftfahrzeugverkehr, dem Hausbrandbereich, der Vegetation, landwirtschaftlichen Düngemaßnahmen oder ähnlichem. Dabei stellt die Geruchshäufigkeit (Gesamtbelastung) die Bewertungsgröße dar, mit der eine sachgerechte und hinreichend genaue Beschreibung des Belästigungsgrades von Anwohnerinnen und Anwohnern möglich ist.

Dabei werden in Abhängigkeit von verschiedenen Nutzungsgebieten Immissionswerte als Maßstab für die höchstzulässige Geruchsmission festgelegt:

- Wohn- und Mischgebiete, Kerngebiete mit Wohnen, urbane Gebiete - Immissionswert 0,10,
- Wohnnutzungen in Gewerbe-/Industriegebieten, Kerngebiete ohne Wohnen – Immissionswert 0,15,
- Arbeitsstätten in Gewerbe-/Industriegebieten – Immissionswert bis 0,25,
- Dorfgebiete und Siedlungsgebiete, die durch eine unmittelbare Nachbarschaft zu Tierhaltungen geprägt sind – Immissionswert 0,15 für Gerüche durch Tierhaltungsanlagen,
- Außenbereich – Immissionswert 0,20 (Regelfall) bis 0,25 (Einzelfall) für Gerüche durch Tierhaltungsanlagen.

Sonstige Gebiete, in denen sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten, sind entsprechend den Grundsätzen des Planungsrechtes in die vorgenannten Kategorien einzuordnen. Wenn gewerblich, industriell oder hinsichtlich ihrer Geruchsauswirkungen vergleichbar genutzte Gebiete und zum Wohnen dienende Gebiete aneinandergrenzen, können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionswerte auf geeignete Zwischenwerte erhöht werden, soweit dies nach der gegenseitigen Pflicht zur Rücksichtnahme erforderlich ist. Wesentliche Kriterien zur Festlegung der Höhe der Zwischenwerte sind die Prägung des Einwirkungsbereiches durch den Umfang der Wohnbebauung und gewerblichen/industriellen oder sonstigen Nutzung, die Ortsüblichkeit der Geruchsauswirkung und die Frage, welche der unverträglichen Nutzungen zuerst verwirklicht wurde.

Die Genehmigung für eine Anlage soll auch bei Überschreitung der vorgenannten Immissionswerte nicht wegen der Geruchsmissionen versagt werden, wenn der von dem zu beurteilenden Vorhaben zu erwartende Immissionsbeitrag (Zusatzbelastung) auf keiner Beurteilungsfläche, auf der sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten, den Wert 0,02 überschreitet. Bei Einhaltung dieses Wertes ist davon auszugehen, dass das Vorhaben die belästigende Wirkung der Vorbelastung nicht relevant erhöht (Irrelevanzkriterium). In Fällen, in denen übermäßige Kumulationen durch bereits vorhandene Anlagen befürchtet werden, ist zusätzlich zu den erforderlichen Berechnungen auch die Gesamtbelastung im Istzustand in die Beurteilung einzubeziehen. D. h. es ist zu prüfen, ob bei der Vorbelastung noch ein zusätzlicher Beitrag von 0,02 toleriert werden kann. Eine Gesamtzusatzbelastung von 0,02 ist auch bei übermäßiger Kumulation als irrelevant anzusehen.

Die Immissionskenngrößen der Geruchsbelastung werden über Beurteilungsflächen gemittelt. Diese stellen quadratische Teilflächen des Beurteilungsgebietes dar, deren Seitenlänge bei weitgehend homogener Geruchsbelastung in der Regel 250 m beträgt. Eine Verkleinerung der Beurteilungsfläche soll gewählt werden, wenn außergewöhnlich ungleichmäßig verteilte Geruchsimmissionen auf Teilen von Beurteilungsflächen zu erwarten sind, so dass sie mit den Vorgaben nach Satz 1 auch nicht annähernd zutreffend erfasst werden können. Dies ist in der Regel der Fall, wenn sich die beurteilungsrelevanten Kenngrößen zweier benachbarter Beurteilungsflächen (die zur Beurteilung heranzuziehen sind) um mehr als 0,04 unterscheiden. Entsprechend ist auch eine Vergrößerung der Beurteilungsfläche zulässig, wenn innerhalb dieser Fläche eine weitgehend homogene Geruchsstoffverteilung gewährleistet ist. Die Kenngröße einer Beurteilungsfläche ist der gewichtete Mittelwert aus den Punkten des Rechengitters, die innerhalb einer Beurteilungsfläche liegen.

Im vorliegenden Fall ergeben sich insbesondere im Bereich des Gewerbegebietes hohe Gradienten durch die unmittelbare Nähe zu den teilweise geruchsrelevanten Einbauflächen. Daher wird für die Beurteilung von der Bildung von Beurteilungsflächen abgesehen und eine aufpunktgenaue Betrachtung vorgenommen.

3.2 Bewertung der Staubimmissionen

Stäube in der Umgebungsluft werden durch die Atemwege aufgenommen und in Abhängigkeit ihrer Größe in Nase und Rachen abgeschieden. Mit abnehmender Partikelgröße dringen die Staubteilchen tiefer in die Lungen ein (thorakotale Schwebstaub) und transportieren dabei die anhaftenden Stoffe (z.B. Schwermetalle) und Organismen (Bakterien, Viren) ins Körperinnere. Alveolengängige Stäube werden schließlich innerhalb der Lungenbläschen abgelagert und können in Abhängigkeit des Expositionszeitraumes zu Atemwegsbeschwerden und –erkrankungen wie Atemnot, chronischem Auswurf und Bronchitis führen.

Im Gegensatz zur Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch Schwebstaub, stellt die Deposition der Staubpartikel, sofern sie nicht aufgewirbelt und eingeatmet werden, eine bloße Belästigung dar, die erheblich oder unerheblich sein kann.

Aufgrund der potentiellen Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch Schwebstaub und der Belästigungswirkung des Staubniederschlages werden in der TA Luft für Stäube ohne Berücksichtigung der Inhaltsstoffe die in Tabelle 11 aufgezeigten Immissionswerte aufgeführt.

Tabelle 11: Immissionswerte für Stäube nach TA Luft

Nr.	Schutzziel/Bemerkung	Größe	Immissionswert
4.2.1 TA Luft	Schutz menschlicher Gesundheit	Schwebstaub (PM ₁₀), IJG	40 µg/m ³
		Schwebstaub (PM ₁₀), ITG	50 µg/m ³ , 35 Überschreitungen pro Jahr
4.2.1 TA Luft	Schutz menschlicher Gesundheit	Schwebstaub (PM _{2,5}), IJG	25 µg/m ³
4.3.1.1 TA Luft	Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen	Staubniederschlag, nicht gefährdender Staub, IJG	0,35 g/(m ² d)

4 Ausbreitungsrechnung für Geruch und Staub

4.1 Rechenmodell

Grundlage der Immissionsbeurteilung in der TA Luft 2021 [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 LASAT 3.4 [2]. Im Anhang 2 der TA Luft wird für die Ausbreitungsrechnung ein Lagrangesches Partikelmodell nach der Richtlinie VDI 3945/3 [11] festgelegt. Das Rechenprogramm LASAT 3.4 ist eine beispielhafte Umsetzung der Vorgaben des Anhangs 2 und bildet die Grundlage für das Programm AUSTAL [12], das im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellt wurde [13].

Für die Beurteilung von Gerüchen ist 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. Gemäß Anhang 2 Nr. 5 TA Luft ist im Rahmen der Ausbreitungsrechnung die Stunde als Geruchsstunde zu werten, wenn der Mittelwert der Konzentration des Geruchstoffes größer als die Beurteilungsschwelle c_{BS} mit dem Wert $0,25 \text{ GE}_E/\text{m}^3$ ist. Die Anzahl der Geruchsstunden wird aufsummiert und in das Verhältnis zu der Gesamtzahl der ausgewerteten Stunden gesetzt. Das Ergebnis ist die relative Häufigkeit der Geruchsstunden.

Die Berechnung der Staubimmissionen erfolgen für das Jahresmittel der Schwebstaubkonzentration ($\text{PM}_{2,5}$ und PM_{10}) sowie für das Tagesmittel der Schwebstaubkonzentration (PM_{10}) und Jahresmittels der Staubdeposition (Gesamtstaub) als gewichtete Mittelwerte der ausgewerteten Stunden. Die Aufteilung der Staubemissionen erfolgt nach TA Luft Anhang 2 Punkt 4 auf vier Größenklassen mit verschiedenen Sedimentations- und Depositionsgeschwindigkeiten. Die aerodynamischen Durchmesser (d_a) dieser Klassen, ihre Sedimentations- (v_s) und Depositionswerte (v_D), der Auswaschfaktor λ , die Auswaschrates κ sowie ihre Bezeichnung bei der Eingabe in das Rechenprogramm sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 12: Staubklassen nach TA Luft

Klasse	d_a [μm]	v_s [m/s]	v_D [m/s]	λ [1/s]	κ [-]	Bezeichnung
1	< 2,5	0,00	0,001	$0,3 \cdot 10^{-4}$	0,8	pm-1; pm25-1
2	2,5 – 10	0,00	0,01	$1,5 \cdot 10^{-4}$	0,8	pm-2
3	10 – 50	0,04	0,05	$4,4 \cdot 10^{-4}$	0,8	pm-3
4	> 50	0,15	0,20	$4,4 \cdot 10^{-4}$	0,8	pm-4

Ist die Korngrößenklasse nicht im Einzelnen bekannt, dann ist PM_{10} aus diffusen Quellen wie Staub der Klasse 2, PM_{10} aus gefassten Quellen zu 30 Masseprozent wie Staub der Klasse 1 und zu 70 Masseprozent wie Staub der Klasse 2 zu behandeln. Für Staub mit einem aerodynamischen Durchmesser $> 10 \mu\text{m}$ ist für v_s 0,06 m/s, für v_D 0,07 m/s, für λ $4,4 \cdot 10^{-4}$ 1/s und für κ 0,08 zu verwenden. Die benannten Parameter sind im verwendeten Rechenprogramm durch den Parameter pm-u definiert.

4.2 Modellparameter der Ausbreitungsrechnung

4.2.1 Koordinatensystem

Entsprechend dem Konzept von LASAT 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 13: UTM-Koordinaten des Nullpunktes des lokalen Koordinatensystems

Bezugsfläche	ETRS89-Ellipsoid
RW	32695000
HW	5679000

4.2.2 Rechengebiet und Rechengitter

Gemäß Punkt 8 Anhang 2 der TA Luft 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. Für die Ausbreitungsrechnung wurde ein Rechengebiet von 5.760 m x 5.760 m mit der Anlage im Zentrum gewählt. 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. In das Rechengebiet wurde ein Rechengitter mit 64 m Maschenweite festgelegt und feinere Netze mit 32, 16, 8 und 4 m Maschenweite eingeschachtelt. Die Aufteilung des Rechengebietes in Rechengitter ist der folgenden Abbildung 6 zu entnehmen. Die Definition der Rechengitter kann der Protokolldatei im Anhang 7.2 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.

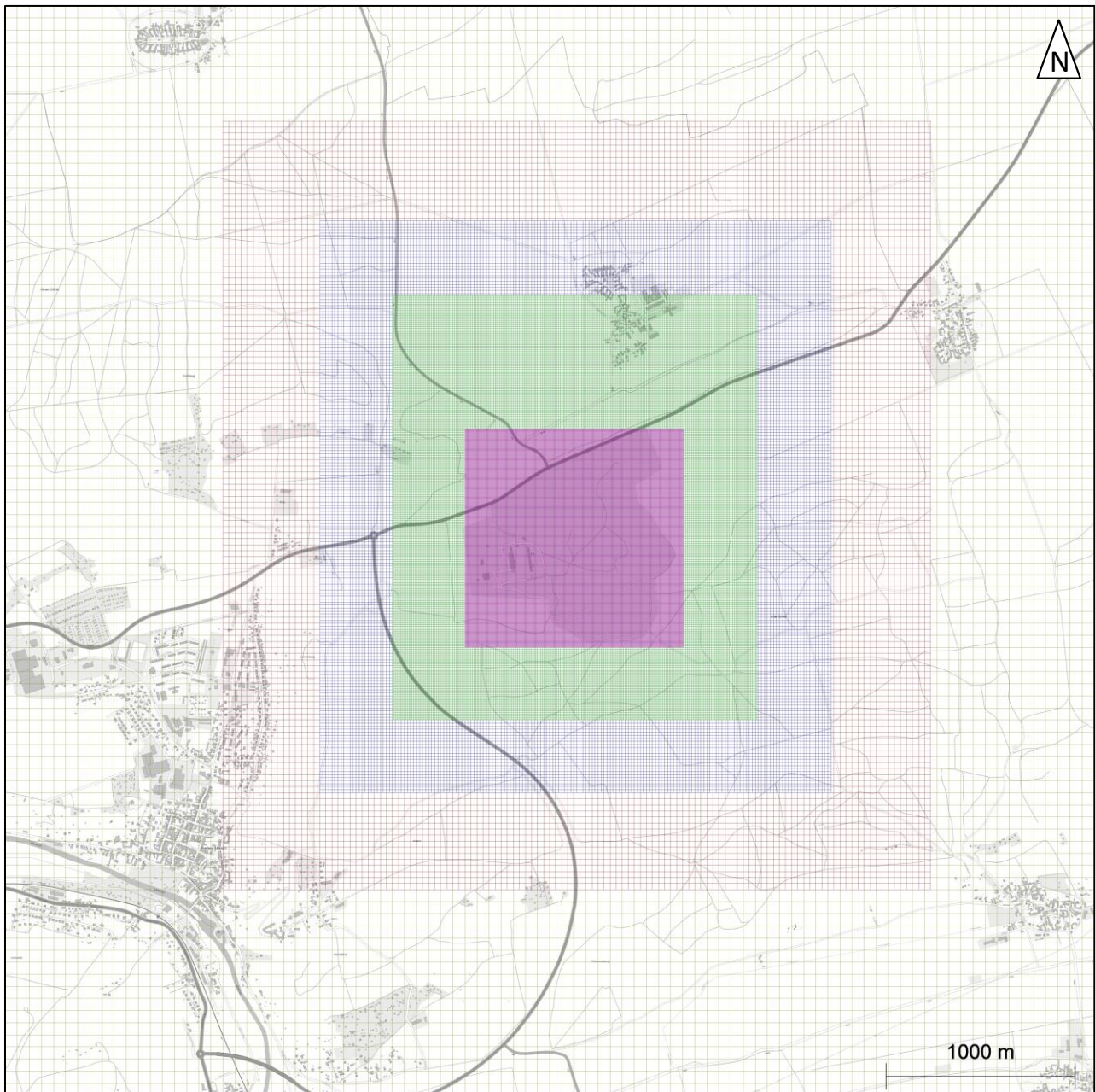


Abbildung 6: Verwendetes Rechengebiet mit Diskretisierung in Rechengitter mit 64 m, 32 m, 16 m, 8 m und 4 m

4.2.3 Bodenrauigkeit

Die Bodenrauigkeit des Geländes innerhalb des Rechengebietes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Entsprechend der Vorgehensweise nach TA Luft, Anhang 2, Tabelle 15, wird diese mit dem Landbedeckungsmodell Deutschland (LBM-DE) abgeschätzt [14]. Es wird dabei auf Landnutzungsklassen Bezug genommen, die in der folgenden Tabelle aufgeführt sind.

Tabelle 14: Mittlere Rauigkeitslänge in Abhängigkeit von den Landnutzungsklassen des LBM-DE-Katasters

z ₀ in m	LBM-DE
0,01	Strände, Dünen und Sandflächen (331); Wasserflächen (512)
0,02	Flächen mit spärlicher Vegetation (333); Salzwiesen (421); In der Gezeitenzone liegende Flächen (423); Gewässerläufe (511); Mündungsgebiete (522)
0,05	Abbauflächen (131); Deponien und Abraumhalden (132); Sport- und Freizeitanlagen (142); Gletscher und Dauerschneegebiete (335); Lagunen(521)
0,10	Flughäfen (124); Nicht bewässertes Ackerland (211); Wiesen und Weiden (231); Brandflächen (334); Sümpfe (411); Torfmoore (412); Meere und Ozeane (523)
0,20	Straßen, Eisenbahn (122); Städtische Grünflächen (141); Weinbauflächen (221); Natürliches Grünland (321); 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);
1,50	Nadelwälder (312); Mischwälder (313)
2,00	Durchgängig städtische Prägung (111); Laubwälder (311)

Die Rauigkeitslänge wird gemäß Punkt 6 Anhang 2 der TA Luft für ein kreisförmiges Gebiet um die Emissionsquelle festgelegt, dessen Radius dem 15-fachen der Freisetzungshöhe (tatsächliche Bauhöhe eines Schornsteins), mindestens aber 150 m beträgt. Setzt sich dieses Gebiet aus Flächenstücken mit unterschiedlicher Bodenrauigkeit zusammen, so ist eine mittlere Rauigkeitslänge durch arithmetische Mittelung mit Wichtung entsprechend dem jeweiligen Flächenanteil zu bestimmen und anschließend auf den nächstgelegenen Tabellenwert zu runden.

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

Es ist zu prüfen, ob sich die Landnutzung seit Erhebung der Daten wesentlich geändert hat oder eine für die Immissionsprognose wesentliche Änderung zu erwarten ist. Im aktuellen Zustand ist das Umfeld der Emissionsquellen durch die ehemaligen Abbauf Flächen des Tagebaus geprägt. Zukünftig soll sich dort die Deponie erheben. Für beide Landnutzungen kann eine Rauigkeitslänge von 0,05 m in Ansatz gebracht werden. Dementsprechend wird dieser Wert für die Ausbreitungsrechnung verwendet.

4.2.4 Geländeprofil

Nach den Maßgaben der TA Luft, Anhang 2, Punkt 12 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.

Im Untersuchungsgebiet treten sowohl Steigungen größer 1:20 sowie Höhendifferenzen zwischen den Emissionsquellen und den maßgeblichen Immissionsorten auf, die das 0,7fache der Quellhöhen übersteigen. Dementsprechend sind orografische Einflüsse bei der Ausbreitungsrechnung zu berücksichtigen.

Standardmäßig steht dem Programmsystem ein diagnostisches Windfeldmodell zur Verfügung. Dabei ist darauf zu achten, dass die Validierung der diagnostischen Modelle nur bis zu einer Geländesteigung kleiner 1:5 gegeben ist.

Im vorliegenden Fall treten Geländesteigungen oberhalb von 1:5 auf. Daher ist zur Verwendung eines prognostischen Windfeldmodells zur Berücksichtigung von Geländeeinflüssen überzugehen. Details zum verwendeten Windfeldmodell finden sich im Abschnitt 4.2.7.

Dem prognostischen Windfeldmodell liegen Geländeinformationen aus digitalen Geländemodellen des Landesvermessungsamtes Sachsen-Anhalt zugrunde. Die horizontale Auflösung der verwendeten Modelle unterschreitet dabei in den einzelnen Rechengittern die jeweilige Gitterauflösung.

Im vorliegenden Fall besteht die Besonderheit, dass sich mit Fortschreiten des Einbaus auch die Geländeform ändert. Dies muss durch die Anpassung des Geländemodells berücksichtigt werden. Das Geländemodell für den Endzustand der Deponie berücksichtigt daher die Daten des Landesvermessungsamtes Sachsen-Anhalt und eine Interpolation infolge der geplanten Deponiegestaltung.

Die verwendeten Geländemodelle für den Basiszustand und den Endzustand sind in den beiden nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

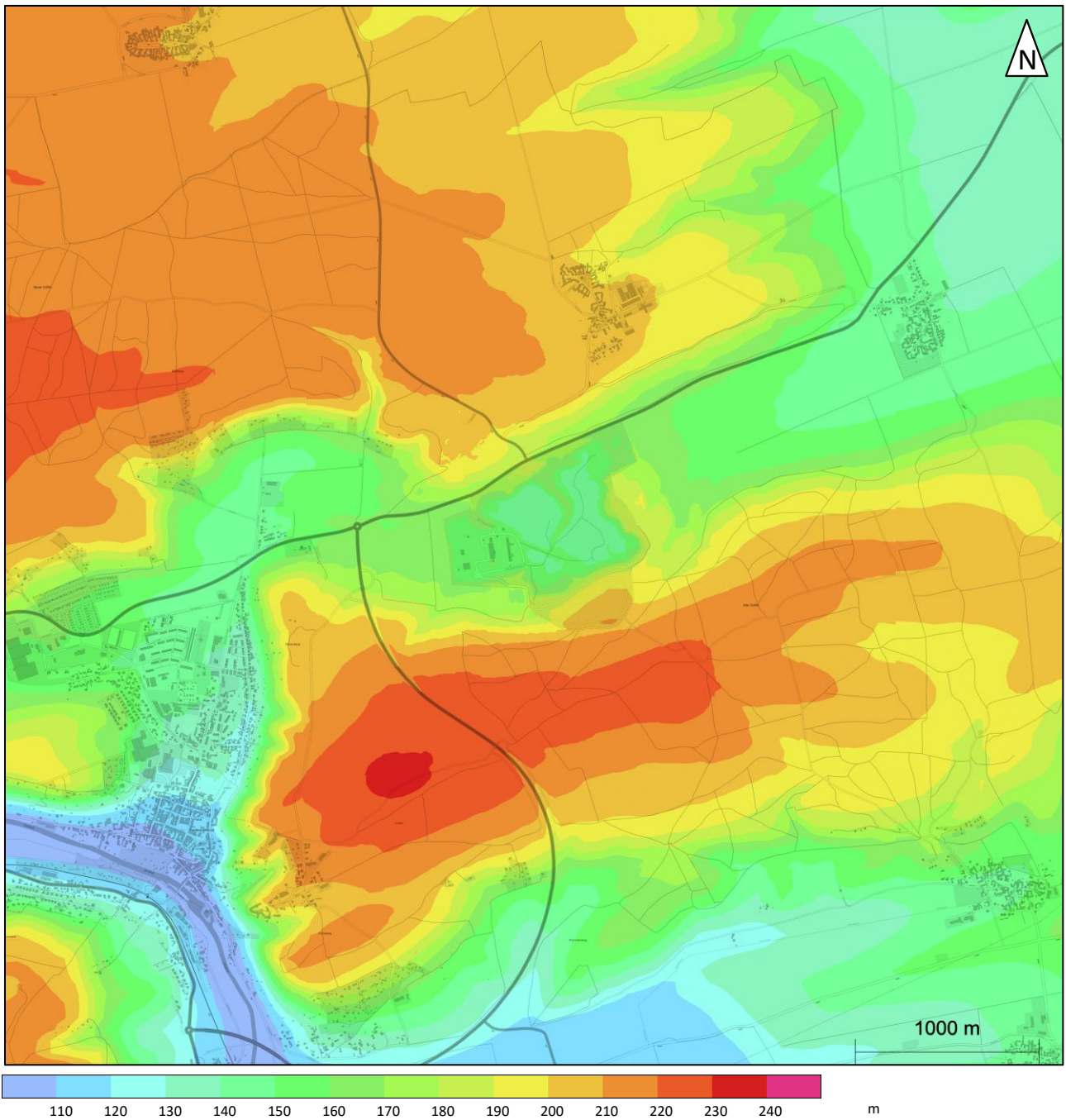


Abbildung 7: Verwendetes Geländemodell für den Basiszustand

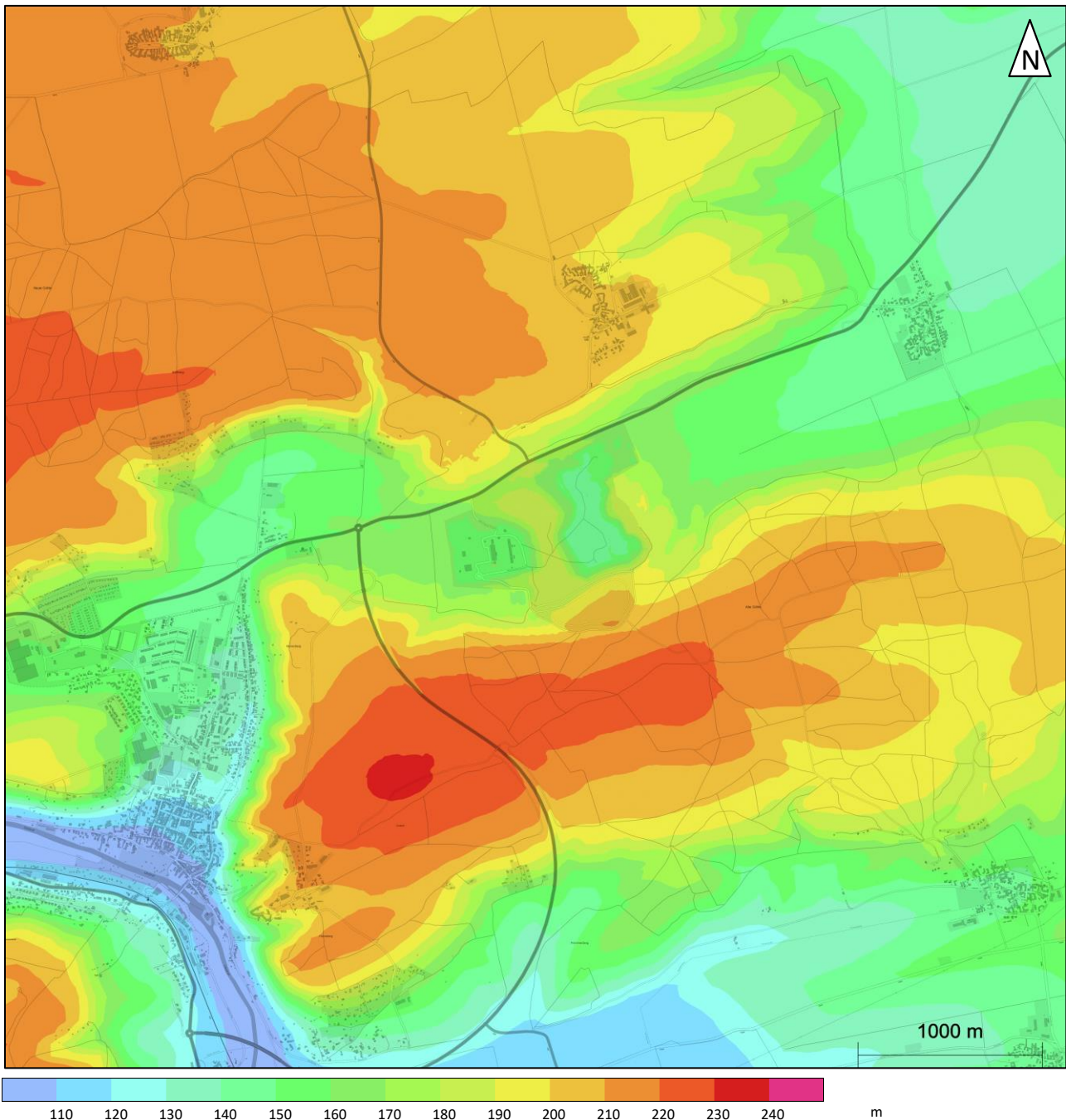


Abbildung 8: Verwendetes Geländemodell für den Endzustand

4.2.5 Einfluss von Bebauung

Nach TA Luft, Anhang 2, Punkt 11 sind die Einflüsse von Bebauung auf die Immission zu berücksichtigen. Die Berücksichtigung soll dabei für Gebäude erfolgen, deren Entfernung vom Schornstein (der Emissionsquelle) kleiner der 6-fachen Gebäudehöhe oder kleiner der 6-fachen Schornsteinbauhöhe (Quellhöhe) ist.

Beträgt die Schornsteinbauhöhe mehr als das 1,7fache der Gebäudehöhen, ist die Berücksichtigung der Bebauung durch eine geeignete Rauiglänge und Verdrängungshöhe ausreichend. Bei geringerer Schornsteinbauhöhe kann folgendermaßen verfahren werden:

Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches quellnaher Gebäude, können die Einflüsse mittels eines diagnostischen Windfeldmodells zur Gebäudeumströmung berücksichtigt werden. Andernfalls sollte hierfür der Einsatz eines prognostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung geprüft werden.

Im vorliegenden Fall sind die Gebäude des Immissionsortes IO1 zu berücksichtigen. Damit befinden sich diese immissionsschutzseitig relevanten Aufpunkte im Einflussbereich von zu berücksichtigenden Gebäuden. Damit ist der Einsatz eines prognostischen Windfeldmodells zu prüfen.

Nach VDI-Richtlinie 3783/13 [15] ergeben sich die folgenden relevanten Gebäudeeffekte:

- Gebäude verkleinern das Volumen, in dem sich die Konzentrationsfahne ausbreiten kann.
- Gebäude bewirken die Umlenkung der mittleren Strömung, sodass die Konzentrationsfahne einen anderen räumlichen Verlauf nehmen kann als im Fall ohne Gebäude.
- Im Lee eines Gebäudes bildet sich eine Rezirkulationszone aus, in der die vertikalen Strömungskomponenten verstärkt sind und im unteren Bereich eine entgegen der Anströmrichtung gerichtete Strömung auftritt. Der Haupteffekt in diesem Bereich ist eine verstärkte vertikale Verlagerung der Konzentrationsfahne in Richtung des Bodens.
- Im Lee eines Gebäudes ändert sich zudem der Turbulenzzustand der Umgebungsluft. Hier ist der Haupteffekt eine verstärkte vertikale Durchmischung.

Die Verkleinerung des Volumens, in dem sich die Konzentrationsfahne ausbreitet ist eng mit der Umlenkung der mittleren Strömung verbunden. Werden bestimmte Richtungssektoren durch Gebäudehindernisse abgeschirmt, so werden dahinter liegende Aufpunkte weniger stark belastet, während sich in durchlässigen Bereichen höher Stoffkonzentrationen und damit Immissionen bilden können. Die Umlenkung der mittleren Strömung ist im vorliegenden Fall relevant. Ein Abströmen bodennaher Emissionen ist infolge der bestehenden Baukörper nur eingeschränkt möglich. Zudem kann sich eine Stauwirkung bilden, die eine Verdünnung der Luftbeimengungen verhindert. Diese Stauwirkung kann im diagnostischen Windfeld abgebildet werden.

Die Ausbildung von Rezirkulationszonen und das damit einhergehende Herunterziehen der Konzentrationsfahne in Bodennähe sind im vorliegenden Fall nicht relevant. Die Emissionen erfolgen ohnehin bodennah.

Die Änderung des Turbulenzzustandes wird die Kombination der expliziten Berücksichtigung in Verbindung mit der Wahl einer mittleren Rauigkeitslänge von 0,05 m hinreichend berücksichtigt.

Dementsprechend kann die Berücksichtigung der Gebäudeeffekte mittels eines diagnostischen Windfeldes erfolgen. 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 4.2.6.

Tabelle 15: Gebäude zur Berücksichtigung im diagnostischen Windfeldmodell

Gebäude	Rechtswert	Hochwert	Länge	Breite	Höhe	Winkel gegen Ost °
	m	m	m	m	m	
G1	32695199	5678698	131	13	6,0	278
G2	32695109	5678694	21	12	6,0	280
G3	32695104	5678665	85	25	6,0	279
G4	32695177	5678742	14	12	6,0	332
G5	32695158	5678700	12	11	6,0	96
G6	32695126	5678577	13	7	6,0	278
G7	32694952	5678630	27	17	6,0	279
G8	32694965	5678556	34	35	6,0	279

4.2.6 Beschreibung der Quellen

4.2.6.1 Lage, Art und Aufteilung der Quellen auf die Anlagenteile

Die bereits bestehenden Fahrtwege werden als vertikale Flächenquellen mit einer Höhe vom Bodenniveau bis in 3 m Höhe über Grund angesetzt. Damit kann der Bereich, in dem es auf diesen Wegen zu Staubfreisetzungen kommt hinreichend beschrieben werden. Der erste, bereits befestigte Teilabschnitt der Zufahrt wird infolge der modelltechnischen Beschränkungen in vier Einzelsegmente zerlegt. Die Emissionsstärken werden gewichtet zur Länge der jeweiligen Teilstrecke aufgeteilt.

Die Fahrflächen sowie die Bau- und Einbauflächen werden als Volumenquellen beschrieben. Die Grundflächen liegen dabei jeweils in den tatsächlich betriebenen Bereichen. Die vertikale Ausdehnung der Quellen wird an die jeweilige Betriebsvariante und das verwendete Geländemodell angepasst.

So wird in der Variante 1 die Einbauflächen DK1-1 und DK0-1 (Deponieklasse 1 und 0, jeweils Bauabschnitt 1) innerhalb der Senke des ehemaligen Tagebaus mit einer Höhe vom Bodenniveau bis in 10 m Höhe angesetzt. Demgegenüber werden die jeweiligen Bauabschnitte DK1-2 und DK0-2 nur vom Bodenniveau bis in eine Höhe von 5 m über Grund modelliert. Die Emissionsquellen für die Fahrtvorgänge innerhalb des Einbaugesbietes werden für eine Höhe vom Bodenniveau bis in 10 m über Grund modelliert, da damit sowohl die Zufahrt und der Einbau auf allen bewirtschafteten Abschnitten wiedergegeben werden soll.

Bei den Varianten 7 und 8, die beide mit dem Geländemodell der Endausbaustufe gerechnet werden, werden sowohl die Bau- und Einbauflächen, wie auch die Fahrtwege innerhalb des Einbaugesbietes mit einer vertikalen Ausdehnung vom Bodenniveau bis in eine Höhe von 3 m über Grund modelliert. Eine Emissionsfreisetzung oberhalb dieser Höhe ist für die entsprechenden Quellen nicht zu erwarten.

Bei den Zufahrten B-1 bis B-4 handelt es sich um die Teilstücke der befestigten Zufahrt, die für beide Deponiebereiche befahren werden muss und bei der Zufahrt U-1 um ein unbefestigtes Teilstück der Zufahrt, die zu den beiden Deponiebereichen führt. Die Quelle Zufahrt-U-01 beschreibt demgegenüber die unbefestigten Fahrtwege im Bereich der Deponieklasse 0 und die Quelle Zufahrt-U-11 die unbefestigten Fahrtwege im Bereich der Deponieklasse 1.

Die folgende Tabelle listet die geometrischen Parameter (horizontale Ausdehnung) der modellierten Emissionsquellen auf. Auf die Darstellung der Quelhöhe wird aus den vorgenannten Gründen verzichtet. Diese kann bei Bedarf der Eingabedatei *sources.def* für den jeweiligen Bezugsfall entnommen werden.

Tabelle 16: geometrische Parameter der modellierten Emissionsquellen

Quelle	Rechtswert	Hochwert	Art	Länge	Breite	Winkel gegen Ost °
	m	m		m	m	
Zufahrt-B-1	32694993	5678919	F	109,7	0,0	286
Zufahrt-B-2	32695024	5678814	F	85,3	0,0	328
Zufahrt-B-3	32695097	5678770	F	142,9	0,0	340
Zufahrt-B-4	32695231	5678720	F	60,8	0,0	309
Zufahrt-U-1	32695270	5678674	F	169,6	0,0	339
Zufahrt-U-01	32695378	5678405	V	116,6	206,9	0
Zufahrt-U-11	32695490	5678675	V	409,4	89,2	134
DK1-1	32695068	5678818	V	281,0	88,7	29
DK1-2	32695130	5678786	V	317,8	52,7	32
DK1-3	32695200	5678758	V	294,5	61,1	32
DK1-4	32695260	5678724	V	283,9	60,2	32
DK1-5	32695316	5678651	V	244,5	91,9	32
DK0-1	32695398	5678333	V	266,9	80,0	31
DK0-2	32695354	5678399	V	278,7	59,8	32
DK0-3	32695317	5678447	V	293,9	60,2	32
DK0-4	32695336	5678528	V	246,0	96,0	32

F... Flächenquelle; V... Volumenquelle

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



Abbildung 9: Lage der berücksichtigten Emissionsquellen und umströmten Hindernisse

Die folgende Tabelle gibt wieder, wie sich die Emissionsstärken für Staub der einzelnen Bereiche in den beiden Varianten auf die Quellen verteilen. Die Geruchsemissionen werden als zeitlich konstante Emissionen angesetzt. Dabei werden in der Betriebsvariante 2 den Bauabschnitten DK1-1 und DK1-2 2.476 GE/s und 1.404 GE/s zugewiesen und in der Betriebsvariante 7 den Bauabschnitten DK1-4 und DK1-5 1.360 GE/s und 2.312 GE/s zugewiesen.

Tabelle 17: Emissionsstärken der Einzelquellen für Variante 1

Quelle	während Betriebszeiten (2.200 h/a)			zusätzlich bei Windgeschwin- digkeiten ≥ 4 m/s		
	pm-1 g/s	pm-2 g/s	pm-u g/s	pm-1 g/s	pm-2 g/s	pm-u g/s
Zufahrt-B-1	0,00204	0,00637	0,03537			
Zufahrt-B-2	0,00158	0,00492	0,02733			
Zufahrt-B-3	0,00265	0,00828	0,04598			
Zufahrt-B-4	0,00111	0,00347	0,01929			
Zufahrt-U-1	0,00332	0,01037	0,05759			
Zufahrt-U-01	0,01184	0,10708	0,29803			
Zufahrt-U-11	0,03007	0,27197	0,75693			
DK1-1	0,03239	0,13139	1,17212	0,04282	0,09992	0,42824
DK1-2	0,01102	0,04576	0,15552			
DK0-1	0,00885	0,04069	0,13378	0,03009	0,07022	0,30093
DK0-2	0,02032	0,05320	0,14808			

Tabelle 18: Emissionsstärken der Einzelquellen für Variante 8

Quelle	während Betriebszeiten (2.200 h/a)			zusätzlich bei Windgeschwin- digkeiten ≥ 4 m/s		
	pm-1 g/s	pm-2 g/s	pm-u g/s	pm-1 g/s	pm-2 g/s	pm-u g/s
Zufahrt-B-1	0,00204	0,00637	0,03537			
Zufahrt-B-2	0,00158	0,00492	0,02733			
Zufahrt-B-3	0,00265	0,00828	0,04598			
Zufahrt-B-4	0,00111	0,00347	0,01929			
Zufahrt-U-1	0,01886	0,17057	0,47473			
Zufahrt-U-01	0,00437	0,03956	0,11011			
Zufahrt-U-11	0,00697	0,06302	0,17539			
DK1-4	0,03239	0,13139	1,17212			
DK1-5	0,01102	0,04576	0,15552	0,04282	0,09992	0,42824
DK0-3	0,00885	0,04069	0,13378			
DK0-4	0,02032	0,05320	0,14808	0,03009	0,07022	0,30093

4.2.6.2 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.

Diese Effekte spielen bei der vorliegenden Anlage keine Rolle und werden nicht zum Ansatz gebracht. Alle Emissionsquellen werden als diffuse Quellen angesetzt.

4.2.7 Meteorologie

4.2.7.1 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 Gera-Leumnitz 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 Gera-Leumnitz wurde auf Basis eines χ^2 -Tests zur Windrichtungsverteilung, Windgeschwindigkeitsverteilung, Schwachwindhäufigkeit und Verteilung der TA Luft-Klassen der Zeitraum vom 26.12.2014 bis 25.12.2015 als repräsentative Jahreszeitreihe für den Bezugszeitraum vom 01.01.2008 bis 01.01.2016 ausgewählt. Die Beschränkung auf diesen Bezugszeitraum ergibt sich durch die Notwendigkeit zur Verwendung standortaufgelöster Niederschlagsdaten des Umweltbundesamtes gemäß Anhang 2 Nr. 9 TA Luft. Diese Daten liegen gegenwärtig nur bis Ende 2015 vor. Die verwendete Ausbreitungsklassenzeitreihe ist der Immissionsprognose im Anhang auszugsweise beigelegt. Die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung der verwendeten Ausbreitungsklassenzeitreihe (Windrose) ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Die Übertragungsprüfung mit Ermittlung des repräsentativen Jahres ist dieser Prognose als Anlage beigelegt.

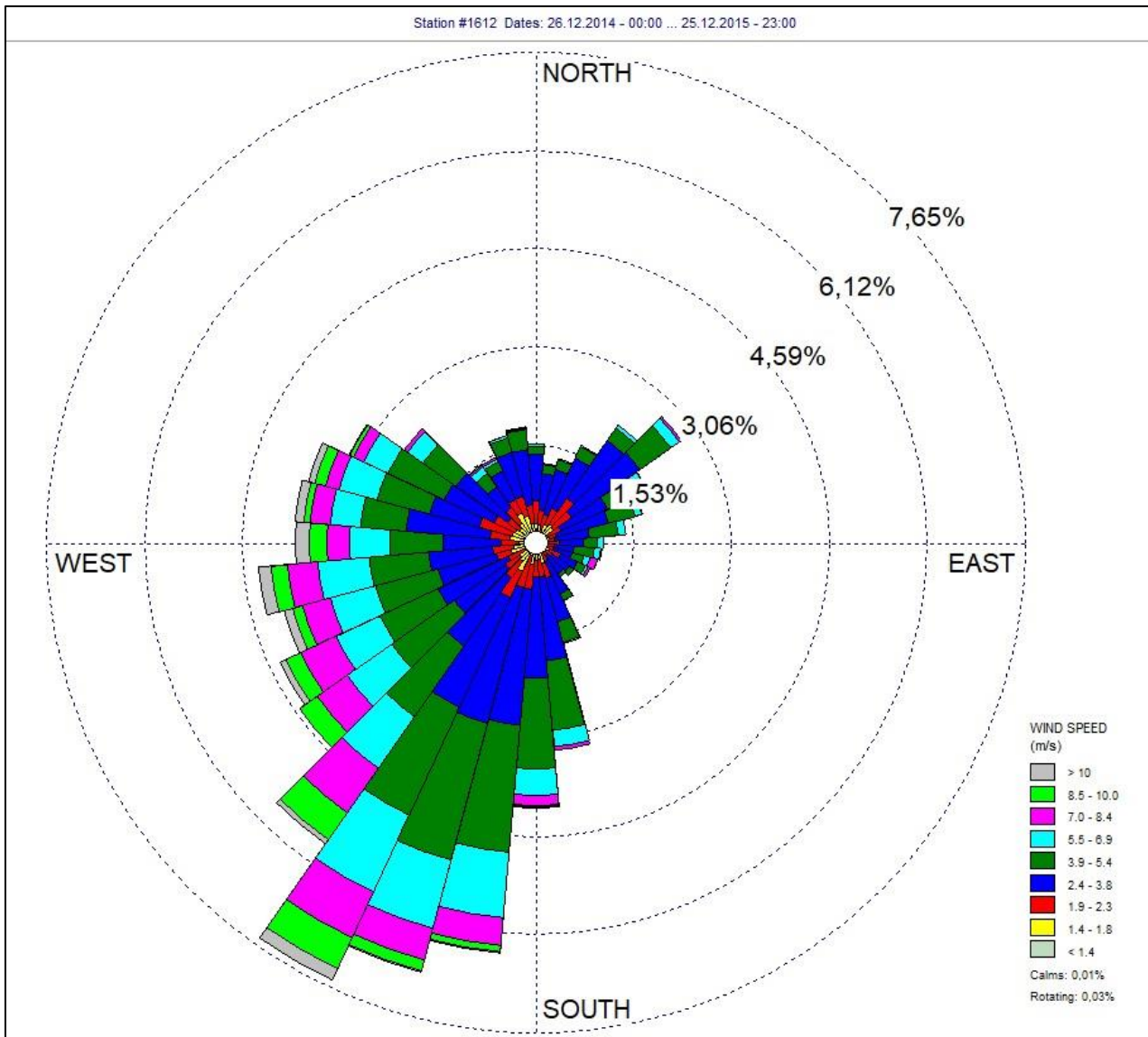


Abbildung 10: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung der verwendeten Ausbreitungsklassenzeitreihe (Windrose)

4.2.7.2 Anemometerposition

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.

Die Ermittlung der EAP erfolgt nach VDI-Richtlinie 3783/16 [16]. Ausgangspunkt des in der VDI-Richtlinie beschriebenen Verfahrens ist das Vorliegen einer Bibliothek mit Windfeldern für alle Ausbreitungsklassen und Richtungssektoren von 10° Breite. Die einzelnen Schritte werden für alle Modellebenen unterhalb von 100 m über Grund und jeden Modell-Gitterpunkt durchgeführt:

1. Es werden nur Gitterpunkte im Inneren des Rechengebiets ohne die drei äußeren Randpunkte betrachtet. Gitterpunkte in unmittelbarer Nähe (etwa 100 m) der Anlage, in der Bebauung als umströmte Hindernisse berücksichtigt sein könnte, werden nicht betrachtet.
2. Es werden alle Gitterpunkte aussortiert, an denen sich der Wind nicht mit jeder Drehung der Anströmrichtung gleichsinnig dreht oder an denen die Windgeschwindigkeit kleiner als 0,5 m/s ist. Die weiteren Schritte werden nur für die verbleibenden Gitterpunkte durchgeführt.
3. An jedem Gitterpunkt werden die Gütemaße g_d (für die Windrichtung) und g_f (für die Windgeschwindigkeit) über alle Anströmrichtungen und Ausbreitungsklassen berechnet, siehe dazu VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 [16], 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.

In der Umgebung des Standortes wurde mit dem zu VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 gehörenden und vom VDI bereitgestellten Tool das Gütemaß g ausgerechnet. Die folgende Abbildung zeigt die dabei gefundenen Ergebnisse (für das Geländemodell im Endzustand der Deponie) unter Anwendung der für den Standort als repräsentativ befundenen Ausbreitungsklassenzeitreihe.

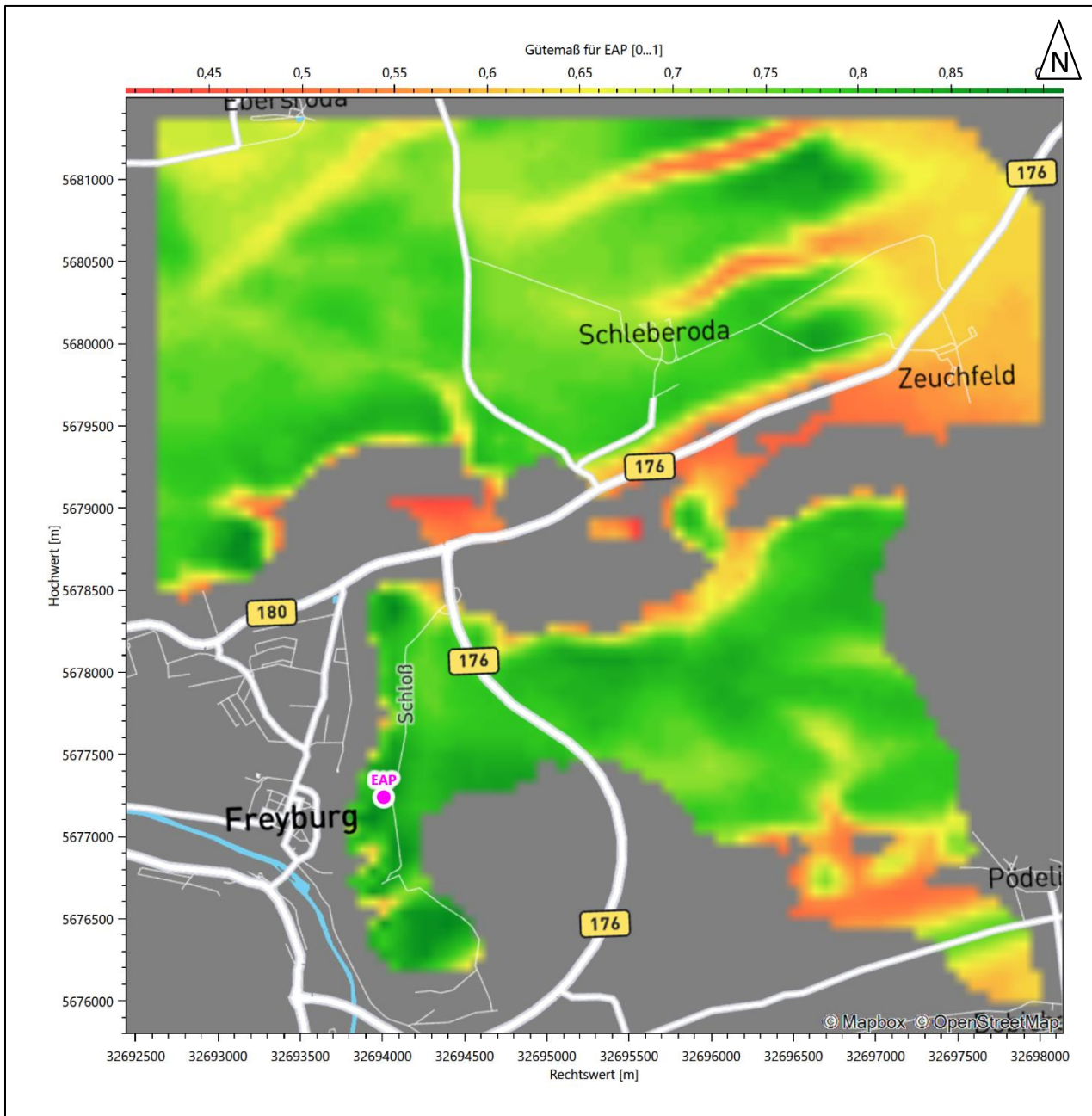


Abbildung 11: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Es ist erkennbar, dass in ungünstigen Positionen das Gütemaß bis auf Werte von 0,41, absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von 0,91 erreicht. Für die Ausbreitungsrechnung wird die in Abbildung 11 mit EAP gekennzeichnete Position verwendet, die auch für die Übertragbarkeitsprüfung (mit dem Geländemodell der aktuellen Bestandssituation) verwendet wurde. Sie liegt etwa 2,2 km südwestlich des Standortes bei den UTM-Koordinaten 32694008/5677240. An dieser Stelle wird das maximale Gütemaß erreicht.

Die notwendigen Informationen zur Anpassung der Bezugswindwerte an die unterschiedlichen mittleren aerodynamischen Rauigkeiten zwischen der Windmessung (Station Gera) und der Ausbreitungsrechnung (Standort Freyburg) 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.

4.2.7.3 Verwendetes Windfeldmodell

Unter Windfeldmodell ist hier ein Algorithmus zu verstehen, der bei Bereitstellung verschiedener Eingangsdaten (beispielsweise Geländemodell, Bodenrauigkeit) Windfelder liefert, die zur Durchführung einer Ausbreitungsrechnung verwendet werden können.

Für immissionsschutzrechtliche Fragestellungen spielen gegenwärtig hauptsächlich diagnostische und prognostische Windfeldmodelle eine Rolle. Beide unterscheiden sich hinsichtlich des Umfangs und des Detaillierungsgrades, mit dem die meteorologischen und physikalischen Prozesse in der Atmosphäre modelliert werden. Diagnostische Windfeldmodelle gehen von Schätzungen (Initialisierungswindfelder) aus, für die dann unter Einfluss von Geländeunebenheiten und gegebenenfalls umströmten Hindernissen Divergenzfreiheit hergestellt wird. Prognostische Windfeldmodelle können darüber hinaus über Modellansätze die Erhaltung von Impuls und Energie berücksichtigen, wobei je nach Detaillierungsgrad bestimmte meteorologische Phänomene besser modelliert werden können als mit diagnostischen Windfeldmodellen. Zu diesen meteorologischen Phänomenen zählen beispielsweise Verwirbelungen in steilem Gelände oder im Lee-Bereich von umströmten Hindernissen, aber auch lokale Besonderheiten wie Kaltluftabflüsse.

Die gegenwärtig hauptsächlich für Ausbreitungsrechnungen eingesetzten Softwarepakete AUSTAL und LASAT enthalten jeweils ein diagnostisches Windfeldmodell.

Unter Windfeld ist ein Datensatz zu verstehen, der für jede Gitterzelle bei einer Ausbreitungsrechnung den dort anzutreffenden Wind beschreibt. Somit sind diese Datensätze dreidimensionale Felder, die das Rechengebiet abbilden. Für jede Gitterzelle sind drei Komponenten der vektoriellen Windgeschwindigkeit abgelegt.

Windfelder sind zumeist Dateien, die nach einem bestimmten Ordnungsprinzip in Windfeldbibliotheken oder Windfeldzeitreihen zusammengefasst sein können.

Unter Windfeldbibliothek ist die Sammlung von Windfeldern zu verstehen, die zur Verwendung für eine Ausbreitungsrechnung meist nach Anströmrichtung und Ausbreitungsklasse vorsortiert sind.

Um die Ausbreitungsrechnung für eine konkrete meteorologische Situation (Anströmrichtung, Ausbreitungsklasse, Windgeschwindigkeit) durchzuführen, wird beispielsweise in der Windfeldbibliothek ein passendes Windfeld gesucht, das möglichst gut mit der konkreten Anströmrichtung und der konkreten Ausbreitungsklasse übereinstimmt. Dieses Windfeld wird dann auf die konkrete Windgeschwindigkeit skaliert und für die Ausbreitungsrechnung verwendet. Meist wird zur besseren Repräsentation der konkreten Anströmrichtung nicht nur das am besten passende Windfeld einer Windfeldbibliothek verwendet, sondern eine gewichtete Überlagerung von zwei Windfeldern gebildet, die die konkrete Anströmrichtung „einrahmen“.

Im Standardfall zur Berücksichtigung von Geländeunebenheiten und umströmten Hindernissen arbeiten die Softwarepakete AUSTAL und LASAT mit Windfeldbibliotheken, die Windfelder für 6 Ausbreitungsklassen und 36 Anströmrichtung beinhalten, insgesamt also 216 Bibliotheks-Windfelder.

Windfeldbibliotheken haben den Vorteil, dass bei Ausbreitungsrechnungen, die für einen größeren Zeitraum und damit für viele einzelne konkrete meteorologische Situationen durchgeführt werden, nicht für jede konkrete Situation ein separates Windfeld vorhanden sein muss. Beispielsweise müssen für die Berechnung einer Jahreszeitreihe mit stündlicher Auflösung nicht 8760 Windfelder berechnet und vorgehalten werden, sondern nur die (beispielweise) 216 Bibliothekswindfelder. Für jede der 8760 konkreten meteorologischen Situationen (Stunden eines Jahres) werden dann je nach Anströmrichtung und Ausbreitungsklasse die passenden Vertreter aus der Windfeldbibliothek entnommen, mit der Windgeschwindigkeit skaliert und für die Ausbreitungsrechnung verwendet.

Modellrechnungen haben gezeigt, dass die dabei hinzunehmenden Genauigkeitseinbußen so gering sind, dass sich die Verwendung von Windfeldbibliotheken lohnt.

Windfeldbibliotheken können durch diagnostische und prognostische Rechenverfahren erzeugt werden.

Diagnostisches Windfeldmodell

Diagnostische Windfeldmodelle modifizieren ein vorgegebenes Windfeld unter Berücksichtigung der Topographie oder einer Gebäudeanordnung derart, dass eine massenkonsistente (divergenzfreie) Strömung erreicht wird. Aufbauend auf ersten grundlegenden Arbeiten von Sasaki (1970) entwickelte Sherman (1978) ein numerisches Modell, das ein geschätztes Windfeld so variiert, dass eine divergenzfreie Strömung resultiert.

Ziel ist es dabei, das "geschätzte", ursprüngliche Windfeld so zu modifizieren, dass eine divergenzfreie Strömung entsteht. Fordert man, dass diese Korrektur keinen Einfluss auf die Rotation (Wirbelstärke) des Windfeldes hat, so kann man ableiten, dass das Korrekturfeld als Gradient eines Skalarfeldes und des ursprünglichen Windfeldes darstellbar sein muss. Detaillierte Aussagen und eine Darstellung des Formelapparates sind in [17] zu finden.

Die schrittweise Modifikation des ursprünglichen Windfeldes hin zur divergenzfreien und damit massenkonsistenten Strömung erfolgt mit Hilfe eines Iterationsverfahrens.

Als Ergebnis steht ein divergenzfreies Windfeld zur Verfügung, welches dem ursprünglich geschätzten Initialisierungswindfeld möglichst ähnlich ist.

Prognostisches Windfeldmodell

Im Gegensatz zu den diagnostischen Modellen werden in prognostischen Windfeldmodellen die strömungsdynamischen Grundgleichungen verwendet. Im Wesentlichen sind dies die Gleichungen für die

- Impulserhaltung (Bewegungsgleichung)
- Massenerhaltung (Kontinuitätsgleichung)
- Energieerhaltung (erster Hauptsatz der Thermodynamik)
- Erhaltungsgleichung für die Feuchte

Eine ausführliche Beschreibung der strömungsdynamischen Grundgleichungen findet sich z. B. in Pielke (2013) [18]. Der Gleichungssatz wird in den prognostischen Strömungsmodellen jedoch oft nicht vollständig behandelt. Welche Prozesse in einem prognostischen Modell noch berücksichtigt werden, hängt im Wesentlichen von der Skala des betrachteten Problems, der geforderten Genauigkeit sowie der verfügbaren Rechnerleistung ab. Je nach Problemstellung ist es möglich, bestimmte Näherungen vorzunehmen und den Satz der zu lösenden Gleichungen damit zu reduzieren.

Die Lösungen des vollständigen Satzes der Grundgleichungen beinhalten sämtliche strömungsdynamischen Prozesse, die in der Atmosphäre auftreten können. Dazu gehören z.B. auch Schallwellen, die sich über Druckschwankungen aus der prognostischen Kontinuitätsgleichung ergeben.

Die sehr hohe Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schallwellen erfordert bei der numerischen Lösung der Grundgleichungen sehr kleine Zeitschritte und vervielfacht dadurch den Rechenaufwand. Da Schallwellen meteorologisch jedoch nicht relevant sind, versucht man sie als mögliche Lösungen der Differentialgleichungen auszuschließen. Dies geschieht durch eine Filterung, die z. B. dadurch erreicht werden kann, dass man lokale zeitliche Änderungen der Dichte gegenüber der Divergenz des Massenflusses vernachlässigt.

Die strömungsdynamischen Grundgleichungen können numerisch nicht an jedem Punkt und in beliebig kleinen Zeitschritten, sondern nur auf einem finiten Differenzgitter gelöst werden. Alle subskaligen Prozesse, d. h. Änderungen der Variablen in Bereichen, die kleiner als der Abstand des Rechengitters sind, werden hierdurch nicht erfasst. Deshalb versucht man, diese subskaligen Prozesse unter Verwendung geeigneter Verfahren zu parametrisieren. Hierzu spaltet man die Variablen in einen mittleren und einen fluktuierenden Anteil auf. So wird beispielsweise die Turbulenz als subskaliger Prozess in der Modellierung berücksichtigt, ohne dabei die Gitterabstände auf die Größenordnung der Turbulenzphänomene verringern zu müssen.

Für weitere Details zur prognostischen Windfeldmodellierung sei auf die Veröffentlichung von Pielke [18] verwiesen.

Mit Erscheinen von VDI-Richtlinie 3783/16 gibt es eine Verfahrensbeschreibung, Windfeldberechnungen zur Berücksichtigung von steilem Gelände mit mesoskaligen prognostischen nicht-hydrostatischen Modellen gemäß der Richtlinie VDI 3783/7 [19] durchzuführen. Dieser Modelltyp ist aufgrund des zugrundeliegenden physikalisch-mathematischen Gleichungssystems besonders für Strömungsberechnungen in steilem Gelände geeignet.

Wie bereits unter Abschnitt 4.2.4 ausgeführt wird, ist aufgrund der Geländesteigungen im Rechengebiet ein prognostisches Windfeldmodell zu verwenden. VDI-Richtlinie 3783/16 gibt jedoch nicht vor, welches prognostische, nicht-hydrostatische Modell zu verwenden ist. Für den vorliegenden Fall wurde das Modell GRAMM [20] eingesetzt, das am Amt der steiermärkischen Landesregierung entwickelt wurde und nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 7 evaluiert ist.

Nach VDI-Richtlinie 3783/16 wurde in einem Modellgebiet von 18 km x 18 km und 8 km Höhe ein Satz prognostischer Windfelder berechnet. Dieser wurde auf die unter Punkt 4.2.2 beschriebenen Rechengitter interpoliert.

Zur Entfernung der verbleibenden Divergenz aus den interpolierten Windfeldern wurde das Programm LPRWND aus dem Programmpaket LASAT verwendet.

Nach VDI-Richtlinie 3783/16 sind die Ergebnisse auf Plausibilität zu prüfen. In Anlehnung an diese Richtlinie werden die Windgeschwindigkeiten der einzelnen Felder in 10 m Höhe in den Abschnitten 7.4 und 7.5 graphisch dargestellt. Unplausibilitäten sind dabei nicht zu erkennen.

4.2.7.4 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 Gera-Leumnitz noch nicht berücksichtigt.

Grundsätzlich ist infolge der Geländeunebenheiten im Untersuchungsraum von einem gerichteten Abfluss von Kaltluftmassen zu rechnen, sofern hinreichend Kaltluft gebildet wird. Die umliegenden Frei- und Forstflächen stellen dabei ausreichend große Kaltluftentstehungsgebiete dar.

Kaltluftmassen bilden sich in windschwachen Nächten aus, wenn sich das Gelände durch Strahlungswärmeverlust abkühlt (wolkenarme Strahlungsnächte) und bewegen sich dann entsprechende der vorherrschenden Geländeneigungen. Je steiler sich das Gelände dabei darstellt, desto eher können sich die Kaltluftabflüsse gegenüber den übergeordneten Windverhältnissen durchsetzen.

Im vorliegenden Fall befinden sich die relevanten Emissionsquellen erst innerhalb der Senke des aufgegebenen Tagebaus und „wachsen“ mit zunehmendem Betrieb auf eine Höhe mit dem umgebenden Geländeniveau bzw. darüber hinaus.

In den ersten Betriebsjahren ist daher davon auszugehen, dass sich emissionsbeladene Kaltluft innerhalb des Tagebaugeländes sammelt und von dort nicht weiter abfließen kann. Infolge der stabilen Schichtung der Kaltluftmassen erfolgt damit auch kein Abtransport der Emissionen. Ein nachteiliger Einfluss auf die Immissionssituation ist in dieser Konstellation nicht zu erwarten.

Mit dem zunehmendem Anwachsen des Deponiekörpers bildet sich ein schmaler Geländesattel heraus, der in nordöstliche und südwestliche Richtung (s. Abbildung 8) abfällt. Aufgrund der geringen Breite des Sattels und der steil anfallenden Flanken ist ein Überströmen dieses Sattels mit Kaltluft von höher gelegenen Bereichen (im konkreten Fall von Süden kommend) nicht zu erwarten. Eine Verlagerung von Anlagenemissionen mit der Kaltluft ist damit auch in dieser Konstellation nicht zu erwarten.

Eine gesonderte Berücksichtigung von Kaltluftereignissen auf das Ergebnis der Immissionsprognose ist daher nicht erforderlich.

4.2.8 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 7.3 werden die Fehler als farbige Isolethen dargestellt.

Für die Prognose von Staub sind relative Fehler in Prozent bezogen auf das ermittelte Ergebnis der Gitterzelle angegeben. Nach TA Luft Anhang 2, Abschnitt 10 [1] soll die statistische Unsicherheit beim Jahres-Immissionskennwert 3 % des Jahres-Immissionswertes und beim Tages-Immissionskennwert 30 % des Tages-Immissionswertes nicht überschreiten.

Für die Ermittlung der Staubimmissionen bedeutet dies, dass die statische Unsicherheit des Jahresmittels für die Schwebstaubkonzentration PM_{10} den Absolutwert von $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, des Jahresmittels für die Schwebstaubkonzentration $PM_{2,5}$ den Wert von $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, des Tagesmittels für die Schwebstaubkonzentration PM_{10} den Wert von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für das Jahresmittel der Staubdeposition (Gesamtstaub) den Wert von $0,0105 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ nicht überschreiten soll.

Die Fehlerangaben für die Geruchsmission sind absolute Werte und damit Prozentpunkte der Geruchsstundenhäufigkeit. Damit 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 sowie benachbarte Arbeitnehmer sind eine Unsicherheit bis 0,7 % der Jahresstunden zulässig.

Zur Beeinflussung der statistischen Sicherheit bietet das Ausbreitungsmodell LASAT die Möglichkeit eine Partikelrate der Berechnung einzustellen. Im vorliegenden Fall wird Partikelrate 16 verwendet. Dies entspricht der Qualitätsstufe +3 des Referenzmodells AUSTAL. Damit ergeben sich statistische Sicherheiten, die den Anforderungen der TA Luft genügen, was in Abschnitt 7.3 dokumentiert ist.

4.3 Immissionssituation

4.3.1 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung für Geruch

Für Geruch wurden Ausbreitungsrechnungen ausgeführt, um die Zusatzbelastung durch die geplante Anlage in den zwei immissionsseitig ungünstigsten Betriebszuständen zu bestimmen.

Die prognostizierte Immissionssituation für Geruch 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 Immissionswerte gewählt.

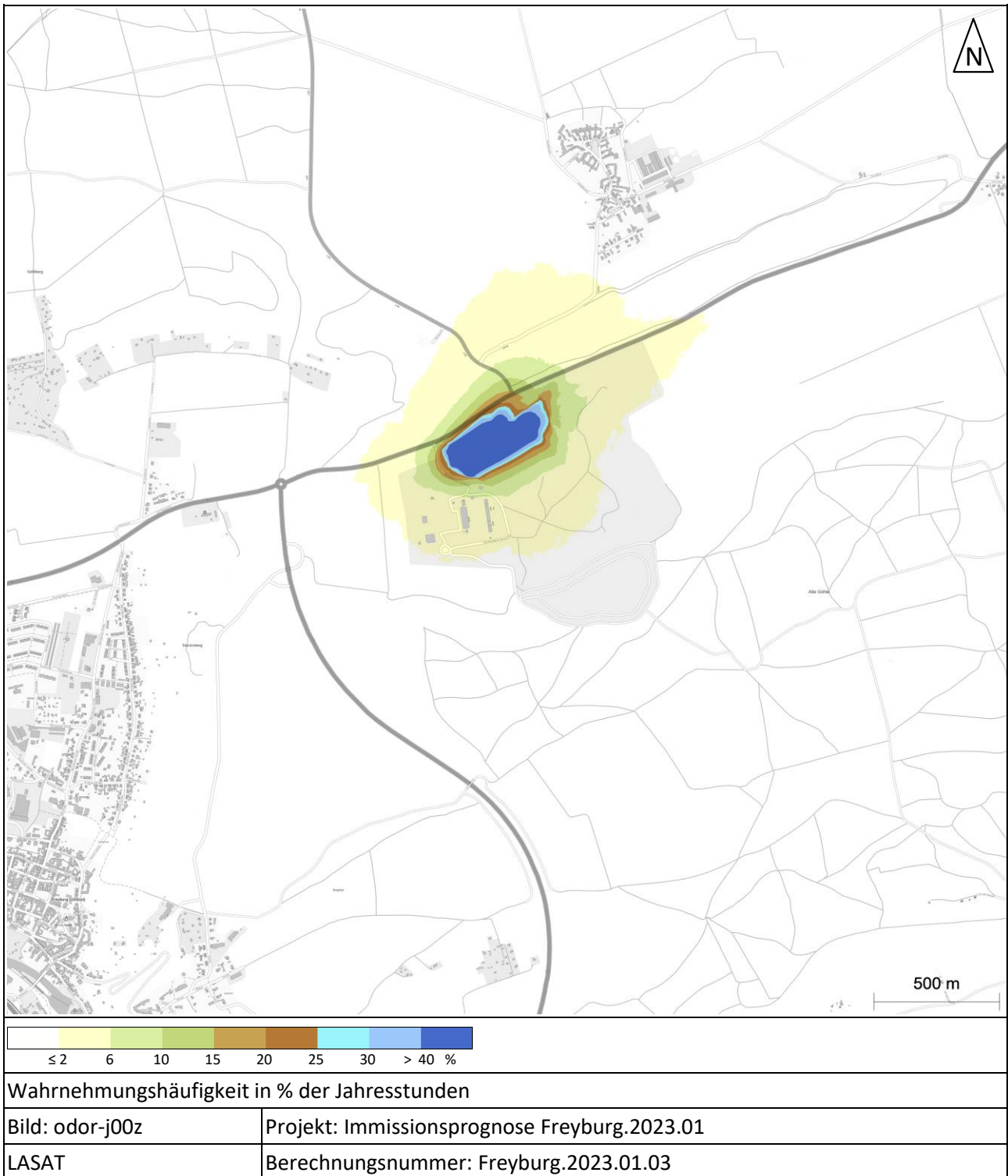


Abbildung 12: Prognostizierte Geruchsimmission – Gesamtzusatzbelastung für Betriebsvariante 2

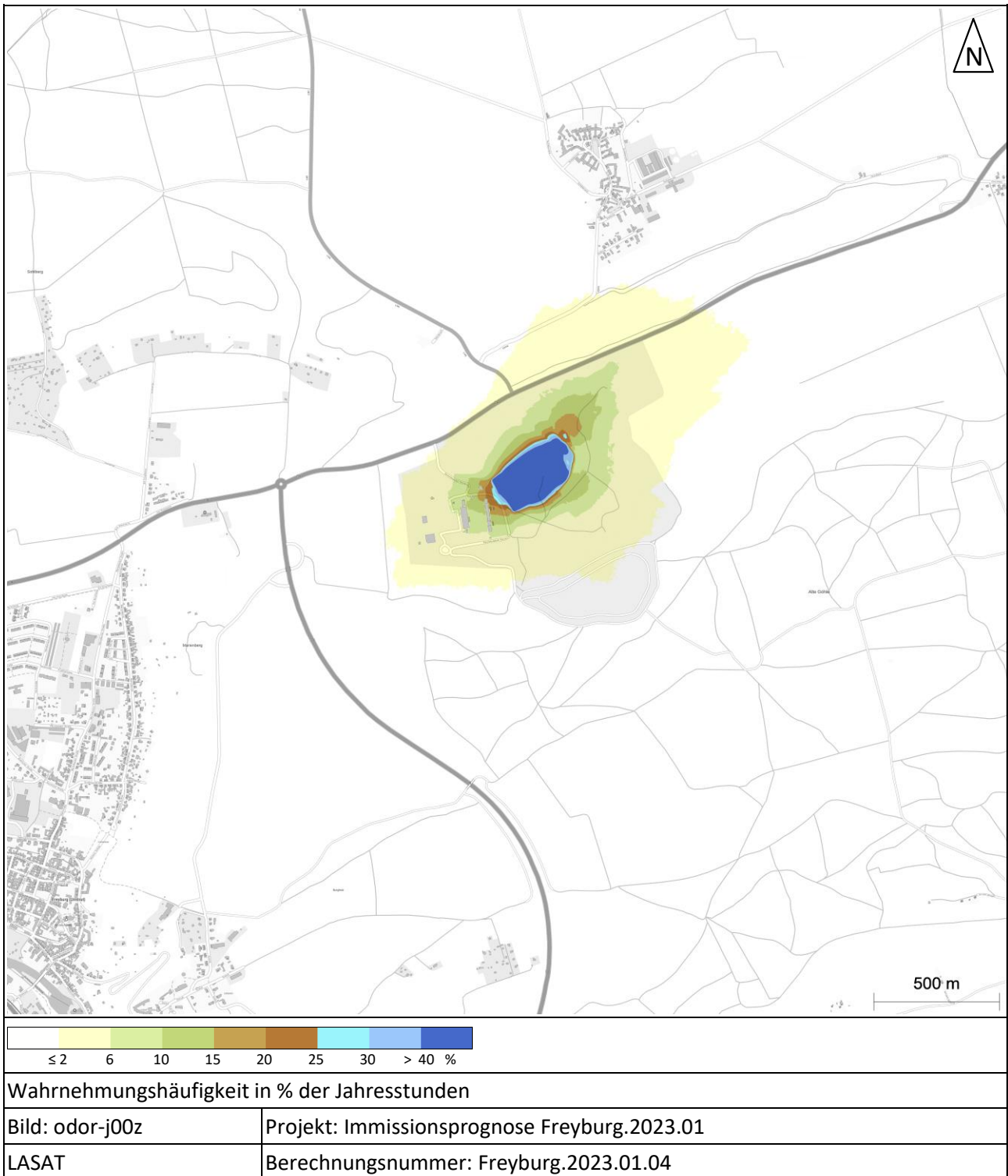


Abbildung 13: Prognostizierte Geruchsimmission – Gesamtzusatzbelastung für Betriebsvariante 7

4.3.2 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung für Staub

Für Staub wurden Ausbreitungsrechnungen ausgeführt, um die Zusatzbelastung durch die geplante Anlage in den zwei immissionsseitig ungünstigsten Betriebszuständen zu bestimmen. Dabei wurden die Jahresmittelwerte der Feinstaub- ($PM_{2,5}$) und Schwebstaub- (PM_{10})-Konzentration sowie des Staubniederschlages (Gesamtstaub) 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 Zellenschicht 0 – 3 m) dargestellt. Die Staffelung der Isoplethen wurde in Anlehnung an die Beurteilungswerte gewählt.

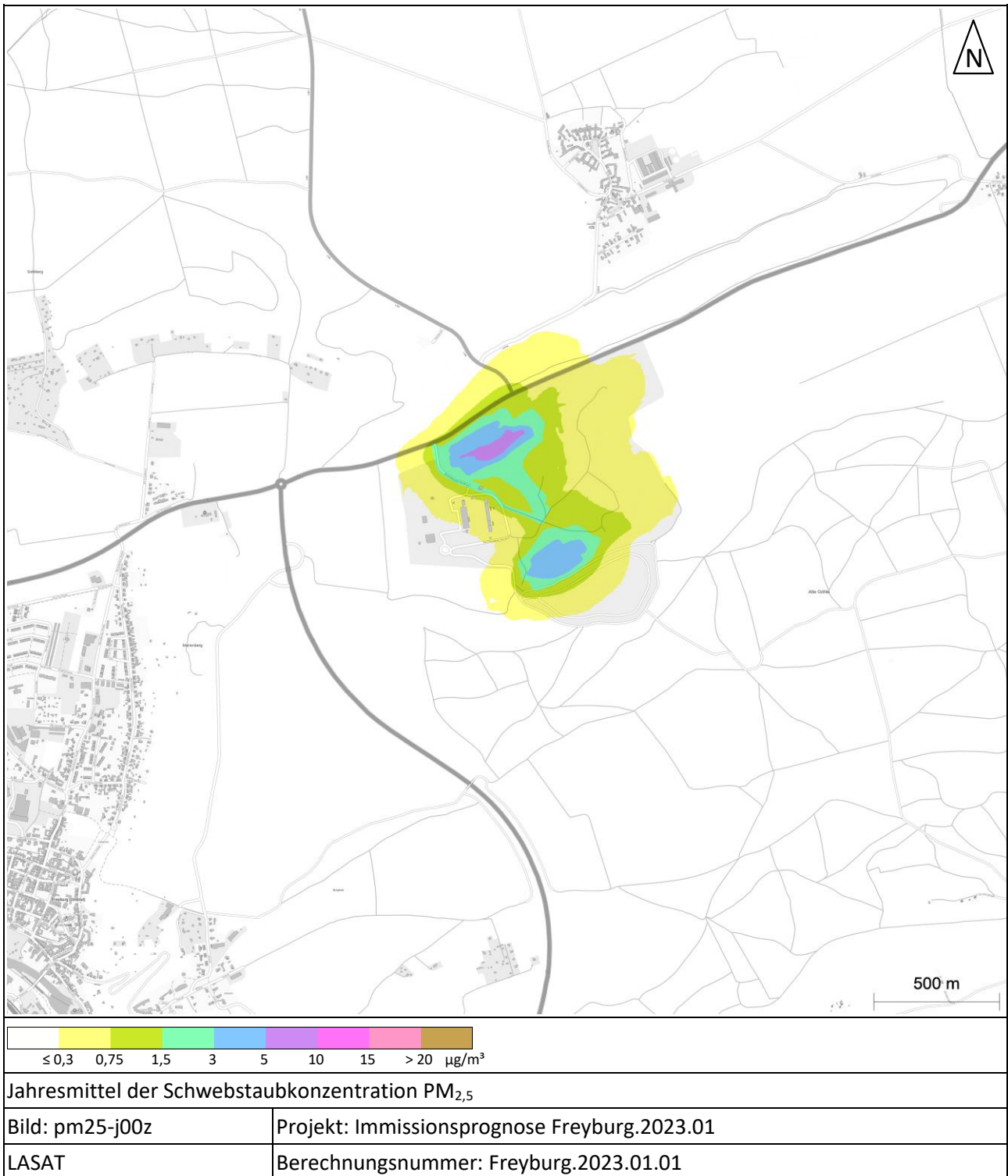


Abbildung 14: Prognostizierte Schwebstaubkonzentration (PM_{2,5}) im Jahresmittel – Gesamtzusatzbelastung Betriebsvarainte 1

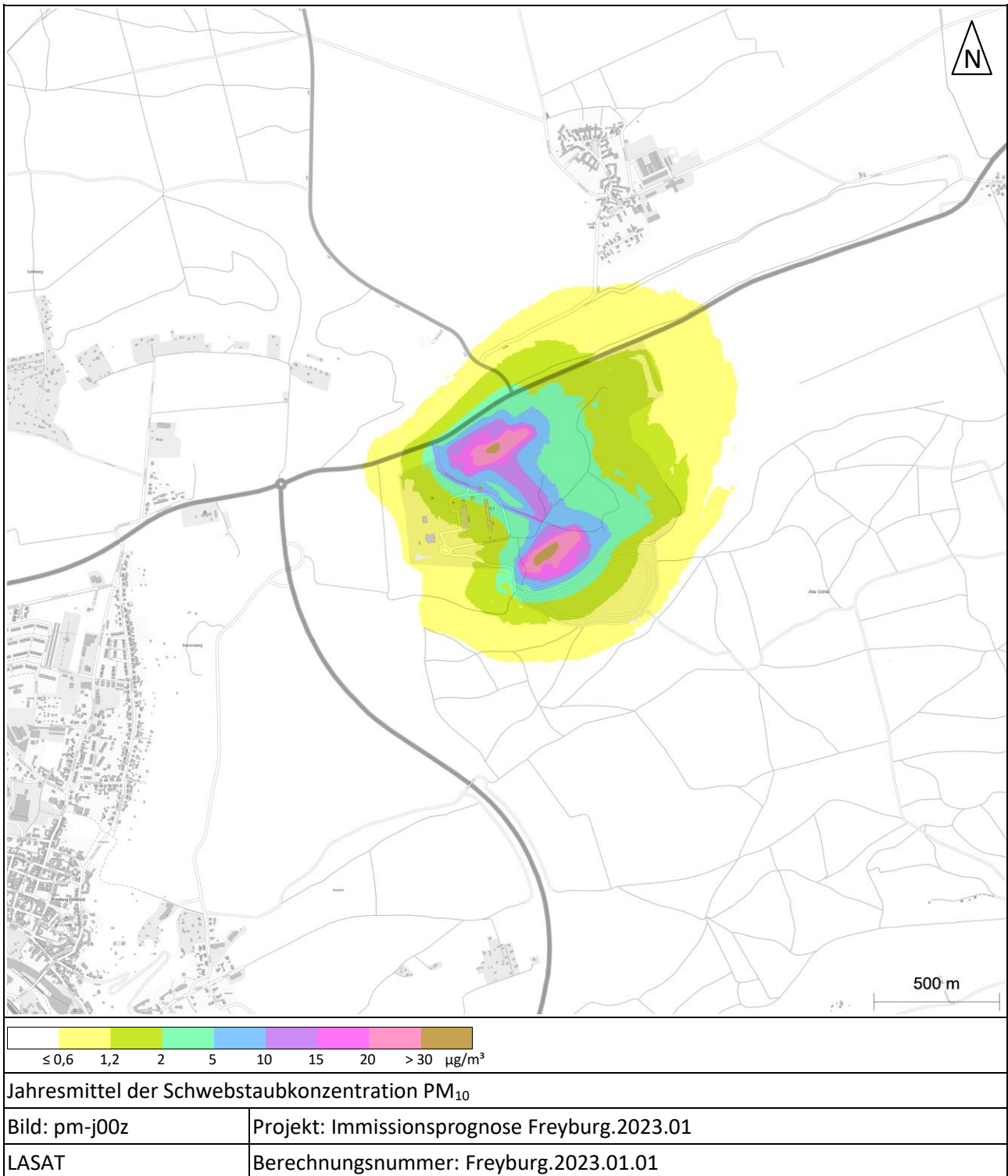


Abbildung 15: Prognostizierte Schwebstaubkonzentration (PM₁₀) im Jahresmittel – Gesamtzusatzbelastung Betriebsvariante 1

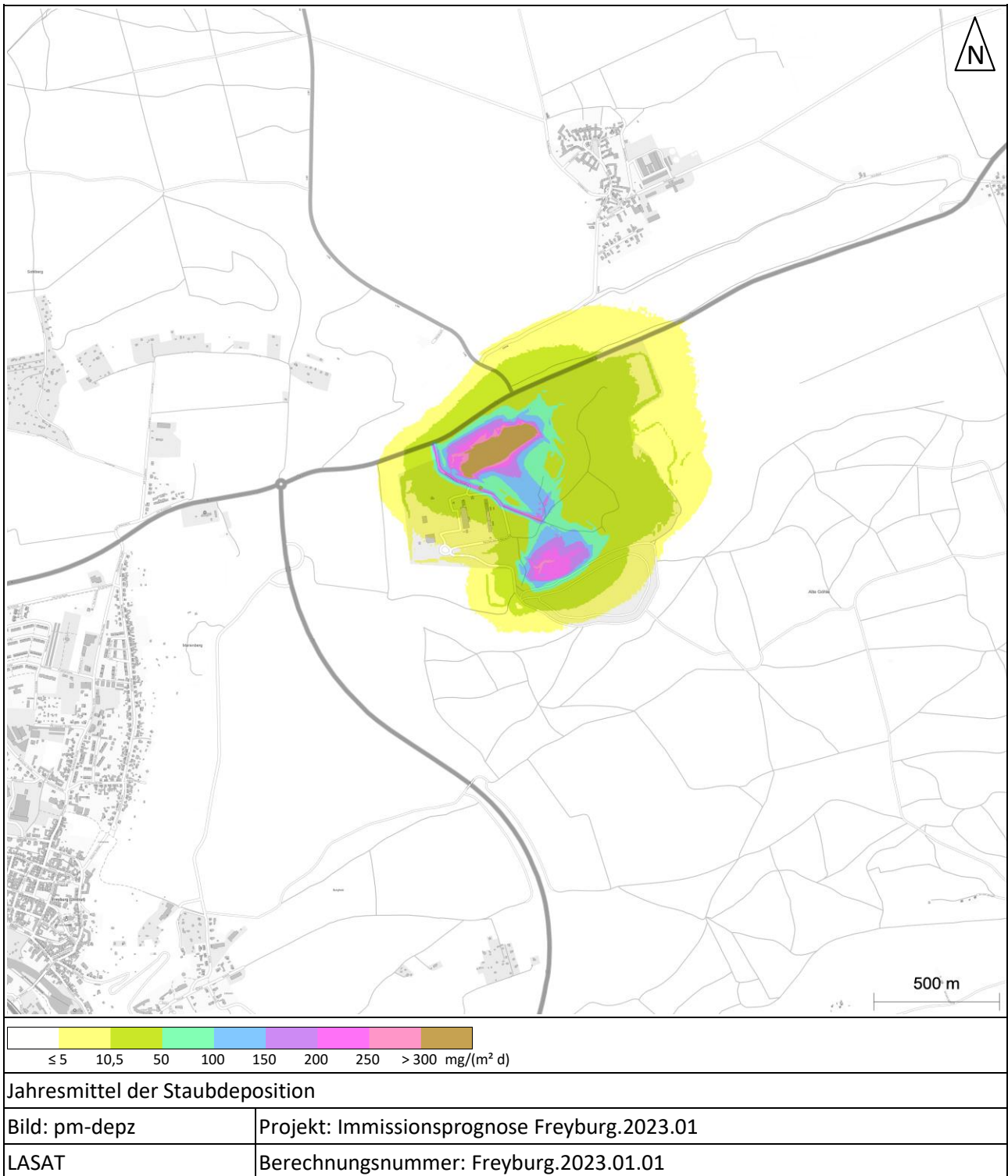


Abbildung 16: Prognostizierter Staubbiederschlag (Gesamtstaub) im Jahresmittel – Gesamtzusatzbelastung Betriebsvarainte 1

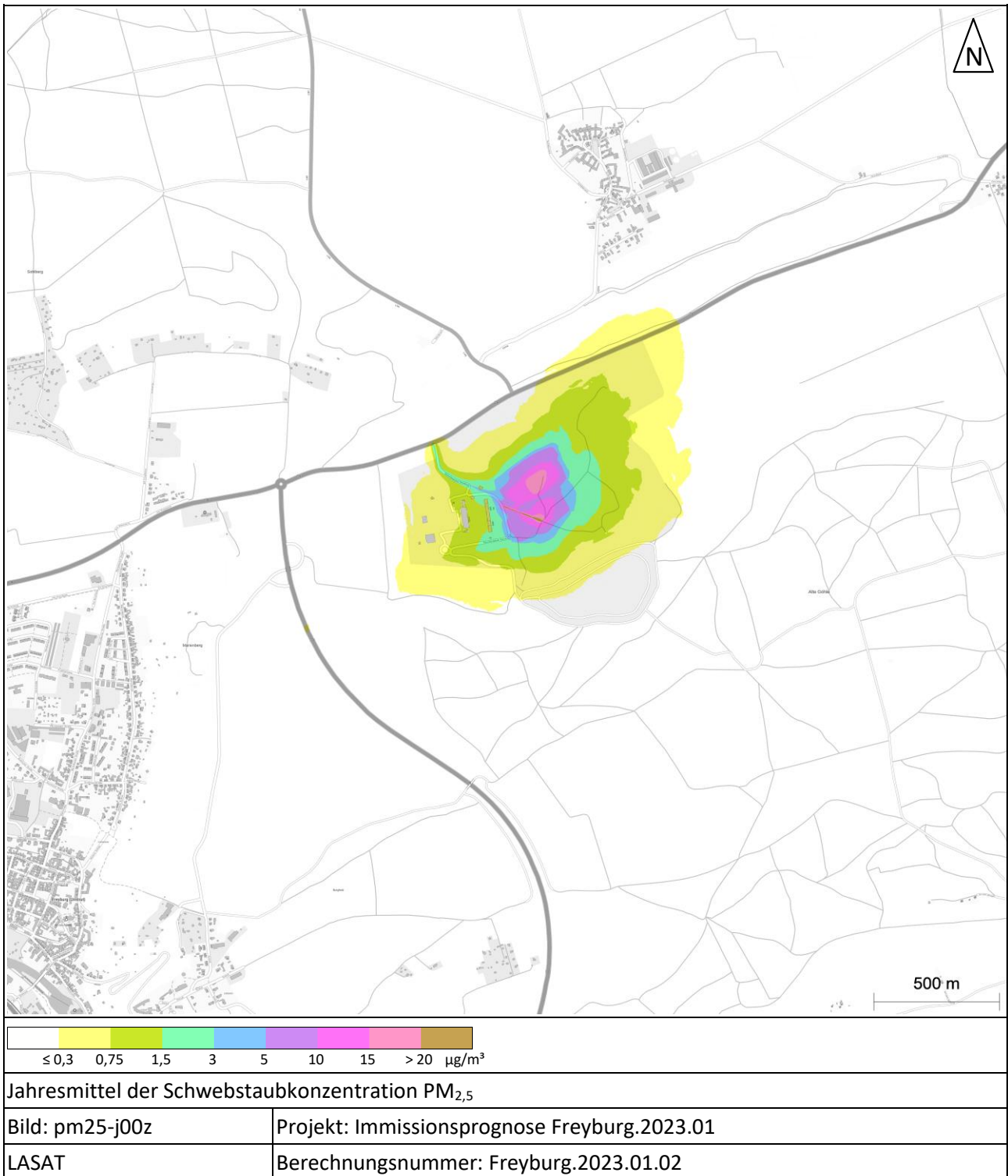


Abbildung 17: Prognostizierte Schwebstaubkonzentration ($\text{PM}_{2,5}$) im Jahresmittel – Gesamtzusatzbelastung Betriebsvarainte 8

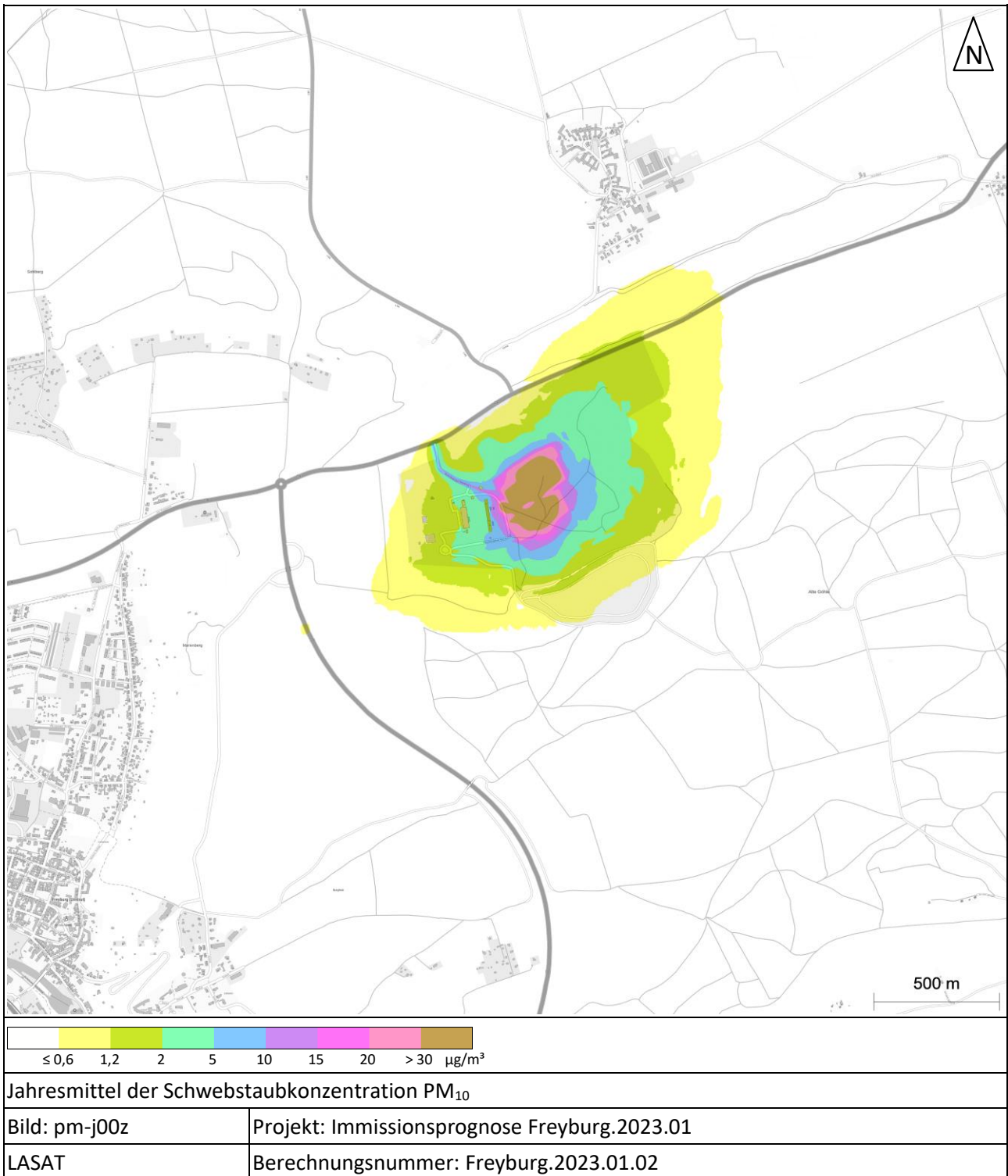


Abbildung 18: Prognostizierte Schwebstaubkonzentration (PM₁₀) im Jahresmittel – Gesamtzusatzbelastung Betriebsvariante 8

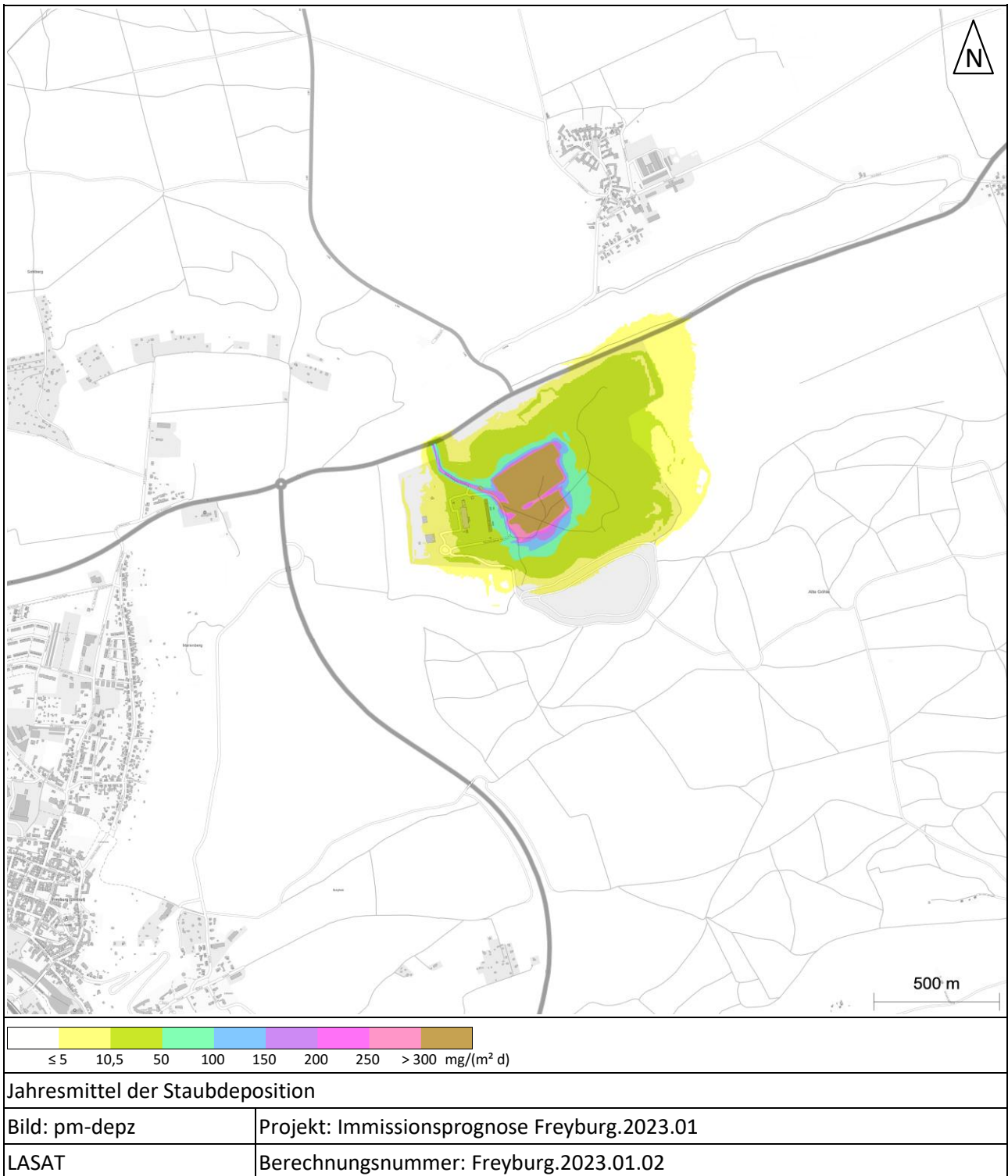


Abbildung 19: Prognostizierter Staubniederschlag (Gesamtstaub) im Jahresmittel – Gesamtzusatzbelastung Betriebsvarainte 8

5 Wertung der Ergebnisse

5.1 Geruchsimmissionen

Die folgende Tabelle listet die prognostizierten Geruchsbelastungen in Prozent der Jahresstunden für alle maßgeblichen Immissionsorte in den beiden immissionsseitig ungünstigsten Betriebszuständen auf.

Tabelle 19: Prognostizierte Geruchsbelastung in Prozent der Jahresstunden

Immissionsort	Betriebsvariante 2	Betriebsvariante 7
I01 Gewebegebiet Kiesgrube	7,1	21,6
I02 Wohnbebauung Steinbruch (Außenbereich)	2,3	1,1
I03 Wohnbebauung Siedlung 1, Schleberoda	2,1	1,9
I04 Wohnbebauung Zeuchfeld 2B, Zeuchfeld	0,5	0,8
I05 Wohnbebauung Am Ententeich 9, Freyburg	1,0	0,6
I06 Wohnbebauung Marienberge 85, Freyburg	0,6	0,2

Aus den Ergebnisdarstellungen in den Abbildungen 12 und 13 sowie der vorangestellten Tabelle ist zu erkennen, dass an den Immissionsorten außerhalb des Gewerbegebietes die prognostizierte Gesamtzusatzbelastung für Gerüche den Wert von 2 % der Jahresstunden (0,02) in der gerundeten Kenngröße nicht überschreitet. Damit ist die Zusatzbelastung der geplanten Deponie an diesen Immissionsorten als irrelevant anzusehen. Es ist somit gemäß Angang 7 Nr. 3.3 TA Luft [1] davon auszugehen, dass der geplante Anlagenbetrieb die belästigende Wirkung der vorhandenen Belastung nicht relevant erhöht. Eine Berücksichtigung der Vorbelastung kann für diese Immissionsorte entfallen.

Im Gewerbegebiet Kiesgrube erreicht die prognostizierte Geruchsbelastung an Orten, die für einen dauerhaften Aufenthalt von Personen geeignet sind einen Maximalwert von 22 % der Jahresstunden (0,22). Hiervon betroffen sind die Arbeitsstätten der Fa. Natursteinmanufaktur Tänzer und Beinemann GmbH. An einer bestehenden Wohnnutzung im Besitz des zukünftigen Anlagenbetreibers werden bis zu 18 % der Jahresstunden (0,18) erreicht.

Durch die Überschreitung des Irrelevanzkriteriums an dieser Stelle ist zu prüfen, ob sich im Umfeld dieses Immissionsortes relevante Vorbelastungen für Geruch befinden. Als einzige Anlage innerhalb des Gewerbegebietes, bzw. unmittelbar angrenzend, von der potentiell Geruchsemissionen ausgehen können, ist die Grünschnittkompostierung Abfallwirtschaft Sachsen-Anhalt Süd AöR zu nennen. Diese befindet sich in einer Entfernung von ca. 300 m östlich der betreffenden Immissionsorte und damit außerhalb der Hauptwindrichtung. Ferner gehen von Grünschnittkompostierungen in der Regel biogene Gerüche aus, die nicht von natürlichen Gerüchen der Vegetation und Landwirtschaft zu unterscheiden sind. Daher sind derartige Gerüche nach Anhang 7 Nr. 3.1² TA Luft nicht zu berücksichtigen. Die ausgewiesene Gesamtzusatzbelastung stellt für diese Immissionsorte somit die beurteilungsrelevante Gesamtbelastung dar.

Eine Beurteilung und abschließende Wertung der Ergebnisse obliegt der zuständigen Genehmigungsbehörde. Im Rahmen der gutachterlichen Einschätzung werden hierzu die folgenden Hinweise gegeben:

² Eine Geruchsimmission ist nach dieser Richtlinie zu beurteilen, wenn sie gemäß Nr. 4.4.7 dieses Anhanges nach ihrer Herkunft aus Anlagen erkennbar, d.h. abgrenzbar ist gegenüber Gerüchen aus dem Kraftfahrzeugverkehr, dem Hausbrand, der Vegetation, landwirtschaftlichen Düngemaßnahmen oder ähnlichem.

- Für benachbarte Arbeitsstätten und betroffene Arbeitnehmerinnen/Arbeitnehmer sind in der Regel höhere Immissionen bis 25 % der Jahresstunden zumutbar.
- Die ausgewiesene Geruchswahrnehmungshäufigkeit betrifft die, der Deponie zugewandte Rückseite des Betriebs. Im Bereich der Vorderseite werden Geruchsbelastungen bis maximal 17 % der Jahresstunden ermittelt.
- Die betroffene Wohnbebauung befindet sich im Eigentum des zukünftigen Anlagenbetreibers und kann daher als Betriebswohnung angesehen werden. In diesem Fall entfällt eine Beurteilung, da die vom eigenen Betrieb verursachten Geruchsmissionen bei der Beurteilung im Rahmen des Immissionsschutzes nicht berücksichtigt werden.
- Die Ermittlung der Geruchsmissionen erfolgte konservativ unter Berücksichtigung eines überschätzenden, dauerhaft angesetzten Geruchsemissionsfaktors.

5.2 Staubimmissionen

Die folgende Tabelle listet die prognostizierten Staubbelastungen als Jahresmittelwerte für alle maßgeblichen Immissionsorte in den beiden immissionsseitig ungünstigsten Betriebszuständen auf.

Tabelle 20: Prognostizierte Staubbelastung als Jahresmittelwerte

Immissionsort	Feinstaubkonzentration (PM _{2,5}) in µg/m ³	Schwebstaubkonzentration (PM ₁₀) in µg/m ³	Staubdeposition (Gesamtstaub) in mg/(m ² d)
Betriebsvariante 1			
IO1 Gewebegebiet Kiesgrube	1,1	4,1	41,9
IO2 Wohnbebauung Steinbruch (Außenbereich)	0,1	0,4	1,1
IO3 Wohnbebauung Siedlung 1, Schleberoda	0,2	0,5	3,0
IO4 Wohnbebauung Zeuchfeld 2B, Zeuchfeld	0,0	0,1	0,7
IO5 Wohnbebauung Am Ententeich 9, Freyburg	0,0	0,1	0,4
IO6 Wohnbebauung Marienberge 85, Freyburg	0,0	0,1	0,3
Betriebsvariante 8			
IO1 Gewebegebiet Kiesgrube	3,0	9,3	83,4
IO2 Wohnbebauung Steinbruch (Außenbereich)	0,1	0,1	0,3
IO3 Wohnbebauung Siedlung 1, Schleberoda	0,1	0,4	1,2
IO4 Wohnbebauung Zeuchfeld 2B, Zeuchfeld	0,0	0,1	0,5
IO5 Wohnbebauung Am Ententeich 9, Freyburg	0,0	0,1	0,3
IO6 Wohnbebauung Marienberge 85, Freyburg	0,0	0,0	0,2
Irrelevanzwert nach TA Luft	0,75	1,2	10,5
Immissionswert nach TA Luft	25	40	350

Aus den Ergebnisdarstellungen in den Abbildungen 14 bis 19 sowie der vorangestellten Tabelle ist zu erkennen, dass an den Immissionsorten außerhalb des Gewerbegebietes die prognostizierte Gesamtzusatzbelastung für Stäube die Irrelevanzwerte nicht überschreitet. Damit ist die Gesamtzusatzbelastung der

geplanten Deponie an diesen Immissionsorten als irrelevant anzusehen. Es ist somit davon auszugehen, dass der geplante Anlagenbetrieb die vorhandene Belastung nicht relevant erhöht. Eine Berücksichtigung der Vorbelastung kann für diese Immissionsorte entfallen.

Aus dem Messnetz des Landesamtes für Umwelt Sachsen-Anhalt stellen die Stationen Unterharz Friedrichsbrunn (ländlicher Hintergrund) und Halle/Nord (städtisch, Hintergrund) die zwei nächstgelegenen Stationen dar, an denen die beiden Parameter zur Staubkonzentration ($PM_{2,5}$ und PM_{10}) aufgezeichnet werden. Aufgrund der Lage des Untersuchungsraumes zu den beiden Stationen kann grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass vergleichbare Hintergrundbelastungen zu erwarten sind.

Die Stationen im städtischen Hintergrund berücksichtigen neben großräumigen, natürlichen Einträge insbesondere Einträge aus Hausbrand, Baustellen, größeren Gewerbeansiedlungen und innerstädtischen Personen- und Güterverkehr. Demgegenüber sind in den Werten der Stationen im ländlichen Hintergrund überwiegend natürliche Einträge und Einträge aus der Landwirtschaft berücksichtigt.

Aus dem Immissionsschutzbericht 2021 des Landes Sachsen-Anhalt [21] ergeben sich an den genannten Stationen im Mittel der Jahre 2019 bis 2021 die nachfolgend dargestellten, mittleren Staubkonzentrationen.

Tabelle 21: Messwerte des Landes Sachsen-Anhalt

Messstation	$PM_{2,5}$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	PM_{10} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Unterharz Friedrichsbrunn	6,7	10,0
Halle/Nord	10,3	15,3

Die unterschiedlichen Betriebe innerhalb des Gewerbegebietes sind hinsichtlich ihres Emissionsverhaltens vergleichbar mit Gewerbeansiedlungen und Baustellenbetrieben im innerstädtischen Bereich. Auch der zusammengefasste Fahrverkehr der Betriebe, der sich aus den Angaben der jeweiligen Betreiber zu etwa 120 Fahrzeugen (Lkw, Transporter, Pkw pro Tag) bemisst, geht nicht über das hinaus, was im Rahmen eines städtischen Hintergrundes zu erwarten ist.

Die Verwendung der Messwerte der Station Halle/Nord als Hintergrundbelastung führt damit zu sachgerechten Betrachtung. Setzt man den Mittelwert der Jahre 2019 bis 2021 der an dieser Station gemessenen Belastung im vorliegenden Fall als Vorbelastung an, so ergibt sich an der maximal beaufschlagten Immissionsort eine Gesamtbelastung $\leq 13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($PM_{2,5}$) bzw. $\leq 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM_{10}).

Die Immissionswerte nach TA Luft von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $PM_{2,5}$ und $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} werden damit eingehalten.

Für Station Halle/Nord liegen in den Jahren 2019 bis 2021 keine Angaben zur Staubdeposition vor. Der Maximalwert der Staubdeposition (Jahresmittel) in diesem Zeitraum wurde an der Station Hettstedt, Berggrenze mit $0,15 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ gemessen. Mit dieser Hintergrundbelastung ergibt sich am maximal beaufschlagten Immissionsort eine Gesamtbelastung $\leq 0,23 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$. Der Immissionswert der TA Luft von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ wird somit eingehalten.

Die Einhaltung des Immission-Tageswertes für die Schwebstaubkonzentration ist gemäß Nr. 4.7.2a TA Luft gegeben, wenn das Jahresmittel der Schwebstaubkonzentration einen Wert von $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreitet. Da diese Bedingung mit einem Maximalwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten wird, ist auch von einer Einhaltung des Immissions-Tageswertes auszugehen.

6 Zusammenfassung

Die BLR Burgenland-Recycling GmbH plant die Errichtung und den Betrieb einer Deponie zum Einbau von Deponiematerial der Klassen 0 und 1 am Standort eines ehemaligen Tagebaus bei Freyburg (Unstrut). Im Zuge des Genehmigungsverfahrens sind durch den Antragsteller Nachweise zu erbringen, dass mit dem geplanten Betrieb keine erheblich nachteiligen Beeinträchtigungen der umliegenden Schutzgüter einhergehen.

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 Gerüche und Stäube ermitteln und bewerten zu können, sowie Festlegungen zu notwendigen Minderungsmaßnahmen treffen zu können.

Die Ermittlung der Emissionen erfolgt auf Basis von Literatur- und Konventionswerten. Die Prognose der Immissionen erfolgt unter Anwendung des Lagrange-Modells (nach Anhang 2 der TA Luft [1]) mit dem Programm LASAT 3.4 [2]. Dabei werden übertragene meteorologische Daten der Wetterstation Gera-Leumnitz (1290) des Deutschen Wetterdienstes verwendet. Die orografische Situation wurde mittels eines digitalen Geländemodells und eines prognostischen Windfeldmodells berücksichtigt.

Die Prognose kommt zu den folgenden Ergebnissen:

- Der geplante Deponiebetrieb führt an den Wohnnutzungen in den umliegenden Ortschaften bzw. im Außenbereich zu keinen relevanten Geruchs- und Staubbelastungen.
- Im Bereich des Gewerbegebietes Kiesgrube werden durch den geplanten Deponiebetrieb relevante Geruchs- und Staubimmissionen verursacht. Die Immissionen sind aus gutachterlicher Sicht nicht geeignet eine Überschreitung der Grenzwerte für Staubbelastungen bzw. zu erheblichen Geruchsbelästigungen nach nach TA Luft zu führen. Eine abschließende Beurteilung der Ergebnisse obliegt dabei der zuständigen Genehmigungsbehörde.

Den Ergebnissen liegen die folgenden emissionsmindernden Maßnahmen zugrunde, die im Falle einer Genehmigungserteilung als Nebenbestimmungen aufzunehmen sind:

- Beschränkung der Fahrtgeschwindigkeit auf 10 km/h (für Lkw und Radlader),
- Regelmäßige Reinigung der befestigten Fahrtwege (befestigt meint in diesem Fall asphaltiert, betonierte oder gepflastert),
- Befestigung des ersten Teilabschnittes der bisher unbefestigten Zufahrt (direkte Zuwegung zu den DK 1 und DK0), solange die Sohlenbaumaßnahmen für der Bauabschnitte DK 1-5 und DK 0-4 dies zulassen,
- mobile Befeuchtung der unbefestigten Fahrtwege auf den Deponiegeländen mit Tankwagen während der Betriebszeit min. alle 3 Stunden jeweils 3 l/m², (gilt auch für den ersten Teilabschnitt der Zuwegung wenn die Asphaltierung infolge des fortschreitenden Baus wieder abgebrochen werden muss) und
- zeitnahe Abdeckung geruchsrelevanter Einbaustoffe mit weniger geruchsbelastetem Material.

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

Frankenberg, am 13. Januar 2023



Dipl.-Ing. Jens Förster
- bearbeitet -



B.Eng. Patrick Amberger
- freigegeben -

7 Anhang

7.1 Verwendung von Rechtsgrundlagen und Literatur

- [1] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, *Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz*, vom 18. August 2021 (GMBl. Nr. 48-25 vom 14. September 2021 S. 1050); in aktueller Fassung.
- [2] Lasat 3.4, „Ing.-Büro Janicke,“ 1998-2017. [Online]. Available: <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [3] IfU GmbH Privates Institut für Analytik, „Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen; Akz.: O-200326-1,“ Frankenberg/Sa, 15. September 2020.
- [4] VDI 3790 Blatt 3 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern*, Berlin: Beuth-Verlag, vom Januar 2010; in aktueller Fassung.
- [5] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, „Ermittlung des PM10-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschuttzubereitungsanlagen,“ Wiesbaden, November 2010.
- [6] VDI 3790 Blatt 4 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichem/industriellem Betriebsgelände*, Berlin: Beuth-Verlag, September 2018; in aktueller Fassung.
- [7] INFRAS/MKC, *Handbook Emission Factors for Road Transport; Version 4.2.2*, Bern, vom 23. Februar 2022.
- [8] VDI 3790 Blatt 2 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Deponien*, Berlin: Beuth-Verlag, vom Dezember 2002.
- [9] 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.
- [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] Umweltbundesamt, Ing.-Büro Janicke, „AUSTAL3,“ 2021. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/ausbreitungsmodelle-fuer-anlagenbezogene/download-austal>.
- [12] Ing.-Büro Janicke im Auftrag des Umweltbundesamtes, *UFOPLAN-Vorhaben 200 43 256 "Entwicklung eines modellgestützten Beurteilungssystems für den anlagenbezogenen Immissionsschutz*.
- [13] Statistisches Bundesamt, *Daten zur Bodenbedeckung für die Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [14] 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.
- [15] VDI 3783 Blatt 16, *Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2013.
- [16] A. Zenger, *Atmosphärische Ausbreitungsmodellierung - Grundlagen und Praxis*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1998.
- [17] R. A. Pielke, *Mesoscale Meteorological Modeling, Third Edition*, Amsterdam: Elsevier Inc., 2013.
- [18] VDI 3783 Blatt 7 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für dynamisch und thermisch bedingte Strömungswindfelder*, Berlin: Beuth-Verlag, vom Mai 2017; in aktueller Fassung.

-
- [19] D. Öttl, „Documentation of the prognostic mesoscale model GRAMM (Graz Mesoscale Model) Vs. 17.1,“ Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, 2017.
- [20] Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, *Immissionsschutzbericht Luftqualität 2018 Sachsen-Anhalt*, Halle, Oktober 2019.

7.2 Dateien zur Ausbreitungsrechnung

7.2.1 grid.def (Definitionsdatei Rechengitter)

```
===== grid.def
.
RefX = 32695000
RefY = 5679000
GGCS = GK
Sk = { 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0 }
Nzd = 1
Flags = +NESTED+BODIES
-
! Nm | NI Ni Nt Pt  Dd Nx Ny Nz  Xmin  Ymin Rf Im  Ie
-----+-----
N 05 | 1 1 3 3  64.0 90 90 20 -2560.0 -3200.0 0.5 200 1.0e-004
N 04 | 2 1 3 3  32.0 116 126 20 -1408.0 -2112.0 0.5 200 1.0e-004
N 03 | 3 1 3 3  16.0 168 188 20 -896.0 -1600.0 0.5 200 1.0e-004
N 02 | 4 1 3 3  8.0 240 280 20 -512.0 -1216.0 1.0 200 1.0e-004
N 01 | 5 1 3 3  4.0 288 288 4 -128.0 -832.0 1.0 200 1.0e-004
-----+-----
```

7.2.2 bodies.def (Definitionsdatei Gebäude)

```
===== bodies.def
.
DMKp = { 6.000 1.000 0.300 0.050 0.700 1.200 15.0 0.500 0.300 }
TrbExt = 0
-
- Rectangles
Btype = BOX
! Name | Xb Yb Hb Ab Bb Cb Wb
-----+-----
B 01 | 199.00 -302.00 0.00 131.30 13.10 6.00 278.30
B 02 | 109.00 -306.50 0.00 20.80 12.20 6.00 279.70
B 03 | 103.50 -334.70 0.00 84.80 24.80 6.00 278.50
B 04 | 176.50 -258.00 0.00 13.90 12.10 6.00 331.60
B 05 | 158.40 -299.80 0.00 12.40 10.90 6.00 96.30
B 06 | 126.10 -422.60 0.00 13.00 7.50 6.00 278.40
B 07 | -48.00 -370.00 0.00 26.80 16.70 6.00 278.60
B 08 | -35.10 -443.80 0.00 33.60 35.00 6.00 278.80
-----+-----
```

7.2.3 substances.def (Definitionsdatei Stoffe)

```
===== substances.def
.
Name = gas
Unit = g
Rate = 16.00000
Vsed = 0.0000
-
! Substance | Vdep Refc Refd Rfak Rexp
-----+-----
K pm-1 | 1.000e-03 4.000e-05 4.051e-06 3.000e-05 0.80
K pm-2 | 1.000e-02 4.000e-05 4.051e-06 1.500e-04 0.80
K pm25-1 | 1.000e-03 4.000e-05 4.051e-06 3.000e-05 0.80
K odor | 0.000e+000 1.000e-001 0.000e+000 0.000e+000 0.80
-----+-----
.
Name = pmu
Unit = g
Rate = 16.00000
Vsed = 0.0600
-
! Substance | Vdep Refc Refd Rfak Rexp
-----+-----
K pm-u | 7.000e-02 4.000e-05 4.051e-06 4.400e-04 0.80
-----+-----
```

7.2.4 param.def/sources.def Freyburg.2023.01.03 (Geruch Variante 2)

```

===== param.def
.
Ident = "Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.03"
Seed = 11111
Interval = 01:00:00
RefDate = 2014-12-26.00:00:00
Start = 00:00:00
End = 365.00:00:00
Average = 24
Flags = +MAXIMA+ODOR
===== sources.def
.
!Nr. | Xq  Yq  Hq  Aq  Bq  Cq  Wq  Dq  Vq  Qq  Ts  Lw  Rh  Tt
-----+-----
Q 01 | -6.7 -81.2 0.0 109.7 0.0 3.0 286.3 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 02 | 24.1 -185.9 0.0 85.3 0.0 3.0 328.0 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 03 | 97.0 -230.4 0.0 142.9 0.0 3.0 339.8 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 04 | 231.1 -279.8 0.0 60.8 0.0 3.0 309.0 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 05 | 270.0 -326.5 0.0 169.6 0.0 3.0 339.1 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 06 | 378.3 -595.1 0.0 116.6 206.9 15.0 0.4 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 07 | 489.6 -324.7 0.0 409.4 89.2 15.0 133.8 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 08 | 68.3 -181.6 0.0 281.0 88.7 20.0 28.8 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 09 | 130.0 -214.5 0.0 317.8 52.7 10.0 31.6 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 10 | 199.7 -242.1 0.0 294.5 61.1 5.0 31.5 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 11 | 259.8 -276.0 0.0 283.9 60.2 5.0 31.6 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 12 | 316.4 -348.9 0.0 244.4 91.8 5.0 31.6 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 13 | 398.2 -666.6 0.0 266.9 80.0 20.0 31.2 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 14 | 354.1 -601.2 0.0 278.7 59.8 10.0 31.7 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 15 | 317.4 -553.3 0.0 293.9 60.2 5.0 31.5 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 16 | 335.9 -472.1 0.0 246.0 96.0 5.0 31.8 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
-----+-----

```

7.2.5 param.def/sources.def Freyburg.2023.01.04 (Geruch Variante 7)

```

===== param.def
.
Ident = "Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.04"
Seed = 11111
Interval = 01:00:00
RefDate = 2015-02-04.00:00:00
Start = 00:00:00
End = 365.00:00:00
Average = 24
Flags = +MAXIMA+ODOR
OdorThr = 0.250
===== sources.def
.
!Nr. | Xq  Yq  Hq  Aq  Bq  Cq  Wq  Dq  Vq  Qq  Ts  Lw  Rh  Tt
-----+-----
Q 01 | -6.7 -81.2 0.0 109.7 0.0 3.0 286.3 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 02 | 24.1 -185.9 0.0 85.3 0.0 3.0 328.0 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 03 | 97.0 -230.4 0.0 142.9 0.0 3.0 339.8 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 04 | 231.1 -279.8 0.0 60.8 0.0 3.0 309.0 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 05 | 270.0 -326.5 0.0 169.6 0.0 3.0 339.1 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 06 | 378.3 -515.8 0.0 116.6 127.9 3.0 0.4 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 07 | 489.6 -324.7 0.0 260.9 89.2 3.0 133.8 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 08 | 68.3 -181.6 0.0 281.0 88.7 3.0 28.8 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 09 | 130.0 -214.5 0.0 317.8 52.7 3.0 31.6 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 10 | 199.7 -242.1 0.0 294.5 61.1 3.0 31.5 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 11 | 259.8 -276.0 0.0 283.9 60.2 3.0 31.6 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 12 | 316.4 -348.9 0.0 244.4 91.8 3.0 31.6 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 13 | 398.2 -666.6 0.0 266.9 80.0 3.0 31.2 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 14 | 354.1 -601.2 0.0 278.7 59.8 3.0 31.7 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 15 | 317.4 -553.3 0.0 293.9 60.2 3.0 31.5 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 16 | 335.9 -472.1 0.0 246.0 96.0 3.0 31.8 0.0 0.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0 0.0
-----+-----
0.0 0.0
-----+-----

```

7.2.6 param.def/sources.def Freyburg.2023.01.01 (Staub Variante 1)

===== param.def

```
Ident = "Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.01"
Seed = 11111
Interval = 01:00:00
RefDate = 2014-12-26.00:00:00
Start = 00:00:00
End = 365.00:00:00
Average = 24
Flags = +MAXIMA
```

===== sources.def

! Nr	Xq	Yq	Hq	Aq	Bq	Cq	Wq	Fq	Fr	Dq	Vq	Sh	Sv	Tt	Wl	Rh	Vw	Lw	Ts	Rt	Iq
Q 01	-6.7	-81.2	0.0	109.7	0.0	3.0	286.3	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 02	24.1	-185.9	0.0	85.3	0.0	3.0	328.0	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 03	97.0	-230.4	0.0	142.9	0.0	3.0	339.8	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 04	231.1	-279.8	0.0	60.8	0.0	3.0	309.0	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 05	270.0	-326.5	0.0	169.6	0.0	3.0	339.1	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 06	378.3	-595.1	0.0	116.6	206.9	15.0	0.4	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 07	489.6	-324.7	0.0	409.4	89.2	15.0	133.8	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 08	68.3	-181.6	0.0	281.0	88.7	20.0	28.8	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 09	130.0	-214.5	0.0	317.8	52.7	10.0	31.6	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 10	199.7	-242.1	0.0	294.5	61.1	5.0	31.5	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 11	259.8	-276.0	0.0	283.9	60.2	5.0	31.6	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 12	316.4	-348.9	0.0	244.4	91.8	5.0	31.6	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 13	398.2	-666.6	0.0	266.9	80.0	20.0	31.2	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 14	354.1	-601.2	0.0	278.7	59.8	10.0	31.7	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 15	317.4	-553.3	0.0	293.9	60.2	5.0	31.5	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 16	335.9	-472.1	0.0	246.0	96.0	5.0	31.8	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0

7.2.7 param.def/sources.def Freyburg.2023.01.02 (Staub Variante 8)

- Input file created by AUSTAL 3.1.2-WI-x

===== param.def

```
Ident = "Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.01"
Seed = 11111
Interval = 01:00:00
RefDate = 2014-12-26.00:00:00
Start = 00:00:00
End = 365.00:00:00
Average = 24
Flags = +MAXIMA
```

===== sources.def

! Nr	Xq	Yq	Hq	Aq	Bq	Cq	Wq	Fq	Fr	Dq	Vq	Sh	Sv	Tt	Wl	Rh	Vw	Lw	Ts	Rt	Iq
Q 01	-6.7	-81.2	0.0	109.7	0.0	3.0	286.3	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 02	24.1	-185.9	0.0	85.3	0.0	3.0	328.0	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 03	97.0	-230.4	0.0	142.9	0.0	3.0	339.8	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 04	231.1	-279.8	0.0	60.8	0.0	3.0	309.0	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 05	270.0	-326.5	0.0	169.6	0.0	3.0	339.1	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 06	378.3	-595.1	0.0	116.6	206.9	15.0	0.4	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 07	489.6	-324.7	0.0	409.4	89.2	15.0	133.8	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 08	68.3	-181.6	0.0	281.0	88.7	20.0	28.8	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 09	130.0	-214.5	0.0	317.8	52.7	10.0	31.6	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 10	199.7	-242.1	0.0	294.5	61.1	5.0	31.5	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 11	259.8	-276.0	0.0	283.9	60.2	5.0	31.6	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 12	316.4	-348.9	0.0	244.4	91.8	5.0	31.6	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 13	398.2	-666.6	0.0	266.9	80.0	20.0	31.2	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 14	354.1	-601.2	0.0	278.7	59.8	10.0	31.7	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 15	317.4	-553.3	0.0	293.9	60.2	5.0	31.5	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0
Q 16	335.9	-472.1	0.0	246.0	96.0	5.0	31.8	0.0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.00000	0.0	0.00000	0.00000	-1.000	0.100	0

7.2.8 Ausbreitungsklassenzeitreihe (Auszug)

```

* AKTERM-Zeitreihe mit Niederschlag
* Windmessung Gera-Leumnitz (DWD: 1612), Ausbreitungsklasse von Gera-Leumnitz (DWD: 1612), Niederschlag von Koordinaten X:
  32695250, Y: 5678750 (UBA)
* Zeitraum 26.12.2014 bis 25.12.2015
+ Anemometerhoehen (0.1 m): 94 112 143 174 212 279 351 406 452 * href=100m, z0s=0,026m, hs=12,00m
AK 1612 2014 12 26 00 00 1 1 310 69 1 3 1 -999 9 992 1
AK 1612 2014 12 26 01 00 1 1 310 53 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 02 00 1 1 310 43 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 03 00 1 1 310 37 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 04 00 1 1 310 29 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 05 00 1 1 310 29 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 06 00 1 1 300 30 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 07 00 1 1 310 27 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 08 00 1 1 330 20 1 2 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 09 00 1 1 340 20 1 2 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 10 00 1 1 320 20 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 11 00 1 1 310 15 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 12 00 1 1 320 25 1 4 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 13 00 1 1 350 31 1 4 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 14 00 1 1 350 25 1 2 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 15 00 1 1 350 28 1 2 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 16 00 1 1 10 15 1 1 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 17 00 1 1 50 7 1 2 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 18 00 1 1 170 14 1 2 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 19 00 1 1 140 18 1 2 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 20 00 1 1 180 26 1 2 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 21 00 1 1 210 27 1 2 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 22 00 1 1 180 28 1 2 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 26 23 00 1 1 190 35 1 2 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 27 00 00 1 1 190 40 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 27 01 00 1 1 180 42 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 27 02 00 1 1 170 44 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 27 03 00 1 1 170 41 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 27 04 00 1 1 170 43 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 27 05 00 1 1 170 43 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 27 06 00 1 1 170 56 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 27 07 00 1 1 170 47 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 27 08 00 1 1 140 37 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 27 09 00 1 1 120 39 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 27 10 00 1 1 110 48 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 27 11 00 1 1 100 56 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2014 12 27 12 00 1 1 90 48 1 3 1 -999 9 0 1

AK 1612 2015 12 24 12 00 1 1 180 60 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 24 13 00 1 1 180 55 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 24 14 00 1 1 200 57 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 24 15 00 1 1 190 61 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 24 16 00 1 1 170 59 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 24 17 00 1 1 170 58 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 24 18 00 1 1 200 58 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 24 19 00 1 1 200 66 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 24 20 00 1 1 190 63 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 24 21 00 1 1 200 60 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 24 22 00 1 1 210 80 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 24 23 00 1 1 210 75 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 00 00 1 1 220 65 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 01 00 1 1 220 64 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 02 00 1 1 220 73 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 03 00 1 1 210 65 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 04 00 1 1 210 58 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 05 00 1 1 220 58 1 3 1 -999 9 994 1
AK 1612 2015 12 25 06 00 1 1 240 28 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 07 00 1 1 340 12 1 2 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 08 00 1 1 270 32 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 09 00 1 1 260 33 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 10 00 1 1 240 35 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 11 00 1 1 230 33 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 12 00 1 1 230 26 1 4 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 13 00 1 1 210 29 1 4 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 14 00 1 1 180 28 1 4 1 -999 9 994 1
AK 1612 2015 12 25 15 00 1 1 200 35 1 4 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 16 00 1 1 210 31 1 3 1 -999 9 993 1
AK 1612 2015 12 25 17 00 1 1 210 49 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 18 00 1 1 210 60 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 19 00 1 1 230 54 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 20 00 1 1 230 49 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 21 00 1 1 220 58 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 22 00 1 1 230 51 1 3 1 -999 9 0 1
AK 1612 2015 12 25 23 00 1 1 230 57 1 3 1 -999 9 0 1
    
```

7.3 Statistische Unsicherheit

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

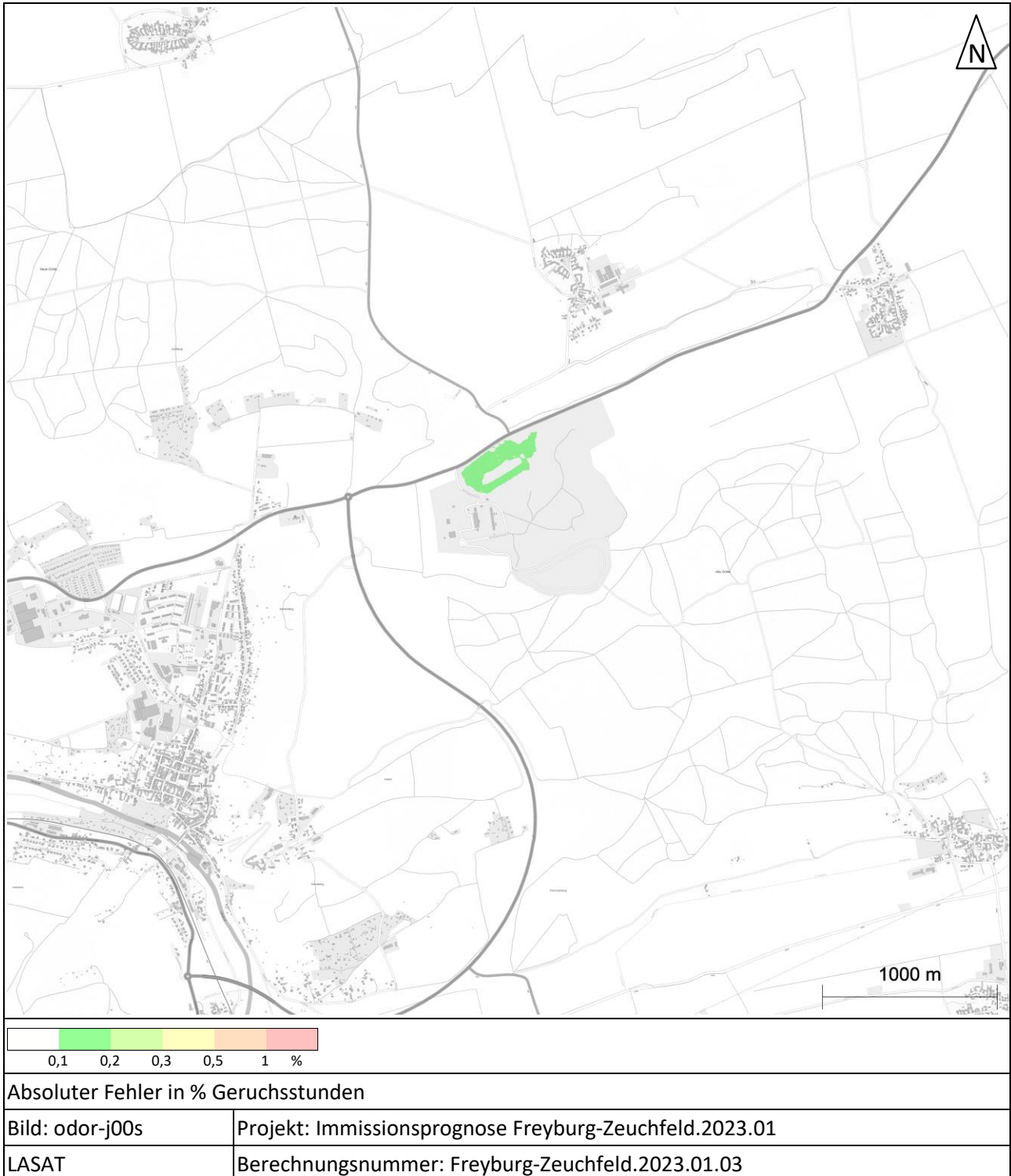


Abbildung 20: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.03, prognostizierte Geruchsimmission

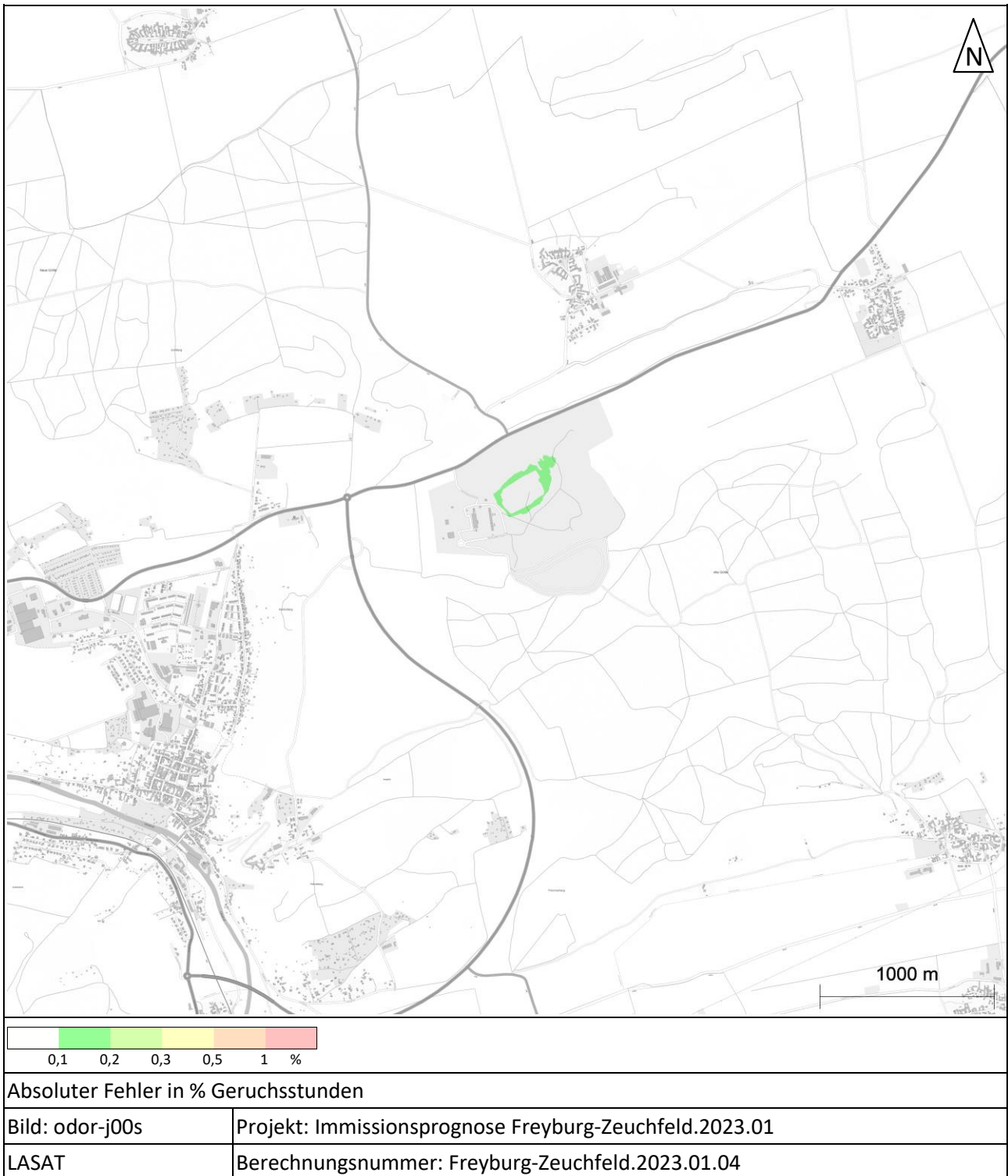


Abbildung 21: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.04, prognostizierte Geruchsimmission

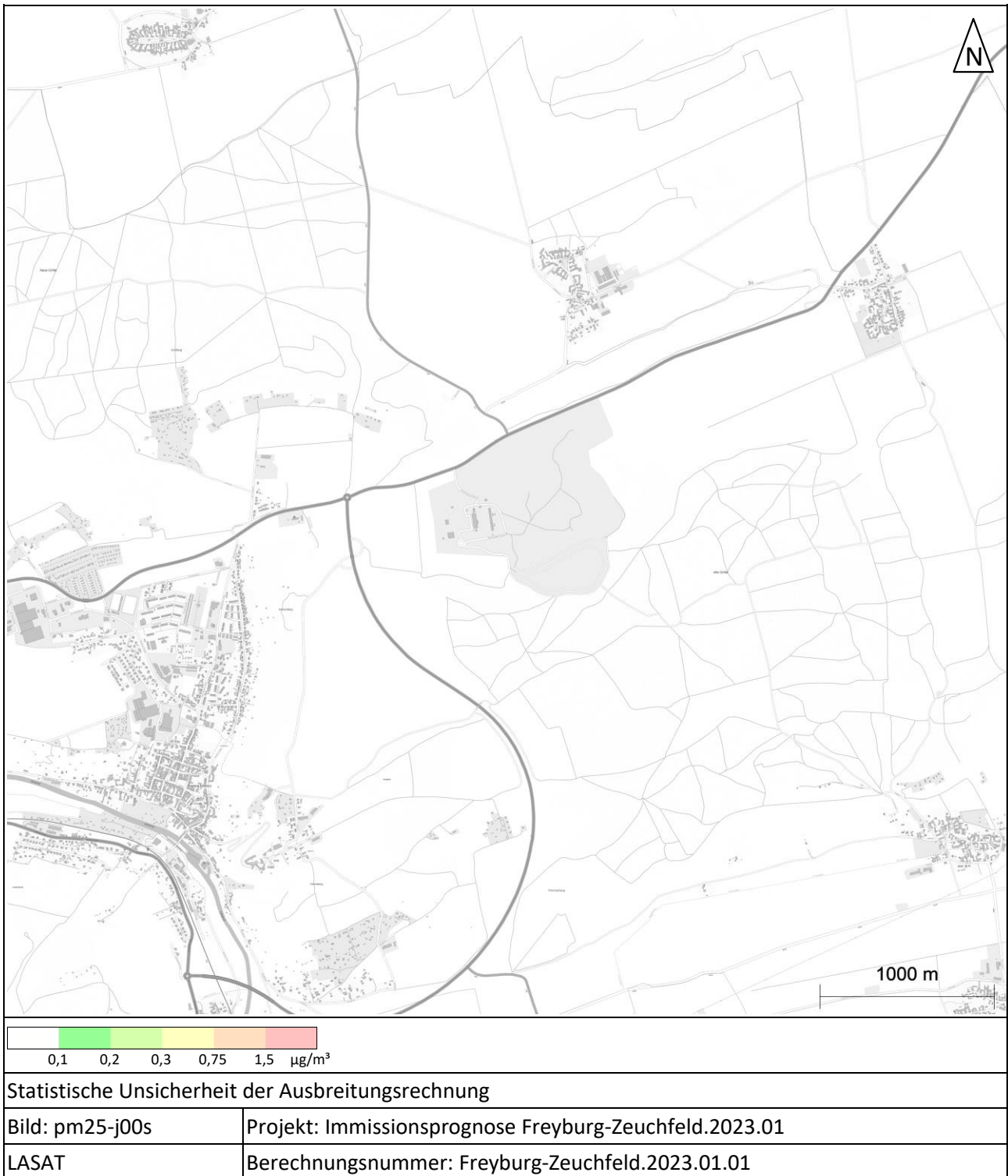


Abbildung 22: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.01, prognostizierte Feinstaubkonzentration im Jahresmittel

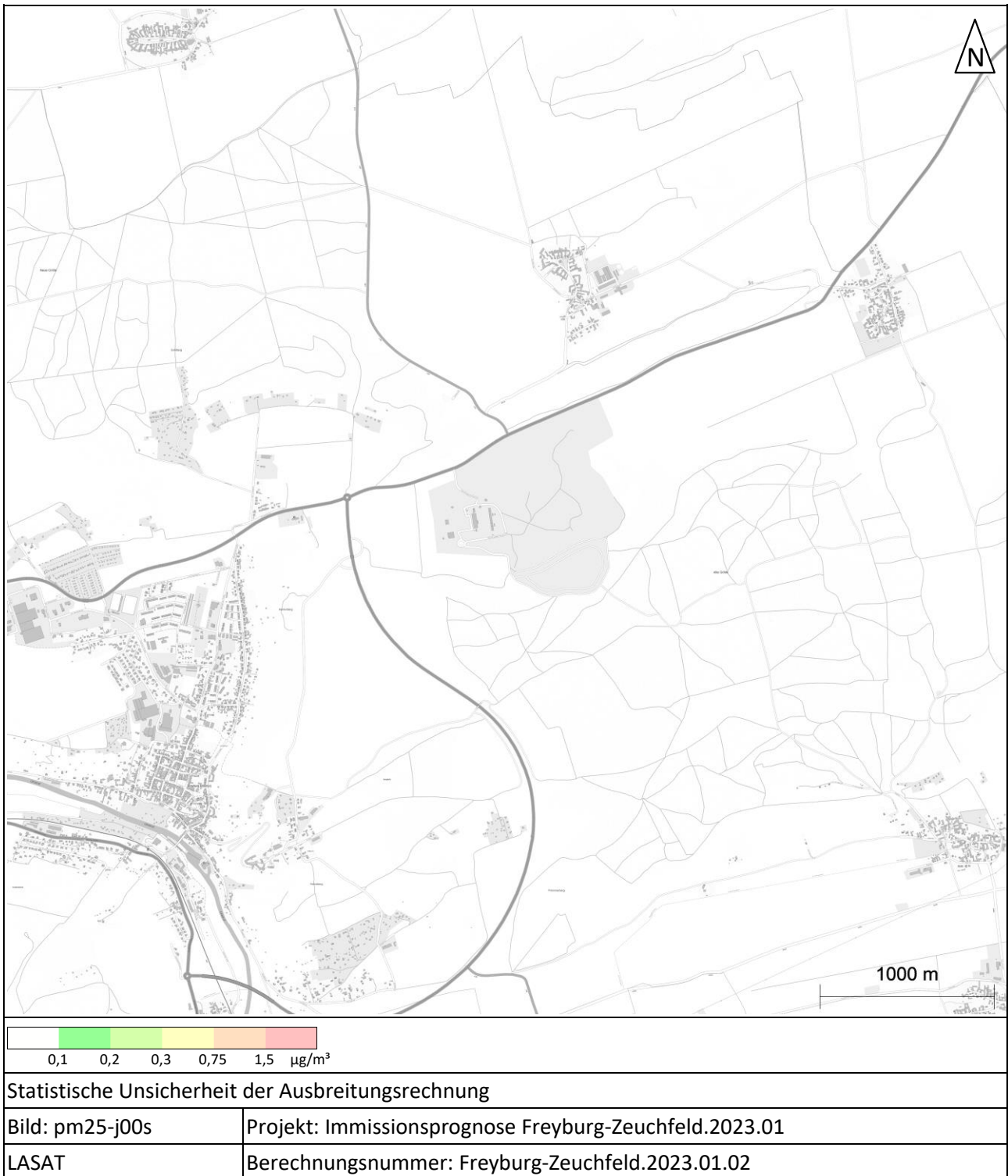


Abbildung 23: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.02, prognostizierte Feinstaubkonzentration im Jahresmittel

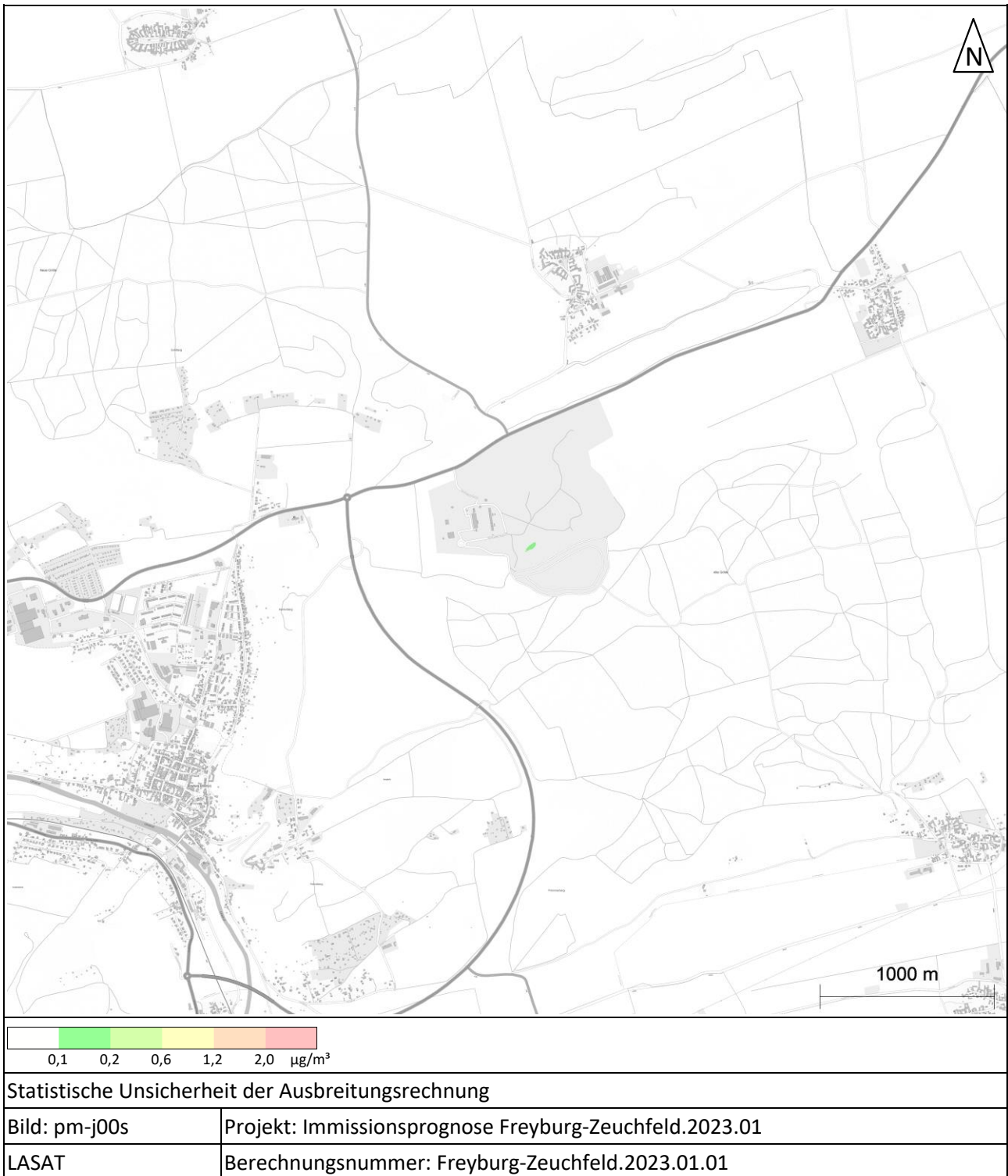


Abbildung 24: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.01, prognostizierte Schwebstaubkonzentration im Jahresmittel

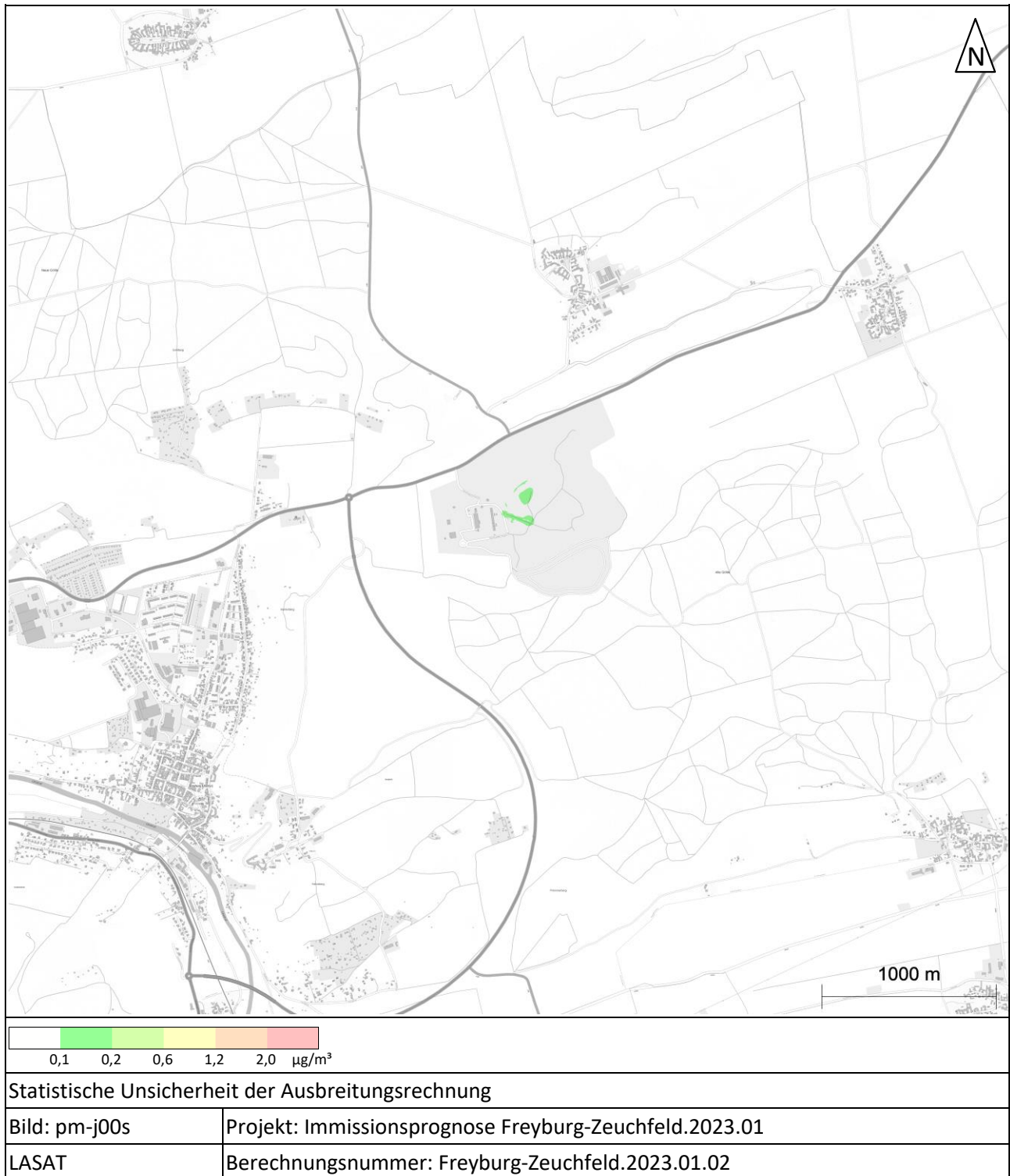


Abbildung 25: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.02, prognostizierte Schwebstaubkonzentration im Jahresmittel

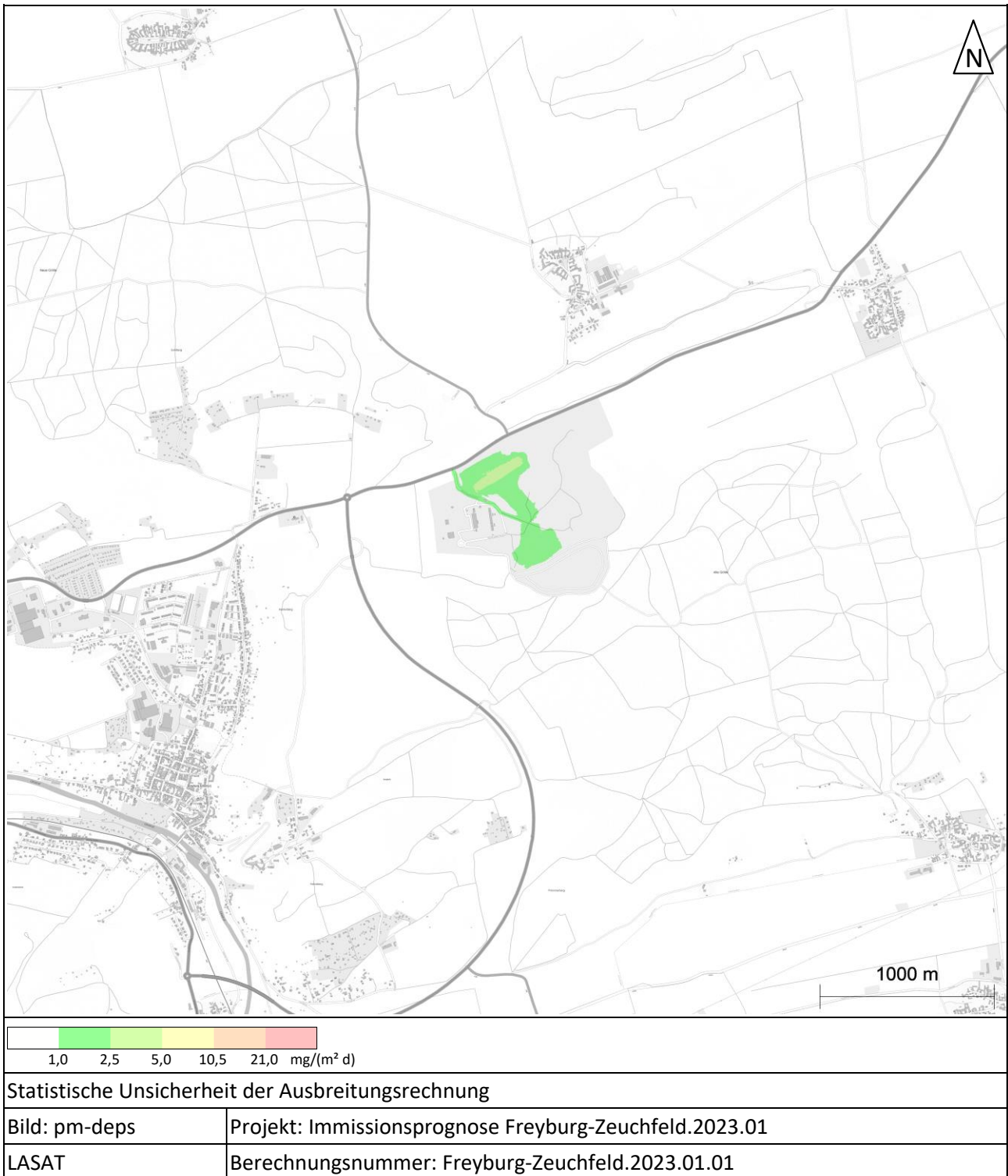


Abbildung 26: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.01 prognostizierter Staubniederschlag im Jahresmittel

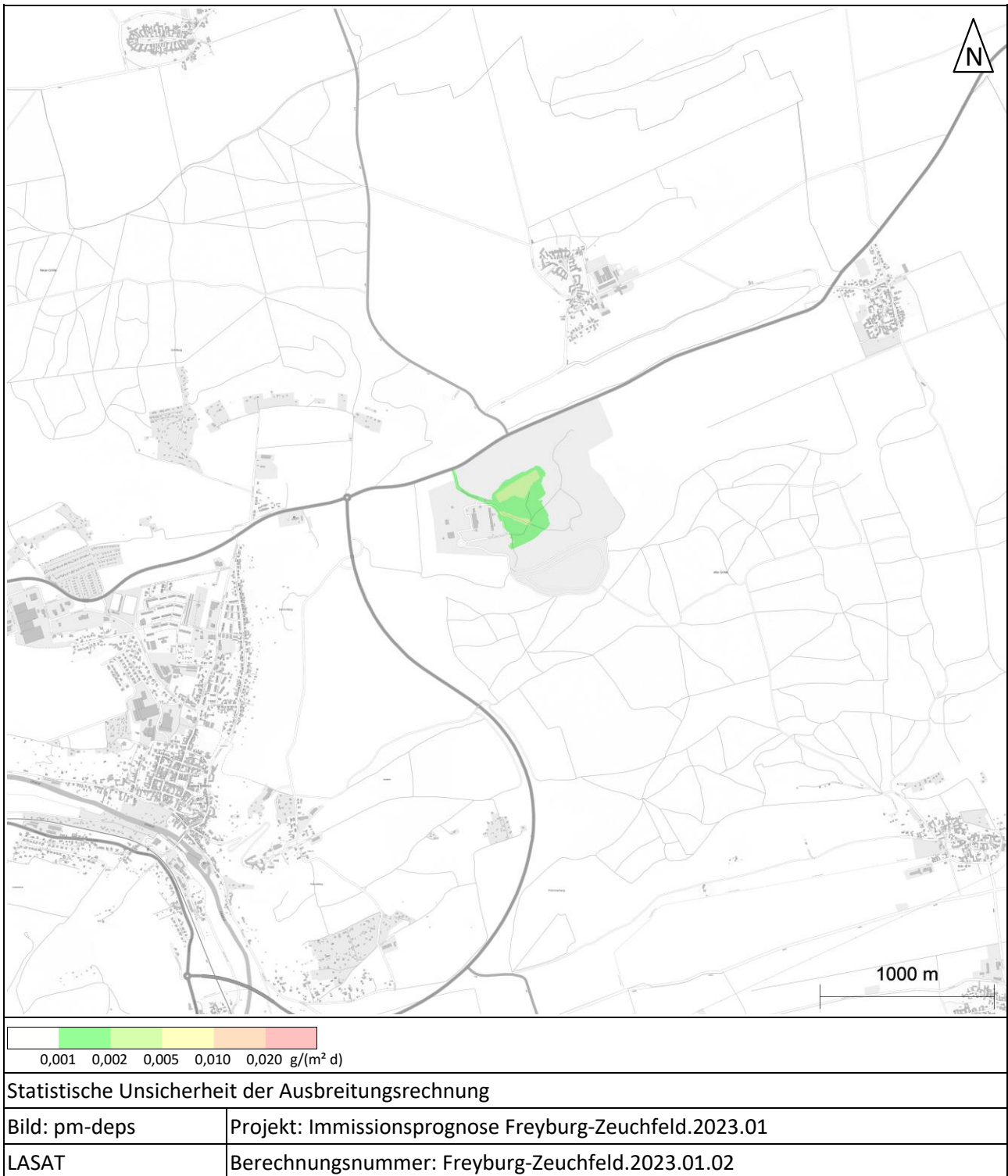


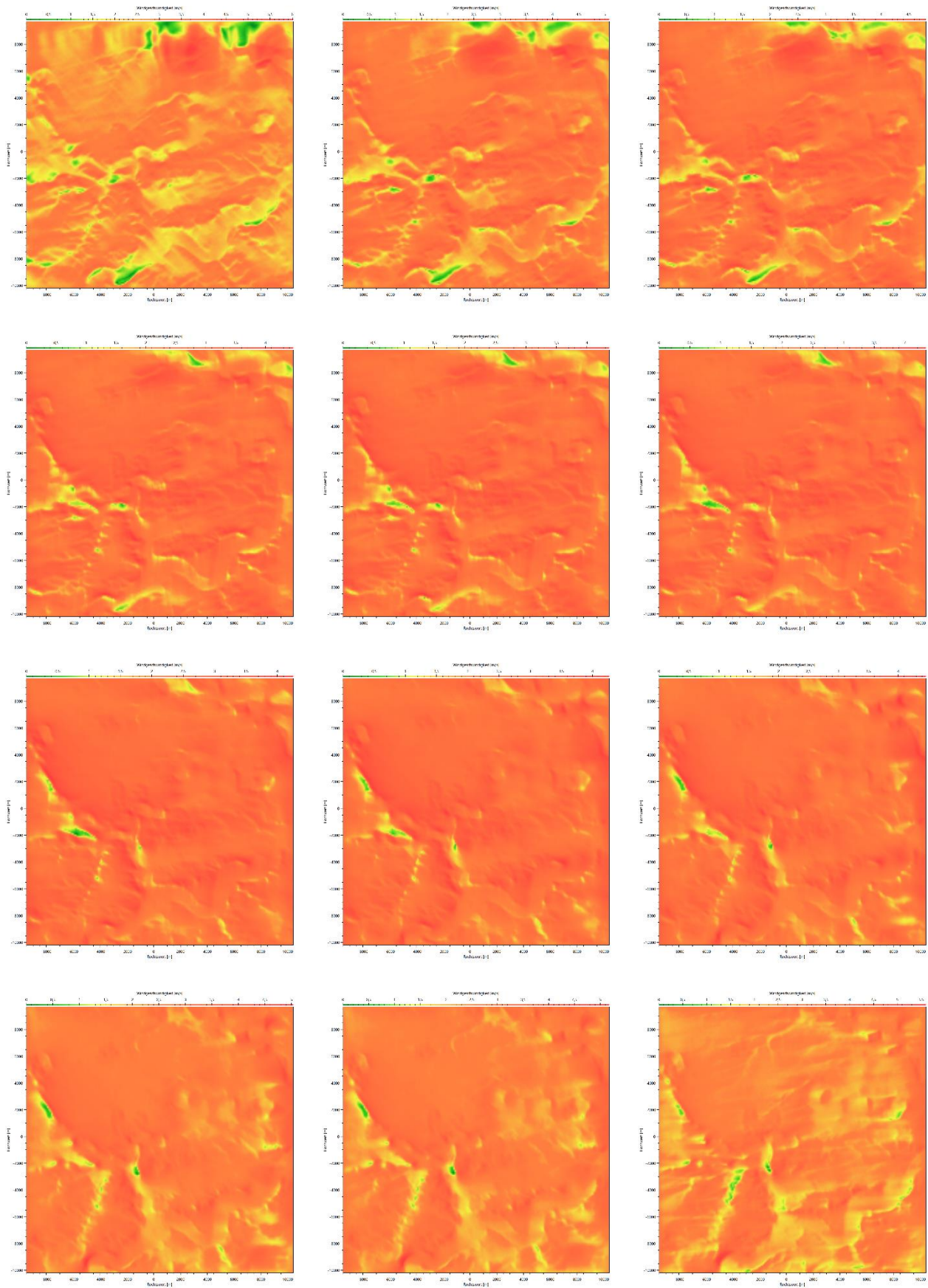
Abbildung 27: Statistische Unsicherheit, Berechnung Freyburg-Zeuchfeld.2023.01.02 prognostizierter Staubniederschlag im Jahresmittel

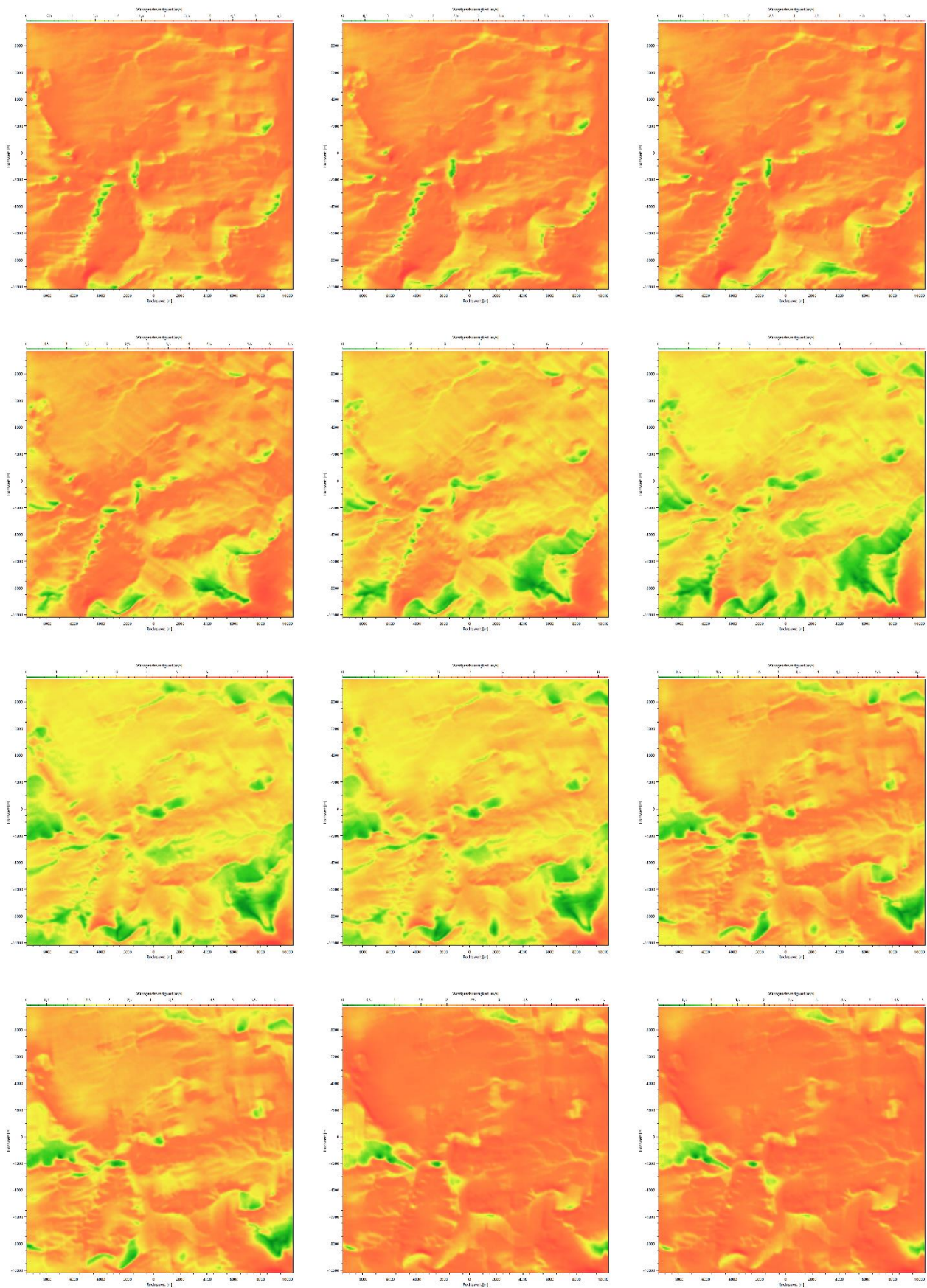
7.4 Plausibilitätsprüfung Windfeld Deponiebasis

Nach VDI-Richtlinie 3783/16 [16] sind die Ergebnisse der prognostischen Windfeldmodellierung auf Plausibilität zu prüfen. In Anlehnung an diese Richtlinie werden die Windgeschwindigkeiten der einzelnen Felder in 10 m Höhe in diesem Abschnitt graphisch dargestellt. Dies erfolgt zunächst für die Felder der Ausbreitungsklasse 1, bei denen die räumliche Strukturierung am deutlichsten ist. Die Anströmrichtung wird für 36 Richtungen in 10°-Schritten variiert. Links oben beginnt die Darstellung mit 10° und wird spaltenweise inkrementiert.

Bei den absoluten Werten der Windgeschwindigkeiten ist zu beachten, dass sie während der Ausbreitungsrechnung anhand der Referenzgeschwindigkeit an der Ersatzanemometerposition skaliert werden.

Unstetigkeiten in der Windgeschwindigkeit sind nicht zu erkennen.





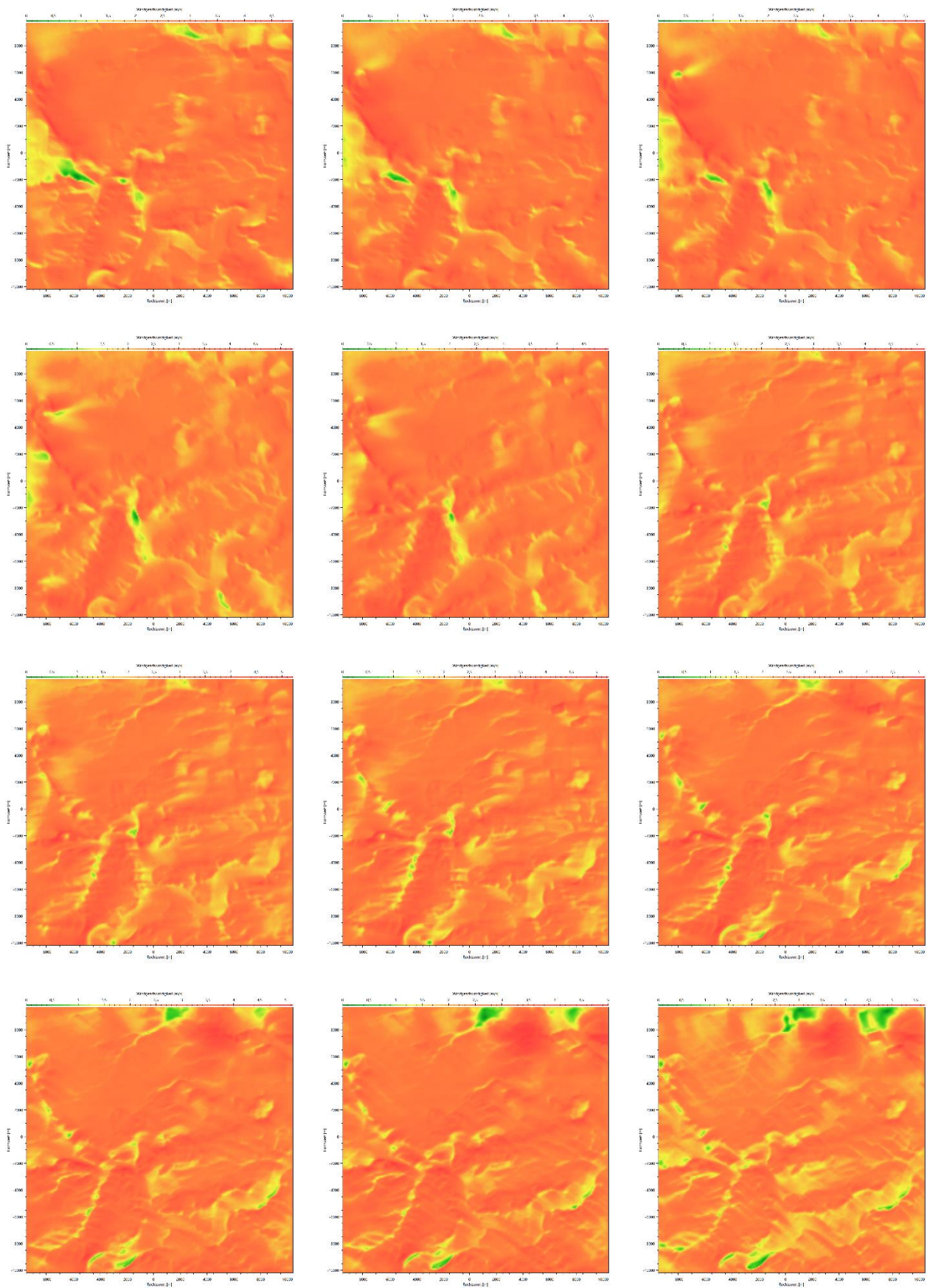


Abbildung 28: Darstellung der Windfelder für Ausbreitungsklasse 1 in 10 m Höhe (Basiszustand)

Weiterhin wird visualisiert, wie sich bei ausgewählten Anströmrichtungen (Norden, Osten, Süden, Westen) das Windfeld in 10 m Höhe für verschiedene Ausbreitungsklassenzeitreihen ändert.

Auch hier sind beim Übergang der Ausbreitungsklassen keine Sprünge oder Unstetigkeiten zu erkennen. Die räumliche Strukturierung nimmt erwartungsgemäß mit sinkender Stabilität ab.

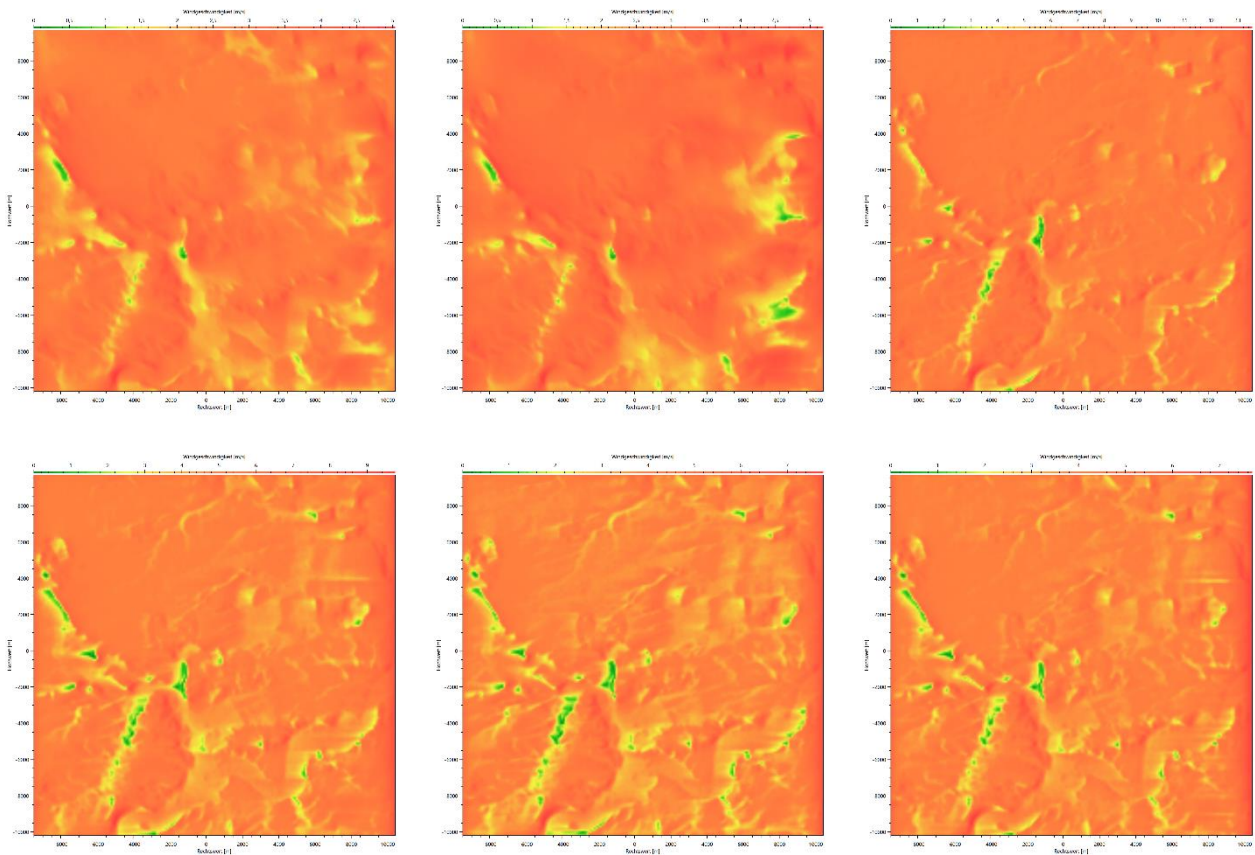


Abbildung 29: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Osten in 10 m Höhe (Basiszustand)

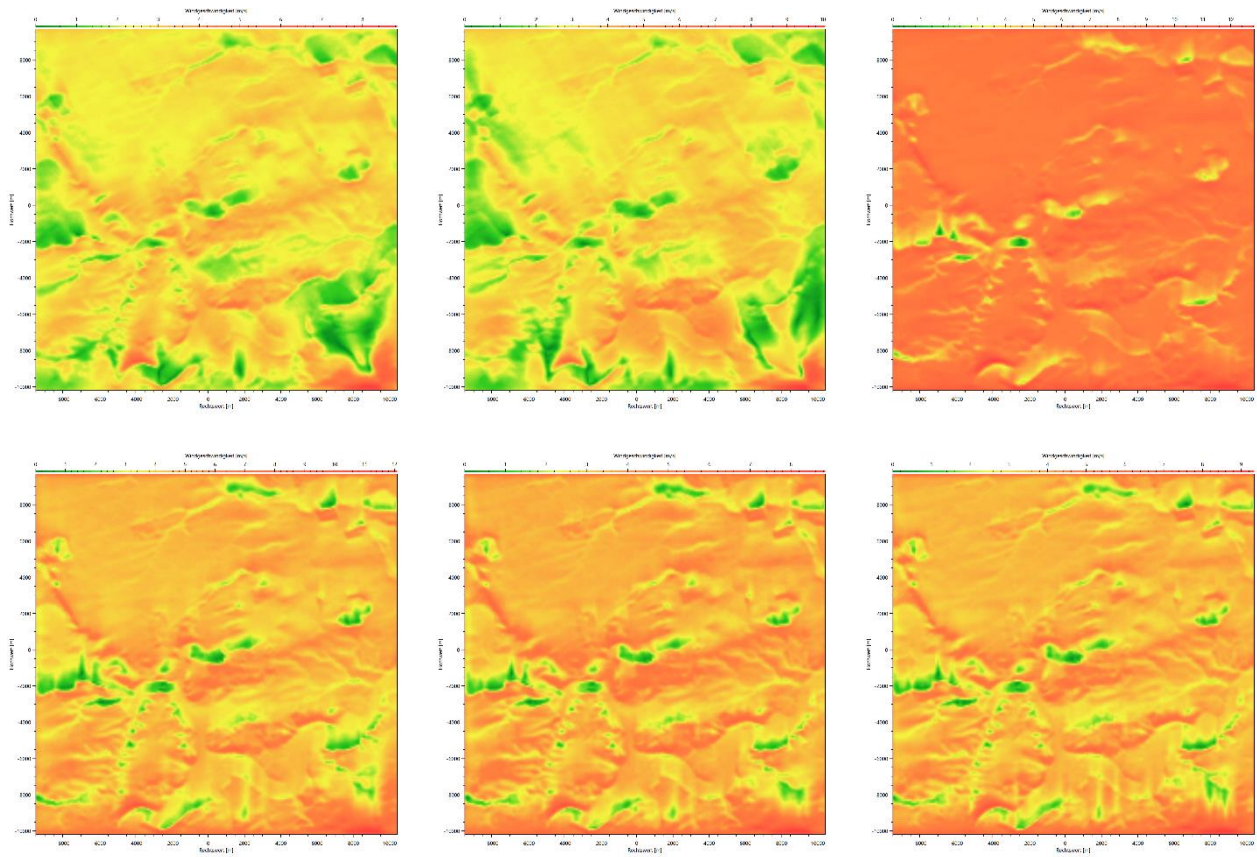


Abbildung 30: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Süden in 10 m Höhe (Basiszustand)

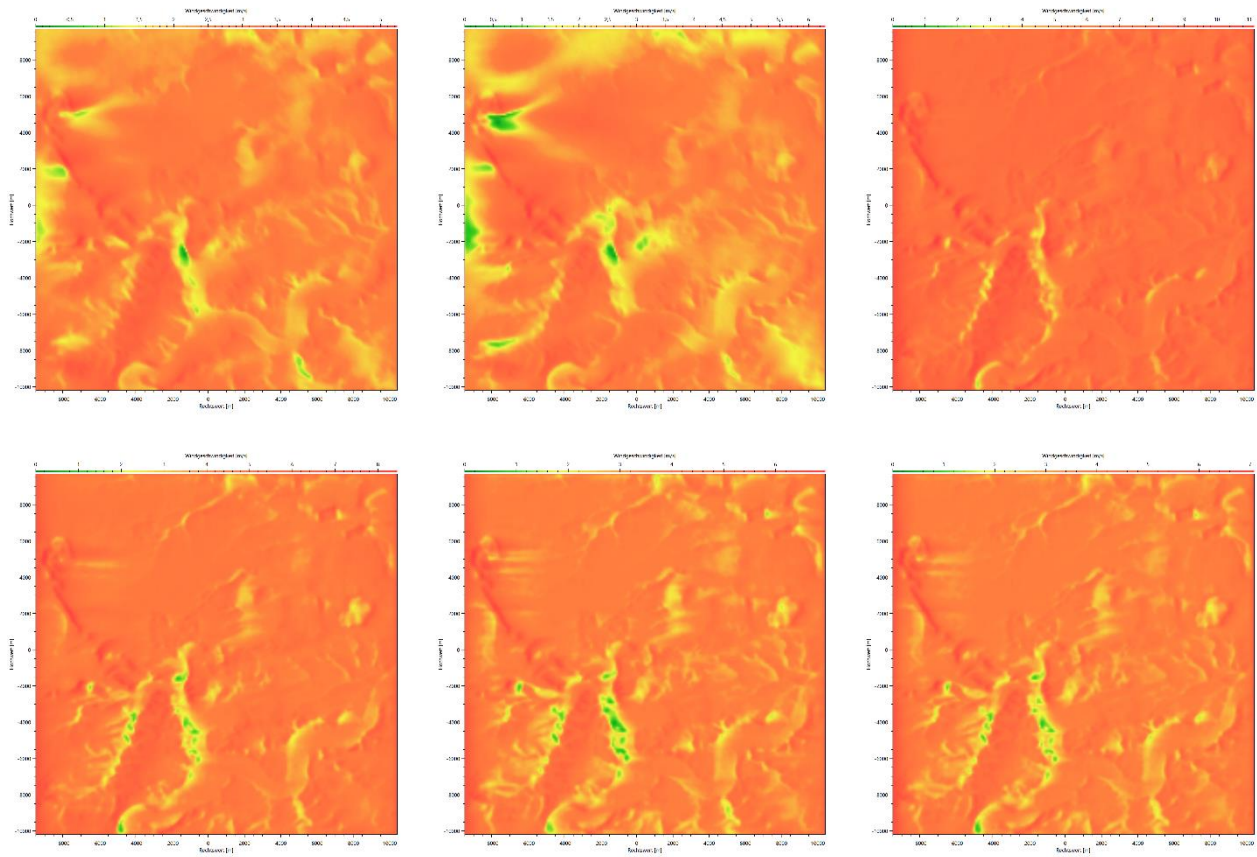


Abbildung 31: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Westen in 10 m Höhe (Basiszustand)

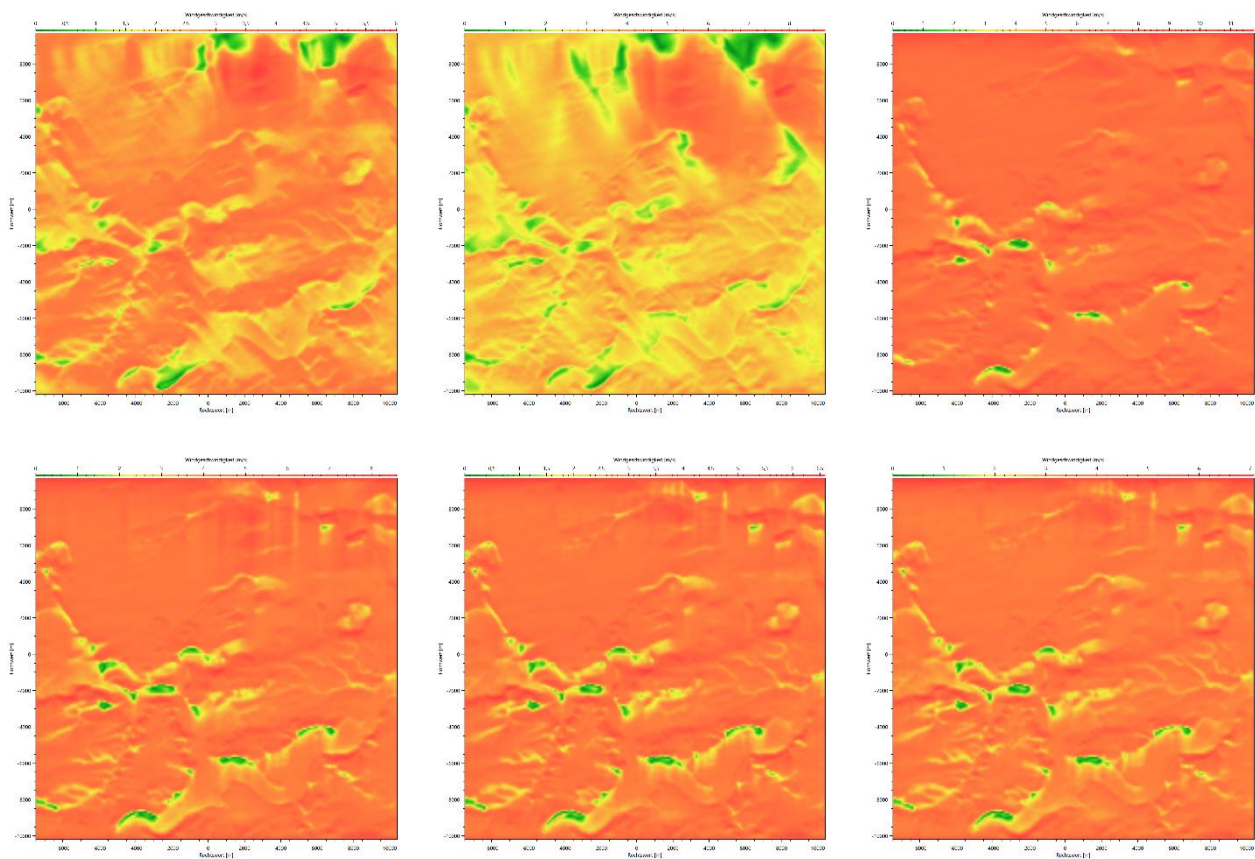
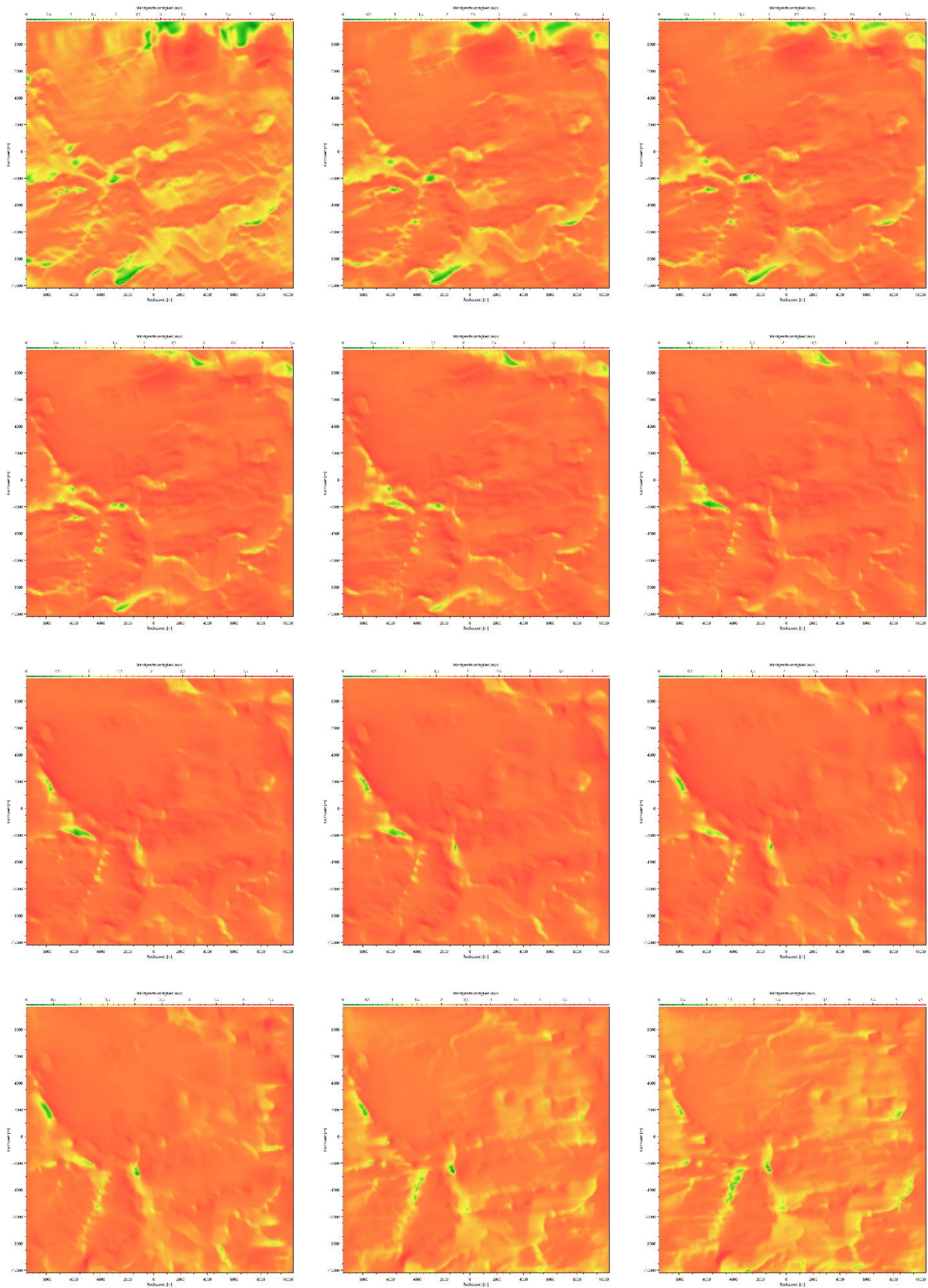


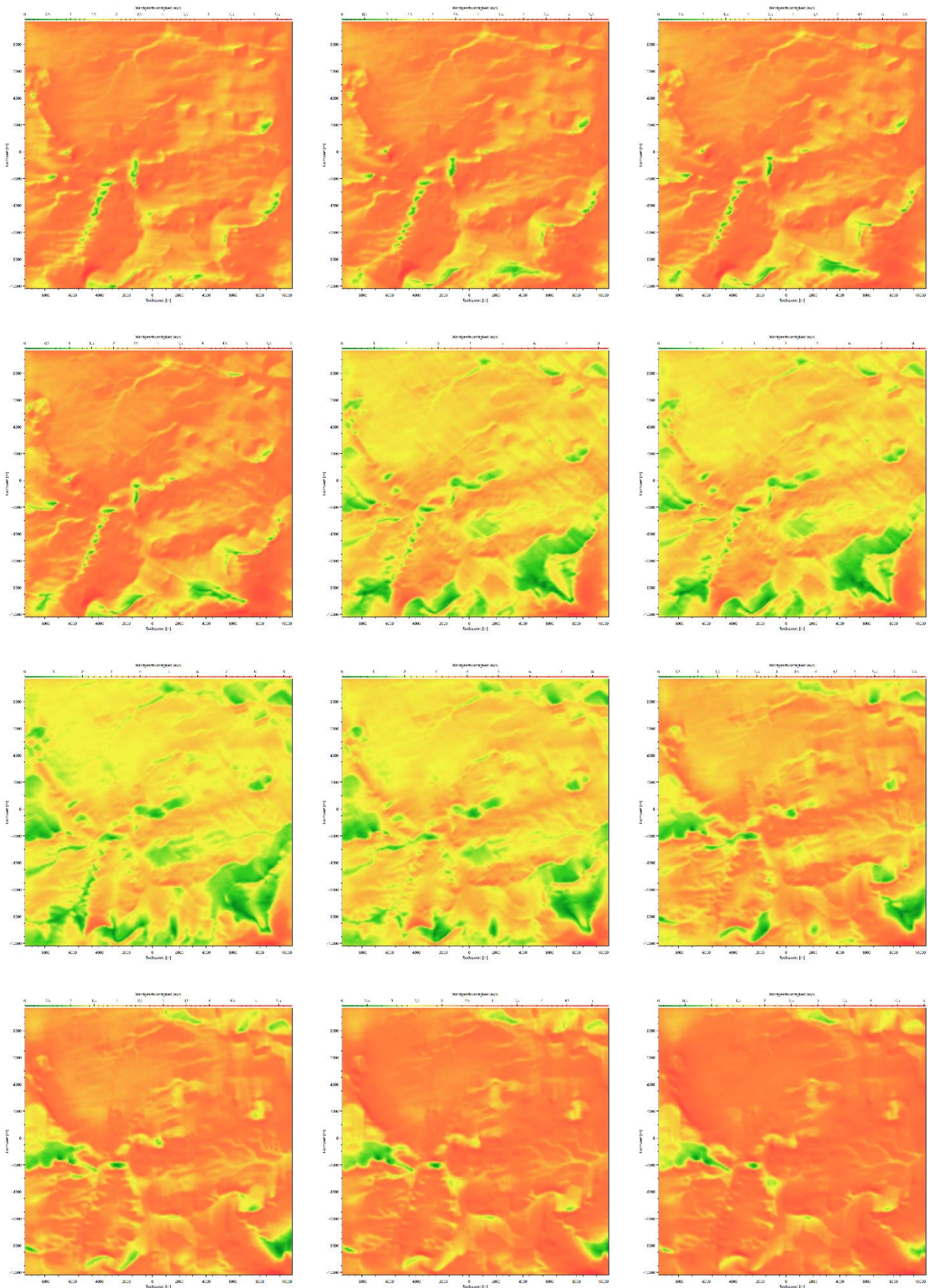
Abbildung 32: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Norden in 10 m Höhe(Basiszustand)

7.5 Plausibilitätsprüfung Windfeld Deponieendzustand

Analog zur Plausibilitätsprüfung des prognostischen Windfeldes für die Deponiebasis erfolgt die Plausibilitätsprüfung für das prognostischen Windfeldmodell für den Endzustand der Deponie.

Unstetigkeiten in der Windgeschwindigkeit sind nicht zu erkennen.





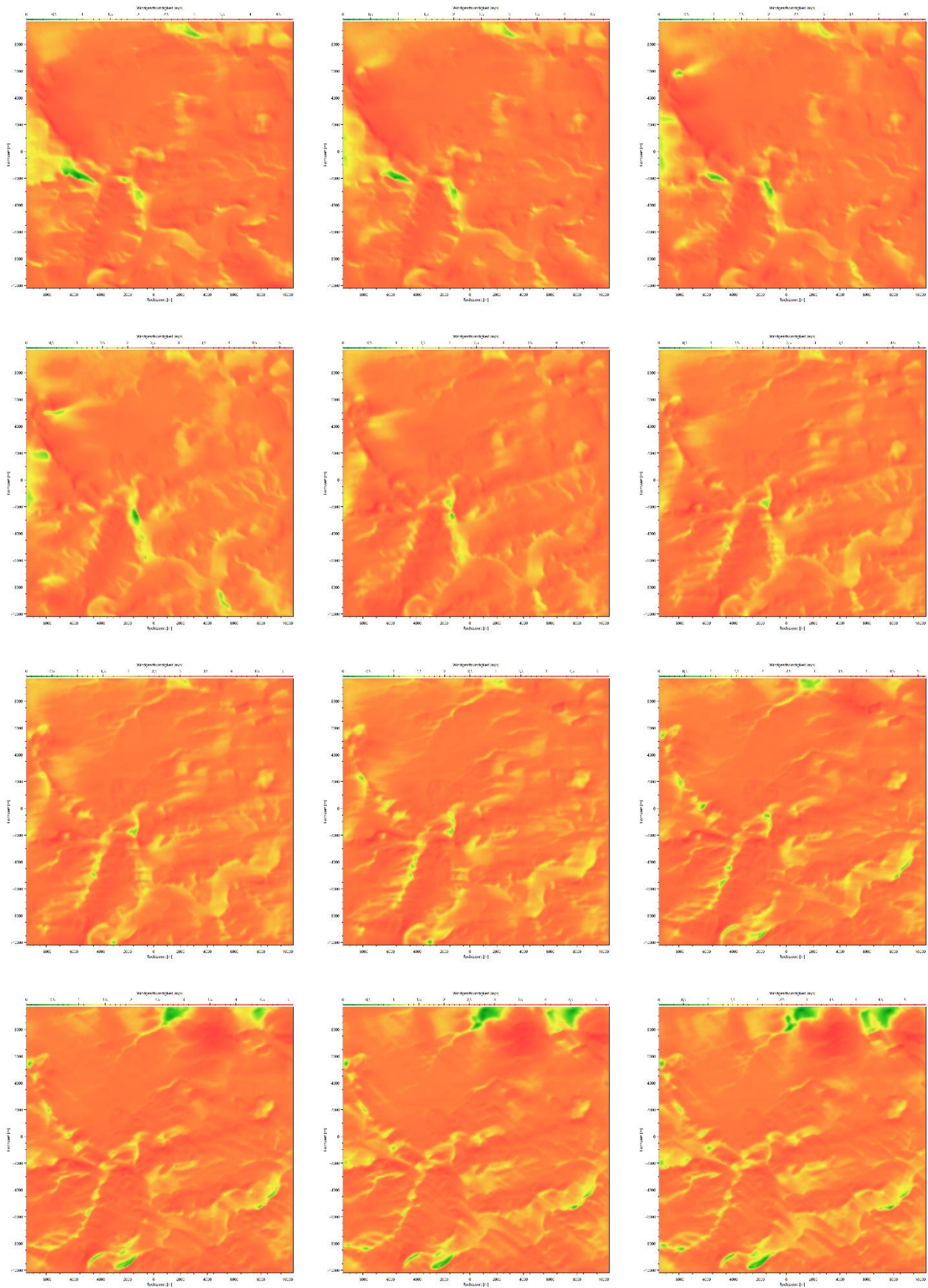


Abbildung 33: Darstellung der Windfelder für Ausbreitungsklasse 1 in 10 m Höhe (Endzustand)

Auch hier sind beim Übergang der Ausbreitungsklassen keine Sprünge oder Unstetigkeiten zu erkennen. Die räumliche Strukturierung nimmt erwartungsgemäß mit sinkender Stabilität ab.

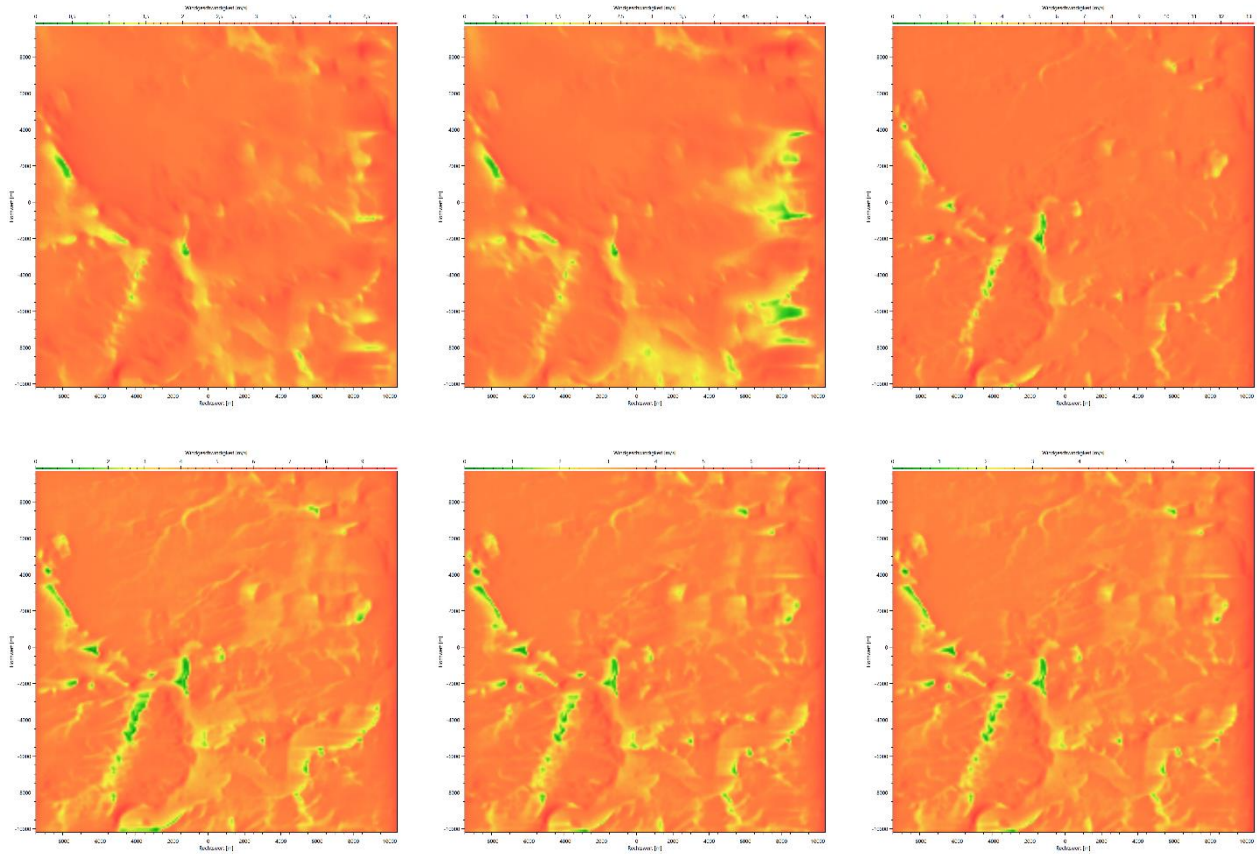


Abbildung 34: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Osten in 10 m Höhe (Endzustand)

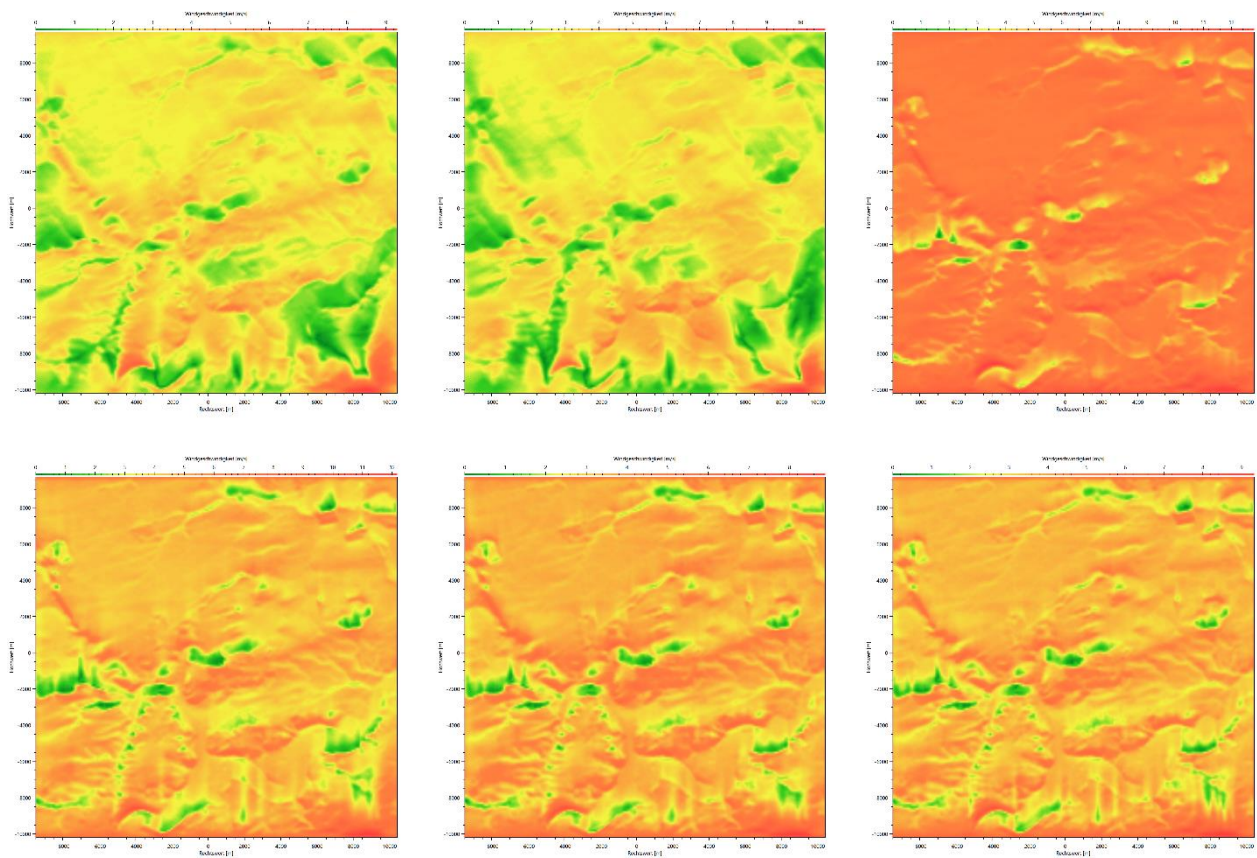


Abbildung 35: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Süden in 10 m Höhe (Endzustand)

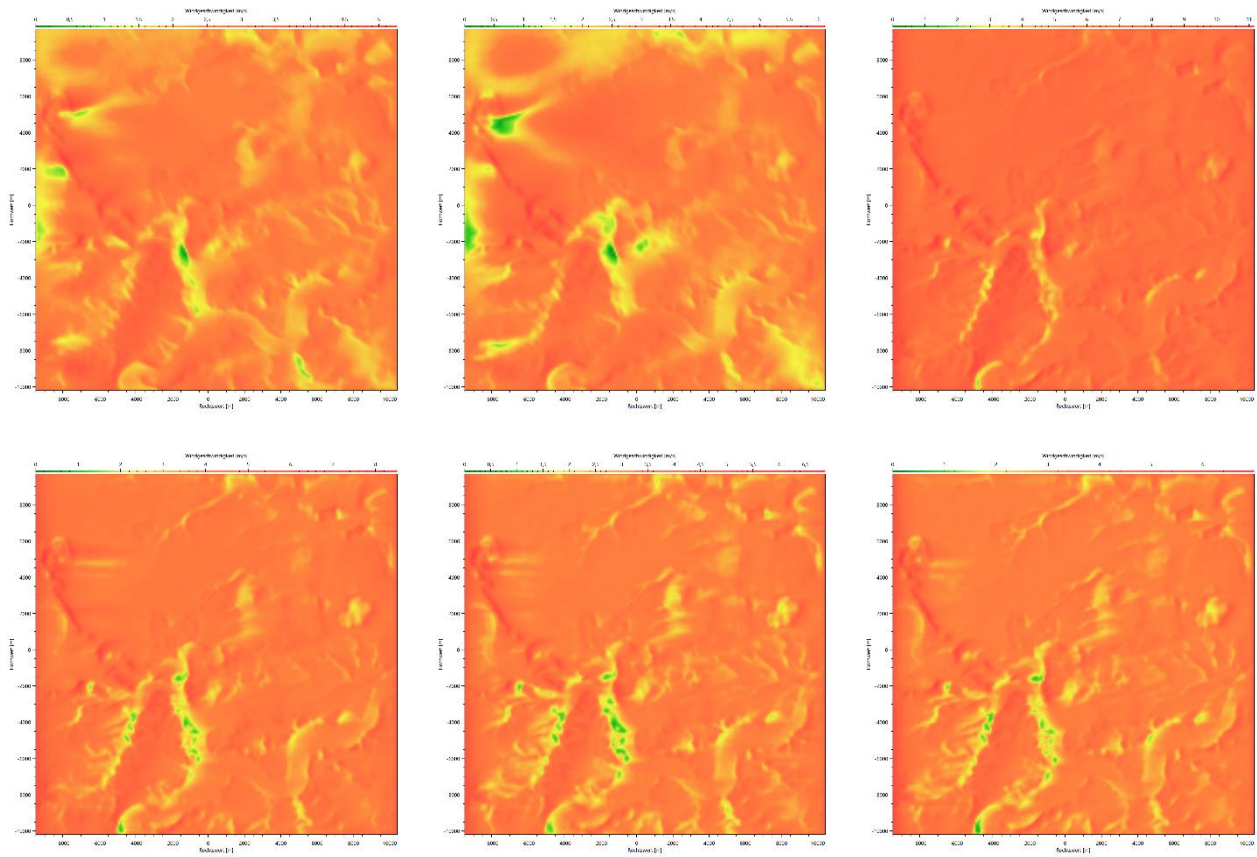


Abbildung 36: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Westen in 10 m Höhe (Endzustand)

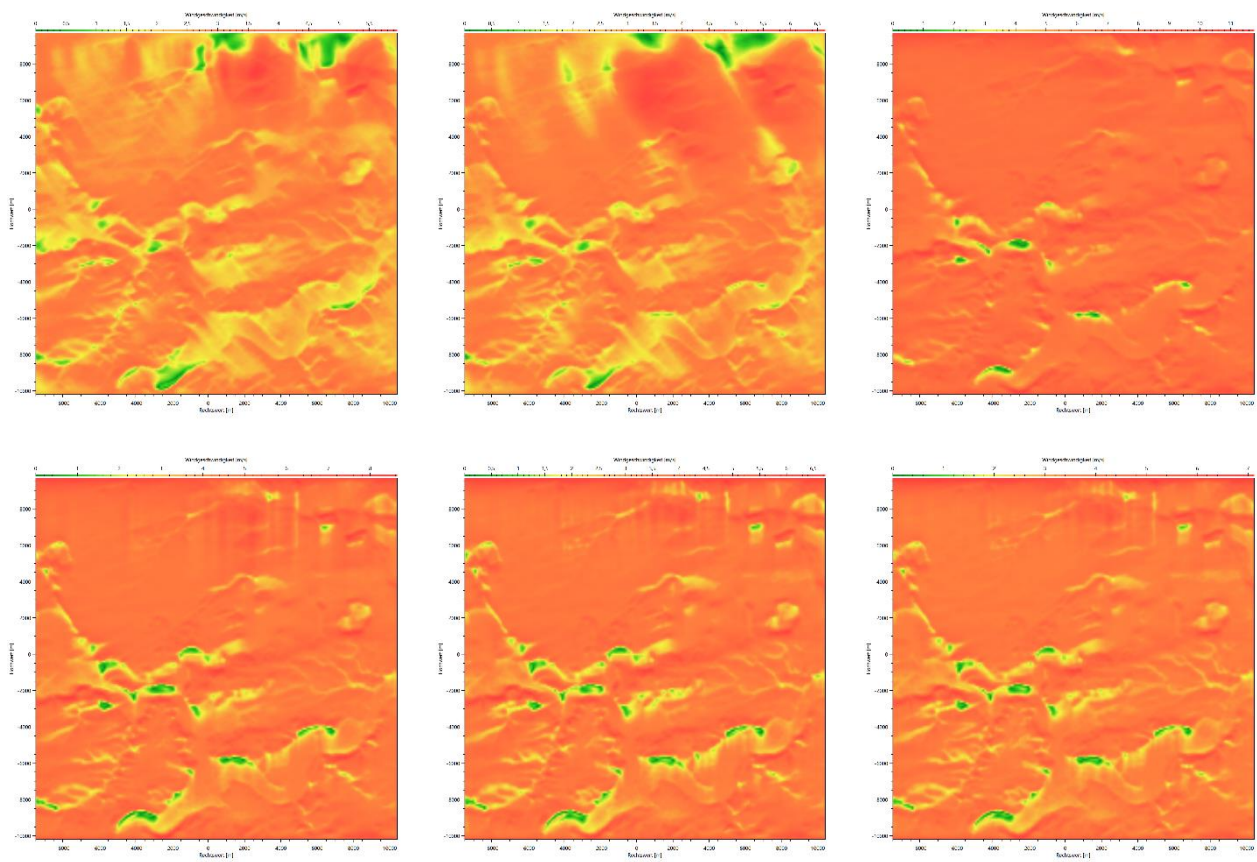
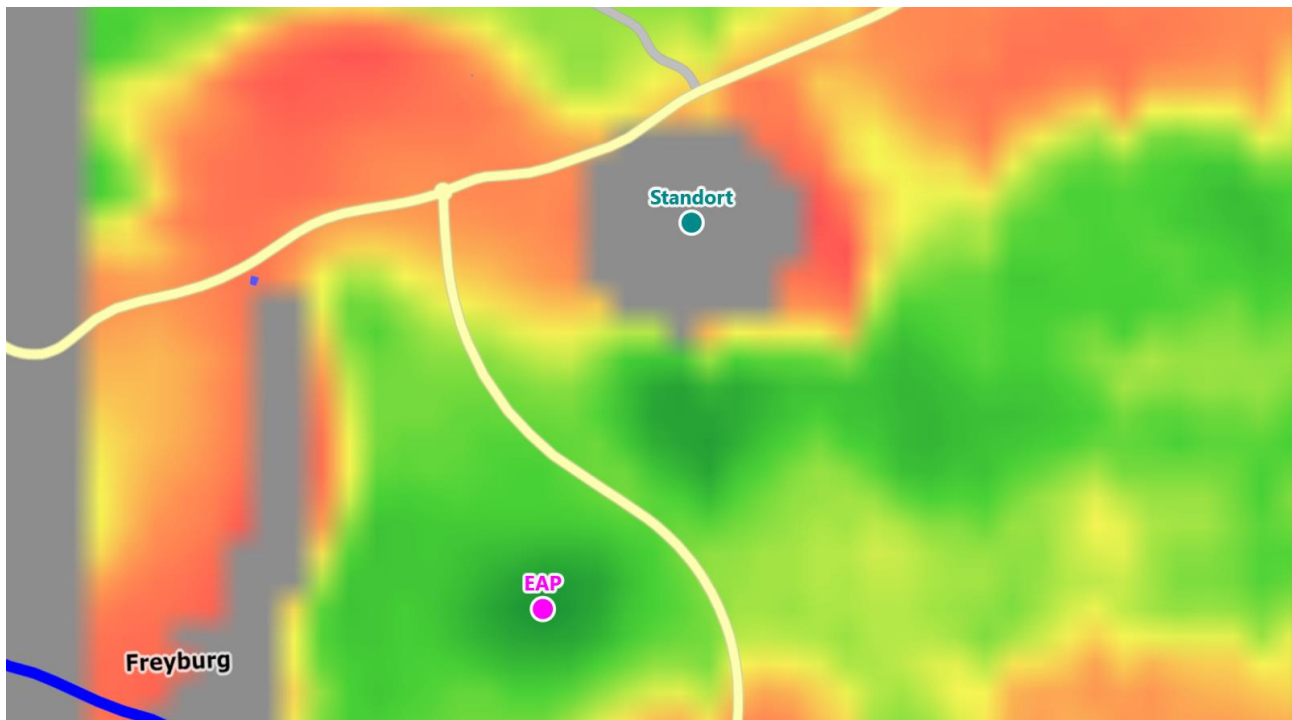


Abbildung 37: Darstellung der Windfelder für alle Ausbreitungsklassen bei Anströmung aus Norden in 10 m Höhe (Endzustand)

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

an einem Anlagenstandort bei Zeuchfeld



Auftraggeber:	öko-control GmbH Burgwall 13a 39218 Schönebeck/Elbe	Tel.: 03928 / 427 38
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.20190807	
Ort, Datum:	Frankenberg, 2. Oktober 2019	
Anzahl der Seiten:	56	
Anlagen:	-	



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

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

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Aufgabenstellung.....	5
2 Beschreibung des Anlagenstandortes	6
2.1 Lage	6
2.2 Landnutzung.....	7
2.3 Orographie	9
3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition	11
3.1 Hintergrund.....	11
3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition	11
3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall	12
4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten	15
4.1 Allgemeine Betrachtungen.....	15
4.2 Meteorologische Datenbasis.....	15
4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort.....	19
4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen	24
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen.....	31
4.6 Auswahl der Bezugswindstation	32
5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation.....	35
6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres	39
6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums	39
6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde.....	43
6.3 Prüfung auf Plausibilität	47
7 Beschreibung der Datensätze.....	51
7.1 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse.....	51
7.2 Ausbreitungsklassenzeitreihe	51
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung	52
9 Zusammenfassung.....	53
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung.....	54
11 Schrifttum	56

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Ortschaft Zeuchfeld in Sachsen-Anhalt	6
Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Zeuchfeld	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 Osterfeld mit dem Erwartungswert	25
Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Querfurt-Mühle Lodersleben mit dem Erwartungswert	26
Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Halle-Kröllwitz mit dem Erwartungswert	27
Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Leipzig/Halle mit dem Erwartungswert ..	28
Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Artern mit dem Erwartungswert.....	29
Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Gera-Leumnitz 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: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der Station nach CORINE-Datenbank	36
Abbildung 22: Luftbild mit der Umgebung der Messstation.....	37
Abbildung 23: Orographie um den Standort der Wetterstation.....	38
Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung	40
Abbildung 25: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	41
Abbildung 26: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse	42
Abbildung 27: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum	45
Abbildung 28: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum	46
Abbildung 29: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	47
Abbildung 30: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	48
Abbildung 31: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	49
Abbildung 32: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes	7
Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition.....	12
Tabelle 3: Zur Untersuchung verwendete Messstationen	17
Tabelle 4: Gegenüberstellung meteorologischer Kennwerte der betrachteten Messstationen mit den Erwartungswerten am Standort	23
Tabelle 5: Rangliste der 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: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Gera-Leumnitz.....	51

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet bei der Ortschaft Zeuchfeld, einem Stadtteil der Stadt Freyburg (Unstrut) in Sachsen-Anhalt.

Bei der in den Ausbreitungsrechnungen betrachteten Anlage handelt es sich um eine geplante Deponie. Die Quellhöhen liegen in einem Bereich von bodennah bis maximal 10 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 Zeuchfeld in Sachsen-Anhalt. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

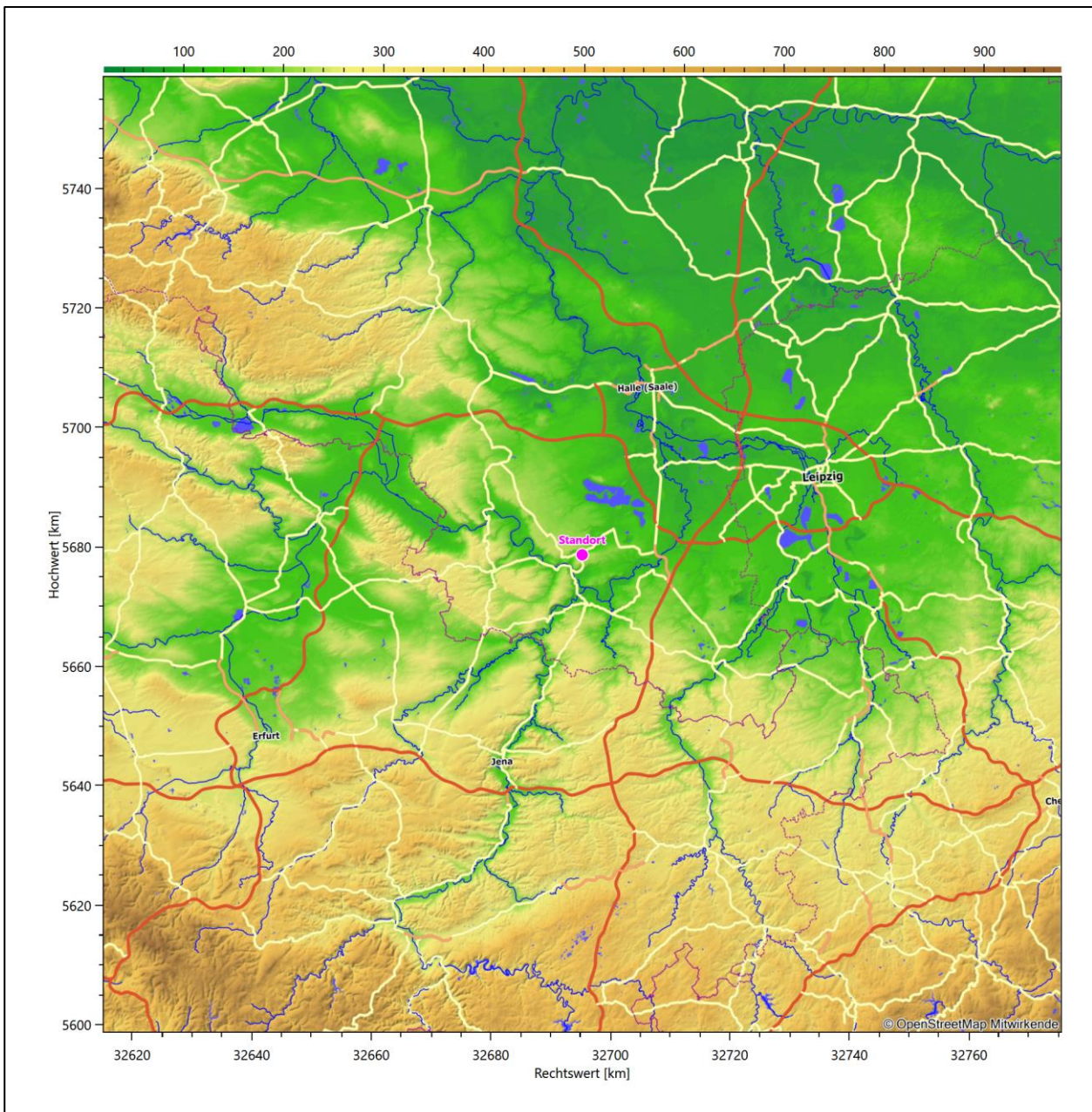


Abbildung 1: Lage der Ortschaft Zeuchfeld in Sachsen-Anhalt

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

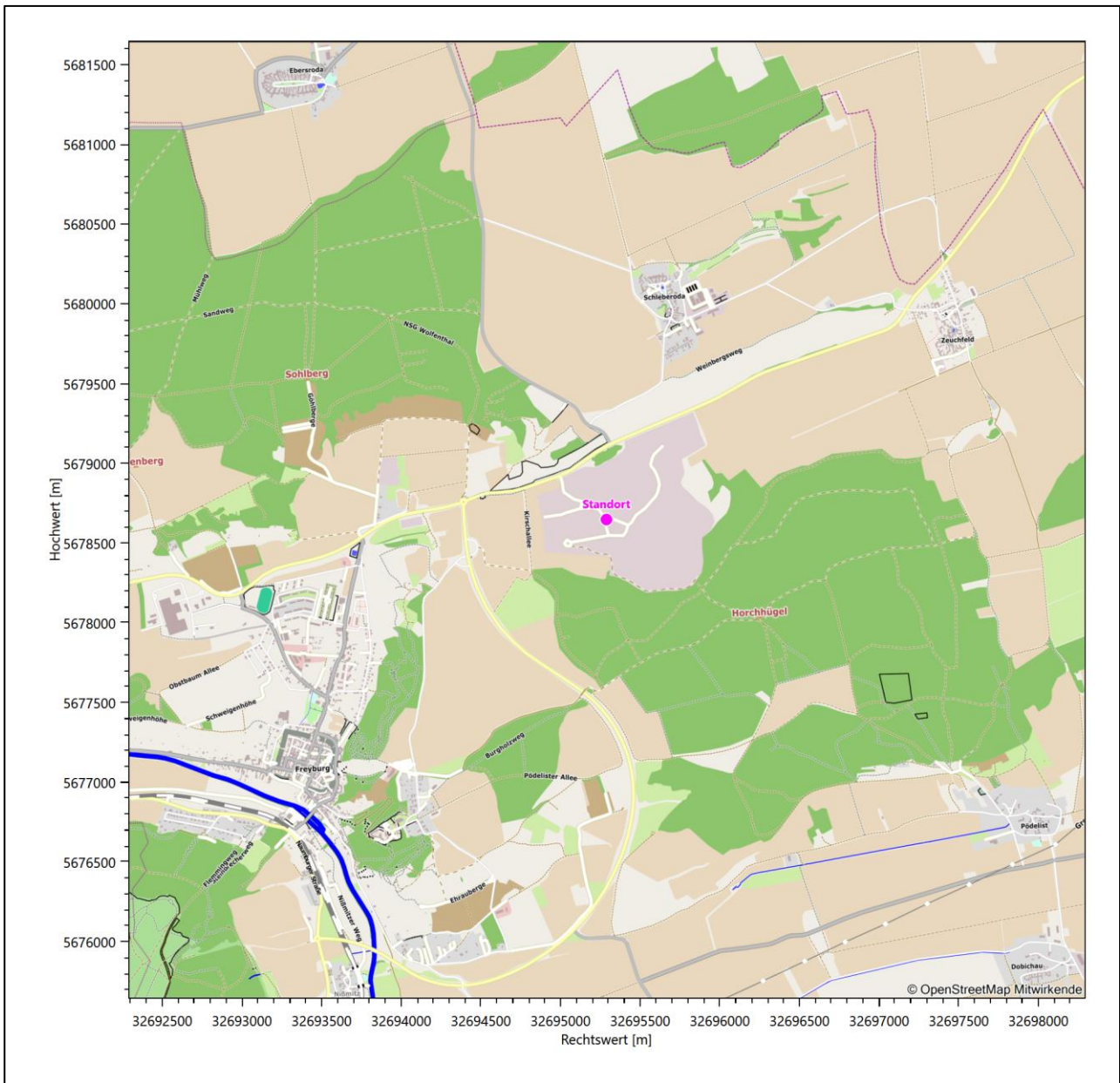


Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Zeuchfeld

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Anlagenstandortes angegeben.

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes

RW	32695288
HW	5678647

2.2 Landnutzung

Der Standort selbst liegt auf dem Gelände des Kiestagebaus Zeuchfeld, auf halbem Wege zwischen der Stadt Freyburg und dem kleinen Stadtteil Zeuchfeld. Die Umgebung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Unterschiedlich dicht bebaute Siedlungsgebiete wechseln sich mit bewaldeten

Arealen, landwirtschaftlichen Flächen, Wasserflächen (Saale im Südwesten, Geiseltalsee im Norden) und einer ansonsten ländlichen Verkehrswegeinfrastruktur (Standort liegt allerdings am Kreuz zw. B 180 und B 176) ab.

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

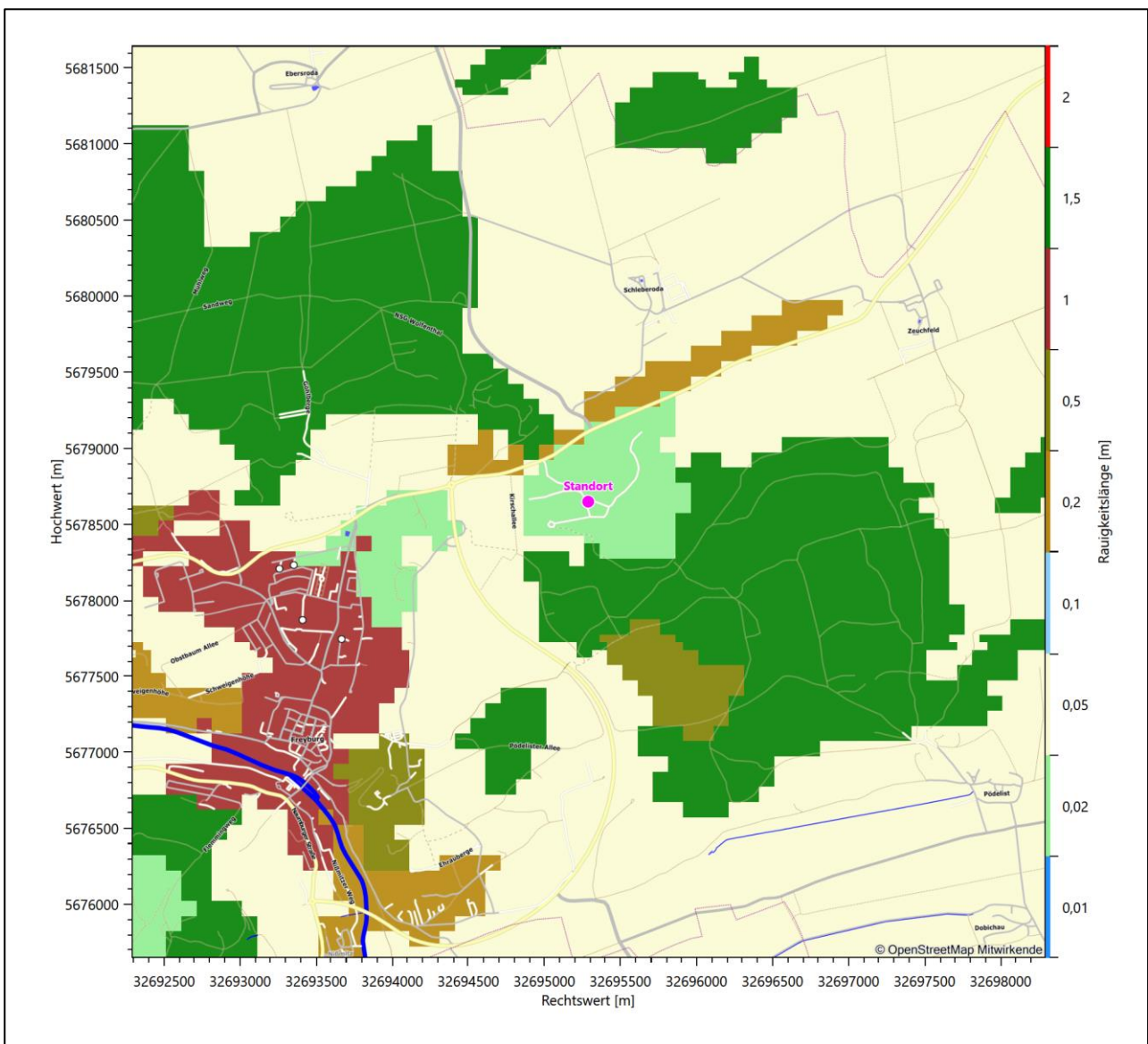


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

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

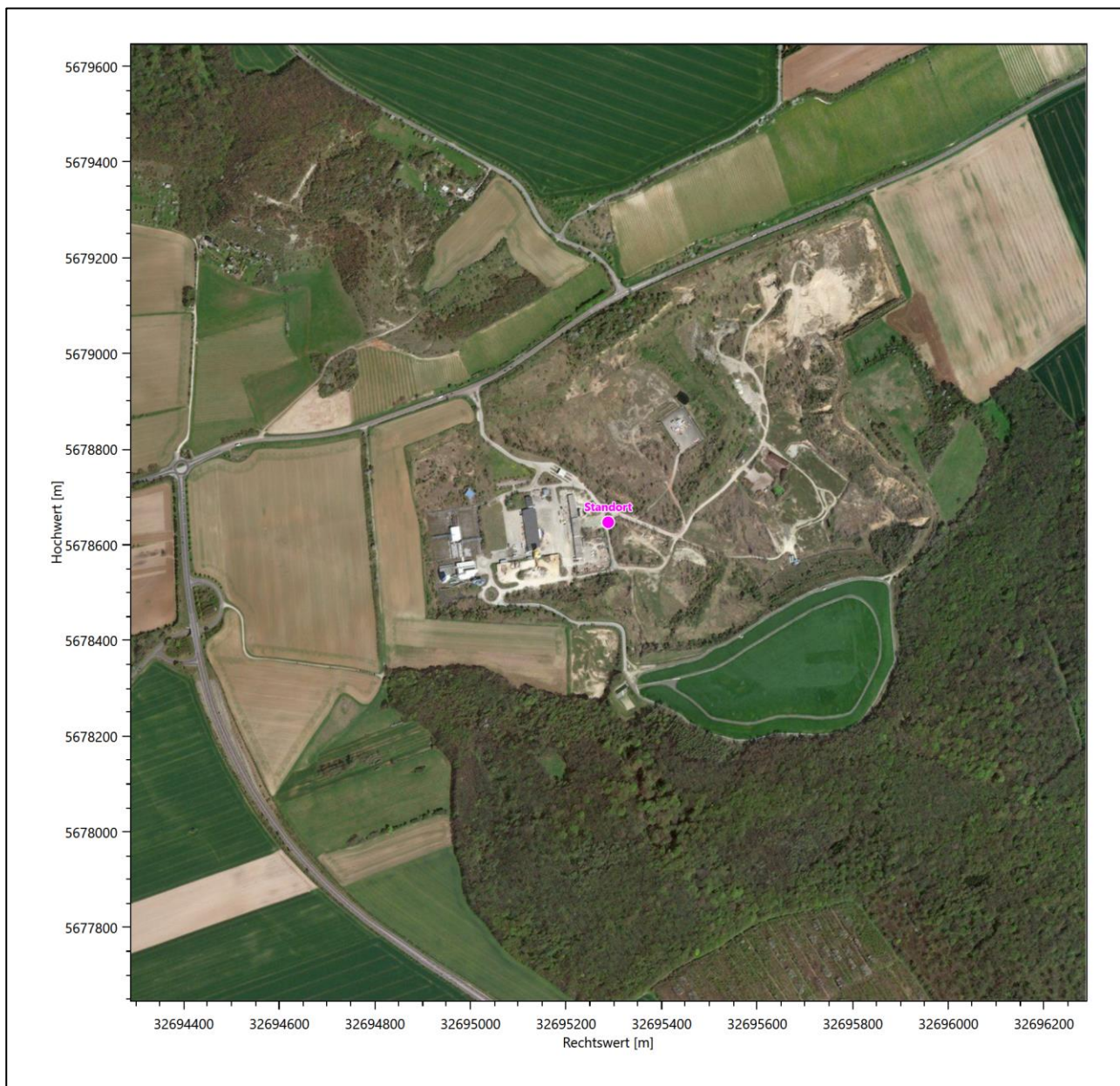


Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes

2.3 Orographie

Der Standort liegt auf einer Höhe von etwa 153 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch deutlicher gegliedert. Naturräumlich liegt Freyburg-Zeuchfeld auf der *Querfurter Platte und Untere Unstrutplatten*. Die Landschaft erstreckt sich auf einer weitgespannten, fast ebenen und sich nach Nordosten flach abdachenden Muschelkalktafel. Diese Tafel wird nur durch das Untere Unstruttal und das Weißenfels-Jenaer Saaletal zergliedert. Durch die Unstrut werden Schichten aus Buntsandstein und Muschelkalk so zerschnitten, dass steile Stufenhänge, auch steile bis wandartige Felspartien die Talungen begrenzen. Dies gilt auch für die oberläufige Saale, bis sie bei Bad Kösen ihre Talaue weitet, dann verringern sich die Höhenunterschiede zwischen Talaue und umgebender Hochfläche deutlich, der Fluss mäandriert frei in seiner Aue. Das Fließni-

veau am Zusammenfluss von Unstrut und Saale, nördlich von Naumburg beträgt 102 m über NHN in einer südlichen Entfernung von 5,6 km zum Standort. So findet man in Freyburg direkt Talhänge mit Höhenunterschieden um die 100 m, denn das Höhenniveau der Unstrut liegt an der einzigen Talbrücke bei 105 m über NHN in 2,5 km südwestlicher Distanz zum Standort. Am Schloss Neuenburg jedoch erreicht man 210 m über NHN.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

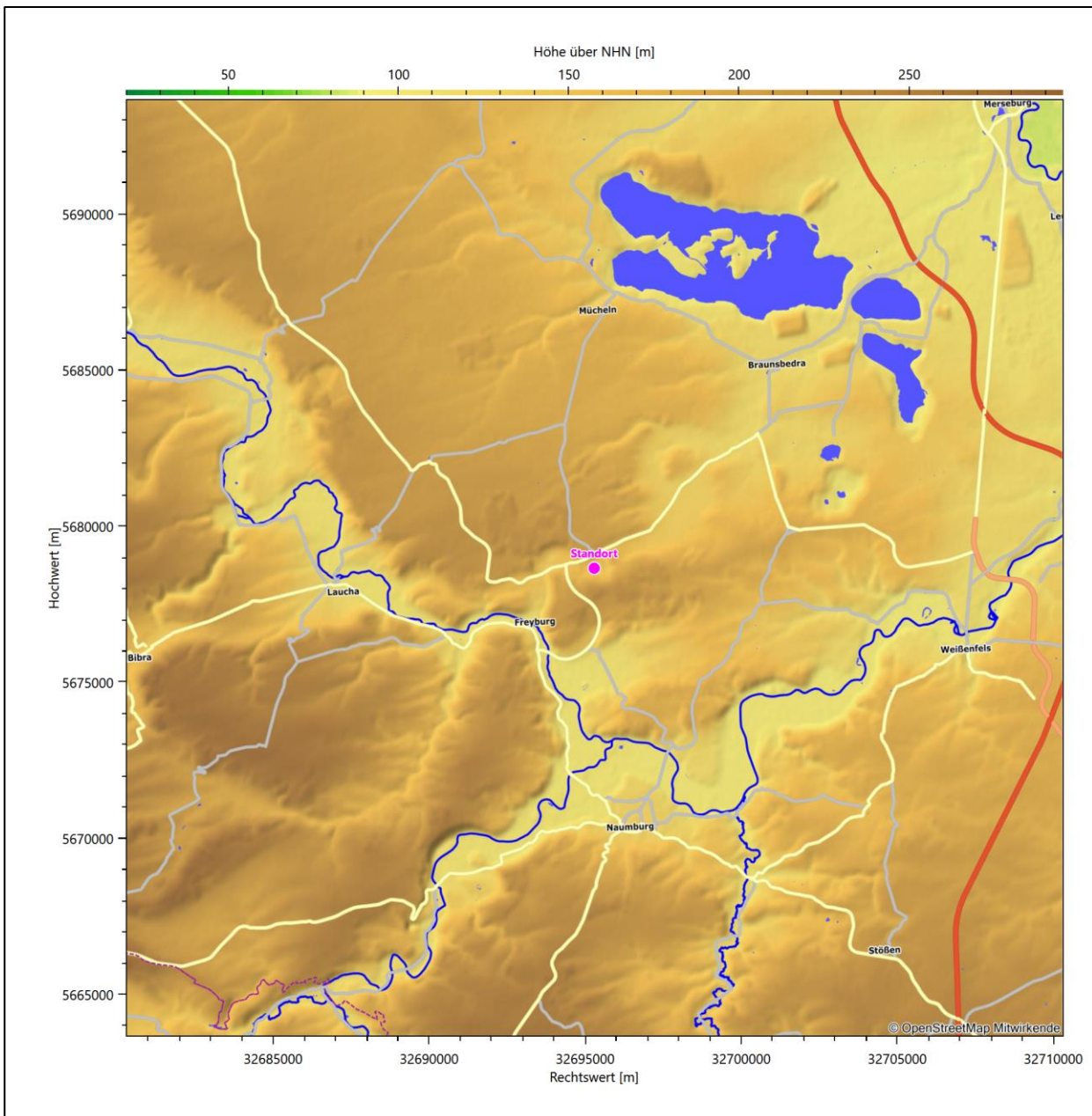


Abbildung 5: Orographie um den Standort

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 0,31 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von 0,79 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 1,5 km südlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	32694750
HW	5677250

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

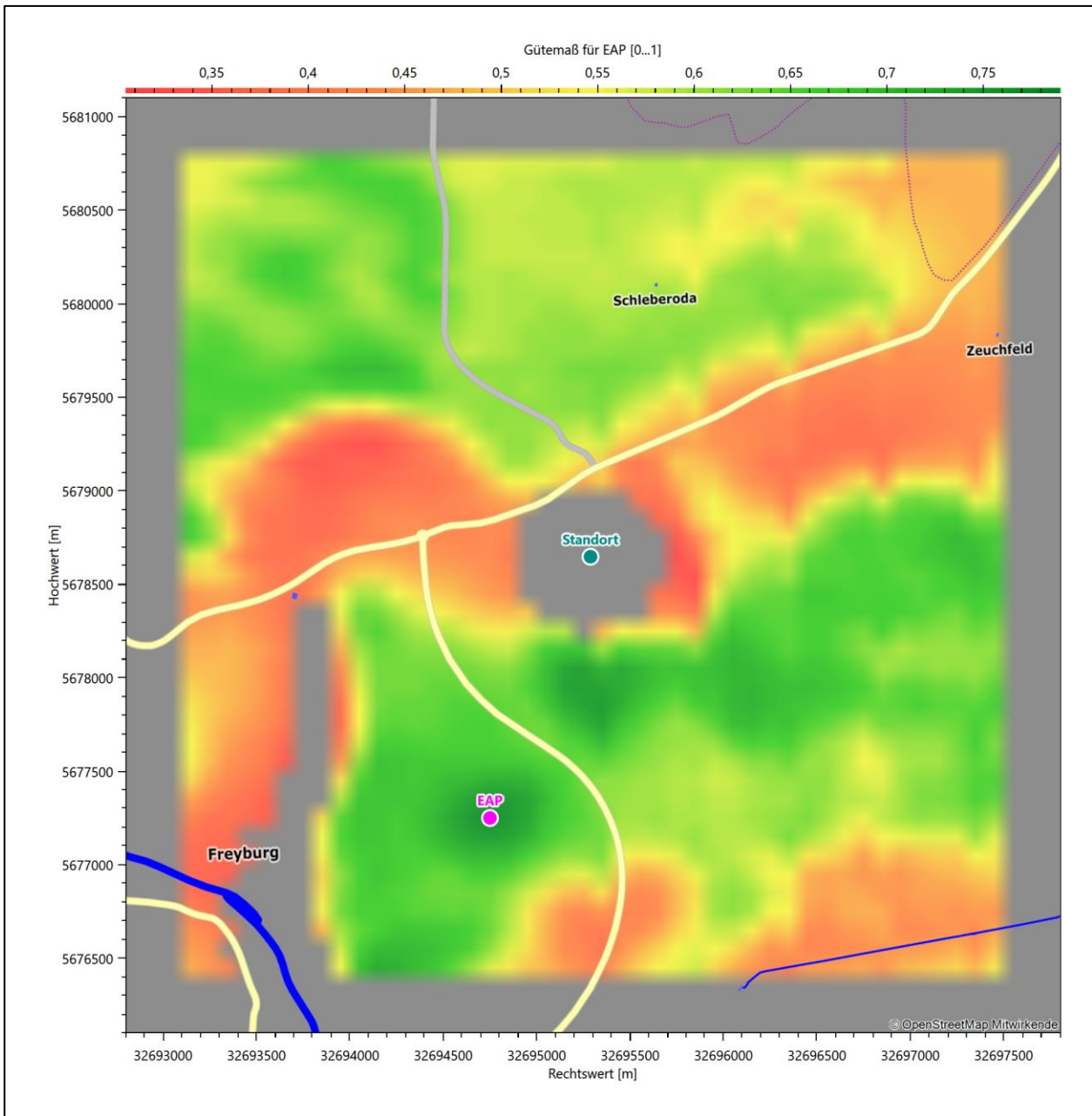


Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Die zweidimensionale Darstellung bezieht sich lediglich auf die ausgewertete Modellebene im Bereich von 17,0 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.

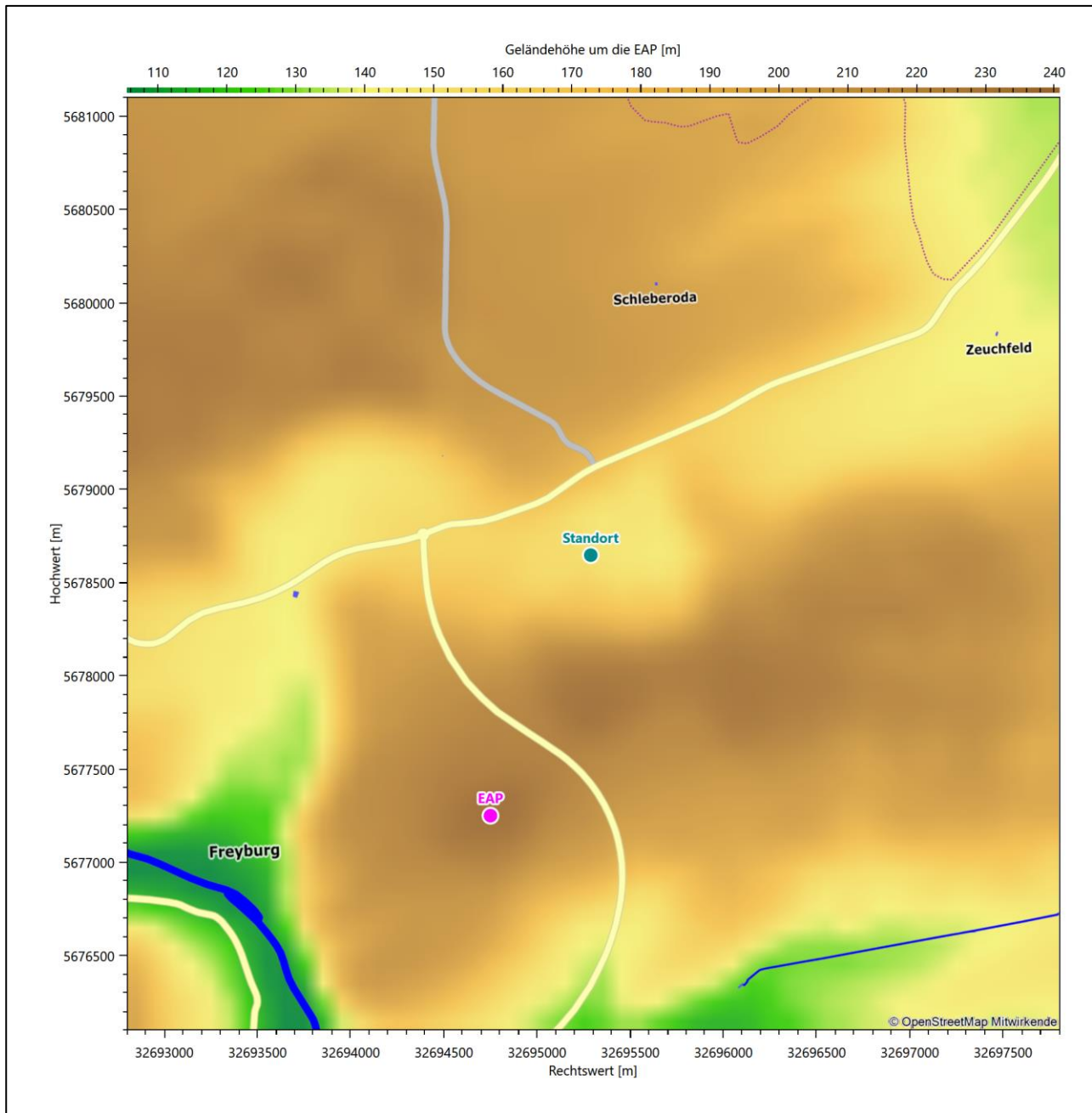


Abbildung 7: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort

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 Sachsen-Anhalt 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.

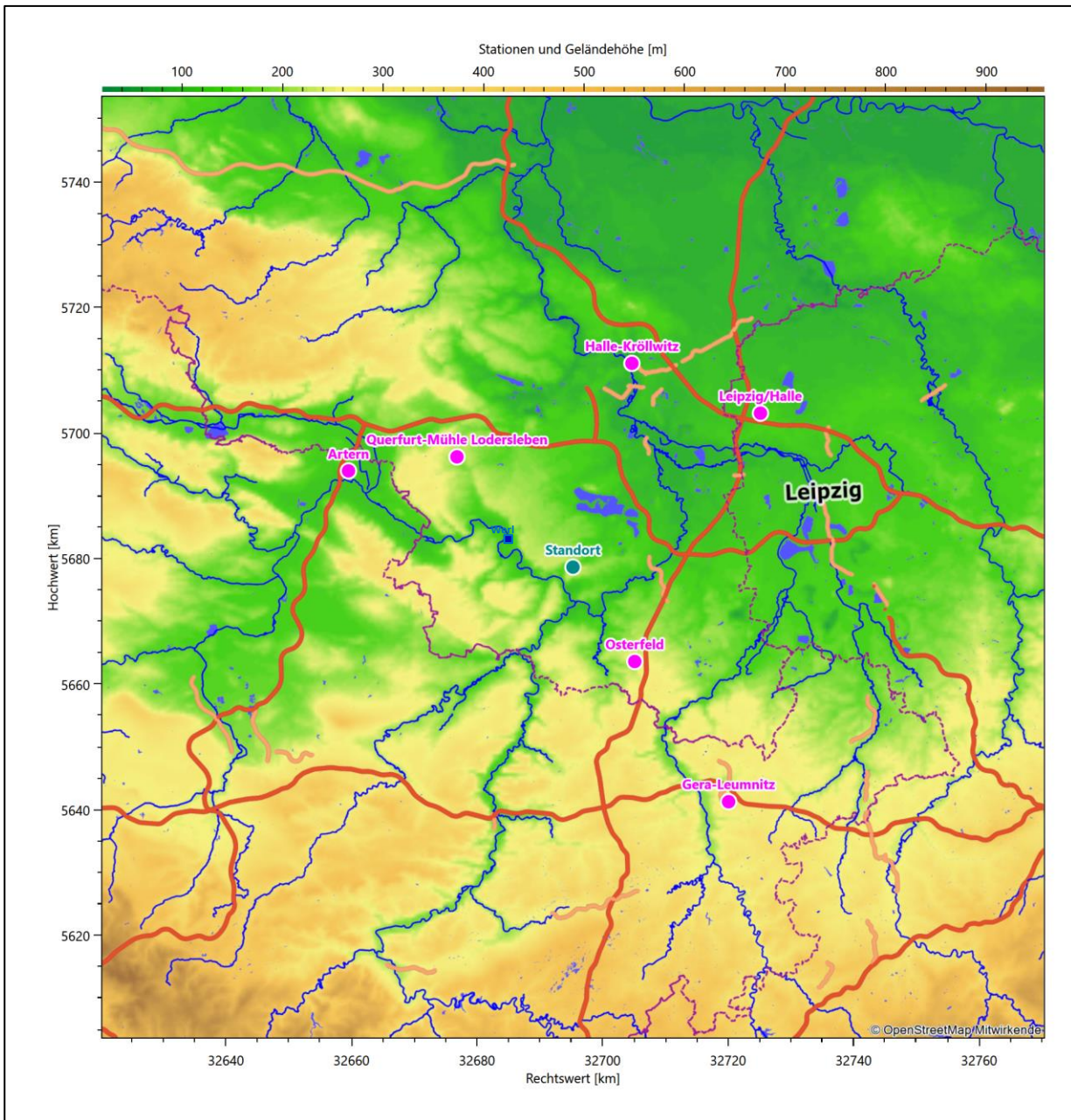


Abbildung 8: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

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
Osterfeld	3821	18	10,0	11,9292	51,0873	246	05.09.2006	16.07.2019
Querfurt-Mühle Lodersleben	4036	25	10,0	11,5412	51,3895	204	14.10.2009	16.07.2019
Halle-Kröllwitz	1957	34	8,0	11,9499	51,5138	93	31.08.2006	23.03.2015
Leipzig/Halle	2932	39	10,0	12,2396	51,4348	131	31.08.2006	16.07.2019
Artern	198	39	12,0	11,2920	51,3745	164	31.08.2006	16.07.2019
Gera-Leumnitz	1612	45	12,0	12,1289	50,8813	311	31.08.2006	16.07.2019

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

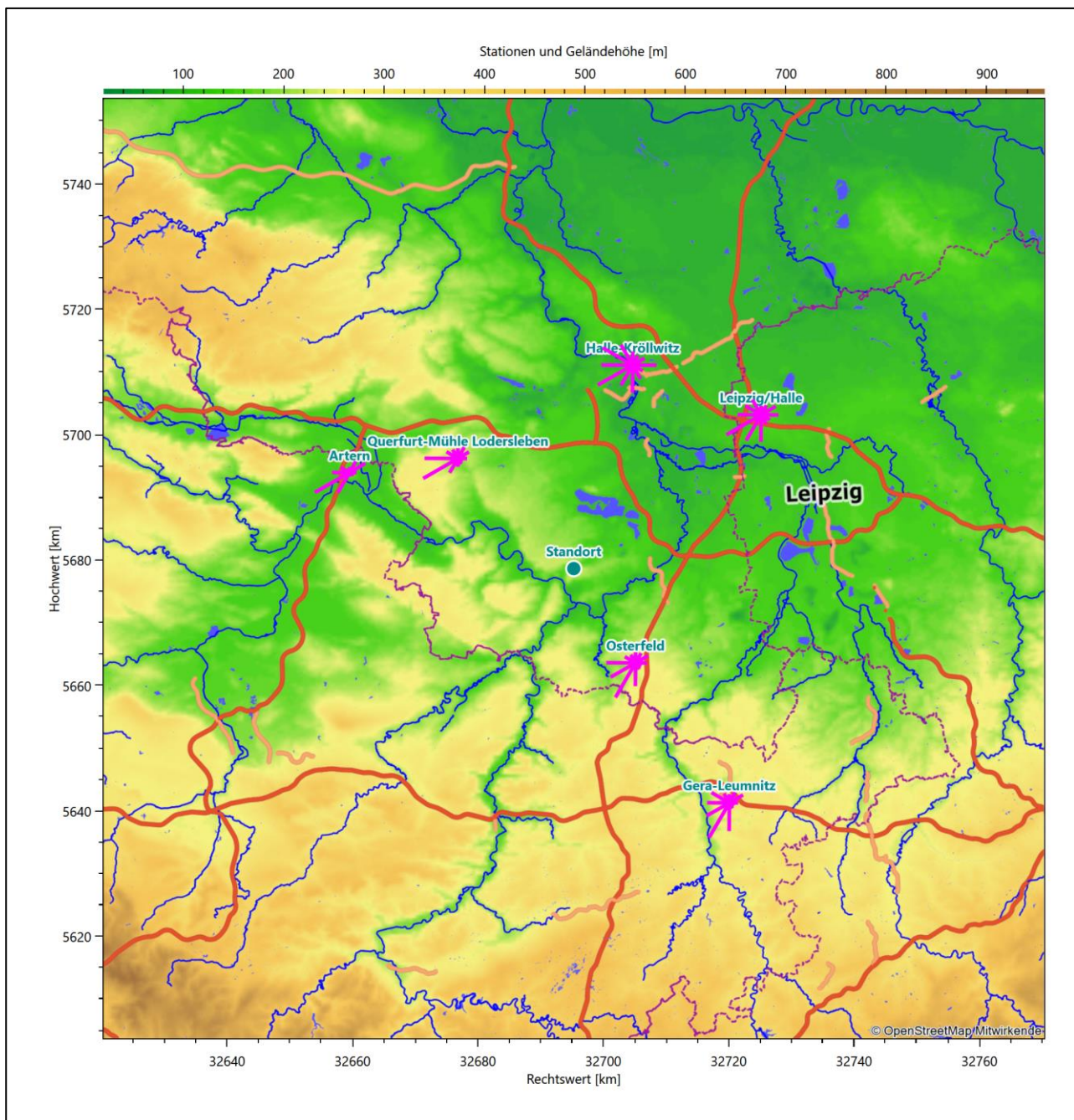


Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

Die Richtungsverteilungen der sechs Bezugswindstationen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Gera-Leumnitz und Osterfeld zeigen die für Mitteldeutschland großskalig typische Windrichtungsverteilung mit einem scharfen Hauptmaximum aus Südsüdwesten und einem Nebenmaximum aus Nordosten.

Querfurt-Mühle Lodersleben zeigt eine für Mitteldeutschland typische Verteilung mit einem Hauptmaximum aus Westsüdwest und einem nordöstlichen Nebenmaximum. Die Verteilung folgt weitgehend symmetrisch einer entsprechenden Achse vom Haupt- zum Nebenmaximum.

Halle-Kröllwitz zeigt als innerstädtische Station das Hauptmaximum aus Westsüdwest und das Nebenmaximum aus Osten. Zusätzliche Nebenmaxima zeigen sich auch hier aus Nordwesten und Süden. Zudem fällt

die Station aufgrund ihrer innerstädtischen Lage durch verhältnismäßig niedrige Windgeschwindigkeiten auf.

Die Flughafenstation Leipzig/Halle hat ihr formales Hauptmaximum bei 240° und auch das nordwestliche Nebenmaximum findet sich. Das nordöstliche Nebenmaximum ist aber östlicher orientiert und aus Süden deutet sich ein weiteres Nebenmaximum an.

Artern hat sein formales Hauptmaximum bei 240° aus Westsüdwest. Die Verteilung folgt spiegelsymmetrisch einer Achse nach 60°, wo auch das primäre Nebenmaximum liegt. Beide Maxima sind scharf definiert. Die Verteilung ist eng kanalisiert und kommt durch schwache Minima bei 330° und 150° „tailliert“ daher.

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.

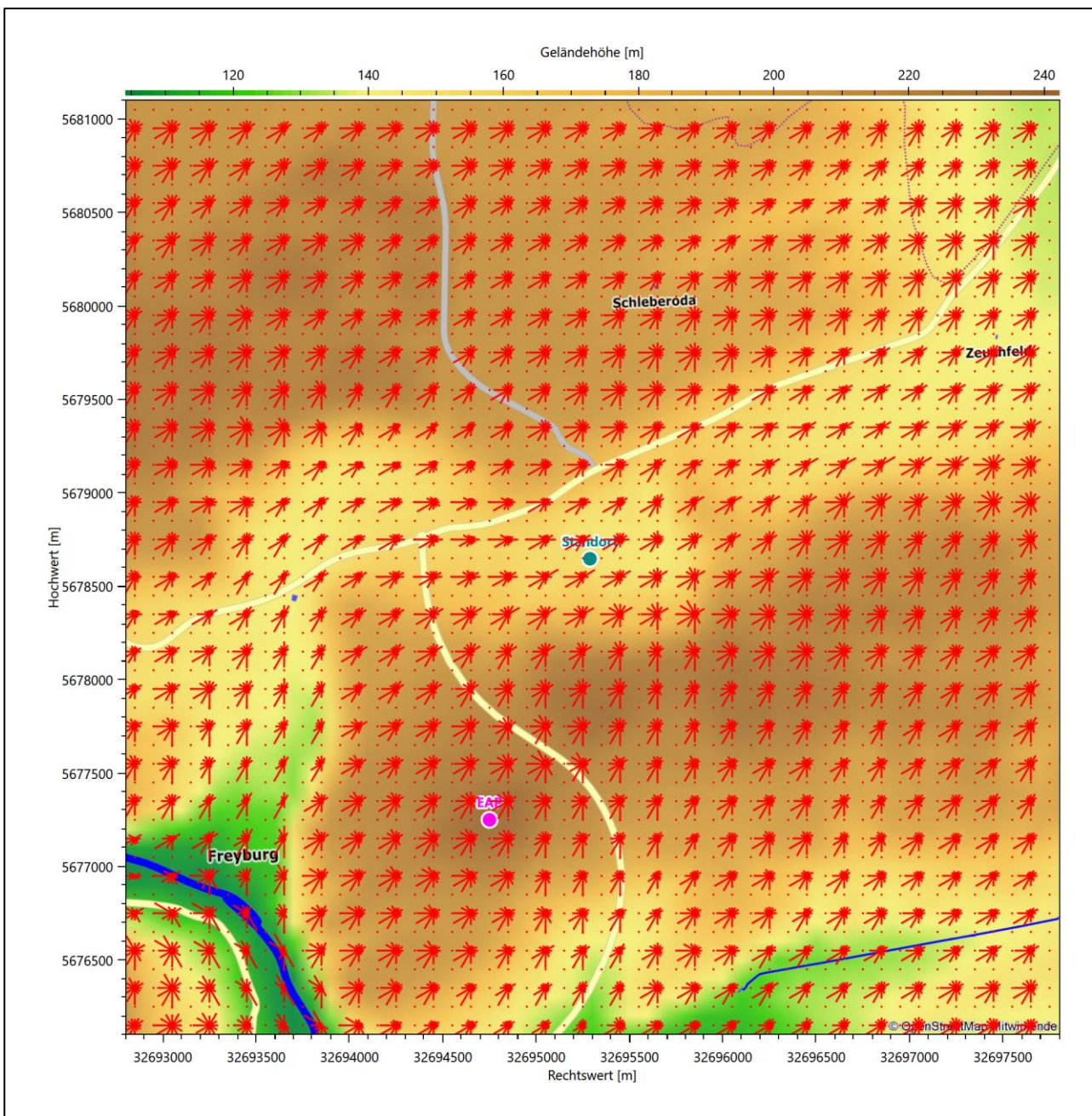


Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet

Mit den modellierten Windfeldern wurden die erwarteten Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen an der Ersatzanemometerposition in einer Höhe von 17,0 m berechnet. Die Verteilungen sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

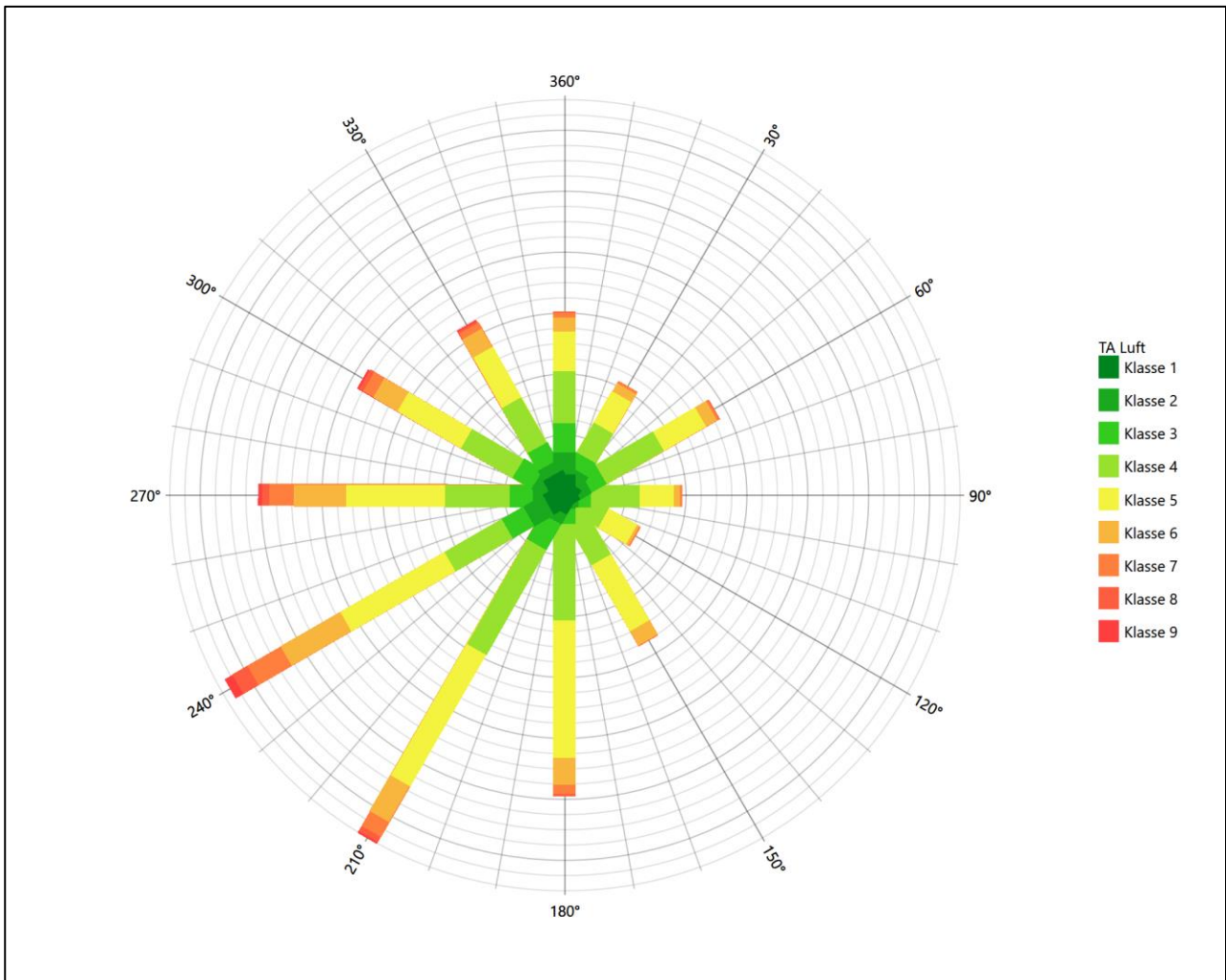


Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition

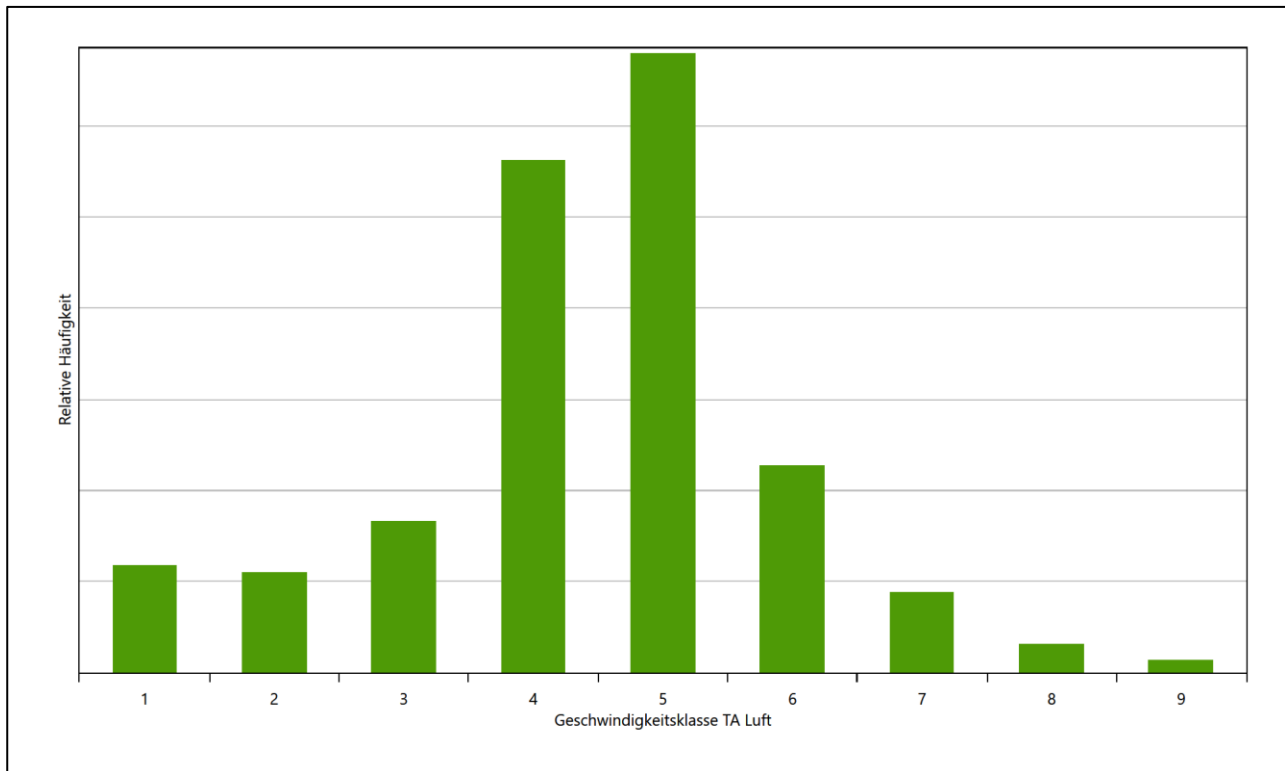


Abbildung 12: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition

Als Durchschnittsgeschwindigkeit ergibt sich der Wert 4,00 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 (17,0 m) und die Referenzrauigkeit (vgl. den folgenden Absatz) korrigierte Windgeschwindigkeit liegt bei 3,44 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 0,74 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 0,74 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 17,0 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	210	4,00	2,0	0,74
Osterfeld	210	3,35	5,4	0,30
Querfurt-Mühle Lodersleben	240	3,43	15,0	0,08
Halle-Kröllwitz	240	4,27	5,6	0,80
Leipzig/Halle	240	3,71	2,9	0,11
Artern	240	3,63	8,5	0,50
Gera-Leumnitz	210	3,59	2,9	0,15

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 17,0 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 0,74 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 Strö-

mungsrichtung bzw. die Maximalböe gemessen und archiviert. Derzeit wird vom DWD sukzessive ein Verfahren zur Bestimmung der Rauigkeit um die Messstationen eingeführt.

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

4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen

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

Für die EAP liegt formal das Windrichtungsmaximum bei 210°, wobei die Hauptwindrichtung bei 240° noch eine vergleichbar starke Intensität aufweist. Ein erkennbares Nebenmaximum zeichnet sich aus ost-nordöstlicher Richtung ab. Der westliche Halbraum ist deutlich stärker ausgeformt wie der östliche. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

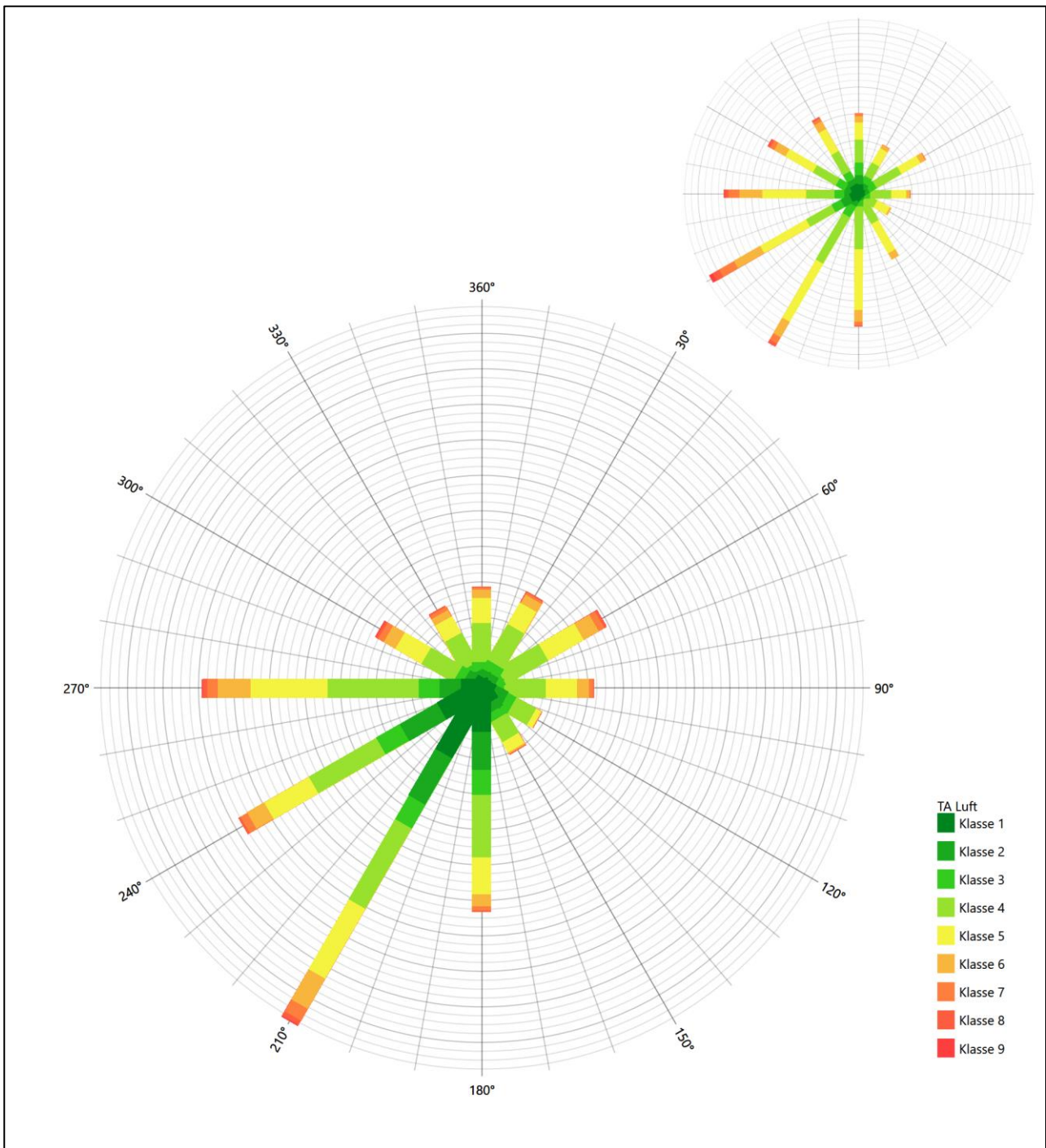


Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Osterfeld mit dem Erwartungswert

Die Station Osterfeld hat ihr formales Hauptmaximum bei 210° genau auf dem Erwartungswert der EAP. Auch das moderate ost-nordöstliche Nebenmaximum ist vorhanden. Die Ausformung im südwestlichen Quadranten ist hinreichend. Hier liegt eine gute Übereinstimmung vor.

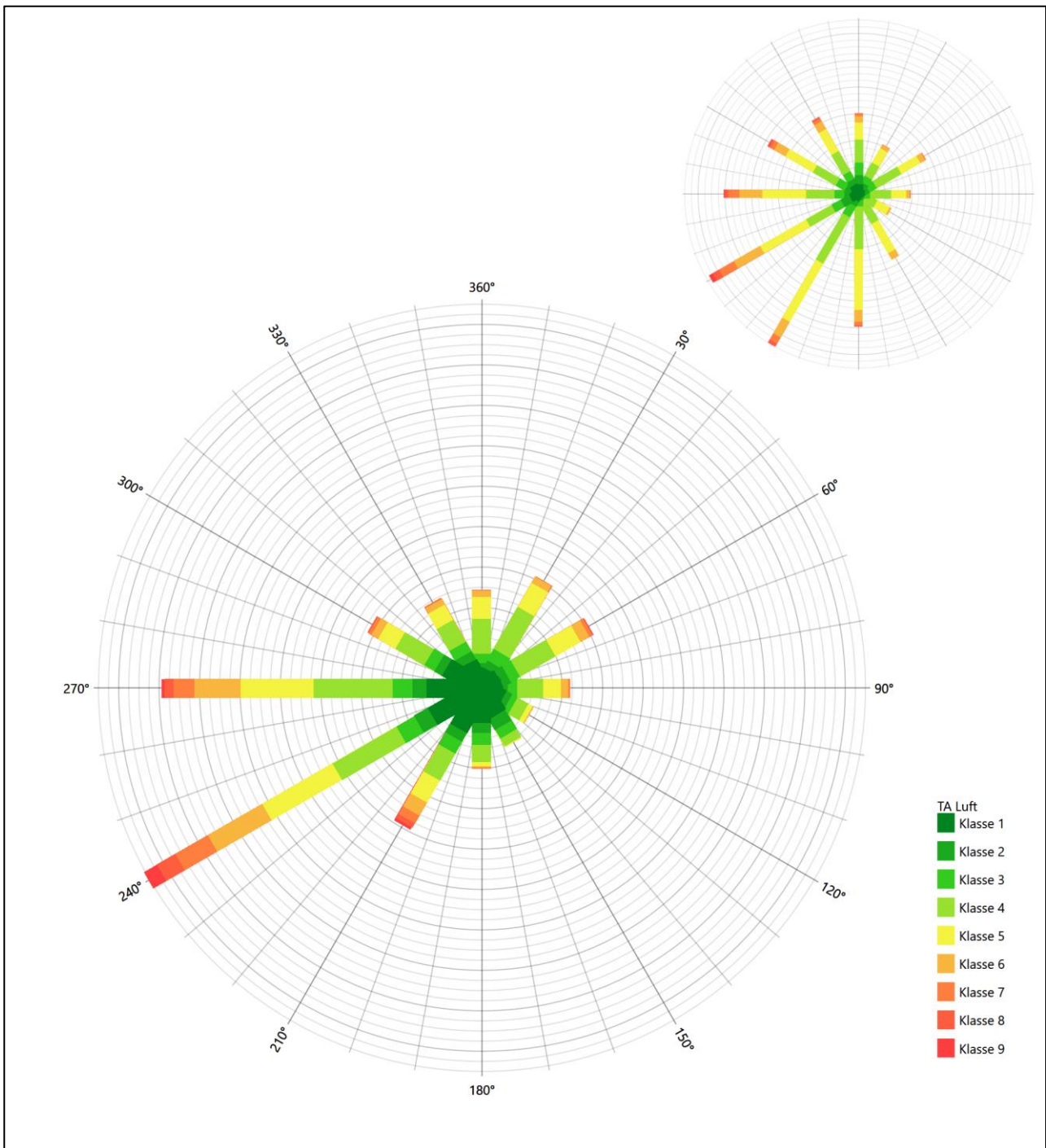


Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Querfurt-Mühle Lodersleben mit dem Erwartungswert

Die Station Querfurt-Mühle-Lodersleben hat das formale Hauptmaximum bei 240° im benachbarten 30°-Sektor zum Erwartungswert an der EAP. Das nordöstliche Nebenmaximum ist zwar vorhanden, aber die Richtungsbeiträge aus Süd-Südwest bis Süd-Südost sind bedeutend zu schwach. Diese Station ist nicht geeignet übertragen zu werden.

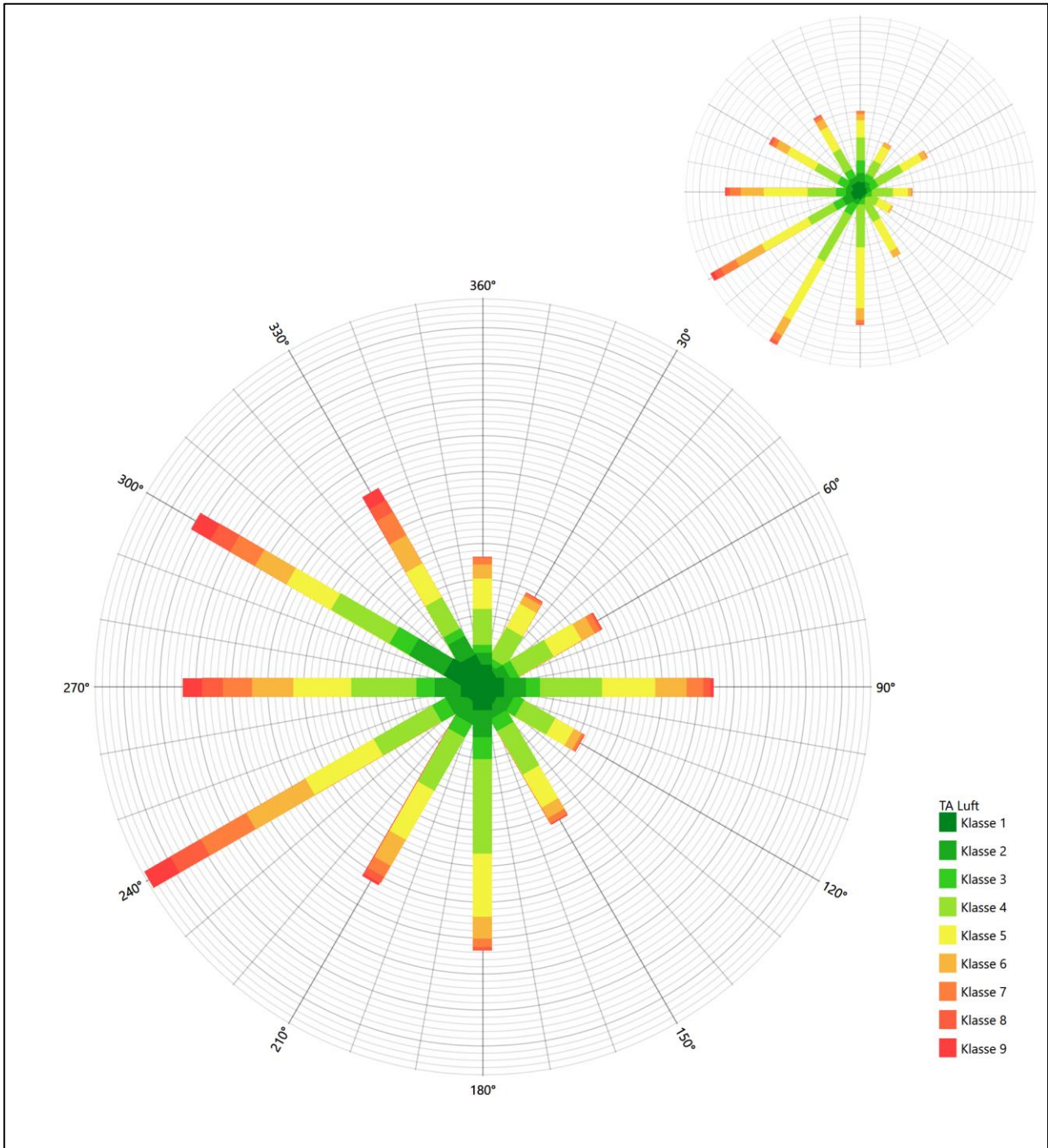


Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Halle-Kröllwitz mit dem Erwartungswert

Halle-Kröllwitz hat sein formales Hauptmaximum bei 240° im benachbarten 30°-Sektor zum Erwartungswert an der EAP. Das östliche Nebenmaximum liegt ebenfalls um 30° verschoben vor. Bis auf das Nebenmaximum aus 300°, hier werden die Richtungsbeiträge etwas überschätzt ist die Ausformung im westlichen Halbraum angemessen. Hier liegt noch eine ausreichende Eignung zur Übertragung vor.

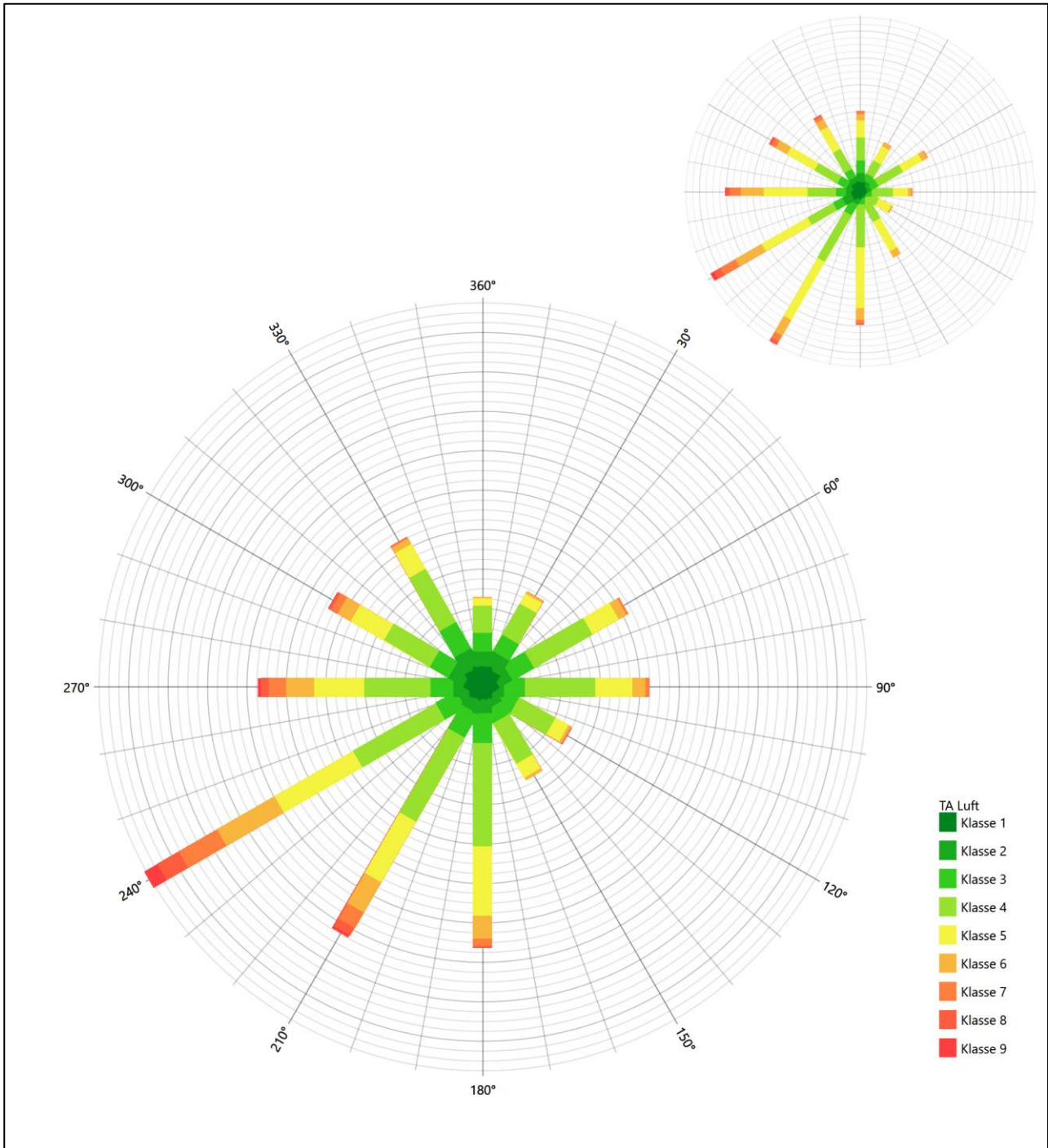


Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Leipzig/Halle mit dem Erwartungswert

Leipzig/Halle liegt mit einem formalen Hauptmaximum bei 240° noch im benachbarten 30°-Sector zum Erwartungswert an der EAP. Auch das Nebenmaximum aus Ost erfüllt diese Bedingung. Durch entsprechend starke Richtungsbeiträge aus 210° und 60° orientieren sich die Schwerpunkte der Hauptwindrichtung und der Nebenwindrichtung jedoch besser zur EAP. Auch ist die Gesamtform der Verteilung stimmig. Hier liegt zumindest eine befriedigende Eignung zur Übertragung vor.

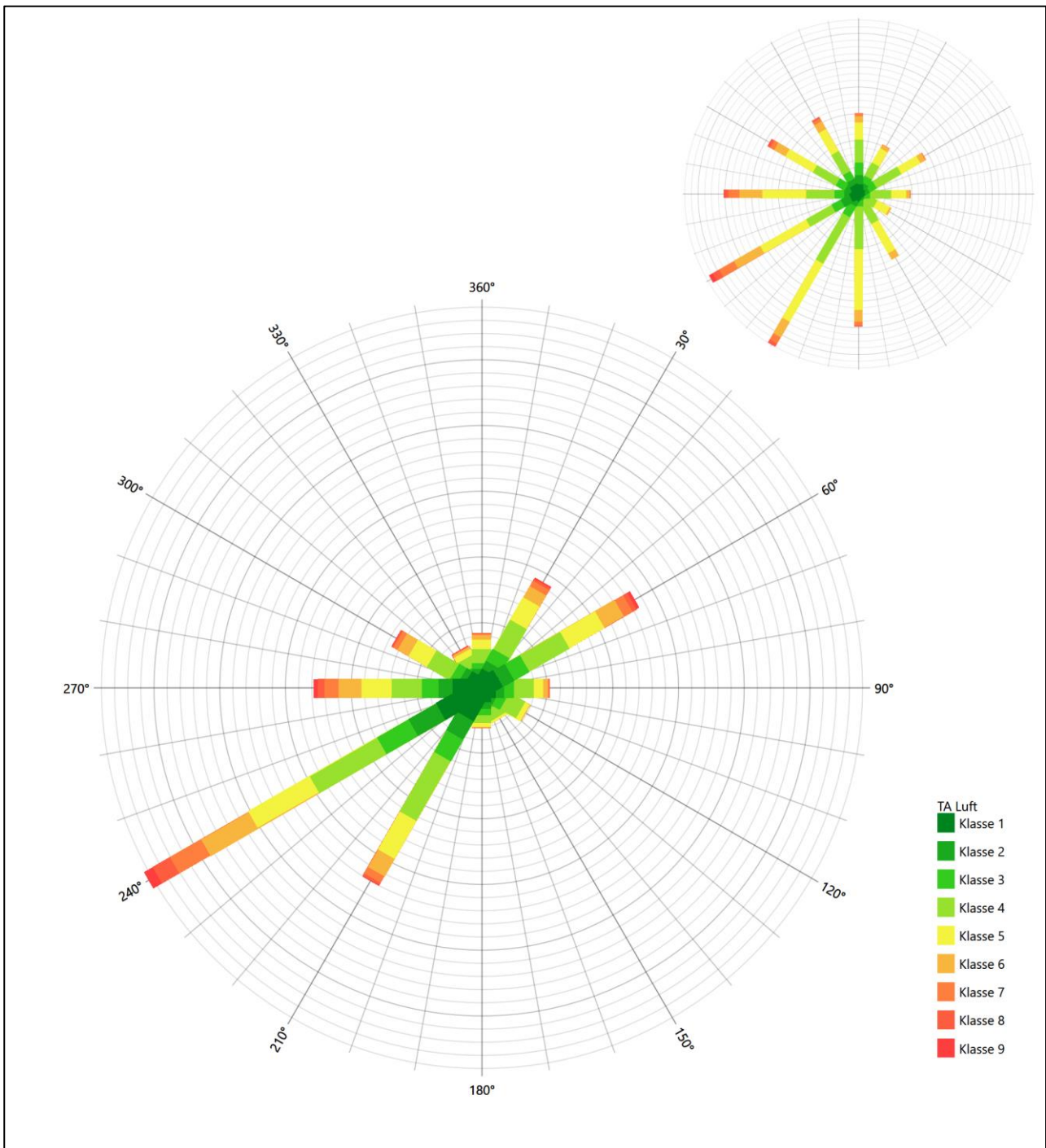


Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Artern mit dem Erwartungswert

Die Station Artern liegt mit einem formalen Hauptmaximum bei 240° im benachbarten 30°-Sektor zum Erwartungswert an der EAP. Das ost-nordöstliche Nebenmaximum ist vorhanden. Insgesamt ist die Station aber zu eng kanalisiert um übertragen zu werden. So ist der gesamte nordwestliche Quadrant zu schwach, südliche Richtungsbeiträge fehlen ganz.

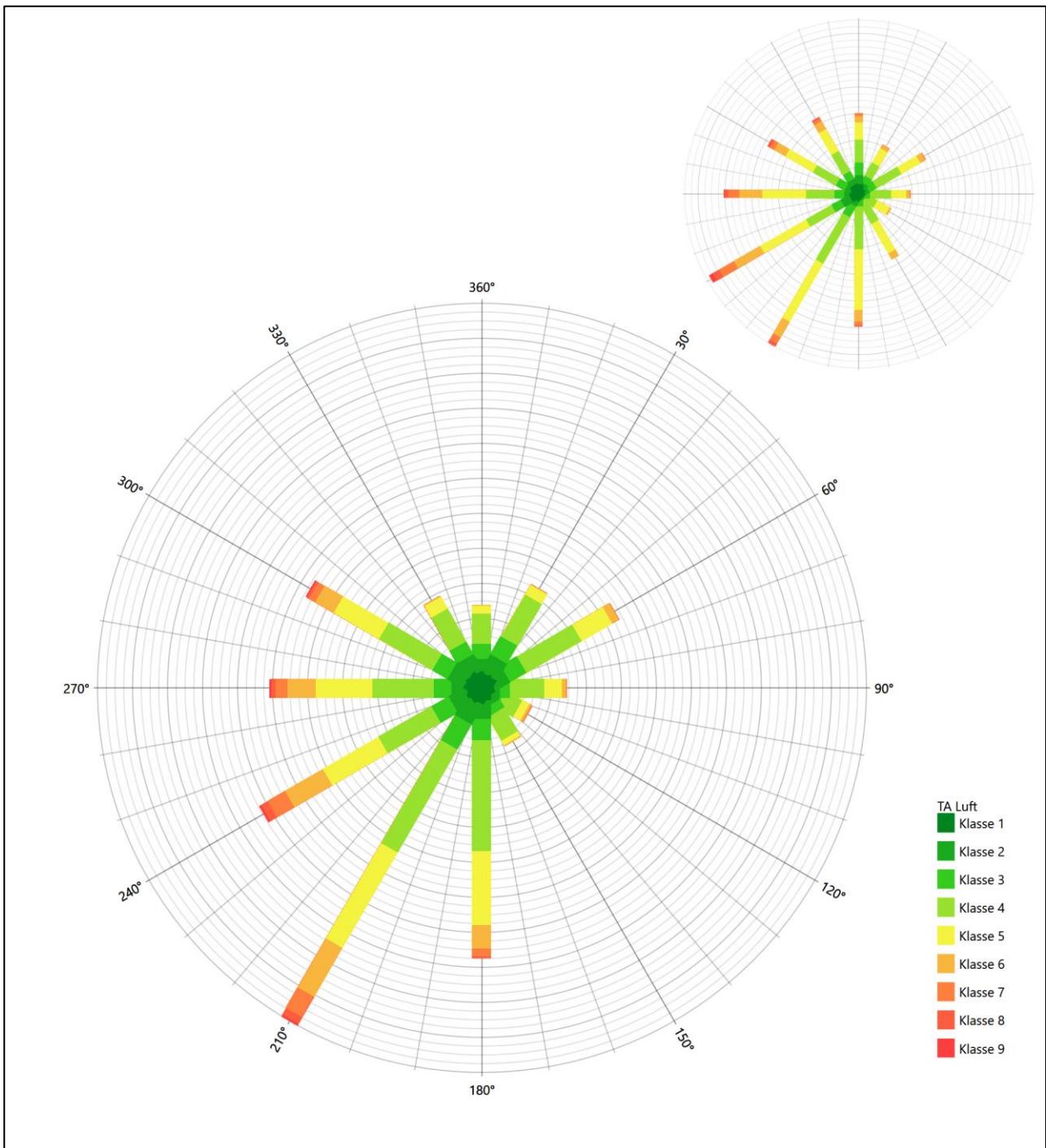


Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Gera-Leumnitz mit dem Erwartungswert

Gera-Leumnitz liegt mit einem formalen Hauptmaximum bei 210° genau auf dem Erwartungswert der EAP. Die Ausformung des westlichen Halbraumes ist adäquat, auch das ost-nordöstliche Nebenmaximum findet sich. Hier liegt eine gute Übereinstimmung vor.

Somit sind aus Sicht der Windrichtungsverteilung die Stationen Osterfeld und Gera-Leumnitz gut für eine Übertragung geeignet. Leipzig/Halle stimmt noch befriedigend mit der EAP überein. Halle/Kröllwitz ist ausreichend geeignet, Querfurt-Mühle Lodersleben und Artern sind nicht geeignet.

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
Osterfeld	++++
Gera-Leumnitz	++++
Leipzig/Halle	+++
Halle/Kröllwitz	++
Querfurt-Mühle Lodersleben	-
Artern	-

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 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** vorgestellte Statistische Windfeldmodell (SWM) des Deutschen Wetterdienstes. Für die EAP werden in 17,0 m Höhe von den beiden Modellen folgende mittleren Windgeschwindigkeiten erwartet:

Tabelle 6: EAP-Geschwindigkeiten verschiedener Modelle

Modell	Geschwindigkeit [m/s]
prognostisch	4,00
SWM	3,44
Mittelwert	3,72

Beiden Modellen wird in diesem Aspekt gleiches Gewicht beigemessen, weshalb als beste Schätzung der mittleren Windgeschwindigkeit an der EAP im Weiteren der Mittelwert 3,7 m/s zu Grunde gelegt wird.

Dem kommen die Werte von Osterfeld, Querfurt-Mühle Lodersleben, Leipzig/Halle, Artern und Gera-Leumnitz mit 3,4 m/s, 3,4 m/s, 3,7 m/s, 3,6 m/s bzw. 3,6 m/s (auch wieder bezogen auf 17,0 m Höhe und die EAP-Rauigkeit von 0,74 m) sehr nahe. Sie zeigen eine Abweichung von nicht mehr als $\pm 0,5$ m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Halle-Kröllwitz liegt mit einem Wert von 4,3 m/s noch innerhalb einer Abweichung von $\pm 1,0$ m/s, was noch eine ausreichende Übereinstimmung darstellt.

Aus Sicht der Windgeschwindigkeitsverteilung sind also Osterfeld, Querfurt-Mühle Lodersleben, Leipzig/Halle, Artern und Gera-Leumnitz gut für eine Übertragung geeignet. Halle-Kröllwitz zeigt eine noch ausreichende Übereinstimmung.

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

Tabelle 7: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Osterfeld	++
Querfurt-Mühle Lodersleben	++
Leipzig/Halle	++
Artern	++
Gera-Leumnitz	++
Halle-Kröllwitz	+

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
Osterfeld	+++++	++++	++
Gera-Leumnitz	+++++	++++	++
Leipzig/Halle	++++	+++	++
Halle/Kröllwitz	+++	++	+
Querfurt-Mühle Lodersleben	-	-	++
Artern	-	-	++

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 Ge-

schwindigkeitsverteilung 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 Gera-Leumnitz und Osterfeld nach den bisherigen Kriterien eine gleich gute Eignung zur Übertragbarkeit befunden wurde, d.h. soweit bisher Windrichtungsverteilung und mittlere Windgeschwindigkeit berücksichtigt wurden. Zur endgültigen Entscheidung soll ein statistisches Ähnlichkeitsmaß verwendet werden.

Dazu soll die Ähnlichkeit der Windverteilungen der in Frage kommenden Bezugswindstationen mit dem berechneten Erwartungswert mit Hilfe eines gewichteten, additiven χ^2 -Maßes beurteilt werden. 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 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.

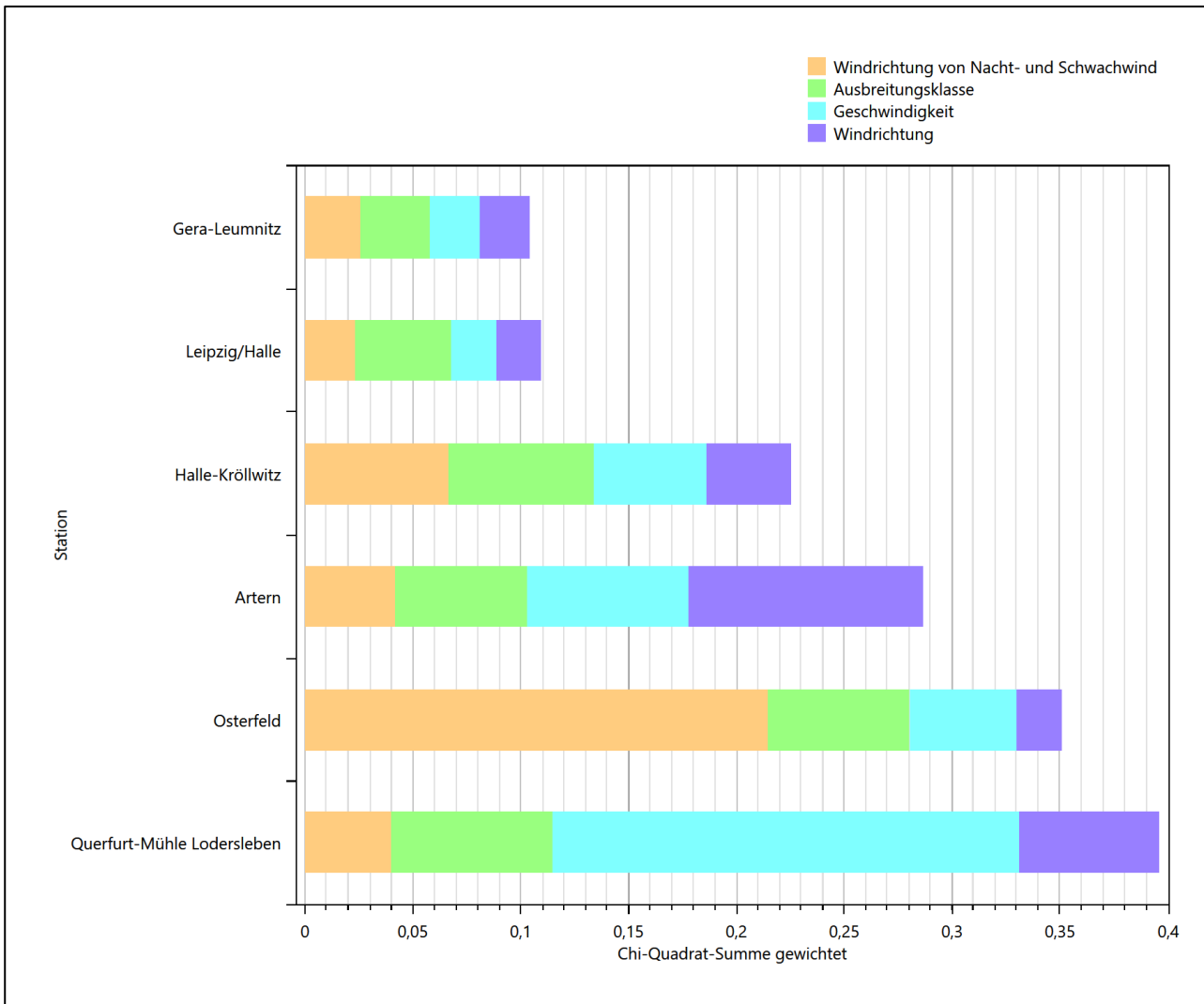


Abbildung 19: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der Windverteilungen der betrachteten Bezugswindstationen mit dem EAP-Erwartungswert

Aus den Gütemaßen für die einzelnen Bezugswindstationen lässt sich die gezeigte Rangfolge ableiten, welche der Bezugswindstationen am besten für eine Übertragung geeignet ist.

Für die Station Gera-Leumnitz kann also befunden werden, dass sie einerseits die beste Übereinstimmung der statistischen Verteilungsparameter der meteorologischen Daten aufweist und darüber hinaus auch 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.

Gera-Leumnitz wird demzufolge für eine Übertragung ausgewählt.

5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation

Die zur Übertragung ausgewählte Station Gera-Leumnitz liegt östlich, außerhalb der Stadt Gera am Flugplatz Gera-Leumnitz. Die Lage der Station in Sachsen-Anhalt ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

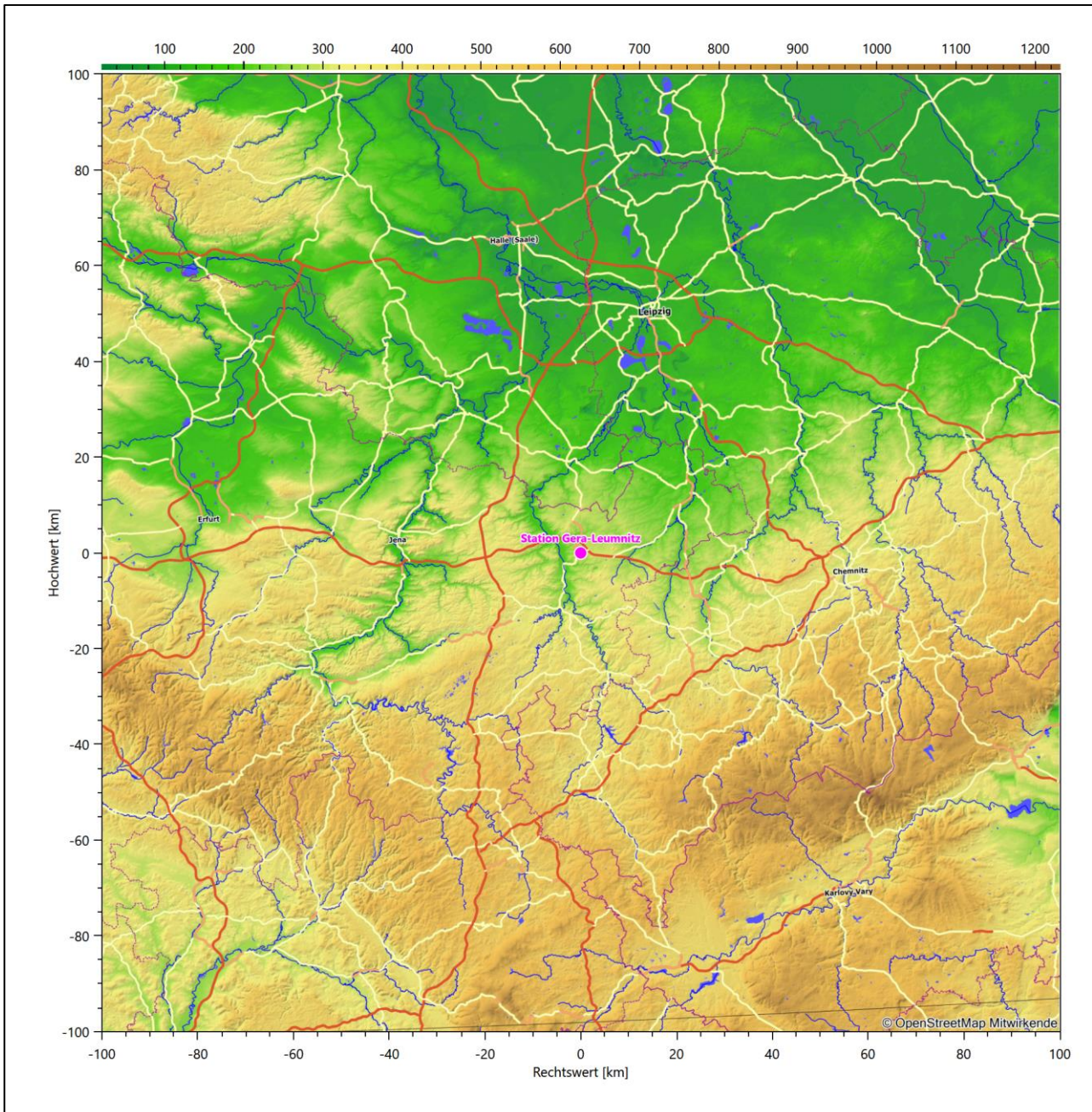


Abbildung 20: Lage der ausgewählten Station

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 311 m über NHN. Der Windgeber war während des hier untersuchten Zeitraumes in einer Höhe von 12 m angebracht.

Tabelle 9: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	12,1289°
Geographische Breite:	50,8813°

Die Umgebung der Station ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Neben dem Flughafengelände wechseln sich landwirtschaftliche Flächen mit Gewerbegebieten und Verkehrswegen ab. Im weiteren Umkreis folgt im Westen die Wohnbebauung der Stadt Gera.

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

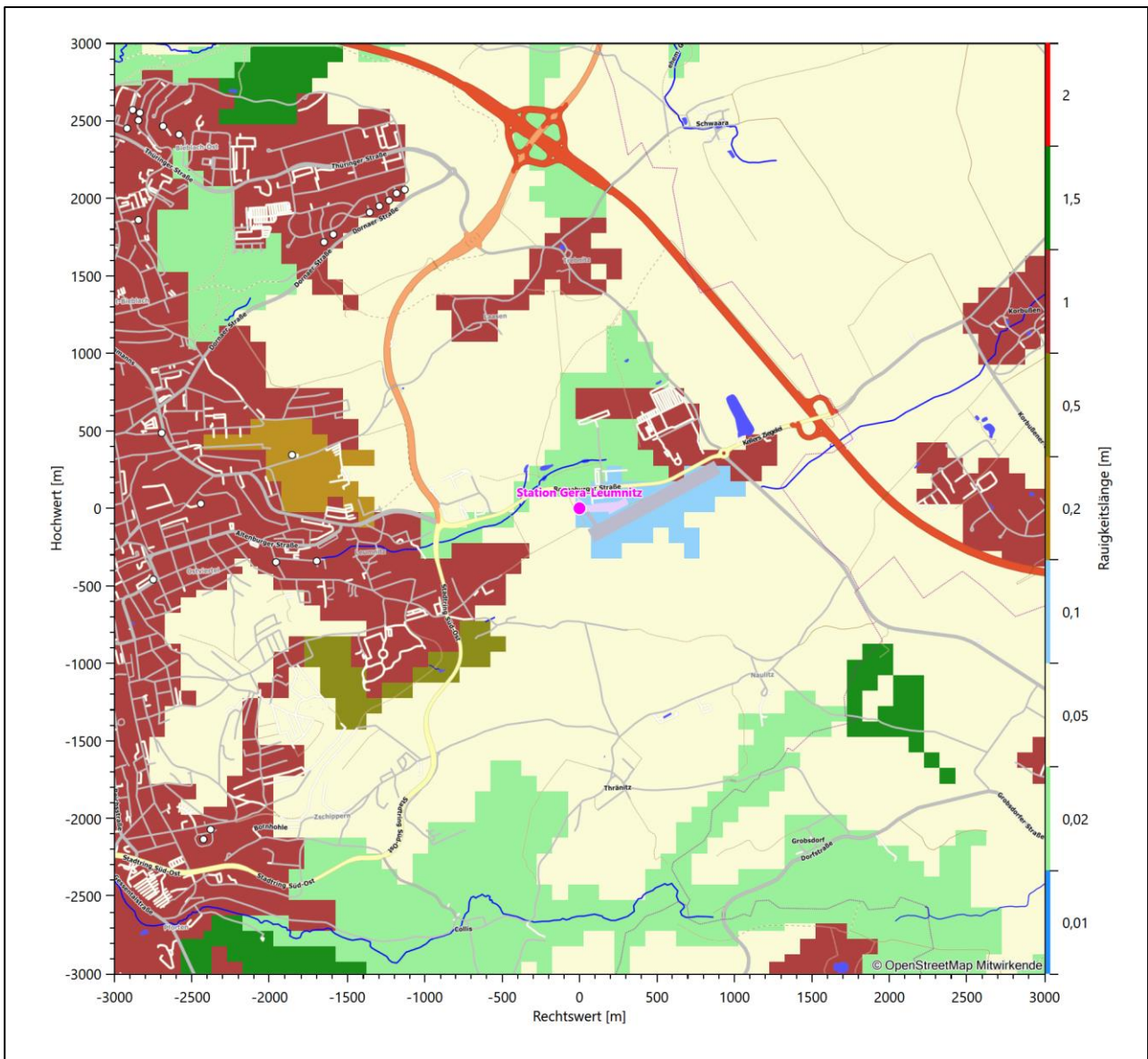


Abbildung 21: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der Station nach CORINE-Datenbank

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

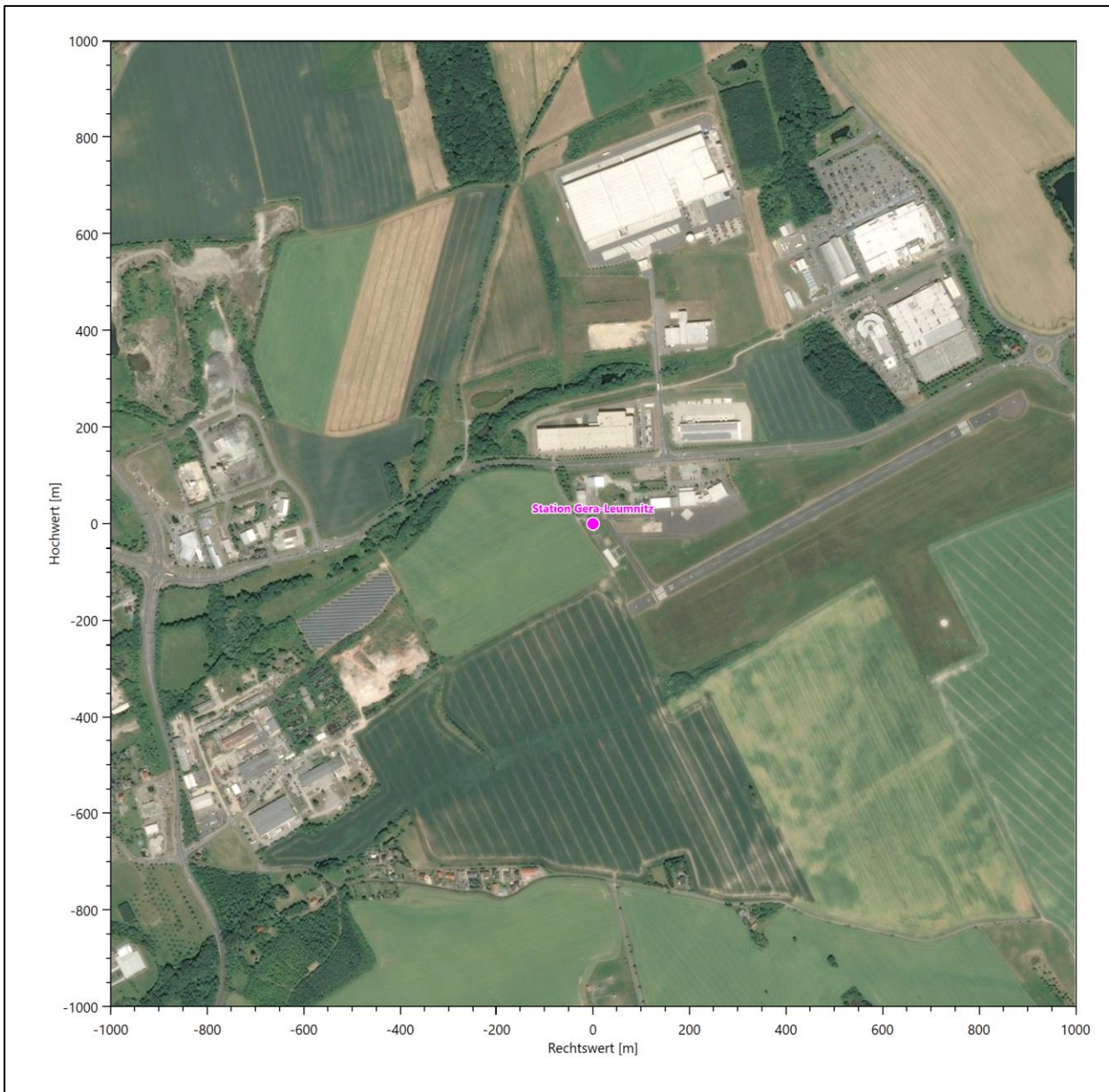


Abbildung 22: Luftbild mit der Umgebung der Messstation

Orographisch ist das Gelände im näheren Umkreis nur schwach gegliedert. Die Station liegt auf einer Hochebene und ist von allen Richtungen frei anströmbar. Auf mittlere Entfernung beginnt etwa 1,5 km westlich der Abfall zum Tal der Weißen Elster. Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

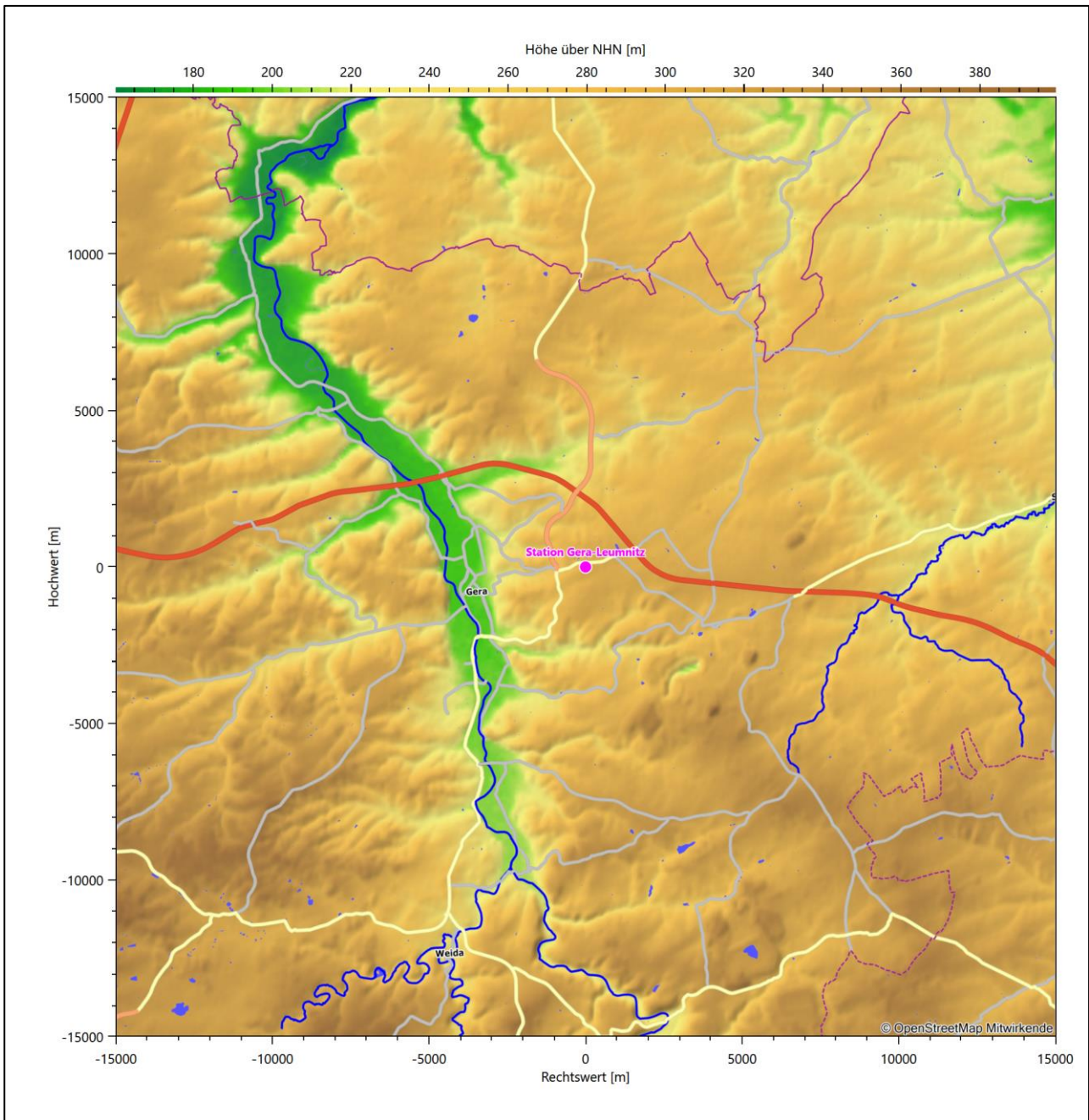


Abbildung 23: Orographie um den Standort der Wetterstation

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 [8] 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.

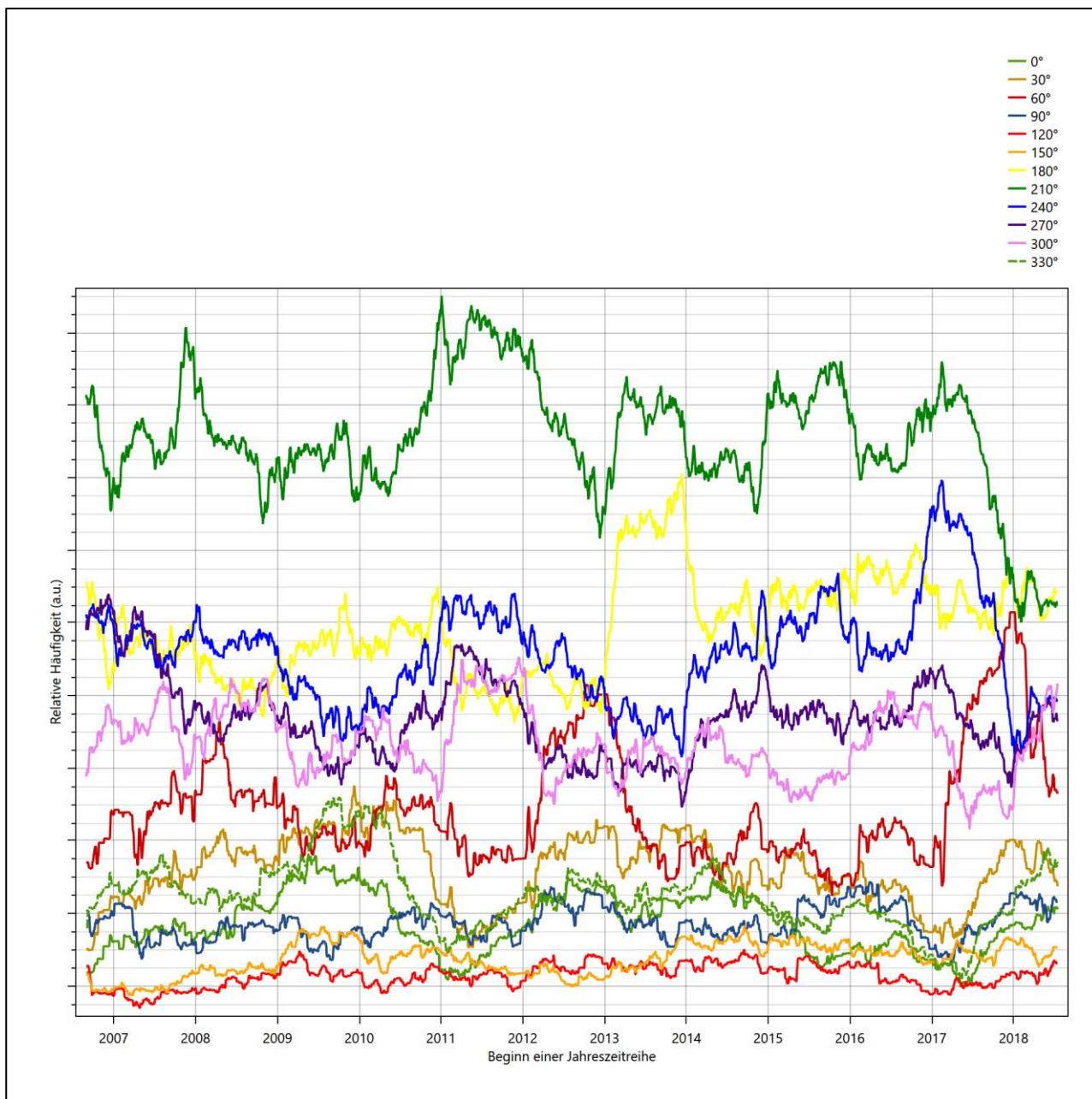


Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung

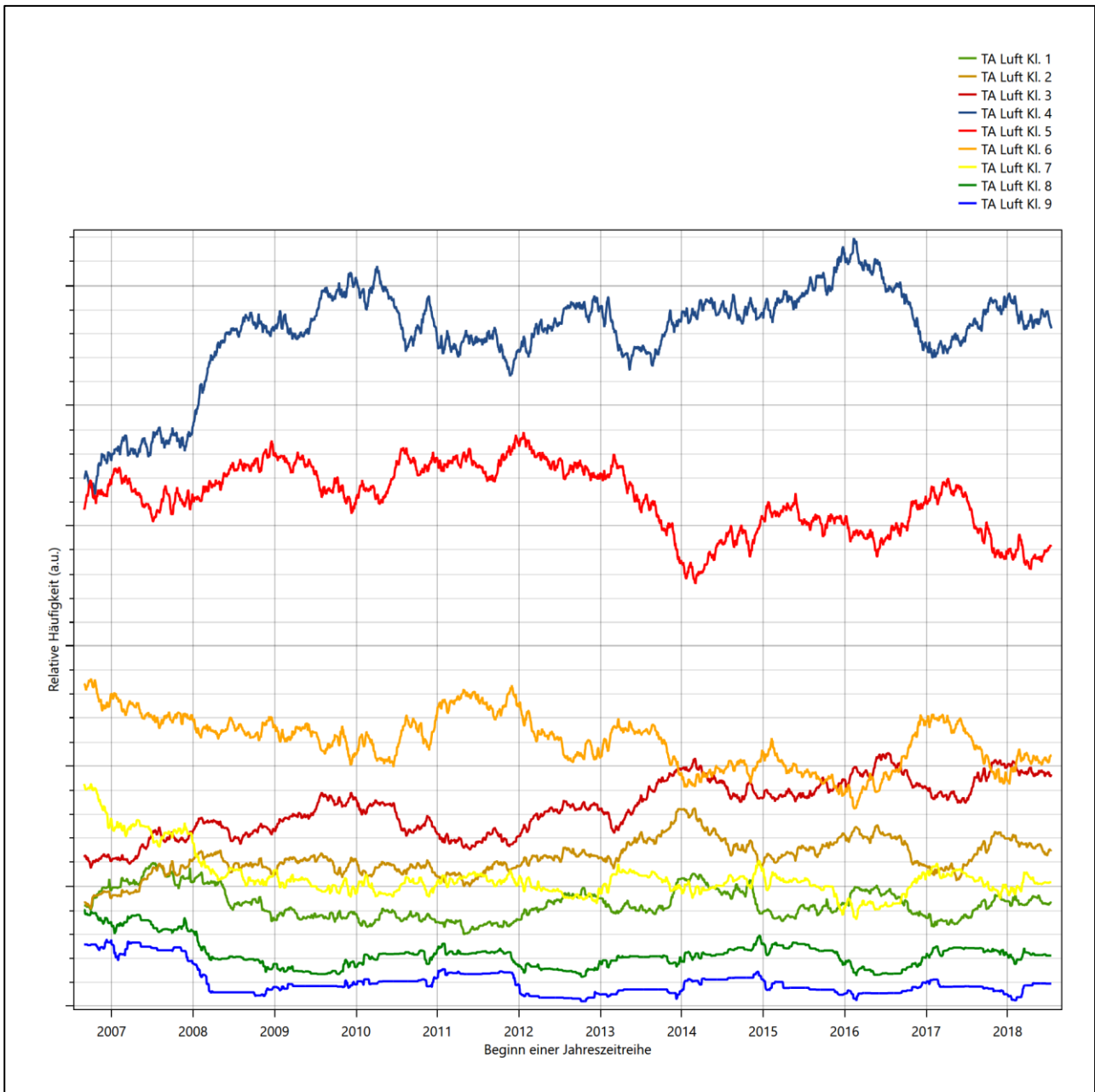


Abbildung 25: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windschwindigkeitsverteilung

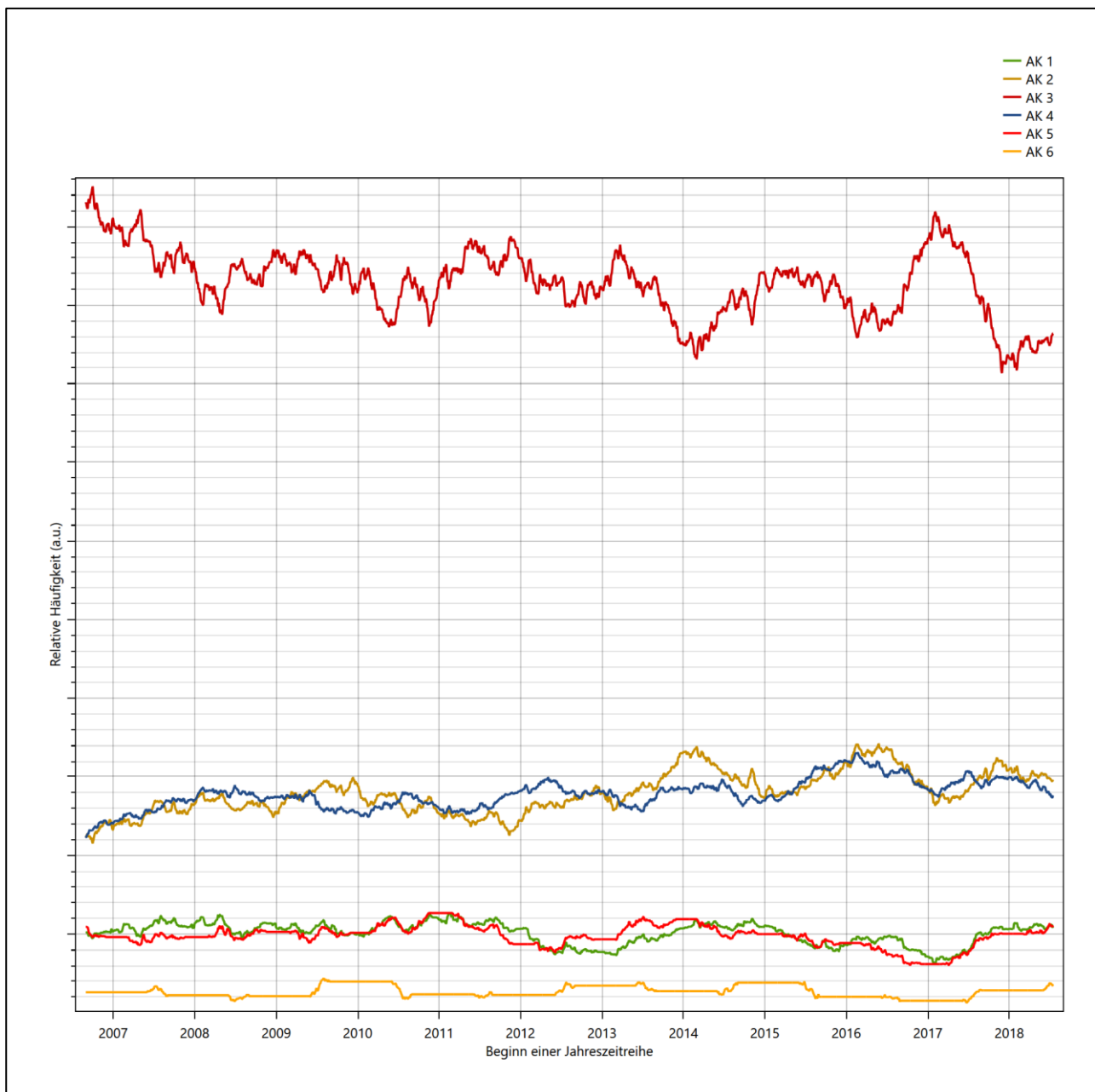


Abbildung 26: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 31.08.2006 bis zum 16.07.2019 verwendet.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Als Ergebnis dieser Untersuchungen stehen für die einzelnen Testzeiträume jeweils vier Zahlenwerte zur Verfügung, die anhand der Verteilung von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse und der Richtung von Nacht- und Schwachwinden die Ähnlichkeit des Testzeitraumes mit dem Gesamtzeitraum ausdrücken. Um daran eine abschließende Bewertung vornehmen zu können, werden die vier Werte 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 04.02.2015, was als Beginn des repräsentativen Jahres angesehen werden kann. Die repräsentative Jahreszeitreihe läuft dann bis zum 04.02.2016.

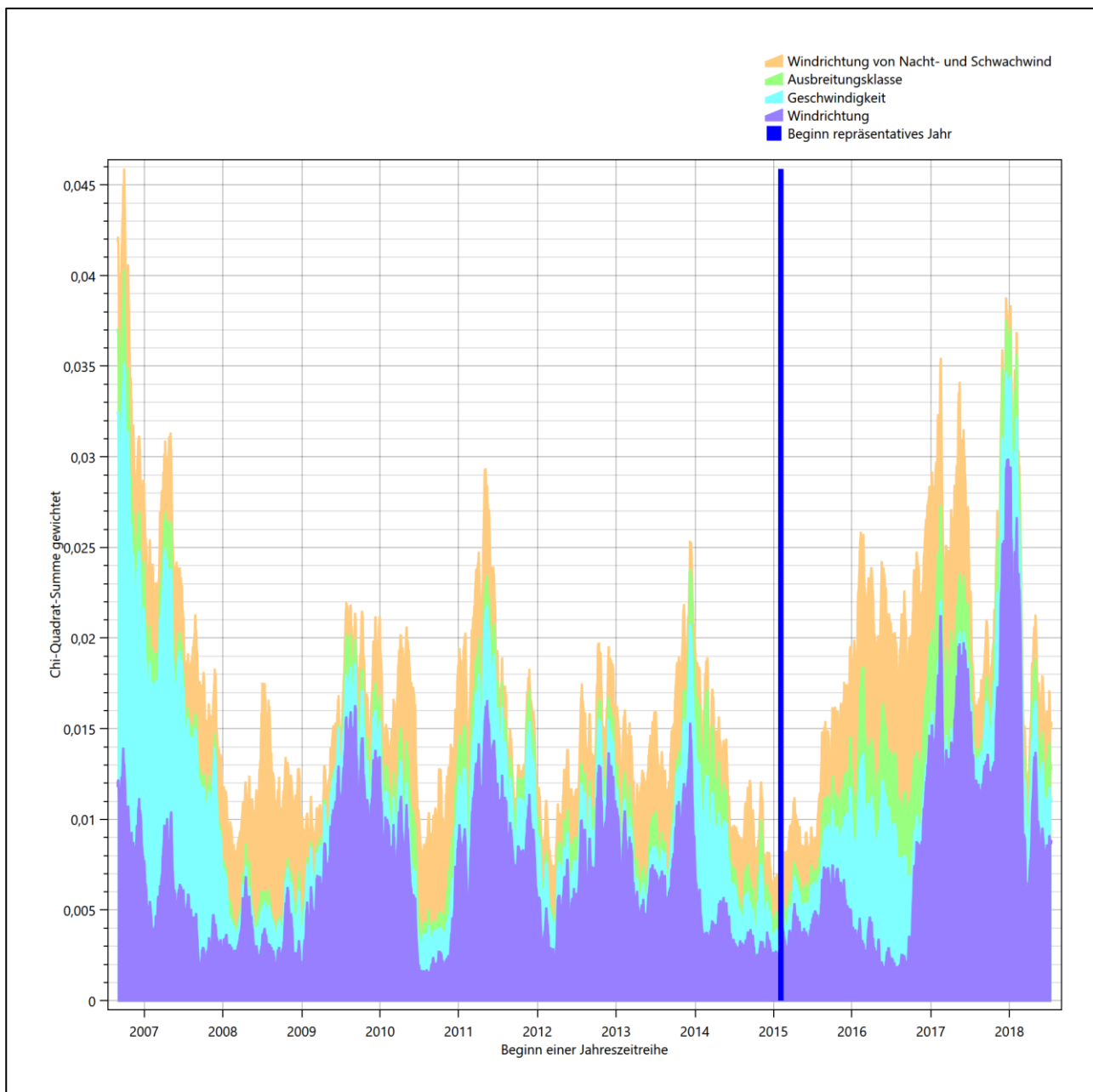


Abbildung 27: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

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

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

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

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

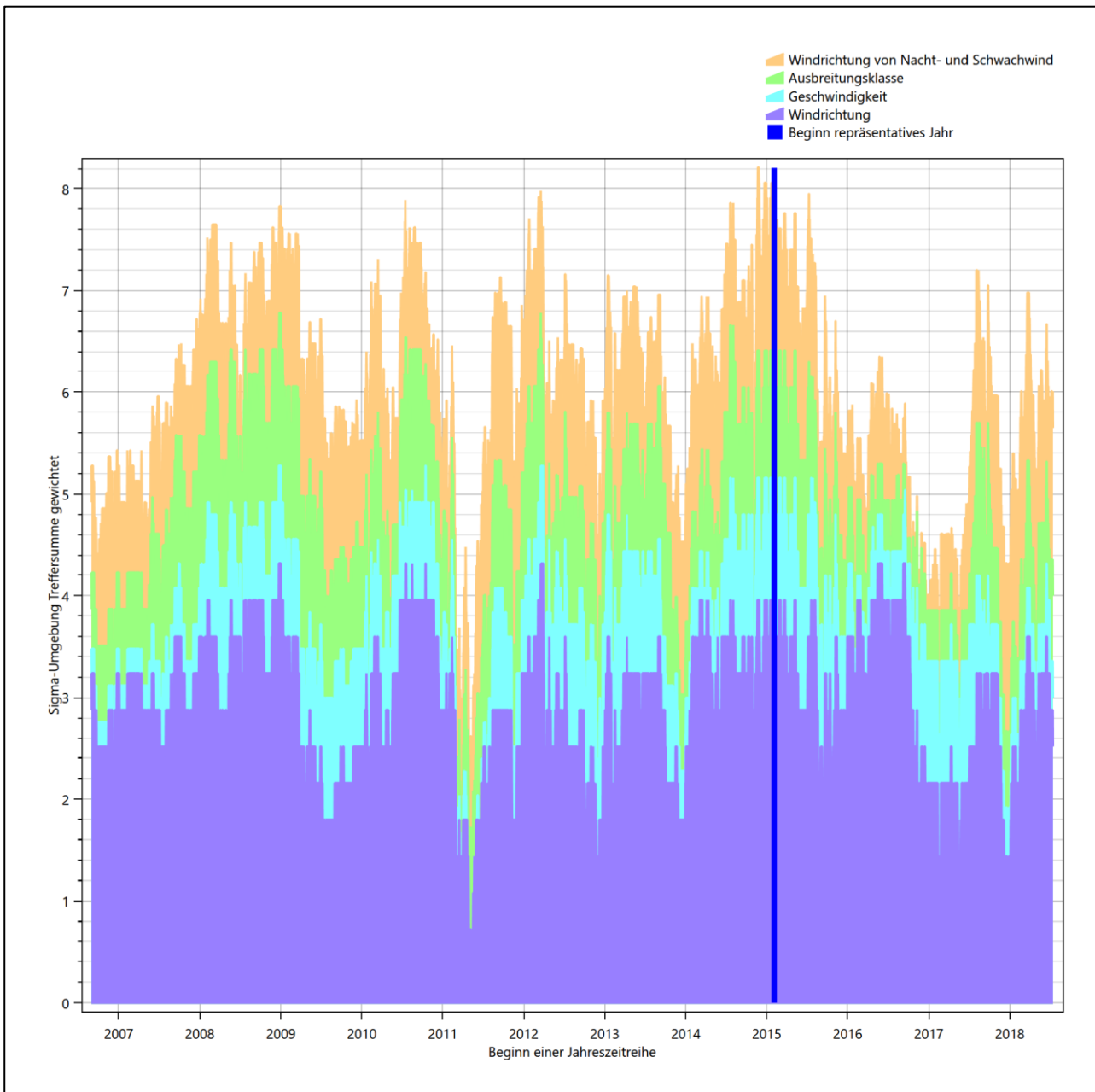


Abbildung 28: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Erfahrungsgemäß wird für das aus dem χ^2 -Test gefundene repräsentative Jahr vom 04.02.2015 bis zum 04.02.2016 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 98 % 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 04.02.2015 bis zum 04.02.2016. Inwieweit diese Jahreszeitreihe tatsächlich für den Gesamtzeitraum repräsentativ ist, soll anhand einer abschließenden Plausibilitätsprüfung untersucht werden.

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

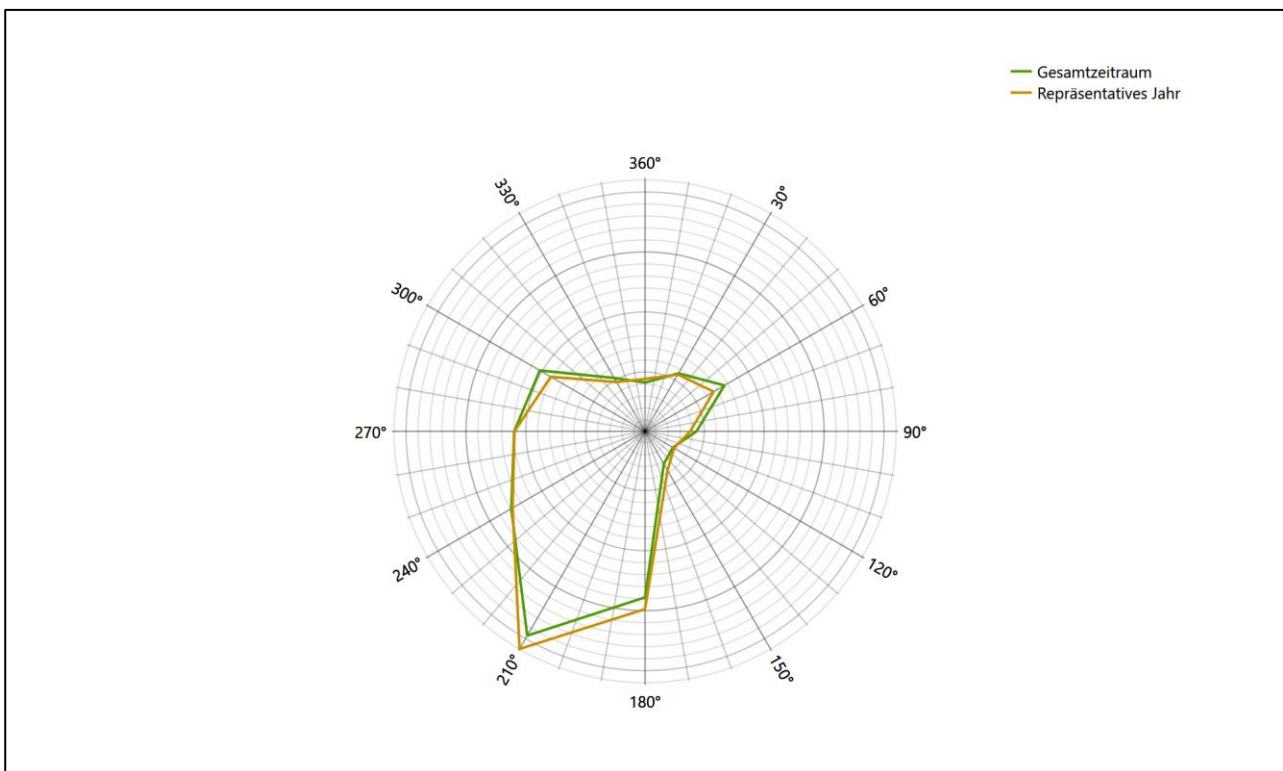


Abbildung 29: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

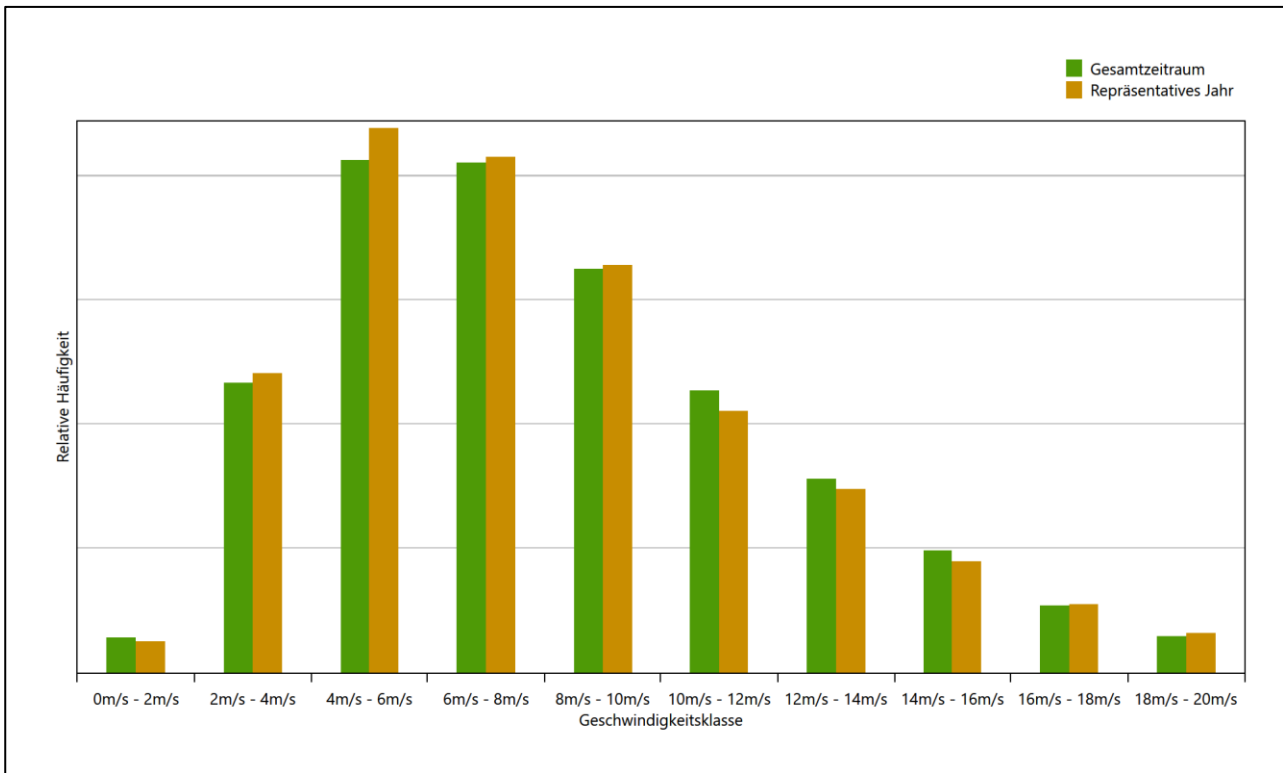


Abbildung 30: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

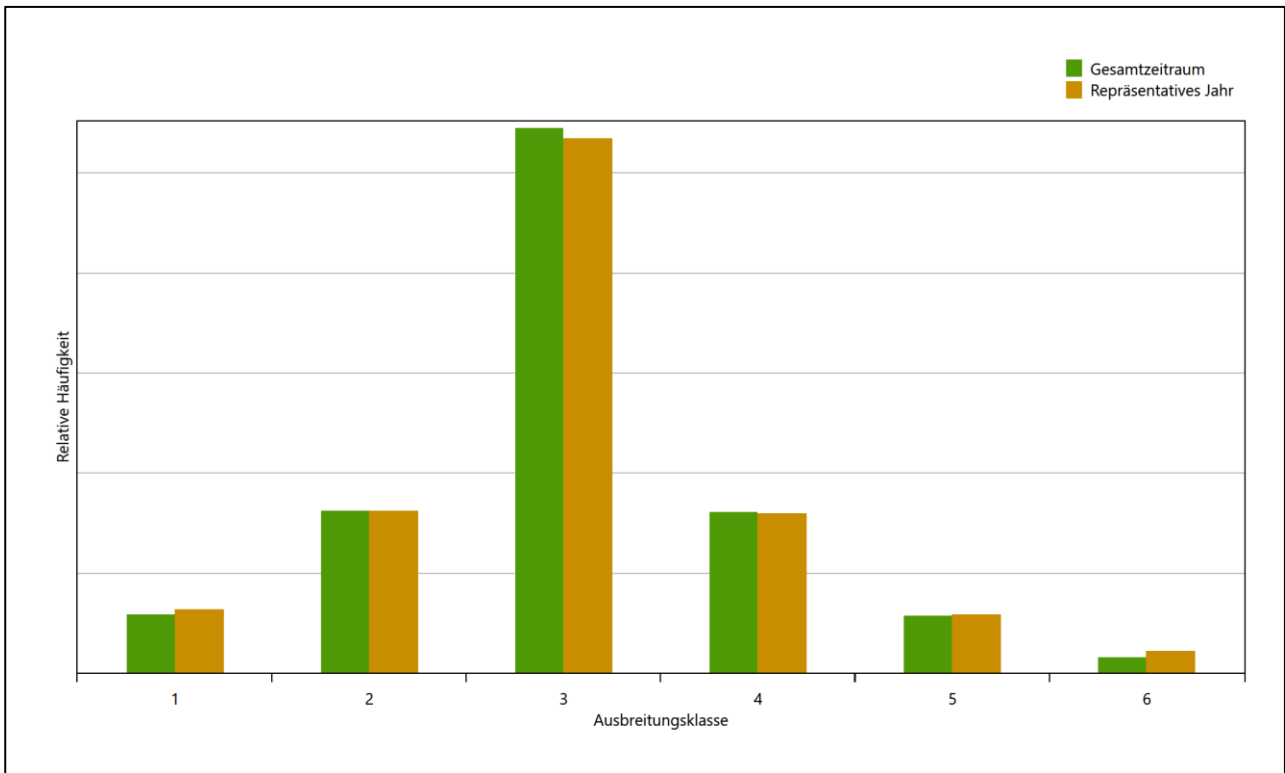


Abbildung 31: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

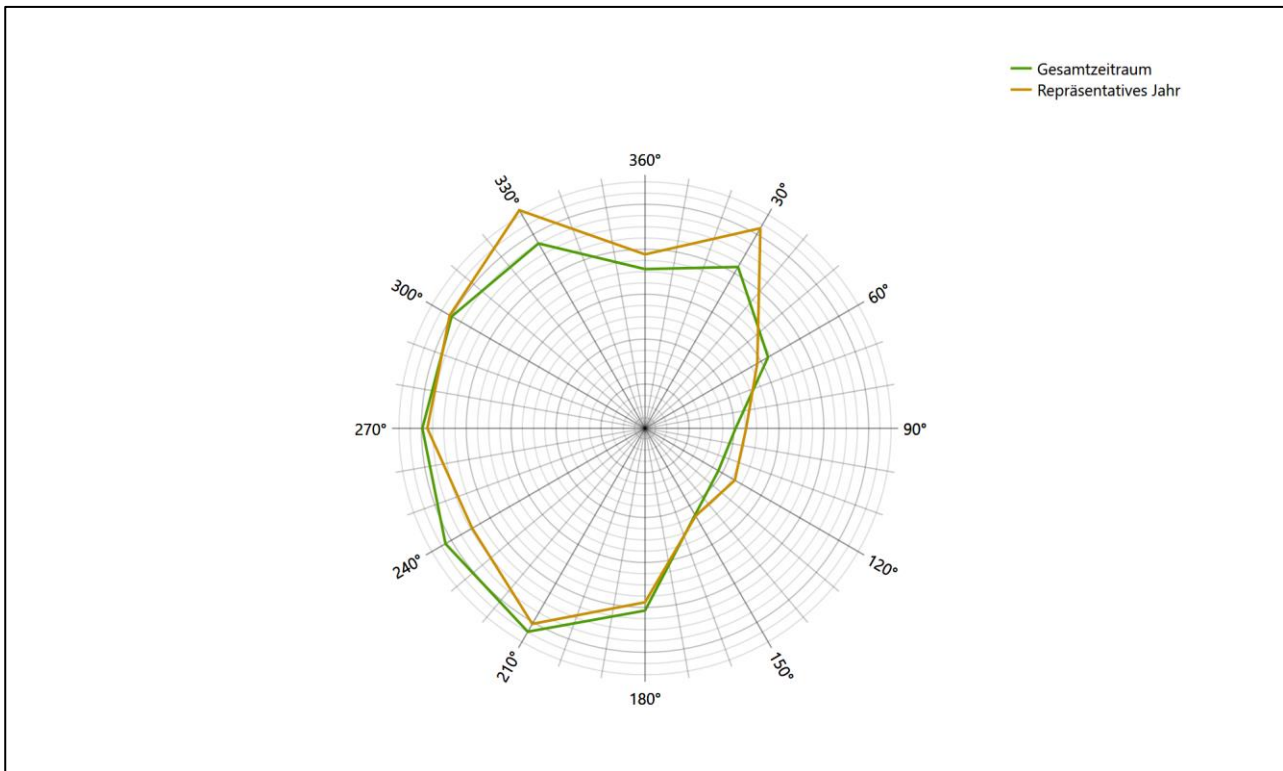


Abbildung 32: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

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

Daher kann davon ausgegangen werden, dass der Zeitraum vom 04.02.2015 bis zum 04.02.2016 ein repräsentatives Jahr für die Station Gera-Leumnitz im betrachteten Gesamtzeitraum vom 31.08.2006 bis zum 16.07.2019 ist.

7 Beschreibung der Datensätze

7.1 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse

Die für Ausbreitungsrechnungen notwendigen Informationen zur Anpassung der Windgeschwindigkeiten an die unterschiedlichen mittleren aerodynamischen Rauigkeiten zwischen der Windmessung (Station Gera-Leumnitz) 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 Gera-Leumnitz wurde über ein Gebiet mit Radius von 3 km um die Station ermittelt, wobei für jede Anströmrichtung die Rauigkeit im zugehörigen Sektor mit der relativen Häufigkeit der Anströmung aus diesem Sektor gewichtet wurde. Für Gera-Leumnitz ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 04.02.2015 bis zum 04.02.2016 einen Wert von 0,15 m. Daraus ergeben sich die folgenden, den Rauigkeitsklassen der TA Luft zugeordneten Anemometerhöhen. Das Berechnungsverfahren dazu wurde der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] entnommen.

Tabelle 10: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Gera-Leumnitz

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	4,6	5,8	8,0	10,4	13,5	19,5	26,4	31,9	36,7

7.2 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Gera-Leumnitz für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bedeckung wurde eine Ausbreitungsklassenzeitreihe gemäß den Vorgaben der TA Luft in Anhang 3 Ziffer 8 [8] 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 99 % bezogen auf das repräsentative Jahr vom 04.02.2015 bis zum 04.02.2016 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 10 wurden im Dateikopf hinterlegt.

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Übertragbarkeit der meteorologischen Daten von den Messstationen wurde für einen Aufpunkt etwa 1,5 km südlich des Standortes (Rechtswert: 32694750, Hochwert: 5677250) 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 Zeuchfeld 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 32694750, 5677250.

Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Gera-Leumnitz 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 31.08.2006 bis zum 16.07.2019 das Jahr vom 04.02.2015 bis zum 04.02.2016 ermittelt.

Frankenberg, am 2. Oktober 2019

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...24
6.2.2	Erwartungswerte für Windgeschwindigkeitsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 18...24
6.2.3.2	Messwerte der meteorologischen Datenbasis auf einheitliche Rauigkeitslänge und Höhe über Grund umgerechnet		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 18...24
6.2.3.1	Abweichung zwischen erwartetem Richtungsmaximum und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit 30° verglichen		<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 24

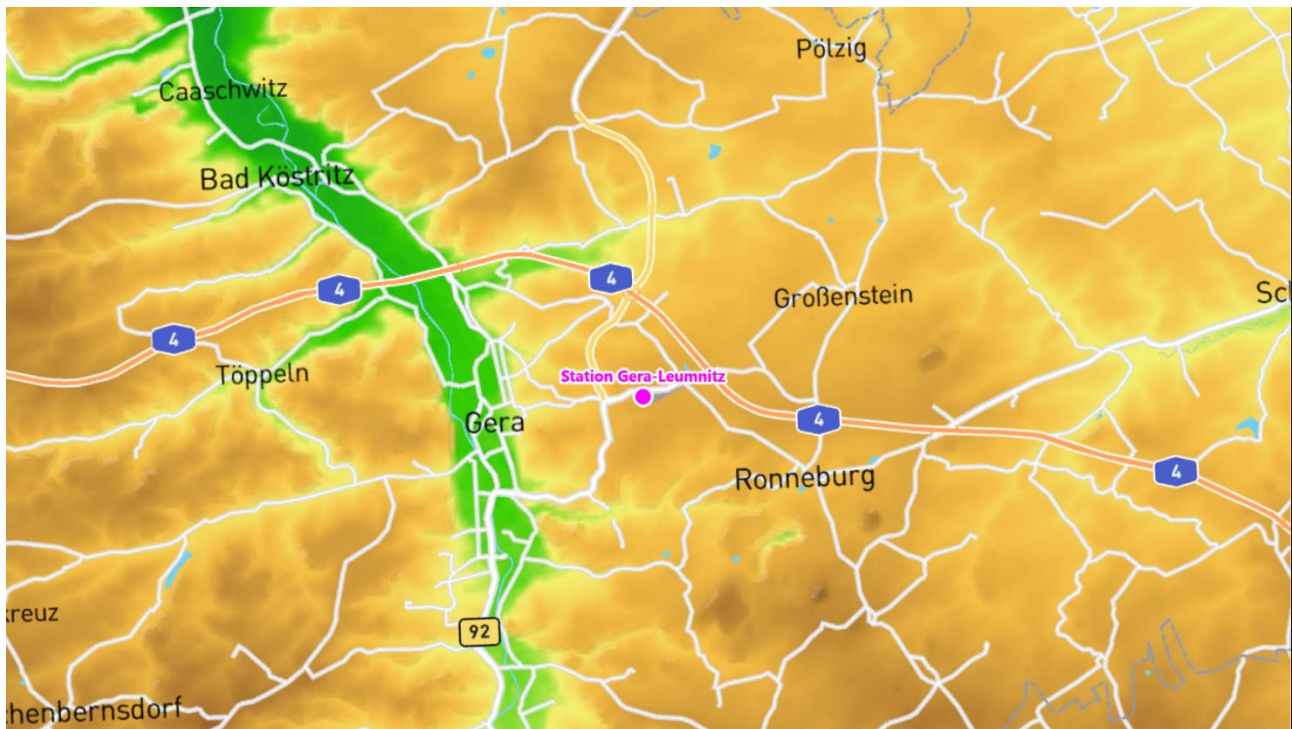
Abschnitt in VDI 3783 Blatt 20	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Dokument
6.2.3.2	Abweichung zwischen Erwartungswert des vieljährigen Jahresmittelwerts der Windgeschwindigkeit und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit $1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ verglichen		<input checked="" type="checkbox"/>	4.5 / 31
6.1	Als Ergebnis die Übertragbarkeit der Daten einer Bezugswindstation anhand der geprüften Kriterien begründet (Regelfall) oder keine geeignete Bezugswindstation gefunden (Sonderfall)		<input checked="" type="checkbox"/>	4.6 / 32
6.3	Sonderfall			
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Vorgehensweise und Modellansätze dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Nachweis der räumlichen Repräsentativität der angepassten Daten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.4	Repräsentatives Jahr			
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Auswahlverfahren dokumentiert und dessen Eignung begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.2 / 43
	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 / 43
	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 / 39
7.1	Erstellung des Zieldatensatzes			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		<input checked="" type="checkbox"/>	7.1 / 51
	Bei Verwendung von Stabilitätsinformationen, die nicht an der Bezugswindstation gewonnen wurden: Herkunft der Stabilitätsinformationen dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Sonstiges			
7.2	Bei Besonderheiten im Untersuchungsgebiet: Hinweise für die Ausbreitungsrechnung und Angaben, unter welchen Voraussetzungen die Verwendung der bereitgestellten meteorologischen Daten zu sachgerechten Ergebnissen im Sinne des Anhangs zur Ausbreitungsrechnung der TA Luft führt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8 / 52

11 Schrifttum

- [1] Statistisches Bundesamt, *Daten zur Bodenbedeckung für die Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [2] VDI 3783 Blatt 16 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [3] D. Öttl, „Documentation of the prognostic mesoscale model GRAMM (Graz Mesoscale Model) Vs. 17.1,“ Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, 2017.
- [4] VDI 3783 Blatt 21 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [5] Deutscher Wetterdienst, „Climate Data Center, CDC-Newsletter 6,“ Offenbach, 2017.
- [6] VDI 3783 Blatt 8 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle (Entwurf)*, Berlin: Beuth-Verlag, vom April 2017; in aktueller Fassung.
- [7] VDI 3783 Blatt 20 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [8] 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.
- [9] R. Petrich, „Praktische Erfahrungen bei der Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 (E),“ *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft*, pp. 311 - 315, 07/08 2015.
- [10] Lasat 3.3, „Ing.-Büro Janicke,“ 1998-2013. [Online]. Available: <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [11] metSoft GbR, Dr. Klaus Bigalke, Dipl.-Ing. Matthias Rau, Dr. Christoph Winkler, „Meteorologische Software,“ [Online]. Available: <http://www.metsoft.de/>. [Zugriff am 2016].
- [12] Deutscher Wetterdienst, „Handbuch Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse,“ Offenbach, 2014.
- [13] 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].
- [14] VDI 3783 Blatt 10 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude und Hindernisumströmung*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2010; in aktueller Fassung.
- [15] VDI 3783 Blatt 13 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom Januar 2010; in aktueller Fassung.
- [16] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, „Synthetische Windstatistiken Baden-Württemberg Hinweise für Anwender,“ Februar 2007. [Online]. Available: http://www.metcon-umb.de/uploads/media/hinweise_fuer_anwender.pdf. [Zugriff am 13.02.2018].

Bestimmung eines repräsentativen Jahres nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft

für die DWD-Station Gera-Leumnitz



Auftraggeber:	G.U.T. Gesellschaft für Umweltsanierungs-Technologien mbH Gerichtsrain 1 06217 Merseburg	
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:	AKJ.Freyburg-Zeuchfeld.2023.01	
Ort, Datum:	Frankenberg, 9. Januar 2023	
Anzahl der Seiten:	30	
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	3
1 Aufgabenstellung.....	4
2 Beschreibung der Wetterstation	5
3 Bestimmung eines repräsentativen Jahres	9
3.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums	9
3.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde.....	13
3.3 Prüfung auf Plausibilität	17
4 Beschreibung der Datensätze.....	21
4.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge.....	21
4.1.1 Theoretische Grundlagen	21
4.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall.....	24
4.2 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse.....	25
4.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe	26
4.4 Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag	26
5 Zusammenfassung.....	28
6 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung.....	29
7 Schrifttum	30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der ausgewählten Station.....	5
Abbildung 2: Luftbild mit der Umgebung der Messstation.....	7
Abbildung 3: Orographie um den Standort der Wetterstation.....	8
Abbildung 4: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung	10
Abbildung 5: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	11
Abbildung 6: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse	12
Abbildung 7: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum	15
Abbildung 8: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum.....	16
Abbildung 9: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	17
Abbildung 10: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	18
Abbildung 11: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	19
Abbildung 12: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	20
Abbildung 13: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit.....	23
Abbildung 14: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Gera-Leumnitz	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Koordinaten der Wetterstation	6
Tabelle 2: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Gera-Leumnitz.....	24
Tabelle 3: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Gera-Leumnitz.....	26

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft unter Verwendung der meteorologischen Daten der Station Gera-Leumnitz im Freistaat Thüringen.

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.

Dabei ist zu ermitteln, welches Jahr für die Messdaten der ausgewählten Bezugswindstation repräsentativ für einen größeren Zeitraum ist. Dies geschieht im Rahmen des vorliegenden Dokuments unter Beachtung der Regelungen in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [1].

2 Beschreibung der Wetterstation

Die zur Übertragung ausgewählte Station Gera-Leumnitz liegt östlich, außerhalb der Stadt Gera am Flughafen Gera-Leumnitz. Die Lage der Station in Thüringen ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

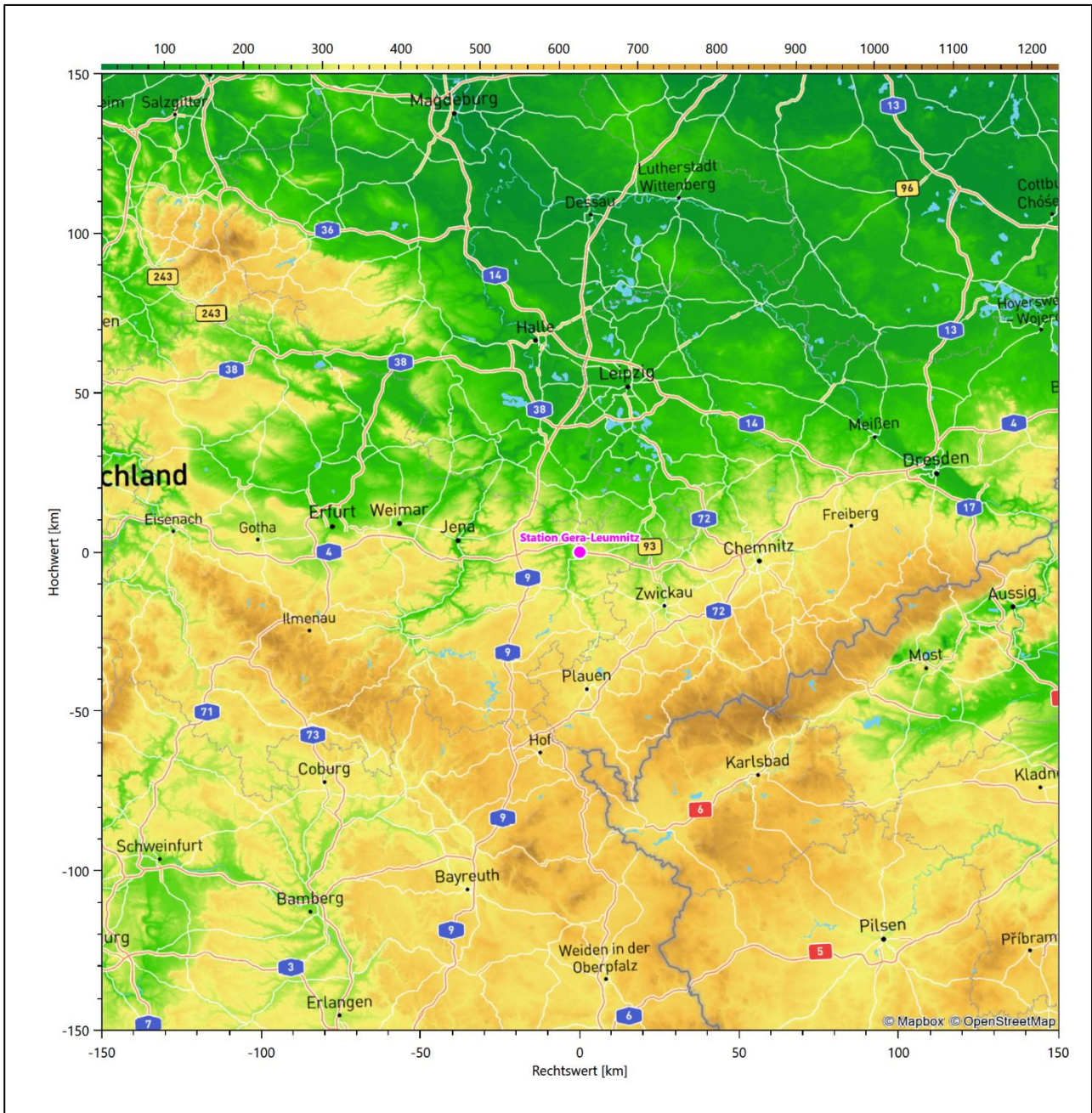


Abbildung 1: Lage der ausgewählten Station

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 311 m über NHN. Der Windgeber war während des hier untersuchten Zeitraumes in einer Höhe von 12 m angebracht.

Tabelle 1: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	12,1289°
Geographische Breite:	50,8812°

Die Umgebung der Station ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Neben dem Flughafengelände wechseln sich landwirtschaftliche Flächen mit Gewerbegebieten und Verkehrswegen ab. Im weiteren Umkreis folgt im Westen die Wohnbebauung der Stadt Gera.

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



Abbildung 2: Luftbild mit der Umgebung der Messtation

Orographisch ist das Gelände im näheren Umkreis nur schwach gegliedert. Die Station liegt auf einer Hoch-ebene und ist von allen Richtungen frei anströmbar. Auf mittlere Entfernung beginnt etwa 1,5 km westlich der Abfall zum Tal der Weißen Elster. Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

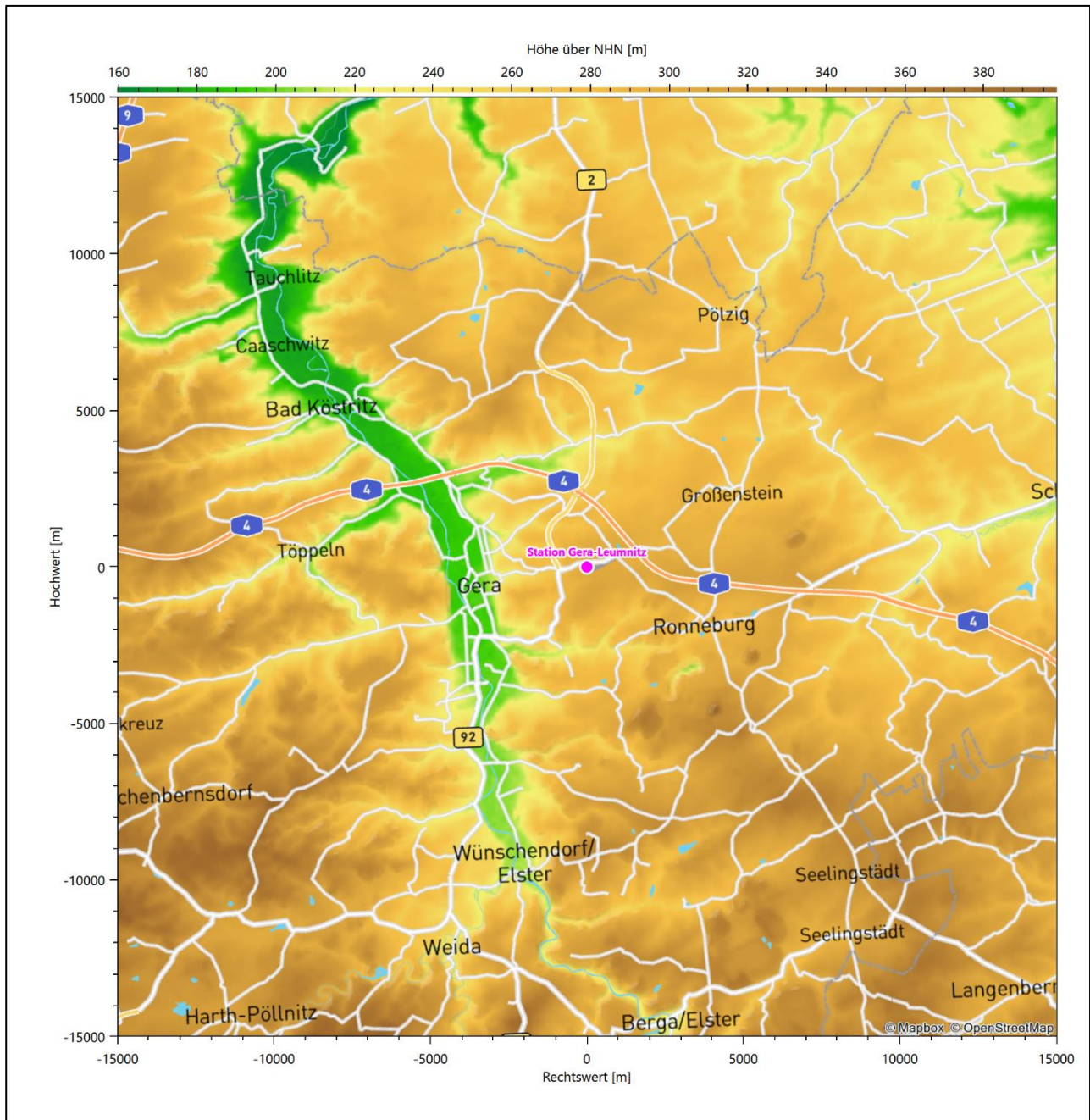


Abbildung 3: Orographie um den Standort der Wetterstation

3 Bestimmung eines repräsentativen Jahres

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

Im vorliegenden Fall geschieht die Ermittlung eines repräsentativen Jahres in Anlehnung an das Verfahren AKJahr, das vom Deutschen Wetterdienst verwendet und in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [1] 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 3.1 bis 3.3 beschrieben.

3.1 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 nach VDI-Richtlinie 3782 Blatt 6 erfolgt. Schließlich wird auch die Verteilung der Ausbreitungsklassen im zeitlichen Verlauf über den Gesamtzeitraum untersucht.

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

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

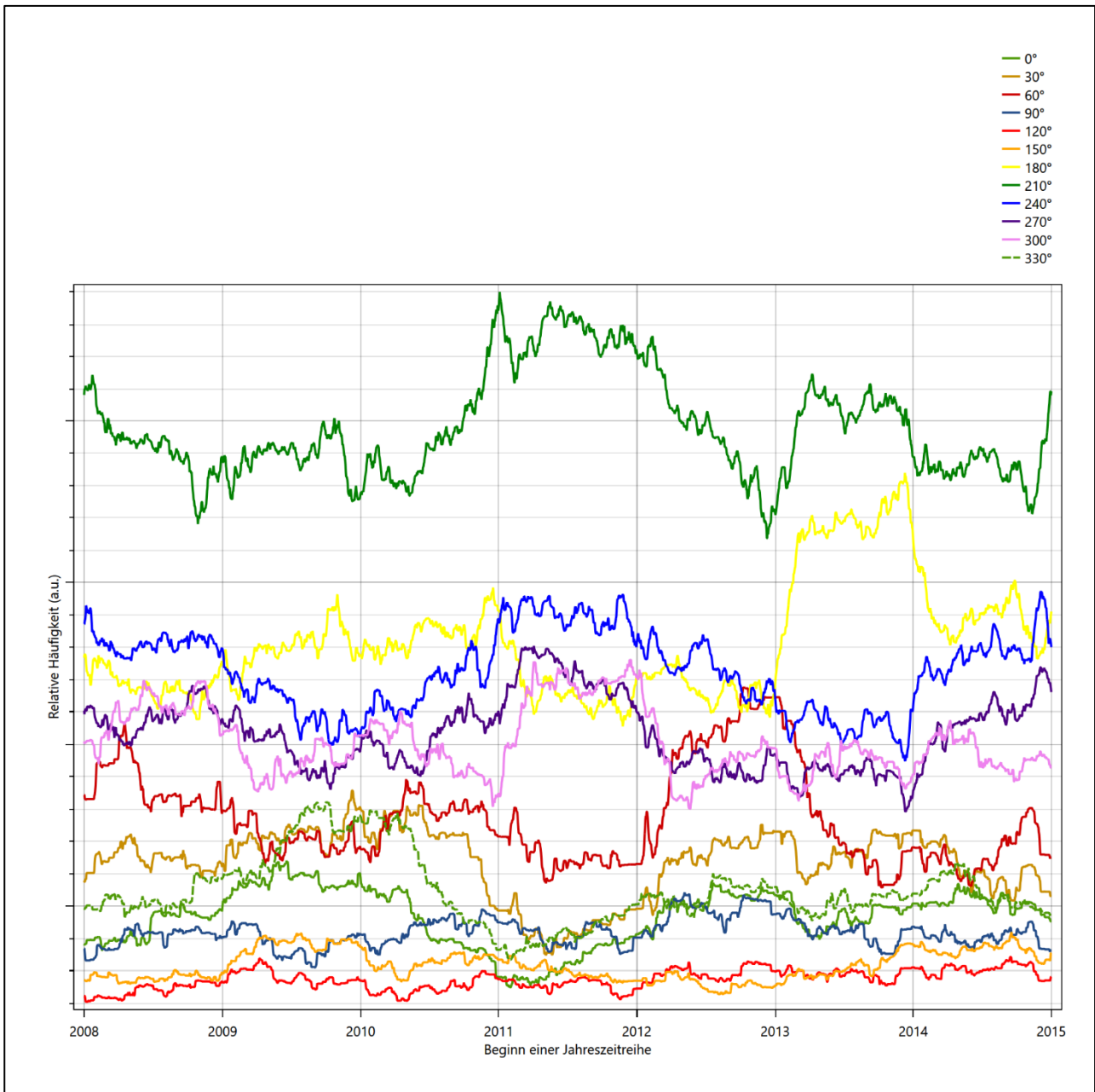


Abbildung 4: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmesstation anhand der Windrichtungsverteilung

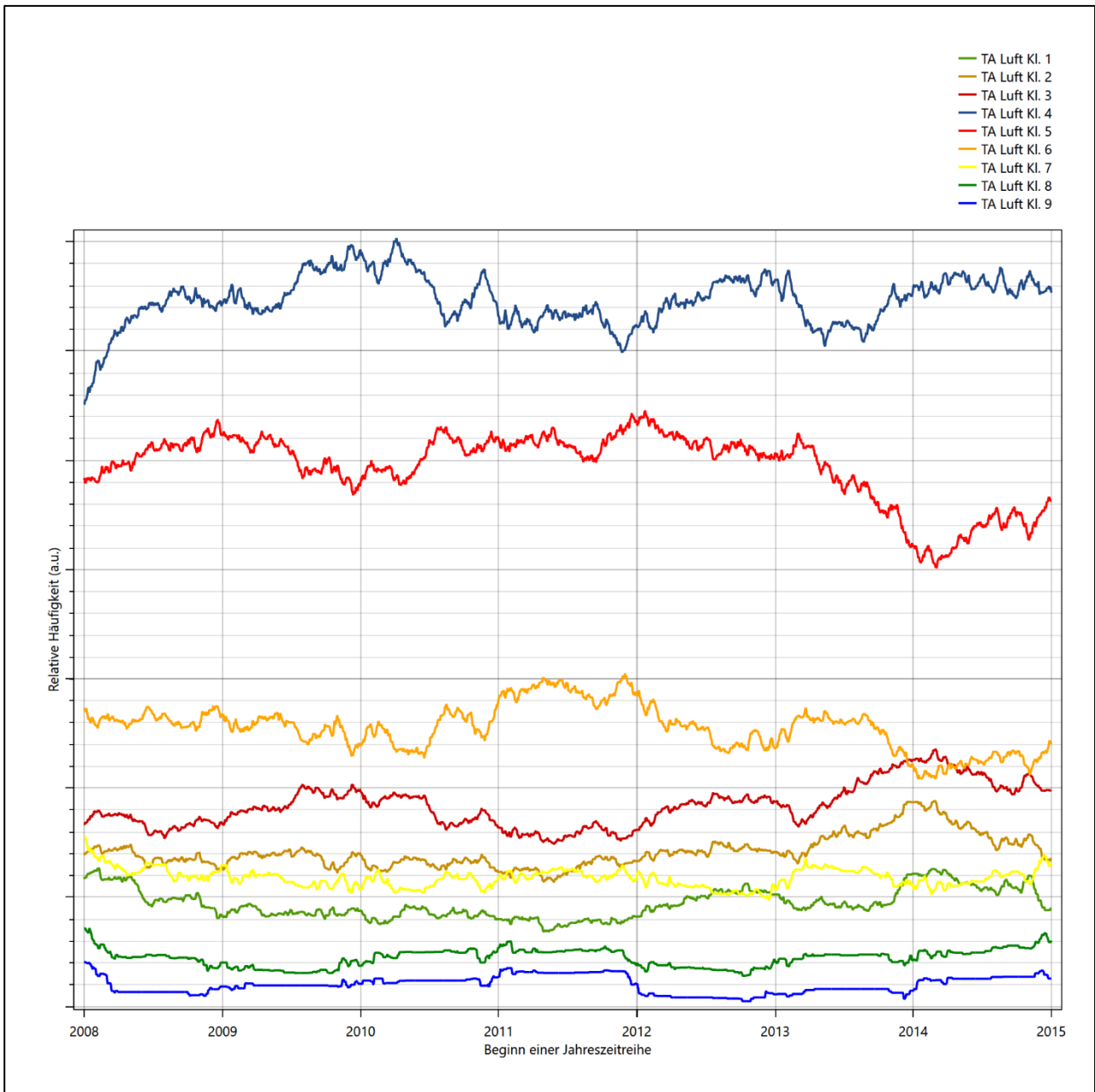


Abbildung 5: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung

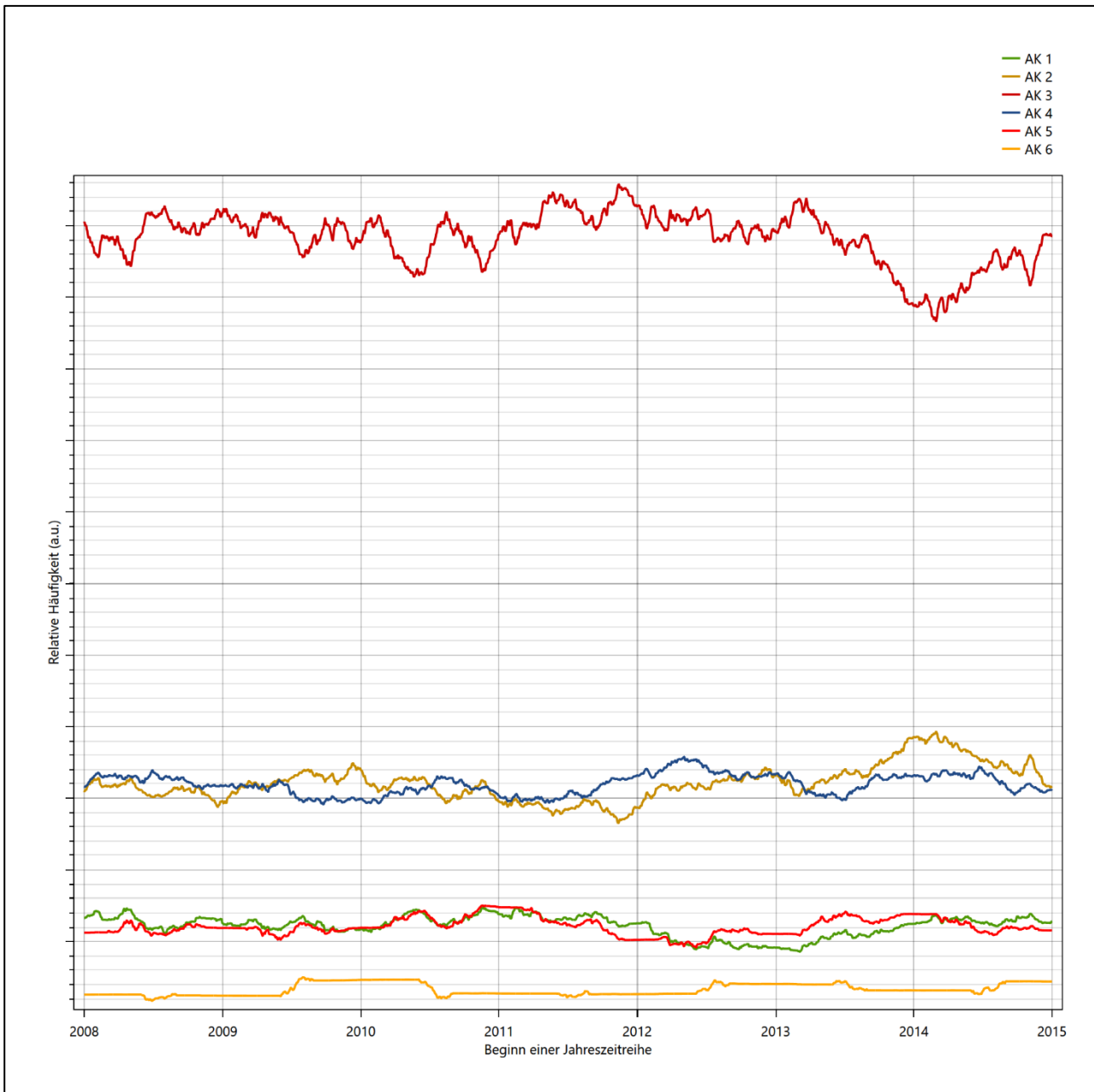


Abbildung 6: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmesstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 01.01.2008 bis zum 01.01.2016 verwendet.

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

3.2 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 [2] hat gezeigt, dass bei tageweise gleitender Auswahl des Testdatensatzes die Ergebnisse hinsichtlich der zeitlichen Repräsentativität besser zu bewerten sind als mit der Suche nur nach Kalenderjahren.

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

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

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

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

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

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

addiert, wobei die Windrichtung mit 0,36, die Windgeschwindigkeit mit 0,24, die Ausbreitungsklasse mit 0,25 und die Richtung der Nacht- und Schwachwinde mit 0,15 gewichtet wird. Die Wichtefaktoren wurden aus VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [1] 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 26.12.2014, was als Beginn des repräsentativen Jahres angesehen werden kann. Die repräsentative Jahreszeitreihe läuft dann bis zum 26.12.2015.

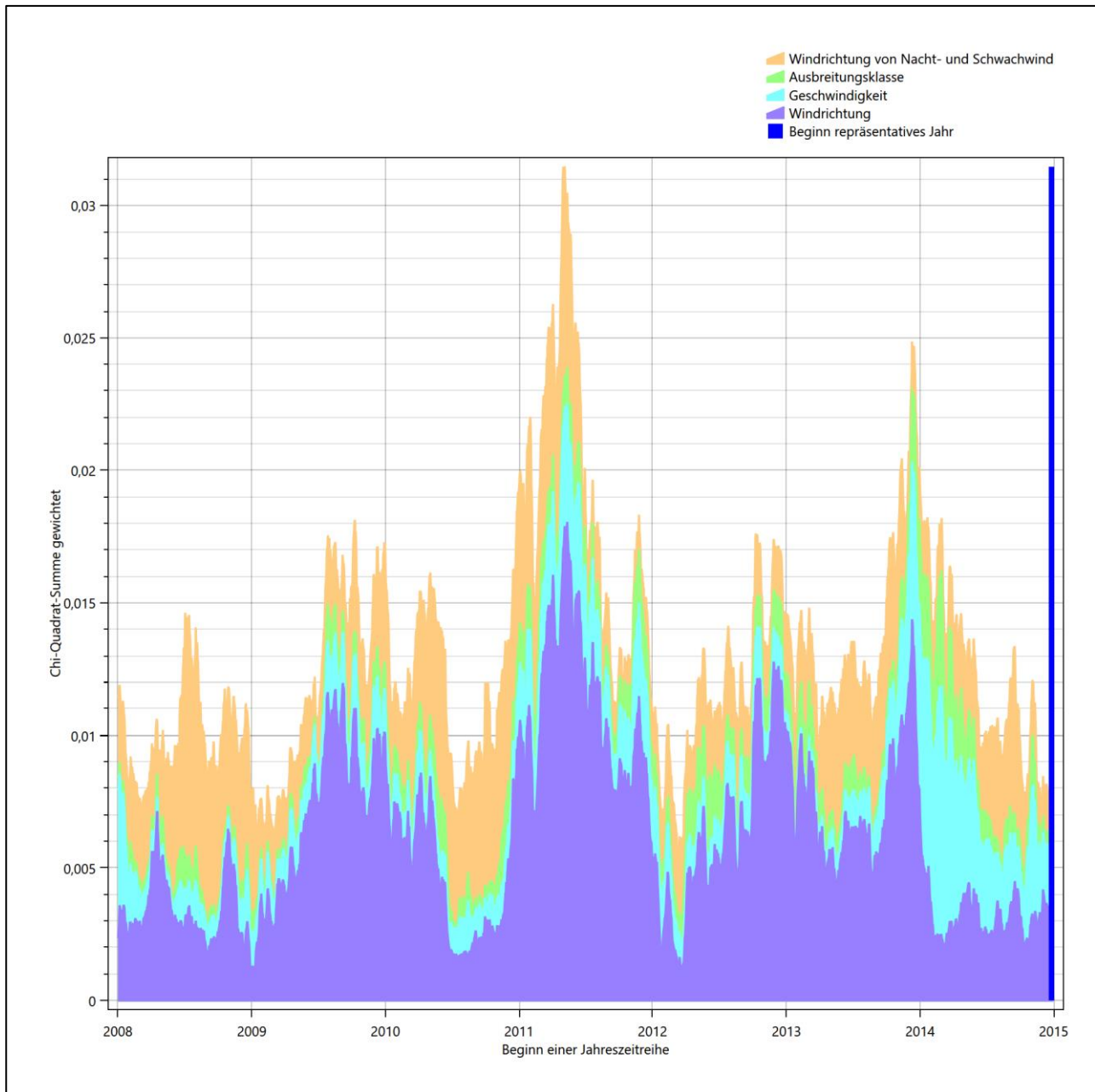


Abbildung 7: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

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 VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [1] (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.

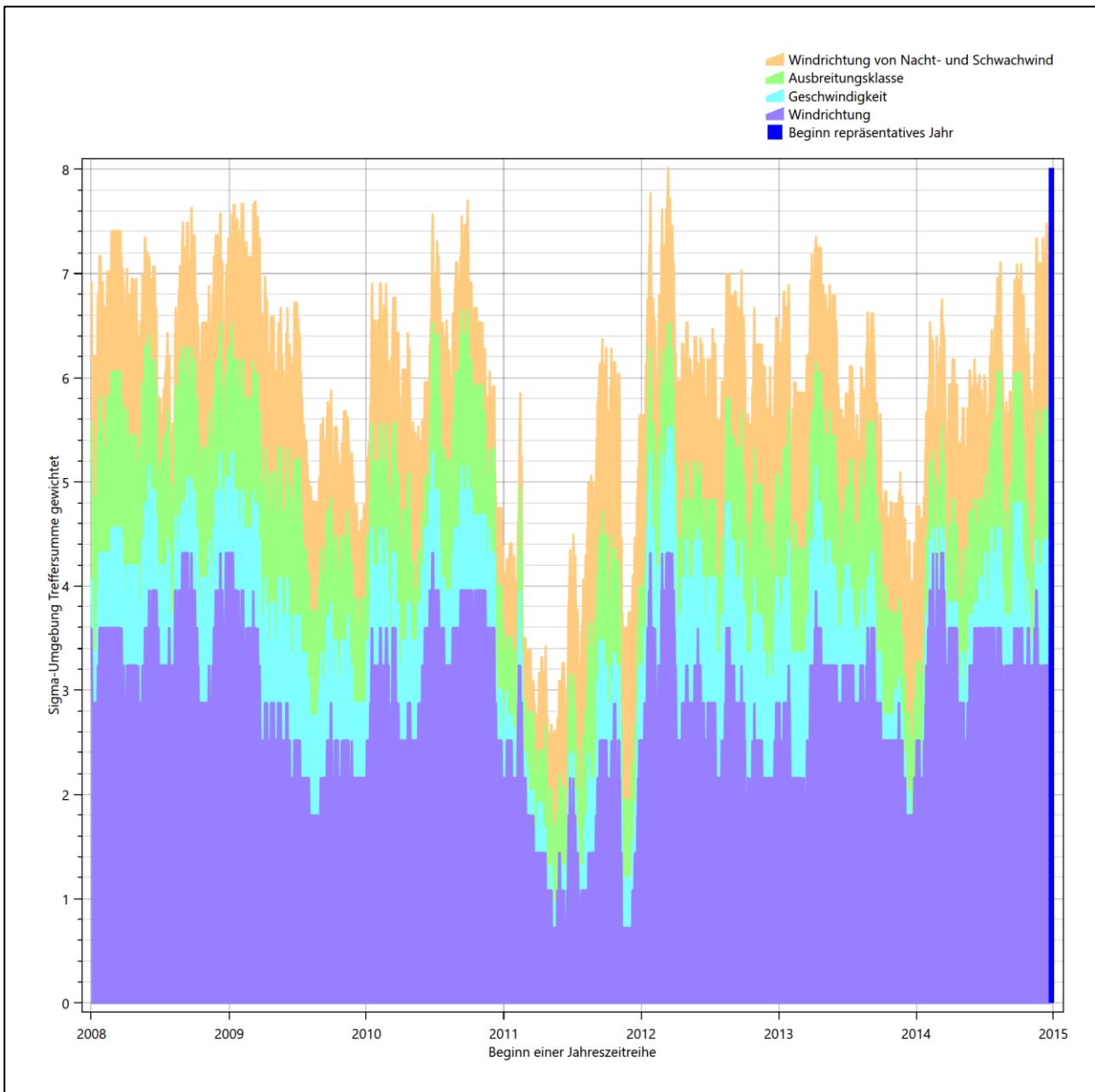


Abbildung 8: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Erfahrungsgemäß wird für das aus dem χ^2 -Test gefundene repräsentative Jahr vom 26.12.2014 bis zum 26.12.2015 nicht auch immer mit dem Maximum der gewichteten σ -Umgebung-Treffersumme

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

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

3.3 Prüfung auf Plausibilität

Der im vorigen Schritt gefundene Testzeitraum mit der größten Ähnlichkeit zum Gesamtzeitraum erstreckt sich vom 26.12.2014 bis zum 26.12.2015. 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.

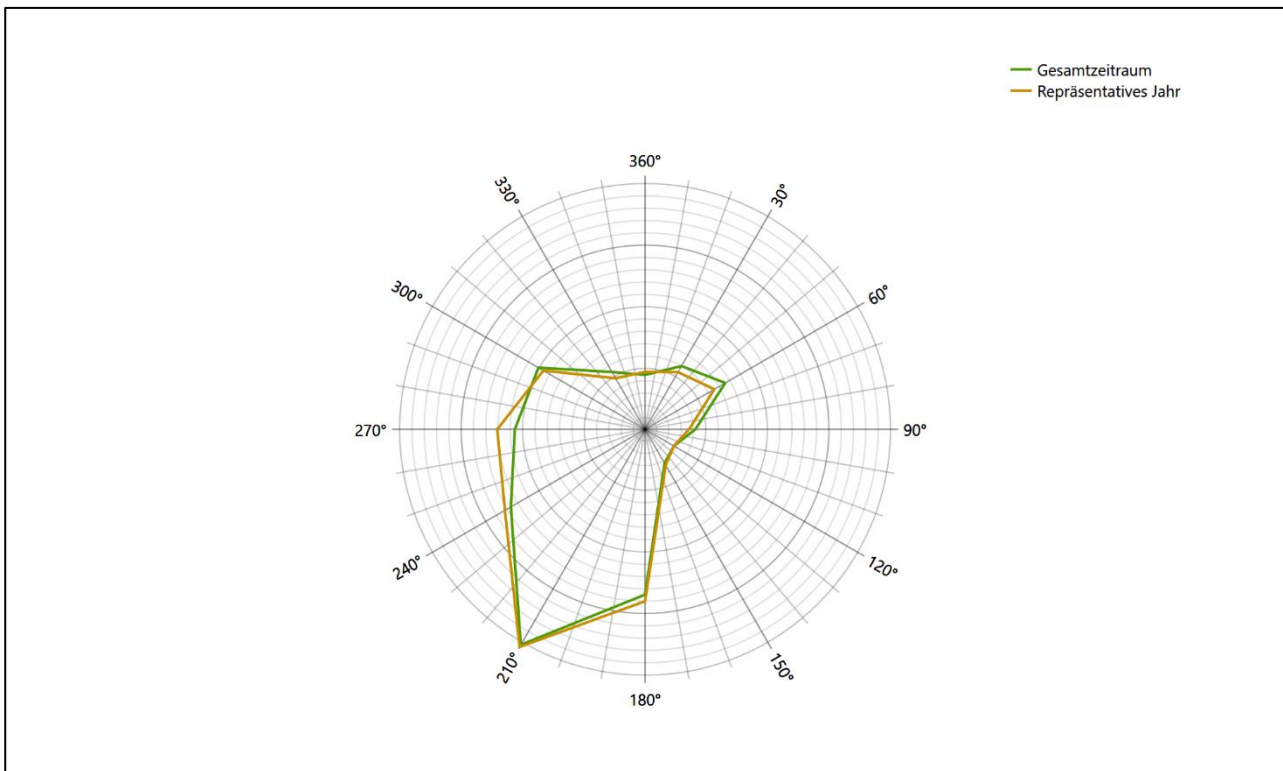


Abbildung 9: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

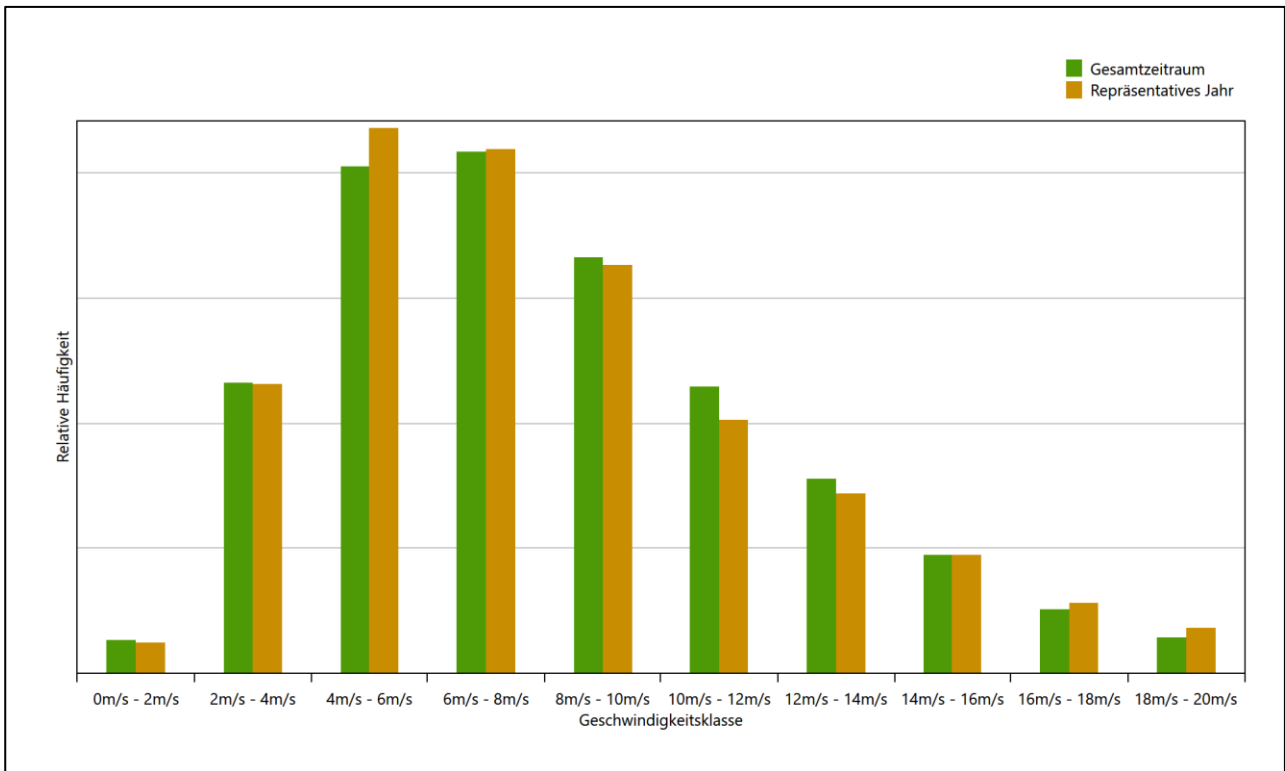


Abbildung 10: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

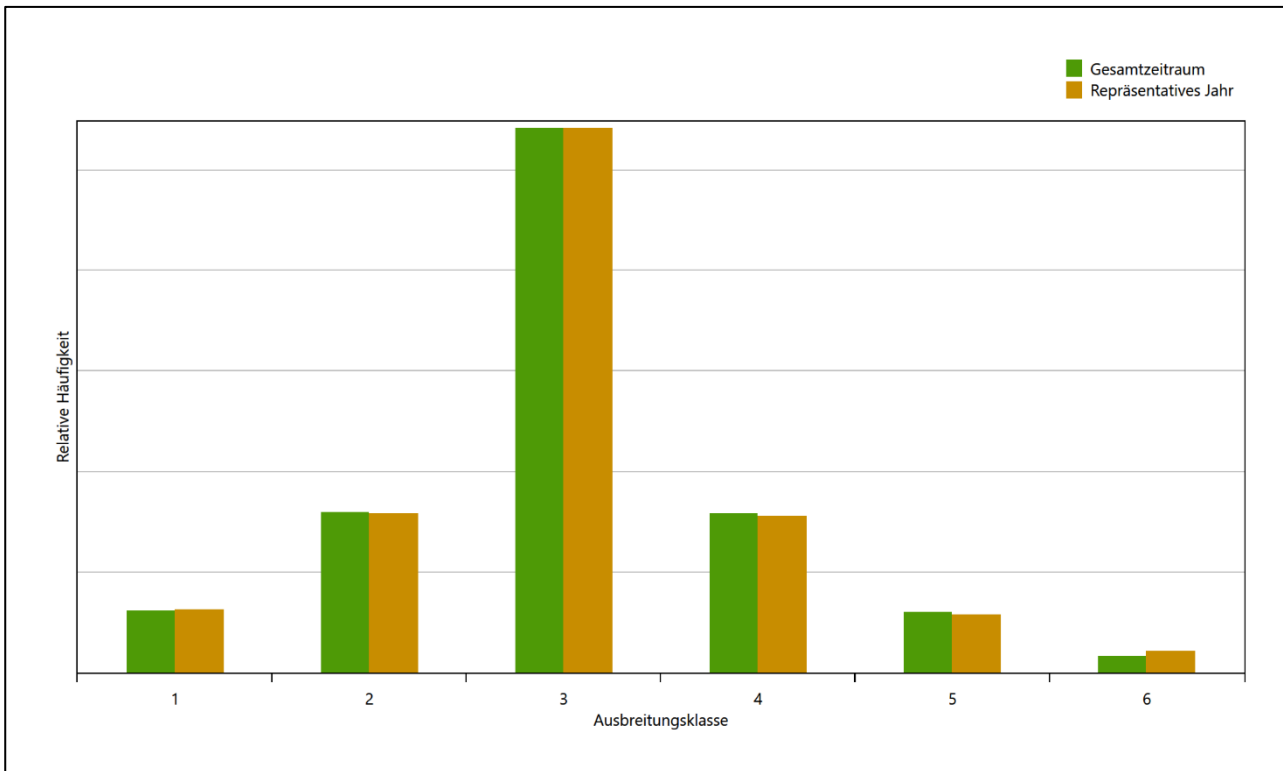


Abbildung 11: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

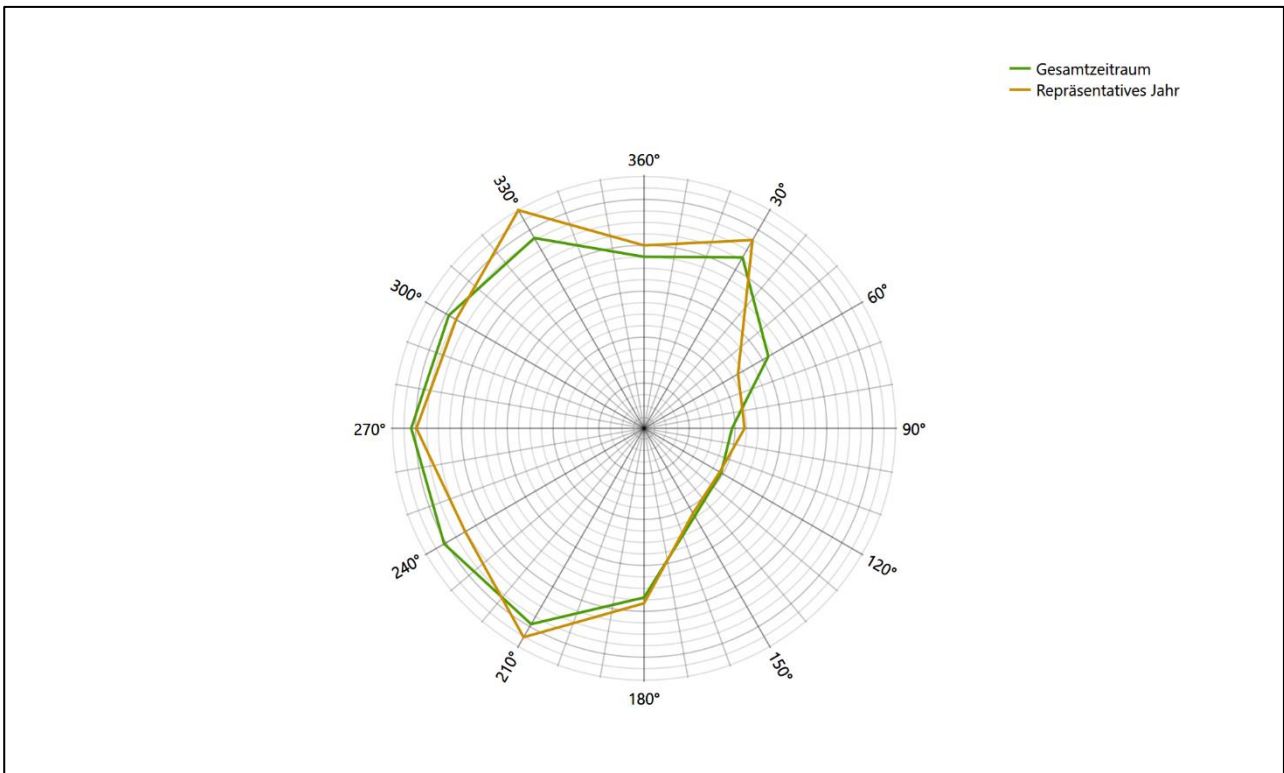


Abbildung 12: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

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 26.12.2014 bis zum 26.12.2015 ein repräsentatives Jahr für die Station Gera-Leumnitz im betrachteten Gesamtzeitraum vom 01.01.2008 bis zum 01.01.2016 ist.

4 Beschreibung der Datensätze

4.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge

4.1.1 Theoretische Grundlagen

Die Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeitslänge wird gemäß dem DWD-Merkblatt „Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen“ [3] 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) [4], [5] und für analoge nach dem Verfahren von Wieringa (Dämpfungsfaktor A_W) [6], [7] 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 [8] 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 [3] 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.

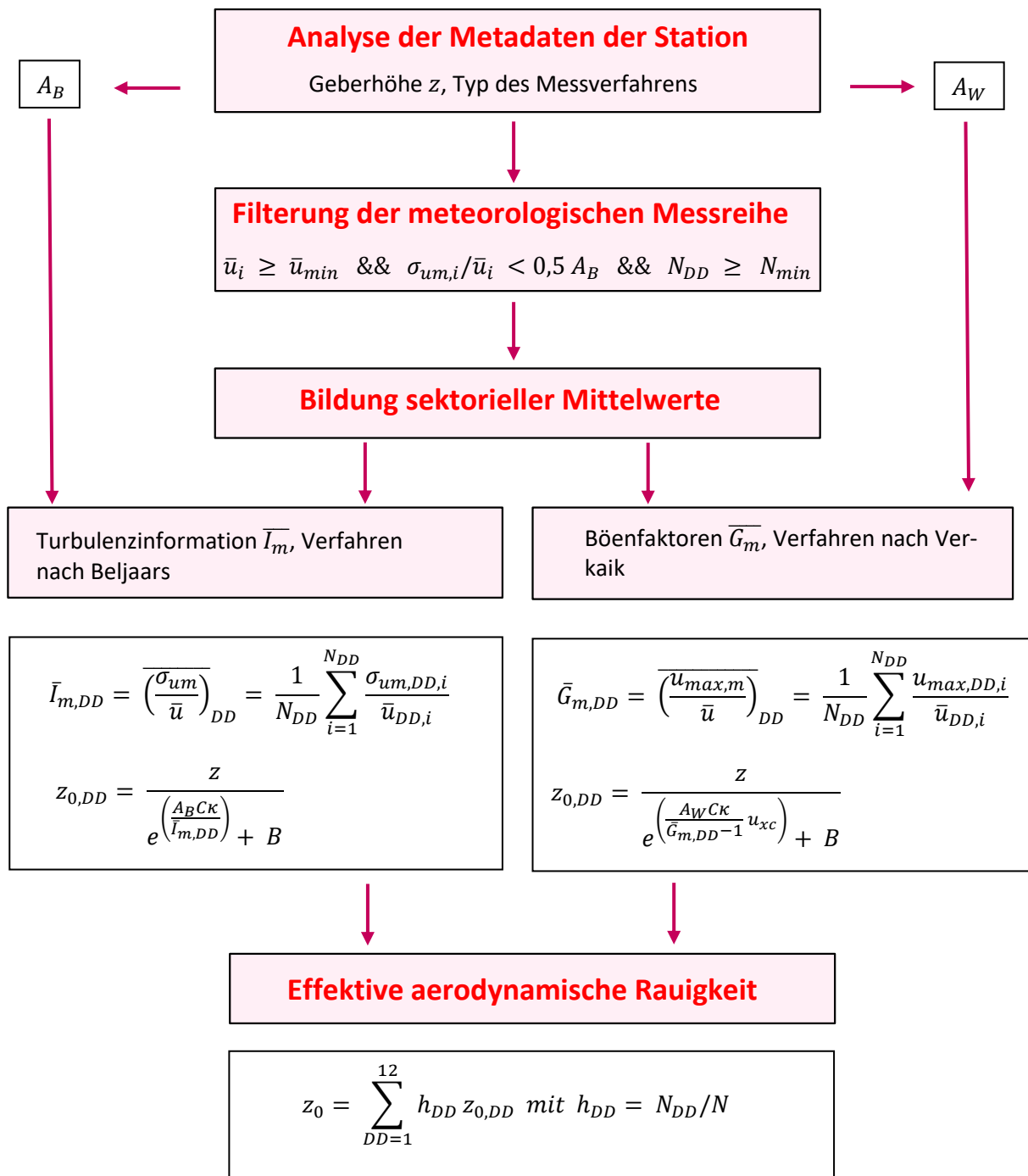


Abbildung 13: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit

Im Merkblatt des Deutschen Wetterdienstes [3] stellt sich der Algorithmus zur Berechnung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit über die nachfolgend beschriebene Schrittfolge dar: Zunächst müssen die Metadaten der Station nach Höhe des Windgebers über Grund (Geberhöhe z) und nach Art des Messverfahrens

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

Anhand der vorgefundenen Messtechnik entscheidet man, ob die gemessene Turbulenzinformation \bar{I}_m (Verfahren nach Beljaars, prioritäre Empfehlung) oder der gemessene Böenfaktor \bar{G}_m (Verfahren nach Verkaik bzw. Wieringa) verwendet werden kann. Danach werden in jedem Fall sektorielle Mittelwerte für jede Windrichtungsklasse gebildet, entweder $\overline{I_{m,DD}}$ 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.

4.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall

Die effektive aerodynamische Rauigkeit musste im vorliegenden Fall für die Station Gera-Leumnitz und den Zeitraum vom 26.12.2014 bis zum 26.12.2015 bestimmt werden. Als Messwertgeber wurde aus den Daten des Deutschen Wetterdienstes das System „Ultrasonic Anemometer 2D“ (Windmessung, elektr.) entnommen. Damit steht zur Rauigkeitsbestimmung das Verfahren nach Beljaars zur Verfügung. Für den Parameter A_B ergibt sich dabei ein Wert von 1. Die Von-Karman-Konstante κ wird konventionsgemäß mit 0,4 angesetzt, weiterhin sind B konventionsgemäß mit 6 und C mit 2,5 angesetzt.

Um für jeden Windrichtungssektor wenigstens sechs Einzelmessungen bei neutraler Schichtung zu erreichen, war der Schwellwert \bar{u}_{min} auf $3,0 \text{ ms}^{-1}$ abzusenken und zusätzlich der Zeitraum auf den 28.09.2010 bis zum 23.03.2020 auszudehnen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl der pro Windrichtungssektor verwendeten Einzelmessungen und die daraus ermittelten Sektorenrauigkeiten angegeben.

Tabelle 2: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Gera-Leumnitz

Sektor um	Anzahl der Einzelmessungen	Rauigkeit im Sektor [m]
0°	12	0,239 m
30°	130	0,222 m
60°	230	0,098 m
90°	152	0,006 m
120°	56	0,001 m
150°	145	0,003 m
180°	1626	0,001 m
210°	3361	0,006 m
240°	1919	0,021 m
270°	1327	0,048 m
300°	572	0,050 m
330°	117	0,330 m



Abbildung 14: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Gera-Leumnitz

Aus der mit den Anströmhäufigkeiten gewichteten Mittelung ergibt sich schließlich für die Station Gera-Leumnitz eine effektive aerodynamische Rauigkeit von 0,026 m.

4.2 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 Gera-Leumnitz) 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 Gera-Leumnitz wurde nach dem im Abschnitt 4.1.2 beschriebenen Verfahren berechnet. Für Gera-Leumnitz ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 26.12.2014 bis zum 26.12.2015 einen Wert von etwa 0,026 m. Daraus ergeben sich die folgenden, den Rauigkeitsklassen der TA Luft zugeordneten Anemometerhöhen. Das Berechnungsverfahren dazu wurde VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [8] entnommen.

Tabelle 3: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Gera-Leumnitz

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	9,4	11,2	14,3	17,4	21,2	27,9	35,1	40,6	45,2

4.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Gera-Leumnitz für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bedeckung wurde eine Ausbreitungsklassenzeitreihe gemäß den Vorgaben der TA Luft und VDI-Richtlinie 3782 Blatt 6 erstellt. Die gemessenen meteorologischen Daten werden als Stundenmittel angegeben, wobei die Windgeschwindigkeit vektoriell gemittelt wird. Die Verfügbarkeit der Daten soll nach TA Luft mindestens 90 % der Jahresstunden betragen. Im vorliegenden Fall wurde eine Verfügbarkeit von 99 % bezogen auf das repräsentative Jahr vom 26.12.2014 bis zum 26.12.2015 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 3 wurden im Dateikopf hinterlegt.

4.4 Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag

Voraussetzung für die Berechnung der nassen Deposition ist ein meteorologischer Datensatz, der Informationen zur Niederschlagsintensität enthält. Das Standardformat AKTERM wurde zu diesem Zweck erweitert, um eine Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlagsinformationen in zwei zusätzlichen Datenspalten unterzubringen. Für den vorliegenden Fall wurde eine solche Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag erzeugt.

Die stündliche Niederschlagsmenge wurde dabei aus dem RESTNI-Datensatz des Umweltbundesamtes übernommen. Ziel des Projektes RESTNI (Regionalisierung stündlicher Niederschläge zur Modellierung der nassen Deposition) an der Leibniz Universität Hannover war es gewesen, nach einem einheitlichen, objektiven und transparenten Verfahren vergleichbare Niederschlagsdaten für eine bundeseinheitliche Bemessungspraxis zur Ermittlung der nassen Deposition bereitzustellen. Die Bereitstellung der genannten Daten erfolgte regionalisiert und flächendeckend für ganz Deutschland. Hierfür wurde eine hoch aufgelöste Regionalisierung der Variablen mittels geostatistischer Interpolationsmethoden durchgeführt. Für den hier erzeugten Datensatz

wurde auf die regionalisierte Niederschlagsmenge für den Standort 32695250 (Rechtswert/Ostwert) und 5678750 (Hochwert/Nordwert) im RESTNI-Datensatz zurückgegriffen.

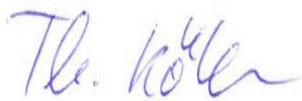
Für den Zeitraum der bereitgestellten Ausbreitungsklassenzeitreihe vom 26.12.2014 bis zum 26.12.2015 beträgt die gesamte Niederschlagsmenge 519,6 mm. Das langjährige Mittel (entnommen aus dem RESTNI-Datensatz des Umweltbundesamtes) beträgt für den Standort 567,5 mm. Um für die Jahreszeitreihe eine langjährige zeitliche Repräsentativität zu gewährleisten, wird jede gemessene stündliche Niederschlagsmenge mit einem Skalierungsfaktor von 1,092 multipliziert. Damit wird erreicht, dass die bereitgestellte Jahreszeitreihe in Summe die gleiche Niederschlagsmenge wie der langfristige Durchschnitt aufweist, die Niederschlagsereignisse aber dennoch stundengenau angesetzt werden können.

Ansonsten gleicht die Ausbreitungsklasse mit Niederschlag der gewöhnlichen Ausbreitungsklassenzeitreihe, die hier im konkreten Fall in Abschnitt 4.3 beschrieben wurde.

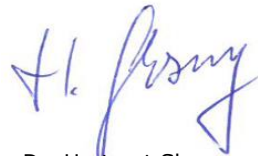
5 Zusammenfassung

Als repräsentatives Jahr für die Station Gera-Leumnitz wurde aus einem Gesamtzeitraum vom 01.01.2008 bis zum 01.01.2016 das Jahr vom 26.12.2014 bis zum 26.12.2015 ermittelt.

Frankenberg, am 9. Januar 2023



Dipl.-Phys. Thomas Köhler
- erstellt -



Dr. Hartmut Sbosny
- freigegeben -

6 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung

Die folgende Prüfliste orientiert sich an Anhang B von VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [1] und soll bei der Prüfung des vorliegenden Dokuments Hilfestellung leisten.

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 20	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Dokument
6.4	Repräsentatives Jahr			
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Auswahlverfahren dokumentiert und dessen Eignung begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3.2 / 13
	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"/>	3.2 / 13
	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"/>	3.1 / 9
7.1	Erstellung des Zieldatensatzes			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		<input checked="" type="checkbox"/>	4.2 / 25
	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"/>	

7 Schrifttum

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] M. Koßmann und J. Namyslo, „Merkblatt Effektive Rauiglängelänge aus Windmessungen,“ Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 2019.
- [4] 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.
- [5] A. C. M. Beljaars, „The measurement of gustiness at routine wind stations – a review,“ *Instruments and Observing Methods*, Nr. Reports No. 31, 1987.
- [6] J. Wieringa, „Gust factors over open water and built-up country,“ *Boundary-Layer Meteorology*, Nr. 3, pp. 424-441, 1973.
- [7] 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.
- [8] VDI 3783 Blatt 8 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle (Entwurf)*, Berlin: Beuth-Verlag, vom April 2017; in aktueller Fassung.
- [9] Statistisches Bundesamt, *Daten zur Bodenbedeckung für die Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [10] VDI 3783 Blatt 10 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude und Hindernisumströmung*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2010; in aktueller Fassung.
- [11] VDI 3783 Blatt 13 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom Januar 2010; in aktueller Fassung.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] Deutscher Wetterdienst, „Climate Data Center, CDC-Newsletter 6,“ Offenbach, 2017.
- [15] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, *Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz*, vom 14. September 2021; in aktueller Fassung.