

IMMISSIONSSCHUTZTECHNISCHER BERICHT NR. LS15847.2/01

Staubtechnische Untersuchung zur Erweiterung des Abbaugbietes der
VELAG Vereinigte Lavawerke GmbH & Co. KG in 56637 Plaidt

Auftraggeber:

RPBL Rheinische Provinzial- Basalt-
und Lavawerke GmbH & Co. oHG
Kölner Straße 22
53489 Sinzig/Rhein

Bearbeiter:

Tobias Lehre, M. Eng.

Datum:

31.08.2022



ZECH Umweltanalytik GmbH • Hessenweg 38 • 49809 Lingen

Tel +49 (0)5 91 - 8 00 16-10 • Fax +49 (0)5 91 - 8 00 16-80 • E-Mail umweltanalytik@zechgmbh.de

ANALYTIK

LUFTINHALTSSTOFFE

STAUB

www.zechgmbh.de

1.) Zusammenfassung

Die Firma VELAG (Vereinigte Lavawerke GmbH & Co. KG) betreibt auf dem Gebiet der Gemeinden Plaidt und Kretz im Kreis Mayen-Koblenz den Lavasandtagebau Kretz 1 / Plaidt 10 und 13.

Es ist geplant, den Tagebau für die weitere Gewinnung um ca. 7,9 ha in westlicher Richtung zu erweitern (siehe Anlage 1).

Anhand der ermittelten Emissionen wurden mit Hilfe der Ausbreitungsrechnung die Gesamtzusatzbelastungen an Feinstaub PM₁₀, PM_{2,5} sowie der Staubniederschlag berechnet. Unter Berücksichtigung der Daten der ZIMEN-Messtation Neuwied - Hermannstraße wurde eine Abschätzung der Gesamtbelastung an Staubimmissionen durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Gesamtzusatzbelastung an Feinstaub PM₁₀ am Immissionsort mit der höchsten Belastung 3,1 µg/m³ beträgt. Der Immissionswert der irrelevanten Zusatzbelastung von 1,2 µg/m³ wird überschritten; eine Ermittlung der Gesamtbelastung an Feinstaub PM₁₀ ist somit erforderlich.

Die Gesamtbelastung an Feinstaub PM₁₀ am Immissionsort mit der höchsten Belastung beträgt - unter Berücksichtigung der als Hintergrundbelastung herangezogenen Messdaten der ZIMEN-Station - 25,1 µg/m³. Der zum Schutz vor Gesundheitsgefahren - gemäß § 4 der 39. BImSchV bzw. Punkt 4.2.1 der TA Luft - aufgeführte Immissionswert für den Jahresmittelwert an PM₁₀-Konzentration von 40 µg/m³ wird somit - auch unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung am Immissionsort BUP_1 - sicher eingehalten.

Weiterhin ist auch die Anzahl der Überschreitungstage im Jahr mit PM₁₀-Konzentrationen >50 µg/m³ von Interesse. Die zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr für die PM₁₀-Konzentration beträgt dabei 35 Tage. Wie in Kapitel 3 beschrieben, gilt der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert (50 µg/m³) als eingehalten, wenn der Jahreswert für die PM₁₀-Konzentration unter 28 µg/m³ liegt. Dies trifft auf alle hier betrachteten Immissionsorte zu, sodass an diesen Immissionsorten von einer Einhaltung dieses Kriteriums ausgegangen werden kann.

Die Zusatzbelastung an Feinstaub $PM_{2,5}$ am Immissionsort mit der höchsten Belastung beträgt $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Immissionswert der irrelevanten Zusatzbelastung von $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird eingehalten; eine Betrachtung der Gesamtbelastung an Feinstaub $PM_{2,5}$ ist somit nicht erforderlich.

Die Zusatzbelastung an Staubniederschlag am Immissionsort mit der höchsten Belastung beträgt $0,0130 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$. Der Immissionswert der irrelevanten Zusatzbelastung von $0,0105 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ wird knapp überschritten; eine Betrachtung der Gesamtbelastung an Staubniederschlag ist somit erforderlich.

Da in den ZIMEN-Jahresberichten keine Messwerte für den Staubniederschlag berücksichtigt werden, kann kein vergleichbarer Immissionswert zur Ermittlung der Gesamtbelastung an Staubdeposition herangezogen werden. Aufgrund der nur knappen Überschreitung, der konservativen Emissionsermittlung und auf Basis von Erfahrungswerten sowie den Messungen von Staubniederschlag an unterschiedlichen Luftüberwachungsstationen in Deutschland ist jedoch aus gutachtlicher Sicht davon auszugehen, dass die Gesamtbelastung an Staubdeposition von $0,350 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ am nächstgelegenen Immissionsort ebenfalls eingehalten wird.

Zusammenfassend zeigt das Ergebnis der staubtechnischen Untersuchung, dass auch unter Annahme konservativer Ansätze die Immissionswerte aller Staubfraktionen auf Basis der hier ermittelten Staubemissionen eingehalten werden. Anhand der hier ermittelten Emissionen auf Basis der geplanten Erweiterung des Tagebaus in Plaidt sind an den umliegenden Immissionsorten somit keine unzulässigen Beeinträchtigungen durch Staubimmissionen zu erwarten.

Bei der Ermittlung der Gesamtzusatzbelastung an Staubimmissionen wurde ein ordnungsgemäßer Betrieb der Anlage zu Grunde gelegt.

Nachstehender Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen mit größter Sorgfalt erstellt.
Dieser Bericht besteht aus 37 Seiten und 4 Anlagen.

Lingen, den 31.08.2022 TL/Me

ZECH Umweltanalytik GmbH

ZECH Umweltanalytik GmbH
Luftschadstoffe · Staub
Hessenweg 38 · 49809 Lingen (Ems)
Tel. 05 91 - 80 01 610 · Fax 05 91 - 8 00 16 80

i.A. J. Kötter

geprüft durch: i. A. Irina Kötter M. Sc.

i.A. T. Lehre

erstellt durch: i. A. Tobias Lehre M. Eng.

Siegfried Zech

Geschäftsführung: Dipl.-Ing. Siegfried Zech

INHALT

1.) Zusammenfassung..... 2

2.) Aufgabenstellung 6

3.) Beurteilungsgrundlagen und Richtwerte 7

 3.1 Immissionsorte..... 7

 3.2 Staub 8

 3.2.1 Grundlagen 8

 3.2.2 Bagatellmassenströme..... 9

 3.2.3 irrelevante Zusatzbelastung 11

 3.3 Staubemissionen 12

 3.3.1 Staubemissionen bei der Lagerung 12

 3.3.2 Staubemissionen der Umschlagvorgänge 13

 3.3.3 Staubemissionen der Transportvorgänge 13

 3.4 Hintergrundbelastung 14

4. Beschreibung der Anlage und Ermittlung der Emissionen 15

 4.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse 15

 4.2 Beschreibung der Anlage 16

 4.3 Ermittlung der Emissionen 18

 4.4 Diffuse Staubemissionen 18

5.) Ausbreitungsrechnung 24

6.) Beurteilung der Immissionssituation und Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung 30

7.) Literatur 33

8.) Anlagen 37

2.) Aufgabenstellung

Die Firma VELAG (Vereinigte Lavawerke GmbH & Co. KG) betreibt auf dem Gebiet der Gemeinden Plaidt und Kretz im Kreis Mayen-Koblenz den Lavasandtagebau Kretz 1 / Plaidt 10 und 13. Der Betrieb steht unter Bergaufsicht. Der Abbau ist grundsätzlich in einem Rahmenbetriebsplan gem. § 52 Abs. 2 und 3 BbergG geregelt und findet auf Basis der aktuell gültigen Hauptbetriebspläne statt.

Im Tagebau werden im langfristigen Durchschnitt jährlich bis zu ca. 450.000 t Festgestein gewonnen, welches in Aufbereitungsanlagen weiterveredelt wird. Die Produktionsmenge soll auch zukünftig beibehalten werden; eine Produktionssteigerung ist nicht geplant.

Es ist der Wunsch des Unternehmers, die zugelassene Rahmenbetriebsplanfläche im Westen um ca. 7,9 ha zu erweitern (siehe Anlage 1). Die vorgesehene Erweiterungsfläche liegt dabei nur zum kleineren Teil innerhalb des im regionalen Raumordnungsplan Mittelrhein Westerwald 2017 ausgewiesenen Voranggebietes „Rohstoffabbau“ (ca. 2,5 ha). Ein bedeutender Teil im Norden und ein kleinerer Teil im Süden (zusammen ca. 5,4 ha) der Erweiterungsfläche liegen im angrenzenden Vorbehaltsgebiet für die Rohstoffgewinnung.

Im Rahmen der geplanten Erweiterung soll die Staubimmissionssituation - welche durch den geplanten Betrieb des Tagebaus verursacht wird - untersucht werden. Die ermittelten Immissionen sollen gemäß TA Luft [1] beurteilt werden. Im Rahmen einer konservativen Betrachtung wird die Gesamtbelastung an Staubimmissionen unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung einer Messstation des zentralen Immissionsmessnetzes der Luft-Überwachung in Rheinland-Pfalz abgeschätzt.

Dieser Untersuchungsbericht beschreibt die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Emissionen und Immissionen. Die Anforderungen an Immissionsprognosen gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 [3] werden berücksichtigt.

3.) Beurteilungsgrundlagen und Richtwerte

3.1 Immissionsorte

Die Festlegung der Immissionsorte erfolgte auf Basis der nächstgelegenen Wohnbebauung. In Abstimmung mit der schalltechnischen Untersuchung wurden insgesamt fünf Beurteilungspunkte festgelegt. Die nächstgelegenen Immissionsorte befinden sich westlich sowie östlich des Tagebaus. Die maßgeblichen Immissionsorte im Westen sind zum einen das Wohnhaus Am Hummerich 1, welches Teil eines Gebäudekomplexes ist, das sowohl Wohnen als auch Gewerbe beherbergt. Zum anderen sind die bestehenden Wohnhäuser des Bauabschnitts BA1b im Geltungsbereich des rechtskräftigen Bebauungsplanes „Kruft-Süd“, Teilabschnitt 1 der Gemeinde Kruft zu berücksichtigen. Da gemäß des genannten B-Plans bauplanungsrechtlich die Errichtung schutzbedürftiger Bebauung in bisher unbebautem Gebiet zulässig ist, wird die Baugrenze ebenfalls als relevanter Immissionsort berücksichtigt. Im Osten des Tagebaus werden die nächstgelegenen Wohnhäuser Haagsmühle 2 sowie Fraukircher Straße 50 berücksichtigt.

Die Immissionsorte wurden im Rahmen eines Ortstermins am 24.06.2021 geprüft und sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Die genaue Lage der zu berücksichtigenden Immissionsorte ist der Anlage 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 berücksichtigte Immissionsorte

Immissionsort	Adresse
BUP_1	Am Hummerich 1
BUP_2	Schwester-Sebastiana-Straße 21
BUP_3	Baugrenze
BUP_4	Haagsmühle 2
BUP_5	Fraukircher Straße 50

3.2 Staub

3.2.1 Grundlagen

Die Grundlage zur Beurteilung der Immissionen bilden die 39. BImSchV [2] sowie die TA Luft [1].

Zum Schutz des Menschen vor schädlichen Luftschadstoffimmissionen sind auf nationaler Ebene Immissionswerte in der 39. BImSchV [2] festgelegt. Die 39. BImSchV [2] dient dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen sowie der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen.

Mit der Einhaltung der in der 39. BImSchV [2] festgelegten Immissionswerte ist der vorgenannte Schutz sichergestellt, wenn die Gesamtbelastung an Luftschadstoffimmissionen die festgelegten Immissionswerte an keinem Immissionsort überschreitet. Die Gesamtbelastung wird aus der Vorbelastung an Luftschadstoffen natürlicher und urbaner Herkunft und der Zusatzbelastung - hervorgerufen durch zukünftige Betriebe, Anlagenerweiterungen oder Verkehrsemissionen - bestimmt.

Als luftverunreinigender Stoff, der eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellt, ist der Feinstaubanteil PM_{10} am Gesamtstaub zu nennen. Beim PM_{10} handelt es sich um den Feinstaubanteil mit Teilchen, die einen aerodynamischen Durchmesser kleiner $10\ \mu m$ aufweisen und damit einatembar bzw. je nach Größe sogar lungengängig sind. Angegeben wird die Konzentration an PM_{10} als Immissions-Jahresmittelwert und als Immissions-Tageswert, der nicht mehr als an 35 Tagen im Jahr überschritten werden darf.

Die als Feinstaub $PM_{2,5}$ bezeichnete Staubfraktion enthält zu 50 % Teilchen mit einem Durchmesser von $2,5\ \mu m$ (\leq Bakteriengröße). Der restliche Anteil ist kleiner oder geringfügig größer. $PM_{2,5}$ ist eine Teilmenge der PM_{10} -Fraktion. Partikel dieser geringen Größe können bis in die Alveolen (Lungenbläschen) gelangen. Aus der geringen Größe der Feinstaub-Partikel resultiert eine lange Verweilzeit in der Atmosphäre (Tage bis Wochen) und daraus folgend eine sehr große atmosphärische Transportdistanz von bis zu 1.000 km.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Immissionswerte für Feinstaub zum Schutz vor Gesundheitsgefahren - gemäß § 4 und 5 der 39. BImSchV [2] bzw. Punkt 4.2.1 der TA Luft [1] - und der Immissionswert für Staubbiederschlag zum Schutz vor erheblichen Nachteilen und Belästigungen - gemäß Punkt 4.3.1 der TA Luft [1] - aufgeführt.

Tabelle 2 Immissionswert für die Feinstaubfraktionen PM₁₀ und PM_{2,5} zum Schutz vor Gesundheitsgefahren

Komponente	Konzentration [µg/m ³]	Mittelungszeitraum	zulässige Überschreitungen im Jahr
Feinstaub PM ₁₀	40	Jahr	-
	50	24 Stunden	35 Tage ¹
Feinstaub PM _{2,5}	25	Jahr	-

1: Bei einem Jahreswert von unter 28 µg/m³ gilt der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert als eingehalten.

Tabelle 3 Immissionswert für Staubbiederschlag zum Schutz vor erheblichen Nachteilen und Belästigungen

Komponente	Deposition [g/(m ² · d)]	Mittelungszeitraum
Staubbiederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35	Jahr

3.2.2 Bagatellmassenströme

Bei der Bewertung von anlagenbezogenen Staubbemissionen wird zur Voreinschätzung die Gesamtstaubfracht einer Anlage mit so genannten Bagatellmassenströmen verglichen. Diese Bagatellmassenströme dienen dazu, um in Genehmigungs- und Überwachungsverfahren die Untersuchungsumfänge für kleine Quellen bzw. Anlagen zu reduzieren. Die Bagatellmassenströme sind in Kapitel 4.6. in der Tabelle 7 der TA Luft [1] festgelegt. In der nachfolgenden Tabelle sind die hier relevanten Bagatellmassenströme für nach Nr. 5.5 der TA Luft [1] abgeleitete Emissionsmassenströme angegeben.

Tabelle 4 Bagatellmassenströme gemäß TA Luft [1]

Schadstoffe	Bagatellmassenstrom [kg/h]
Gesamtstaub ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe ¹	1,0
Partikel (PM ₁₀) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,8
Partikel (PM _{2,5}) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,5

1: Bagatellmassenstrom für die Bestimmung der Immissionskenngrößen für Staubniederschlag

Werden die Bagatellmassenströme unterschritten, und soweit sich nicht wegen besonderer örtlicher Lage oder besonderer Umstände etwas anderes ergibt, ist gemäß TA Luft [1] eine Ermittlung der Immissionskenngröße für den jeweils emittierten Schadstoff im Genehmigungsverfahren nicht erforderlich. Die Bagatellmassenströme für diffuse Emissionen (z. B. offene Lagerung, offener Umschlag, Transportvorgänge draußen) betragen gemäß Nr. 4.6.1 der TA Luft [1] 10 % der Bagatellmassenströme für abgeleitete Emissionsmassenströme.

Die Massenströme der abgeleiteten Emissionen ergeben sich aus der Mittelung über die Betriebsstunden einer Kalenderwoche mit dem bei bestimmungsmäßigem Betrieb für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen. Bei der Ermittlung sind die Emissionen der gesamten Anlage mit einzubeziehen.

3.2.3 irrelevante Zusatzbelastung

Zur Bewertung von luftverunreinigenden Stoffen ist in der TA Luft [1] ebenfalls eine Vereinfachung zur Bewertung kleiner Immissionsbeiträge, die von einer einzelnen Anlage hervorgerufen werden, enthalten:

Gemäß den Vorgaben aus Nr. 4.2.2 der TA Luft 2021 [1] darf, sofern die nach Nummer 4.7 der TA Luft ermittelte Gesamtbelastung eines in Nummer 4.2.1 der TA Luft [1] genannten luftverunreinigenden Stoffes an einem Beurteilungspunkt einen Immissionswert überschreitet, die Genehmigung wegen dieser Überschreitung nicht versagt werden, wenn hinsichtlich des jeweiligen Schadstoffes die Kenngröße für die Zusatzbelastung durch die Emissionen der Anlage an diesem Beurteilungspunkt 3 % des Immissions-Jahreswertes nicht überschreitet und durch eine Auflage sichergestellt ist, dass weitere Maßnahmen zur Luftreinhaltung, insbesondere Maßnahmen, die über den Stand der Technik hinausgehen, durchgeführt werden.

Weiterhin soll gemäß Nr. 4.1 der TA Luft [1] die Bestimmung der Immissionskenngrößen entfallen, wenn die Gesamtzusatzbelastung irrelevant ist. Eine irrelevante Gesamtzusatzbelastung liegt gemäß Nr. 4.1 der TA Luft [1] vor, wenn diese in Bezug auf Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und auf Staubbiederschlag drei Prozent des Immissionswertes nicht überschreiten. In den zuvor beschriebenen Fällen ist eine Ermittlung der Gesamtbelastung somit nicht erforderlich.

Die jeweiligen Jahreswerte, der in diesem Gutachten untersuchten Luftschadstoffe, dieser sogenannten irrelevanten Zusatzbelastung sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Tabelle 5 Immissionswerte für die maximale Zusatzbelastung an Staubimmissionen bei Überschreitung der Immissionswerte bzw. ohne Ermittlung einer Vorbelastung

Komponente	3 % des Immissionswertes
Feinstaub PM ₁₀	1,2 µg/m ³
Feinstaub PM _{2,5}	0,8 µg/m ³
Staubbiederschlag	0,0105 g/(m ² d)

Die Kenngrößen für die Gesamtzusatzbelastung sind durch eine rechnerische Immissionsprognose auf Basis einer mittleren jährlichen Häufigkeitsverteilung oder einer repräsentativen Jahreszeitreihe von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse zu bilden.

3.3 Staubemissionen

Staubemissionen können in gefasster wie auch in diffuser Form auftreten. Bei gefassten Quellen handelt es sich beispielsweise um Abluftkamine. Die Staubemissionen der gefassten Quellen werden in der Regel mit Hilfe des jeweiligen Volumenstromes und der entsprechenden Emissionsbegrenzung gemäß TA Luft [1] bzw. 39. BImSchV [2] oder anhand der im Rahmen von Messungen ermittelten Reingasemissionen berechnet. Diffuse Staubemissionen treten im Wesentlichen bei der Lagerung, dem Umschlag sowie dem Transport von staubenden Gütern auf.

In Kapitel 5.2.3 der TA Luft [1] sind bezüglich dieser Emissionsvorgänge Anforderungen zur Emissionsminderung formuliert, welche auf Basis des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit festzulegen sind.

3.3.1 Staubemissionen bei der Lagerung

Die Staubemissionen - verursacht durch die Lagerung - werden auf der Grundlage der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 [7] für jeden emissionsrelevanten Verfahrensschritt ermittelt und für die jeweiligen Materialien in Kapitel 4 aufgeführt.

Die Entstehung von Staubemissionen aus der Lagerung erfolgt durch Winderosion und ist im Wesentlichen über die Oberfläche einer Halde bzw. Schüttbox sowie die Materialeigenschaften wie Korngröße und Materialfeuchte bestimmt.

Staubemissionen aus der Lagerung können nur dann auftreten, wenn abwehfähiges Material an der Oberfläche vorhanden ist. Dies trifft auf Fraktionen mit Nullkornanteil zu. Sofern die mittlere Korngröße 5 mm überschreitet, werden keine relevanten Staubemissionen aus der Lagerung freigesetzt. Ein wesentlicher Effekt beim Beregnen (natürlich oder als urbaner Vorgang) einer Schüttguthalde mit Nullkornanteilen und größeren Korndurchmessern ist das Einspülen der kleinen Partikel in das Schüttgut. Dies hat zur Folge, dass nach einer gewissen Zeit kein abwehfähiges Material an der Oberfläche vorhanden ist.

Erst nach dem Öffnen der Oberfläche durch z. B. Radlader oder Kran, kann von dem Schüttgut wieder eine relevante Staubemission durch Abwehung freigesetzt werden. Zur Reduzierung der Winderosion können Lagerhalden nach dem Einbringen von Material ausreichend berieselt werden, sodass die Staubemissionen aus der Lagerung erheblich reduziert werden können.

3.3.2 Staubemissionen der Umschlagvorgänge

Die Staubemissionen der Umschlagvorgänge werden auf der Grundlage der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 [7] für jeden emissionsrelevanten Verfahrensschritt ermittelt und für die jeweiligen Materialien in Kapitel 4 aufgeführt.

Die zum Umschlag und zur Aufbereitung der Materialien eingesetzten Maschinen können mit Besprühungsanlagen ausgerüstet werden, die während des Betriebes eine ausreichende Befeuchtung z. B. von Aufgabetrichern, Abgabebändern oder Sieb- bzw. Brechereinheiten gewährleisten. Im Rahmen der in der TA Luft [1] angesprochenen Staubminderungsmaßnahmen sind Maschinen und Geräte zum Brechen und Sieben von festen Stoffen zu kapseln oder mit in der Wirkung vergleichbaren Emissionsminderungstechniken auszurüsten.

3.3.3 Staubemissionen der Transportvorgänge

Die Staubemissionen - verursacht durch die Transportvorgänge - werden auf der Grundlage der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4 [8] und der US-EPA [12] für jeden emissionsrelevanten Verfahrensschritt ermittelt und für die jeweiligen Materialien in Kapitel 4 aufgeführt.

Beim Befahren von unbefestigten oder verschmutzten befestigten Betriebsflächen entstehen Staubemissionen durch das Aufwirbeln von staubendem Material.

Sofern die Fahrwege befestigt sind und sichergestellt ist, dass keine Verschmutzungen der Fahrwege durch Umschlagstätigkeiten stattfinden, sind keine Staubemissionen aus den Transportvorgängen zu erwarten.

Wenn durch Umschlagstätigkeiten staubendes Material auf die Fahrwege verschleppt wird, so sind auch bei befestigten Fahrwegen Staubemissionen zu erwarten. Zur Reduzierung von Staubemissionen können Fahrwege regelmäßig gereinigt und bei längeren Trockenzeiten befeuchtet werden.

3.4 Hintergrundbelastung

Bei Überschreiten der irrelevanten Zusatzbelastung der Immissionswerte der einzelnen Luftschadstoffe, besteht die Möglichkeit der Beurteilung der Gesamtbelastung der Luftschadstoffe unter Berücksichtigung einer geeigneten Hintergrundbelastung. Zur Berechnung der Gesamtbelastung der Immissionen wird in der vorliegenden Untersuchung die ermittelte Gesamtzusatzbelastung zu der Hintergrundbelastung addiert.

Zur Abschätzung der zu erwartenden Hintergrundbelastung wird auf die Luftqualitätsüberwachung des Landes Rheinland-Pfalz [11] zurückgegriffen. Als Vergleichswert für die vorliegende Situation wird die ZIMEN-Messstation Neuwied-Hermannstraße zu Rate gezogen. Die Station liegt ca. 10 km vom Tagebau entfernt.

Es wurden aus dem aktuellen Jahresbericht zur Luftqualitätsüberwachung in Rheinland-Pfalz [11] die Mittelwerte der Stoffe PM₁₀ sowie PM_{2,5} berücksichtigt. Für die verkehrsnahen Station liegen keine Werte für den Staubbiederschlag vor. Im Rahmen einer konservativen Betrachtung wurden die Messwerte der letzten drei Jahre betrachtet, wobei der höchste Messwert als zu berücksichtigende Hintergrundbelastung herangezogen wurde. Eine entsprechende Zusammenfassung ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 6 Hintergrundbelastung der Messstation Neuwied Hermannstraße [11]

Jahr	Jahresmittelwerte PM₁₀ [µg/m³]	Anzahl Tage mit Tages- mittelwerten > 50 µg/m³	Jahresmittelwerte PM_{2,5} [µg/m³]
2018	22	9	11
2019	19	6	10
2020	17	3	8

Wie die Tabelle zeigt, sind im Rahmen der konservativen Betrachtung die Werte des Jahres 2018 für die Hintergrundbelastung heranzuziehen.

4. Beschreibung der Anlage und Ermittlung der Emissionen

4.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Der durch die Firma VELAG betriebene Lavasandtagebau liegt auf dem Gebiet der Gemeinde Plaidt im Landkreis Mayen-Koblenz zwischen den Ortslagen Plaidt und Kruft und gehört damit zum Naturraum 29 Mittelrheingebiet. Die Lagerstätte entstand durch die Aktivitäten der beiden Vulkane Plaidter-Hummerich und Kollert. Im Südwesten des Tagebaus erhebt sich ein weiterer Vulkan, der Korretsberg, der als NSG ausgewiesen und nicht zur Rohstoffgewinnung vorgesehen ist. Die Autobahn verläuft in ca. 150 m Entfernung in einem weiten Bogen im Norden und Nordosten des Tagebaus entlang. Der Tagebaubereich liegt innerhalb des Vulkanparks Osteifel, in den Randlagen des Mittelrheintals. Das Gebiet zwischen Koblenz und Mayen ist insgesamt nur schwach bewaldet. Hier dominiert als Flächennutzung eine intensive Landwirtschaft. Die direkte Umgebung des Steinbruchs wird vorwiegend von Gebüsch, Pionierwäldern, Felswänden und fragmentarischen Halbtrockenrasen dominiert. Im Westen des Tagebaus befindet sich die Ortslage Kruft, im Osten Plaidt. Die Entfernung nach Kruft liegt bei derzeit ca. 650 m und wird durch die geplante Erweiterung auf ca. 550 m verringert.

In diesem Bereich erhebt sich der nahezu intakte Kegel des Korretsberges mit einer Höhe von 295,1 m NHN. Im Osten schließen sich der durch den Abbau angeschnittene Plaidter-Hummerich sowie der Kollert an. Insgesamt ist die Landschaft flach gewellt. Die einzelnen Vulkankegel bilden herausragende Landmarken.

Der Regionale Raumordnungsplan Mittelrhein Westerwald 2017 zeigt für den Planbereich verschiedene Flächenzuweisungen. Die derzeit genehmigte Abbaufäche liegt vollständig in dem als „Vorranggebiet Rohstoffabbau“ deklarierten Gebiet. Die angestrebte Erweiterung umfasst 7,9 ha, von denen 5,4 ha im Vorbehaltsgebiet für Rohstoffsicherung liegen [17].

Im Regionalplan Mittelrhein-Westerwald wird in der Begründung explizit erwähnt, dass die Rohstoffgewinnung als ein vorübergehender, zeitlich begrenzter Eingriff mit nachfolgender Rekultivierung bzw. Renaturierung in den Vorbehaltsgebieten für besondere Klimafunktion zulässig ist. Bei der notwendigen Abwägung mit konkurrierenden Nutzungen im Vorbehaltsgebiet für die Rohstoffsicherung ist der Rohstoffgewinnung ein hervorgehobenes Gewicht beizumessen [19].

4.2 Beschreibung der Anlage

Der durch die Firma VELAG betriebene Lavasandtagebau gewinnt jährlich bis zu ca. 450.000 t Festgestein, welches in Aufbereitungsanlagen weiterveredelt wird. Der Rohstoff wird in der geplanten Erweiterungsfläche analog zur bisherigen Vorgehensweise im Tagebau zum Teil durch Bohren und Sprengen gelöst und mit handelsüblichen Erdbaumaschinen geladen und zur Aufbereitungsanlage transportiert.

Vorlaufend zur Gewinnung werden die überlagernden bzw. eingelagerten Abraumschichten ebenfalls mit Hydraulikbaggern gewonnen und mit Muldenkippern zum jeweiligen Kippbereich gefördert. Anfallender kulturfähiger Oberboden wird - sofern vorhanden - getrennt von den anderen Abraummaterialien gewonnen und soweit erforderlich, temporär zwischengelagert und zur Rekultivierung eingesetzt.

Die Aufbereitung des gewonnenen Rohmaterials wird weiterhin in den bestehenden Anlagen erfolgen. Auch die Anbindung an das öffentliche Straßennetz über die Werkstraße sowie die Produktionsleistung des Tagebaus werden durch das nunmehr angestrebte Erweiterungsvorhaben nicht geändert.

Der Rohstoff wird im Tagebau zum Teil durch Bohren und Sprengen gelöst und mit Erdbaumaschinen geladen und zu den Vorbrechern transportiert. Der Betrieb im Tagebau erfolgt nach Betreiberangaben ausschließlich im Tageszeitraum zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr.

Die Verarbeitung des Rohmaterials in Brecher- bzw. Siebanlagen findet im südlichen Bereich des Tagebaus statt, dort befinden sich die Brech- und Siebanlagen.

Tabelle 7 Angaben zu den Betriebsvorgängen bzw. -verkehren

Vorgang	Fahrzeugart	Betriebszeit, Bemerkung
Abbau Material und Verladung auf SKW	Radlader*	06:00 Uhr - 22:00 Uhr
Zerkleinerung Gesteinsbrocken / Knäppern	Bagger	06:00 Uhr - 22:00 Uhr
Abtransport und Aufgabe Rohmaterial in den Vorbrecher	Muldenkipper	06:00 Uhr - 22:00 Uhr
Anlegen von Sprengbohrungen	Bohrgerät	06:00 Uhr - 22:00 Uhr
Abschieben des Oberbodens für die Erweiterung	1 Bagger	06:00 Uhr - 22:00 Uhr
Aufhalden des Oberbodens	3 Dumper	06:00 Uhr - 22:00 Uhr
Aufhalden und Verladung auf LKW	1 Radlader	06:00 Uhr - 22:00 Uhr
Auslieferung aufbereitetes Material	200 LKW	06:00 Uhr - 17:00 Uhr, 25 LKW von 06:00 Uhr - 07:00 Uhr

* Teilweise kommen statt Radlader auch alternativ Bagger zum Einsatz

Das Gestein wird durch Bohren und Sprengen aus dem Gebirgsverband gelöst. Das Bohrgerät erstellt hierbei Sprenglöcher, welche in einem an die jeweiligen Gesteinseigenschaften angepassten Raster angeordnet werden. Das gesprengte Haufwerk wird anschließend mittels Radlader auf Muldenkipper (SKW) geladen und zum Vorbrecher gefahren. Nicht förderfähige große Steine (sog. Knäpper) werden mittels Fallkugel, Hydraulikmeißel oder auf andere geeignete Art zerkleinert.

4.3 Ermittlung der Emissionen

Bei der Sprengung sowie beim Umschlag der Materialien (Aufnahme des Materials mit dem Radlader, Abgabe des Materials vom Radlader auf den SKW oder den Annahmehunker der Vorbrechieranlage) kann Staub hervorgerufen werden. Des Weiteren können Staubemissionen durch Transportvorgänge auf unbefestigten Fahrwegen sowie der Lagerung von Schüttgütern hervorgerufen werden. Der Vorgang des Brechens/Siebens selbst wird - unter Voraussetzung entsprechender Staubminderungsmaßnahmen der TA Luft [1] und dem Stand der Technik - als nicht staubender Vorgang berücksichtigt.

Die für die Ermittlung der Staubemissionen benötigten Unterlagen wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt [6]. Die örtlichen Gegebenheiten wurden im Rahmen eines Ortstermins am 24.06.2021 aufgenommen.

4.4 Diffuse Staubemissionen

Die Ermittlung der diffusen Staubemissionen erfolgt auf der Grundlage der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 und Blatt 4 [7, 8] und der US-EPA [12]. Bei der Ermittlung von Staubemissionen werden für Schwebstaub und Staubbiederschlag gemäß TA Luft [1] die Korngrößenklassen 1 bis 4 unterschieden.

Die Ermittlung der diffusen Staubemissionen aus Umschlagsvorgängen erfolgt auf der Grundlage der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 [7]. Mit Hilfe von Emissionsfaktoren für verschiedene Vorgänge werden Jahresemissionen in kg/a berechnet.

Das in Plaidt abgebaute Lavagestein unterscheidet sich optisch und anwendungstechnisch ganz erheblich von Basalt und Basanit. Lava hat einen Porenanteil bis über 50 %. Im Rahmen einer konservativen Betrachtungsweise wurde in der vorliegenden Untersuchung - je nach Bearbeitungsstandes des Rohmaterials - das Schüttgut „Lavagestein“ mit unterschiedlicher Staubneigung berücksichtigt.

Die in dieser Untersuchung berücksichtigte Schüttdichte, Korngröße und Staubentwicklung der Materialien ist in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 8 mittlere Schüttdichte, Korngröße, Feuchte und Staubentwicklung der berücksichtigten Materialien

Material	Durchschnittliche mittlere Schüttdichte [t/m ³]	Mittlere Korngröße [mm]	Feuchte	Staubentwicklung	Gewichtungsfaktor
Lavagestein	1,7	1	trockenes Gut	nicht wahrnehmbar bis mittel staubend	10 ² bis 10 ⁴
Boden	1,7	1	Feuchtes Gut	Nicht wahrnehmbar staubend	10

Lagerung

Die Entstehung von Staubemissionen aus der Lagerung resultiert im Wesentlichen aus der Oberfläche einer Halde sowie den Materialeigenschaften wie Korngröße, Korndichte und Materialfeuchte.

Die Lagerhalden des verarbeiteten Rohmaterials befinden sich im südlichen Bereich des Tagebaus. Im Rahmen eines konservativen Ansatzes wurden mehrere Kegelhalden zur Lagerung des aufbereiteten Rohmaterials berücksichtigt, welches als trockenes Gut eingestuft wurde. Die Abmessungen der Halden erfolgte hierbei auf Grundlage des durchgeführten Ortstermins sowie anhand von Abmessungen gemäß Luftbildaufnahmen. Insgesamt wurden - unter Berücksichtigung der geplanten Erweiterung des Tagebaus - jährliche Staubemissionen von 30.006 kg aus der Lagerung berücksichtigt.

Sprengung

Sprengungen werden in Steinbrüchen durchgeführt, um Gesteinsschichten zu lockern. Auch beim Abriss von Hochhäusern wird diese Methode z. T. eingesetzt. Während des Sprengvorgangs kommt es kurzzeitig zu hohen Staubentwicklungen, für die in der VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3 [7] kein Emissionsfaktor angegeben ist. Beim Sprengen wird Staub emittiert, der primär aus der Zerkümmern der Gesteine bzw. Baustoffe und zusätzlich aus der chemischen Umsetzung der Sprengstoffe stammt. Für die Aussagen zur Sprengtätigkeit in einem Steinbruch können gemäß BMWFJ (2013) [14] Messungen diffuser Staubemissionen in einem Steinbruch aus 2009 zu Rate gezogen werden [13]. Hierbei wurde für PM₁₀ ein Emissionsfaktor von ca. 7 g/t ermittelt.

Partikelemissionen aus der Umsetzung der Sprengstoffe - welche messtechnisch oft nicht von den hohen Partikelemissionen aus der Materialzertrümmerung zu unterscheiden sind - können insbesondere im zivilen Bereich in der Regel unberücksichtigt bleiben, sofern nicht stark staubende Sprengstoffe, wie z. B. Schwarzpulver eingesetzt werden. [14]

Da die Staubemissionen beim Sprengen primär beim Aufprall der abgelösten Gesteine oder kollabierenden Bauteile auf den Boden entstehen, lassen sich diese Vorgänge analog dem Abwurf von Schüttgut modellieren. Als Abwurfhöhe kann hierbei die mittlere Absprenghöhe angesetzt werden.

Im vorliegenden Fall wurde zur Ermittlung der Staubemissionen eine vergleichbare Untersuchung herangezogen, bei der von einem Sprengvorgang ausgehende Emissionsmassenstrom indirekt über die im Umfeld gemessenen Immissionen über Ausbreitungsrechnungen ermittelt wurde [15]. Hierbei wurde ermittelt, dass je Sprengvorgang eine Feinstaubemission an PM_{10} von 6,5 kg freigesetzt wurde. Unter Berücksichtigung eines gemäß den Angaben des UBA durchschnittlichen Schwebstaubanteil (PM_{10}) von 20 % [16] resultiert daraus eine Gesamtstaubemissionen von 32,5 kg je Sprengvorgang. Unter der Annahme einer mittleren Förderung je Sprengung von ca. 10.000 t und einer Sprengung pro Tag beträgt der resultierende Staubmassenstrom aus den Sprengungen im vorliegenden Fall somit 10.140 kg/a.

Umschlag

Die Umschlagsmengen wurden anhand der vom Betreiber zur Verfügung gestellten Daten konservativ abgeschätzt [6].

In der folgenden Tabelle werden die zugrunde gelegten Umschlagsvorgänge und die daraus entstehenden Staubemissionen dargestellt.

Tabelle 9 Zusammenfassung der Staubemissionen aus Umschlagsvorgängen

Umschlagsvorgang	Emissionen [kg/a]
*Sprengung	10.140
Radlader von Halde	8.905
Radlader in Muldenkipper	8.514
Muldenkipper in Trichter	1.596
Trichter in Brecher	404
Förderband auf Förderband	2.535
Förderband in Siebanlage	6.451
Förderband (Sieb/Brecher) auf Halde	22.851
Förderband in Trichter, nicht abgesaugt	2.534
Bagger von Halde	47
Bagger auf LKW	152
LKW auf Halde	58
Gesamt	64.187

* da sich die Sprengvorgänge analog zum Abwurf von Schüttgut modellieren lassen, werden diese im Folgenden den Umschlagsvorgängen zugeordnet

Fahrwege

Bei Fahrtbewegungen auf unbefestigten Wegen im Tagebau können grundsätzlich Emissionen durch Staubaufwirbelungen entstehen. Zur Abschätzung von Staubaufwirbelungen durch Fahrzeugbewegungen sind die Radlader, LKW- sowie SKW-Fahrten auf den unbefestigten Wegen zu betrachten. Anhand der technischen Daten der Fahrzeuge und der jährlichen Abbaumenge [6] wurden die zurückgelegten Strecken sowie die Anzahl an Fahrzeugbewegungen abgeschätzt und entsprechend berücksichtigt. Für unbefestigte Transportwege von bzw. zur Grube in einem Tagebau wurde ein Feinkornanteil von 8,3 % angesetzt [12].

Zur Ermittlung der Emissionen aus den Transportvorgängen auf unbefestigten Fahrwegen gemäß der VDI 3790, Blatt 4 [8] wurde die jeweilige Anzahl der Fahrzeugbewegungen anhand der genehmigten umgeschlagenen Jahresmengen an gefördertem Material und der zulässigen Zuladung der Fahrzeuge berechnet [6]. Die Ermittlung der Staubemissionen basiert auf der US-EPA [12] welchen von deutlich höheren durchschnittlichen Geschwindigkeiten von durchschnittlich 30 mph ausgeht. Unter Berücksichtigung von Standzeiten und den vor Ort möglichen Höchstgeschwindigkeiten konnte in Anlehnung an vergleichbare Untersuchungen [20] eine Emissionsminderung von 60 % berücksichtigt werden [8]. Die Immissionsbeiträge der von den laufenden Motoren ausgehenden Gesamt- und Feinstaubemissionen der eingesetzten Maschinen sind aus lufthygienischer Sicht im Vergleich zu den Aufwirbelungsemissionen vernachlässigbar. Die Anzahl der berechneten durchschnittlichen Fahrzeugbewegungen pro Jahr und die zugeordneten Fahrzeuggewichte sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 10 Fahrzeugbewegungen und -gewichte

Verkehr	Fahrzeugbewegungen / Jahr	Fahrzeuggewicht [t]	
		leer	voll
Radlader			
Fahrweg	41.361	24,9	35,8
Muldenkipper			
Fahrweg	9.804	41,0	86,9
LKW			
Fahrweg	16.792	13,2	40,0

Durch die geplante Erweiterung des Tagebaus und des damit verbundenen Bodenaushubs ergeben sich zusätzliche Fahrwege, welche in der vorliegenden Untersuchung ebenfalls berücksichtigt wurden. Hierbei wird davon ausgegangen, dass der Bodenaushub über mehrere Jahre erfolgt und pro Jahr ca.30.400 t Boden bearbeitet werden. Die hieraus resultierenden zusätzlichen Fahrzeugbewegungen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 11 Fahrzeugbewegungen und -gewichte der geplanten Erweiterung

Verkehr	Fahrzeugbewegungen / Jahr	Fahrzeuggewicht [t]	
		leer	voll
Radlader			
Fahrweg	2.795	24,9	35,8
Muldenkipper			
Fahrweg	663	41,0	86,9

Insgesamt ergeben sich somit durch die berücksichtigten Transportvorgänge die folgenden Staubemissionen.

Tabelle 12 Zusammenfassung der Staubemissionen aus dem Transport

Transportvorgang	Emissionen [kg/a]		
	Gesamtstaub	davon PM ₁₀	davon PM _{2,5}
Radlader	5.458	1.543	154
SKW	29.650	8.382	839
LKW	33.165	9.376	938
Gesamt	68.273	19.302	1.930

5.) Ausbreitungsrechnung

Die Berechnung der Staubausbreitung wurde mit dem Modell Austal [10] (Programm Austal View, Version 10.1.2.TG, I) durchgeführt, bei welchem es sich um die programmtechnische Umsetzung des in der TA Luft [1] festgelegten Partikelmodells der VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3 [5] handelt.

Bei der Berechnung wurden die folgenden Parameter verwendet:

Rauigkeitslänge z_0 :	0,20 m
Qualitätsstufe q_s :	+2
Meteorologische Daten:	meteorologische Zeitreihe ¹⁾ der Station Bonn-Roleber (2009)
Kantenlänge des Austal Rechengitters:	16 m, 32 m, 64 m an die Immissionsorte angepasst

In der Anlage 2 sind Auszüge der Quell- und Eingabedatei der Ausbreitungsberechnung mit allen relevanten Quellparametern enthalten (Austal.log).

Rechengebiet und Rechengitter

Gemäß Anhang 2 der TA Luft [1] ist für das Rechengebiet einer einzelnen Emissionsquelle das Innere eines Kreises um den Ort der Quelle, dessen Radius das 50-fache der Schornsteinbauhöhe entspricht, anzusetzen. Tragen mehrere Quellen zur Gesamtzusatz- /Gesamtbelastung bei, so besteht das Rechengebiet aus der Vereinigung der Rechengebiete der einzelnen Quellen. Bei besonderen Geländeformen kann es erforderlich sein, das Rechengebiet größer zu wählen.

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 10-fache der Quellhöhe kann die horizontale Maschenweite proportional größer gewählt werden.

¹⁾ Eine meteorologische Zeitreihe ist durch Windgeschwindigkeit, Windrichtungssektor und Ausbreitungsklasse gekennzeichnet. Die meteorologische Zeitreihe gibt die Verteilung der stündlichen Ausbreitungssituationen im Jahres- und Tagesverlauf wieder.

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.

Für die Ausbreitungsrechnung wurde ein Plangebiet von 3400 m x 3500 m mit der betrachteten Anlage im Zentrum gewählt. In diesem Gebiet wurde ein Rechengitter mit 64 m Maschenweite festgelegt und feinere Netze mit 32 m sowie 16 m Maschenweite eingeschachtelt, um die Rechengenauigkeit in Anlagennähe zu erhöhen. Die Definition der Rechengitter kann dem Auszug der Quell- und Eingabedatei der Ausbreitungsrechnung (Austal.log) in Anlage 2 entnommen werden.

Statistische Unsicherheit

Durch die Wahl einer ausreichenden Partikelzahl (Qualitätsstufe $q_s = + 2$, dies entspricht einer Partikelzahl von 8 s^{-1}) bei der Ausbreitungsberechnung wurde sichergestellt, dass die modellbedingte statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens, berechnet als statistische Streuung des berechneten Wertes, weniger als 3 % des Immissionswertes (siehe Kapitel 3) beträgt.

Rauigkeitslänge

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch die mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist nach Tabelle 15 im Anhang 2 der TA Luft [1] aus den Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) zu bestimmen.

Das Programm AUSTAL [10] kann die zutreffende Bodenrauigkeit selbstständig ermitteln, indem die Lage der Anlage auf ein vom Umweltbundesamt aus dem LBM-DE erstelltes Kataster angewandt wird. Die Rauigkeitslänge wird gemäß Anhang 2 der TA Luft [1] für ein kreisförmiges Gebiet um die Emissionsquelle festgelegt, dessen Radius dem 15-fachen der Freisetzungshöhe, 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. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob sich die Landnutzung seit Erhebung des Katasters wesentlich geändert hat oder eine für die Immissionsprognose wesentliche Änderungen zu erwarten sind. Ggf. ist eine manuelle Angabe der geänderten Rauigkeitslänge erforderlich.

Die automatische Bestimmung der Rauigkeitslänge über die im Rechenprogramm integrierten Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) ergab eine Rauigkeitslänge z_0 von 0,2 m für die derzeitige Nutzung. Unter Berücksichtigung der geplanten Nutzung wurden die tatsächlichen Rauigkeiten (Gebäude, Bewuchs etc.) verifiziert und flächenanteilig berechnet. In Übereinstimmung mit der automatischen Bestimmung der Rauigkeitslänge des Rechenprogramms wird eine Rauigkeitslänge z_0 von 0,2 m bei der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt.

Geländeprofil

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

Das Beurteilungsgebiet ist nicht eben. Die maximalen Geländesteigungen im Rechengebiet liegen oberhalb von 1 : 20 und auch teilweise oberhalb von 1 : 5. Ebenso treten Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Ableithöhen der Quellen auf.

Geländeunebenheiten lassen sich prinzipiell mit Hilfe eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells auf Basis eines digitalen Geländemodells berücksichtigen. Dieses Windfeldmodell wird auf Basis des topografischen Geländemodells der Shuttle Radar Topography Mission – SRTM1 (WebGIS) durch das in Austal [10] implementierte Modul TALdia erstellt.

Das Vorkommen von Steigungen größer 1 : 5 im Untersuchungsgebiet kann die Verwendbarkeit des diagnostischen Windfeldmodells einschränken. Da diese Steigungen jedoch nicht zwischen der Anlage und den nächstgelegenen, zu betrachtenden Immissionsorten auftreten, führt die Verwendung des in AUSTAL [10] integrierten diagnostischen Windfeldmodells dennoch zu beurteilungsfähigen Ergebnissen. Dementsprechend wird das integrierte diagnostische Windfeldmodell verwendet. Eine grafische Übersicht der Geländesteigung ist in Anlage 1 dargestellt.

Kaltluftabflüsse

Aufgrund der topographischen Situation in der Umgebung des Tagebaus ist aus gutachtlicher Sicht nicht davon auszugehen, dass es aufgrund der geplanten Erweiterung des Tagebaus zu relevanten Veränderungen von Kaltluftströmungssystemen kommt. Eine genauere Betrachtung ggf. vorhandener Kaltlufteinflüsse ist nicht Bestandteil dieser Untersuchung.

Meteorologische Daten

Die Ausbreitungsberechnung wurde als Zeitreihenberechnung über ein Jahr durchgeführt. In Ziffer 4.6.4.1 der TA Luft [1] ist festgelegt, dass die Berechnung auf der Basis einer repräsentativen Jahreszeitreihe durchzuführen ist. Ggf. auftretende topografische Besonderheiten sind entsprechend zu berücksichtigen.

Für den Standort Plaidt liegen keine aktuellen meteorologischen Daten vor. Daher muss auf Daten einer Messstation zurückgegriffen werden, die hinsichtlich der meteorologischen Bedingungen als vergleichbar zu betrachten ist.

Die Daten der Messstation Bonn-Roleber ergibt die beste Eignung zur Übertragung auf die im Rahmen einer Übertragbarkeitsprüfung [18] ermittelte Ersatzanemometerposition für den Tagebau in Plaidt. Die Station befindet sich ca.42 km vom Anlagenstandort entfernt.

Für die Station Bonn-Roleber wurde aus einer mehrjährigen Reihe ein "für Ausbreitungszwecke repräsentatives Jahr" ermittelt. Bei der Prüfung wird das Jahr ausgewählt, das in der Windrichtungsverteilung der langjährigen Bezugsperiode am nächsten liegt. Dabei werden sowohl primäre als auch sekundäre Maxima der Windrichtung verglichen. Alle weiteren Windrichtungen werden in der Reihenfolge ihrer Häufigkeiten mit abnehmender Gewichtung ebenso verglichen und bewertet.

Anschließend werden die jährlichen mittleren Windgeschwindigkeiten auf ihre Ähnlichkeit im Einzeljahr mit der langjährigen Bezugsperiode verglichen. Das Jahr mit der niedrigsten Abweichung wird als repräsentatives Jahr ermittelt. Aus den Messdaten der Station Bonn-Roleber wurde aus der oben genannten Bezugsperiode nach den aufgeführten Kriterien das Jahr 2009 als repräsentativ ermittelt. Eine grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen ist in Anlage 2 dargestellt.

Berücksichtigung von Bebauung

Gebäude können die Luftströmung ebenfalls beeinflussen. Beim Anströmen eines Hindernisses wird die Luft nach oben und zur Seite abgedrängt. Bei der Umströmung bildet sich so vor dem Hindernis ein Stauwirbel und hinter dem Hindernis ein sogenanntes Rezirkulationsgebiet. Wenn Luft in diesen Bereich gelangt, wird sie in Richtung Erdboden transportiert, was zu einer Erhöhung der Konzentration an Immissionen in Bodennähe führen kann.

Gemäß Anhang 2, Nr. 11 der TA Luft [1] sind ggf. Einflüsse von Bebauung auf die Immissionen im Rechengebiet zu berücksichtigen. Gebäude, deren Entfernung von der Ableithöhe der Quelle größer als das 6-fache ihrer Höhe und größer als das 6-fache der Ableithöhe ist, können vernachlässigt werden. Sofern die Quellhöhen die Gebäudehöhen um mehr als das 1,7-fache überragen, können Gebäudeeinflüsse mittels der Rauigkeitslänge z_0 und der Verdrängungshöhe d_0 ausreichend berücksichtigt werden.

Für Ableithöhen, welche wenigstens dem 1,2-fachen der Gebäudehöhe entsprechen, ist gemäß der TA Luft [1] für immissionsseitig relevante Aufpunkte zu prüfen, ob diese außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der quellnahen Gebäude (beispielsweise außerhalb der Rezirkulationszonen) liegen. Dies kann mit Hilfe des Programmes WinSTACC (siehe VDI 3781 Blatt 4) erfolgen. Sollte dies der Fall sein, so können die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur mit Hilfe des in Austal [10] integrierten diagnostischen Windfeldmodells TALdia berücksichtigt werden.

Für Quellen deren Quellhöhe nicht die 1,2-fache Höhe der umliegenden Gebäude erreichen, besteht nach TA Luft [1] keine klare Regelung. Eine Möglichkeit der Berücksichtigung der Gebäudeumströmung besteht in der vertikalen „Verschmierung“ der Emissionsquellen. Diese führt zu einer ausreichenden Simulation von Lee-Wirbeln an umströmten Hindernissen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass dieses Vorgehen im Allgemeinen zu einer starken Überschätzung der Immissionen im Nahbereich führt. Zudem muss sichergestellt werden, dass die Konzentrationsfahnen nicht einen anderen räumlichen Verlauf nehmen, als dies mit Berücksichtigung umströmter Hindernisse der Fall ist. Dementsprechend kann ein kombinierter Ansatz verwendet werden, wobei die Gebäude auf dem Anlagengelände als umströmte Hindernisse berücksichtigt werden.

Damit kann ein Abströmen in physikalisch unmögliche Richtung weitgehend unterbunden werden. Gleichsam werden Emissionsquellen, die durch ihre eigene Bauhülle in ihrem Ausbreitungsverhalten gestört werden, als Volumenquellen mit vertikaler Ausdehnung angesetzt.

Im vorliegenden Fall gibt es keine relevante Bebauung, welche einen Einfluss auf die Immissions-situation im Untersuchungsgebiet ausüben könnte.

Quellparameter

Bei Ausbreitungsrechnungen ist vorgesehen, Effekte von Emissionsquellen, welche ein Nach-Oben-Tragen der emittierten Schad- bzw. Geruchsstoffe bewirken, zu berücksichtigen. Dabei erfolgt die Berechnung unter Verwendung der „effektiven Quellhöhe“, die sich aus der Summe der tatsächlichen Bauhöhe des Abgabepunktes und einer sogenannten Abluffahnenüberhöhung ergibt, welche sich wiederum aus der thermischen und der mechanischen Abluffahnenüberhöhung ergibt. Die thermische Abluffahnenüberhöhung kommt dadurch zustande, dass die Ablufttemperatur der Emissionsquelle deutlich über der Umgebungstemperatur liegt und somit eine thermische Konvektion bewirken.

Im Vorfeld eines Ansatzes der Abluffahnenüberhöhung ist für die betreffende Emissionsquelle zu prüfen, ob die Bedingungen hierfür erfüllt sind. Dies ist gemäß VDI Richtlinie 3783 [3] dann mit Sicherheit der Fall, wenn die folgenden Voraussetzungen erfüllt sind.

- Ableithöhe der Quelle mindestens 10 m über Grund
- Quellhöhe mindestens 3 m über Dachfirst
- Austrittsgeschwindigkeit mindestens 7 m/s

Die Ausbreitungsrechnungen wurden ohne Berücksichtigung der Abgasfahnenüberhöhung durchgeführt.

Deposition

Bei der Berechnung des Staubniederschlags wurden die Depositionsgeschwindigkeiten gemäß dem Anhang 2 Tabelle 14 der TA Luft [1] verwendet. Darüber hinaus wurde unter Verwendung der durch das UBA zur Verfügung gestellten Niederschlagsdaten gemäß den Vorgaben der TA Luft [1] die nasse Deposition berücksichtigt.

6.) Beurteilung der Immissionssituation und Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung

Anhand der ermittelten Emissionen wurde mit Hilfe der Ausbreitungsrechnung die Gesamtzusatzbelastung an Feinstaub PM₁₀, PM_{2,5} sowie Staubbiederschlag berechnet. Unter Berücksichtigung der Daten der ZIMEN-Messtation Neuwied - Hermannstraße wurde eine Abschätzung der Gesamtbelastung an Staubimmissionen durchgeführt. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde ein ordnungsgemäßer Betrieb der Anlage zu Grunde gelegt.

Gesamtzusatzbelastung an Staubimmissionen

In der Anlage 3 ist die Immissionssituation anhand des Immissionswertes der jeweiligen irrelevanten Gesamtzusatzbelastung grafisch dargestellt und in den nachfolgenden Tabellen zur Übersicht aufgeführt.

Tabelle 13 Zusammenfassung der Jahresmittel der Immissionskonzentrationen an den betrachteten Immissionsorten

Immissionsort	Feinstaub PM ₁₀ [µg/m ³]	Feinstaub PM _{2,5} [µg/m ³]	Staubbiederschlag g/(m ² · d)
BUP_1	3,1	0,4021	0,0130
BUP_2	1,7	0,2134	0,0054
BUP_3	2,0	0,1949	0,0073
BUP_4	1,4	0,0927	0,0094
BUP_5	1,6	0,1969	0,0081

Die Ergebnisse zeigen, dass die Gesamtzusatzbelastung an Feinstaub PM₁₀ am Immissionsort mit der höchsten Belastung 3,1 µg/m³ beträgt. Der Immissionswert der irrelevanten Zusatzbelastung von 1,2 µg/m³ wird überschritten; eine Betrachtung der Gesamtbelastung an Feinstaub PM₁₀ ist somit erforderlich.

Die Zusatzbelastung an Feinstaub PM_{2,5} am Immissionsort mit der höchsten Belastung beträgt 0,4 µg/m³. Der Immissionswert der irrelevanten Zusatzbelastung von 0,8 µg/m³ wird eingehalten; eine Betrachtung der Gesamtbelastung an Feinstaub PM_{2,5} ist somit nicht erforderlich.

Die Zusatzbelastung an Staubniederschlag am Immissionsort mit der höchsten Belastung beträgt 0,0130 g/(m²*d). Der Immissionswert der irrelevanten Zusatzbelastung von 0,0105 g/(m² d) wird knapp überschritten; eine Betrachtung der Gesamtbelastung an Staubniederschlag ist somit erforderlich.

Gesamtbelastung an Staubimmissionen

In der folgenden Tabelle wird der Immissionsort mit der höchsten Gesamtzusatz- und der daraus resultierenden Gesamtbelastung (BUP_1) an Feinstaub PM₁₀ den Immissionswerten der TA Luft [1] bzw. der 39. BImSchV [2] gegenübergestellt. Die hier angeführte Gesamtbelastung ergibt sich gemäß den Vorgaben des Kapitel 4.7 der TA Luft [1] aus der Summe der in Kapitel 3 aufgeführten Hintergrundbelastung der ZIMEN-Messstation Neuwied- Hermannstraße [11] und der in der Ausbreitungsrechnung bestimmten Gesamtzusatzbelastung.

Tabelle 14 Immissionssituation am Immissionsort mit der höchsten Gesamtzusatzbelastung Feinstaub PM₁₀

	Gesamtzusatz- belastung [µg/m³]	Immissionswert irrelevanter Zusatz- belastung [µg/m³]	Gesamt- belastung [µg/m³]	Immissionswert [µg/m³]
BUP_1	3,1	1,2	25,1	40

Die Gesamtbelastung an Feinstaub PM₁₀ Konzentrationen am Immissionsort mit der höchsten Belastung beträgt - unter Berücksichtigung der als Hintergrundbelastung herangezogenen Messdaten der ZIMEN-Station - 25,1 µg/m³. Der zum Schutz vor Gesundheitsgefahren - gemäß § 4 der 39. BImSchV [2] bzw. Punkt 4.2.1 der TA Luft [1] - aufgeführte Immissionswert für den Jahresmittelwert an PM₁₀-Konzentration von 40 µg/m³ wird hier somit - auch unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung am Immissionsort BUP_1 - sicher eingehalten.

Weiterhin ist auch die Anzahl der Überschreitungstage im Jahr mit PM₁₀-Konzentrationen >50 µg/m³ von Interesse. Die zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr für die PM₁₀-Konzentration beträgt dabei 35 Tage. Wie in Kapitel 3 beschrieben, gilt der auf 24 Stunden bezogene Immissionswert (50 µg/m³) als eingehalten, wenn der Jahreswert für die PM₁₀-Konzentration unter 28 µg/m³ liegt. Dies trifft auf alle hier betrachteten Immissionsorte zu, sodass an diesen Immissionsorten von einer Einhaltung dieses Kriteriums ausgegangen werden kann.

Da in den ZIMEN-Jahresberichten keine Messwerte für den Staubniederschlag berücksichtigt werden, kann kein vergleichbarer Immissionswert zur Ermittlung der Gesamtbelastung an Staubdeposition herangezogen werden. Aufgrund der nur knappen Überschreitung, der konservativen Emissionsermittlung und auf Basis von Erfahrungswerten sowie den Messungen von Staubniederschlag an unterschiedlichen Luftüberwachungsstationen in Deutschland ist jedoch aus gutachtlicher Sicht davon auszugehen, dass die Gesamtbelastung an Staubdeposition von 0,350 g/(m² d) am nächstgelegenen Immissionsort ebenfalls eingehalten wird.

Fazit

Zusammenfassend zeigt das Ergebnis der staubtechnischen Untersuchung, dass auch unter Annahme konservativer Ansätze die Immissionswerte aller Staubfraktionen auf Basis der hier ermittelten Staubemissionen eingehalten werden. Anhand der hier ermittelten Emissionen auf Basis der geplanten Erweiterung des Tagebaus in Plaidt sind an den umliegenden Immissionsorten somit keine unzulässigen Beeinträchtigungen durch Staubimmissionen zu erwarten.

7.) Literatur

- [1] TA Luft
Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), 2021
- [2] 39. BImSchV
Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen) vom 02.08.2010, geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 10.10.2016
- [3] VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13
Umweltmeteorologie, Qualitätssicherung in der Immissionsprognose; Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, Januar 2010
- [4] VDI-Richtlinie 3788, Blatt 1
Umweltmeteorologie, Ausbreitung von Geruchsstoffen in der Atmosphäre - Grundlagen; Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, Juli 2000
- [5] VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3
Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Partikelmodell; Düsseldorf, Verein Deutscher Ingenieure, September 2000
- [6] SST Prof. Dr.-Ing. Stoll & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Planungsunterlagen Juni 2021

-
- [7] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 3
Umweltmeteorologie; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen; Düsseldorf, Verein Deutscher Ingenieure, Januar 2010
- [8] VDI-Richtlinie 3790, Blatt 4
Umweltmeteorologie; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen; Staubemissionen durch Fahrzeugbewegungen auf gewerblichen/industriellem Betriebsgelände; Düsseldorf, Verein Deutscher Ingenieure, September 2018
- [9] DIN EN ISO 13725
Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie; Deutsche Fassung EN 13725; Juli 2003, 1. Berichtigung 2006
- [10] Austal
Version 3.1.2-WI-x
Ingenieurbüro Janicke GbR, 26427 Dunum
- [11] Luftüberwachung in Rheinland-Pfalz
ZIMEN-Jahresberichte 2018, 2019 und 2020
Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz
- [12] US-EPA
United States Environmental Protection Agency: Compilation of AIR Pollutant Emission Factors, AP-42, 5. Edition, Volume 1, Chapter 13, Miscellaneous Sources, Chapter 13.2.1 Paved Roads, 2011

- [13] Gronewäller 2009 L. Gronewäller, Diffuse Emissionen aus Steinbrüchen – Messung diffuser Staubemissionen aus Emissionsmodellierung einer Sprengung im Steinbruch, VDI-Berichte Nr. 2072 (2009), Seite 39-50
- [14] BMWFJ 2013 Technische Grundlage zur Bewertung diffuser Staubemissionen, 2013 Rev. 1
- [15] Gesellschaft für sensorische Messtechnik, deBAKOM Staubimmissionsprognose Steinbruch „Piesberg“ der Piesberger Steinindustrie GmbH & Co. KG; August 2003
- [16] Umweltbundesamt Hintergrundpapier zum Thema Staub/Feinstaub (PM); März 2005
- [17] Regionalplan Antrag auf vereinfachte raumordnerische Prüfung für die Erweiterung des Lavasandtagebaus Kretz 1/Plaidt 10 und 13 der Firma VE-LAG GmbH & Co. KG, Andernach, Oktober 2019
- [18] Übertragbarkeitsprüfung Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort in Hohenlimburg, IfU GmbH; Februar 2022

- [19] Scoping-Termin
Niederschrift zum Scopingtermin gem. § 52 Abs. 2a BbergG im geplanten bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung für die Erweiterung des Lava-sand-Tagebaues „Plaidt 10 und 13, Kretz 1“ in den Ortsgemeinden Plaidt und Kretz, Oktober 2021
- [20] Dissertation Dr. rer. Nat. Gerald Kühn
Experimentelle Untersuchungen zur Entstehung und Ausbreitung von Staubfahnen hinter Kraftfahrzeugen, Dezember 2002

8.) Anlagen

Anlage 1: Übersichtslagepläne

Anlage 2: Emissionsquellenplan

Quellenparameter

Emissionen

Variable Emissionen

Windrichtungs- und -geschwindigkeitsverteilung

Übertragbarkeitsprüfung

Auszüge der Quell- und Eingabedatei der Ausbreitungsrechnung mit
allen relevanten Quellen-Parametern (austal.log)

Anlage 3: Auswertung Monitor-Punkte

irrelevante Zusatzbelastung an Staubkonzentration PM_{10}

irrelevante Zusatzbelastung an Staubkonzentration $PM_{2,5}$

irrelevante Zusatzbelastung an Staubdeposition

Anlage 4: Prüfliste für die Immissionsprognose gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 [3]

PROJEKT-TITEL:

00



BEMERKUNGEN:

Übersichtslageplan mit Darstellung der berücksichtigten Immissionsorte

FIRMENNAME:

ZECH Umweltanalytik GmbH

MAßSTAB:

1:15.000

0  0,4 km

DATUM:

09.08.2022

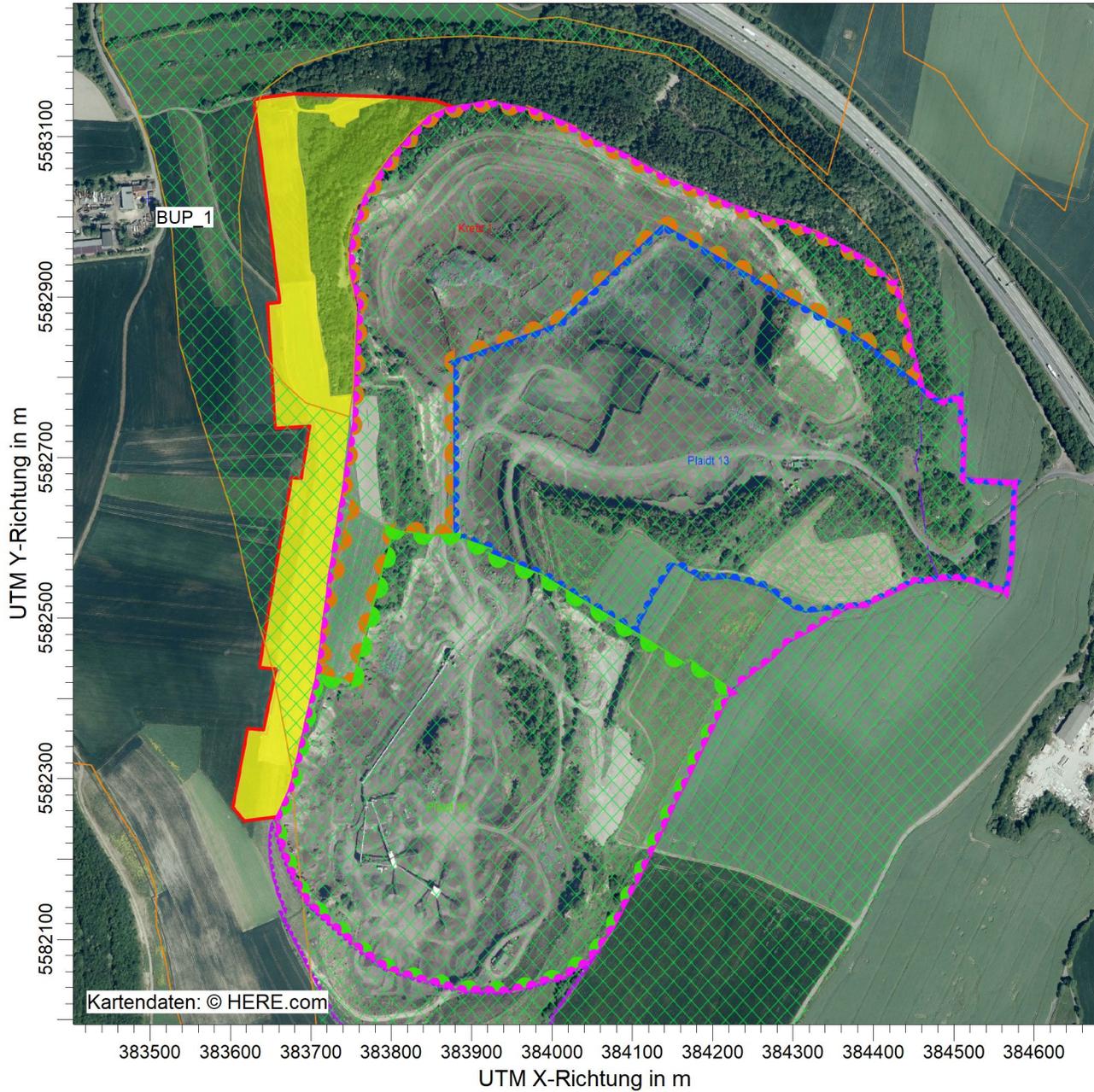
PROJEKT-NR.:

LS15847



PROJEKT-TITEL:

00



BEMERKUNGEN:

Übersichtslageplan mit
Darstellung der geplanten
Erweiterung (gelb)

FIRMENNAME:

ZECH Umweltanalytik GmbH

MAßSTAB:

1:8.000

0

0,2 km

DATUM:

09.08.2022

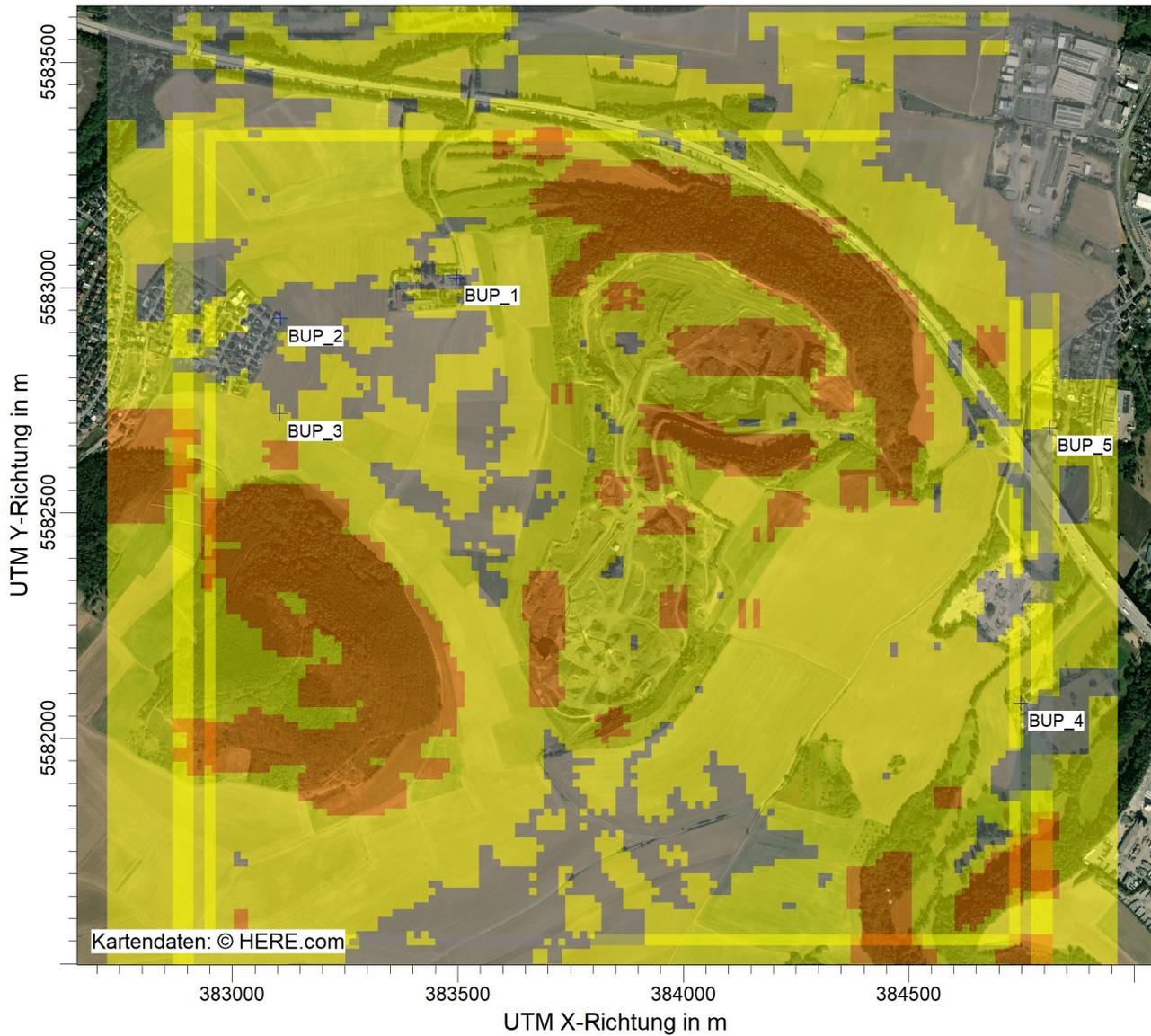
PROJEKT-NR.:

LS15847

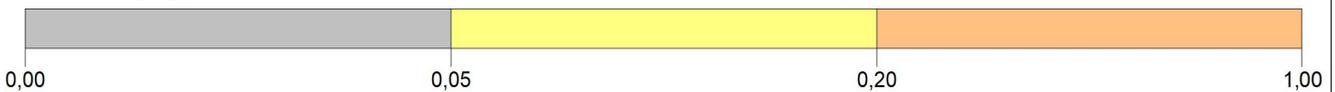


PROJEKT-TITEL:

00



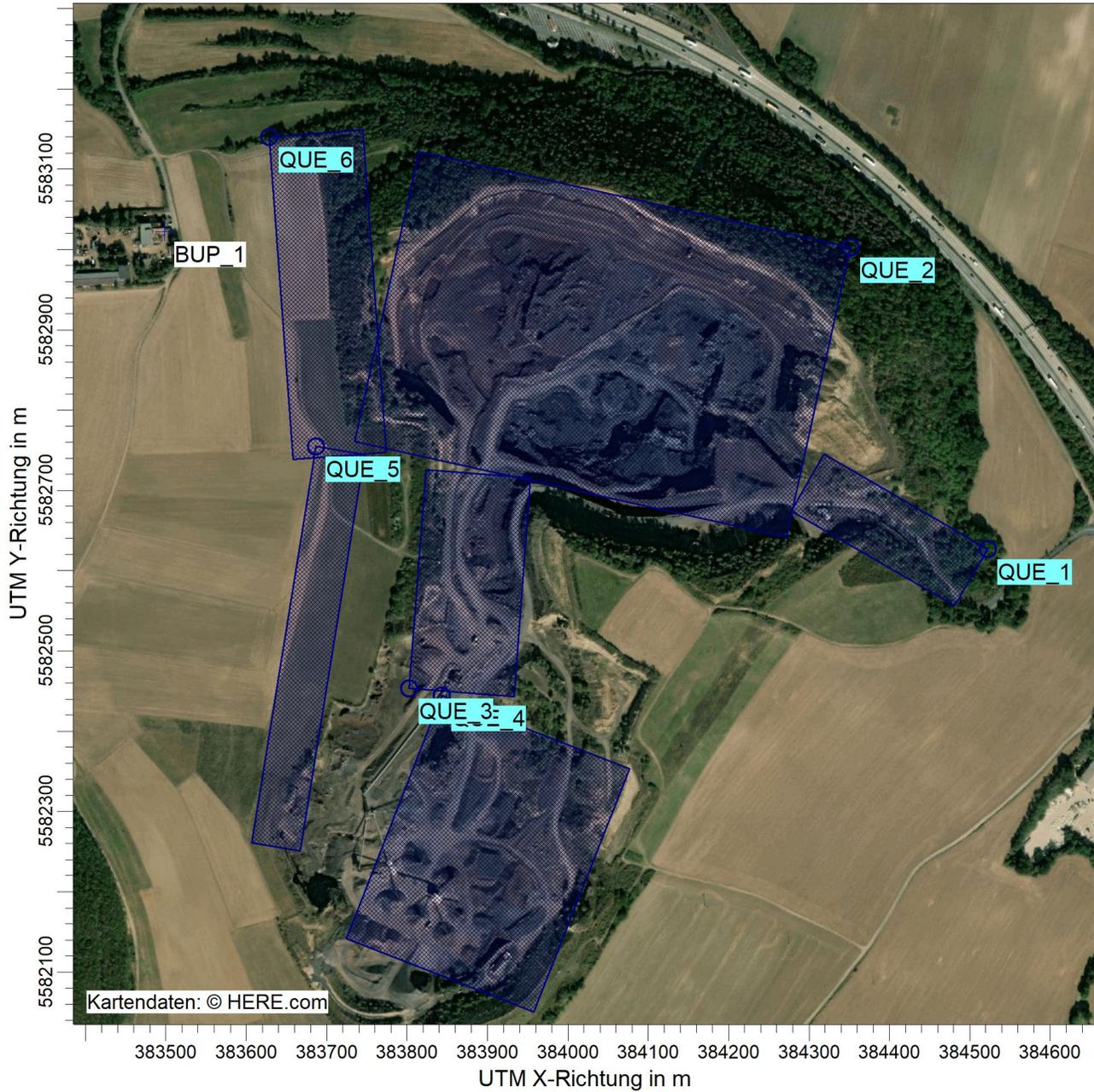
Geländesteigung (<0.05=22,6% / 0.05-0.2=61,6% / >0.2=15,8% Min=0,003 / Max=0,781)



BEMERKUNGEN: Übersichtslageplan mit Darstellung der Geländesteigung	FIRMENNAME: ZECH Umweltanalytik GmbH	
	MAßSTAB: 1:15.000 0 0,4 km	
	DATUM: 09.08.2022	PROJEKT-NR.: LS15847

PROJEKT-TITEL:

00



BEMERKUNGEN:

Emissionsquellenplan

FIRMENNAME:

ZECH Umweltanalytik GmbH

MAßSTAB:

1:8.000

0

0,2 km

DATUM:

09.08.2022

PROJEKT-NR.:

LS15847



Quellen-Parameter

Projekt: 00

Volumen-Quellen

Quelle ID	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Laenge X-Richtung [m]	Laenge Y-Richtung [m]	Laenge Z-Richtung [m]	Drehwinkel [Grad]	Emissionshoehe [m]	Austrittsgeschw. [m/s]	Zeitskala [s]
QUE_1	384522,51	5582626,88	235,44	81,84	0,00	149,9	2,00	0,00	0,00
QUE_2	384351,68	5583002,97	550,00	370,00	0,00	167,5	2,00	0,00	0,00
QUE_3	383802,74	5582453,21	130,63	273,06	0,00	355,7	2,00	0,00	0,00
QUE_4	383843,25	5582444,45	325,00	250,54	0,00	-111,4	5,00	0,00	0,00
QUE_5	383686,53	5582754,44	500,00	61,19	0,00	260,8	4,00	0,00	0,00
QUE_6	383628,37	5583140,32	402,89	116,63	0,00	274,2	4,00	0,00	0,00

Emissionen

Projekt: 00

Quelle: QUE_1

	PM	XX
Emissionszeit [h]:	5008	5008
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-u	0,000E+0 ? xx-1
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	8,779E+3	2,410E+2

Quelle: QUE_2

	PM	XX
Emissionszeit [h]:	5008	5008
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-u	0,000E+0 ? xx-1
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	4,889E+4	9,927E+2

Quelle: QUE_3

	PM	XX
Emissionszeit [h]:	5008	5008
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-u	0,000E+0 ? xx-1
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,519E+4	3,728E+2

Quelle: QUE_4

	PM	XX
Emissionszeit [h]:	5008	5008
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-u	0,000E+0 ? xx-1
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	8,819E+4	2,838E+2

Quelle: QUE_5

	PM	XX
Emissionszeit [h]:	5008	5008
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-u	0,000E+0 ? xx-1
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	7,091E+2	1,641E+1

Emissionen

Projekt: 00

Quelle: QUE_6

	PM	XX
Emissionszeit [h]:	5008	5008
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	0,000E+0 ? pm-1 ? pm-2 ? pm-u	0,000E+0 ? xx-1
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	7,091E+2	1,641E+1
Gesamt-Emission [kg oder MGE]:	1,625E+5	1,923E+3
Gesamtzeit [h]:	8749	

Variable Emissionen

Projekt: 00

Quellen: QUE_1 ()

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Betriebszeit	pm-1	5.008	4,957E-2	2,483E+2
Betriebszeit	pm-2	5.008	4,460E-1	2,234E+3
Betriebszeit	pm-u	5.008	1,257E+0	6,297E+3
Betriebszeit	xx-1	5.008	4,813E-2	2,410E+2

Quellen: QUE_2 ()

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Betriebszeit	pm-1	5.008	1,982E-1	9,927E+2
Betriebszeit	pm-2	5.008	2,334E+0	1,169E+4
Betriebszeit	pm-u	5.008	7,229E+0	3,620E+4
Betriebszeit	xx-1	5.008	1,982E-1	9,927E+2

Quellen: QUE_3 ()

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Betriebszeit	pm-1	5.008	7,445E-2	3,728E+2
Betriebszeit	pm-2	5.008	7,500E-1	3,756E+3
Betriebszeit	pm-u	5.008	2,209E+0	1,106E+4
Betriebszeit	xx-1	5.008	7,445E-2	3,728E+2

Variable Emissionen

Projekt: 00

Quellen: QUE_4 ()

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Betriebszeit	pm-1	5.008	5,666E-2	2,838E+2
Betriebszeit	pm-2	5.008	3,631E+0	1,819E+4
Betriebszeit	pm-u	5.008	1,392E+1	6,973E+4
Betriebszeit	xx-1	5.008	5,666E-2	2,838E+2

Quellen: QUE_5 ()

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Betriebszeit	pm-1	5.008	3,276E-3	1,641E+1
Betriebszeit	pm-2	5.008	3,463E-2	1,734E+2
Betriebszeit	pm-u	5.008	1,037E-1	5,192E+2
Betriebszeit	xx-1	5.008	3,276E-3	1,641E+1

Quellen: QUE_6 ()

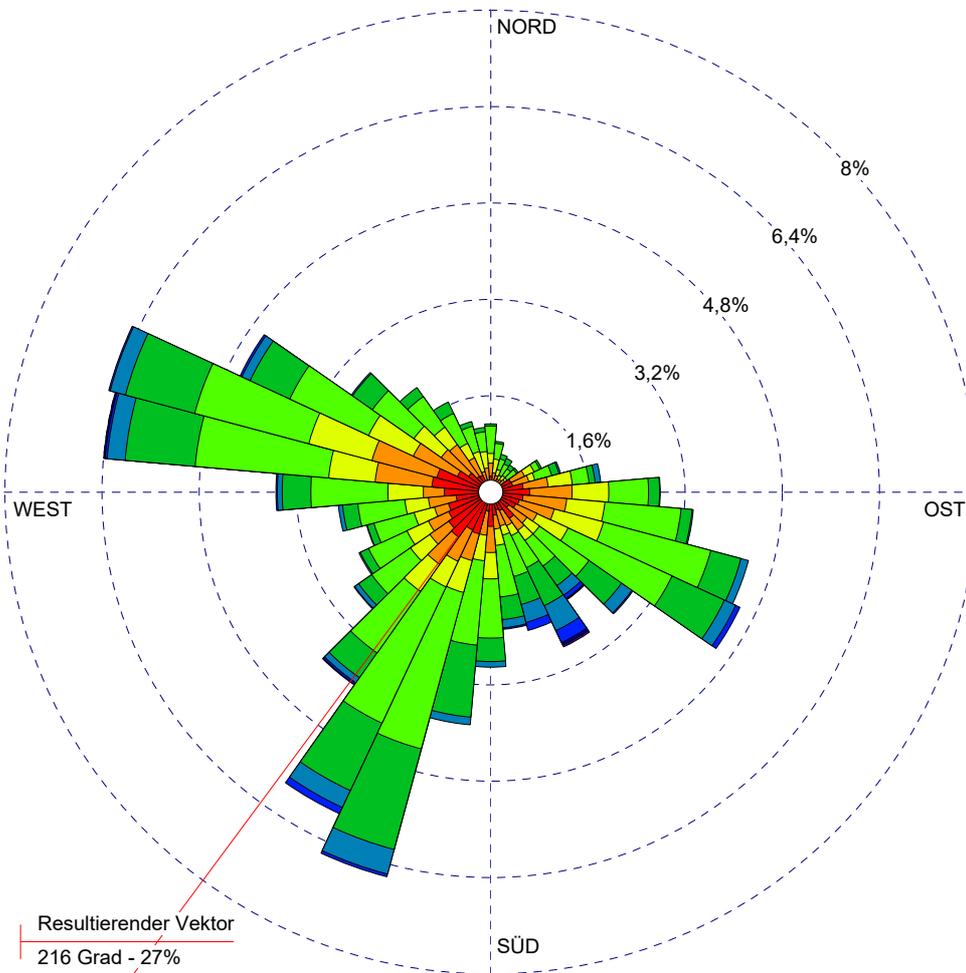
Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Betriebszeit	pm-1	5.008	3,276E-3	1,641E+1
Betriebszeit	pm-2	5.008	3,463E-2	1,734E+2
Betriebszeit	pm-u	5.008	1,037E-1	5,192E+2
Betriebszeit	xx-1	5.008	3,276E-3	1,641E+1

WINDROSEN-PLOT:

Stations-Nr.603

ANZEIGE:

**Windgeschwindigkeit
Windrichtung (aus Richtung)**



Windgeschw.
[m/s]

- > 10
- 8.5 - 10.0
- 7.0 - 8.4
- 5.5 - 6.9
- 3.9 - 5.4
- 2.4 - 3.8
- 1.9 - 2.3
- 1.4 - 1.8
- < 1.4

Windstille: 0,03%

Umfld. Wind: 0,62%

BEMERKUNGEN:

DATEN-ZEITRAUM:

**Start-Datum: 01.01.2009 - 00:00
End-Datum: 31.12.2009 - 23:00**

FIRMENNAME:

Zech Umweltanalytik GmbH

WINDSTILLE:

0,03%

GESAMTANZAHL:

8687 Std.

MITTLERE WINDGESCHWINDIGKEIT:

2,72 m/s

DATUM:

09.08.2022

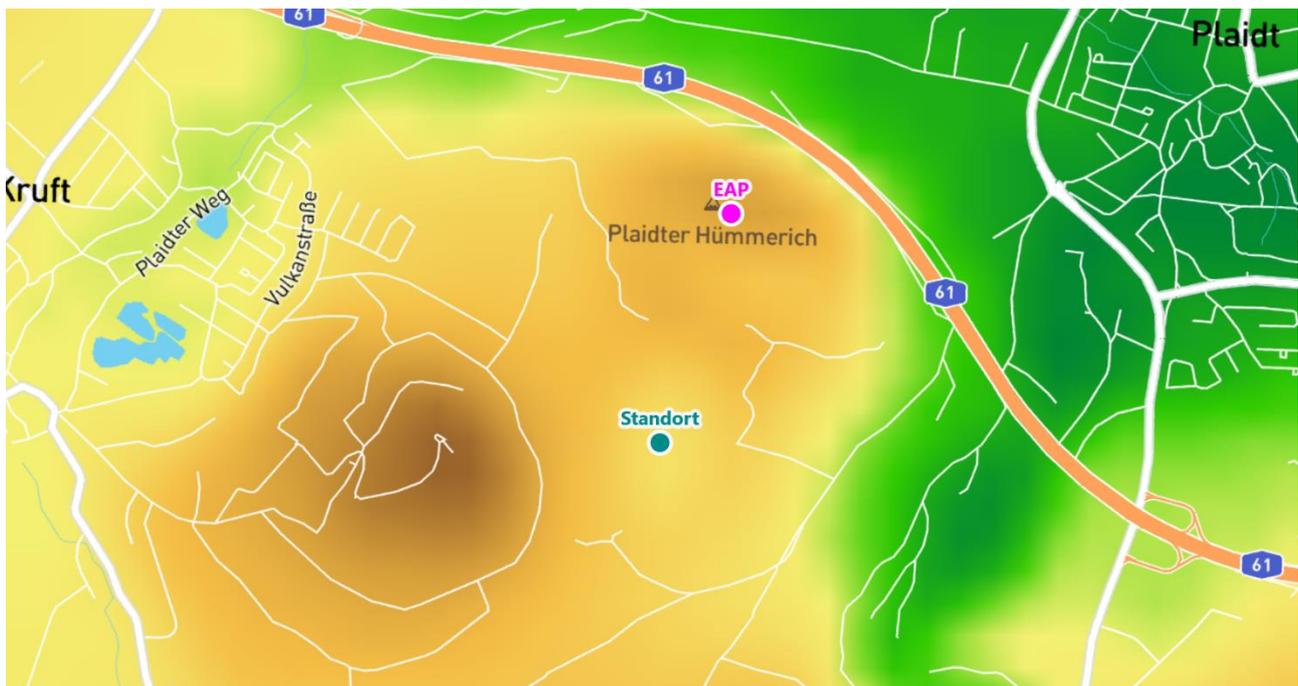
PROJEKT-NR.:

LS15847



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

an einem Anlagenstandort bei Plaidt



Auftraggeber:	ZECH Umweltanalytik GmbH Hessenweg 38 49809 Lingen (Ems)	Tel.: 0591 80016-71
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. Thomas Köhler Tel.: 037206 8929-44 Email: Thomas.Koehler@ifu-analytik.de	Dr. Ralf Petrich Tel.: 037206 8929-40 Email: Ralf.Petrich@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	DPR.20220301-01	
Ort, Datum:	Frankenberg, 8. März 2022	
Anzahl der Seiten:	57	
Anlagen:	-	



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

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

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
1 Aufgabenstellung.....	5
2 Beschreibung des Anlagenstandortes	6
2.1 Lage	6
2.2 Landnutzung.....	7
2.3 Orographie	9
3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition	11
3.1 Hintergrund.....	11
3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition	11
3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall	12
4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten	15
4.1 Allgemeine Betrachtungen.....	15
4.2 Meteorologische Datenbasis.....	15
4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort.....	19
4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen	23
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen.....	30
4.6 Auswahl der Bezugswindstation	31
5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation.....	32
6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres	35
6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums	35
6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde.....	39
6.3 Prüfung auf Plausibilität	43
7 Beschreibung der Datensätze.....	47
7.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge.....	47
7.1.1 Theoretische Grundlagen	47
7.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall.....	50
7.2 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse.....	51
7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe	52
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung	53
9 Zusammenfassung.....	54
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung.....	55
11 Schrifttum	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Ortschaft Plaidt in Rheinland-Pfalz.....	6
Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Plaidt	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 Büchel (Flugplatz) mit dem Erwartungswert	24
Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Nürnberg-Barweiler mit dem Erwartungswert	25
Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Bonn-Roleber mit dem Erwartungswert.....	26
Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Hahn mit dem Erwartungswert	27
Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Bad Marienberg mit dem Erwartungswert	28
Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Runkel-Ennerich mit dem Erwartungswert	29
Abbildung 19: Lage der ausgewählten Station.....	32
Abbildung 20: Luftbild mit der Umgebung der Messstation.....	33
Abbildung 21: Orographie um den Standort der Wetterstation.....	34
Abbildung 22: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung	36
Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	37
Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse	38
Abbildung 25: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum	40
Abbildung 26: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum.....	42
Abbildung 27: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	43
Abbildung 28: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	44
Abbildung 29: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	45
Abbildung 30: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum.....	46
Abbildung 31: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit.....	49
Abbildung 32: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Bonn-Roleber	51

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes	7
Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition.....	12
Tabelle 3: Zur Untersuchung verwendete Messstationen	17
Tabelle 4: Gegenüberstellung meteorologischer Kennwerte der betrachteten Messstationen mit den Erwartungswerten am Standort	23
Tabelle 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung	30
Tabelle 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung	31
Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen	31
Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation	33
Tabelle 9: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Bonn-Roleber	50
Tabelle 10: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Bonn-Roleber.....	52

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet bei der Ortschaft Plaidt, einer Ortsgemeinde im Landkreis Mayen-Koblenz in Rheinland-Pfalz.

Bei der in den Ausbreitungsrechnungen betrachteten Anlage handelt es sich um einen Steinbruch der Vereinigte Lavawerke GmbH & Co. KG in Plaidt. Die Quellhöhen sind bodennah. Alle Quellen befinden sich direkt im Steinbruch, wobei sich der Hauptteil der Emissionen im südlichen Bereich konzentriert.

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 Plaidt in Rheinland-Pfalz. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

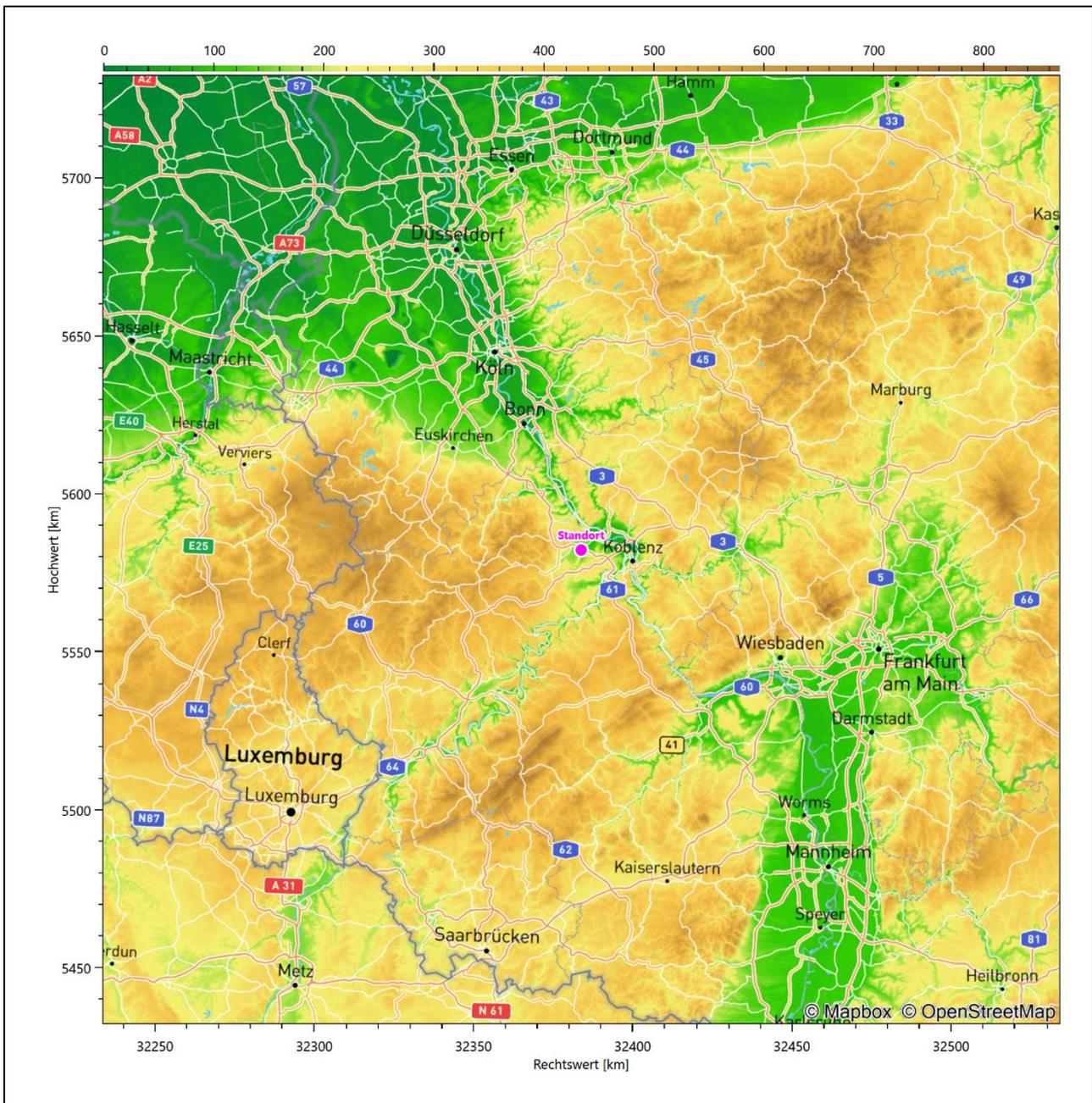


Abbildung 1: Lage der Ortschaft Plaidt in Rheinland-Pfalz

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

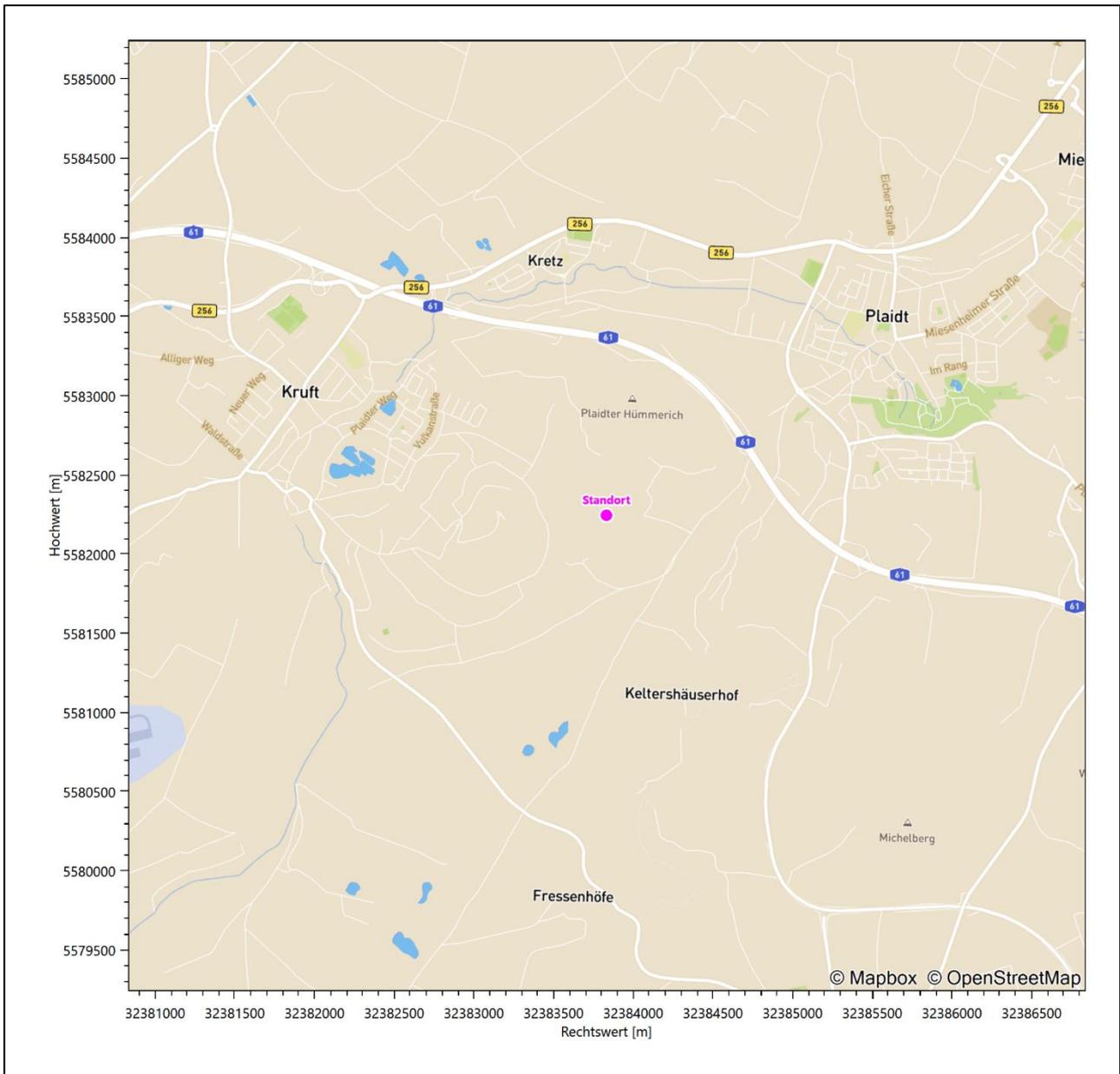


Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Plaidt

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Anlagenstandortes angegeben.

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes

RW	32383832
HW	5582245

2.2 Landnutzung

Der Standort selbst liegt am südwestlichen Rand der Ortsgemeinde Plaidt, außerhalb der Wohnbebauung, auf dem Gelände eines Steinbruchs. Die Umgebung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Unterschiedlich dicht bebaute Siedlungsgebiete wechseln sich mit kleineren bewaldeten Arealen

(z.B. entlang der Nette, Vulkanpark, Nettepark), landwirtschaftlichen Flächen, Wasserflächen (Nette) und einer leicht verdichteten Verkehrswegeinfrastruktur ab.

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

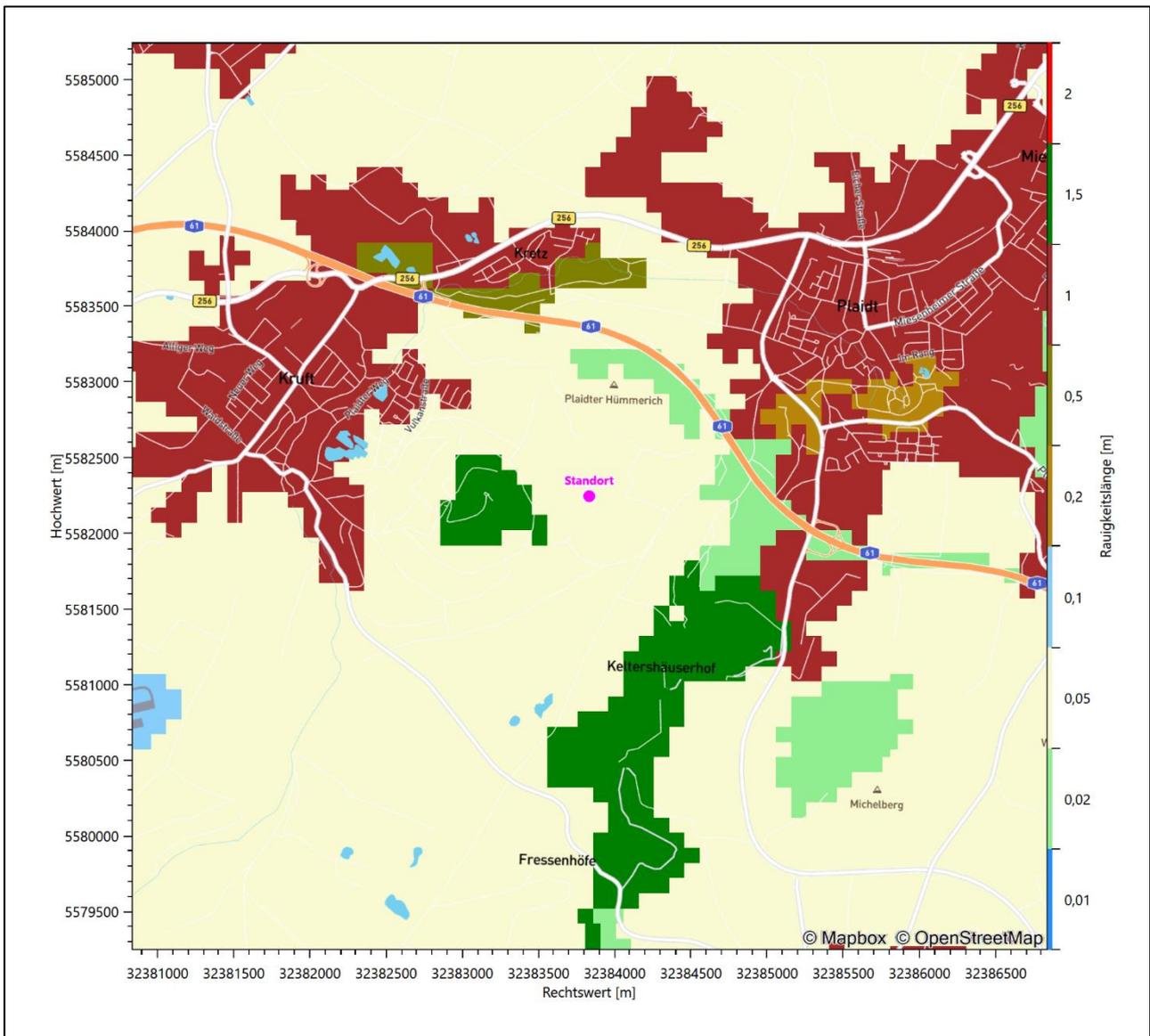


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

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

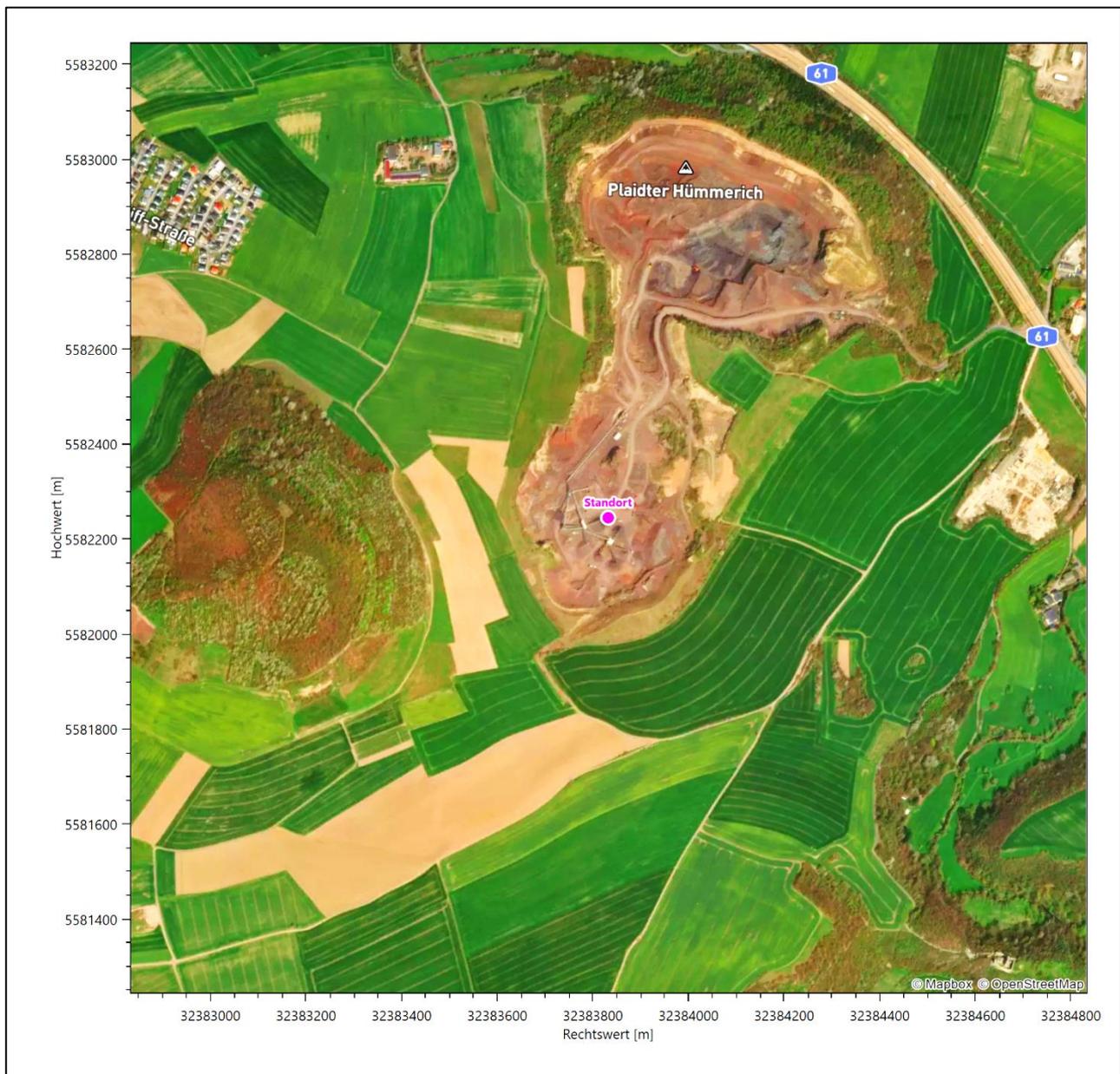


Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung des Standortes

2.3 Orographie

Der Standort liegt auf einer Höhe von etwa 157 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch moderat gegliedert. Naturräumlich liegt Plaidt im *Mittelrheinischen Becken*. Dies ist ein 30 km langes und 15 km breites, SW-NO-streichendes und verbreitet von jungvulkanischen Bildungen erfülltes Einbruchbecken im Schiefergebirge, mit sehr unebenem, zwischen 60 und 400 m über NHN gelegenen Beckenboden, der im Nordosten vom Rhein in einer weiten Talebene durchflossen und im Südosten vom steilhängigen Tal der unteren Mosel begrenzt wird. Die vulkanischen Gesteine, insbesondere in der östlichen Hälfte der Landschaft (auch hier am Standort), werden stellenweise abgebaut. Die Landschaft besteht im Wesentlichen aus zwei Untereinheiten, dem Neuwieder Beckenrand auf der östlichen Rheinseite und dem auf der anderen Rheinseite als Hauptteil

der Landschaft liegenden Maifeld-Pellenzer Hügelland. Hierzu gehört auch der Standort des Steinbruchs. Das Maifeld-Pellenzer Hügelland ist sehr unterschiedlich ausgestattet mit Differenzen in den Scheitelhöhen von über 200 m, hügeligem Gelände sowie ebenen bis welligen Plateaus und Terrassenflächen, Talgründen und Senken. Der größte Teil der Landschaft ist Offenland, das von Ackerflächen dominiert wird. Waldbereiche gibt es nur noch sehr wenige.

Die Nette, ein orografisch linker Nebenfluss des Rheins, durchfließt das Gemeindegebiet von Plaidt. Sie fließt 1 km ost-südöstlich des Standortes auf einem Niveau von 108 m über NHN. Nur ungefähr 750 m westlich des Standortes erhebt sich der Korretsberg (295 m über NHN) über dem Steinbruch.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

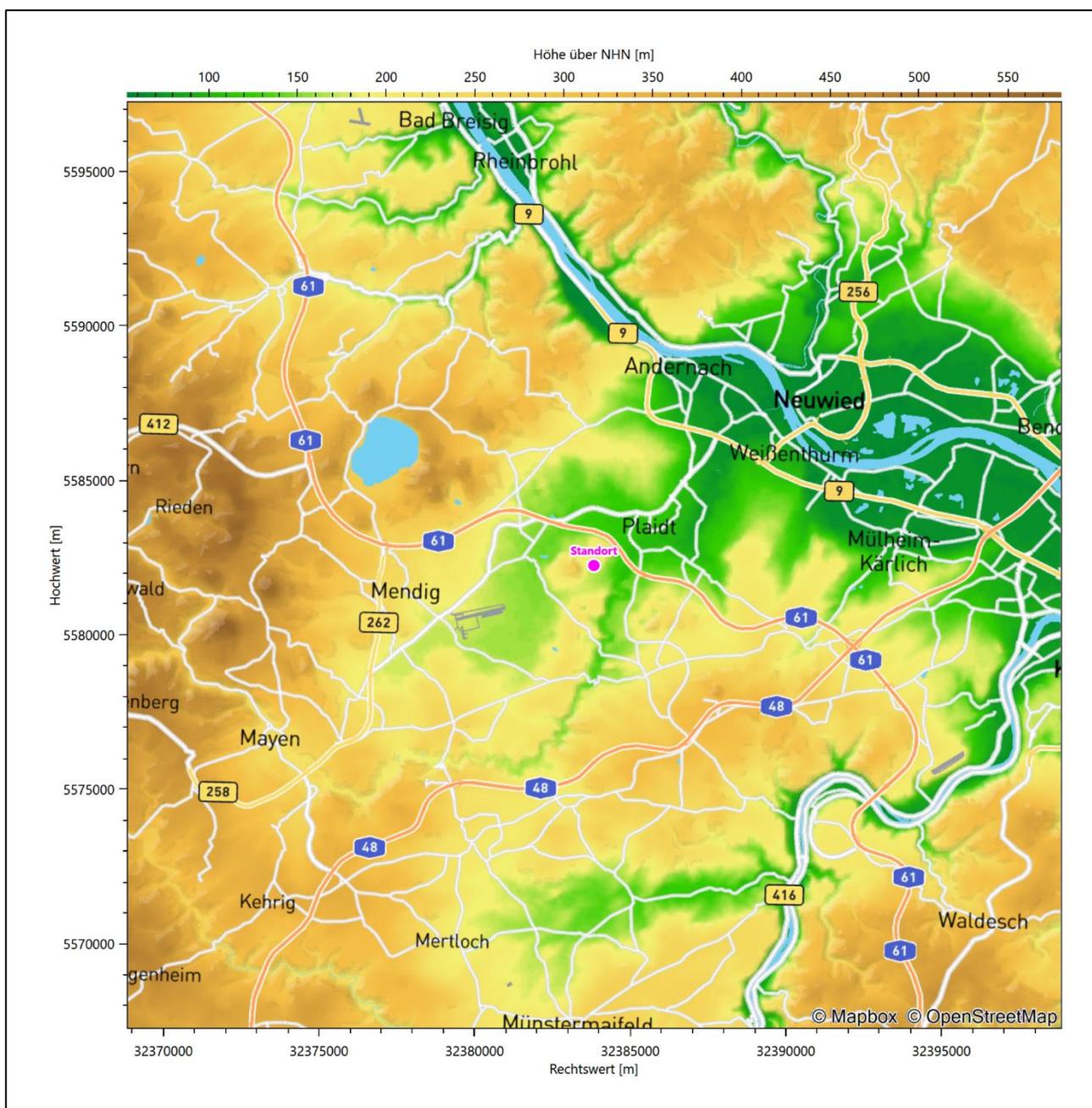


Abbildung 5: Orographie um den Standort

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 0,44 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von 0,94 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 740 m nördlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: UTM-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	32384050
HW	5582950

Für diese Position erfolgt im Folgenden die Prüfung der Übertragbarkeit der meteorologischen Daten. Dabei ist zu beachten, dass die ehemalige Kuppe (Plaidter Hümmerich), auf der die EAP verortet ist, inzwischen abgetragen wurde. Jedoch ist im derzeit verwendeten Geländemodell diese Kuppe noch vorzufinden (siehe Abbildung 7) und auch die Ausbreitungsrechnung sieht diese Position als Kuppe. Sollte ein Geländemodell verwendet werden, das die Kuppenlage nicht mehr abbildet, sollte stattdessen der Gipfel des westlich vom Standort gelegenen Vulkankegels als EAP verwendet werden.

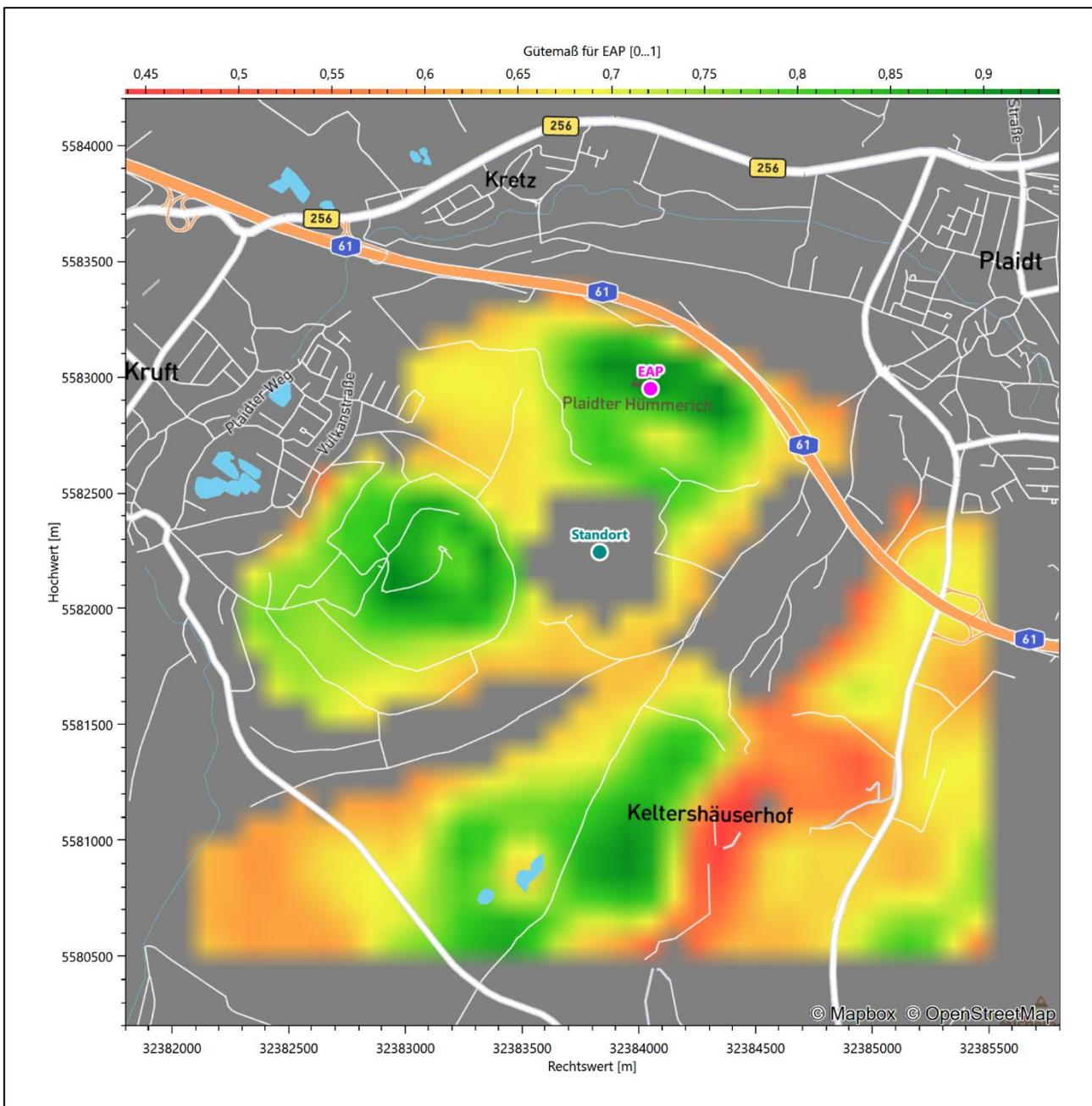


Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Die zweidimensionale Darstellung bezieht sich lediglich auf die ausgewertete Modellebene im Bereich von 10,5 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.

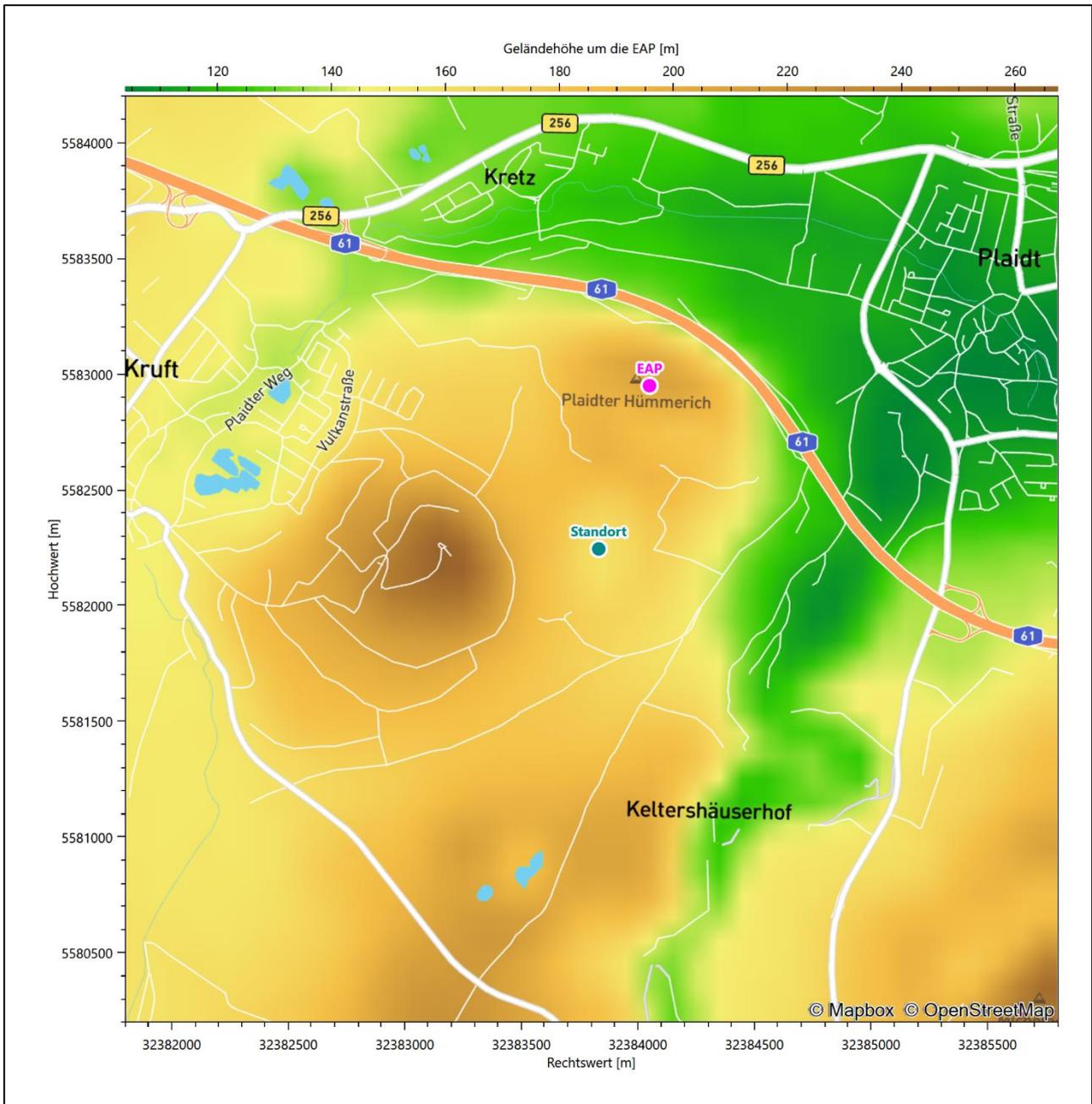


Abbildung 7: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort

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 Rheinland-Pfalz 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.

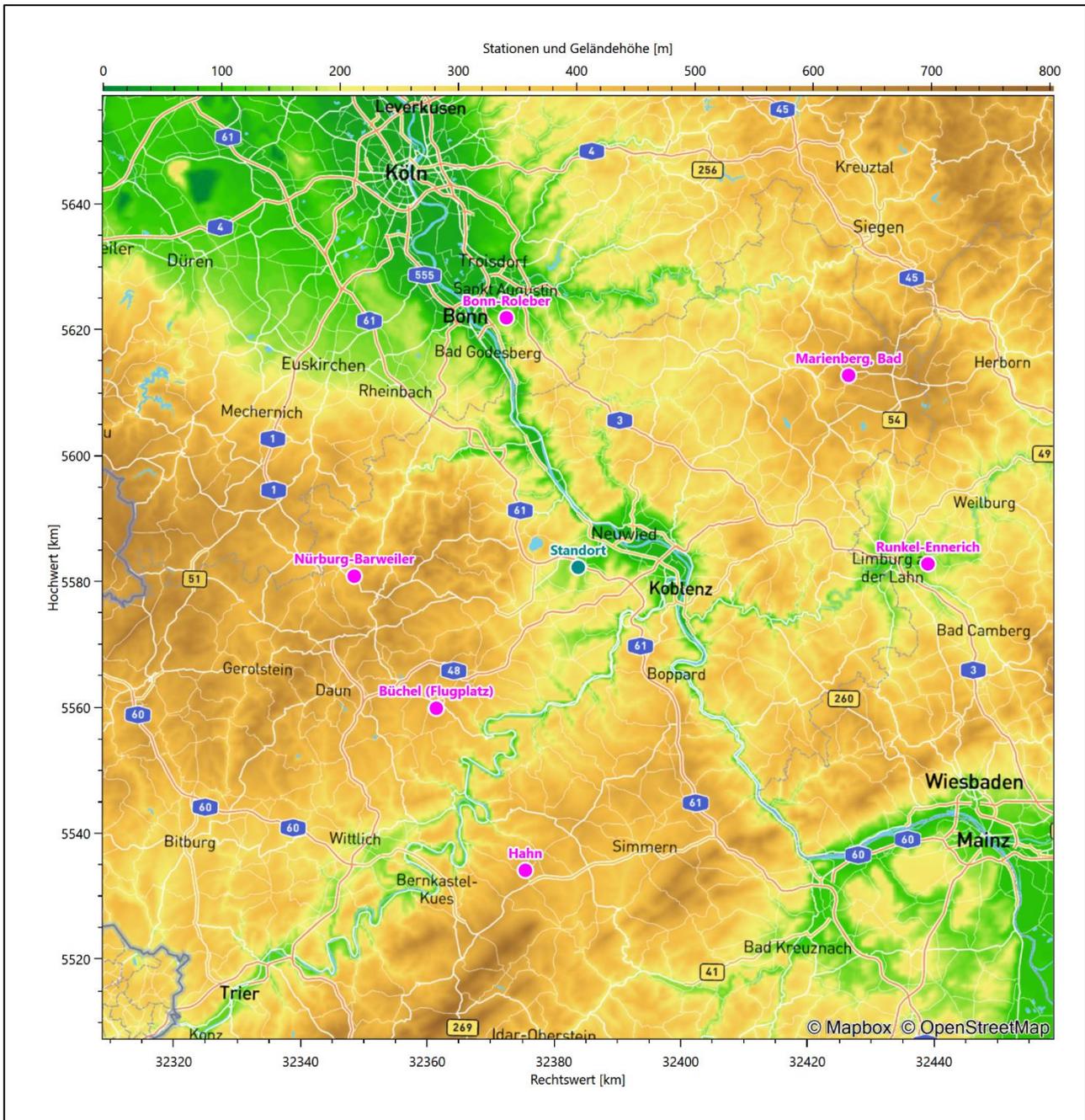


Abbildung 8: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

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
Büchel (Flugplatz)	766	32	10,0	7,0595	50,1746	477	02.03.2007	01.01.2016
Nürnberg-Barweiler	3660	35	12,0	6,8697	50,3601	485	02.03.2007	01.01.2016
Bonn-Roleber	603	41	12,0	7,1931	50,7349	159	02.03.2007	01.01.2016
Hahn	5871	49	10,0	7,2645	49,9462	497	02.03.2007	01.01.2016
Bad Marienberg	3167	52	12,0	7,9602	50,6620	547	02.03.2007	01.01.2016
Runkel-Ennerich	6344	55	10,0	8,1423	50,3940	168	26.11.2010	01.01.2016

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

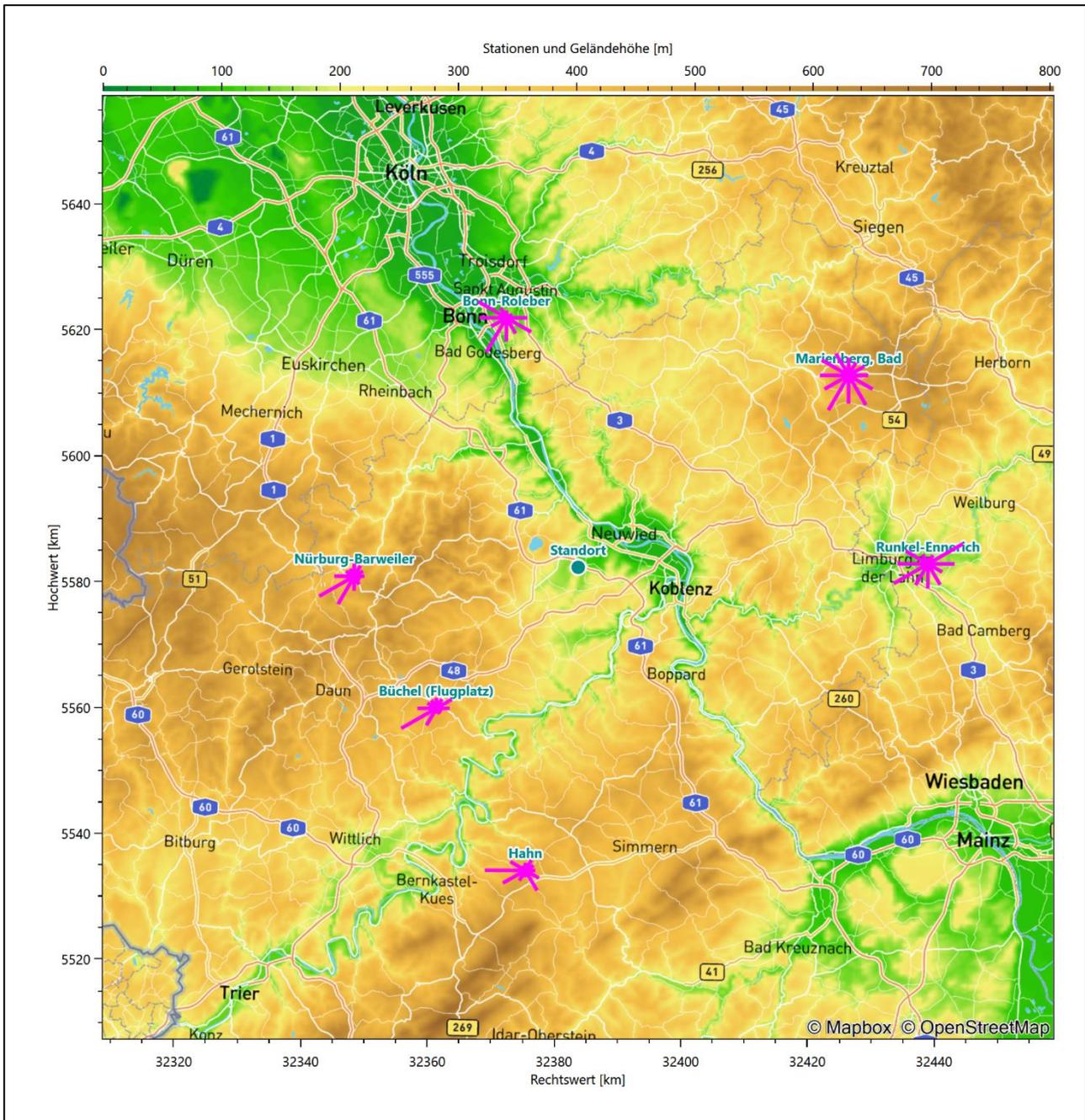


Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

Die Richtungsverteilungen der sechs Bezugswindstationen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Büchel (Flugplatz) folgt weitgehend dem großräumig vorherrschenden Höhenwind mit einer dominanten südwestlichen Hauptwindrichtung und einem der Hauptwindrichtung ungefähr gegenüberliegenden Nebenmaximum vergleichsweise geringer Intensität. Büchel liegt in Hochlagen der Eifel und ist deswegen kaum beeinflusst von lokalen Kanalisierungseffekten.

Nürburg-Barweiler folgt weitgehend dem großräumig vorherrschenden Höhenwind mit einer dominanten südwestlichen Hauptwindrichtung und einem der Hauptwindrichtung ungefähr gegenüberliegenden Nebenmaximum vergleichsweise geringer Intensität. Nürburg-Barweiler liegt in Hochlagen der Eifel und ist deswegen kaum beeinflusst von regionalen und lokalen Kanalisierungseffekten.

Die rechtsseitig oberhalb des Rheintals stehende Station Bonn-Roleber zeigt zum einen das typische südwestliche Hauptmaximum, scharf ausgebildet. Das nordöstliche Nebenmaximum aber fehlt, stattdessen finden sich starke Nebenmaxima aus Nordwest und Südost, der Verteilung ist eine Nordwest-Südost-Achse überlagert.

Die Station Hahn hat ihr Hauptmaximum bei 270° aus West und folgt einer Achse nach Ost, wo dann ein auffälliger „Knick“ zu einem moderaten Nebenmaximum aus Südosten sichtbar wird.

Die auf den Höhenlagen des Westerwaldes gelegene Station Bad Marienberg hat ihr Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwest. Zwei ungefähr gleich intensive und jeweils breiter streuende Nebenmaxima sind aus Nordwest und Südost vorzufinden. Die der dominierenden Südwestanströmung überlagerte schwache Kanalisierung resultiert wahrscheinlich aus dem sich nach Nordwesten hin öffnenden Tal.

Runkel-Ennerich hat sein formales Hauptmaximum aus 60° und direkt gegenüber ein dominantes primäres Nebenmaximum aus 240°. Während das Hauptmaximum sehr scharf definiert ist, weist das Nebenmaximum höhere Richtungsbeiträge auch noch bis 300° auf. Minima bei 360° und 120° verleihen der Verteilung eine Art „Taillierung“.

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 2) wurde hier eine örtlich variable Rauigkeitslänge angesetzt, um die veränderliche Landnutzung im großen Rechengebiet möglichst realistisch zu modellieren. Die folgende Abbildung zeigt die orts aufgelösten Windrichtungsverteilungen, die für das Untersuchungsgebiet ermittelt wurden.

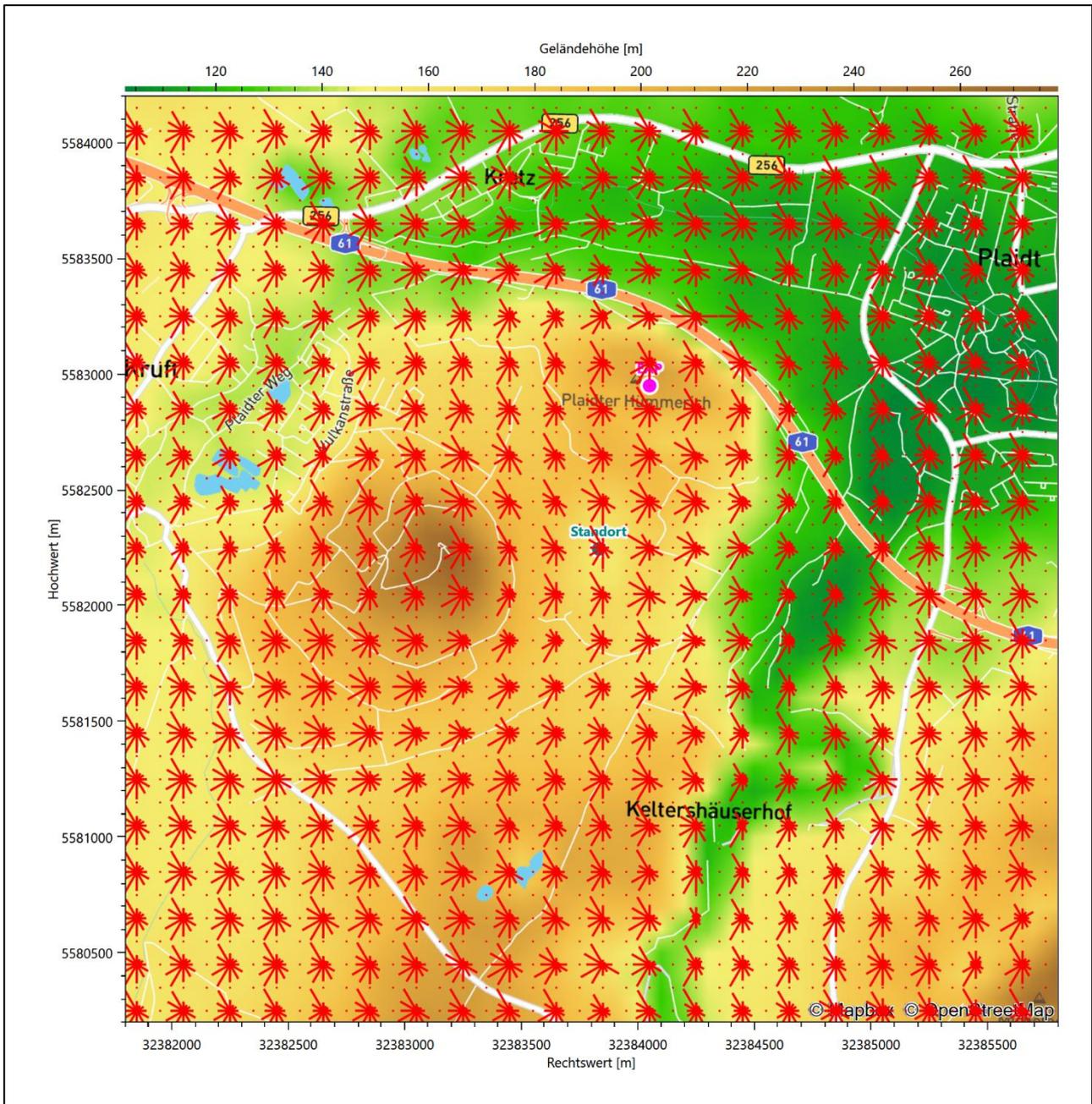


Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet

Mit den modellierten Windfeldern wurden die erwarteten Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen an der Ersatzanemometerposition in einer Höhe von 10,5 m berechnet. Die Verteilungen sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

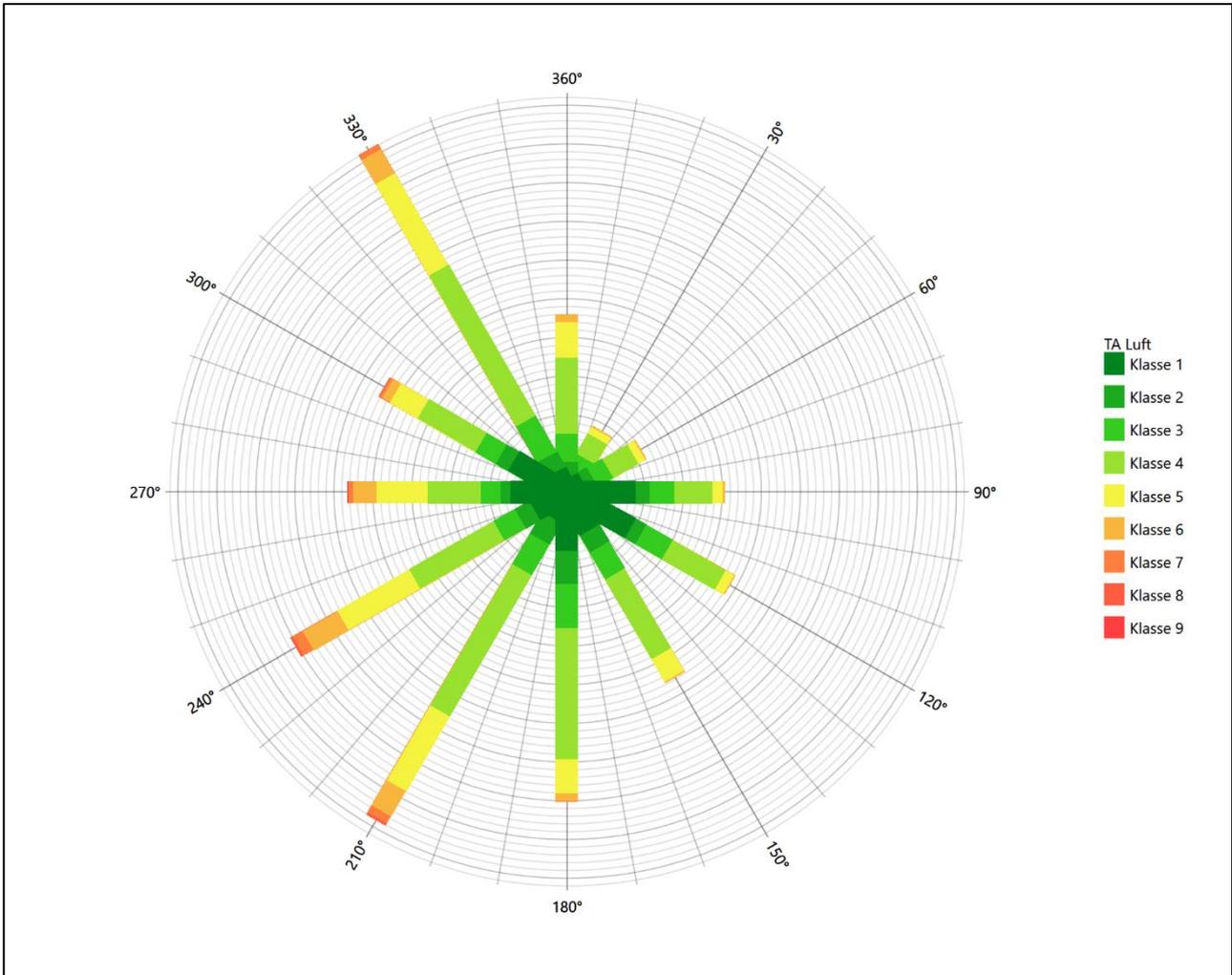


Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition

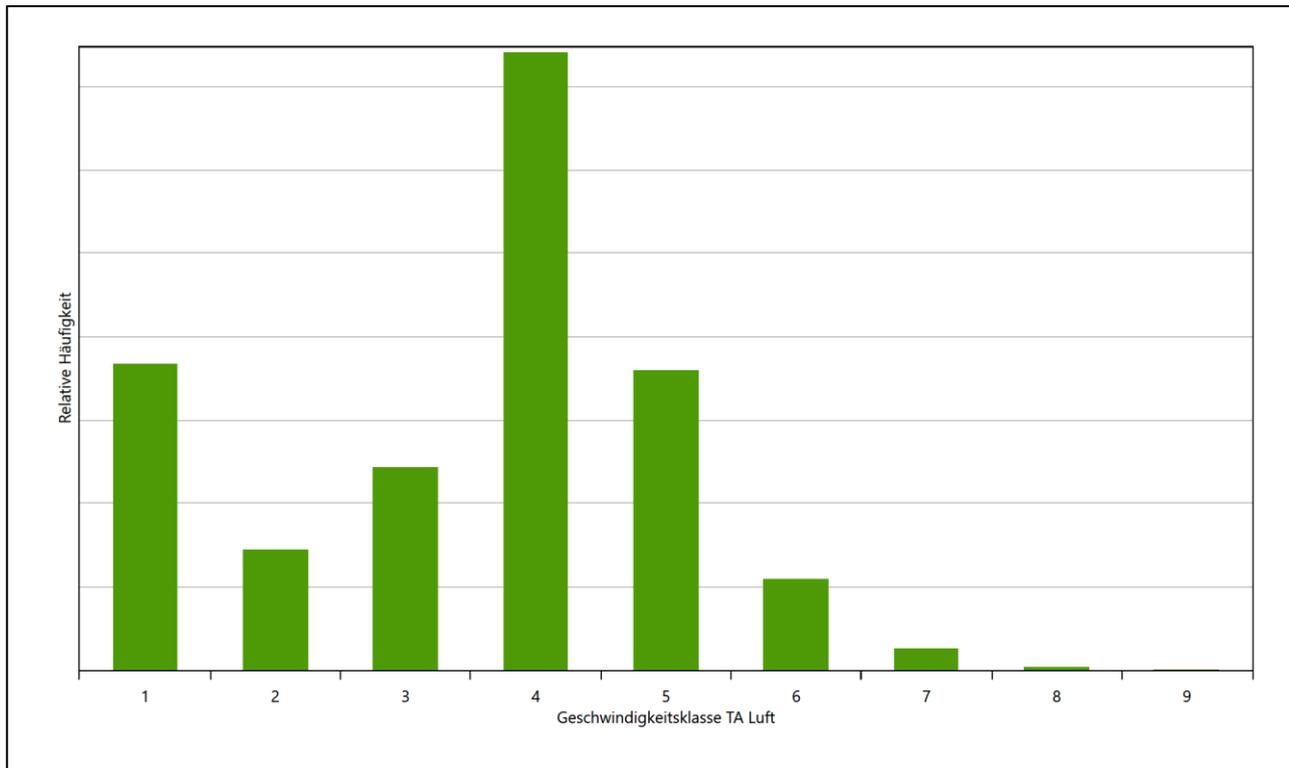


Abbildung 12: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition

Als Durchschnittsgeschwindigkeit ergibt sich der Wert 2,91 m/s.

Für das Gebiet um die EAP wurde in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] eine aerodynamisch wirkungsvolle Rauigkeitslänge ermittelt. Dabei wurde die Rauigkeit für die in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 (Tabelle 3) tabellierten Werte anhand der Flächennutzung sektorenweise in Entfernungsabständen von 100 m bis zu einer Maximalentfernung von 3000 m bestimmt und mit der Windrichtungshäufigkeit für diesen Sektor (10° Breite) gewichtet gemittelt. Dabei ergab sich ein Wert von 0,08 m.

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

Um die Windgeschwindigkeiten für die EAP und die betrachteten Bezugswindstationen vergleichen zu können, sind diese auf eine einheitliche Höhe über Grund und eine einheitliche Bodenrauigkeit umzurechnen. Dies geschieht mit einem Algorithmus, der in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] veröffentlicht wurde. Als einheitliche Rauigkeitslänge bietet sich der tatsächliche Wert im Umfeld der EAP an, hier 0,08 m. Als einheitliche Referenzhöhe sollte nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] ein Wert Anwendung finden, der weit genug über Grund und über der Verdrängungshöhe (im Allgemeinen das Sechsfache der Bodenrauigkeit) liegt. Hier wurde ein Wert von 10,5 m verwendet.

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

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

Station	Richtungsmaximum [°]	mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	Schwachwindhäufigkeit [%]	Rauigkeitslänge [m]
EAP	330	2,91	13,1	0,083
Büchel (Flugplatz)	240	3,65	0,9	0,097
Nürburg-Barweiler	240	3,64	3,5	0,239
Bonn-Roleber	210	2,98	6,5	0,234
Hahn	270	3,79	2,2	0,046
Bad Marienberg	210	4,04	1,3	0,321
Runkel-Ennerich	60	3,48	10,2	0,322

Die Lage des Richtungsmaximums ergibt sich aus der graphischen Darstellung. Für die mittlere Windgeschwindigkeit wurden die Messwerte der Stationen von der tatsächlichen Geberhöhe auf eine einheitliche Geberhöhe von 10,5 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 0,08 m umgerechnet. Auch die Modellrechnung für die EAP bezog sich auf diese Höhe. Die Schwachwindhäufigkeit ergibt sich aus der Anzahl von (höhenkorrigierten bzw. berechneten) Geschwindigkeitswerten kleiner oder gleich 1,0 m/s.

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

4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen

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

Für die EAP liegt formal das Windrichtungsmaximum bei 330° aus Nord-Nordwesten. Ein dominantes Nebenmaximum zeichnet sich aus süd-südwestlicher Richtung ab. Im Rahmen einer Fehlerbetrachtung der hier verwendeten Methoden sind beide Maxima als gleichwertig zu betrachten, die Bedeutungsreihenfolge kann getauscht werden. Minimale Richtungsintensitäten werden im nordöstlichen Quadranten erwartet. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

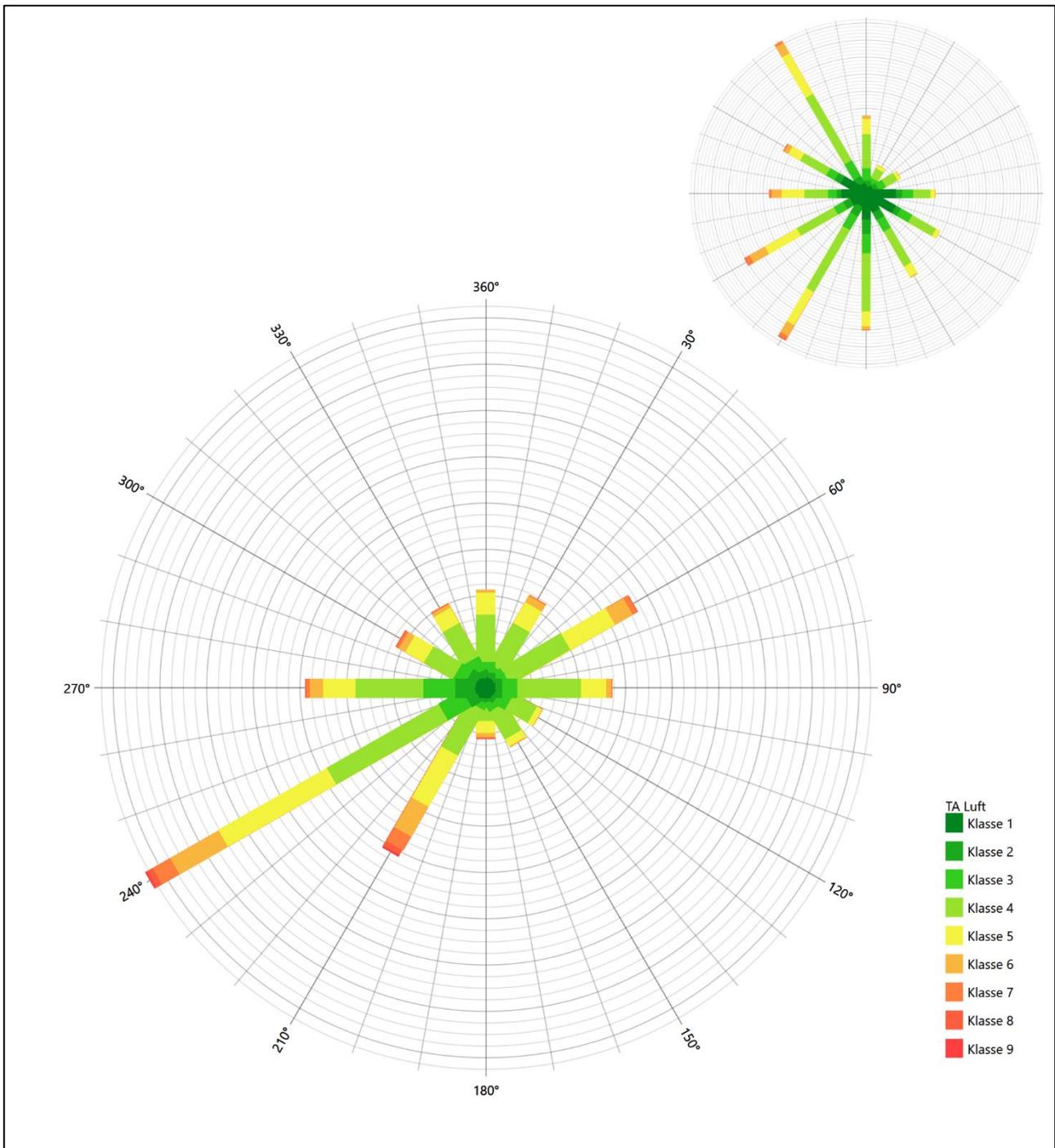


Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Büchel (Flugplatz) mit dem Erwartungswert

Die Station Büchel (Flugplatz) hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zum Erwartungswert an der EAP. Ein intensives Nebenmaximum aus Nordwesten fehlt ganz, der südöstliche Quadrant ist deutlich unterschätzt. Die Verteilung dieser Station gibt den Anströmungscharakter an der EAP nicht ansatzweise wieder. Büchel kann nicht übertragen werden.

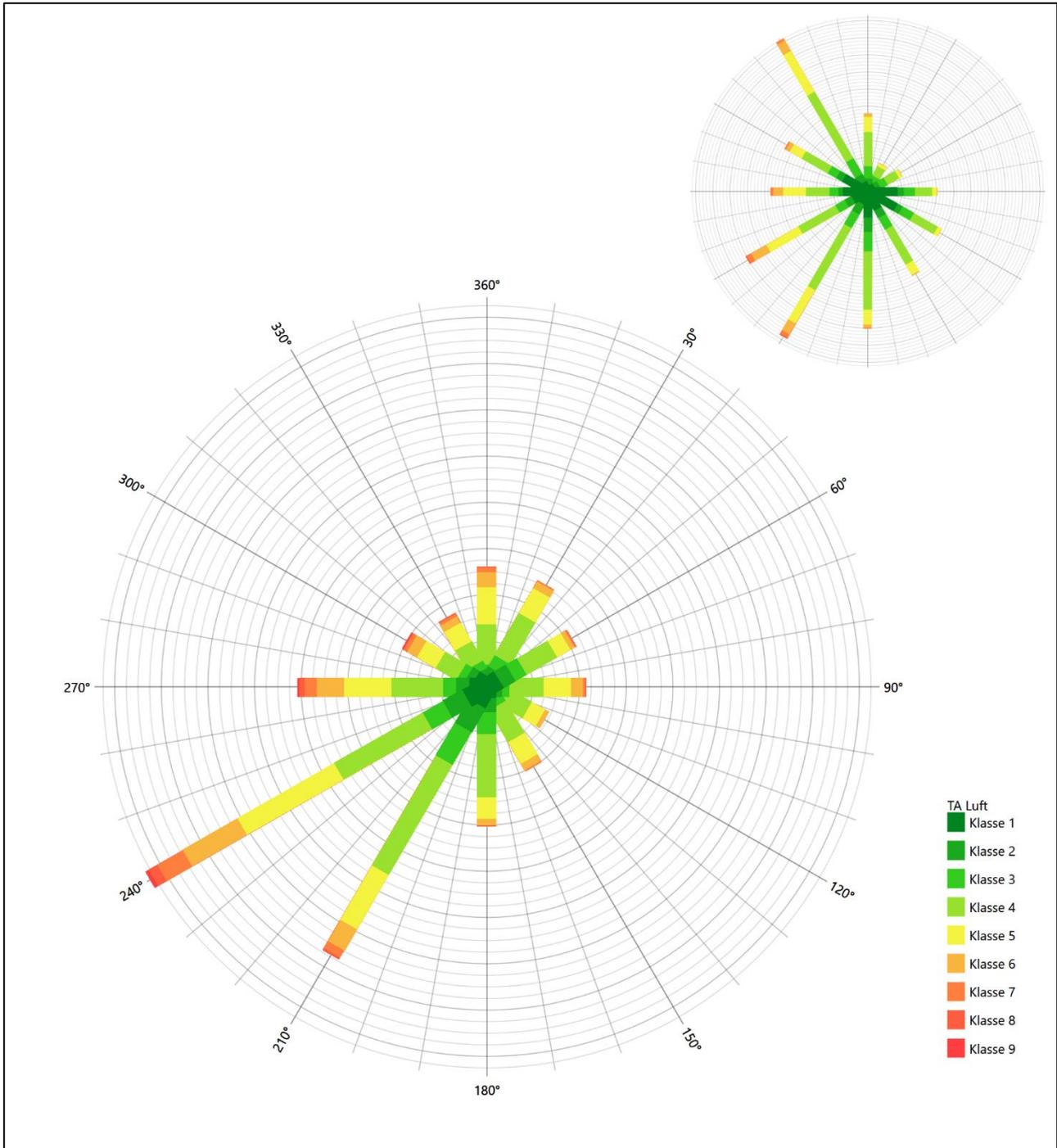


Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Nürburg-Barweiler mit dem Erwartungswert

Nürburg-Barweiler hat das formale Hauptmaximum bei 240° im West-Südwesten noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zum süd-südwestlichen Maximum im Erwartungswert an der EAP. Obwohl der Anströmungsteil im südwestlichen Quadranten wiedergegeben wird, fehlt ein dominantes Maximum im Nordwesten völlig. Hier werden sogar minimale Richtungskomponenten verzeichnet. Damit wird die EAP-Anströmung nur unvollständig beschrieben – die Station ist zur Übertragung ungeeignet.

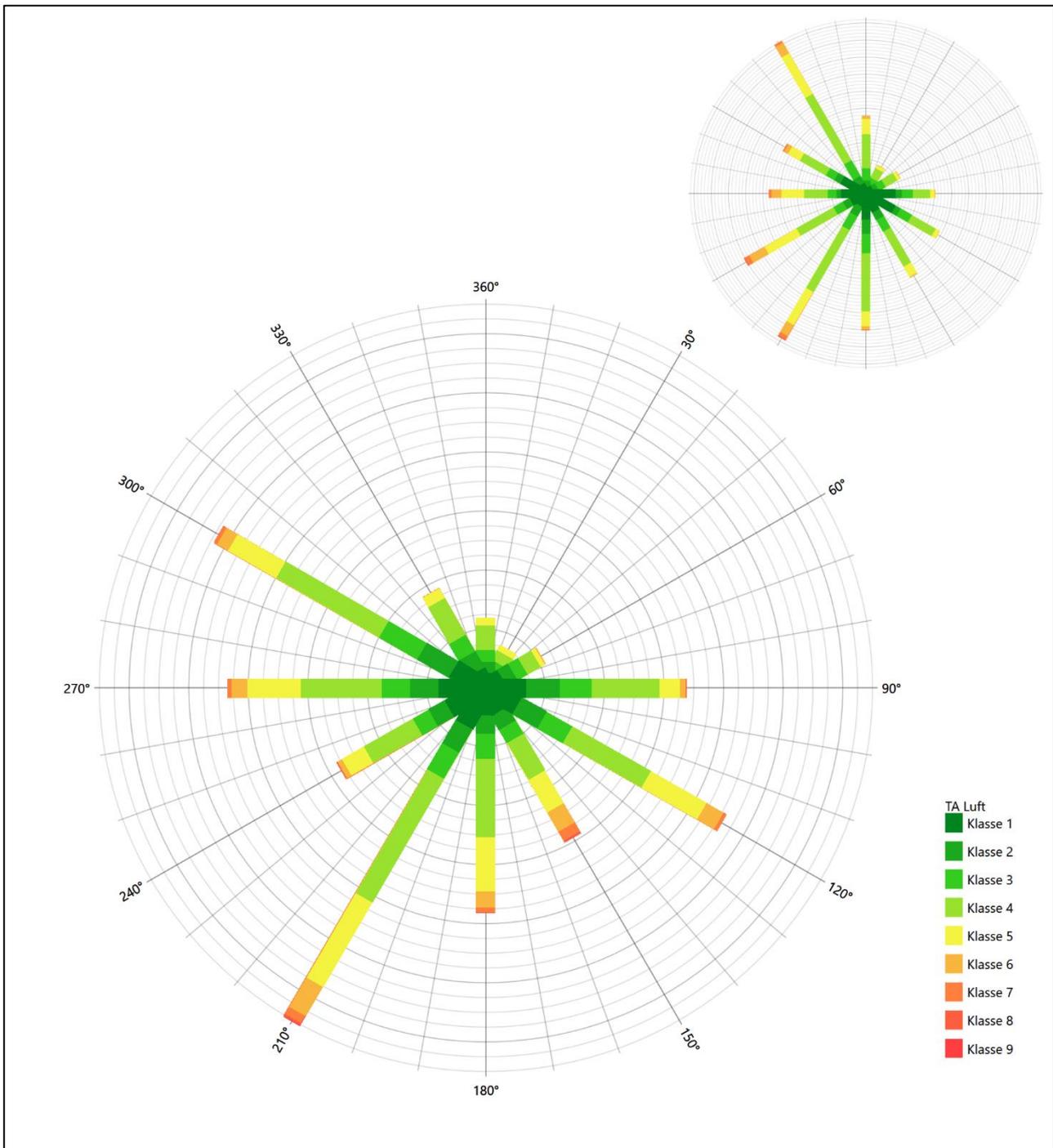


Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Bonn-Roleber mit dem Erwartungswert

Die Station Bonn-Roleber hat das formale Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwesten genau auf dem süd-südwestlichen Maximum im Erwartungswert an der EAP. Das primäre Nebenmaximum aus West-Nordwesten liegt noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zur EAP. Wie erwartet, ist der nordöstliche Quadrant der schwächste. Die Station ist mindestens ausreichend zur Übertragung geeignet.

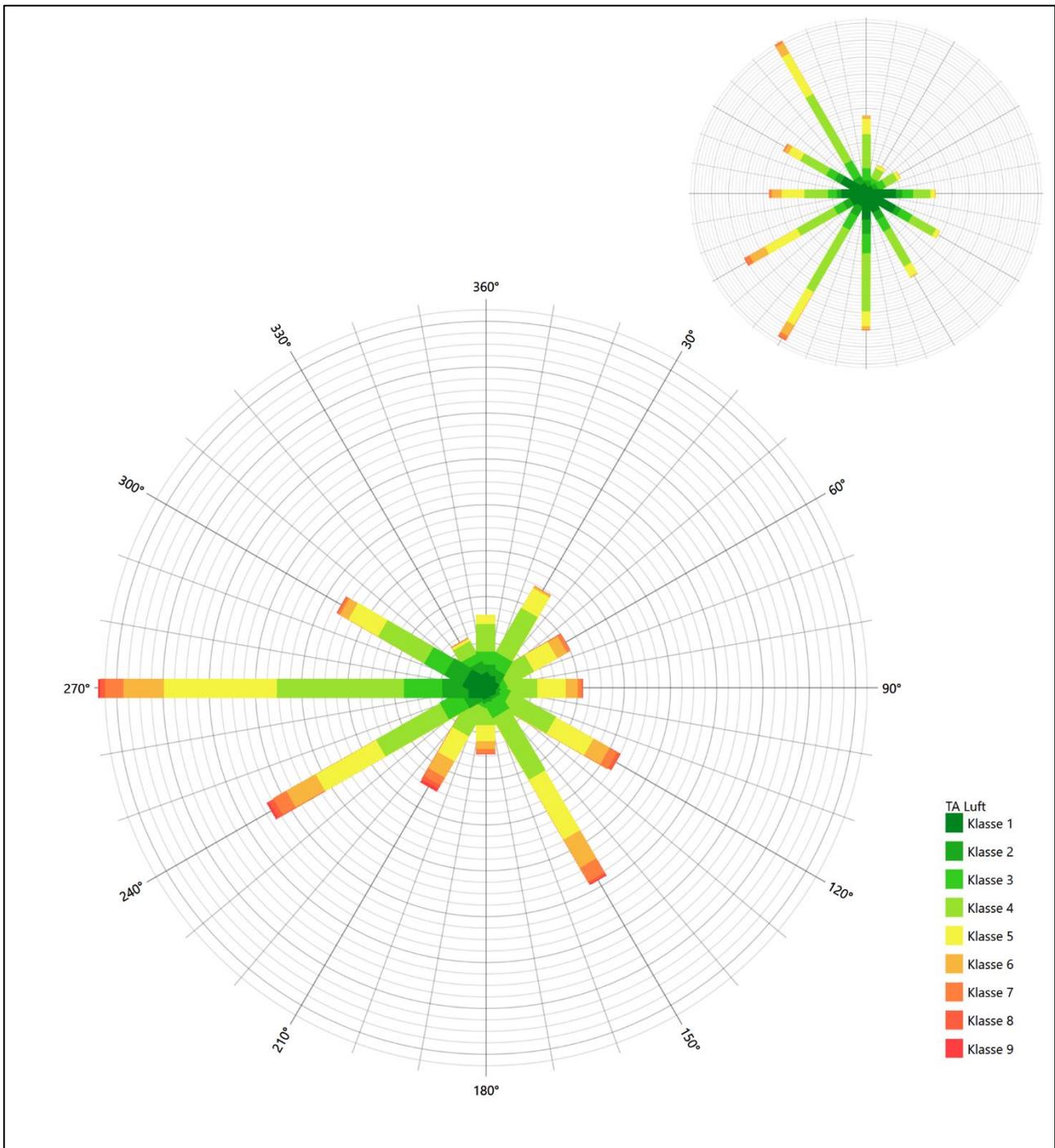


Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Hahn mit dem Erwartungswert

Die Station Hahn hat das formale Hauptmaximum bei 270° aus Westen nicht mehr in benachbarten 30°-Richtungssektoren zu beiden Maxima im Erwartungswert an der EAP. Diese Station ist nicht übertragbar.

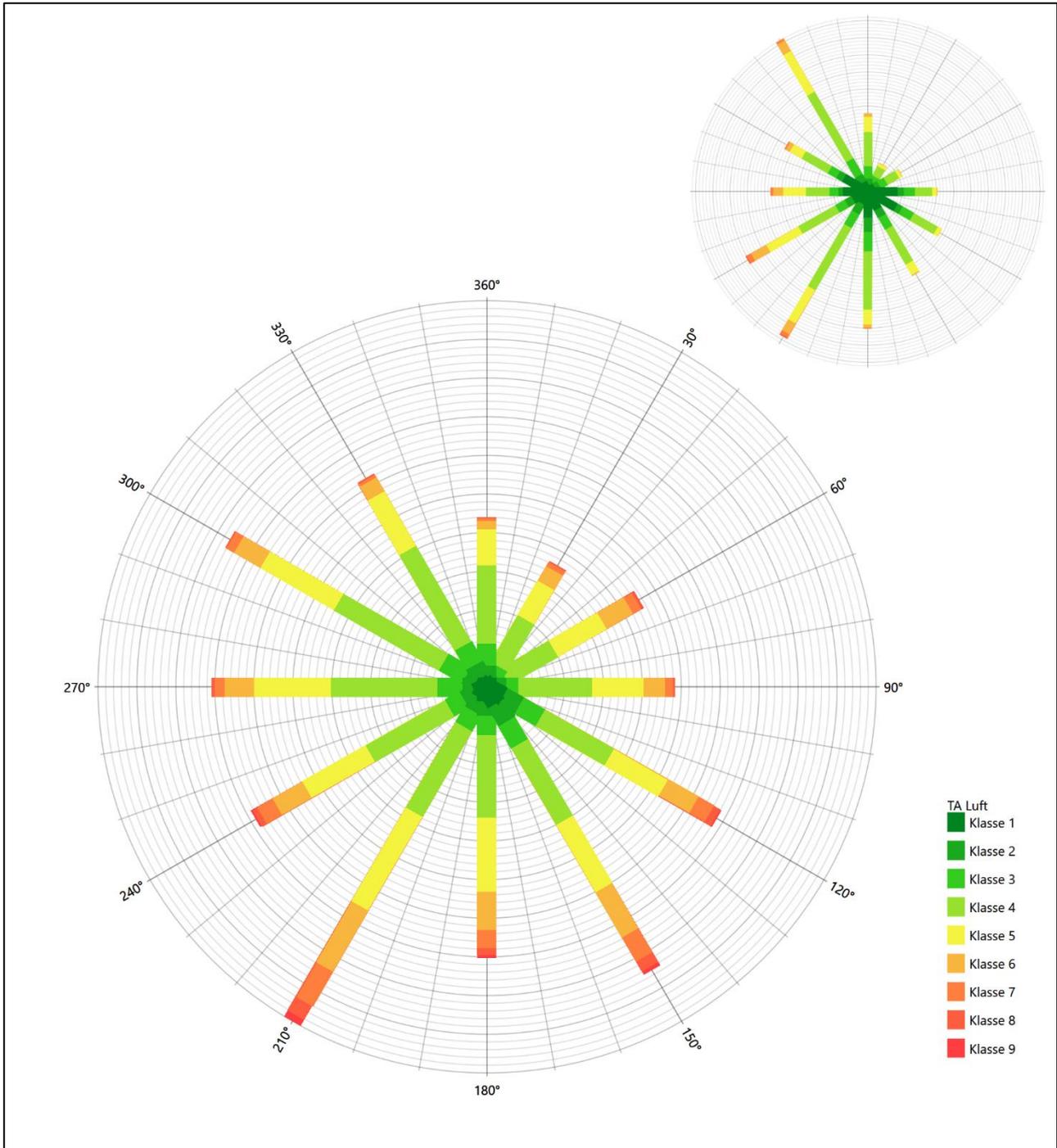


Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Bad Marienberg mit dem Erwartungswert

Die Station Bad Marienberg hat das formale Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwesten genau auf dem süd-südwestlichen Maximum im Erwartungswert an der EAP. Das starke primäre ost-südöstliche Nebenmaximum hat aber keine Entsprechung in der EAP-Anströmung. Der nordöstliche Quadrant ist überschätzt. Obwohl aus West-Nordwesten ein sekundäres Nebenmaximum erscheint, ist der Charakter der EAP-Anströmung nicht hinreichend wiedergegeben – vor allem im östlichen Halbraum. Die Station wird zur Übertragung daher nicht empfohlen.

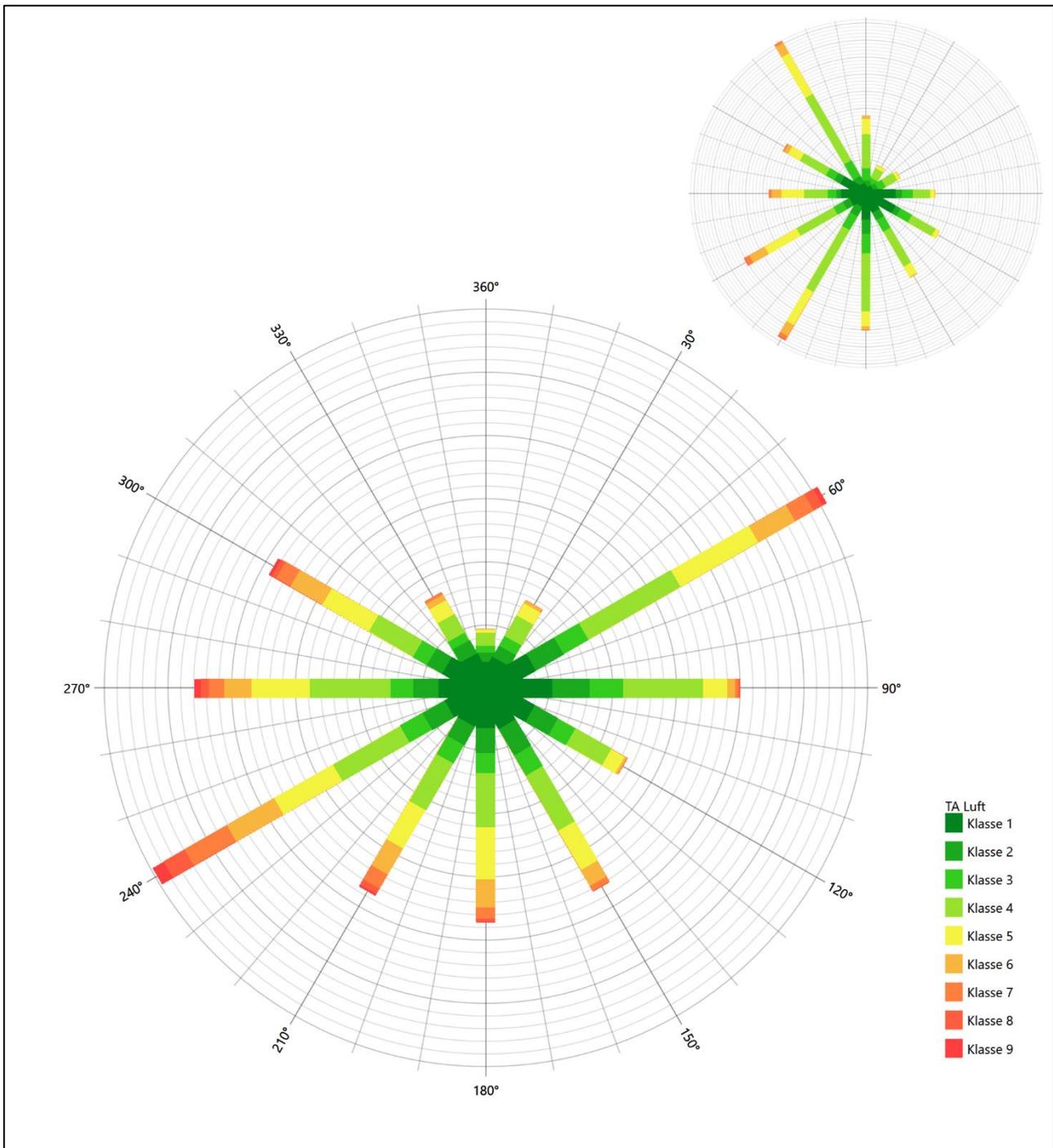


Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Runkel-Ennerich mit dem Erwartungswert

Runkel-Ennerich hat ein dem Hauptmaximum vergleichbar intensives Maximum noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zum süd-südwestlichen Maximum im Erwartungswert an der EAP. Das Hauptmaximum aus Ost-Nordosten jedoch hat keine Entsprechung in der EAP-Anströmung, da hier im nordöstlichen Quadranten sogar minimale Intensitäten erwartet werden. Die Station ist folglich zur Übertragung ungeeignet.

Somit ist aus Sicht der Windrichtungsverteilung die Stationen Bonn-Roleber ausreichend für eine Übertragung geeignet. Alle weiteren Bezugswindstationen erwiesen sich als nicht geeignet übertragen zu werden.

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

Tabelle 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Bonn-Roleber	++
Büchel (Flugplatz)	-
Nürburg-Barweiler	-
Hahn	-
Bad Marienberg	-
Runkel-Ennerich	-

4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen

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

Einen Erwartungswert für die mittlere Geschwindigkeit an der EAP liefert das hier verwendete prognostische Modell. In der Referenzhöhe 10,5 m werden an der EAP 2,91 m/s erwartet.

Als beste Schätzung der mittleren Windgeschwindigkeit an der EAP wird im Weiteren der gerundete Wert 2,9 m/s zu Grunde gelegt.

Dem kommt der Wert von Bonn-Roleber mit 3 m/s (auch wieder bezogen auf 10,5 m Höhe und die EAP-Rauigkeit von 0,08 m) sehr nahe. Es ist eine Abweichung von nicht mehr als $\pm 0,5$ m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Büchel (Flugplatz), Nürburg-Barweiler, Hahn und Runkel-Ennerich liegen mit Werten von 3,7 m/s, 3,6 m/s, 3,8 m/s und 3,5 m/s noch innerhalb einer Abweichung von $\pm 1,0$ m/s, was noch eine ausreichende Übereinstimmung darstellt.

Die Station Bad Marienberg liegt mit 4 m/s deutlich höher und außerhalb von $\pm 1,0$ m/s Abweichung und ist nicht mehr als übereinstimmend anzusehen.

Aus Sicht der Windgeschwindigkeitsverteilung ist also Bonn-Roleber gut für eine Übertragung geeignet. Büchel (Flugplatz), Nürburg-Barweiler, Hahn und Runkel-Ennerich zeigen eine noch ausreichende Übereinstimmung. Bad Marienberg ist mit einer Abweichung der mittleren Windgeschwindigkeit von mehr als 1,0 m/s gar nicht für eine Übertragung geeignet.

Diese Bewertung orientiert sich ebenfalls an den Kriterien der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7]. Dies ist in der folgenden Tabelle als Rangliste dargestellt. Eine Kennung von „++“ entspricht dabei einer guten

Übereinstimmung, eine Kennung von „+“ einer ausreichenden Übereinstimmung. Die Kennung „-“ wird vergeben, wenn keine Übereinstimmung besteht und die Bezugswindstation nicht zur Übertragung geeignet ist.

Tabelle 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Bonn-Roleber	++
Büchel (Flugplatz)	+
Nürnberg-Barweiler	+
Hahn	+
Runkel-Ennerich	+
Bad Marienberg	-

4.6 Auswahl der Bezugswindstation

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

Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen

Bezugswindstation	Bewertung gesamt	Bewertung Richtungsverteilung	Bewertung Geschwindigkeitsverteilung
Bonn-Roleber	++++	++	++
Büchel (Flugplatz)	-	-	+
Nürnberg-Barweiler	-	-	+
Hahn	-	-	+
Runkel-Ennerich	-	-	+
Bad Marienberg	-	-	-

In der zweiten Spalte ist eine Gesamtbewertung dargestellt, die sich als Zusammenfassung der Kennungen von Richtungsverteilung und Geschwindigkeitsverteilung ergibt. Der Sachverhalt, dass die Übereinstimmung der Windrichtungsverteilung das primäre Kriterium darstellt, wird darüber berücksichtigt, dass bei der Bewertung der Richtungsverteilung maximal die Kennung „++++“ erreicht werden kann, bei der Geschwindigkeitsverteilung maximal die Kennung „++“. Wird für eine Bezugswindstation die Kennung „-“ vergeben (Übertragbarkeit nicht gegeben), so ist auch die resultierende Gesamtbewertung mit „-“ angegeben.

In der Aufstellung ist zu erkennen, dass für Bonn-Roleber die beste Eignung für eine Übertragung befunden wurde. Es sind darüber hinaus auch keine weiteren Kriterien bekannt, die einer Eignung dieser Station entgegenstehen könnten.

Bonn-Roleber wird demzufolge für eine Übertragung ausgewählt.

5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation

Die Station Bonn-Roleber befindet sich südlich des Ortsteils Holzlar im Stadtbezirk Beuel der Stadt Bonn. Die Lage der Station in Rheinland-Pfalz ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

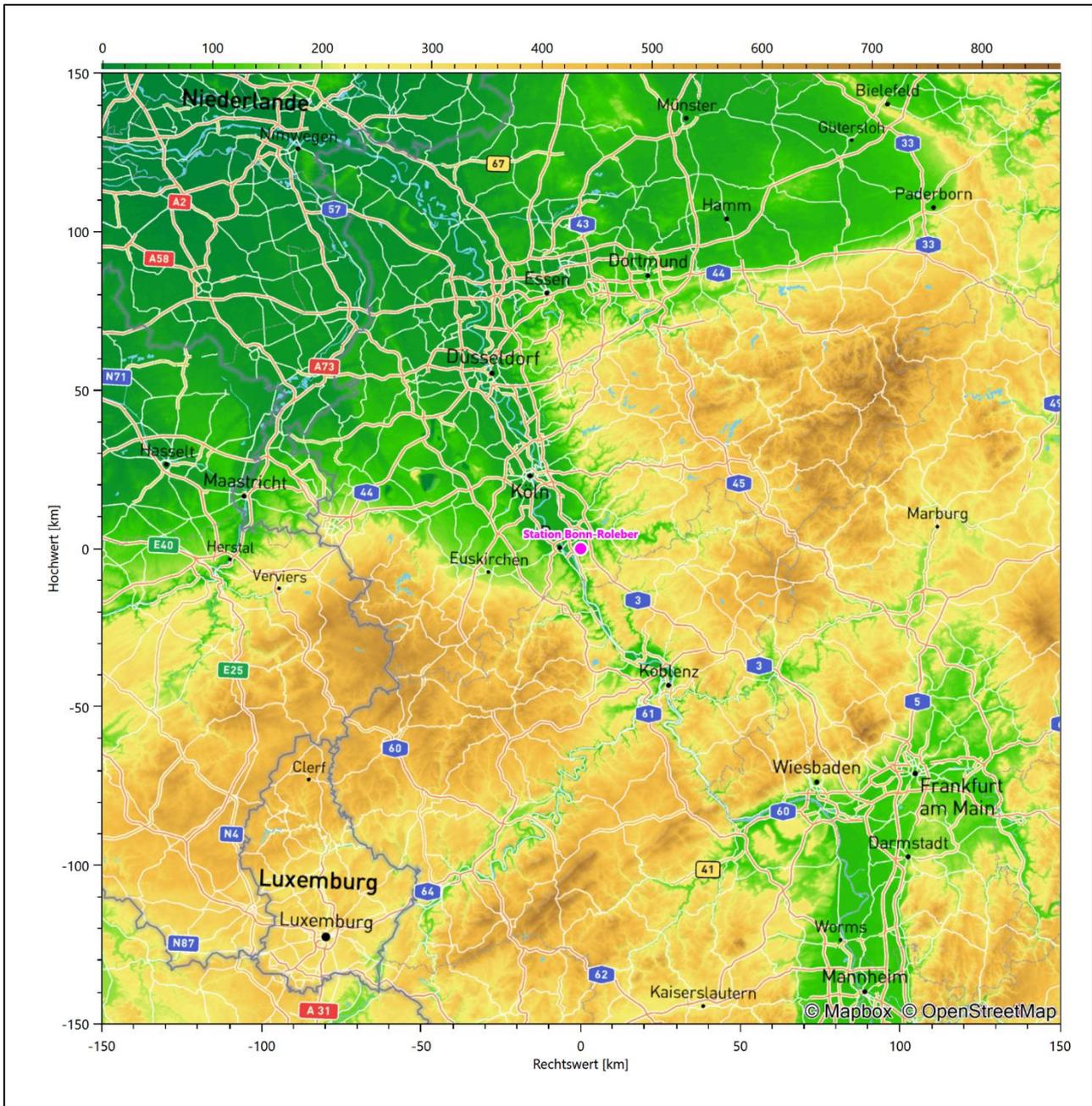


Abbildung 19: Lage der ausgewählten Station

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 159 m über NHN. Der Windgeber war während des hier untersuchten Zeitraumes in einer Höhe von 12 m angebracht.

Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	7,1931°
Geographische Breite:	50,7349°

Die Umgebung der Station ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Es wechseln sich landwirtschaftlich genutzte Flächen, durchgängig bebaute Siedlungsgebiete und Waldgebiete (z.B. Staatsforst Siegburg) ab.

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

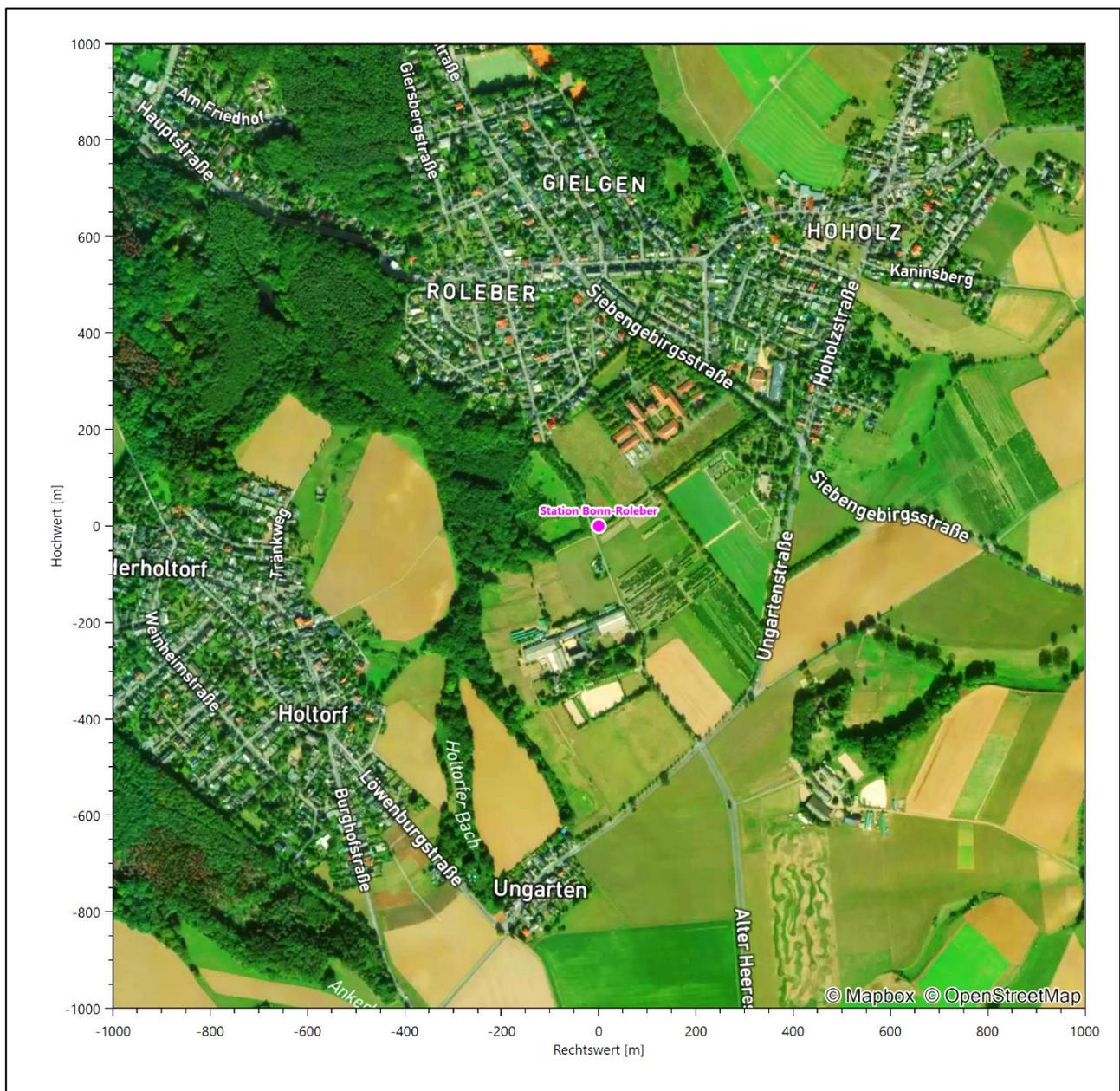


Abbildung 20: Luftbild mit der Umgebung der Messstation

Die Station liegt auf einer erhöhten Fläche, und es ist von allen Richtungen eine ungestörte Anströmung möglich. Im weiteren Umkreis ist das Gelände orographisch deutlicher gegliedert. Naturräumlich liegt Holzlar rechts des Rheines und in der Landschaft des Pleiser Hügellands, nördlich des Siebengebirges. Das Pleiser Hügelland ist eine bis 235 m hohe Hügellandschaft im Osten der Stadt Bonn, die das bis 461 m hohe Siebengebirge nach Norden und Nordosten sowie den um 300 m erreichenden Niederwesterwald nach Nordwesten abdacht.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

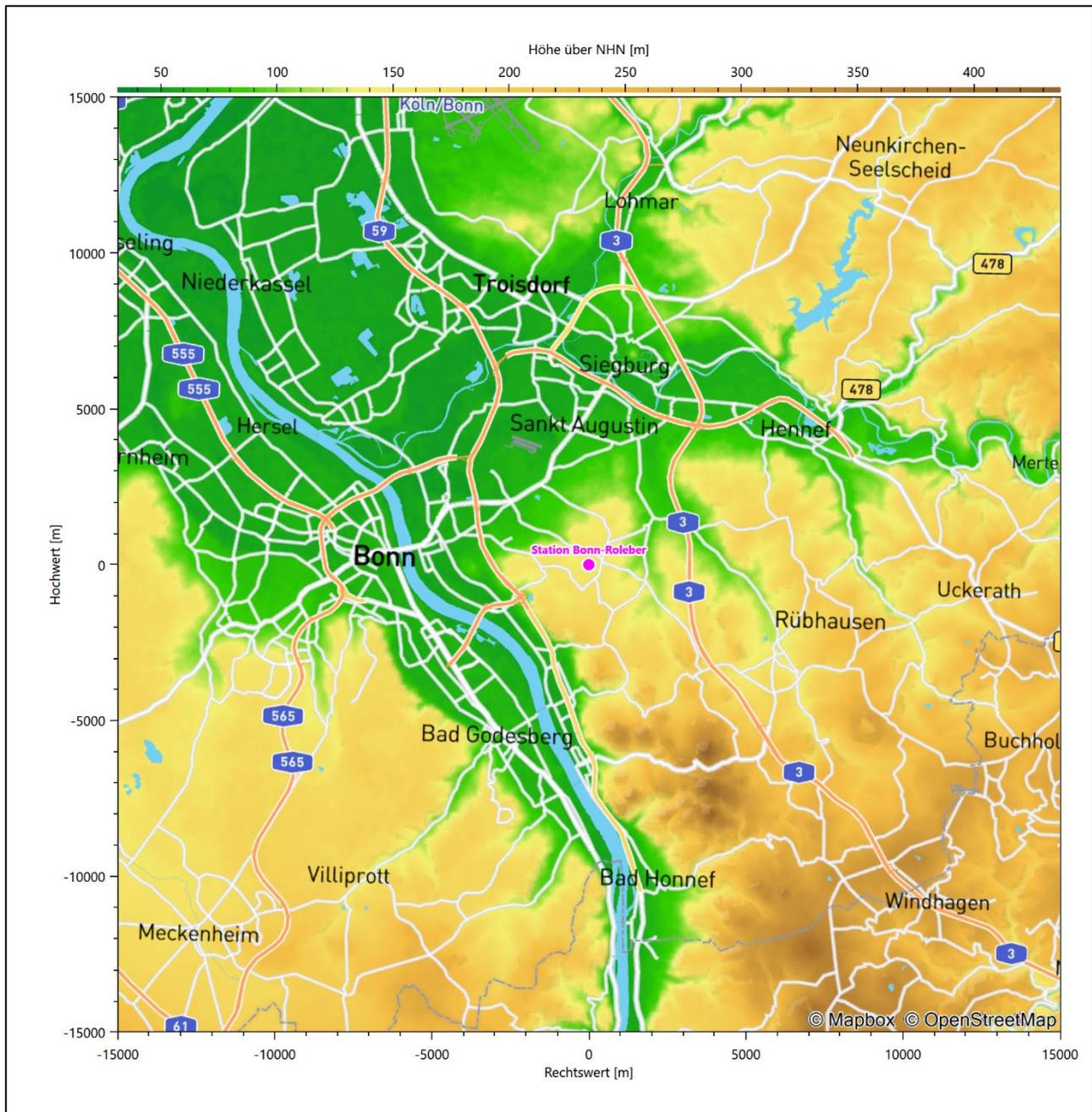


Abbildung 21: Orographie um den Standort der Wetterstation

6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres

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

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

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

6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums

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

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

Eine analoge Prüfung wird anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung durchgeführt, wobei eine Aufteilung auf die Geschwindigkeitsklassen der 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.

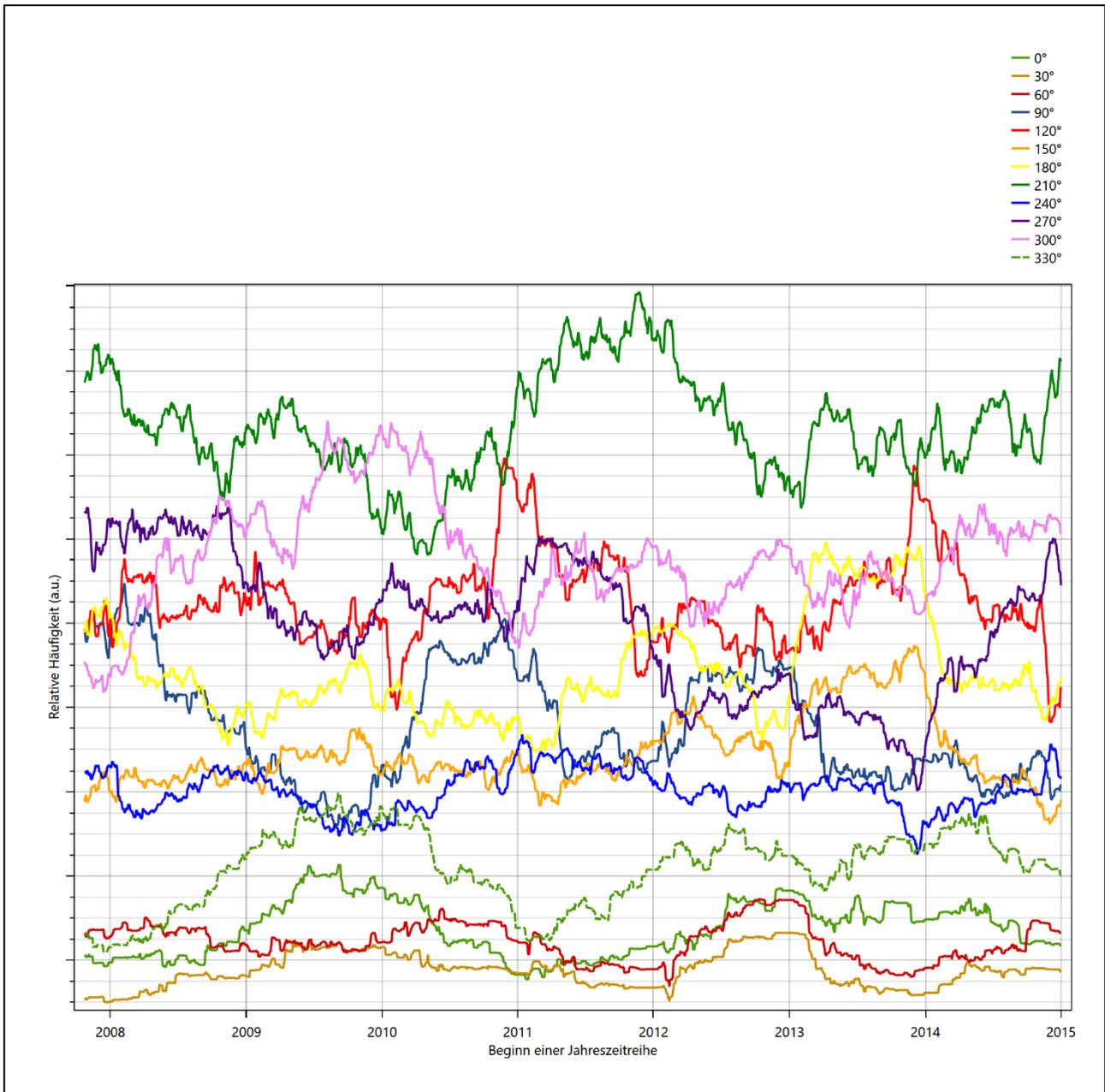


Abbildung 22: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung

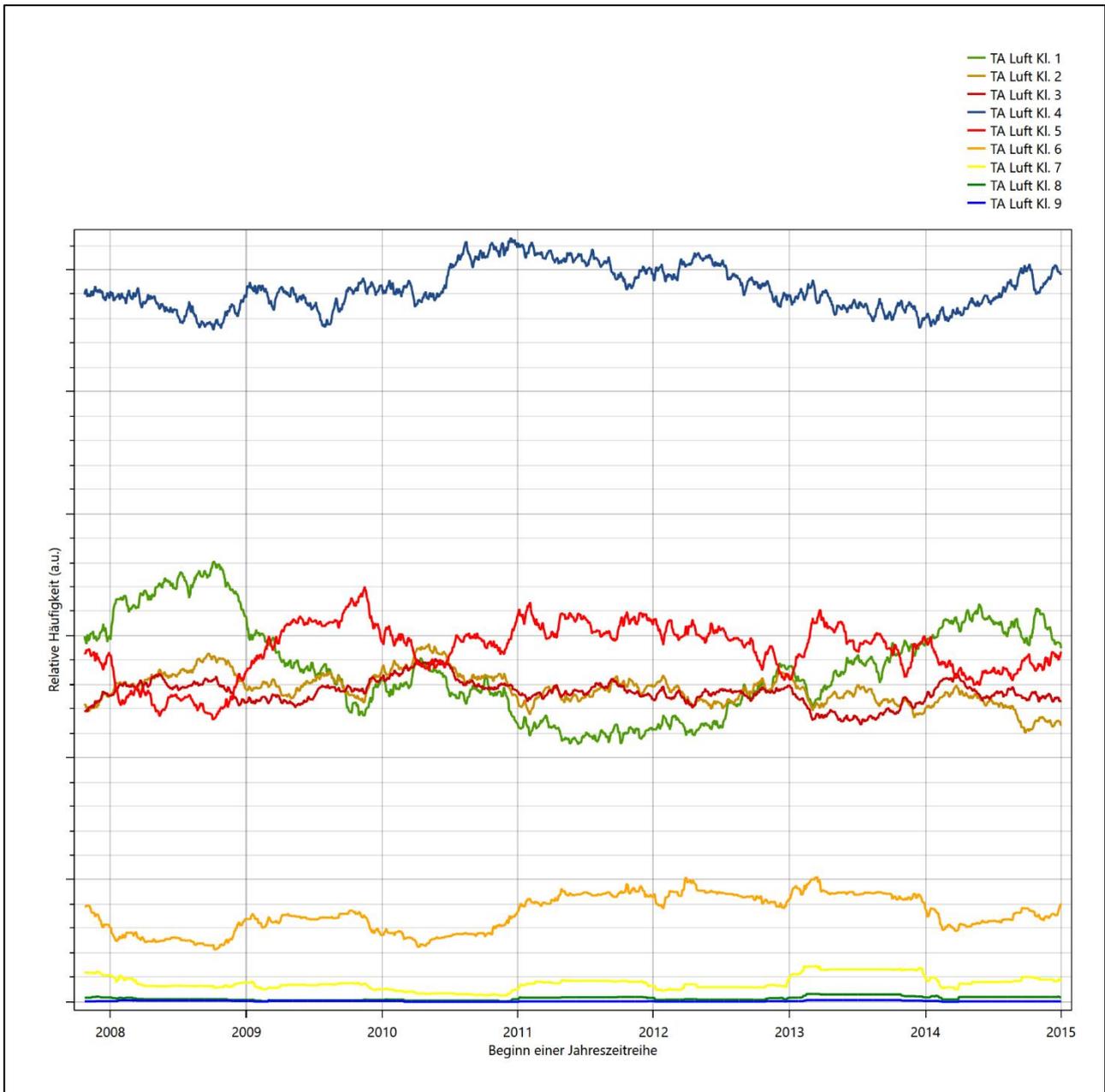


Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung

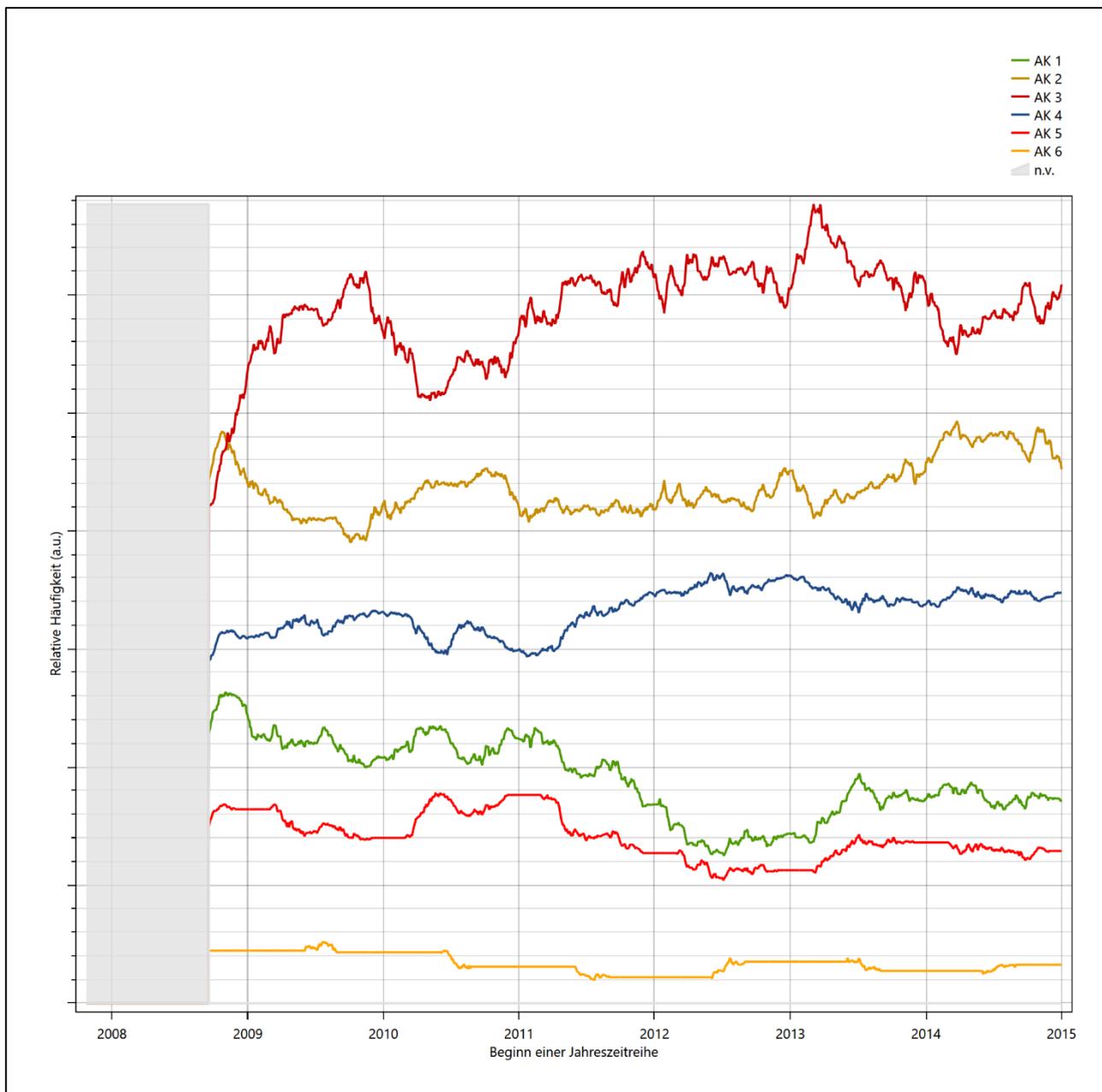


Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 24.10.2007 bis zum 01.01.2016 verwendet.

Grau dargestellte Bereiche in Abbildung 24 markieren Messlücken bei der Bestimmung des Bedeckungsgrades (notwendig für die Ermittlung der Ausbreitungsklassen), weshalb für diese Zeiträume keine Jahreszeitreihe mit der notwendigen Verfügbarkeit von 90% gebildet werden konnte. Diese Bereiche werden auch später bei der Bestimmung des repräsentativen Jahres nicht mit einbezogen.

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

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

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

Bei der Suche nach einem repräsentativen Jahr werden dabei alle Zeiträume untersucht, die innerhalb des Gesamtzeitraumes an einem 01. Januar beginnen, am 31. Dezember desselben Jahres enden und bei denen ausreichend Messdaten verfügbar sind.

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

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

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

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

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

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

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

Bereiche stellen Messzeiträume an der Station dar, in denen aufgrund unvollständiger Bedeckungsdaten keine Zeitreihe mit dieser Verfügbarkeit zu erstellen ist (siehe oben).

Ebenfalls zu erkennen ist der Beginn des Testzeitraumes (Jahreszeitreihe), für den die gewichtete χ^2 -Summe den kleinsten Wert annimmt (vertikale Linie). Dieser Testzeitraum ist als eine Jahreszeitreihe anzusehen, die dem gesamten Zeitraum im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen am ähnlichsten ist. Dies ist im vorliegenden Fall der 01.01.2009, was als Beginn des repräsentativen Jahres angesehen werden kann. Die repräsentative Jahreszeitreihe läuft dann bis zum 31.12.2009.

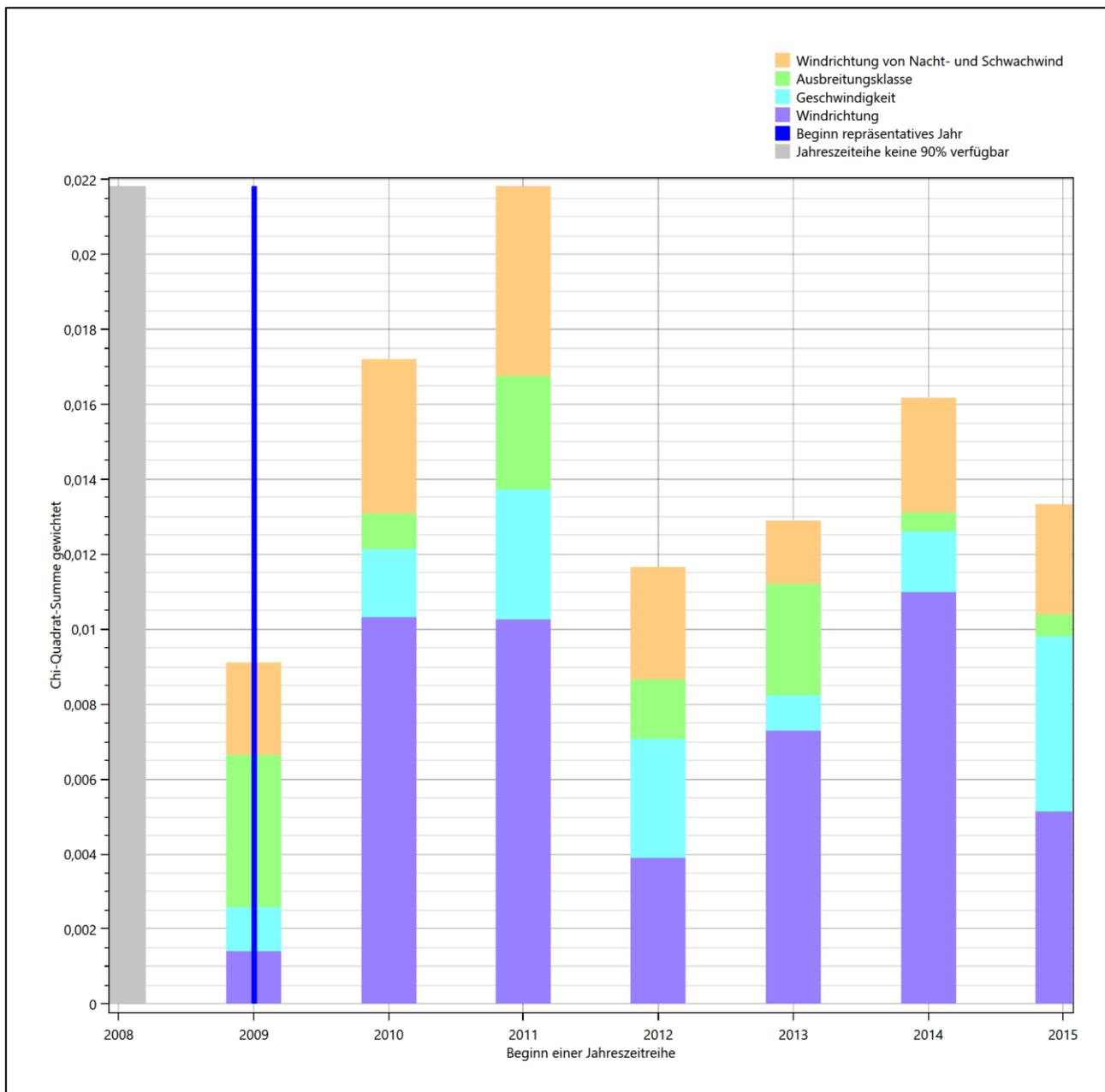


Abbildung 25: Gewichtete χ^2 -Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Die zunächst mit Auswertung der gewichteten χ^2 -Summe durchgeführte Suche nach dem repräsentativen Jahr wird erweitert, indem auch geprüft wird, ob das gefundene repräsentative Jahr in der σ -Umgebung der

für den Gesamtzeitraum ermittelten Standardabweichung liegen. Auch diese Vorgehensweise ist im Detail in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] (Anhang A3.1) beschrieben.

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

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

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

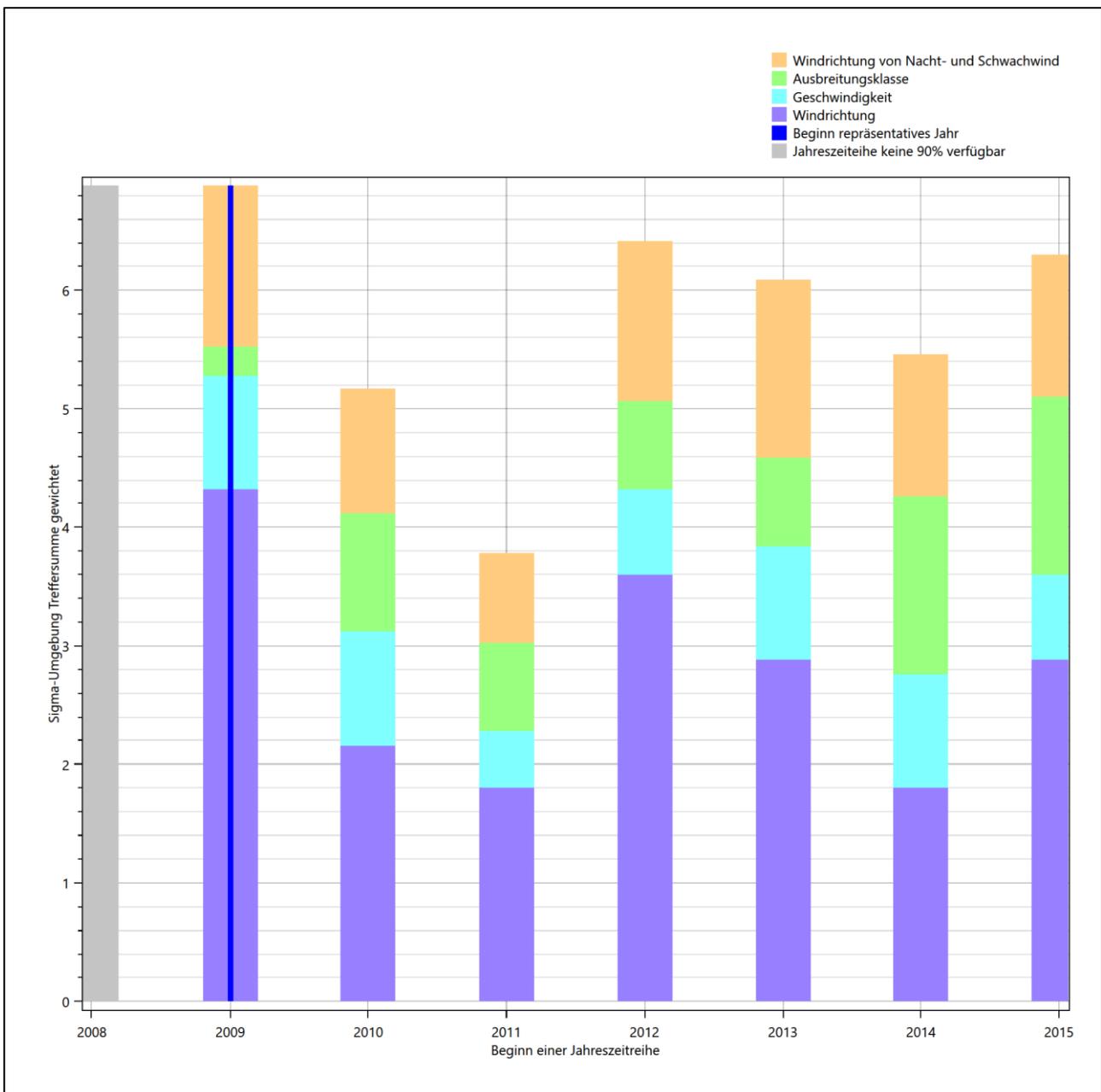


Abbildung 26: Gewichtete σ -Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

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

6.3 Prüfung auf Plausibilität

Der im vorigen Schritt gefundene Testzeitraum mit der größten Ähnlichkeit zum Gesamtzeitraum erstreckt sich vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009. Inwieweit diese Jahreszeitreihe tatsächlich für den Gesamtzeitraum repräsentativ ist, soll anhand einer abschließenden Plausibilitätsprüfung untersucht werden.

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

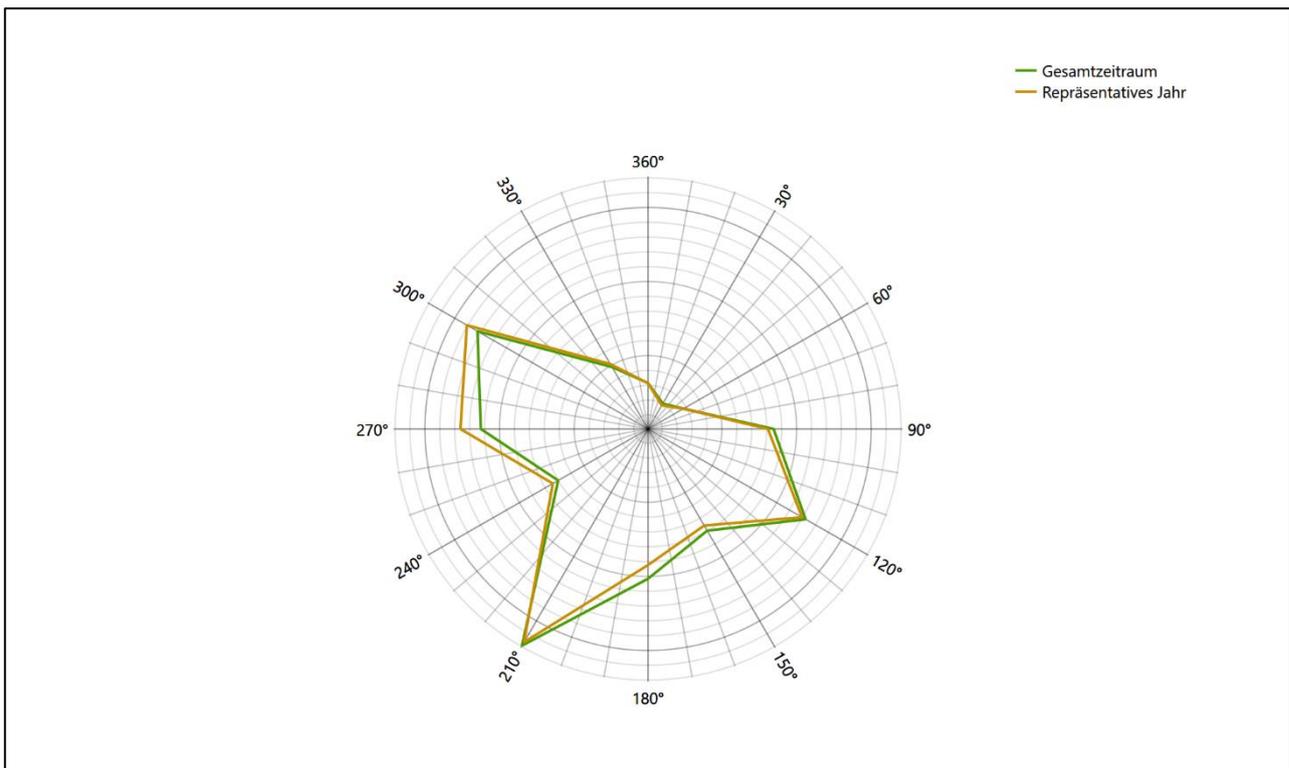


Abbildung 27: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

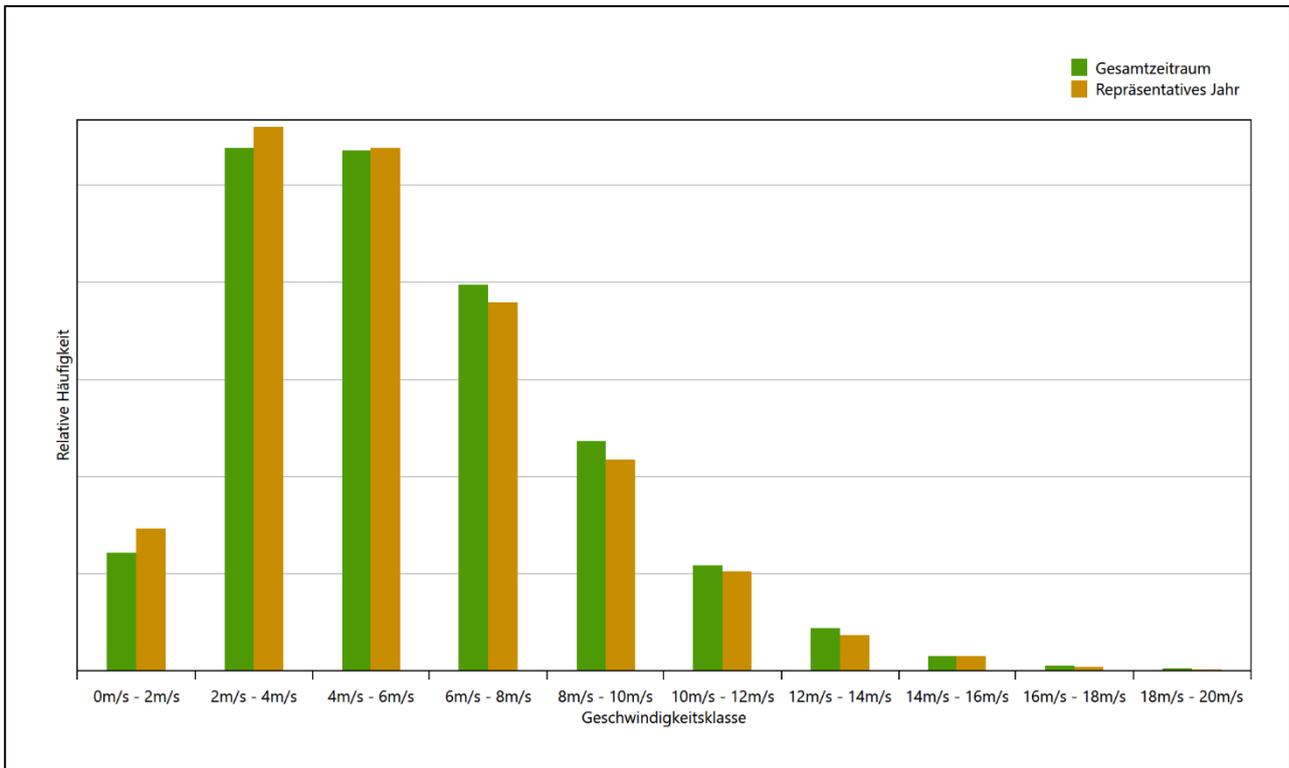


Abbildung 28: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

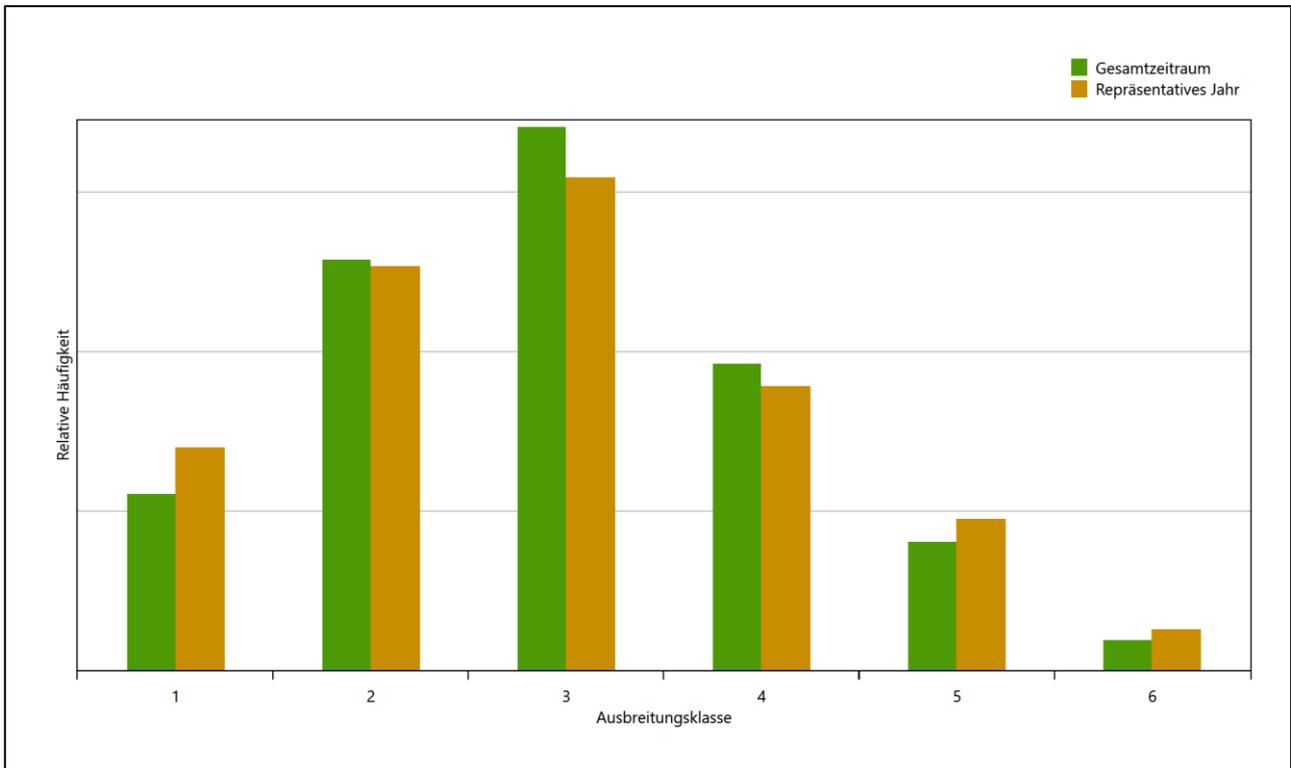


Abbildung 29: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

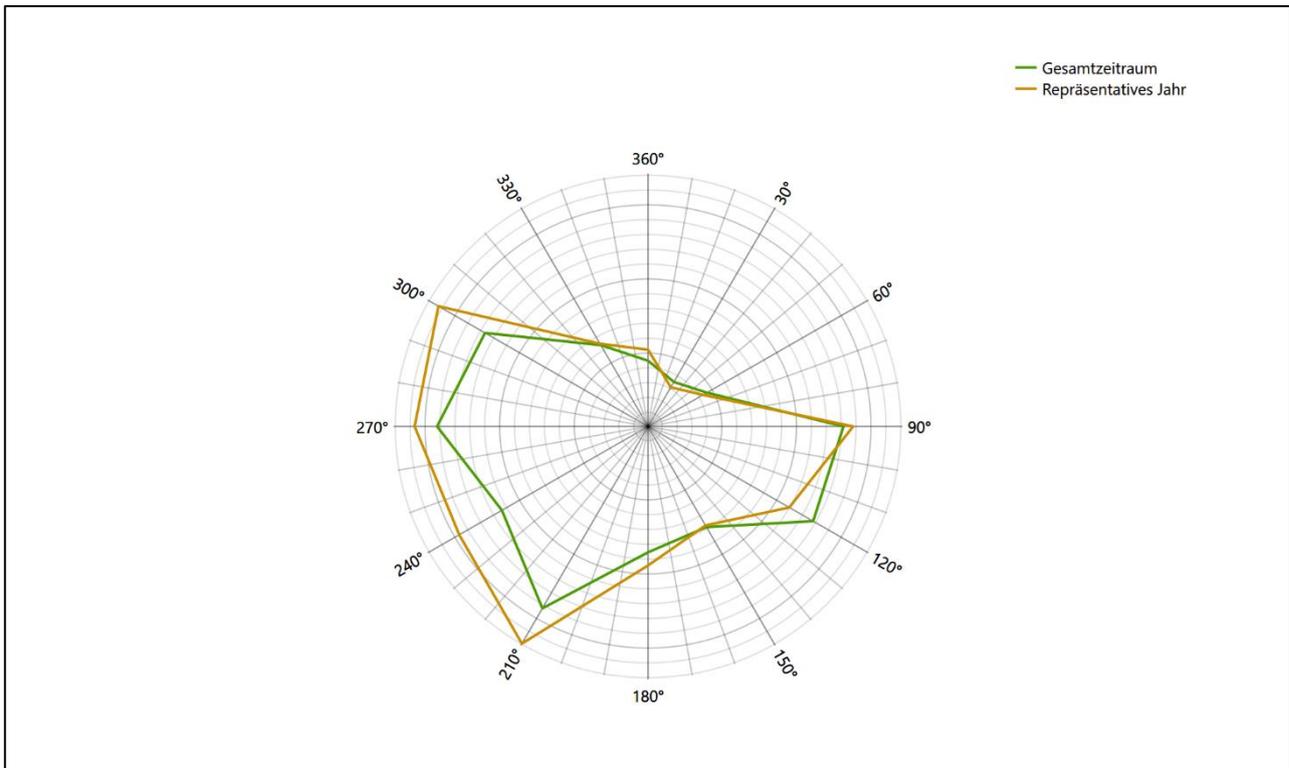


Abbildung 30: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

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

Daher kann davon ausgegangen werden, dass der Zeitraum vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 ein repräsentatives Jahr für die Station Bonn-Roleber im betrachteten Gesamtzeitraum vom 24.10.2007 bis zum 01.01.2016 ist.

7 Beschreibung der Datensätze

7.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge

7.1.1 Theoretische Grundlagen

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

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

Zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit aus diesen Messwerten muss die Art des Messgerätes Berücksichtigung finden, da eine Trägheit der Apparatur Einfluss auf die Dynamik der Windmessdaten ausübt. In diesem Zusammenhang müssen Dämpfungsfaktoren bestimmt werden, die sich für digital, nicht trägheitslose Messverfahren nach den Verfahren von Beljaars (Dämpfungsfaktor A_B) [9], [10] und für analoge nach dem Verfahren von Wieringa (Dämpfungsfaktor A_W) [11], [12] ermitteln lassen.

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

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

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

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

und

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

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

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

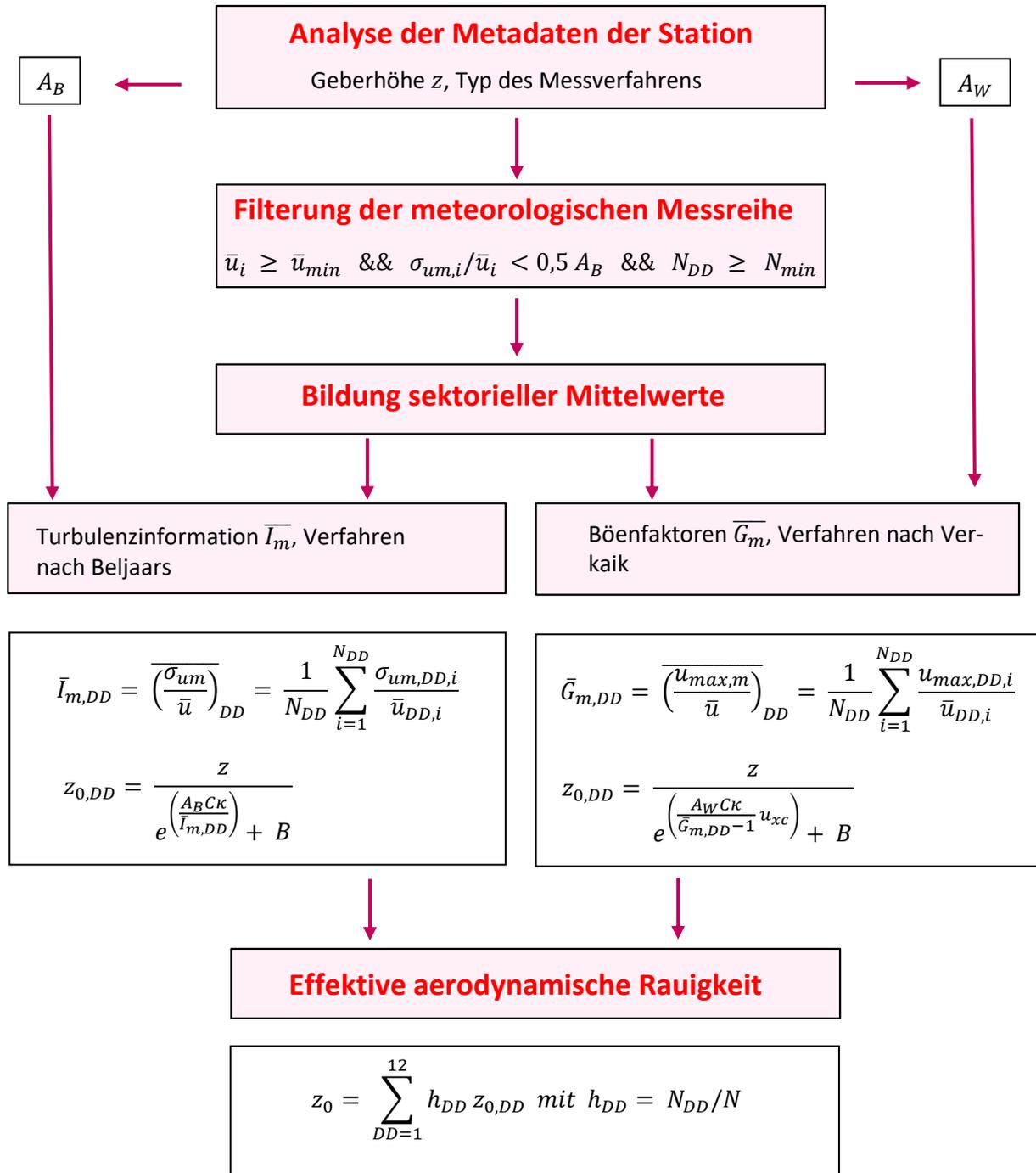


Abbildung 31: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit

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

durchsucht werden, um die Dämpfungsfaktoren A_B oder A_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.

7.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall

Die effektive aerodynamische Rauigkeit musste im vorliegenden Fall für die Station Bonn-Roleber und den Zeitraum vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 bestimmt werden. Als Messwertgeber wurde aus den Daten des Deutschen Wetterdienstes das System „Windsensor Classic 4.3303“ (Windmessung, elektr.) entnommen. Damit steht zur Rauigkeitsbestimmung das Verfahren nach Beljaars zur Verfügung. Für den Parameter A_B ergibt sich dabei ein Wert von 0,9. Die Von-Karman-Konstante κ wird konventionsgemäß mit 0,4 angesetzt, weiterhin sind B konventionsgemäß mit 6 und C mit 2,5 angesetzt.

Um für jeden Windrichtungssektor wenigstens sechs Einzelmessungen bei neutraler Schichtung zu erreichen, war der Schwellwert \bar{u}_{min} auf $3,0 \text{ ms}^{-1}$ abzusenken und zusätzlich der Zeitraum auf den 23.10.2008 bis zum 11.03.2010 auszudehnen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl der pro Windrichtungssektor verwendeten Einzelmessungen und die daraus ermittelten Sektorenrauigkeiten angegeben.

Tabelle 9: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Bonn-Roleber

Sektor um	Anzahl der Einzelmessungen	Rauigkeit im Sektor [m]
0°	178	0,302 m
30°	148	0,323 m
60°	76	0,225 m
90°	218	0,058 m
120°	1280	0,037 m
150°	550	0,075 m
180°	351	0,185 m
210°	817	0,117 m
240°	122	0,572 m
270°	536	0,442 m
300°	261	0,251 m
330°	144	0,291 m

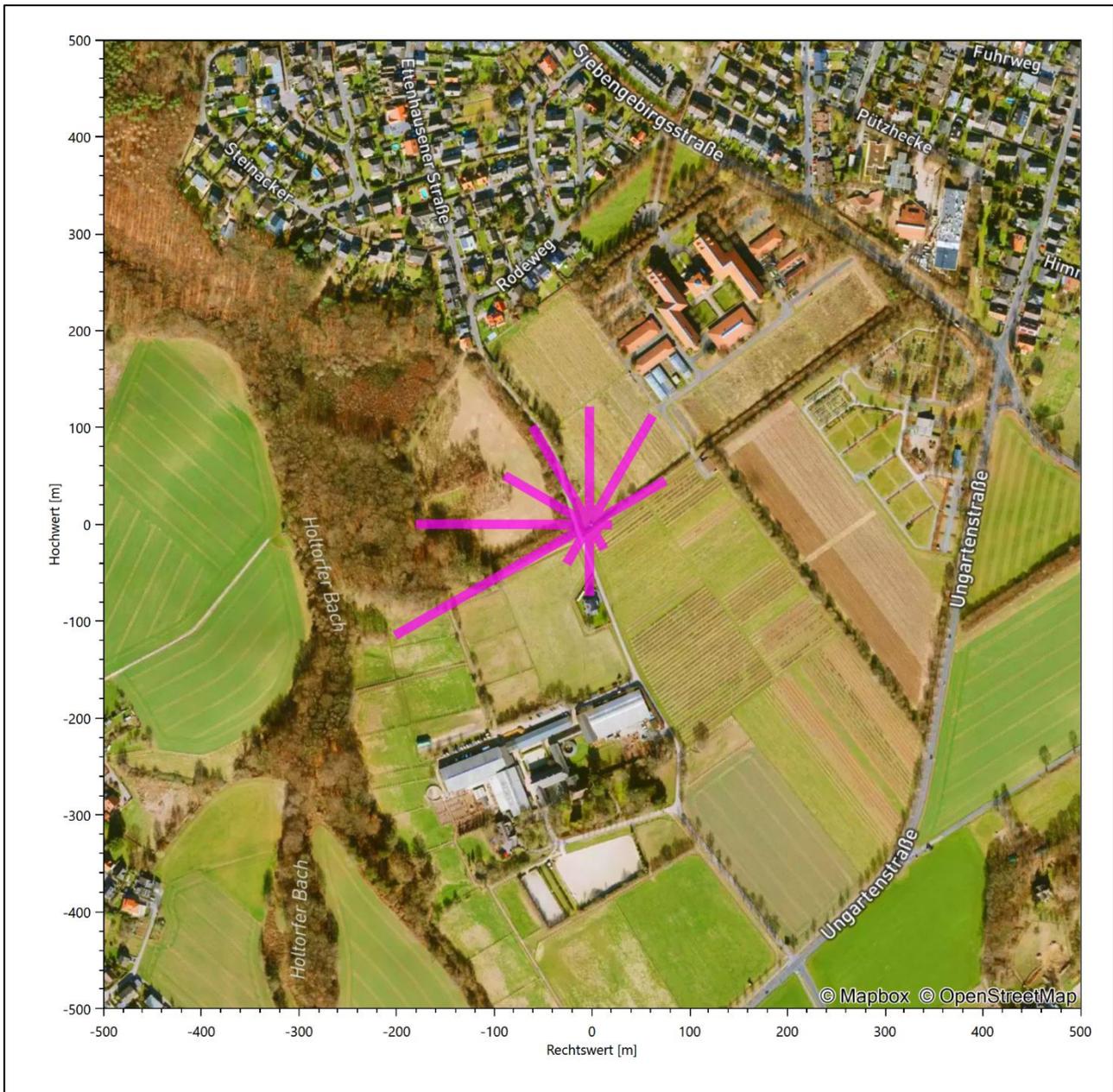


Abbildung 32: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Bonn-Roleber

Aus der mit den Anströmhäufigkeiten gewichteten Mittelung ergibt sich schließlich für die Station Bonn-Roleber eine effektive aerodynamische Rauigkeit von 0,170 m.

7.2 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse

Die für Ausbreitungsrechnungen notwendigen Informationen zur Anpassung der Windgeschwindigkeiten an die unterschiedlichen mittleren aerodynamischen Rauigkeiten zwischen der Windmessung (Station Bonn-Roleber) 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 Bonn-Roleber wurde nach dem im Abschnitt 7.1.2 beschriebenen Verfahren berechnet. Für Bonn-Roleber ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 einen Wert von 0,170 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 Bonn-Roleber

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	4,2	5,4	7,5	9,8	12,8	18,7	25,6	31,1	35,8

7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Bonn-Roleber 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 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 10 wurden im Dateikopf hinterlegt.

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Übertragbarkeit der meteorologischen Daten von den Messstationen wurde für einen Aufpunkt etwa 740 m nördlich des Standortes (Rechtswert: 32384050, Hochwert: 5582950) 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. Aufgrund der inhomogenen Windcharakteristik im Untersuchungsgebiet (siehe Abbildung 10) sollte im hiesigen Fall erwogen werden, ein prognostisches Windfeldmodell in der Ausbreitungsrechnung zu verwenden.

Des Weiteren 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 Plaidt wurde überprüft, ob sich die meteorologischen Daten einer oder mehrerer Messstationen des Deutschen Wetterdienstes zum Zweck einer Ausbreitungsberechnung nach Anhang 2 der TA Luft übertragen lassen.

Als Ersatzanemometerposition empfiehlt sich dabei ein Punkt mit den UTM-Koordinaten 32384050, 5582950.

Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Bonn-Roleber 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 24.10.2007 bis zum 01.01.2016 das Jahr vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 ermittelt.

Frankenberg, am 8. März 2022



Dipl.-Phys. Thomas Köhler
- erstellt -



Dr. Ralf Petrich
- freigegeben -

10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung

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

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

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 20	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Dokument
6.2.3.2	Abweichung zwischen Erwartungswert des vieljährigen Jahresmittelwerts der Windgeschwindigkeit und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit $1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ verglichen		<input checked="" type="checkbox"/>	4.5 / 30
6.1	Als Ergebnis die Übertragbarkeit der Daten einer Bezugswindstation anhand der geprüften Kriterien begründet (Regelfall) oder keine geeignete Bezugswindstation gefunden (Sonderfall)		<input checked="" type="checkbox"/>	4.6 / 31
6.3	Sonderfall			
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Vorgehensweise und Modellansätze dokumentiert und deren Eignung begründet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Nachweis der räumlichen Repräsentativität der angepassten Daten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.4	Repräsentatives Jahr			
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Auswahlverfahren dokumentiert und dessen Eignung begründet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.2 / 39
	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 / 39
	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 / 35
7.1	Erstellung des Zieldatensatzes			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		<input checked="" type="checkbox"/>	7.1 / 47
	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 / 53

11 Schrifttum

- [1] Statistisches Bundesamt, *Daten zur Bodenbedeckung für die Bundesrepublik Deutschland*, Wiesbaden.
- [2] VDI 3783 Blatt 16 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [3] D. Öttl, „Documentation of the prognostic mesoscale model GRAMM (Graz Mesoscale Model) Vs. 17.1,“ Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, 2017.
- [4] VDI 3783 Blatt 21 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [5] Deutscher Wetterdienst, „Climate Data Center, CDC-Newsletter 6,“ Offenbach, 2017.
- [6] VDI 3783 Blatt 8 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle (Entwurf)*, Berlin: Beuth-Verlag, vom April 2017; in aktueller Fassung.
- [7] VDI 3783 Blatt 20 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft*, Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.
- [8] M. Koßmann und J. Namyslo, „Merkblatt Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen,“ Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 2019.
- [9] 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.
- [10] A. C. M. Beljaars, „The measurement of gustiness at routine wind stations – a review,“ *Instruments and Observing Methods*, Nr. Reports No. 31, 1987.
- [11] J. Wieringa, „Gust factors over open water and built-up country,“ *Boundary-Layer Meteorology*, Nr. 3, pp. 424-441, 1973.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] Deutscher Wetterdienst, „Handbuch Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse,“ Offenbach, 2014.
- [15] 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].
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, *Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz*, vom 14. September 2021; in aktueller Fassung.

2022-08-09 10:26:47 AUSTAL gestartet

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

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

Arbeitsverzeichnis: C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-10 15:36:12

Das Programm läuft auf dem Rechner "AUSTAL-5".

=====
===== Beginn der Eingabe =====
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> ti "00" 'Projekt-Titel
> ux 32383832 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5582245 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 2 'Qualitätsstufe
> az Bonn-Roleber_2009.akterm
> xa 220.00 'x-Koordinate des Anemometers
> ya 724.00 'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 16 32 64 'Zellengröße (m)
> x0 -885 -949 -1077 'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 112 60 34 'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -697 -953 -953 'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 112 72 36 'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 19 19 19 'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD
> hh 0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0
1200.0 1500.0
> gh "RPBL_final_V8.grid" 'Gelände-Datei
> xq 690.51 519.68 -29.26 11.25 -145.47 -203.63
> yq 381.88 757.97 208.21 199.45 509.44 895.32
> hq 2.00 2.00 2.00 5.00 4.00 4.00
> aq 235.44 550.00 130.63 325.00 500.00 402.89
> bq 81.84 370.00 273.06 250.54 61.19 116.63
> cq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> wq 149.86 167.51 355.67 -111.42 260.78 274.22
> dq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> vq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> tq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> lq 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
> rq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> zq 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
> sq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> pm-1 ? ? ? ? ?
> pm-2 ? ? ? ? ?

```

> pm-u ?      ?      ?      ?      ?      ?
> xx-1 ?      ?      ?      ?      ?      ?
> xp -333.94  -726.17  -726.42  915.92  980.27
> yp 777.24   687.14   476.23   -166.29  444.73
> hp 1.50     1.50     1.50     1.50     1.50
> LIBPATH "C:/Projekte/RPBL_final_V8/lib"
===== Ende der Eingabe =====

```

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

Anzahl CPUs: 8
 Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
 Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.82 (0.78).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.71 (0.64).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.57 (0.49).

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.206 m.
 Der Wert von z0 wird auf 0.20 m gerundet.
 Die Zeitreihen-Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
 Es wird die Anemometerhöhe ha=12.8 m verwendet.
 Die Angabe "az Bonn-Roleber_2009.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
 Prüfsumme TALDIA abbd92e1
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
 Prüfsumme SERIES 8f60e203
 Gesamtniederschlag 644 mm in 891 h.
 12544 times wdep>1
 4320 times wdep>1
 1224 times wdep>1
 12544 times wdep>1
 4320 times wdep>1
 1224 times wdep>1
 12544 times wdep>1
 4320 times wdep>1
 1224 times wdep>1
 12544 times wdep>1
 4320 times wdep>1
 1224 times wdep>1
 12544 times wdep>1
 4320 times wdep>1
 1224 times wdep>1
 12544 times wdep>1
 4320 times wdep>1
 1224 times wdep>1
 12544 times wdep>1

TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-t35z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-t35s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-t35i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-t00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-t00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-t00i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-depz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-deps02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-wetz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-wets02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-dryz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-drys02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-t35z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-t35s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-t35i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-t00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-t00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-t00i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-depz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-deps03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-wetz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-wets03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-dryz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-drys03" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "xx"
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-depz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-deps01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-wetz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-wets01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-dryz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-drys01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-depz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-deps02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-wetz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-wets02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-dryz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-drys02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-depz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-deps03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-wetz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-wets03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-dryz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-drys03" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.1.2-WI-x.

Anlage 2.7

TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
 TMO: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-zbpz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/pm-zbps" ausgeschrieben.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "xx"
 TMO: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-zbpz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "C:/Projekte/RPBL_final_V8/erg0008/xx-zbps" ausgeschrieben.

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

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

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

Maximalwerte, Deposition
 =====

PM DEP : 1.4307 g/(m²*d) (+/- 0.2%) bei x= 67 m, y= -17 m (1: 60, 43)
 PM DRY : 1.4223 g/(m²*d) (+/- 0.2%) bei x= 67 m, y= -17 m (1: 60, 43)
 PM WET : 0.0084 g/(m²*d) (+/- 0.4%) bei x= 51 m, y= -1 m (1: 59, 44)
 XX DEP : 7.809e-004 g/(m²*d) (+/- 0.3%) bei x= 499 m, y= 447 m (1: 87, 72)
 XX DRY : 7.697e-004 g/(m²*d) (+/- 0.3%) bei x= 515 m, y= 431 m (1: 88, 71)
 XX WET : 1.205e-005 g/(m²*d) (+/- 0.6%) bei x= 227 m, y= 479 m (1: 70, 74)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m
 =====

PM J00 : 105.4 µg/m³ (+/- 0.2%) bei x= 67 m, y= -1 m (1: 60, 44)
 PM T35 : 224.1 µg/m³ (+/- 3.3%) bei x= 67 m, y= -1 m (1: 60, 44)
 PM T00 : 519.1 µg/m³ (+/- 3.4%) bei x= 83 m, y= -49 m (1: 61, 41)
 XX J00 : 9.294e-006 g/m³ (+/- 0.2%) bei x= 499 m, y= 447 m (1: 87, 72)

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung
 =====

PUNKT		01	02	03	04	05		
xp		-334	-726	-726	916	980		
yp		777	687	476	-166	445		
hp		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5		
-----+-----+-----+-----+-----								
PM DEP	0.0130	1.4%	0.0054	2.1%	0.0073	1.9%	0.0100	0.9%
g/(m ² *d)							0.0081	0.8%
PM DRY	0.0127	1.5%	0.0053	2.2%	0.0070	1.9%	0.0095	1.0%
g/(m ² *d)							0.0077	0.8%
PM WET	0.0003	0.7%	0.0002	0.9%	0.0002	0.8%	0.0004	0.4%
g/(m ² *d)							0.0004	0.4%

PM	J00	3.1	0.9%	1.7	1.1%	2.0	1.1%	1.5	0.5%	1.6	0.6%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM	T35	9.6	8.6%	5.8	13.3%	7.2	13.2%	4.4	4.5%	5.0	6.8%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM	T00	27.9	7.4%	14.4	10.3%	17.6	7.2%	10.9	4.1%	12.3	4.9%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
XX	DEP	3.365e-005	1.4%	1.833e-005	1.8%	1.665e-005	1.8%	9.175e-006	1.2%	1.856e-005	0.7%	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
XX	DRY	3.229e-005	1.4%	1.751e-005	1.9%	1.590e-005	1.9%	8.096e-006	1.3%	1.634e-005	0.8%	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
XX	WET	1.360e-006	0.6%	8.232e-007	0.8%	7.500e-007	0.9%	1.079e-006	0.5%	2.223e-006	0.4%	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
XX	J00	4.021e-007	0.8%	2.134e-007	1.0%	1.949e-007	1.1%	9.271e-008	0.5%	1.969e-007	0.6%	g/m^3

=====

=====

2022-08-09 13:42:28 AUSTAL beendet.

Auswertung Monitor-Punkten

Projekt: 00

1	Monitor-Punkten: BUP_1	X [m]: 383498,06	Y [m]: 5583022,24
----------	-------------------------------	-------------------------	--------------------------

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	3,1	µg/m ³	0,9 %
PM: Partikel	DEP	0,0130	g/(m ² *d)	1,4 %
PM: Partikel	T00	27,9	µg/m ³	7,5 %
PM: Partikel	T35	9,6	µg/m ³	8,6 %
PM: Partikel	DRY	0,0127	g/(m ² *d)	1,5 %
PM: Partikel	WET	0,0003	g/(m ² *d)	0,7 %
XX: Unbekannt	J00	4,021E-007	g/m ³	0,8 %
XX: Unbekannt	DEP	3,365E-005	g/(m ² *d)	1,4 %
XX: Unbekannt	DRY	3,229E-005	g/(m ² *d)	1,4 %
XX: Unbekannt	WET	1,360E-006	g/(m ² *d)	0,6 %

2	Monitor-Punkten: BUP_2	X [m]: 383105,83	Y [m]: 5582932,14
----------	-------------------------------	-------------------------	--------------------------

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	1,7	µg/m ³	1,1 %
PM: Partikel	DEP	0,0054	g/(m ² *d)	2,1 %
PM: Partikel	T00	14,4	µg/m ³	10,5 %
PM: Partikel	T35	5,8	µg/m ³	13,3 %
PM: Partikel	DRY	0,0053	g/(m ² *d)	2,2 %
PM: Partikel	WET	0,0002	g/(m ² *d)	0,9 %
XX: Unbekannt	J00	2,134E-007	g/m ³	1 %

Auswertung Monitor-Punkten

Projekt: 00

2	Monitor-Punkten: BUP_2	X [m]: 383105,83	Y [m]: 5582932,14
----------	-------------------------------	-------------------------	--------------------------

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
XX: Unbekannt	DEP	1,833E-005	g/(m ² *d)	1,8 %
XX: Unbekannt	DRY	1,751E-005	g/(m ² *d)	1,9 %
XX: Unbekannt	WET	8,232E-007	g/(m ² *d)	0,8 %

3	Monitor-Punkten: BUP_3	X [m]: 383105,58	Y [m]: 5582721,23
----------	-------------------------------	-------------------------	--------------------------

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	2,0	µg/m ³	1,2 %
PM: Partikel	DEP	0,0073	g/(m ² *d)	1,9 %
PM: Partikel	T00	17,6	µg/m ³	7,3 %
PM: Partikel	T35	7,2	µg/m ³	13,4 %
PM: Partikel	DRY	0,0070	g/(m ² *d)	1,9 %
PM: Partikel	WET	0,0002	g/(m ² *d)	0,8 %
XX: Unbekannt	J00	1,949E-007	g/m ³	1,1 %
XX: Unbekannt	DEP	1,665E-005	g/(m ² *d)	1,8 %
XX: Unbekannt	DRY	1,590E-005	g/(m ² *d)	1,9 %
XX: Unbekannt	WET	7,500E-007	g/(m ² *d)	0,9 %

4	Monitor-Punkten: BUP_4	X [m]: 384747,92	Y [m]: 5582078,71
----------	-------------------------------	-------------------------	--------------------------

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Auswertung Monitor-Punkten

Projekt: 00

4 Monitor-Punkten: BUP_4

X [m]: 384747,92

Y [m]: 5582078,71

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngrösse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	1,4	µg/m ³	0,4 %
PM: Partikel	DEP	0,0094	g/(m ² *d)	0,5 %
PM: Partikel	T00	10,9	µg/m ³	4,1 %
PM: Partikel	T35	4,4	µg/m ³	4,5 %
PM: Partikel	DRY	0,0090	g/(m ² *d)	0,5 %
PM: Partikel	WET	0,0004	g/(m ² *d)	0,2 %
XX: Unbekannt	J00	9,271E-008	g/m ³	0,5 %
XX: Unbekannt	DEP	8,713E-006	g/(m ² *d)	0,7 %
XX: Unbekannt	DRY	7,604E-006	g/(m ² *d)	0,8 %
XX: Unbekannt	WET	1,109E-006	g/(m ² *d)	0,3 %

5 Monitor-Punkten: BUP_5

X [m]: 384812,27

Y [m]: 5582689,73

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngrösse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PM: Partikel	J00	1,6	µg/m ³	0,6 %
PM: Partikel	DEP	0,0081	g/(m ² *d)	0,8 %
PM: Partikel	T00	12,3	µg/m ³	5 %
PM: Partikel	T35	5,0	µg/m ³	6,8 %
PM: Partikel	DRY	0,0077	g/(m ² *d)	0,8 %
PM: Partikel	WET	0,0004	g/(m ² *d)	0,4 %
XX: Unbekannt	J00	1,969E-007	g/m ³	0,6 %

Auswertung Monitor-Punkten

Projekt: 00

5 Monitor-Punkten: BUP_5

X [m]: 384812,27

Y [m]: 5582689,73

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

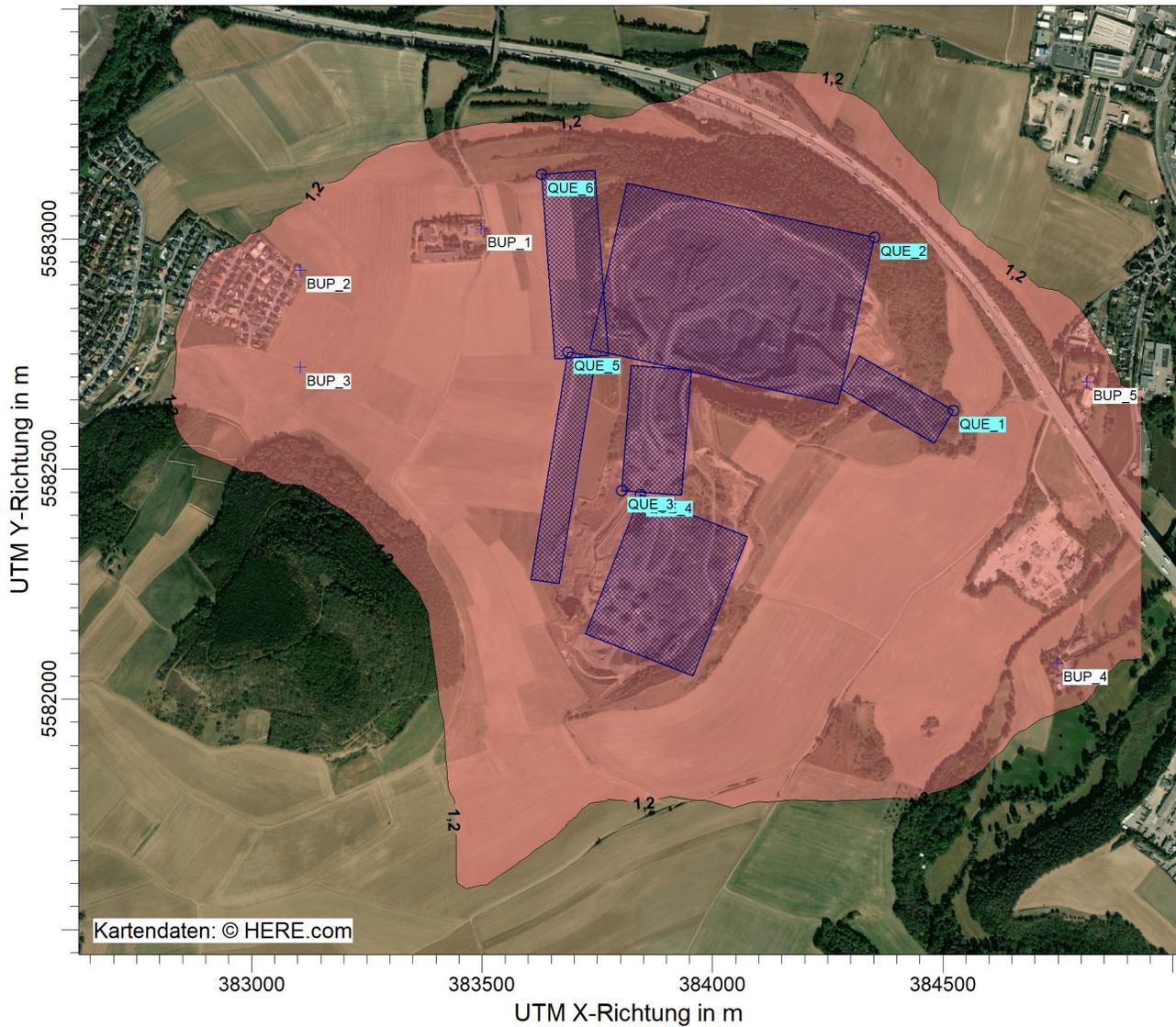
Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
XX: Unbekannt	DEP	1,856E-005	g/(m ² *d)	0,7 %
XX: Unbekannt	DRY	1,634E-005	g/(m ² *d)	0,8 %
XX: Unbekannt	WET	2,223E-006	g/(m ² *d)	0,4 %

Auswertung der Ergebnisse:

- J00/Y00:** Jahresmittel der Konzentration
- Tnn/Dnn:** Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
- Snn/Hnn:** Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
- DEP:** Jahresmittel der Deposition

PROJEKT-TITEL:

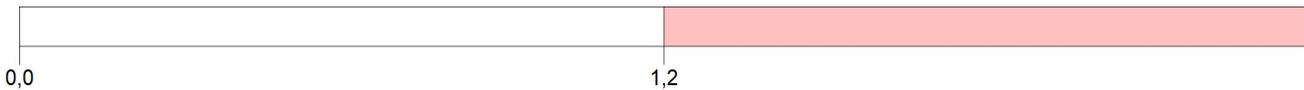
00



PM / J00z: Jahresmittel der Konzentration / 0 - 3m

µg/m³

PM J00: Max = 105,4 µg/m³ (X = 383899,00 m, Y = 5582244,00 m)



BEMERKUNGEN: irrelevante Gesamtzusatzbelastung an Staubkonzentration PM10	STOFF: <p style="text-align: center;">PM</p>		FIRMENNAME: <p style="text-align: center;">ZECH Umweltanalytik GmbH</p>	
	EINHEITEN: <p style="text-align: center;">µg/m³</p>			
	QUELLEN: <p style="text-align: center;">6</p>			
	AUSGABE-TYP: <p style="text-align: center;">PM J00</p>		DATUM: <p style="text-align: center;">09.08.2022</p>	

PROJEKT-TITEL:

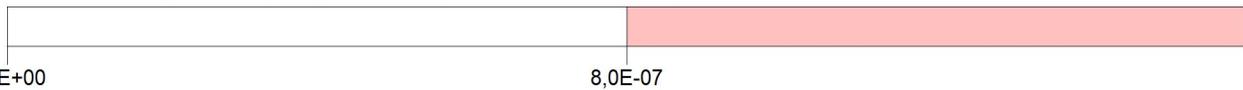
00



PM / J00z: Jahresmittel der Konzentration / 0 - 3m

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

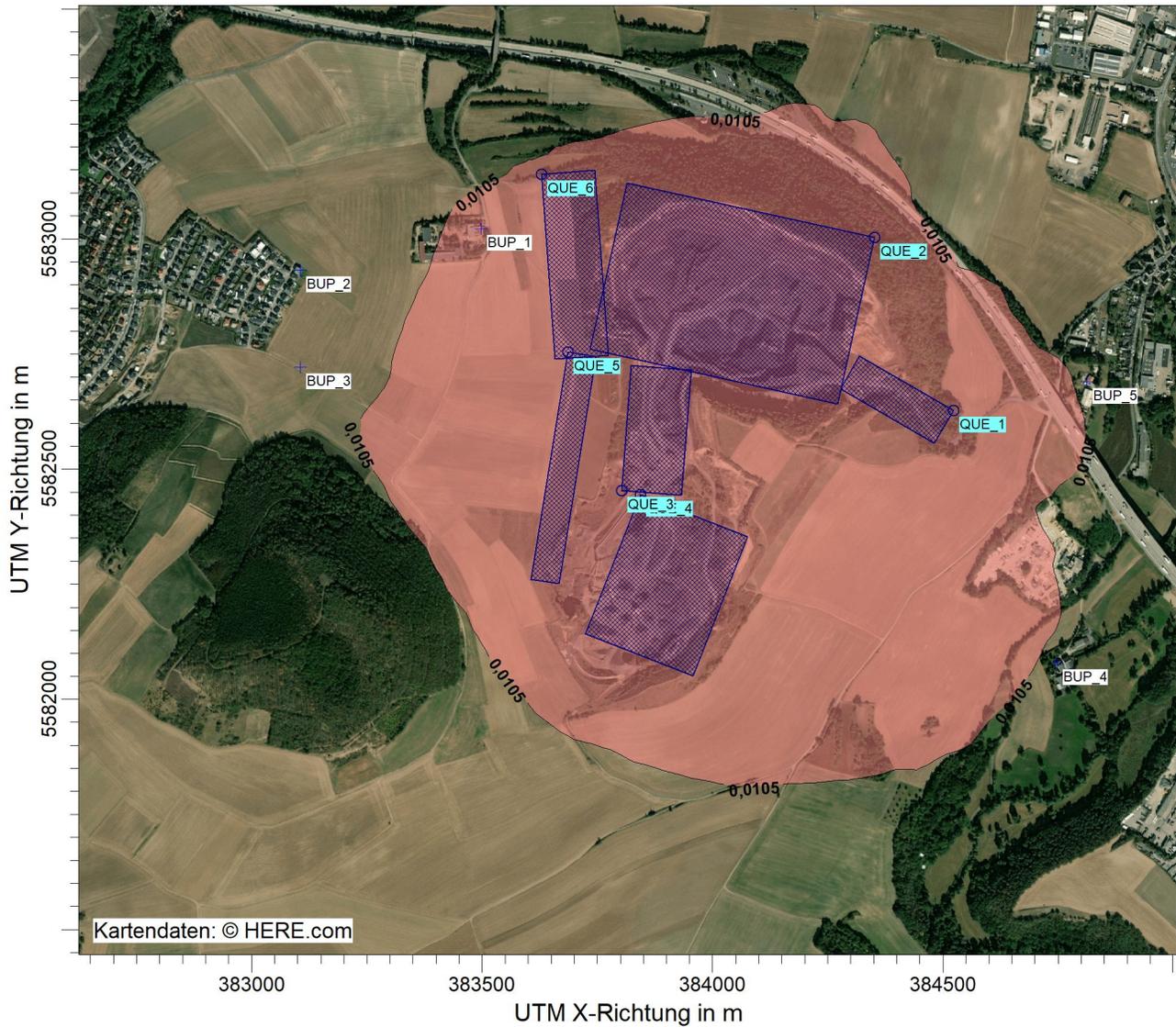
XX J00: Max = $9,294\text{E}-006 \text{ g}/\text{m}^3$ (X = 384331,00 m, Y = 5582692,00 m)



BEMERKUNGEN: irrelevante Gesamtzusatzbelastung an Staubkonzentration PM2,5	STOFF: XX		FIRMENNAME: ZECH Umweltanalytik GmbH	
	EINHEITEN: g/m^3		MAßSTAB: 1:15.000 0  0,4 km	
	QUELLEN: 6			
	AUSGABE-TYP: XX J00		DATUM: 09.08.2022	

PROJEKT-TITEL:

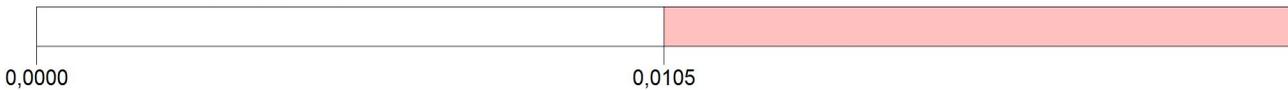
00



PM / DEPz: Jahresmittel der Deposition / 0 - 3m

g/(m²*d)

PM DEP: Max = 1,4307 g/(m²*d)



BEMERKUNGEN: irrelevante Gesamtzusatzbelastung an Staubdeposition	STOFF: <p style="text-align: center;">PM</p>		FIRMENNAME: <p style="text-align: center;">ZECH Umweltanalytik GmbH</p>	
	EINHEITEN: <p style="text-align: center;">g/(m²*d)</p>			
	QUELLEN: <p style="text-align: center;">6</p>			
	AUSGABE-TYP: <p style="text-align: center;">PM DEP</p>		DATUM: <p style="text-align: center;">09.08.2022</p>	

Prüfliste für die Immissionsprognose

Titel:
 Verfasser:
 Prüfliste ausgefüllt von:

Version Nr.:
 Datum:
 Prüfliste Datum:

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

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

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 13	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Gutachten
	Bei Schornsteinen: Horizontale Maschenweite des Rechengebiets nicht größer als Schornsteinbauhöhe (gemäß TA Luft)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.8.2	Bei Rauigkeitslänge aus CORINE-Kataster: Eignung des Werts geprüft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Bei Rauigkeitslänge aus eigener Festlegung: Eignung begründet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.9	Komplexes Gelände			
4.9.2	Prüfung auf vorhandene oder geplante Bebauung im Abstand von der Quelle kleiner als das Sechsfache der Gebäudehöhe, daraus die Notwendigkeit zur Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen abgeleitet		<input type="checkbox"/>	
	Bei Berücksichtigung von Bebauung: Vorgehensweise detailliert dokumentiert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Bei Verwendung eines Windfeldmodells: Lage der Rechengitter und aufgerasterte Gebäudegrundflächen dargestellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.9.3	Bei nicht ebenem Gelände: Geländesteigung und Höhendifferenzen zum Emissionsort geprüft und dokumentiert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Aus Geländesteigung und Höhendifferenzen Notwendigkeit zur Berücksichtigung von Geländeunebenheiten abgeleitet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Bei Berücksichtigung von Geländeunebenheiten: Vorgehensweise detailliert beschrieben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.10	Statistische Sicherheit			
	Statistische Unsicherheit der ausgewiesenen Immissionskenngrößen angegeben		<input type="checkbox"/>	
4.11	Darstellung der Ergebnisse			
4.11.1	Ergebnisse kartografisch dargestellt, Maßstabsbalken, Legende, Nordrichtung gekennzeichnet		<input type="checkbox"/>	
	Beurteilungsrelevante Immissionen im Kartenausschnitt enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Geeignete Skalierung der Ergebnisdarstellung vorhanden		<input type="checkbox"/>	
4.11.2	Bei entsprechender Aufgabenstellung: Tabellarische Ergebnisangabe für die relevanten Immissionsorte aufgeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.11.3	Ergebnisse der Berechnungen verbal beschrieben		<input type="checkbox"/>	
4.11.4	Protokolle der Rechenläufe beigefügt		<input type="checkbox"/>	
4.11.5	Verwendete Messberichte, Technische Regeln, Verordnungen und Literatur sowie Fremdgutachten, Eingangsdaten, Zitate von weiteren Unterlagen vollständig angegeben		<input type="checkbox"/>	