iMA
Richter & Röckle

Immissionen
Meteorologie
Akustik

Messstelle § 29b
BImSchG
Akkreditiert für
Immissionsprognosen
nach TA Luft
und GIRL

Auftraggeber: **RWE Generation SE**
RWE-Platz 3
45141 Essen

Schornsteinhöhenberechnung, Immissionsprognose und Ausbreitungsrechnungen zur N-Deposition und zu Säure-Einträgen für die geplante H_2-Ready-Gasmotoren-Anlage (Peakeranlage) in Gundremmingen

Projekt-Nr.: **23-12-01-S**

Umfang: **106 Seiten + 52 Seiten Anhang 2**

Datum: **07. Februar 2025**

Bearbeiter: **Dr. Jost Nielinger**
(Anerkannter Beratender Meteorologe DMG e.V.)
Dr. Markus Hasel

iMA - Immissionen · Meteorologie · Akustik
Richter & Röckle GmbH & Co. KG
Niederlassung Stuttgart
Hauptstraße 54
D-70839 Gerlingen

Tel.: 07156 / 4389 15
Fax: 07156 / 5026 18
E-Mail: nielinger@ima-umwelt.de
Internet: ima-umwelt.de

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 4
1 Situation und Aufgabenstellung 8
2 Vorgehen 9
3 Örtliche Verhältnisse 11
4 Betreiber-Angaben 15
5 Rechnerische Schornsteinhöhe 18
5.1 Einhaltung der S-Werte (TA Luft Nr. 5.5.2.2) 19
5.2 Bebauung und Bewuchs (TA Luft Nr. 5.5.2.3, Abs. 1-3) 29
5.3 Geländeform der Umgebung (TA Luft Nr. 5.5.2.3, Abs. 4+5) 31
5.4 Berechnung nach VDI 3781 Blatt 4 (TA Luft Nr. 5.5.2.1 Abs. 1) 32
5.5 Hohes Einzelgebäude (Nr. 3.2 LAI-Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung). 35
5.6 Zusammenfassung zur rechnerischen Schornsteinhöhe 38
6 Vergleich mit den Bagatell-Massenströmen (TA Luft:2021, Nr. 4.6.1.1) 39
7 Immissionsprognose 41
7.1 Luftschadstoffe und immissionsseitige Beurteilungsgrundlagen 41
7.2 Quellen und Emissionen 42
7.3 Beurteilungsgebiet, Berechnungsgebiet und Berechnungsgitter 45
7.4 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen 48
7.5 Berücksichtigung des Geländeeinflusses 51
7.6 Meteorologische Eingangsdaten 54
7.7 Windfeldmodell 57
7.8 Allgemeines zur trockenen und nassen Deposition 57
7.9 Ausbreitungsrechnung für Gase 58
7.10 Ausbreitungsrechnung für Stäube 59
7.11 Ausbreitungsrechnung für die Stickstoff-Deposition und Säureeinträge 61
7.12 Qualitätsstufe (statistische Sicherheit) 63
7.13 Aufaddieren der Rechenunsicherheit 63
7.14 Verwendetes Programmsystem 63
8 Ergebnisse Bewertung nach TA Luft 64
8.1 Flächenhafte Verteilungen Erdgasfeuerung 64
8.2 Flächenhafte Verteilungen im H_2-Betrieb. 72
8.3 Maximale Beaufschlagung - Prüfung auf Irrelevanz bei Erdgasfeuerung 80
8.4 Maximale Beaufschlagung - Prüfung auf Irrelevanz im H_2-Betrieb 82
8.5 Betrachtung der CO-Belastung 84
9 Ergebnisse für die N-Deposition und Säure-Einträge 85
9.1 Beurteilung nach Anhang 9 der TA Luft 89

9.2 Hinweis zu Anhang 1 der TA Luft 89
10 Sonderbetrachtungen 90
10.1 Maßnahmen zur Emissions-Vermeidung bzw. zur Emissions-Minderung. 90
10.2 Vorschläge für einen Anforderungs- und Maßnahmenkatalog Genehmigungsbescheid ... 92
Literatur 98
Anhang 1: Eingabedateien LASAT 100
Anhang 2: Übertragbarkeitsprüfung Meteorologie + 52 Seiten 106

Zusammenfassung

Die RWE Generation SE plant, südlich des bestehenden Kernkraftwerks Gundremmingen (KGG) im Landkreis Günzburg eine H_2-Ready Gasmotoren-Anlage (Peakeranlage) zu realisieren. Es ist geplant, dass die Gasmotorenanlage zur Netzstabilisierung betrieben wird, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Elektrizitätsversorgungssystems zu gewährleisten.

Die jährliche Betriebsdauer beträgt < 1.500 Stunden/Jahr.

Die Anlage besteht aus 28 Gasmotoren, die in sieben Vierergruppen angeordnet werden sollen. Die Abgase von vier Gasmotoren sollen jeweils in einem Schornstein über separate Züge abgeleitet werden. Alle 28 Gasmotoren sollen mit Erdgas bzw. perspektivisch mit Wasserstoff (H_2) betrieben werden können. Die Anlagen werden H_2 bereit („ready“) sein, d.h. für einen Betrieb mit Wasserstoffbeimischung geeignet und für einen 100%igen H_2-Betrieb umrüstbar sein.

Die geplante Anlage wird eine Feuerungswärmeleistung von maximal 265 MW_{th} aufweisen.

Eine Nutzung von Anlagenteilen des benachbarten Kernkraftwerks ist nicht geplant.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens sollte eine Immissionsprognose gemäß den Anforderungen der (TA Luft (2021) erstellt werden. Diese enthält:

- Schornsteinhöhenberechnung (TA Luft (2021) Nr. 5.5).
- Gegenüberstellung mit den Bagatellmassenströmen (TA Luft (2021) Nr. 4.6.1.1).
- Immissionsprognose Luftschadstoffe (TA Luft (2021) Nr. 4, Anhang 2).
- Gesonderte Auswertung für die Stickstoff-Deposition und die Säure-Einträge (TA Luft (2021) Anhang 8, Anhang 9).

Darüber hinaus werden in einem gesonderten Abschnitt weitere Genehmigungsfragestellungen behandelt.

Die iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG ist von der DAkkS akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft (D-PL-14202-01-00).

Ergebnisse

Schornsteinhöhenberechnung

Die verschiedenen Prüfschritte der Schornsteinhöhenberechnung kamen zu folgendem Ergebnis:

Einhaltung der S-Werte *Schornsteine Peakeranlage* gemäß Nr. 5.5.2.2 der TA Luft (2021). (Gemeinsame Betrachtung aller sieben 4-zügigen Sammelkamine.)	20,6 m
Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs gemäß Nr. 5.5.2.3 Abs. 1-3 der TA Luft (2021). **Zuschlag 6,6 m**, konservativ bestimmt als die mittlere Höhe der Bebauung innerhalb eines Kreises mit Radius 15 x 20,6 m = 309,0 m, die 5% der Kreisfläche einnimmt.	27,2 m
Berücksichtigung von unebenem Gelände Nr. 5.5.2.3 Abs. 4+5 der der TA Luft (2021).	n. erforderl.
Anforderungen der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) gemäß Nr. 5.5.2.1 Abs. 1 der der TA Luft (2021).	11,0 m
Schornsteinhöhe wegen hoher Einzelgebäude gemäß Nr. 3.2 LAI-Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung (LAI (2023)). Anwendungsvoraussetzungen nicht gegeben, siehe Text Abschnitt 5.5.	(24,4 m)

Als maßgeblich erweist sich die Einhaltung der S-Werte gemäß TA Luft (2021) Nr. 5.5.2.2 in Verbindung mit dem Zuschlag für die mittlere Höhe von Bebauung nach Nr. 5.5.2.3 Absätze 1-3.

Die rechnerisch erforderliche Schornsteinhöhe für alle sieben Sammelkamine beträgt

27,2 m.

Nach Angaben von RWE sollen die Kamine einheitlich 27,5 m hoch ausgeführt werden (tatsächlich gebaute Schornsteinhöhe).

Dies sind 0,3 m oder 1,1% mehr als die rechnerische Höhe. Dieser geringe Zuschlag liegt im Rahmen, den die TA Luft (2021), Nr. 5.5.2.1, Abs. 8, Satz 1 zulässt (bis +10% erlaubt).

Die Ausbreitungsrechnung wurde gemäß TA Luft (2021),Anhang 2, Nr. 1, Abs. 5 mit den tatsächlichen Schornsteinbauhöhen von 27,5 m durchgeführt.

Bagatellmassenströme

Die Bagatellmassenströme TA Luft (2021), Nr. 4.6.1.1, Tabelle 7 werden durch die geplante Peakeranlage mit Erdgasfeuerung mit Ausnahme des SO_2 und im H_2-Betrieb mit Ausnahme des SO_2 und des Gesamt-Staubes *nicht* eingehalten.

Der Verzicht auf die Bestimmung der Immissionskenngrößen wegen geringer Emissionsmassenströme gemäß Nr. 4.6.1.1 Absatz 1 ist für diese Komponenten nicht möglich.

Im vorliegenden Fall wurden Ausbreitungsrechnungen für alle vom Betreiber genannten Komponenten durchgeführt.

Immissionsprognose TA Luft

Die Irrelevanzkriterien der TA Luft (2021) Nr. 4.1, Abs. 5, sind für alle in den Nr. 4-2 bis 4-5 aufgeführten Beurteilungswerte und Komponenten in beiden untersuchten Betriebsweisen (Erdgasfeuerung und H_2-Betrieb) *eingehalten*.

Wird der Irrelevanzwert durch die Zusatzbelastung einer Anlage eingehalten oder unterschritten, so ist gemäß TA Luft (2021) Nr. 4.1, Abs. 4 c) keine Ermittlung der Immissionskenngrößen erforderlich.

Damit ist insbesondere auch keine Bestimmung der Kenngrößen für die Kurzzeitbeurteilungswerte notwendig.

Beurteilung nach Anhang 8 der TA Luft

Bei Erdgasfeuerung gibt es für die Peakeranlage keine Einwirkbereiche für die N-Deposition und die Säure-Einträge im Sinne der TA Luft (2021) Anhang 8.

Die Einwirkbereiche der Peakeranlage im Sinne von TA Luft (2021) Anhang 8 erstrecken sich im H_2-Betrieb ausschließlich in Richtung Nordosten, auf freie Fläche, mit einer Ausdehnung von maximal 1 200 m. *Innerhalb dieser berechneten Einwirkbereiche liegen keine FFH-Gebiete*.

Beurteilung nach Anhang 9 der TA Luft

Hier sind die Beiträge der N-Deposition durch die Anlage, also die Gesamtzusatzbelastung, zu betrachten. Die Anwendung der (strengeren) Beurteilungsregeln nach Anhang 8 der TA Luft (Einwirkbereich > 0,3 kgN/(ha Jahr)) zeigt bereits, dass dieser Wert nur in einer schmalen Zunge über freiem Feld bis maximal 1 200 m Entfernung nordöstlich der Peakeranlage überschritten wird. Der höchste Wert der berechneten N-Deposition ist mit 0,668 kgN/(ha Jahr) deutlich kleiner als 1 kgN/(ha Jahr). Es gibt demnach kein Beurteilungsgebiet im Sinne des Anhang 9 der TA Luft (2021) (Kriterium dort: 5 kgN/(ha Jahr)), in dem empfindliche Pflanzen und Ökosysteme näher betrachtet werden müssten.

Hinweis zu Anhang 1 der TA Luft

Im Anhang 1 der TA Luft (2021) ist ein Kriterium für die NH_3-Konzentration von 2 µg/m^3 genannt, dessen Überschreiten einen Anhaltspunkt auf das Vorliegen erheblicher Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme aufgrund der Einwirkung von Ammoniak gibt.

Die höchste berechnete Gesamtzusatzbelastung der NH_3-Konzentration durch die geplante Peakeranlage beträgt 0,075 µg/m^3 (H_2-Betrieb). Demnach gibt es keinen Anhaltspunkt für das Vorliegen erheblicher Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme aufgrund der Einwirkung von Ammoniak.

Die verwaltungsrechtliche Bewertung bleibt der Genehmigungsbehörde vorbehalten.

Gerlingen, den 07. Februar 2025

Dr. Jost Nielinger
Fachlich Verantwortlicher Immissionsprognosen
Projektleiter

Anerkannter Beratender Meteorologe
der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e.V.
- Ausbreitung von Luftbeimengungen
- Stadt- und Regionalklima

Dr. Markus Hasel
Sachverständiger

Dieser Bericht wurde nach den Anforderungen unseres Qualitätsmanagementsystems nach DIN 17025 erstellt. Der Bericht oder Teile daraus dürfen nur für das vorliegende Projekt vervielfältigt oder weitergegeben werden.

1 Situation und Aufgabenstellung

Die RWE Generation SE plant, südlich des bestehenden Kernkraftwerks Gundremmingen (KGG) im Landkreis Günzburg eine H_2-Ready Gasmotoren-Anlage (Peakeranlage) zu realisieren. Es ist geplant, dass die Gasmotorenanlage zur Netzstabilisierung betrieben wird, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Elektrizitätsversorgungssystems zu gewährleisten.

Die jährliche Betriebsdauer beträgt < 1.500 Stunden/Jahr.

Die Anlage besteht aus 28 Gasmotoren, die in sieben Vierergruppen angeordnet werden sollen. Die Abgase von vier Gasmotoren sollen jeweils in einem Schornstein über separate Züge abgeleitet werden. Alle 28 Gasmotoren sollen mit Erdgas bzw. perspektivisch mit Wasserstoff (H_2) betrieben werden können. Die Anlagen werden H_2 bereit („ready“) sein, d.h. für einen Betrieb mit Wasserstoffbeimischung geeignet und für einen 100%igen H_2-Betrieb umrüstbar sein.

Die geplante Anlage wird eine Feuerungswärmeleistung von maximal 265 MW_{th} aufweisen.

Eine Nutzung von Anlagenteilen des benachbarten Kernkraftwerks ist nicht geplant.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens sollte eine Immissionsprognose gemäß den Anforderungen der (TA Luft (2021) erstellt werden. Diese enthält:

- Schornsteinhöhenberechnung (TA Luft (2021) Nr. 5.5).
- Gegenüberstellung mit den Bagatellmassenströmen (TA Luft (2021) Nr. 4.6.1.1).
- Immissionsprognose Luftschadstoffe (TA Luft (2021) Nr. 4, Anhang 2).
- Gesonderte Auswertung für die Stickstoff-Deposition und die Säure-Einträge (TA Luft (2021) Anhang 8, Anhang 9).

Darüber hinaus werden in einem gesonderten Abschnitt weitere Genehmigungsfragestellungen behandelt.

Die iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG ist von der DAkkS akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft (D-PL-14202-01-00).

2 Vorgehen

Der RWE-Standort in Gundremmingen und seine Umgebung sind den Bearbeitern der iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG aus einer ganzen Reihe von Vorgängerprojekten bekannt. Zuletzt war die iMA am 08.02.2024 am Kraftwerksstandort.

Für den Betrieb der geplanten Peakeranlage wurden vom Auftraggeber die betrieblichen und emissionstechnischen Randbedingungen für den bestimmungsgemäßen Betrieb, Lastfall 100%, Brennstoffe Erdgas und H_2, zur Verfügung gestellt. Außerdem lagen Pläne der Peakeranlage und zu den bestehenden Gebäuden am Kraftwerkstandort vor (Kapitel 4).

Diese Angaben des Betreibers bildeten die Grundlage der Schornsteinhöhenberechnung (Kapitel 5) und zur Bestimmung der Emissionen und emissionstechnischen Randbedingungen für die Prüfung auf Einhaltung der Bagatellmassenströme (Kapitel 6), für die Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft (Kapitel 7 und 8) und zur Bestimmung von Stickstoff-Deposition und Säure-Einträgen (Kapitel 7 und 9).

Die Schornsteinhöhenberechnung erfolgte nach den Vorgaben der TA Luft (2021) Nr. 5.5 und mit zusätzlicher Prüfung nach Abschnitt 3.2 (Hohe Einzelgebäude) des LAI-Merkblattes zur Schornsteinhöhenbestimmung (LAI (2023)).

In der Gegenüberstellung mit den Bagatellmassenströmen wurden die Werte aus der Tabelle 7, Nr. 4.6.1.1 der TA Luft (2021) verwendet.

Die Ausbreitungsrechnungen wurden gemäß den Anforderungen der TA Luft (2021) Anhang 2 durchgeführt. Die Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010) „Qualitätssicherung in der Immissionsprognose“ wurden dort berücksichtigt, wo die Richtlinie inhaltlich für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft:2021 anwendbar ist.

Für die Berechnung der Stickstoff-Deposition und der Säure-Einträge wurden zusätzlich die „Methode 3“ des LANUV-Fachartikels (Straub et al. (2013)) zur Berücksichtigung von Wäldern eingesetzt.

Als meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung diente die Jahreszeitreihe (AKTerm) der Station Günzburg 2012. Dieser Datensatz wurde im Rahmen einer Übertragbarkeitsprüfung gemäß TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 9.1, Abs. 4a) und nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 (2017) als zeitlich und räumlich repräsentativ für den Standort ausgewählt (IfU (2018)). Gemäß TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 9.7 wurden zeitgleiche stundenfeine Niederschlagsintensitätsdaten des UBA-Datensatzes (UBA Niederschlag (2019) verwendet. Die Niederschlagsintensitäten des repräsentativen Jahres sind an die langjährige mittlere Jahressumme des Niederschlages angepasst. Die meteorologischen Eingangsdaten wurden in der Ausbreitungsrechnung an der im Rahmen der Übertragbarkeitsprüfung (IfU (2018)) angegebenen Ersatz-Anemometer-Position angesetzt.

Für die Ausbreitungsrechnungen wurde das Modell LASAT in der Version 3.5.4-64WI19-m4 (Janicke (1985)) eingesetzt. LASAT ist das weitaus mächtigere „Muttermodell“ des Programmes AUSTAL. LASAT erfüllt die Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft (2021) und der VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3 (2020). Diese Modellversion berücksichtigt bereits die Drift von Regentropfen bei der nassen Deposition.

Die Ausbreitungsrechnungen wurden nach den folgenden Regelwerken durchgeführt:

- TA Luft (2021), insbesondere die Ausbreitungsrechnung nach Anhang 2.
- VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010) „*Qualitätssicherung in der Immissionsprognose*“, soweit sie für die im Dezember 2021 in Kraft getretene „neue“ TA Luft (2021) anwendbar ist.
- Fachartikel der LANUV-Mitarbeiter Straub et al. (2013) zur konservativen Ermittlung der Einträge in Wäldern, „Methode 3“.

Für die Beurteilung gemäß TA Luft (2021) Nr. 4 wurde die Gesamtzusatzbelastung der Anlage berechnet. Für die Gesamtzusatzbelastungen der Peakeranlage wurden die Maxima der Beaufschlagung bestimmt, den einschlägigen Beurteilungswerten gegenübergestellt und eine Prüfung auf Einhaltung der Irrelevanzwerte der TA Luft (2021), Nr. 4.1 Abs. 5, vorgenommen. Die Beurteilung der Maxima gilt stellvertretend für das gesamte Berechnungsgebiet.

Für die Bestimmung eines möglichen Einwirkbereiches gemäß Anhang 8 TA Luft (2021) wurde ebenfalls die Gesamtzusatzbelastung der Anlage ausgewertet. Hier ist zu beachten, dass nach Wortlaut im Anhang 8 eine „vorhabensbezogene Zusatzbelastung“ heranzuziehen ist, die sich im Regelfall aus der Differenz „Gesamtzusatzbelastung Planfall minus Gesamtzusatzbelastung Ist-Zustand“ ergibt. Da es sich aber um eine Neu-Anlage handelt, kann kein „Ist-Zustand“ in Abzug gebracht werden und die Gesamtzusatzbelastung ist hier gleich der zur Beurteilung heranzuziehenden Zusatzbelastung.

Wegen der unterschiedlichen Ablagerungs-Eigenschaften der beteiligten Komponenten je nach Oberflächenbeschaffenheit erfolgte die Auswertung gemäß einem Vorschlag von LANUV-Mitarbeitern Straub et al. (2013)) und mit Blick auf eine obere Bestimmung der Beiträge flächendeckend für die in der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5 (2006) aufgeführte Landnutzung „Wald“.

Für die Beurteilung gemäß Anhang 9 TA Luft (2021) wird die Gesamtzusatzbelastung der Anlage zur Stickstoff-Deposition betrachtet.

In gesonderten Abschnitten werden die Maßnahmen zur Emissions-Vermeidung bzw. zur Emissions-Minderung betrachtet sowie ein Vorschlag für einen Anforderungs- und Maßnahmenkatalog im Genehmigungsbescheid formuliert.

3 Örtliche Verhältnisse

Der Standort der geplanten Peakeranlage liegt auf einem freien Grundstück unmittelbar südöstlich des bestehenden Kernkraftwerkes bei Gundremmingen. Die Zentren der Ortschaften Gundremmingen (im Süden), Gundelfingen (im Norden) und Aislingen (im Osten) sind rund 1,5 km, 5 km und 4 km entfernt (Abbildung 3-1).

Abb. 3-1: Großräumige Lage des Kraftwerkstandortes bei Gundremmingen (gelber Punkt). (Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ geoGLIS)

Die nächstgelegenen Ortsteile/Ortschaften sind der Nordrand von Gundremmingen (Entfernung ca. 970 m) und Rieder im Südosten (ca. 2 000 m), Abbildung 3-2, sowie auf der nördlichen Donauseite Peterswörth im Nordwesten (2 650 m) und Wildenauhof im Westen (ca. 2 800 m). Der nächstgelegene Immissionsort (Wohnhaus) liegt in ca. 770 m Entfernung südlich der geplanten Peakeranlage, an der Lauinger Straße (Abbildung 3-2).

Westlich des Standortes strömt die Donau annähernd von Süd nach Nord. Die Ufer sind mit dichtem Wald bestanden, der größtenteils durch ein FFH-Gebiet geschützt ist (Abbildung 7.3-1). Nördlich des Standortes liegt das bestehende Kernkraftwerk, südlich und östlich erstrecken sich Ackerland und Grünflächen.

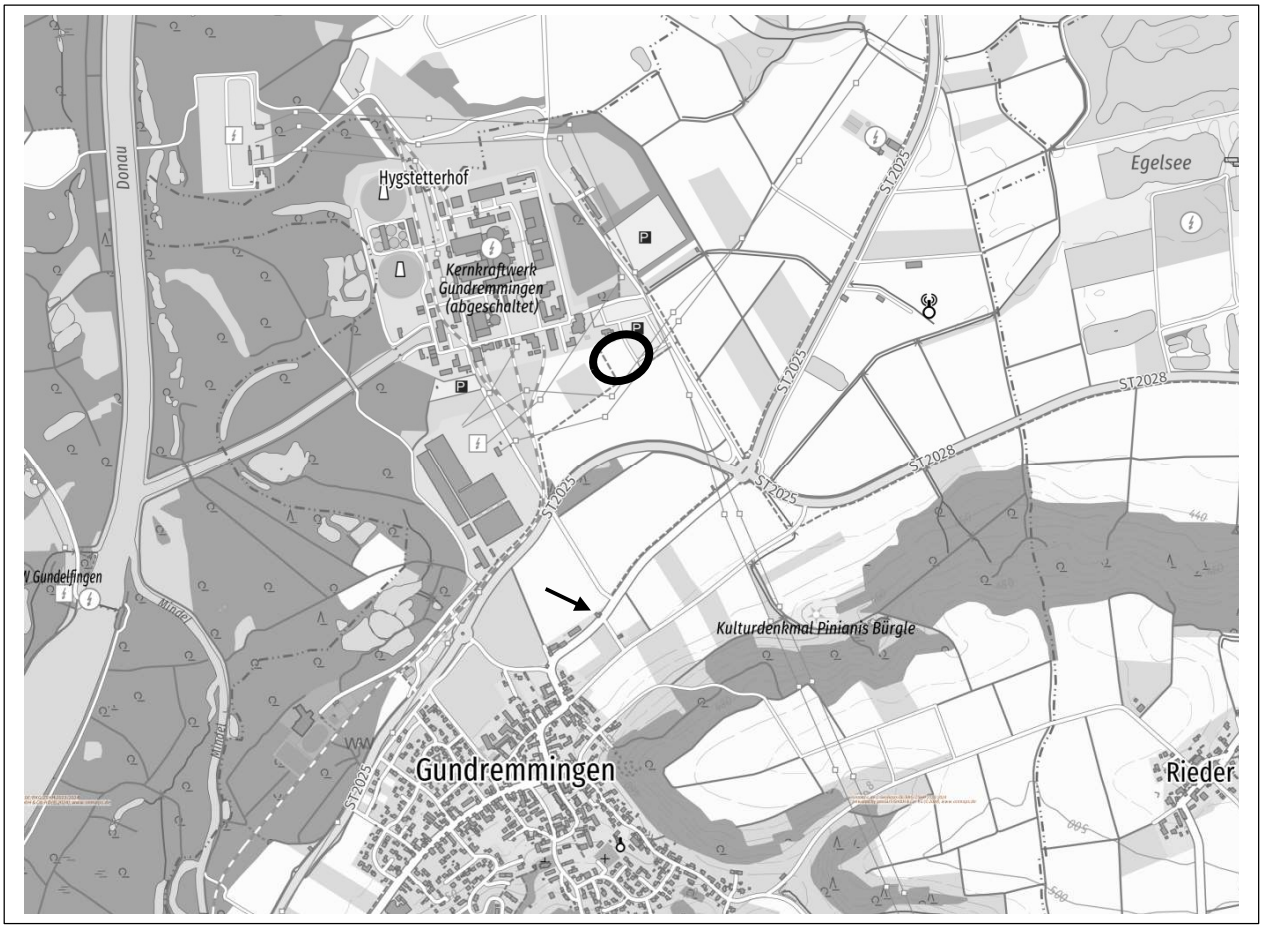


Abb. 3-2: Umfeld des Kraftwerkstandortes mit Baufeld Peakeranlage (schwarz markiert). Der nächstgelegene Immissionsort (Wohnhaus) ist mit einem Schwarzen Pfeil markiert.
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ geoGLIS)

Das Baufeld für die Peakeranlage liegt auf einer Höhe von 431 m bis 432 m NN. Das gesamte westliche, nördliche und östliche Umfeld ist nahezu eben (Donauniederung), vergleiche Abbildung 7.5-1. Lediglich im Süden wird das Gelände etwas welliger, beginnend mit einer Geländestufe auf rund 500 m NN etwa 1 km südlich des geplanten Standortes.

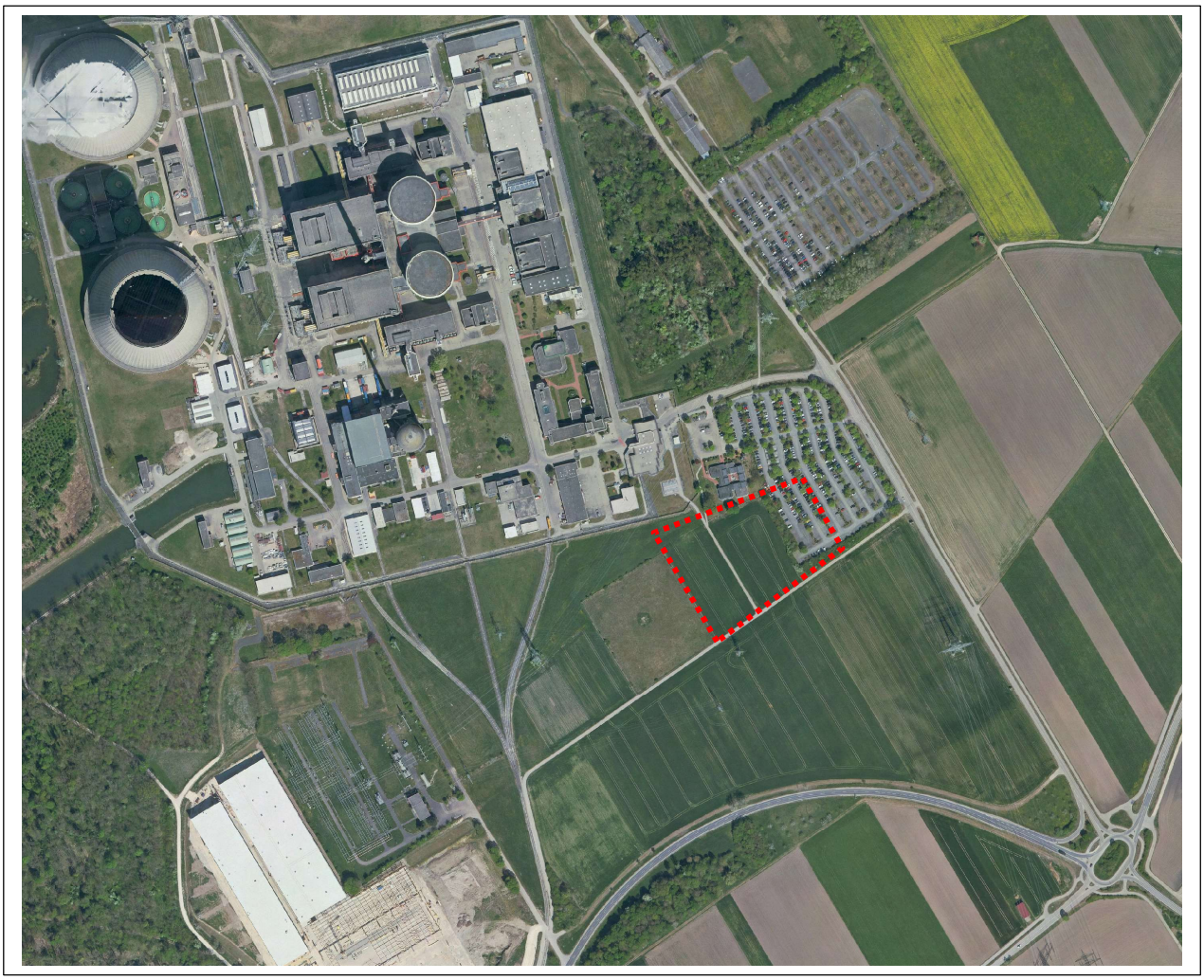


Abb. 3-3: Luftbild des Kraftwerkstandortes bei Gundremmingen und seiner direkten Umgebung. Das Baufeld für die geplante Peakeranlage ist rot skizziert eingetragen.
(Luftbild: © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ Hexagon)

Die Abbildung 3-4 zeigt die Anordnungsplanung für Peakeranlage im Baufeld der Abbildung 3-3. Die 7 Sammelkamine der Peakeranlage mit je 4 Zügen sind rot markiert.

Abb. 3-4: Anordnungsplanung der Peakeranlage. Die Positionen der 7 Sammelkamine mit je 4 Zügen sind rot markiert.
(Quelle: Antragsteller)

4 Betreiber-Angaben

Folgende Betreiber-Angaben wurden zur Verfügung gestellt:

- Übersichtsplan Kraftwerksstandort Gundremmingen mit Gebäudehöhen.
- Aufstellungsplanung (AOP) für die geplante Peakeranlage mit Gebäudehöhen.
- Emissionsdaten für die 28 Motoren der Peakeranlage, den Volllastfall 100% und die Brennstoffe Erdgas und H_2.

Die Peakeranlage besteht aus 26 Gasmotoren des Typs Jenbacher JMS 624 mit einer Nennleistung von 4,498 MW_{el} und 2 Gasmotoren des Typs Jenbacher JMS 620 mit einer Nennleistung von 3,125 MW_{el}.

Die Abgase von jeweils 4 Motoren werden in sieben 4-zügigen Sammelkaminen gebündelt. Die Kamine „K1“ und „K7“ bestehen aus 3 Zügen der Gasmotoren JMS 624 und 1 Zug des Gasmotors JMS 620.

Zu den sieben 4-zügigen Sammelkaminen lagen folgende geometrische Angaben vor:

Tab. 4-1: Geometrische Betreiber-Angaben zu den sieben 4-zügigen Sammelkaminen

Kamin	UTM32 Ostwert	UTM32 Nordwert	Schornsteinbauhöhe (aus Kapitel 5)	Durchmesser Mündung Angabe für einzelnen Zug
K1	603 885,988	5 374 182,748	27,5	0,8
K2	603 895,415	5 374 166,713	27,5	0,8
K3	603 904,842	5 374 150,679	27,5	0,8
K4	603 933,404	5 374 210,618	27,5	0,8
K5	603 942,830	5 374 194,584	27,5	0,8
K6	603 952,257	5 374 178,550	27,5	0,8
K7	603 985,533	5 374 230,471	27,5	0,8

Die Kaminzüge beider Motor-Typen – JMS 624 und JMS 620 – haben den gleichen Durchmesser von 0,8 m.

Für die Gasmotoren der Peakeranlage und die beiden Brennstoffe Erdgas und Wasserstoff (H_2) wurden vom Betreiber die in Tabelle 4-2 aufgelisteten technischen Angaben sowie Emissionskonzentrationen der beteiligten Komponenten jeweils für den Vollastfall (100%) zur Verfügung gestellt.

Die Angaben für den Brennstoff H_2 sind nach Angaben des Betreibers konservative Werte, die als „worst-case“-Annahmen bereitgestellt wurden. Der Betreiber rechnet damit, dass die Emissionswerte bei Wasserstoff zumindest in Bezug auf bestimmte Schadstoffe (bspw. SO_2) geringer ausfallen, weil die entsprechenden Schadstoffe nicht im Brennstoff zu erwarten sind. Zudem ist davon auszugehen, dass sich der Stand der Technik beim Einsatz von Wasserstoff weiterentwickeln und dann zu entsprechenden Anpassungen der Grenzwertanforderungen in der 44. BImSchV führen wird.

Tab. 4-2: Betreiber-Angaben zu den Gasmotoren der Peakeranlage. Werte für die Brennstoffe Erdgas und Wasserstoff (H_2), jeweils für den Volllastfall (100%). Die Angaben für den H_2-Betrieb sind nach Angaben des Betreibers vorläufige Werte, da endgültige Werte noch nicht feststehen.

Größe für Vollastfall 100%	**Einheit**	**Erdgas**		**H_2**	
		JMS 624	**JMS 620**	**JMS 624**	**JMS 620**
Nennleistung	MW	4,498	3,125	ca. 3,65	ca. 2,8
Feuerungswärmeleistung	MW	9,617	7,293	ca. 8,5	ca. 6,5
Austrittstemperatur	°C	342	413	350	350
Volumenstrom Norm, trocken, Bezugs-O_2 (5%)	m^3/h	10 909	8 279	7 219	5 539
Volumenstrom Norm, trocken, Betriebs-O_2 (10,3%/10,7%/2,4%/2,4%)	m^3/h	16 298	12 849	6 210	4 765
Volumenstrom Norm, feucht, Betriebs-O_2 (9,2%/9,6/1,8%/1,8%)	m^3/h	18 161	14 262	7 960	6 100
Betriebsvolumenstrom **4	m^3/h	40 900	35 826	18 160	13 916
Wasserbeladung **5	kg H_2O / kg tr. Abgas	0,0711	0,0684	0,1753	0,1743
E-Konzentration Stickoxide NO_x Tagesmittelwert Jahresmittelwert	 mg/Nm^3 tr. mg/Nm^3 tr.	 100 **1 100 **1	 100 **1 100 **1	 100 **1 100 **1	 100 **1 100 **1
Primär-NO_2-Anzeil Emissionen	%	40	40	80	80
E-Konzentration Ammoniak NH_3	mg/Nm^3 tr.	5	5	10	10
E-Konzentration Schwefeldioxid SO_2	mg/Nm^3 tr.	9	9	9	9
E-Konzentration Kohlenmonoxid CO	mg/Nm^3 tr.	250	250	60	60
E-Konzentration Formaldehyd **2	mg/Nm^3 tr.	20	20	6	6
E-Konzentration Gesamt-C	mg/Nm^3 tr.	1 300	1 300	60	60
E-Konzentration Staub	mg/Nm^3 tr.	5	5	5 **3	5 **3

**1: In den Angaben des Betreibers wurde nicht zwischen Tagesmittelwert (TMW) und Jahresmittelwert (JMW) unterschieden, daher wurde der angegebene Wert für beide Mittelungszeiträume verwendet.
**2: Mittelwert über Probenahmezeitraum.
**3: Es lagen keine Angaben für Staubemissionen bei H_2-Betrieb vor; daher wurden die Daten des Erdgas-Betriebes hier auch für H_2-Betrieb angesetzt.
**4: Von iMA berechnet auf Basis des Volumenstroms Norm, feucht, Betriebs-O_2, der mit dem Quotienten (Austrittstemperatur+273,15°C)/273,15°C multipliziert wird
**5: Von iMA berechnet auf Basis des Quotienten (Volumenstrom Norm feucht, Betriebs-O_2 minus Volumenstrom Norm, trocken, Betriebs-O_2)/Volumenstrom Norm, trocken, Betriebs-O_2, multipliziert mit dem Faktor 0,622

Durch Multiplikation der angegebenen Emissionskonzentrationen mit dem Volumenstrom Norm, trocken bei Bezugs-O_2 ergeben sich die Emissionsmassenströme, die in der Tabelle 4-3 in der Einheit kg/h angegeben sind.

Tab. 4-3: **Emissionsmassenströme**, die sich aus den Betreiber-Angaben zum Volumenstrom Norm, trocken, Bezugs-O_2 und den Betreiber-Angaben zu den Emissionskonzentrationen ergeben, in **kg/h**. Die Zeile für Gesamt-C ist in grauer Schrift, da der Emissionsmassenstrom von Gesamt-C weder bei der Schornsteinhöhenberechnung (TA Luft 5.5.2.2, letzter Absatz) noch in der Ausbreitungsrechnung (kein immissionsseitiger Beurteilungswert) explizit berücksichtigt wird.

Emissionsmassenströme Komponenten	**Einheit**	**Erdgas**		**H_2**	
		JMS 624	**JMS 620**	**JMS 624**	**JMS 620**
E-Massenstrom Stickoxide NOx	kg/h	1,0909	0,8279	0,7219	0,5539
E-Massenstrom Ammoniak NH_3	kg/h	0,0545	0,0414	0,0722	0,0554
E- Massenstrom Schwefeldioxid SO_2	kg/h	0,0982	0,0745	0,0650	0,0499
E- Massenstrom Kohlenmonoxid CO	kg/h	2,7273	2,0698	0,4331	0,3323
E- Massenstrom Formaldehyd **2	kg/h	0,2182	0,1656	0,0433	0,0332
E- Massenstrom Staub	kg/h	0,0545	0,0414	0,0361	0,0277
E- Massenstrom Gesamt-C	kg/h	14,1817	10,7627	0,4331	0,3323

5 Rechnerische Schornsteinhöhe

Zur Berechnung der erforderlichen Schornsteinhöhe wurden folgenden Prüfschritte durchgeführt:

- Einhaltung der S-Werte aus Anhang 6 gemäß Nr. 5.5.2.2 der TA Luft (2021).
- Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs gemäß Nr. 5.5.2.3 Abs. 1-3 der TA Luft (2021).
- Die Berücksichtigung von unebenem Gelände Nr. 5.5.2.3 Abs. 4+5 der TA Luft (2021) ist hier nicht erforderlich, da ein Horizont, der sich um mehr als 15° über einer ebenen Fläche in 27,2 m Mündungshöhe erhebt, an diesem Standort nicht vorkommt (Abschnitt 5.3).
- Anforderungen der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) gemäß Nr. 5.5.2.1 Abs. 1 der TA Luft (2021).
- Prüfung, ob eine Korrektur wegen hoher Einzelgebäude gemäß Nr. 3.2 des LAI-Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung (LAI (2023)) erforderlich ist.

5.1 Einhaltung der S-Werte (TA Luft Nr. 5.5.2.2)

Zur Überprüfung, ob die Anlage die S-Werte aus dem Anhang 6 der TA Luft (2021) einhält, wurden gemäß Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021) Ausbreitungsrechnungen nach Anhang 2, Nr. 14 durchgeführt.

Einzelkamin-Schornsteinhöhen

Zunächst werden die sieben 4-zügigen Sammelkamine einzeln betrachtet. Für diese Ausbreitungsrechnungen wurde das Berechnungsprogramm BESMIN (Umweltbundesamt, UBA (2021)) verwendet. Das Programm BESMIN (UBA (2021)) ermittelt für die vorgegebene(n) Komponente(n) die Schornsteinhöhe h_b, mit der der S-Wert durch die höchste berechnete Immissionskonzentration eingehalten ist.

Im Anhang 6 der TA Luft (2021) ist ein S-Wert für Stickstoff*dioxid* (NO_2) angegeben. Für diese Komponente wurde der Emissionsmassenstrom gemäß TA Luft (2021), Nr. 5.5.2.2, Abs. 5 berechnet: Demnach ist ein Umwandlungsgrad des NO von 60 Prozent zu NO_2 zugrunde zu legen. Der Emissionsmassenstrom NO_2 ergibt sich dann aus dem Emissionsmassenstrom NOx durch Multiplikation mit dem Faktor $F = (0{,}6+0{,}4\ p)$, wobei p der relative Anteil des Stickstoffdioxids im Emissionsmassenstrom ist (p wird auch als „Primär-NO_2-Anteil“ bezeichnet). Die Tabelle 5-1 zeigt die NO_2-Emissionsmassenströme, die sich mit diesem TA-Luft-Ansatz für die Motoren und Brennstoffe ergeben:

Tab. 5-1: Emissionsmassenströme NO2 für die Schornsteinhöhenberechnung gemäß TA Luft (2021), Nr. 5.5.2.2, Abs. 5. Datenbasis: Tabellen 4-2 und 4-3.

Größe für Schornsteinhöhenberechnung	Einheit	Erdgas		H_2	
		JMS 624	JMS 620	JMS 624	JMS 620
E-Massenstrom Stickoxide NOx	kg/h	1,0909	0,8279	0,7219	0,5539
Primär-NO_2-Anteil p	%	40	40	80	80
Faktor F = (0,6 +0,4 p)		0,76	0,76	0,92	0,92
E- Massenstrom Schwefeldioxid NO_2	kg/h	0,8291	0,6292	0,6641	0,5096

Die 4 Züge eines Kamins sind eine „kompakte Gruppe“ im Sinne der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 3 (2019). Aus diesem Grund können die 4 Züge zu einem „Ersatz-Kamin“ zusammengefasst werden. Die Zusammenfassung erfolgt so:

- Die Emissionsmassenströme werden addiert.
- Die Volumenströme werden addiert.
- Die Austrittsgeschwindigkeit wird als Quotient der addierten Betriebsvolumenströme und der Austrittsfläche eines Äquivalenzdurchmessers berechnet. Der Äquivalenzdurchmesser ist der Durchmesser, der für einen Kreis gilt, der die gleiche Fläche hat wie die addierte Austrittsfläche der 4 Züge.
- Die Wasserbeladung wird aus den addierten Volumenströmen trocken und feucht bei Betriebs-O_2 berechnet (siehe Fußnote 5 in Tabelle 4-2).

- Die Austrittstemperatur wird als Mischrechnung der 4 Züge ermittelt. Dabei werden die Beiträge der 4 Züge entsprechend ihres Betriebsvolumenstroms gewichtet berücksichtigt.

Gemäß TA Luft (2021) Nr. 5.5.2.2, letzter Absatz, sind bei Verbrennungsmotoren die Emissionen an Methan als Bestandteil der organischen Stoffe im Abgas, angegeben als Gesamtkohlenstoff, nicht für die Bestimmung der Schornsteinhöhe zu berücksichtigen.

Die folgende Tabellen 5-2 und 5-4 zeigen die Bestimmung der Kenngrößen für die fünf identischen Sammelkamine K2 bis K6 (jeweils 4 x JMS 624) und die Brennstoffe Erdgas und H_2. Die Tabellen 5-3 und 5-5 zeigen die Bestimmung der Kenngrößen für die Sammelkamine K1 und K7 (3 x JMS 624 und 1 x JMS 620) und die Brennstoffe Erdgas und H_2. Die Datengrundlage sind die Tabellen 4-2 und 4-3.

Tab. 5-2: Bestimmung der Basisdaten für die fünf 4-zügigen Sammelkamine K2 bis K6 mit jeweils 4 x JMS 624, Brennstoff Erdgas. Emissionsmassenströme sind nur für die Komponentenangegeben, für die die TA Luft im Anhang 6 S-Werte angibt. Außerdem wird Gesamt-C nicht betrachtet (TA Luft Nr. 5.5.2.2., letzter Absatz). Datengrundlage sind die Angaben des Betreibers in Tabelle 4-2 und die daraus direkt zu berechnenden Emissionsmassenströme in der Tabelle 4-3.

Brennstoff: Erdgas		Zug 1	Zug 2	Zug 3	Zug 4	**K2 – K6**
Größe	**Einheit**	JMS 624	JMS 624	JMS 624	JMS 624	**Zsfsg.**
E-Massenstrom NO2 **1	kg/h	0,8291	0,8291	0,8291	0,8291	**3,3164**
E- Massenstrom SO_2	kg/h	0,0982	0,0982	0,0982	0,0982	**0,3928**
E- Massenstrom CO	kg/h	2,7273	2,7273	2,7273	2,7273	**10,9092**
E- Massenstrom Formaldehyd	kg/h	0,2182	0,2182	0,2182	0,2182	**0,8728**
E- Massenstrom Staub	kg/h	0,0545	0,0545	0,0545	0,0545	**0,2180**
E- Massenstrom Ges-C	kg/h	14,1817	14,1817	14,1817	14,1817	**56,7268**
E- Massenstrom NH_3 **2	kg/h	0,0545	0,0545	0,0545	0,0545	**0,2180**
Betriebsvolumenstrom	m^3/h	40 900	40 900	40 900	40 900	**163 600**
Durchmesser	m	0,8	0,8	0,8	0,8	
Austrittsfläche	m^2	0,50265	0,50265	0,50265	0,50265	**2,01062**
Äquivalenzdurchmesser	m					**1,60**
Austrittsgeschwindigkeit	m/s	22,6	22,6	22,6	22,6	**22,6**
Austrittstemperatur	°C	342	342	342	342	**342**
Wasserbeladung	kg/kg	0,0711	0,0711	0,0711	0,0711	**0,0711**

**1: Aus Tabelle 5-1

**2: Nur für Immissionsprognose; Es gibt keinen S-Wert für NH_3 im Anhang 6 der TA Luft.

Tab. 5-3: Bestimmung der Basisdaten für die zwei 4-zügigen Sammelkamine K1 und K7 mit jeweils 3 x JMS 624 und 1 x JMS 620, Brennstoff Erdgas. Emissionsmassenströme sind nur für die Komponentenangegeben, für die die TA Luft im Anhang 6 S-Werte angibt. Außerdem wird Gesamt-C nicht betrachtet (TA Luft Nr. 5.5.2.2., letzter Absatz). Datengrundlage sind die Angaben des Betreibers in Tabelle 4-2 und die daraus direkt zu berechnenden Emissionsmassenströme in der Tabelle 4-3.

Brennstoff: Erdgas		Zug 1	Zug 2	Zug 3	Zug 4	**K1, K7**
Größe	**Einheit**	JMS 624	JMS 624	JMS 624	JMS 620	**Zsfsg.**
E-Massenstrom NO2 **1	kg/h	0,8291	0,8291	0,8291	0,6292	**3,1165**
E- Massenstrom SO_2	kg/h	0,0982	0,0982	0,0982	0,0745	**0,3691**
E- Massenstrom CO	kg/h	2,7273	2,7273	2,7273	2,0698	**10,2517**
E- Massenstrom Formaldehyd	kg/h	0,2182	0,2182	0,2182	0,1656	**0,8202**
E- Massenstrom Staub	kg/h	0,0545	0,0545	0,0545	0,0414	**0,2049**
E- Massenstrom Ges-C	kg/h	14,1817	14,1817	14,1817	10,7627	**53,3078**
E- Massenstrom NH_3 **2	kg/h	0,0545	0,0545	0,0545	0,0414	**0,2049**
Betriebsvolumenstrom	m^3/h	40 900	40 900	40 900	35 826	**158 845**
Durchmesser	m	0,8	0,8	0,8	0,8	
Austrittsfläche	m^2	0,50265	0,50265	0,50265	0,50265	**2,01062**
Äquivalenzdurchmesser	m					**1,60**
Austrittsgeschwindigkeit	m/s	22,6	22,6	22,6	19,8	**21,95**
Austrittstemperatur	°C	342	342	342	413	**358,0**
Wasserbeladung	kg/kg	0,0711	0,0711	0,0711	0,0684	**0,0705**

**1: Aus Tabelle 5-1

**2: Nur für Immissionsprognose; Es gibt keinen S-Wert für NH_3 im Anhang 6 der TA Luft.

Tab. 5-4: Bestimmung der Basisdaten für die fünf 4-zügigen Sammelkamine K2 bis K6 mit jeweils 4 x JMS 624, Brennstoff H_2. Emissionsmassenströme sind nur für die Komponentenangegeben, für die die TA Luft im Anhang 6 S-Werte angibt. Außerdem wird Gesamt-C nicht betrachtet (TA Luft Nr. 5.5.2.2., letzter Absatz). Datengrundlage sind die Angaben des Betreibers in Tabelle 4-2 und die daraus direkt zu berechnenden Emissionsmassenströme in der Tabelle 4-3.

Brennstoff: H_2		Zug 1	Zug 2	Zug 3	Zug 4	**K2 – K6**
Größe	**Einheit**	JMS 624	JMS 624	JMS 624	JMS 624	**Zsfg.**
E-Massenstrom NO2 **1	kg/h	0,6641	0,6641	0,6641	0,6641	**2,6564**
E- Massenstrom SO_2	kg/h	0,0650	0,0650	0,0650	0,0650	**0,2600**
E- Massenstrom CO	kg/h	0,4331	0,4331	0,4331	0,4331	**1,7324**
E- Massenstrom Formaldehyd	kg/h	0,0433	0,0433	0,0433	0,0433	**0,1732**
E- Massenstrom Staub	kg/h	0,0361	0,0361	0,0361	0,0361	**0,1444**
E- Massenstrom Ges-C	kg/h	0,4331	0,4331	0,4331	0,4331	**1,7324**
E- Massenstrom NH_3 **2	kg/h	0,0722	0,0722	0,0722	0,0722	**0,2888**
Betriebsvolumenstrom	m^3/h	18 160	18 160	18 160	18 160	**72 640**
Durchmesser	m	0,8	0,8	0,8	0,8	
Austrittsfläche	m^2	0,50265	0,50265	0,50265	0,50265	**2,01062**
Äquivalenzdurchmesser	m					**1,60**
Austrittsgeschwindigkeit	m/s	10,04	10,04	10,04	10,04	**10,04**
Austrittstemperatur	°C	350	350	350	350	**350**
Wasserbeladung	kg/kg	0,1753	0,1753	0,1753	0,1753	**0,1753**

**1: Aus Tabelle 5-1

**2: Nur für Immissionsprognose; Es gibt keinen S-Wert für NH_3 im Anhang 6 der TA Luft.

Tab. 5-5: Bestimmung der Basisdaten für die zwei 4-zügigen Sammelkamine K1 und K7 mit jeweils 3 x JMS 624 und 1 x JMS 620, Brennstoff H_2. Emissionsmassenströme sind nur für die Komponentenangegeben, für die die TA Luft im Anhang 6 S-Werte angibt. Außerdem wird Gesamt-C nicht betrachtet (TA Luft Nr. 5.5.2.2., letzter Absatz). Datengrundlage sind die Angaben des Betreibers in Tabelle 4-2 und die daraus direkt zu berechnenden Emissionsmassenströme in der Tabelle 4-3.

Brennstoff: H_2		Zug 1	Zug 2	Zug 3	Zug 4	**K1, K7**
Größe	**Einheit**	JMS 624	JMS 624	JMS 624	JMS 620	**Zsfsg.**
E-Massenstrom NO2 **1	kg/h	0,6641	0,6641	0,6641	0,5096	**2,5019**
E- Massenstrom SO_2	kg/h	0,0650	0,0650	0,0650	0,0499	**0,2449**
E- Massenstrom CO	kg/h	0,4331	0,4331	0,4331	0,3323	**1,6316**
E- Massenstrom Formaldehyd	kg/h	0,0433	0,0433	0,0433	0,0332	**0,1631**
E- Massenstrom Staub	kg/h	0,0361	0,0361	0,0361	0,0277	**0,1360**
E- Massenstrom Ges-C	kg/h	0,4331	0,4331	0,4331	0,3323	**1,6316**
E- Massenstrom NH_3 **2	kg/h	0,0722	0,0722	0,0722	0,0554	**0,2720**
Betriebsvolumenstrom	m^3/h	18 160	18 160	18 160	13 916	**68 395**
Durchmesser	m	0,8	0,8	0,8	0,8	
Austrittsfläche	m^2	0,50265	0,50265	0,50265	0,50265	**2,01062**
Äquivalenzdurchmesser	m					**1,60**
Austrittsgeschwindigkeit	m/s	10,04	10,04	10,04	7,69	**9,45**
Austrittstemperatur	°C	350	350	350	350	**350**
Wasserbeladung	kg/kg	0,1753	0,1753	0,1753	0,1743	**0,1751**

**1: Aus Tabelle 5-1

**2: Nur für Immissionsprognose; Es gibt keinen S-Wert für NH_3 im Anhang 6 der TA Luft.

In der folgenden Tabelle 5-6 werden für jeden der Sammelkamine, für jede Komponente und für jeden Brennstoff die so genannten „Q/S-Verhältnisse“ ermittelt. Sie ergeben sich jeweils aus dem Quotienten des Emissionsmassenstromes Q und des S-Wertes aus TA Luft (2021) Anhang 6.

Tab. 5-6: Verhältnisse Q/S für jeden der beiden Arten von Sammelkaminen und jeweils die beiden Brennstoffe der Tabellen 5-2 bis 5-5. Gelb unterlegt sind die für jeden Sammelkamin mit deutlichem Abstand höchsten Q/S-Verhältnisse. Datenbasis: Tabellen 5-2 bis 5-5 (Emissionsmassenströme Q) und Anhang 6 der TA Luft (2021) (S-Werte).

	Erdgas		**H_2**	
Komponente S-Wert	**K2 – K6 Q in kg/h Q/S**	**K1, K7 Q in kg/h Q/S**	**K2 – K6 Q in kg/h Q/S**	**K1, K7 Q in kg/h Q/S**
NO_2 0,10	3,3164 33,164	3,1165 31,165	2,6564 26,564	2,5019 25,019
SO_2 0,14	0,3928 2,806	0,3691 2,636	0,2600 1,857	0,2449 1,749
CO 7,5	10,9092 1,455	10,2517 1,367	1,7324 0,231	1,6316 0,218
Formaldehyd 0,025	0,8728 34,912	0,8202 32,808	0,1732 6,928	0,1631 6,524
Staub 0,08	0,2180 2,725	0,2049 2,561	0,1444 1,805	0,1360 1,700

**1: S-Wert des PM10-Anteils wird hier konservativ mit dem Emissionsmassenstrom für Gesamt-Staub kombiniert.

Es zeigt sich: Die höchsten Q/S-Verhältnisse („Leitkomponenten“) ergeben sich bei Erdgasfeuerung für die Komponenten NO_2 und Formaldehyd und bei H_2-Betrieb für die Komponenten NO_2.

Für diese Komponenten wurde mit dem Programm BESMIN (UBA (2021)) für jeden der beiden Arten von Sammelkaminen und jeweils die beiden Brennstoffe die Einzelkamin-Schornsteinhöhe nach TA Luft (2021) Nr. 5.5.2.2 bestimmt (Tabelle 5-7).

Tab. 5-7: Eingangsdaten für die Schornsteinhöhenberechnung mit dem Programm BESMIN (UBA (2021), Massenströme nur der Leitkomponenten aus Tabelle 5-6) und resultierende Schornsteinhöhen gemäß TA Luft (2021) Nr. 5.5.2.2 für jede der zwei Arten von Sammelkaminen und für beide Brennstoffe. Datengrundlage: Tabellen 5-2 bis 5-5.

		Erdgas		H_2	
Größe	**Einheit**	**K2 bis K6**	**K1, K7**	**K2 bis K6**	**K1, K7**
Innendurchmesser	m	1,60	1,60	1,60	1,60
Austrittstemperatur	°C	342	358,0	350	350
Austrittsgeschwindigkeit	m/s	22,6	21,95	10,04	9,45
Wasserbeladung	kg/(kg tr)	0,0711	0,0705	0,1753	0,1751
E-Massenstrom Formaldehyd	kg/h	0,8728	0,8202		
E-Massenstrom NO_2	kg/h	3,3164	3,1165	2,6564	2,5019
Schornsteinhöhe Formaldehyd	m	6,0	6,0		
Schornsteinhöhe NO_2	m	6,0	6,0	8,1	8,1

Die größte berechnete Einzelkamin-Schornsteinhöhe zur Einhaltung der S-Werte beträgt 8,1 m. Maßgeblich sind die Sammelkamine mit H_2-Feuerung.

Schornsteinhöhe aufgrund der Emissionen aller 7 Kamine

Gemäß TA Luft (2021) Nr. 5.5.2.1 Absatz 5 ist bei mehreren Schornsteinen der Anlage die Einhaltung des S-Wertes gemäß Nummer 5.5.2.2 durch Überlagerung der Konzentrationsfahnen der Schornsteine zu prüfen.

Dazu werden die sieben 4-zügigen Sammelkamine gemeinsam betrachtet. Für diese Ausbreitungsrechnungen wurde das Berechnungsprogramm BESMAX (Umweltbundesamt, UBA (2021)) verwendet. Das Programm BESMAX (UBA (2021)) ermittelt für die vorgegebene(n) Komponente(n) die Schornsteinhöhe h_b, mit der der S-Wert durch die höchste berechnete Immissionskonzentration eingehalten ist.

Die Koordinaten der 7 Sammelkamine (Tabelle 4-1) wurden relativ zum zentral angeordneten Kamin K5 umgerechnet:

Tab. 5-8: Relativ-Koordinaten der sieben Sammelkamine zu Kamin K5 für die Schornsteinhöhenberechnung mit dem Modell BESMAX (UBA (2021)).

Kamin	UTM32 Ostwert	UTM32 Nordwert	Relativ-Koordinate x (m)	Relativ-Koordinate y (m)
K1	603 885,988	5 374 182,748	-56,8	-11,8
K2	603 895,415	5 374 166,713	-47,4	-27,9
K3	603 904,842	5 374 150,679	-38,0	-43,9
K4	603 933,404	5 374 210,618	-9,4	16,0
K5	603 942,830	5 374 194,584	0,0	0,0
K6	603 952,257	5 374 178,550	9,4	-16,0
K7	603 985,533	5 374 230,471	42,7	35,9

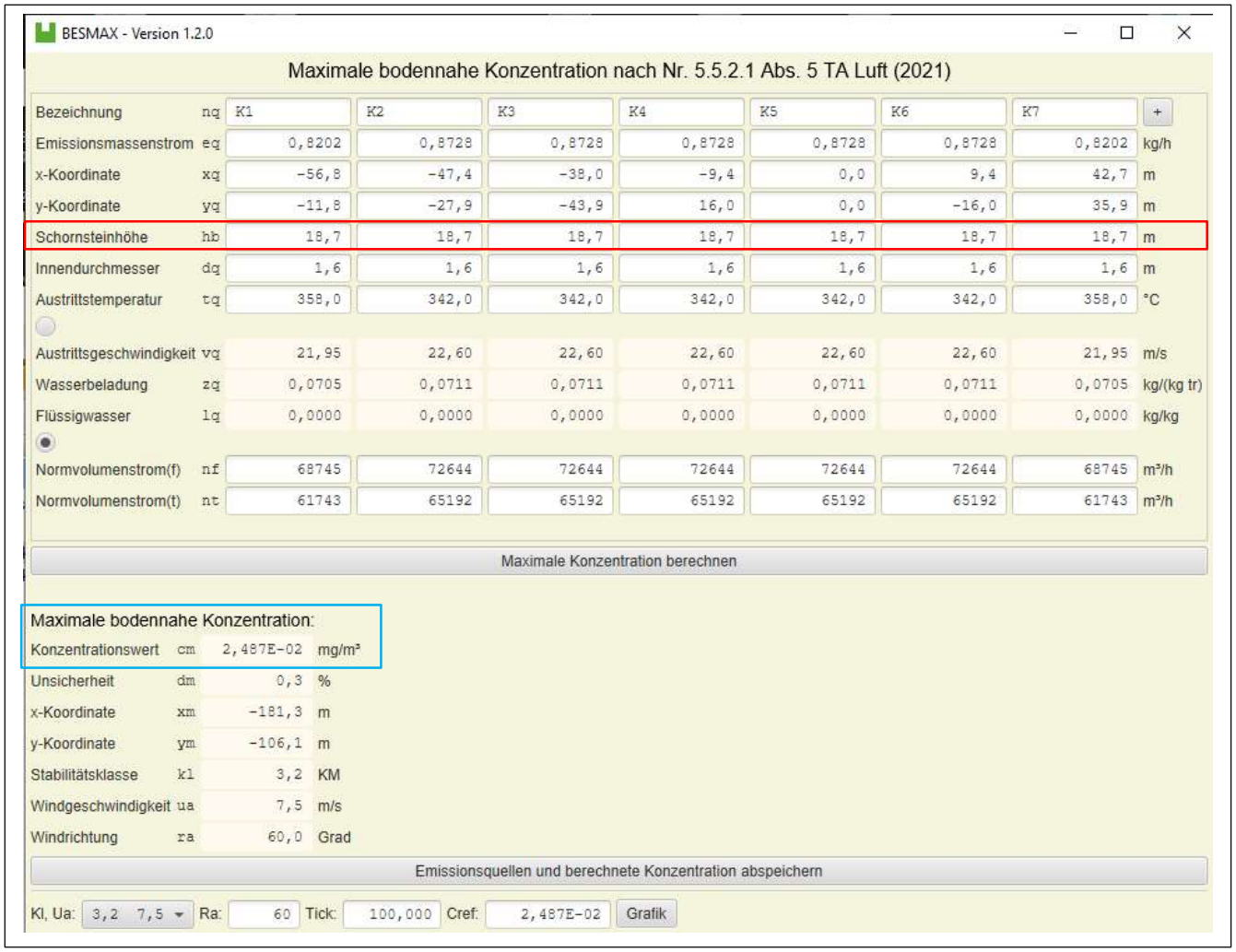
Die Schornsteinhöhenberechnungen wurden für die Komponenten Formaldehyd und NO_2 (Erdgasfeuerung) bzw. NO_2 (H_2-Betrieb) durchgeführt. Die Eingangsdaten für die Kamine K2 bis K6 bei Erdgasfeuerung sind jeweils die der Tabelle 5-7, Spalte 3, die Eingangsdaten der Kamine K1 und K7 bei Erdgasfeuerung sind die der Spalte 4. Entsprechend gelten für den H_2-Betrieb die Angaben in den Spalten 5 und 6.

Alle 7 Sammelkamine bekommen die gleiche Höhe. Das Verfahren BESMAX wurde iterativ so lange mit steigenden Schornsteinhöhen angewendet, bis der S-Wert der betrachteten Komponente eingehalten war.

Bei der Erdgasfeuerung wurden die höchsten erforderlichen Schornsteinhöhen zur Einhaltung der S-Werte für die Komponente Formaldehyd mit 18,7 m ermittelt (Abbildung 5-1).

Im H2-Betrieb wurden die höchsten erforderlichen Schornsteinhöhen zur Einhaltung der S-Werte für die Komponente NO_2 mit 20,6 m ermittelt (Abbildung 5-2).

Als maßgeblich zur Einhaltung der S-Werte gemäß TA Luft (2021) Nr. 5.5.2.2 erweist sich der H_2-Betrieb und die Komponente NO_2. Die erforderliche Schornsteinhöhe beträgt 20,6 m.



Bezeichnung	nq	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	+
Emissionsmassenstrom	eq	0,8202	0,8728	0,8728	0,8728	0,8728	0,8728	0,8202	kg/h
x-Koordinate	xq	-56,8	-47,4	-38,0	-9,4	0,0	9,4	42,7	m
y-Koordinate	yq	-11,8	-27,9	-43,9	16,0	0,0	-16,0	35,9	m
Schornsteinhöhe	hb	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	m
Innendurchmesser	dq	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	m
Austrittstemperatur	tq	358,0	342,0	342,0	342,0	342,0	342,0	358,0	°C
Austrittsgeschwindigkeit	vq	21,95	22,60	22,60	22,60	22,60	22,60	21,95	m/s
Wasserbeladung	zq	0,0705	0,0711	0,0711	0,0711	0,0711	0,0711	0,0705	kg/(kg tr)
Flüssigwasser	lq	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	kg/kg
Normvolumenstrom(f)	nf	68745	72644	72644	72644	72644	72644	68745	m³/h
Normvolumenstrom(t)	nt	61743	65192	65192	65192	65192	65192	61743	m³/h

Maximale bodennahe Konzentration:			
Konzentrationswert	cm	2,487E-02	mg/m³
Unsicherheit	dm	0,3	%
x-Koordinate	xm	-181,3	m
y-Koordinate	ym	-106,1	m
Stabilitätsklasse	kl	3,2	KM
Windgeschwindigkeit	ua	7,5	m/s
Windrichtung	ra	60,0	Grad

Kl, Ua: 3,2 7,5 Ra: 60 Tick: 100,000 Cref: 2,487E-02

Abb. 5-1: Ergebnis des Modellsystems BESMAX (UBA (2021)) für die 7 Sammelkamine und die Komponente Formaldehyd bei Erdgas-Feuerung. Die erforderlichen Schornsteinhöhen zur Einhaltung des S-Wertes sind mit einem roten Kasten markiert. Das nach Anhang 2, Nr. 14 TA Luft (2021) berechnete Maximum ist blau umrahmt, Der S-Wert von Formaldehyd aus Anhang 6 der TA Luft (2021) beträgt 0,025 oder 2,5E-02.

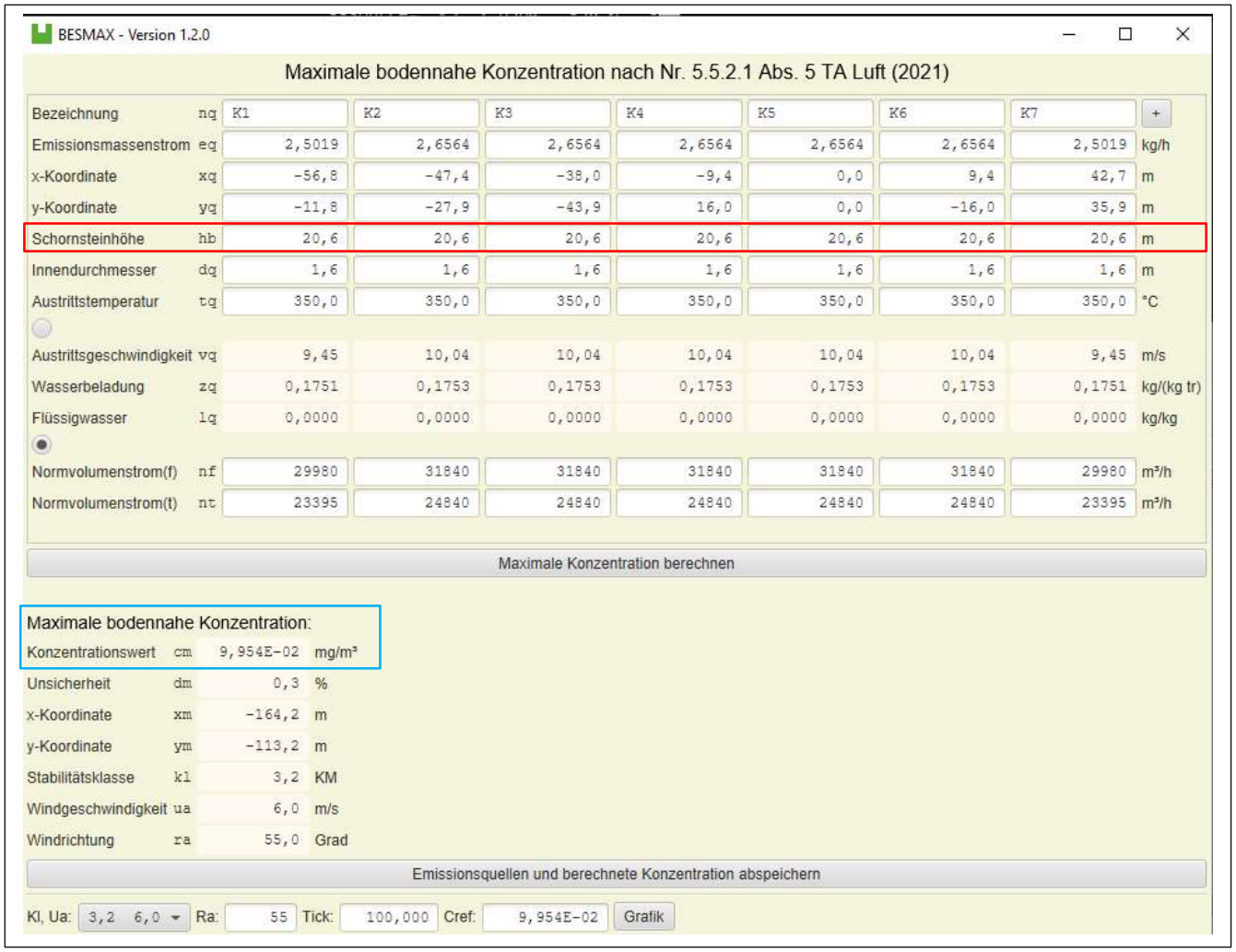


Abb. 5-2: Ergebnis des Modellsystems BESMAX (UBA (2021)) für die 7 Sammelkamine und die Komponente NO_2 bei H_2-Betrieb. Die erforderlichen Schornsteinhöhen zur Einhaltung des S-Wertes sind mit einem roten Kasten markiert. Das nach Anhang 2, Nr. 14 TA Luft (2021) berechnete Maximum ist blau umrahmt, Der S-Wert von NO_2 aus Anhang 6 der TA Luft (2021) beträgt 0,10 oder 10E-02.

5.2 Bebauung und Bewuchs (TA Luft Nr. 5.5.2.3, Abs. 1-3)

Gemäß Nr. 5.5.2.3 Abs. 1-3 der TA Luft (2021) sollen die Wirkung von Bebauung und Bewuchs im Umfeld der Schornsteine berücksichtigt werden.

Geschlossene oder zumindest zusammenhängende Bebauung und Bewuchs sollen bei der Schornsteinhöhenberechnung durch einen entsprechenden Zuschlag berücksichtigt werden, sofern sie mehr als 5 % der Fläche eines Kreises um den Schornstein mit dem Radius der 15-fachen, nach Nummer 5.5.2.2 bestimmten Schornsteinhöhe (mindestens aber mit dem Radius 150 m) einnehmen. Mit dem Ergebnis aus Abschnitt 5.1 ergibt sich : r = 20,6 m x 15 = 309,0 m. Die im vorliegenden Fall zu betrachtende Kreis-Flächen mit Radius 309,0 m sind in der folgenden Abbildung rot dargestellt. Die Kreisfläche beträgt 299 962 m^2.

Abb. 5-3: Kreise mit Radius r = 309,0 m (rot) um die 7 Schornsteine (4zügige Sammelkamine, gelb) der geplanten Peakeranlage.
(Luftbild: © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ Hexagon)

Die in Abbildung 5-3 noch zu erkennende Baumgruppe ist nach Auskunft des Betreibers zwischenzeitlich abgeholzt, da dort ein Batteriespeicher entstehen soll. Es verbleibt somit eine Prüfung auf den Einfluss der Bebauung.

Innerhalb der Kreise liegen einige Bestandsgebäude (Abbildung 5-4). Zudem wurden der Bereich des geplanten Batteriespeichers mit einer „Gebäudehöhe“ (Container) von 4 m berücksichtigt.

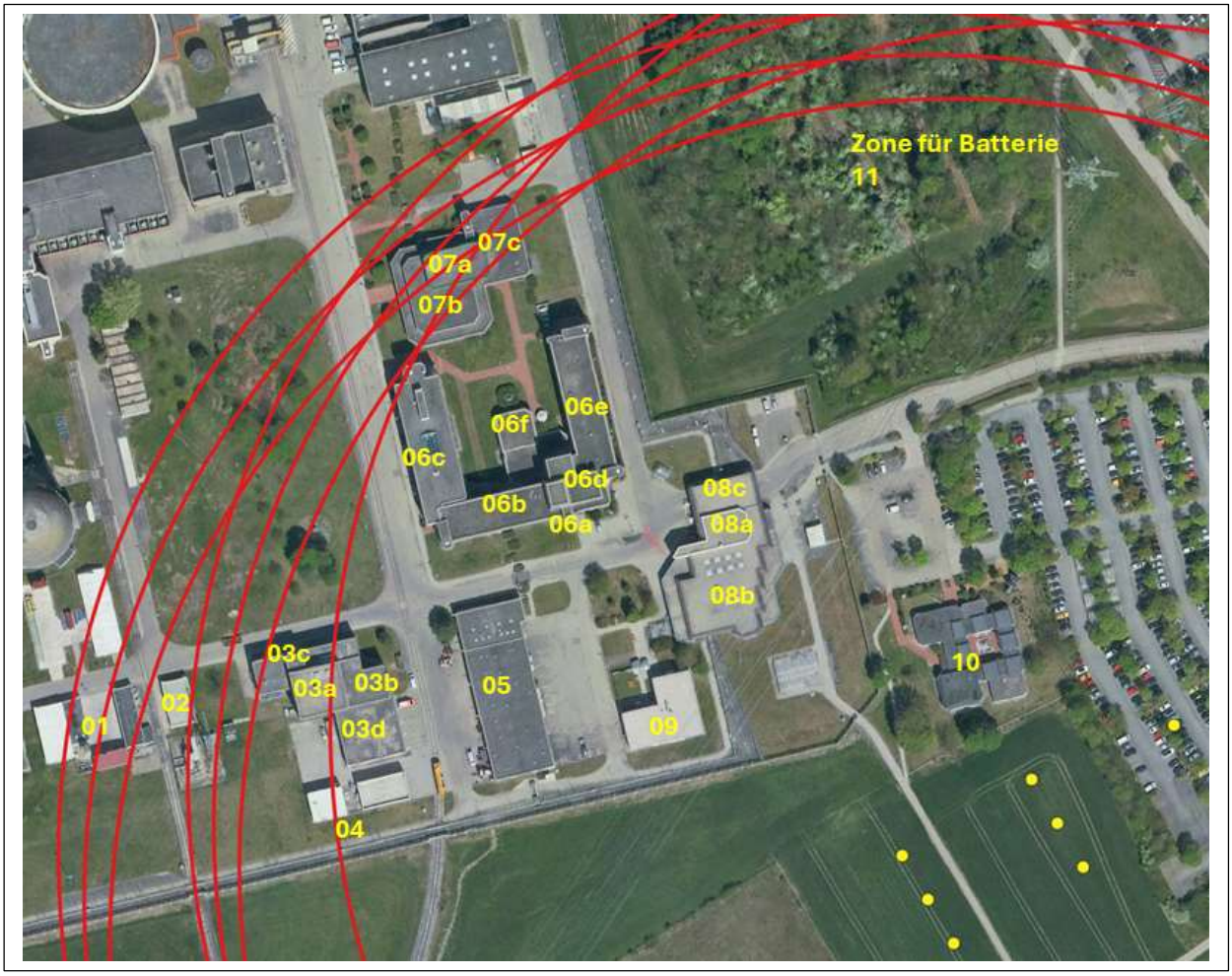


Abb. 5-4: Ausschnitt der Abbildung 5-3. Markiert sind die Gebäude, die zur Ermittlung der mittleren Höhe von Bebauung herangezogen wurden. Der geplante Batteriespeicher wurde mit einer mittleren Gebäudehöhe von 4 m (Container) einbezogen.
(Luftbild: © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ Hexagon)

Die in Abbildung 5-4 markierten Gebäude nehmen (mit Batteriespeicher) zusammen rund 25 200 m^2 Fläche ein, das sind 8,4% der Kreisfläche. In konservativer Betrachtungsweise werden sie als „zusammenhängend“ behandelt, obgleich auch breitere Zwischenräume zwischen den Gebäuden bestehen.

Die Abschätzung der mittleren Gebäudehöhe erfolgte flächengewichtet.

Es ergab sich eine mittlere Höhe der betrachteten Bebauung von 6,6 m.

Die nach TA Luft (2021) Nr. 5.5.2.3 Abs. 1-3 um Bebauung und Bewuchs korrigierte Schornsteinhöhe berechnet sich damit zu

20,6 m + 6,6 m = 27,2 m

5.3 Geländeform der Umgebung (TA Luft Nr. 5.5.2.3, Abs. 4+5)

Gemäß Nr. 5.5.2.3 Abs. 4+5 der TA Luft (2021) sollen die Geländeform der Umgebung berücksichtigt werden, wenn der Landschaftshorizont *von der Mündung des Schornsteins aus betrachtet* in einem mindestens 20° breiten Richtungssektor mehr als 15° über der Horizontalen aufragt.

In solchen Fällen soll der Schornstein so weit erhöht werden, bis der Winkel kleiner oder gleich 15° ist.

Bei einer Mündungshöhe von 27,2 m liegt diese in rund 459,7 m über NN (Geländehöhe am Standort nach Aufschüttung mit 432,5m NN angesetzt).

Die nächstgelegene Geländestufe liegt etwa 1 km südöstlich des Standortes der Peakeranlage (Kreuzberg, Hungerberg, Aschberg). Ein vertikaler 15°-Winkel über diese Distanz führt in 1000 m Entfernung zu einem Höhenzuschlag von 267,9 m. Eine Korrektur aufgrund der Geländehöhe wäre demnach erforderlich, wenn die Höhe über NN dort in einem 20° breiten Richtungssektor mehr als 727,6 m NN betragen würde.

Die Geländehöhe im Südosten und Süden der Anlage beträgt maximal 507 m NN (Geoportal Bayernatlas). Der Winkel aus Sicht der Schornsteinmündung auf diese Höhe beträgt weniger als 3°.

Eine Korrektur der Schornsteinhöhe gemäß Nr. 5.5.2.3 Abs. 4+5 der TA Luft (2021) ist nicht erforderlich.

5.4 Berechnung nach VDI 3781 Blatt 4 (TA Luft Nr. 5.5.2.1 Abs. 1)

Gemäß TA Luft (2021) Nr. 5.5.2.1 muss die Lage und Höhe der Schornsteinmündung den Anforderungen der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) genügen. Die Ermittlung der Mindesthöhe nach dieser Richtlinie zielt auf einen ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung und eine ausreichende Verdünnung. Deshalb soll die Austrittsöffnung außerhalb des Einflussbereichs von Gebäuden liegen. Der Einflussbereich der Gebäude wird gemäß VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) durch sogenannte Rezirkulationszonen beschrieben. Nach dieser Richtlinie ist sowohl der Einfluss des Gebäudes, auf dem oder an dem sich der Schornstein befindet, als auch der Einfluss von dem Schornstein vorgelagerten Gebäuden auf die erforderliche Schornsteinhöhe zu prüfen. Ziel der Berechnung ist, den Bereich der Rezirkulationszone zu bestimmen, in der sich das vorgelagerte Gebäude noch stark auf die Strömung und die Turbulenz auswirkt. Die folgende Abbildung 5-5 illustriert diese Vorgehensweise.

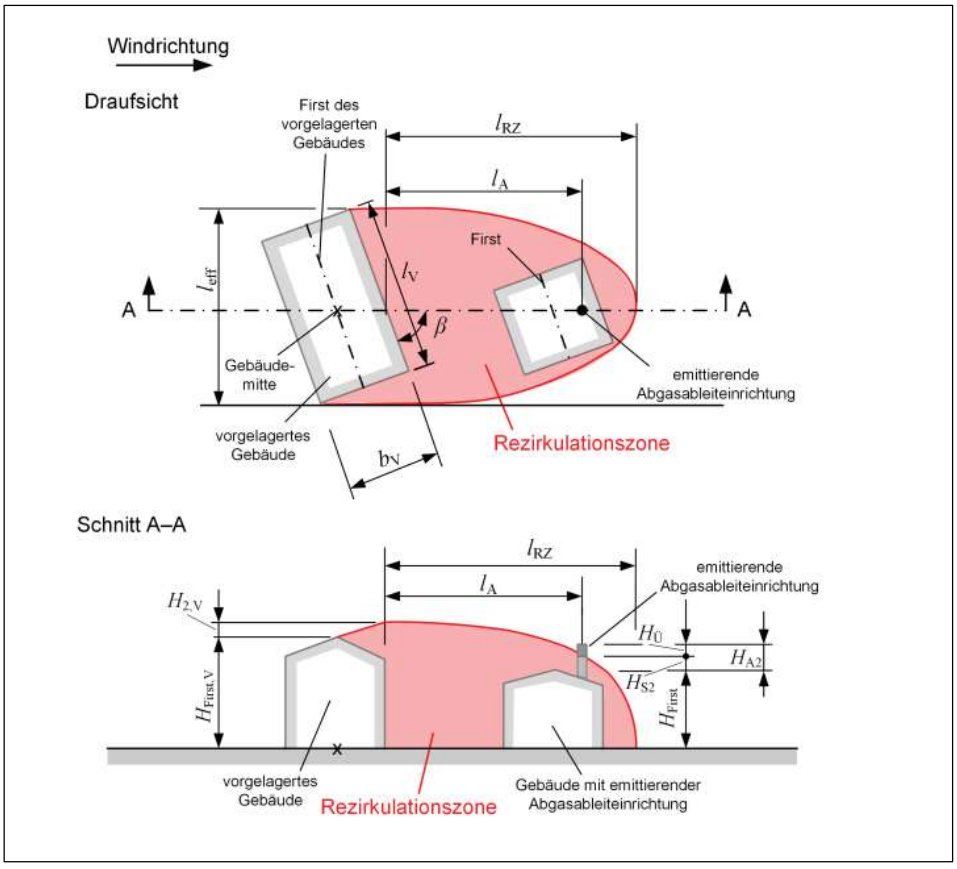


Abb. 5-5: Prinzipien-Skizze zur erforderlichen Mindesthöhe aufgrund vorgelagerter Bebauung aus VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017).

Betrachtet werden dabei die zum geplanten Schornstein nächstgelegenen und höchsten Bauwerke, da diese einen Einfluss auf die Schornsteinhöhe haben können. Dieses sind im vorliegenden Fall: Die Motorenblöcke der Peakeranlage (konservativ als Quader mit 7,9 m Bauhöhe angesetzt) und das Besucherzentrum (6 m).

Die Untersuchung wurde exemplarisch für die Kamine K1 und K4 durchgeführt, weil diese am dichtesten am Besucherzentrum liegen. Wie die Abbildung 5-6 zeigt, gelten vergleichbare Verhältnisse auch für die übrigen Kamin-Positionen.

Die Bestimmung der erforderlichen Höhe wurde mit dem Berechnungsprogramm WinSTACC durchgeführt (WinSTACC (2024)). Die folgende Abbildung 5-6 zeigt einen Schrägsicht auf die für diesen Prüfschritt relevanten höchsten Gebäude und deren Rezirkulationszonen (K4).

Abb. 5-6: Schrägsicht aus Süd auf die für diesen Prüfschritt relevanten Gebäude (Motoren konservativ als 7,9 m hohe Quader), im Hintergrund Bildmitte das Besucherzentrum. Die Rezirkulationszonen der vorgelagerten Gebäude sind Hellrot. 3D-Ansicht aus dem Programm WinSTACC, angewendet auf den vorliegenden Fall.

Als maßgeblich zeigen sich die Rezirkulationszonen der Motoren-Quader. Die erforderliche Höhe zur Freisetzung oberhalb der Rezirkulationszonen beträgt 11 m.

Im Einwirkbereich (Blauer Kreis in Abbildung 5-6) des Kamins K4 liegt das Besucherzentrum. Dieses ist eingeschossig mit einem Dachaufsatz, die Höhe beträgt bis zu 6 m. Geht man konservativ davon aus, dass die Oberkante von Fenstern auf 5,5 m liegt, so müssen die Kaminmündungen gemäß VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) bei Anlagen > 1 MW 5 m über dieser Höhe liegen, also in mindestens 10,5 m über Grund.

In der Tabelle 5-9 sind die geometrischen Berechnungsgrößen dokumentiert, die bei der Bestimmung der maßgeblichen Rezirkulationszone und der daraus resultierenden Schornsteinhöhe verwendet werden.

Tab. 5-9: Berechnungsgrößen für das maßgebliche vorgelagerte Gebäude (Motoren-Quader) und seiner Rezirkulationszone zur Bestimmung der Höhe des Schornsteins (K4) nach VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017). Bezeichnungen gemäß der Nomenklatur dieser Richtlinie.

Größe	Erläuterung	Einheit	Wert
l_v	Länge des Gebäudes	m	20,0
b_v	Breite des Gebäudes	m	5,0
$H_{Trauf,V}$	Traufhöhe des vorgelagerten Gebäudes	m	7,9
$H_{First,V}$	Firsthöhe des vorgelagerten Gebäudes	m	7,9
	Dachform		Flach-dach
b	Winkel zwischen Verbindungslinie und l_v	°	19
l_A	Abstand Schornstein-Gebäude	m	6,0
l_{eff}	Effektive Länge des Gebäudes (Wirkungsquerschnitt senkrecht zur Verbindungslinie Schornstein – Mittelpunkt des vorgelagerten Gebäudes)	m	11,2
l_{RZ}	Länge Rezirkulationszone	m	14,5
p	Interpolationsparameter Gl. (18)		0,91
$H_{2,V}$	Höhe der Rezirkulationszone am vorgelagerten Gebäude	m	0,9
H_{S2}	Höhe über H_{First} bei vorgelagerten Gebäuden ohne additiven Term	m	7,0
H_{First}	Firsthöhe des Gebäudes, auf dem der Schornstein steht **1	m	1
$H_Ü$	Additiver Term	m	3
H_{A2}	erforderliche Höhe Schornstein über Firsthöhe H_{First}	m	10

**1: Aus technischen Gründen ist ein 1 m hohes Sockel-„Gebäude“ am Kaminstandort vorzugeben.

Nach den Gleichungen (17) bis (19) der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) ergibt sich mit den in der Tabelle 5.4-1 aufgelisteten Zahlenwerten die erforderliche Höhe des Schornsteins H_{A2} über dem Bauwerk, an dem der Schornstein steht, zu

$$H_{A2} = p \cdot \left(H_{First,V} + H_{2,V}\right) - H_{First} + H_Ü = 0{,}91 \cdot (7{,}9 + 0{,}9) - 1 + 3 = 10{,}0\ m$$

mit $p = \sqrt{1 - \frac{l_A^2}{l_{RZ}^2}}$

Für die Schornsteinhöhe über Grund muss die Firsthöhe des Bauwerkes, auf dem der Schornstein steht, wieder hinzuaddiert werden (hier: technisch bedingter Sockel von 1 m Höhe):

Schornsteinhöhe nach VDI 3781 Blatt 4 = 10,0 m + 1,0 m = 11,0 m

5.5 Hohes Einzelgebäude (Nr. 3.2 LAI-Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung).

Die Vorgehensweise bei der Schornsteinhöhenberechnung nach den Vorgaben der TA Luft (2021), wurde im Rahmen eines LAI Merkblattes zur Schornsteinhöhenberechnung (LAI (2023)) in einigen Punkten konkretisiert.

In der Nr. 3.2 dieses LAI-Merkblattes wurde ergänzend ein von den Inhalten der TA Luft unabhängiger gebäudegeometrischer Prüfschritt zur Berücksichtigung des Einflusses hoher Einzelgebäude aufgeführt. Die in dieser Nr. 3.2 aufgeführte Berücksichtigung eines fernen Nachlaufs geht über die Anforderungen in der TA Luft (2021) hinaus.

Im vorliegenden Fall ist es insbesondere der zur Peakeranlage näher liegende, 160 m hohe Kühlturm „Süd“ des bestehenden Kernkraftwerkes, dessen Einfluss als hohes Einzelgebäude überprüft werden muss. Die Verbindungslinie Mündungsrand Kühlturm „Süd“ zum nächstgelegenen Sammelkamin „K1“ beträgt 615,4 m. Der Mündungsdurchmesser des Kühlturms ist 90,0 m.

Die zur Berücksichtigung des fernen Nachlaufes gemäß Nr. 3.2 des LAI-Merkblattes zur Schornsteinhöhenbestimmung relevanten geometrischen Größen sind in der Abbildung 5-7 dargestellt. Die Bezeichnungen richten sich nach der dritten Gleichung im Text der Nr. 3.2 und sind angelehnt an die bereits aus dem vorherigen Abschnitt bekannte Nomenklatur der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017).

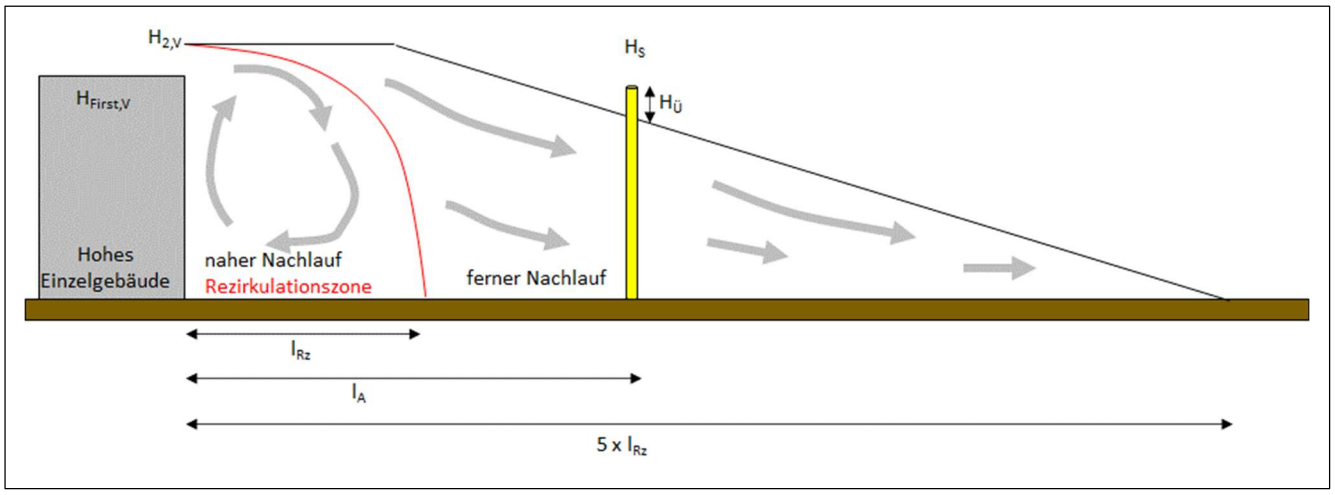


Abb. 5-7: Prinzipien-Skizze und Größen zur Berechnung der Schornsteinhöhe unter Berücksichtigung eines fernen Nachlaufes gemäß LAI-Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung Nr. 3.2 (LAI (2023)), dritte Gleichung.

Im Gegensatz zur Rezirkulationszone, in der sich ein Nachlaufwirbel bildet, nimmt die Strömung im fernen Nachlauf ihre Ursprungsrichtung wieder an, kann aber noch beeinflusst sein durch die Fernwirkung des Gebäudes, was sich z.B. in einer Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit bemerkbar machen kann oder in noch abwärts gerichteten Strömungskomponenten.

Im Rahmen der methodischen Entwicklung der Nr. 3.2 des LAI Merkblattes Schornsteinhöhenbestimmung wurde der Bereich des fernen Nachlaufes per Konvention durch ein lineares Abfallen von der Hinterkante der Rezirkulationszone zu einem Bodenpunkt festgelegt, dessen Entfernung vom Gebäude dem 5fachen der horizontalen Ausdehnung der Rezirkulationszone entspricht.

Die Berechnung der Schornsteinhöhe H_S im fernen Nachlauf richtet sich nach der dritten Gleichung in der Nr. 3.2 des LAI-Merkblattes Schornsteinhöhenbestimmung (LAI (2023)):

$$H = \frac{(5 \cdot l_{RZ} - l_A) \cdot (H_{First,V} + H_{2,V} + H_{ü})}{4 \cdot l_{RZ}}$$

Der Sammelkamin K1 liegt außerhalb des nahen Nachlaufes (Rezirkulationszone), aber innerhalb des fernen Nachlaufes. Aus der Anwendung des Berechnungsprogramm WinSTACC, in das der Kühlturm als zusätzliches Gebäude mit eingepflegt wurde, lassen sich die Werte der notwendigen Berechnungsgrößen herauslesen:

Tab. 5-10: Berechnungsgrößen für den fernen Nachlauf des Kühlturms „Süd“ des bestehenden KKW in Bezug auf den nächstgelegenen Sammelkamin K1 gemäß der dritten Gleichung in Nr. 3.2 des LAI-Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung (LAI (2023), und Ergebnisse für die resultierende Schornsteinhöhe H.

Größe	Erläuterung	Einheit	K
l_{RZ}	Länge Rezirkulationszone (naher Nachlauf)	m	138,1
	Länge ferner Nachlauf (= 5 x L_{RZ})	m	690,5
l_A	Abstand Schornstein-Gebäude	m	615,4
$H_{First,V}$	Firsthöhe des vorgelagerten Gebäudes	m	160,0
$H_{2,V}$	Höhe der Rezirkulationszone am vorgelagerten Gebäude	m	16,4
$H_Ü$	Additiver Term	m	3
H	Schornsteinhöhe	m	24,4

Der Kühlturm „Süd“ des bestehenden Kernkraftwerkes führt gemäß Nr. 3.2 des LAI Merkblattes zur Schornsteinhöhenbestimmung (Berücksichtigung hoher Einzelgebäude) zu einer erforderlichen Schornsteinhöhe des nächstgelegenen Sammelkamins K1 von 24,4 m.

Die Distanzen der übrigen Sammelkamine K2 bis K7 zur Mündung des Kühlturmes „Süd“ sind größer als die Distanz zum K1, infolgedessen sind die erforderlichen Schornsteinhöhen nach diesem Prüfschritt für diese Kamine niedriger als für K1 und wurden hier nicht weiter dokumentiert.

Ebenfalls geprüft wurde der Einfluss des nächstgelegenen 60 m hohen Reaktorgebäudes „Süd“. Es zeigte sich, dass alle sieben Sammelkamine außerhalb des fernen Nachlaufes dieses Gebäudes liegen.

Die Berücksichtigung des fernen Nachlaufs kommt nach LAI Merkblattes zur Schornsteinhöhenberechnung (LAI (2023)) Nr. 3.2 insbesondere in Betracht, wenn das Gebäude vom Schornstein aus gesehen im Bereich der Hauptwindrichtung liegt. Die Verbindungslinie Kühlturm „Süd“ – Kamin K1

ist von Nordwest nach Südost orientiert. Die Nordwest-Richtung ist keine Hauptwindrichtung, sondern ein Minimum in der Windrichtungshäufigkeitsverteilung (siehe Abbildung 7.6-1). Vor diesem Hintergrund sollte die Höhe, die sich aus diesem Prüfschritt ergibt, nicht zwingend maßgeblich sein für die Schornsteinhöhe. Relevante Immissionsorte liegen vom Kühlturm „Süd“ aus gesehen hinter dem Sammelkamin K1 (im Südosten) erst in einer Entfernung von etwa 2 km (Ortschaft Rieger), eine Distanz, in der ein Einfluss des Kühlturms auf die Ausbreitung bereits abgeklungen sein dürfte. Auch deshalb kann hier auf eine Berücksichtigung des fernen Nachlaufs verzichtet werden.

5.6 Zusammenfassung zur rechnerischen Schornsteinhöhe

Die verschiedenen Prüfschritte der Schornsteinhöhenberechnung kamen zu folgendem Ergebnis:

Einhaltung der S-Werte *Schornsteine Peakeranlage* gemäß Nr. 5.5.2.2 der TA Luft (2021). (Gemeinsame Betrachtung aller sieben 4-zügigen Sammelkamine.)	20,6 m
Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs gemäß Nr. 5.5.2.3 Abs. 1-3 der TA Luft (2021). **Zuschlag 6,6 m**, konservativ bestimmt als die mittlere Höhe der Bebauung innerhalb eines Kreises mit Radius 15 x 20,6 m = 309,0 m, die 5% der Kreisfläche einnimmt.	27,2 m
Berücksichtigung von unebenem Gelände Nr. 5.5.2.3 Abs. 4+5 der der TA Luft (2021).	n. erforderl.
Anforderungen der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) gemäß Nr. 5.5.2.1 Abs. 1 der der TA Luft (2021).	11,0 m
Schornsteinhöhe wegen hoher Einzelgebäude gemäß Nr. 3.2 LAI-Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung (LAI (2023)). Anwendungsvoraussetzungen nicht gegeben, siehe Text Abschnitt 5.5.	(24,4 m)

Als maßgeblich erweist sich die Einhaltung der S-Werte gemäß TA Luft (2021) Nr. 5.5.2.2 in Verbindung mit dem Zuschlag für die mittlere Höhe von Bebauung nach Nr. 5.5.2.3 Absätze 1-3.

Die rechnerisch erforderliche Schornsteinhöhe für alle sieben Sammelkamine beträgt

27,2 m.

Nach Angaben von RWE sollen die Kamine einheitlich 27,5 m hoch ausgeführt werden (tatsächlich gebaute Schornsteinhöhe).

Dies sind 0,3 m oder 1,1% mehr als die rechnerische Höhe. Dieser geringe Zuschlag liegt im Rahmen, den die TA Luft (2021), Nr. 5.5.2.1, Abs. 8, Satz 1 zulässt (bis +10% erlaubt).

Die Ausbreitungsrechnung wurde gemäß TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 1, Abs. 5 mit den tatsächlichen Schornsteinbauhöhen von 27,5 m durchgeführt.

6 Vergleich mit den Bagatell-Massenströmen (TA Luft:2021, Nr. 4.6.1.1)

Gemäß TA Luft (2021) Nr. 4.6.1.1, ist die Bestimmung der Immissionskenngrößen im Genehmigungsverfahren für den jeweils emittierten Schadstoff nicht erforderlich, wenn

a) die nach Nummer 5.5 abgeleiteten Emissionsmassenströme die in Tabelle 7 festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten und

b) die nicht nach Nummer 5.5 abgeleiteten Emissionen (diffuse Emissionen) 10 Prozent der in Tabelle 7 festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten,

soweit sich nicht wegen der besonderen örtlichen Lage oder besonderer Umstände etwas anderes ergibt.

Im vorliegenden Fall wurde für die sieben 4-zügigen Sammelkamine der Peakeranlage eine Überprüfung gemäß Buchstabe a) durchgeführt (Tabellen 6-1 (Erdgas) und 6-2 (H_2)). In konservativer Betrachtungsweise wurde jeweils für NO_2 der vollständige Emissionsmassenstrom NO_x auf Basis des beantragten Tagesmittelwertes von NO_x angesetzt (Zeile 1 in Tabelle 4-3).

Tab. 6-1: **Bagatellmassenströme** aus TA Luft (2021) Nr. 4.6.1.1, Tabelle 7, und **Emissionsmassenströme der geplanten Peakeranlage, Erdgas-Feuerung.** Die hier zu betrachtenden Gesamt-Massenströme ergeben sich aus den Werten der Tabelle 4-3. Die Gesamt-Massenströme berücksichtigen 26 x JMS 624 + 2 x JMS 620. Gegenüberstellung und Prüfung auf Einhaltung.

Bagatellmassenströme TA Luft (2021) **Nr. 4.6.1.1, Tabelle 7 und Emissionsmassenströme der sieben 4-zügigen Sammelkamine der Peakeranlage, Erdgas**				
Komponente	**Einheit**	**Wert TA Luft Nr. 4.6.1.1 Tabelle 7**	**Peakeranlage 26 x JMS 624 + 2 x JMS 620**	**Bagatell-massenstrom eingehalten (ja/nein)**
Schwefeldioxid SO_2	kg/h	15	2,7022	ja
Gesamt-Staub	kg/h	1,0	1,4998 **1	nein
Feinstaub PM10	kg/h	0,8	1,4998 **1	nein
Feinstaub PM2,5	kg/h	0,5	1,4998 **1	nein
Stickoxide NO_2	kg/h	15	30,0192 **1	nein

**1: Es wurden konservativ jeweils 100% der Staubemissionen bzw. der gesamte NO_X-Massenstrom als NO_2 eingesetzt.

Mit Ausnahme des SO_2 werden die Bagatellmassenströme TA Luft (2021), Nr. 4.6.1.1, Tabelle 7 durch die geplante Peakeranlage mit Erdgasfeuerung *nicht* eingehalten. Der Verzicht auf die Bestimmung der Immissionskenngrößen wegen geringer Emissionsmassenströme gemäß Nr. 4.6.1.1 Absatz 1 ist für diese Komponenten nicht möglich.

Tab. 6-2: **Bagatellmassenströme** aus TA Luft (2021) Nr. 4.6.1.1, Tabelle 7, und **Emissionsmassenströme der geplanten Peakeranlage, H_2-Betrieb.** Die hier zu betrachtenden Gesamt-Massenströme ergeben sich aus den Werten der Tabelle 4-3. Die Gesamt-Massenströme berücksichtigen 26 x JMS 624 + 2 x JMS 620. Gegenüberstellung und Prüfung auf Einhaltung.

Bagatellmassenströme TA Luft (2021) **Nr. 4.6.1.1, Tabelle 7 und Emissionsmassenströme der sieben 4-zügigen Sammelkamine der Peakeranlage, H_2**				
Komponente	**Einheit**	**Wert TA Luft Nr. 4.6.1.1 Tabelle 7**	**Peakeranlage 26 x JMS 624 + 2 x JMS 620**	**Bagatell-massenstrom eingehalten (ja/nein)**
Schwefeldioxid SO_2	kg/h	15	1,7898	ja
Gesamt-Staub	kg/h	1,0	0,9940 **1	ja
Feinstaub PM10	kg/h	0,8	0,9940 **1	nein
Feinstaub PM2,5	kg/h	0,5	0,9940 **1	nein
Stickoxide NO_2	kg/h	15	19,8772 **1	nein

**1: Es wurden konservativ jeweils 100% der Staubemissionen bzw. der gesamte NO_X-Massenstrom als NO_2 eingesetzt.

Mit Ausnahme des SO_2 und des Gesamtstaubes werden die Bagatellmassenströme TA Luft (2021), Nr. 4.6.1.1, Tabelle 7 durch die geplante Peakeranlage im H_2-Betrieb *nicht* eingehalten. Der Verzicht auf die Bestimmung der Immissionskenngrößen wegen geringer Emissionsmassenströme gemäß Nr. 4.6.1.1 Absatz 1 ist für diese Komponenten nicht möglich.

Im vorliegenden Fall wurden Ausbreitungsrechnungen für die Erdgasfeuerung und für den H_2-Betrieb für ***alle*** Komponenten der Tabellen 4-1 bis 4-3 (Betreiberangaben) durchgeführt.

7 Immissionsprognose

7.1 Luftschadstoffe und immissionsseitige Beurteilungsgrundlagen

Der Betrieb der geplanten Peakeranlage am Standort Gundremmingen unterliegt der Beurteilung nach TA Luft (2021). Für die von der Anlage emittierten Luftschadstoffe gelten *immissionsseitig* folgende Beurteilungswerte (Tabellen 7.1-1 und 7.1-2).

Die Irrelevanzwerte in den nachfolgenden Tabellen 7.1-1 und 7.1-2 (%-Angaben) entstammen der TA Luft (2021), Nr. 4.1, Abs. 5. Sie sind identisch mit den Angaben bzw. den Werten, die auch in den TA-Luft-Abschnitten 4.2.2 a), 4.3.1.2 a), 4.4.3 mit Tabelle 5 und 4.5.2 a) genannt werden.

Wird der Irrelevanzwert durch die Zusatzbelastung einer Anlage eingehalten oder unterschritten, so ist gemäß TA Luft (2021), Nr. 4.1, Abs. 4 c) keine Ermittlung der Immissionskenngrößen erforderlich. Damit ist insbesondere auch keine Bestimmung der Kenngrößen für die Kurzzeitbeurteilungswerte notwendig.

Tab. 7.1-1: Immissionsseitige Beurteilungswerte zur Luftschadstoff-Konzentration und den *Jahresmittelwert* und verwendete Irrelevanzkriterien (Bei Angabe in Klammern: Irrelevanzschwelle in Analogie zu den übrigen Komponenten übernommen).

Komponente	Wert	Einheit	Herkunft und Bezug	Irrelevanz
SO_2	50	µg/m³	TA Luft (2021) Nr. 4.2 Tab. 1 Gesundheit	3%
	20	µg/m³	TA Luft (2021) Nr. 4.4 Tab. 4+5 Vegetation	10% bzw. 2 µg/m³
NO_2	40	µg/m³	TA Luft (2021) Nr. 4.2 Tab. 1 Gesundheit	3%
NO_x als NO_2	30	µg/m³	TA Luft (2021) Nr. 4.4 Tab. 4+5 Vegetation	10% bzw. 3 µg/m³
NH_3		µg/m³	TA Luft (2021), Anhang 1 Vegetation	2 µg/m³
CO	10	mg/m³	8h Mittelwert 39. BImSchV (2020)	
Feinstaub PM10	40	µg/m³	TA Luft (2021) Nr. 4.2 Tab. 1 Gesundheit	3%
Feinstaub PM2,5	25	µg/m³	TA Luft (2021) Nr. 4.2 Tab. 1 Gesundheit	3%
Formaldehyd	70	µg/m³	Umweltbundesamt (2015)	(3%)

Tab. 7.1-2: Immissionsseitige Beurteilungswerte zur Luftschadstoff-Deposition (*Jahresmittelwert)* und verwendete Irrelevanzkriterien.

Komponente	Wert	Einheit	Herkunft und Bezug	Irrelevanz
Staubniederschlag	0,35	g/(m²d)	TA Luft (2021) Nr. 4.3.1.1 Tab. 2 erhebliche Belästigung, Nachteile	3% bzw. 10,5 mg/(m² d)

7.2 Quellen und Emissionen

Quellen in der Ausbreitungsrechnung

Betrachtet werden die Emissionen der sieben 4-zügigen Sammelkamine der Peakeranlage mit einer Höhe von 27,5 m (Kapitel 5) bei Volllast 100%. Der Volllastfall führt zu den höchsten Emissionsmassenströmen.

Die folgende Tabelle 7.2-1 listet die vorgegebenen Quellen-Parameter bei Erdgasfeuerung auf, die Tabelle 7.2-2 im H_2-Betrieb. Die Daten entstammen den Tabellen 5-2 bis 5-5, rechte Spalten. Die Emissionsmassenströme wurden mit einem Faktor 1000/3600 von kg/h in g/s umgerechnet.

Der LASAT-Nullpunkt hat die Koordinaten (UTM32) 604 018 / 5 374 586.

Tab. 7.2-1: Quellen-Paramater für die Ausbreitungsrechnung mit **Erdgasfeuerung**. Datengrundlage: Tabellen 5-2 und 5-3, rechte Spalte. Die Emissionsmassenströme wurden mit einem Faktor 1000/3600 von kg/h auf g/s umgerechnet.

Erdgas								
Größe	**Einheit**	**K1**	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**	**K6**	**K7**
LASAT-x	m	-132,0	-122,6	-113,2	-84,6	-75,2	-65,7	-32,5
LASAT-y	m	-403,3	-419,3	-435,3	-375,4	-391,4	-407,5	-355,5
Höhe	m	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
Durchmesser	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Austrittstemperatur	°C	358	342	342	342	342	342	358
Austritts-geschwindigkeit	m/s	21,95	22,60	22,60	22,60	22,60	22,60	21,95
Wasserbeladung	kg/kg	0,0705	0,0711	0,0711	0,0711	0,0711	0,0711	0,0705
Emissionsmassenströme								
NOx	g/s	1,139056	1,212112	1,212112	1,212112	1,212112	1,212112	1,139056
NO **1	g/s	0,445718	0,474305	0,474305	0,474305	0,474305	0,474305	0,445718
NO_2 **1	g/s	0,455622	0,484850	0,484850	0,484850	0,484850	0,484850	0,455622
NH_3	g/s	0,056953	0,060606	0,060606	0,060606	0,060606	0,060606	0,056953
SO_2	g/s	0,102515	0,109090	0,109090	0,109090	0,109090	0,109090	0,102515
CO	g/s	2,847639	3,030278	3,030278	3,030278	3,030278	3,030278	2,847639
Formaldehyd	g/s	0,227811	0,242422	0,242422	0,242422	0,242422	0,242422	0,227811
Gesamt-C	g/s	14,807722	15,757444	15,757444	15,757444	15,757444	15,757444	14,807722
Staub	g/s	0,056953	0,060606	0,060606	0,060606	0,060606	0,060606	0,056953

**1: Der NO_2-Emissionsmassenstrom wurde mit einem Primär-NO_2-Anteil von 40% (Tabelle 4-2) aus dem Massenstrom NOx berechnet; der NO-Emissionsmassenstrom mit den verbleibenden 60% und einem Ausbreitungsmodell-bedingten Faktor 30/46 (siehe Text).

Tab. 7.2-2: Quellen-Paramater für die Ausbreitungsrechnung im **H_2-Betrieb**. Datengrundlage: Tabellen 5-4 und 5-5, rechte Spalte. Die Emissionsmassenströme wurden mit einem Faktor 1000/3600 von kg/h auf g/s umgerechnet.

H_2								
Größe	**Ein-heit**	**K1**	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**	**K6**	**K7**
LASAT-x	m	-132,0	-122,6	-113,2	-84,6	-75,2	-65,7	-32,5
LASAT-y	m	-403,3	-419,3	-435,3	-375,4	-391,4	-407,5	-355,5
Höhe	m	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
Durchmesser	m	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Austrittstemperatur	°C	350	350	350	350	350	350	350
Austritts-geschwindigkeit	m/s	9,45	10,04	10,04	10,04	10,04	10,04	9,45
Wasserbeladung	kg/kg	0,1751	0,1753	0,1753	0,1753	0,1753	0,1753	0,1751
Emissionsmassenströme								
NOx	g/s	0,755445	0,802112	0,802112	0,802112	0,802112	0,802112	0,755445
NO **1	g/s	0,098536	0,104623	0,104623	0,104623	0,104623	0,104623	0,098536
NO_2 **1	g/s	0,604356	0,641690	0,641690	0,641690	0,641690	0,641690	0,604356
NH_3	g/s	0,075544	0,080211	0,080211	0,080211	0,080211	0,080211	0,075544
SO_2	g/s	0,067990	0,072190	0,072190	0,072190	0,072190	0,072190	0,067990
CO	g/s	0,453267	0,481267	0,481267	0,481267	0,481267	0,481267	0,453267
Formaldehyd	g/s	0,045327	0,048127	0,048127	0,048127	0,048127	0,048127	0,045327
Gesamt-C	g/s	0,453267	0,481267	0,481267	0,481267	0,481267	0,481267	0,453267
Staub	g/s	0,037772	0,040106	0,040106	0,040106	0,040106	0,040106	0,037772

**1: Der NO_2-Emissionsmassenstrom wurde mit einem Primär-NO_2-Anteil von 80% (Tabelle 4-2) aus dem Massenstrom NOx berechnet; der NO-Emissionsmassenstrom mit den verbleibenden 20% und einem Ausbreitungsmodell-bedingten Faktor 30/46 (siehe Text).

Die Quellüberhöhung aufgrund von Wärme und Impuls des Abgases kann in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt werden, wenn ein ungestörter Abtransport in die freie Luftströmung gewährleistet ist (VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010)). Dies ist durch die Bauhöhe der Schornsteine gewährleistet, die Anforderungen der TA Luft (2021) Nr. 5.5 sind erfüllt (Kapitel 5).

In der Ausbreitungsrechnung wird die Überhöhung gemäß den Anforderungen der TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 7 mit dem dreidimensionalen Überhöhungsmodell „Pluris“ (Janicke (2019)) berücksichtigt.

Hinweis zu den Stickoxid-Emissionen

In konservativer Betrachtungsweise wurde hier in der Ausbreitungsrechnung der Emissionsmassenstrom NOx aus dem Produkt des beantragten Jahresmittelwertes für NO_x mit dem Volumenstrom Norm, trocken bei Bezugs-O_2, zugrunde gelegt. Dies entspricht dem höchsten rechnerischen NOx-Emissionsmassenstrom, der aus den Betreiber-Angaben hervorgeht.

Der emissionsseitige Grenzwert für Stickoxide wird in der Regel für die NO_x-Freisetzung, die gemeinsame Emission von NO und NO_2, ausgedrückt in NO_2-Äquivalenten, angegeben (Tabellen 4-2 und 4-3).

Gemäß TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 3 müssen die Stickoxide in der Ausbreitungsrechnung getrennt nach Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO_2) angesetzt werden. Das Ausbreitungsmodell berücksichtigt dann während der Ausbreitungsrechnung die Umwandlung von NO zu NO_2 (Abschnitt 7.9).

Die Emissionsmassenströme für NO und NO_2 wurden auf Basis des höchsten nach Betreiber-Angabe möglichen NOx-Massenstroms und unter der konservativen Annahme eines Primär-NO_2-Gehaltes bei Freisetzung von 40% (0,4, Erdgasfeuerung) bzw. 80% (0,8, H_2-Betrieb) berechnet.

Bei der Bestimmung des NO-Emissionsmassenstromes muss ein Umrechnungsfaktor von 30/46 entsprechend dem Verhältnis der Molekulargewichte NO/NO_2 berücksichtigt werden (siehe dazu auch Abschnitt 7.9).

Betriebszeiten in der Ausbreitungsrechnung

Die beantragte Betriebszeit beträgt <1 500 Stunden im Jahr. Welche Stunden im Jahr der Betrieb stattfindet, ist von der Lage am Strommarkt abhängig und lässt sich nicht im Vorhinein festlegen.

Aus diesem Grund wurde die Ausbreitungsrechnung mit sieben ganzjährig aktiven 4-zügigen Sammelkaminen der Peakeranlage durchgeführt (8 760 h/Jahr). Auf diese Weise ist sichergestellt, dass alle im Jahresverlauf auftretenden meteorologischen Situationen zur Bestimmung der Immissionsverhältnisse in der Umgebung berücksichtigt werden.

Um der wesentlich geringeren tatsächlichen Betriebszeit Rechnung zu tragen, wurden die Ergebnisse der ganzjährigen Ausbreitungsrechnung mit einem Faktor 1 500 / 8 760 = 0,171 multipliziert.

7.3 Beurteilungsgebiet, Berechnungsgebiet und Berechnungsgitter

Ein Beurteilungsgebiet wird zunächst durch die TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 8 durch einen Kreis beschrieben, dessen Radius dem 50fachen der Schornsteinhöhe entspricht.

Bei einer Schornsteinhöhe von 27,5 m besteht das Beurteilungsgebiet nach TA Luft aus einem Kreis mit dem Radius 1 375 m (Schwarz in Abbildung 7.3-1a).

Das Berechnungsgebiet wurde mit 11 360 m in West-Ost- und 11 360 m in Süd-Nord-Richtung etwas größer angelegt.

Das Berechnungsgebiet wurde mit vier ineinander geschachtelten Rechengittern abgedeckt. Das innere Gitter erfasst mit 10 m Maschenweite ein 2 720 m x 2 440 m großes Areal um die Peakeranlage und das bestehende Kernkraftwerk (Nahfeld, Abbildung 7.3-1b). In diesem wird die Wirkung der zu berücksichtigenden Gebäude (Kühltürme, siehe Abschnitt 7.4) auf Strömung und Turbulenz explizit berechnet.

Die Maschenweite der folgenden Gitter erhöht sich jeweils um einen Faktor 2, so dass das äußere Rechengitter, welches das gesamte Berechnungsgebiet überdeckt, eine Maschenweite von 80 m aufweist.

Mit dieser Gitterstruktur ist den Anforderungen der TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 8, Abs. 2, wonach die Maschenweite die Schornsteinhöhe (hier: 27,5 m) zunächst nicht überschreiten sollte und erst ab Quellentfernungen größer dem 10fachen der Schornsteinbauhöhe proportional gesteigert werden darf, Rechnung getragen.

Die folgende Tabelle 7.3-1 und die Abbildung 7.3-1 dokumentieren die verwendeten Rechengitter im Berechnungsgebiet.

Tab. 7.3-1: Eigenschaften der Rechengitter. (LUE: Linke untere Ecke, ROE: Rechte obere Ecke) Der LASAT-Nullpunkt hat die Koordinaten Ostwert = 604 018, Nordwert = 5 374 586.

Gitter-Nr.	Maschenweite in m	Anzahl Maschen West-Ost	Anzahl Maschen Süd-Nord	Ausdehnung West-Ost in m	Ausdehnung Süd-Nord in m	Rechts- und Hochwert LUE	Rechts- und Hochwert ROE
6	80	142	142	11360	11360	598328	609688
						5368896	5380256
5	40	124	112	4960	4480	601128	606088
						5372336	5376816
4	20	198	182	3960	3640	601528	605488
						5372736	5376376
3	10	272	244	2720	2440	602348	605068
						5373116	5375556

Der vertikale Abstand der Rechenflächen beträgt in Bodennähe entsprechend der Anforderung im Anhang 2, Nr. 8, Abs. 3 der TA Luft (2021), der zufolge das Ergebnis repräsentativ für 1,5 m über Grund sein soll, 3 m. Der Abstand vergrößert sich sukzessive, bis das Modellgebiet mit 46 Rechenflächen eine Höhe von 1 227 m über Grund erreicht (Die Höhe der einzelnen Rechenflächen ist im Anhang 1 dieses Berichtes dokumentiert).

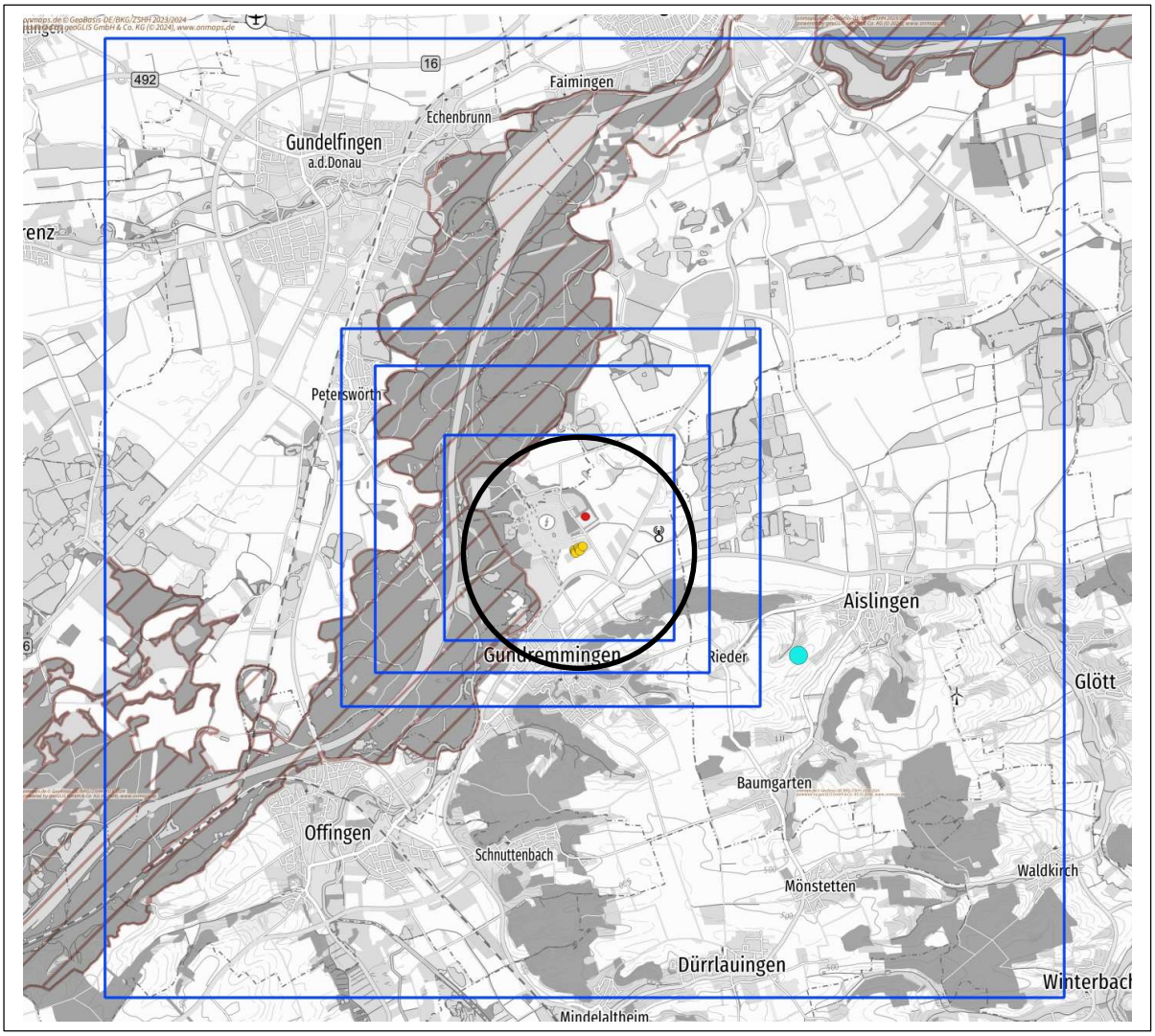


Abb. 7.3-1a: Lage der 4 Rechengitter (blau) sowie des Nullpunktes (rot) und der Ersatz-Anemometer-Position (EAP, hellblau). Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet TA Luft. Braune Schraffur: FFH-Gebiete.
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ geoGLIS)

Abb. 7.3-1b: Wie Abbildung 7.3-1a, hier das innere Rechengitter mit Maschenweite 10 m (blau), mit den sieben 4-zügigen Sammelkaminen (gelb) und dem Modell- Nullpunkt (rot). Braune Schraffur: FFH-Gebiete.
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ geoGLIS)

7.4 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen

Nach Abschnitt 11, Anhang 2 der TA Luft (2021) müssten Gebäude explizit berücksichtigt werden, wenn innerhalb eines Kreises mit Radius von 165 m (6 x 27,5 m) um den Schornstein der geplanten Peakeranlage *kompakte* Gebäude stehen, die höher sind als 16,2 m (27,5 m / 1,7).

Die folgende Abbildung zeigt die sieben Kreise mit einem Radius von 165 m.

Abb. 7.4-1: Kreise mit Radius 165 m (orange) gemäß Anhang 2, Nr. 11 TA Luft (2021) um jeden der sieben Kamine der Peakeranlage (gelb) zur Überprüfung, welche Gebäude berücksichtigt werden müssen.

Keines der in einem der Kreise befindlichen Gebäude hat eine Höhe von mehr als 16,2 m.

Weiterhin sind Gebäude zu berücksichtigen, bei denen die Entfernung zum Schornstein kleiner ist als das 6fache ihrer Gebäudehöhe.

Der Kühlturm Süd ist 160 m hoch, das 6fache dieser Höhe beträgt 960 m. Der Abstand zum nächstgelegenen der sieben Kamine ist 615,4 m. Der Kühlturm Süd muss als Gebäude berücksichtigt werden.

Der Kühlturm Nord ist 160 m hoch, das 6fache dieser Höhe beträgt 960 m. Der Abstand zum nächstgelegenen der sieben Kamine ist 776,4 m. Der Kühlturm Nord muss als Gebäude berücksichtigt werden.

Für die 60 m hohen Reaktorgebäude beträgt der 6fache Abstand jeweils 360 m. Der Abstand zum nächstgelegenen der Schornsteine beträgt 394,9 m bzw. 466,0 m. Die Reaktorgebäude müssen demzufolge nicht als Gebäude berücksichtigt werden.

Die Abbildung 7.4-2 zeigt die berücksichtigten Gebäude (Kühltürme) als aufgerasterten Gebäude im inneren Rechengitter mit 10 m Maschenweite. Da im Modell nur zylindrische Baukörper berücksichtigt werden können, wurden die Kühltürme mit einem Mittelwert ihres Durchmessers zwischen Sockel (139 m) und Mündung (86 m) angesetzt: 112,5 m.

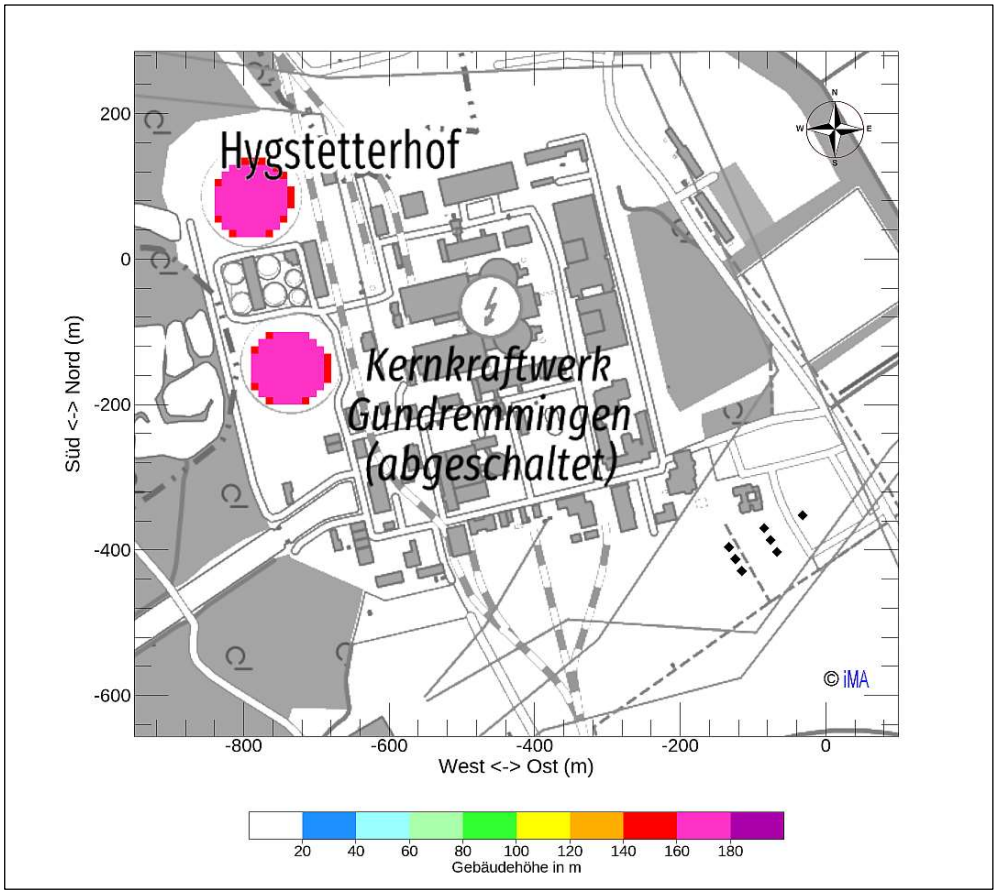


Abb. 7.4-2: Aufgerasterte Gebäude im inneren Rechengitter mit 10 m Maschenweite. Die sieben Kamine der Peakeranlage sind rechts unten als schwarze Rauten eingetragen.
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ geoGLIS)

Da sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte – z.B. die nächstgelegenen Immissionsorte - außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches der quellnahen Gebäude (außerhalb der Rezirkulationszonen nach VDI 3781 Blatt 4, vergleiche Abschnitte 5.4 und 5.5) befinden, konnten die Einflüsse der Bebauung auf das lokale Windfeld und die gebäudenahe Turbulenzstruktur mit Hilfe des diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung berücksichtigt werden.

7.5 Berücksichtigung des Geländeeinflusses

Die Umgebung des Standortes ist geprägt vom breiten und flachen Donautal um die 435 m NN. Nach Süden wird das Gelände etwas welliger und erreicht Höhen zunächst bis um die 500 m, in größerer Entfernung bis 524 m (Abbildung 7.5-1). Aus diesem Grund wurde die Geländehöhe in allen Rechengittern berücksichtigt.

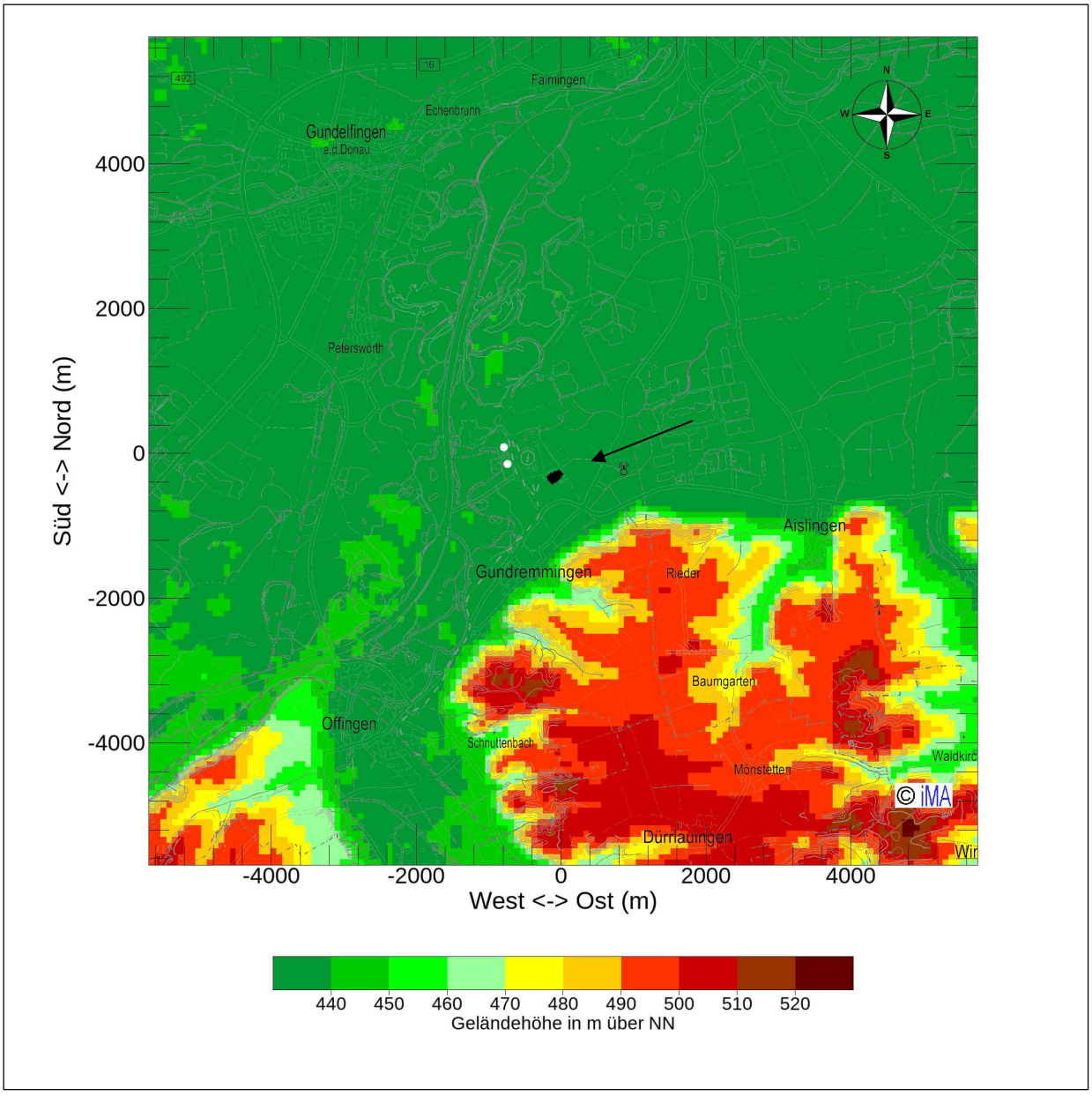


Abb. 7.5-1: Geländehöhe im Berechnungsgebiet. Die sieben Sammelkamine der Peakeranlage sind mit einem Pfeil markiert. Weiß: Als Gebäude berücksichtigte Kühltürme des bestehenden Kernkraftwerkes
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ geoGLIS)

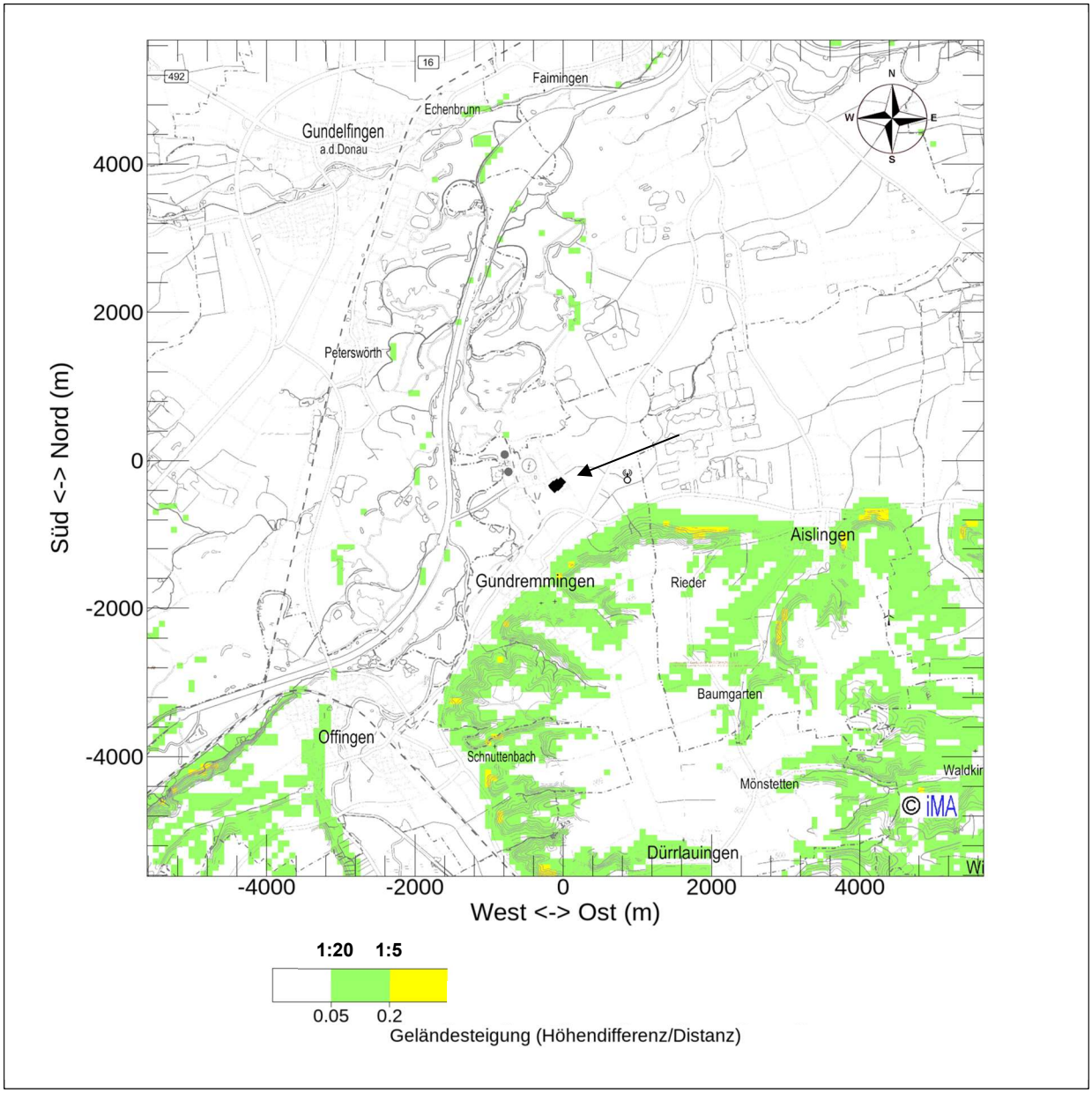


Abb. 7.5-2: Steigungen im Berechnungsgebiet. Die sieben Sammelkamine der Peakeranlage sind mit einem Pfeil markiert. Grau ausgefüllte Kreise in der Bildmitte: Als Gebäude berücksichtigte Kühltürme des bestehenden Kernkraftwerkes
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

Steigungen größer 1:5 treten im Berechnungsgebiet nur vereinzelt und räumlich sehr begrenzt an den Hängen der Hochfläche im Süden auf. Diese dürften jedoch bei den Vorherrschenden Hauptwindrichtungen Südwest-Nordost (Abbildung 7.6-1) keinen Einfluss auf die Ausbreitung der Luftschadstoffe der Peakeranlage zu den nächstgelegen beurteilungsrelevanten Immissionsorten

haben. Die Ausbildung eines Leewirbels hinter diesen Hängen würde nur bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten stattfinden. Die Reichweite eines solchen Wirbels wäre auf die unmittelbare Hangzone begrenzt und würde die Peakeranlage bei weitem nicht erreichen.

Die Windfeld-Berechnungen konnten daher mit dem mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodell mit Geländeberücksichtigung durchgeführt werden.

Rauhigkeitslänge

Gemäß TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 6 soll die im Rechenlauf verwendete Rauhigkeitslänge als Mittelwert für ein kreisförmiges Gebiet, dessen Radius das 15-fache der Schornsteinhöhe beträgt, festgelegt werden. Im vorliegenden Fall ergibt sich für die Kreisfläche mit Radius 412,5 m (= 15 x 27,5 m) bzw. Durchmesser von 825 m eine mittlere Rauhigkeitslänge von z0 = 0,347 m.

Insbesondere mit Blick auf die umgebenden FFH-Gebiete mit überwiegend Wald-Lebensraumtypen wurde dieser Wert aufgerundet auf z0 = 0,5 m (Rauhigkeitsklasse 6 der Tabelle 15, Anhang 2 Nr. 6 der TA Luft (2021).

Diese Rauhigkeit ist ein plausibler Mittelwert zwischen dem umgebenden Acker- und Grünland der geplanten Peakeranlage (Rauhigkeit z0=0,1 m) und den Waldgebieten entlang der Donau (Rauhigkeit z0 = 1,0 m bis 2,0 m). Zudem bildet sie auch die mittleren Verhältnisse der weiteren Umgebung - ein Wechsel von Industrie- und Gewerbeflächen, Bebauung nicht durchgehend städtischer Prägung, Waldstücken, sowie natürlichem Grünland, Wiesen, Weiden und Ackerland – plausibel ab.

7.6 Meteorologische Eingangsdaten

Für die Ausbreitungsrechnung ist prinzipiell der Zeitraum eines Jahres zu betrachten.

Als für die Ausbreitungsrechnung relevante meteorologische Daten sind im Anhang 2, Nr. 9.1 der TA Luft (2021) die Größen Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse (Turbulenzzustand) festgelegt. Die ersten beiden Informationen geben Auskunft über die Verlagerung mit dem Wind, die Turbulenz steuert maßgeblich die Verdünnung eines Luftschadstoffes.

Als Format für die Daten sind in der TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 9.1 stundenfein aufeinander folgende meteorologische Daten (AKTerm) vorgesehen. Diese Daten sollen für den Ort im Rechengebiet, an dem die meteorologischen Eingangsdaten vorgegeben werden (EAP, siehe Abbildung 7.3-1) charakteristisch sein.

Als meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung diente die Jahreszeitreihe (AKTerm) der Station **Günzburg 2012**. Dieser Datensatz wurde im Rahmen einer Übertragbarkeitsprüfung gemäß TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 9.1, Abs. 4a) und nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 (2017) als zeitlich und räumlich repräsentativ für den Standort ausgewählt (IfU (2018)).

Gemäß TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 9.7 wurden zeitgleiche stundenfeine Niederschlagsintensitätsdaten des „UBA-Datensatzes“ (UBA Niederschlag (2019)) für den Standort verwendet. Die Niederschlagsintensitäten des repräsentativen Jahres sind an die langjährige mittlere Jahressumme des Niederschlages angepasst.

Die meteorologischen Eingangsdaten wurden in der Ausbreitungsrechnung an der im Rahmen der Übertragbarkeitsprüfung (IfU (2018)) angegebenen Ersatz-Anemometer-Position angesetzt:

Rechtswert EAP (GK3): 4 384 992

Hochwert EAP (GK3): 5 374 816

Die EAP-Position in UTM32-Koordinaten ist (siehe auch Abb. 7.3-1):

Nordwert EAP (UTM32): 606 541

Ostwert EAP (UTM32): 5 372 941

Die Höhe über Grund, in der die meteorologischen Daten an der EAP als gültig angesetzt werden, richtet sich nach der Rauhigkeitslänge. Für die Rauhigkeitsklasse 6 (z_0 = 0,5 m, siehe oben) wird im Kopf der AKTerm Günzburg 2012 eine Höhe von 16,6 m über Grund angegeben.

Die nachfolgende Abbildung 7.6-1 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Windrichtung, die Abbildung 7.6-2 die der Windgeschwindigkeit und der Ausbreitungsklassen.

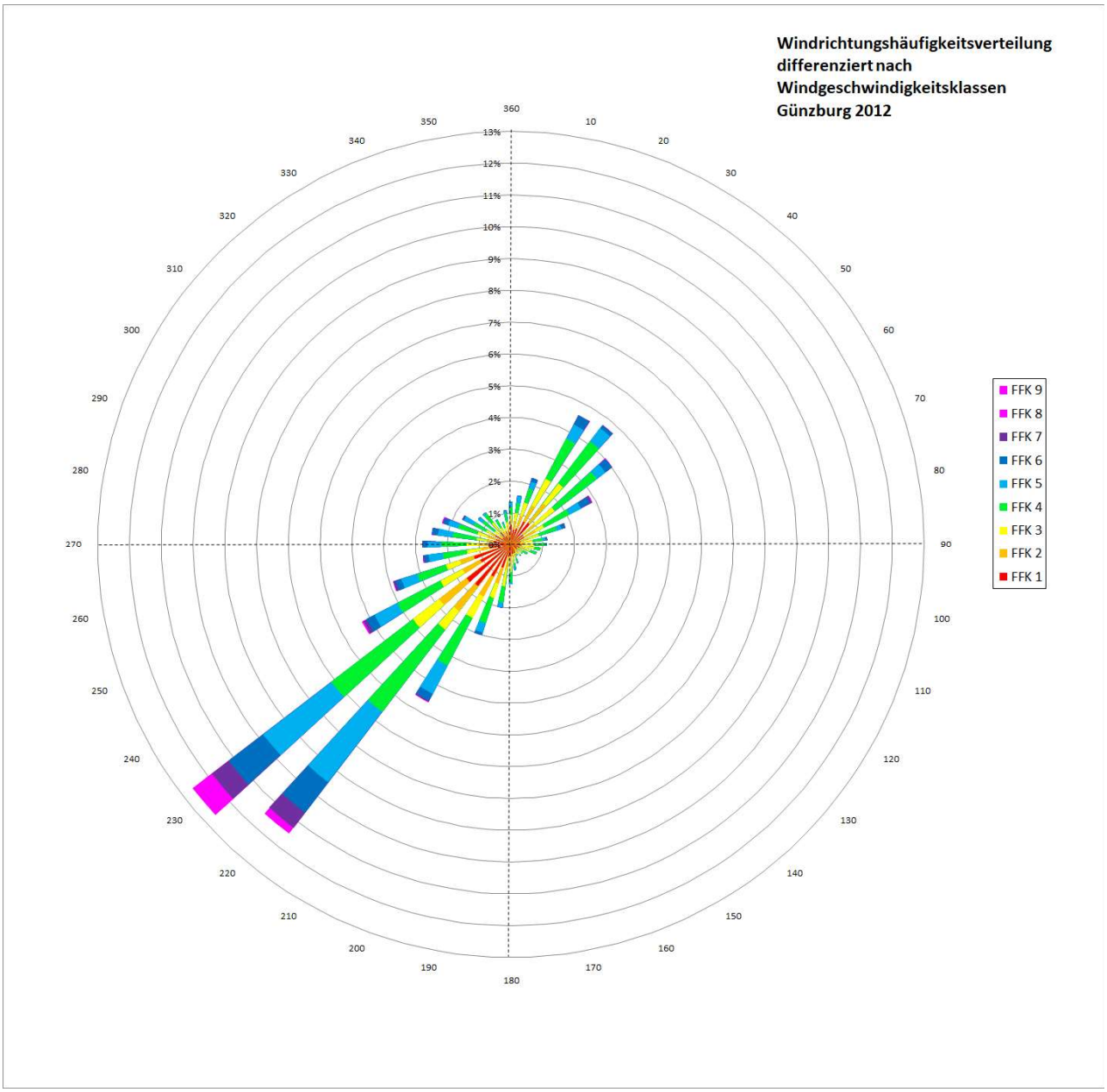


Abb. 7.6-1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen, differenziert nach Windgeschwindigkeitsklassen, für die in der Übertragbarkeitsprüfung (lfU (2018)) ausgewählten Daten der Messstation Günzburg 2012.

Als markante Hauptwindrichtungen zeigt sich der Südwestsektor. Ein sekundäres Maximum sind Anströmungen aus Nordost. Windrichtungen aus dem Südost-Sektor treten so gut wie nicht auf, auch nördliche Anströmungen sind sehr selten.

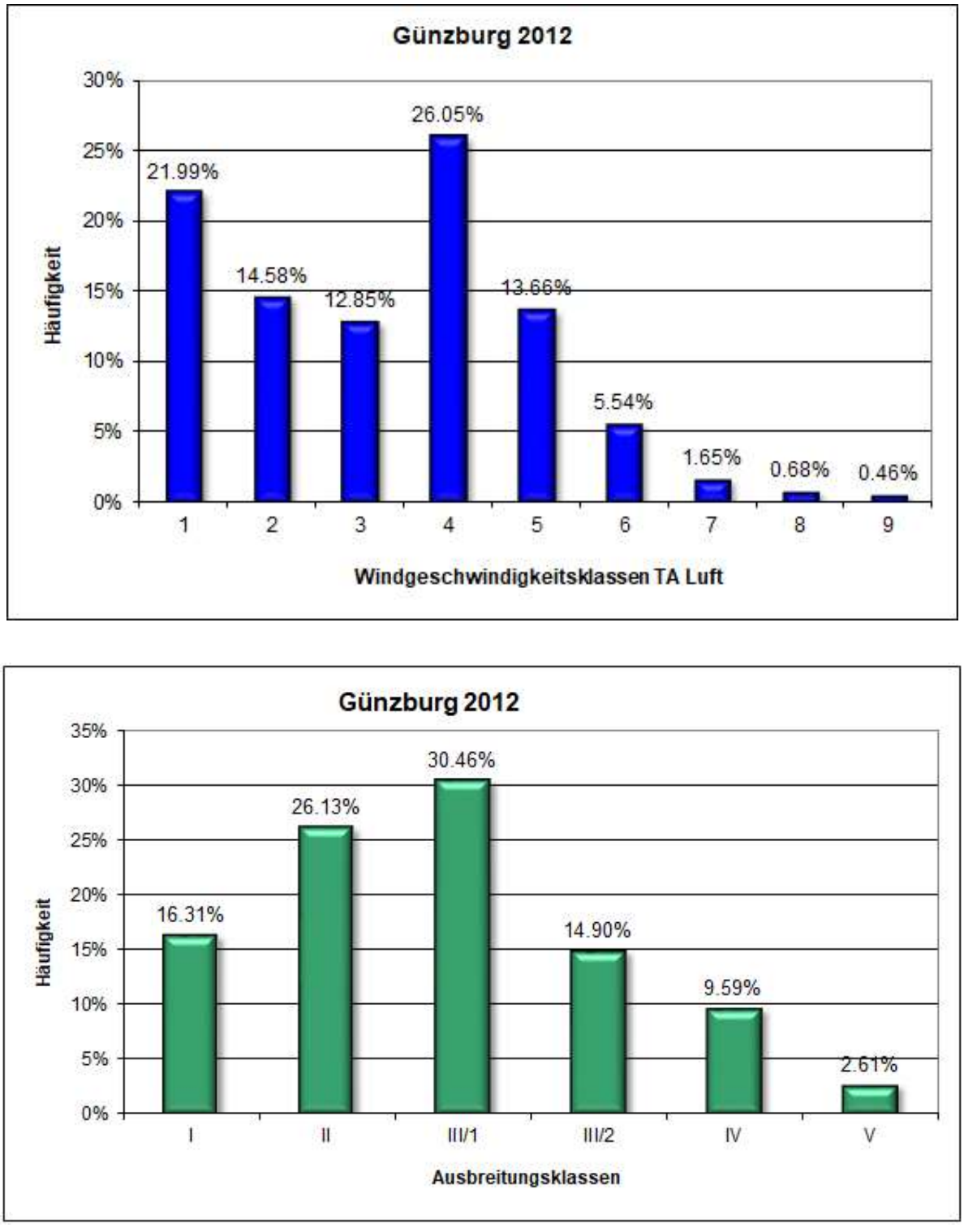


Abb. 7.7-2: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit (oben) und der Ausbreitungsklassen (Turbulenzzustand, unten) für die in der Übertragbarkeitsprüfung (lfU (2018)) ausgewählten Daten der Messstation Günzburg 2012.

Niederschlag

Wesentliche Eingangsgrößen zur Berechnung der nassen Deposition sind zeitgleich und stundenfein für das repräsentative Jahr 2012 gültige Niederschlagsdaten. Diese sollen gemäß TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 9.7 für den Standort der Anlage repräsentativ sein und dem Datensatz, den das Umweltbundesamt bereitstellt (UBA Niederschlag (2019)), entnommen werden.

Die Jahressumme des Niederschlages 2012 (874,42 mm) wurde auf das langjährige Mittel der Niederschlags-Jahressumme (812,75 mm) durch Multiplikation der Niederschlagsintensitäten mit einem Faktor 0,929 angepasst.

Kaltluftströmungen

Das Gelände am Standort ist nahezu eben. Lokale Kaltluftabflüsse gemäß TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 9.8 werden sich in diesem Gelände nicht ausbilden. Vergleichbare Verhältnisse findet man rund um den Messort bei Günzburg. Nennenswerte Kaltluftabflüsse oder Kaltluftströmungssysteme, die in den Messdaten nicht enthalten wären, sind folglich nicht zu erwarten.

Daher ist auch keine gesonderte Modellierung meteorologischer Besonderheiten gemäß TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 12 Abs. 2 erforderlich.

7.7 Windfeldmodell

Die Kriterien der TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 11 (Gebäude) und Nr. 12 (Gelände) wurden bereits in den Abschnitten 7.4 und 7.5 angesprochen. Zur Erstellung der Windfeldbibliothek konnte das mesoskalige diagnostische Windfeldmodell mit Gelände- und Gebäudeberücksichtigung eingesetzt werden.

7.8 Allgemeines zur trockenen und nassen Deposition

Als Deposition sind für bestimmte Komponenten und die Stäube die trockene Deposition – Ablagerung an Oberflächen – und die nasse Deposition – Auswaschen mit dem Niederschlag – zu berücksichtigen. Bei Depositionsprozessen verbleibt der deponierte Anteil am Depositionsort, was auf dem Ausbreitungsweg zu einer Abreicherung des noch in der Luft befindlichen Luftschadstoffes führt.

Trockene Deposition und Sedimentation bei Stäuben

Gemäß TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 3 und 4 wurden für die dort angegebenen gasförmigen Komponenten und für die Stäube die trockene und die nasse Deposition berücksichtigt.

Die trockene Deposition beschreibt die Ablagerung eines Stoffes an Oberflächen. Sie wird berechnet aus der bodennahen Konzentration, multipliziert mit einer Depositionsgeschwindigkeit v_d.

Die in der Ausbreitungsrechnung zu verwendenden Depositionsgeschwindigkeiten werden in der TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 3, Tabelle 12 bzw. Nr. 4, Tabelle 14 vorgegeben.

Bei den Stäuben muss während der Ausbreitung ein Absinken aufgrund des Eigengewichtes der Staubpartikel berücksichtigt werden. Dies geschieht durch die Vorgabe einer Absinkgeschwindigkeit, die als Sedimentationsgeschwindigkeit v_s bezeichnet wird. Die zu verwendenden Werte für v_s sind in der Tabelle 14 (TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 4) aufgelistet.

Nasse Deposition

Als nasse Deposition wird das Auswaschen von Luftschadstoffen aus dem Luftraum durch Niederschlag bezeichnet. Die nasse Deposition wird in Abhängigkeit von der Niederschlagsintensität und von stoffspezifischen Auswaschraten entsprechend TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 3, Tabelle 13 bzw. Nr. 4, Tabelle 14 während der Ausbreitungsrechnung berechnet.

Gemäß Nr. 3, Abs. 3 wird die nasse Deposition mit Hilfe einer stoffspezifischen Auswaschrate beschrieben. Der Ansatz lautet:

$$\Lambda = \lambda \ (I / I_0)^{\kappa}$$

mit

Λ: Auswaschrate (in s^{-1})

λ: stoffspezifischer Faktor (in s^{-1})

I: Niederschlagsintensität (in mm/h)

I_0: 1 mm/h

κ: Exponent (Zahlenwert)

Die Niederschlagsintensität I_0 wurde stundenfein für das repräsentative Jahr vorgegeben (Abschnitt 7.6).

7.9 Ausbreitungsrechnung für Gase

Die Ausbreitungsrechnung für Gase wird in der TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 3 geregelt. In der Ausbreitungsrechnung für Gase muss demzufolge für bestimmte Komponenten die trockene Deposition (Ablagerung an Oberflächen) und die nasse Deposition (Auswaschen durch Niederschlag) berücksichtigt werden.

Die dabei zu verwendenden Parameter sind, unterteilt nach Komponenten, in den Tabellen 12 und 13 vorgegeben, sie werden hier noch einmal zusammengefasst:

Tab. 7.9-1: Parameter zur Berücksichtigung der trockenen und nassen Deposition in der Ausbreitungsrechnung für Gase. Werte gemäß TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 3, Tabellen 12 und 13. Die Parameter sind im Abschnitt 7.9 erläutert.

Stoff	**v_d m/s**	**λ 1/s**	**κ**
NH_3	0,01	$1{,}2 \cdot 10^{-4}$	0,6
SO_2	0,01	$2{,}0 \cdot 10^{-5}$	1,0

Stoff	v_d m/s	λ 1/s	κ
NO	0,0005		
NO_2	0,003	$1{,}0 \cdot 10^{-7}$	1,0

Für Gase, für die in der TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 3 keine Depositionsparameter festgelegt sind, ist gemäß Nr. 3 Abs. 1 die Ausbreitungsrechnung ohne Berücksichtigung der Deposition durchzuführen.

Stickoxid-Umwandlung

Der emissionsseitige Grenzwert für Stickoxide wird in der Regel für die NO_x-Freisetzung, die gemeinsame Emission von NO und NO_2, ausgedrückt in NO_2-Äquivalenten, angegeben.

Bei der Freisetzung der Stickoxide über den Schornstein der geplanten Peakeranlage wurden die Betreiber-Angaben zum Primär-NO_2-Gehalt berücksichtigt (Tabelle 4-2). Diese betragen demnach bei Erdgasfeuerung 40%, im H_2-Betrieb sind es 80% (vergleiche auch Tabellen 7.2-1 und 7.2-2 in Abschnitt 7.2).

Bei der Bestimmung der NO-Emissionsmassenströme (Tabellen 7.2-1 und 7.2.2) wurde ein Umrechnungsfaktor von 30/46 entsprechend der Molekulargewichte NO/NO_2 berücksichtigt (siehe dazu u.a. VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010), Anhang A „zu 4.5.3.4“).

Während der Ausbreitung berücksichtigt das Modell die Umwandlung von NO zu NO_2 in Abhängigkeit vom Turbulenzzustand der Atmosphäre (VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010), Janicke (1985), Janicke (2020)). Dazu sind im Modell TA-Luft-konform die in der Richtlinie VDI-Richtlinie 3782, Blatt 1 (2016) angegebenen Umwandlungszeiten implementiert (TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 3, Abs. 4).

7.10 Ausbreitungsrechnung für Stäube

Die Ausbreitungsrechnung für Stäube wird in der TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 4 geregelt. In der Ausbreitungsrechnung für Stäube muss demzufolge die trockene Deposition (Ablagerung an Oberflächen) und die nasse Deposition (Auswaschen durch Niederschlag) berücksichtigt werden.

Die dabei zu verwendenden Parameter sind, unterteilt nach Staubklassen, in der Tabelle 14 vorgegeben, sie werden hier noch einmal aufgeführt:

Tab. 7.10-1: Staubklassen und Parameter zur Berücksichtigung in der Ausbreitungsrechnung (TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 4, Tabelle 14. Die Parameter sind im Abschnitt 7.8 erläutert.

Klasse	d_a µm	v_s m/s	v_d m/s	λ 1/s	κ
1	< 2,5	0,00	0,001	$0{,}3 \cdot 10^{-4}$	0,8
2	2,5 bis 10	0,00	0,01	$1{,}5 \cdot 10^{-4}$	0,8

Klasse	d_a µm	v_s m/s	v_d m/s	λ 1/s	κ
3	10 bis 50	0,04	0,05	$4{,}4 \cdot 10^{-4}$	0,8
4	> 50	0,15	0,20	$4{,}4 \cdot 10^{-4}$	0,8
„unbekannt“	(> 10)	0,06	0,07	$4{,}4 \cdot 10^{-4}$	0,8

Korngrößenverteilung

Eine exakte Korngrößenverteilung der emittierten Stäube der Anlage ist laut Betreiber nicht bekannt.

Daher wurde in der Ausbreitungsrechnung für die Staubkomponenten der Klasse 1, der Klasse 2 und der Klasse „unbekannt“ jeweils der volle Emissionsmassenstrom für Staub (Tabellen 7.2-1 und 7.2-2) vorgegeben.

Die Auswertung erfolgte dann konservativ im Sinne einer oberen Bestimmung der zu erwartenden Zusatzbelastung:

- Berechnung der Konzentration von Staub und staubgebundenen Stoffen: Die Emissionen werden zu 100% der TA-Luft-Staub-Klasse 1 zugeordnet. Dieser Ansatz geht über die Anforderungen der TA Luft (2021) Anhang 2, Nr. 4, Abs. 4 hinaus. Die Abreicherung durch Deposition auf dem Verlagerungsweg ist für die Staubklasse 1 am geringsten, so dass für diese Klasse am meisten Staub in der (bodennahen) Atmosphäre verbleibt und dort zur Konzentration beitragen kann, weshalb diese Zuordnung für die Berechnung der Konzentrationen konservativ ist.
- Berechnung des Staubniederschlages und der Deposition von staubgebundenen Stoffen: Die Emissionen werden zu 27% der TA-Luft-Staub-Klasse 1, zu 63% der TA-Luft-Klasse 2 und zu 10% der TA-Luft-Klasse „unbekannt“ zugeordnet. Damit fallen 90% der Stäube in die Kategorie PM10 und 10% in eine Staubklasse, die deutlich größere Beiträge zur trockenen und nassen Deposition liefert als die Staub-Klassen 1 und 2 (siehe Parameter in Tabelle 7.10-1). Aus diesem Grund ist diese Verteilung für die Berechnung der Depositionsbeiträge konservativ. Zudem wird innerhalb der Gruppe PM10 die Vorgabe in TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 4, Abs. 4 erfüllt.

7.11 Ausbreitungsrechnung für die Stickstoff-Deposition und Säureeinträge

Gemäß TA Luft (2021) Anhang 8, wurde untersucht, ob es für die Stickstoff-Deposition und die Säureeinträge einen Einwirkbereich im Sinne dieses Anhang 8 gibt. Als Einwirkbereich wird dort der Bereich um die Anlage definiert, in der die Zusatzbelastung

- mehr als 0,3 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr
- bzw. mehr als 0,04 keq Säureäquivalente pro Hektar und Jahr

beträgt.

Liegen Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung innerhalb des Einwirkbereichs, so ist mit Blick auf diese Gebiete eine Prüfung gemäß § 34 BNatSchG durchzuführen. Dieser Schritt wird – falls erforderlich - im Rahmen einer FFH-Verträglichkeitsprüfung bearbeitet.

Wenn umgekehrt keine Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung innerhalb des Einwirkbereiches liegen oder wenn es keinen Einwirkbereich im Sinne des Anhang 8 der TA Luft (2021) gibt, ist eine Prüfung gemäß § 34 BNatSchG entbehrlich.

Für die Bestimmung der Stickstoff-Deposition und Säure-Einträge wurde eine Ausbreitungsrechnung gemäß Anhang 2 der TA Luft (2021) durchgeführt.

Zu betrachtende Komponenten

Für die Stickstoff-Deposition wurden die N-Anteile der Deposition der Komponenten NO, NO_2 und NH_3 betrachtet.

Für die Bestimmung der Säure-Einträge wurden die Stickstoffeinträge in Säureäquivalente umgerechnet. Hinzu kamen die Säureäquivalente, die sich aus der Deposition des Schwefelanteils des SO_2 ergaben.

Die Komponenten wurden in der Ausbreitungsrechnung gemäß den Vorgaben der TA Luft (2021) Anhang 2 Nr. 3 behandelt.

Auswertung für unterschiedliche Landnutzungen („Gras“, „Wald“, „Mesoskala“)

Eine methodische Besonderheit ergibt sich bei der Betrachtung der Stickstoff-Deposition und der Säure-Einträge gemäß Anhang 8.

Da in der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5 (2006) für unterschiedliche Oberflächenstrukturen unterschiedliche Depositionsgeschwindigkeiten für die Berechnung der trockenen Deposition (Ablagerung an Oberflächen) angegeben werden, würde auch der Beitrag der trockenen Deposition zu Stickstoff-Deposition und zu den Säure-Einträgen je nach Landnutzung aus der Richtlinie anders ausfallen.

So ist beispielsweise laut VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5 (2006) die trockene Depositionsgeschwindigkeit v_d von NH_3 und von SO_2 für die Landnutzung „Wald“ gegenüber anderen Oberflächen um einen Faktor 2,0 bzw. 1,5 erhöht.

Eine heterogene Vorgabe der trockenen Depositionsgeschwindigkeit im Berechnungsgebiet ist derzeit im Ausbreitungsmodell praktisch kaum umsetzbar. Eine Lösung für dieses Problem bietet der Fachvorschlag des LANUV (oberste Landesbehörde NRW, siehe Straub et al. (2013)) und die dort beschriebenen „Methode 3“.

Bei der Methode 3 des LANUV (Straub et al. (2013)) wird die Ausbreitungsrechnung mit dem TA-Luft-Wert der Depositionsgeschwindigkeit für NH_3 und SO_2 durchgeführt (beide 0,01 m/s). In der Auswertung wird dann der Beitrag des NH_3 bzw. des SO_2 zur trockenen Deposition flächendeckend mit einem Faktor multipliziert, der sich aus dem Quotienten

„*Depositionsgeschwindigkeit Landnutzung / Depositionsgeschwindigkeit in der Berechnung*"

ergibt (Tabelle 7.11-1).

Für die flächendeckende Auswertung für eine Landnutzung „Wald" werden demnach die berechneten Beiträge aus der trockenen Deposition des NH_3 mit einem Faktor 0,02/0,01 = 2 multipliziert, die des SO_2 mit einem Faktor 0,015/0,01 = 1,5.

Damit wird in der Ausbreitungsrechnung einerseits das Abreichern von NH_3 und SO_2 auf dem Verlagerungsweg TA-Luft-konform berücksichtigt, auf der anderen Seite wird in der Auswertung der höheren Ablagerungsfähigkeit von NH_3 und SO_2 an anderen Landnutzungen Rechnung getragen. Diese Methode 3 ist nach LANUV (Straub et al. (2013)) eine „praktikable, belastbare und ausreichend konservative" Methode.

Tab. 7.11-1: Depositionsgeschwindigkeiten (trockene Deposition) für NH_3 und SO_2 in der Ausbreitungsrechnung und in der Auswertung für die Stickstoff-Deposition und Säureeinträge.

Komponente	Herkunft des Wertes	Depositions-geschwindigkeit v_d in m/s
Ausbreitungsrechnung		
NH_3	TA Luft:2021, Anh. 2, Nr. 3, Tab. 12	0,01
SO_2	TA Luft:2021, Anh. 2, Nr. 3, Tab. 12	0,01
Auswertung für Landnutzung Wald		
NH_3	VDI 3782 Bl. 5, **Wald**	0,02
SO_2	VDI 3782 Bl. 5, **Wald**	0,015

Stickstoffdeposition und Säure-Einträge werden in den Ergebnisdarstellungen jeweils flächendeckend für die Landnutzungen „Wald" ausgewiesen.

Das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung sind die Beiträge der trockenen und nassen Deposition in g/(m^2 s). Sie werden zunächst umgerechnet in die Einheit kg/(ha Jahr).

Der Stickstoff-Anteil aus der NO-Deposition errechnet sich durch Anwendung eines Faktors 14/30, der aus der Deposition von NO_2 durch Verwendung des Faktors 14/46 und der aus der NH_3-Deposition mit einem Faktor 14/17. Die Summe der jeweiligen Stoffbeiträge ergibt die Gesamt-Stickstoff-Deposition (N_{Dep}).

Analog wird für den Schwefelanteil der Deposition von SO_2 verfahren (Faktor 32/64), aus dem sich die Schwefeldeposition (S_{Dep}) ergibt.

Das Säureäquivalent wird in der Einheit *eq/(ha Jahr)* mit der nachfolgenden Zahlenwert-Gleichung bestimmt (siehe z.B. VDI-Richtlinie 3783, Blatt 15.1 (2019)):

Säure in eq/(ha Jahr) = N_{Dep} * 1000/14 + S_{Dep} * 1000/16 mit N_{Dep} und S_{Dep} in kg/(ha Jahr)

Für die Angabe in *keq/(ha Jahr)* wird dieser Wert noch einmal durch 1000 geteilt.

7.12 Qualitätsstufe (statistische Sicherheit)

Die Qualitätsstufe wurde in den Ausbreitungsrechnung entsprechend der AUSTAL2000-Nomenklatur (/11/) mit „QS = +4“ (32 Partikel/Sekunde) gewählt („Standard“ wäre Qualitätsstufe „QS = 0). Mit dieser deutlich höheren Qualitätsstufe werden zuverlässige Auswertungen auch in größerer Quellentfernung und außerhalb der Hauptwindrichtungen ermöglicht.

7.13 Aufaddieren der Rechenunsicherheit

Im Sinne einer konservativen Betrachtungsweise wurde zu den Berechnungsergebnissen jeweils die verbleibende Rechenunsicherheit *aufaddiert*.

7.14 Verwendetes Programmsystem

Für die Ausbreitungsrechnungen wurde das Modell LASAT in der Version 3.5.4-64WI19-m4 (Janicke (1985)) eingesetzt. LASAT ist das weitaus mächtigere „Muttermodell“ des Programmes AUSTAL. LASAT erfüllt die Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft (2021) und der VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3 (2020). Diese Modellversion berücksichtigt bereits die Drift von Regentropfen bei der nassen Deposition.

Hinweis zu den folgenden Ergebnis-Abbildungen:

Die Grautöne gehören zum Kartenhintergrund und geben eine Bodenbedeckung mit Waldflächen (hellgrau) oder Wasserflächen (dunkelgrau) wieder.

Die Farbskalen sind so gestaltet, dass die Farbgebung bei Erreichen der Irrelevanzkriterien nach TA Luft (2021) Nr. 4.1 c) in Verbindung mit Nr. 4.1 Abs. 5 einsetzt. Dabei springt die Einfärbung von „keine Farbe“ auf „grüne Farbe“ um (siehe auch jeweils die Farblegende unterhalb der Abbildung). Wenn ein TA-Luft-Beurteilungswert angegeben ist, so wird dieser in der Regel durch einen Farbsprung von Orange nach Rot kenntlich gemacht.

Liegt die höchste berechnete Gesamtzusatzbelastung (Maximum) unterhalb des Irrelevanzkriteriums, so ist in den Abbildungen der Ort des berechneten Maximums markiert und der Zahlenwert ist angegeben.

Für die Komponente Gesamt-C existieren keine immissionsseitigen Beurteilungswerte, daher werden keine Ergebnisse für diese Komponente ausgewertet.

8 Ergebnisse Bewertung nach TA Luft

8.1 Flächenhafte Verteilungen Erdgasfeuerung.

Die folgenden Abbildungen 8.1-1 bis 8.1-8 zeigen jeweils die Verteilung der Gesamtzusatzbelastung der geplanten Peakeranlage bei Erdgasfeuerung für die Konzentrationen der Komponenten NO_2, NO_x, NH_3, SO_2, CO, Formaldehyd und Feinstaub PM2,5 bzw. PM10 in 1,5 m Höhe über Grund. Außerdem die Verteilung des Staubniederschlages.

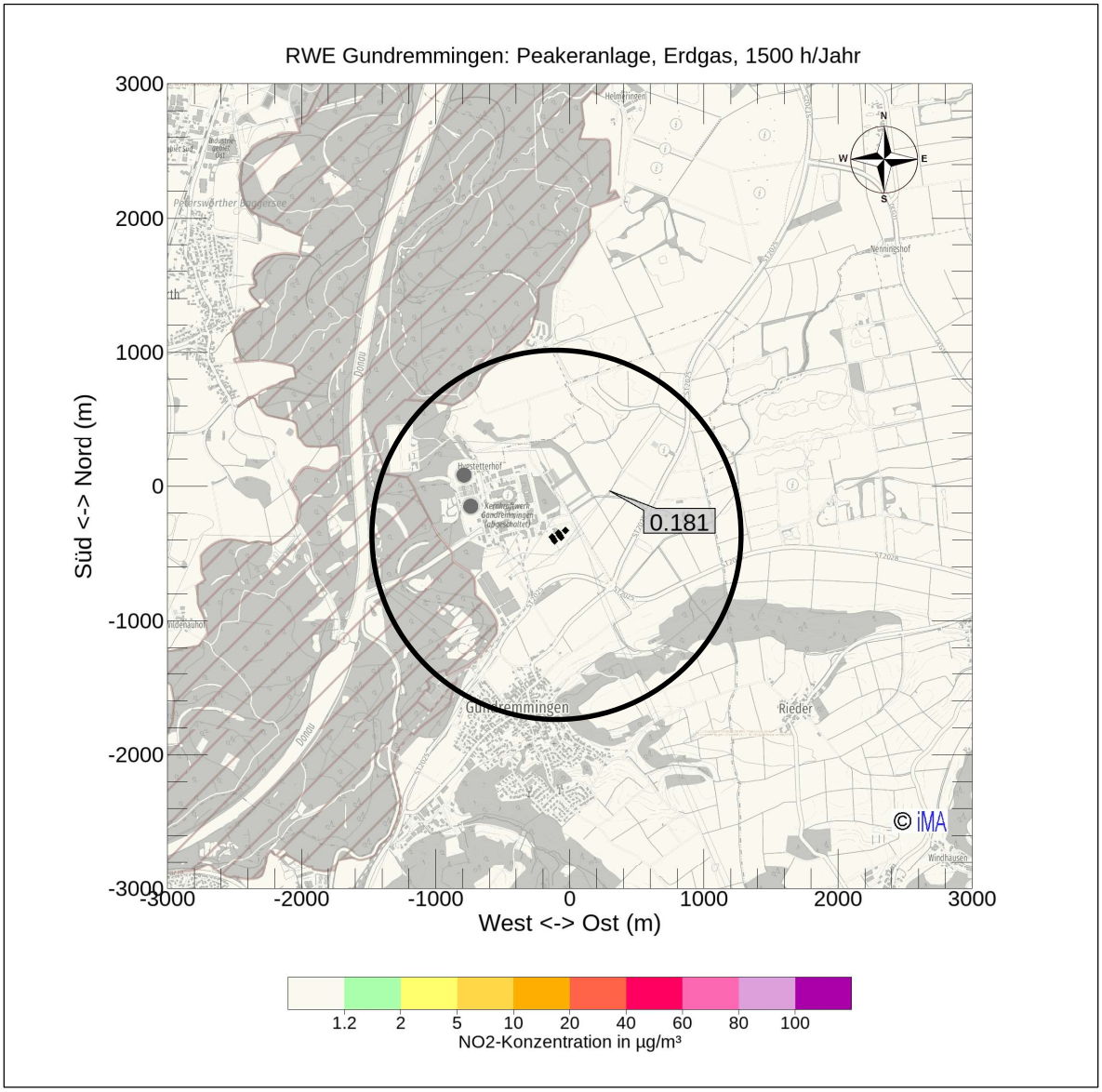


Abb. 8.1-1: Gesamtzusatzbelastung **NO_2 in µg/m³ bei Erdgasfeuerung**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5, Nr. 4.2.1 Tab. 1 und Nr. 4.2.2 a) (3% von 40 µg/m³) beträgt 1,2 µg/m³ (Farbsprung von keine Farbe nach Grün). (Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ geoGLIS)

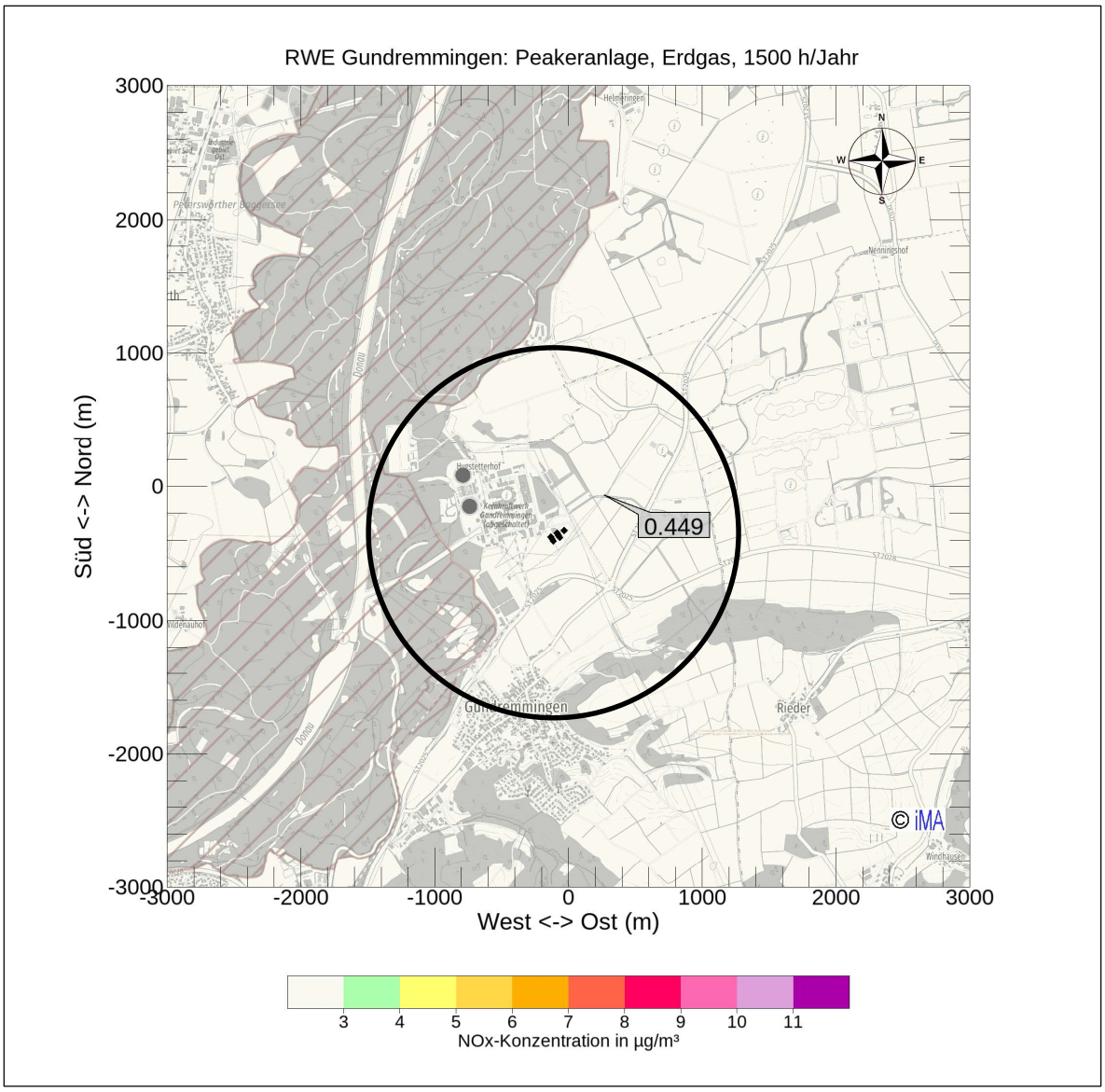


Abb. 8.1-2: Gesamtzusatzbelastung **NOx in µg/m³ bei Erdgasfeuerung**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5 und Nr. 4.4.3 Tab. 5 beträgt 3 µg/m³ (Farbsprung von keine Farbe nach Grün).
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

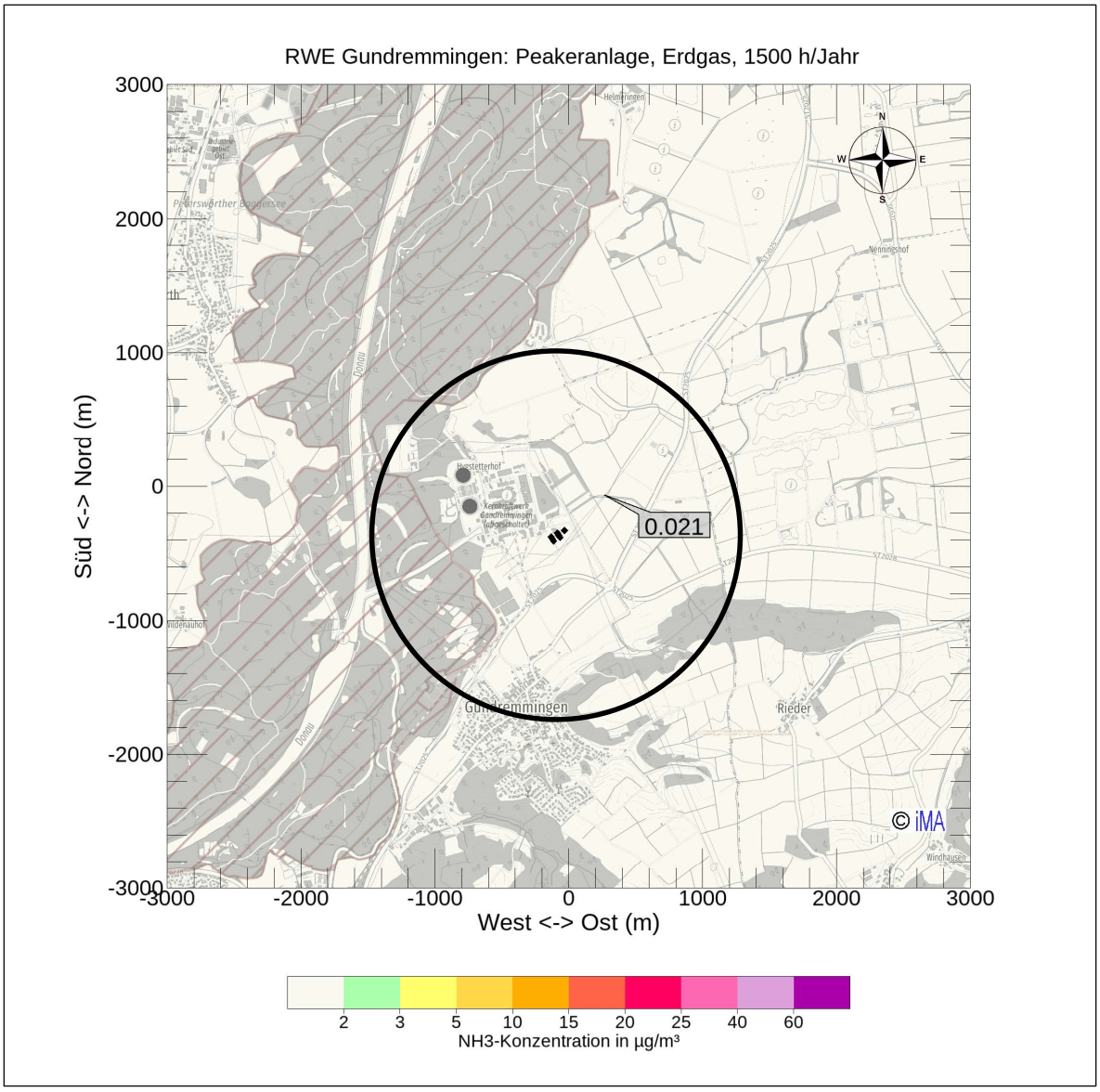


Abb. 8.1-3: Gesamtzusatzbelastung **NH_3 in µg/m³ bei Erdgasfeuerung**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Das Kriterium nach Anhang 1 Abs. 4 (Anhaltspunkt auf das Vorliegen erheblicher Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme aufgrund der Einwirkung von Ammoniak) ist durch den Farbsprung von „keine Farbe“ zu Grün gekennzeichnet.
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

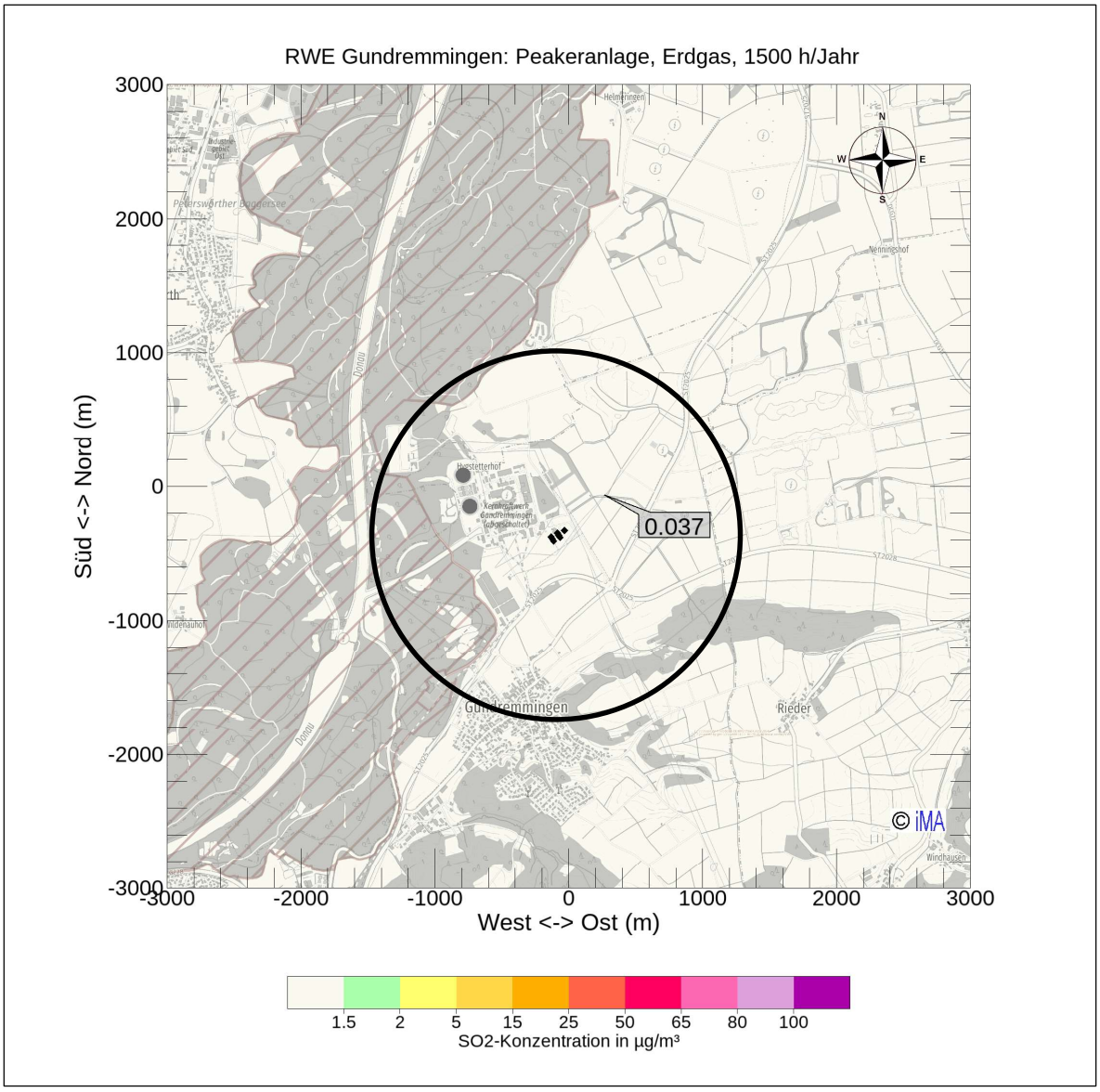


Abb. 8.1-4: Gesamtzusatzbelastung **SO_2 in µg/m³ bei Erdgasfeuerung**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5, Nr. 4.2.1 Tab. 1 und Nr. 4.2.2 a) (3% von 50 µg/m³) beträgt 1,5 µg/m³ (Farbsprung von keine Farbe nach Grün). Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5 und Nr. 4.4.3 Tab. 5 beträgt 2 µg/m³ (Farbsprung von Grün nach Gelb).
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

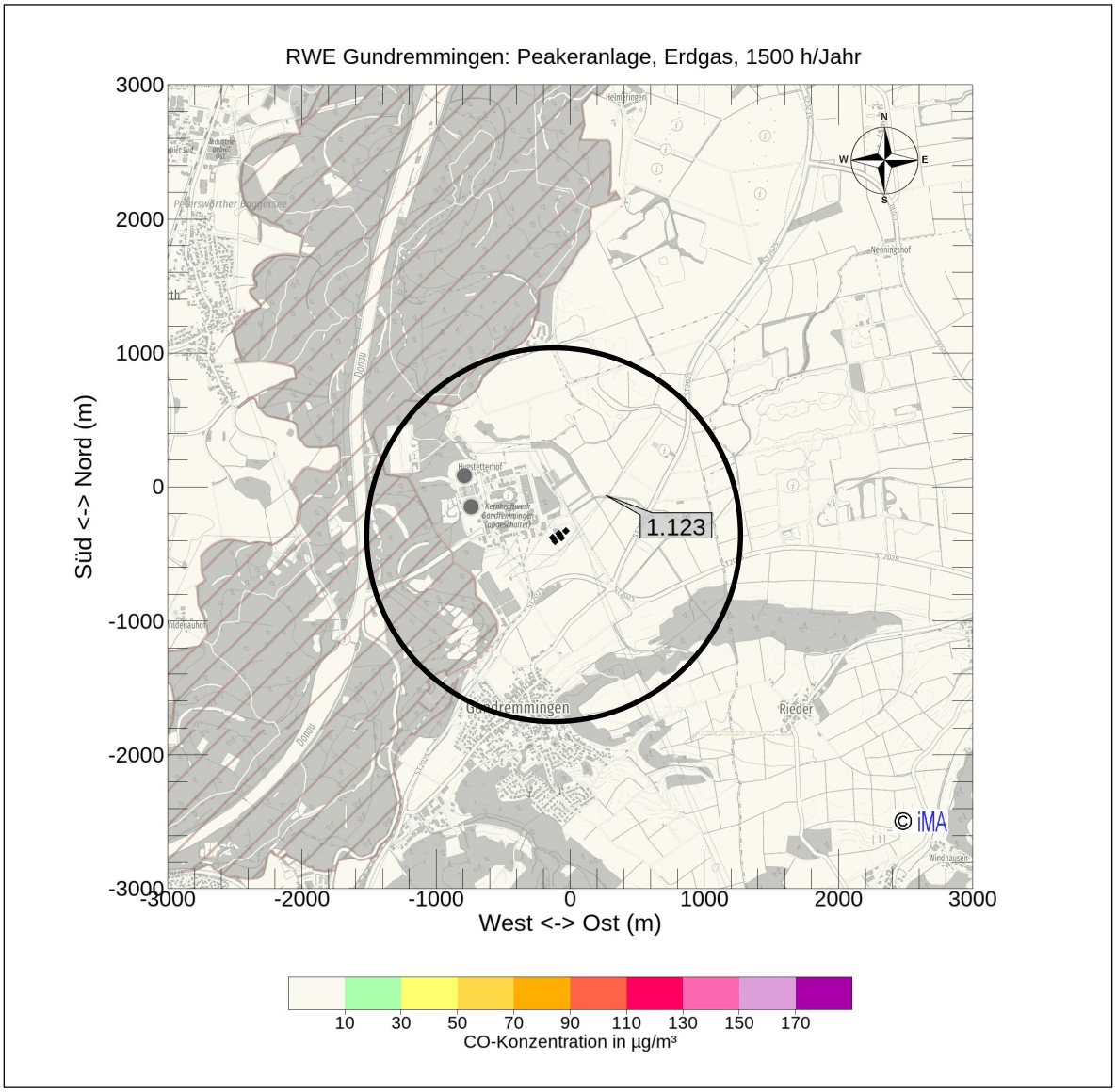


Abb. 8.1-5: Gesamtzusatzbelastung **CO in µg/m³ bei Erdgasfeuerung**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Für CO gibt es keinen Irrelevanzwert. Die Farbskala beginnt beim 8 h Beurteilungswert gemäß 39. BImSchV von 10 µg/m³ (Farbsprung von keine Farbe nach Grün).
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ geoGLIS)

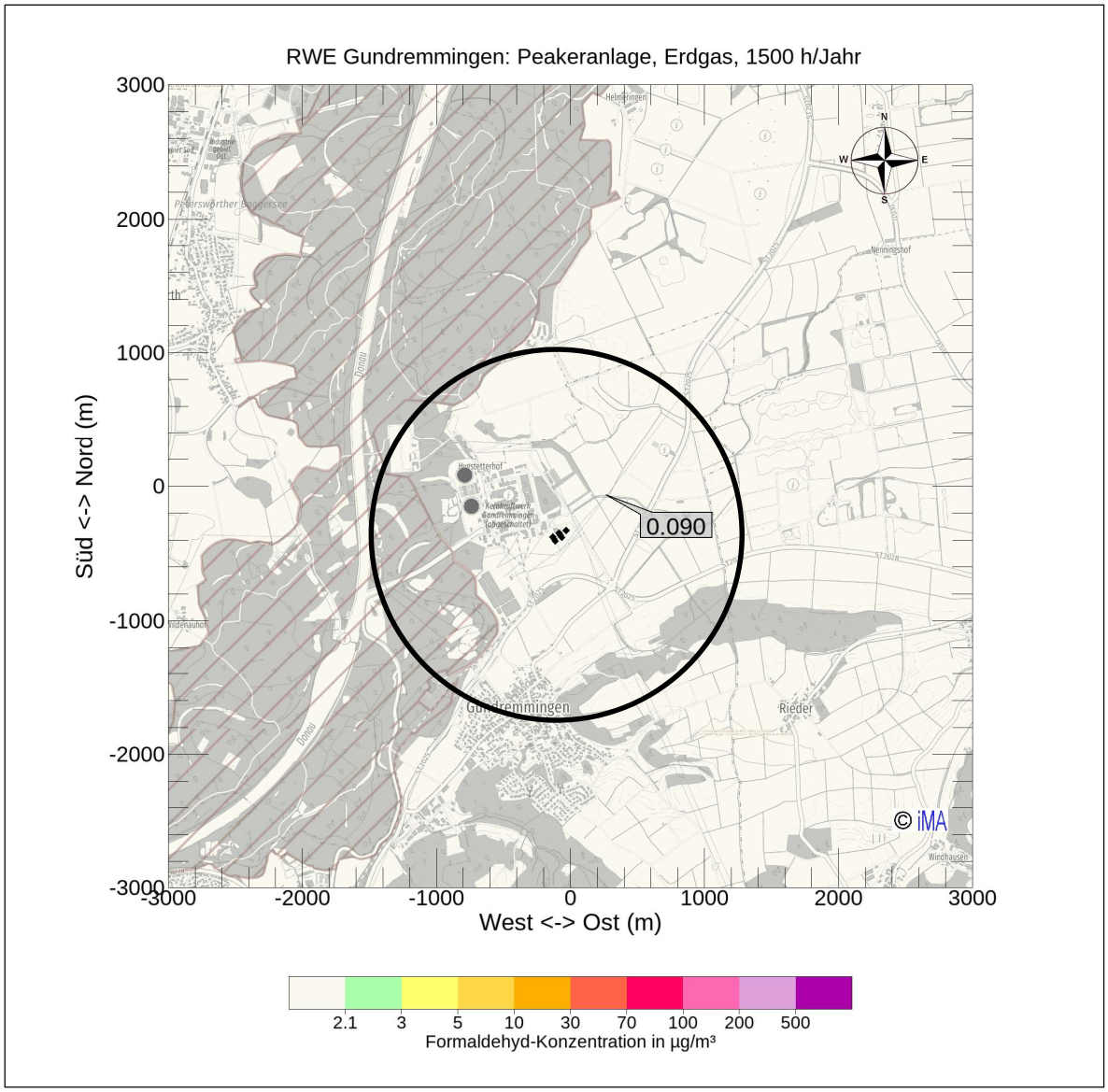


Abb. 8.1-6: Gesamtzusatzbelastung der Konzentration von **Formaldehyd in µg/m³ bei Erdgasfeuerung**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Der Irrelevanzwert aus Umweltbundesamt 2015 (3% von 70 µg/m³) beträgt 2,1 µg/m³ (Farbsprung von keine Farbe nach Grün). (Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

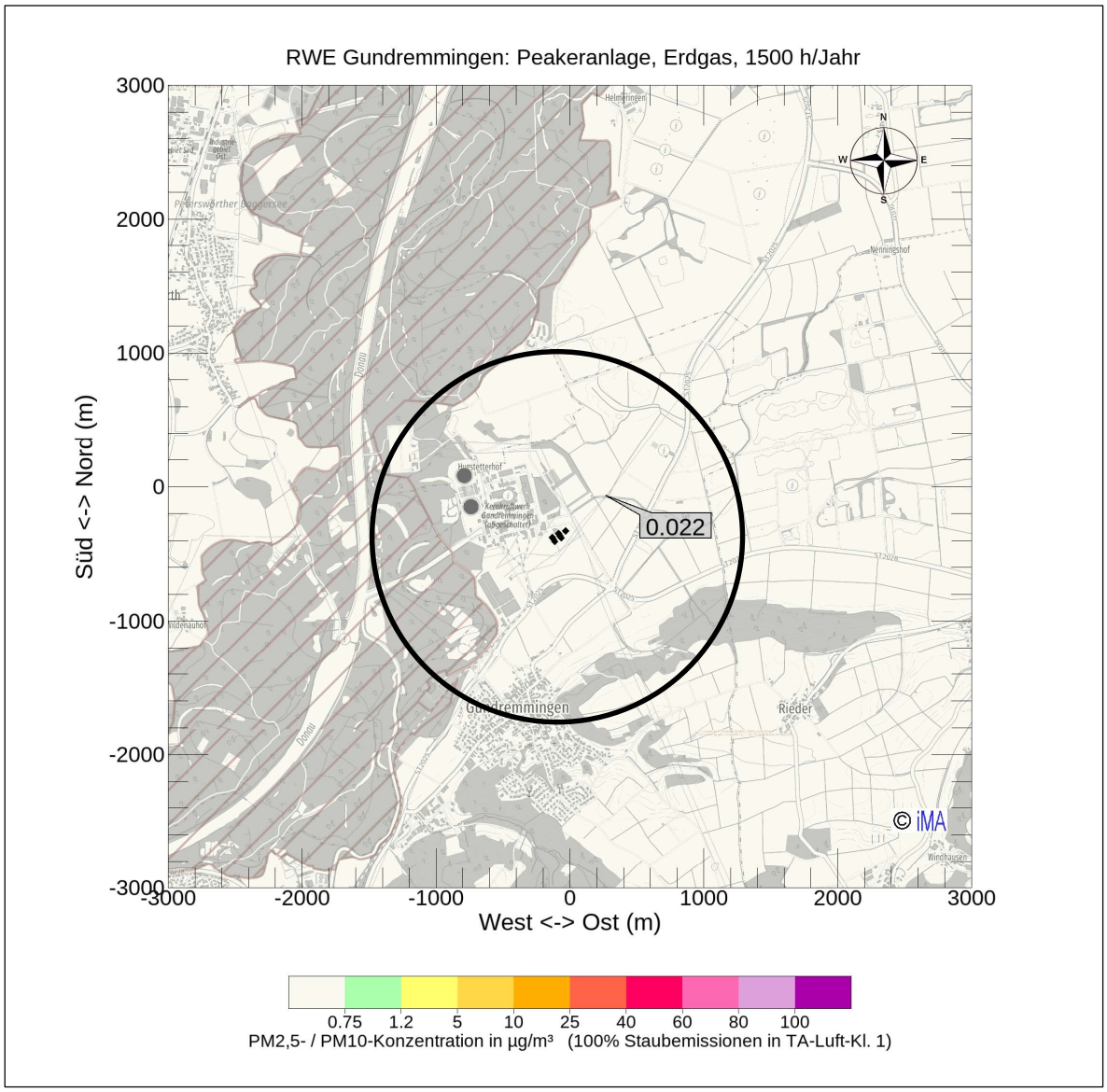


Abb. 8.1-7: Gesamtzusatzbelastung Feinstaub **PM10 bzw. PM2,5 in µg/m³ bei Erdgasfeuerung**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5, Nr. 4.2.1 Tab. 1 und Nr. 4.2.2 a) für PM2,5 (3% von 25 µg/m³) beträgt 0,75 µg/m³ (Farbsprung von keine Farbe nach Grün). Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5, Nr. 4.2.1 Tab. 1 und Nr. 4.2.2 a) für PM10 (3% von 40 µg/m³) beträgt 1,2 µg/m³ (Farbsprung von Grün nach Gelb). Die Darstellung gilt für die Beurteilung von PM2,5 und PM10, da hier 100% des Staubes in Staub-Klasse 1 (PM2,5) in der Auswertung angesetzte wurden (siehe Abschnitt 7.11). (Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

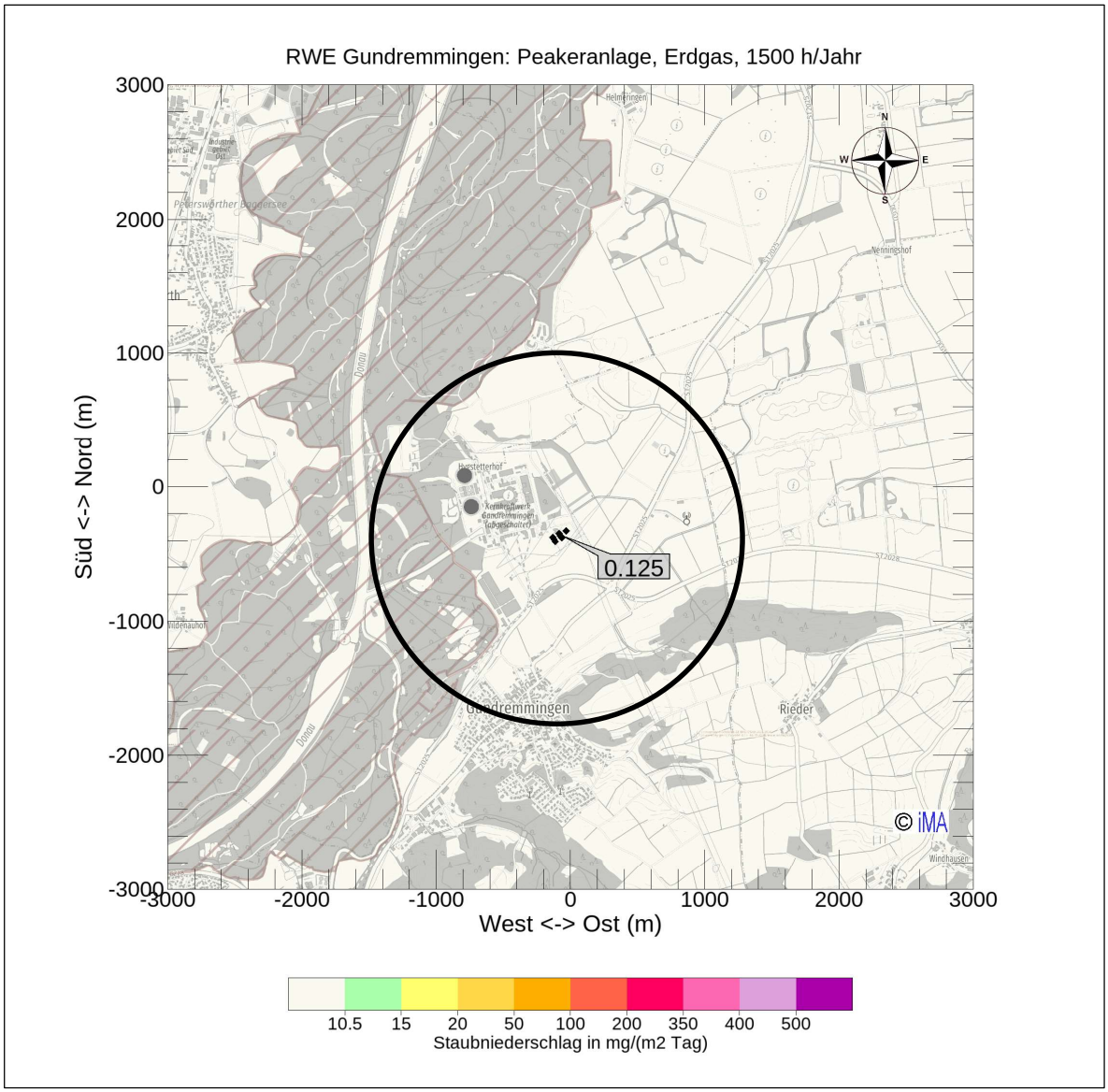


Abb. 8.1-8: Gesamtzusatzbelastung **Staubniederschlag in mg/(m² Tag) bei Erdgasfeuerung**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Roter Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5 und 4.3.1.2 a) beträgt 10,5 mg/(m² Tag) (Farbsprung von keine Farbe nach Grün). (Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ geoGLIS)

Aus allen Abbildungen ist ersichtlich:

Die Irrelevanzwerte der TA Luft (2021) Nr. 4.1, Abs. 5 werden bei Erdgasfeuerung im gesamten Berechnungsgebiet deutlich unterschritten.

8.2 Flächenhafte Verteilungen im H_2-Betrieb.

Die folgenden Abbildungen 8.2-1 bis 8.2-8 zeigen jeweils die Verteilung der Gesamtzusatzbelastung der geplanten Peakeranlage im H_2-Betrieb für die Konzentrationen der Komponenten NO_2, NO_x, NH_3, SO_2, CO, Formaldehyd und Feinstaub PM2,5 bzw. PM10 in 1,5 m Höhe über Grund. Außerdem die Verteilung des Staubniederschlages.

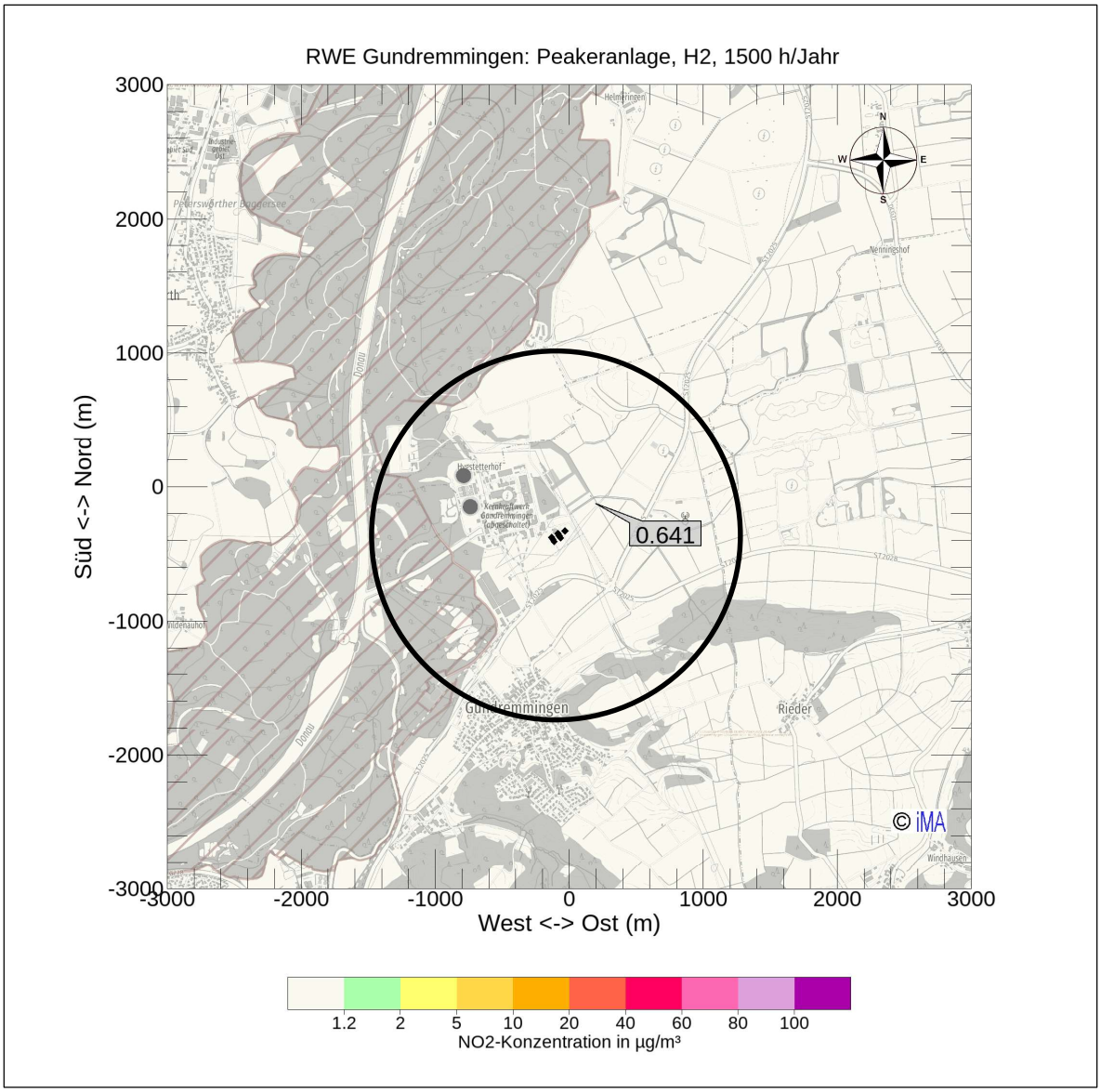


Abb. 8.2-1: Gesamtzusatzbelastung **NO_2 in µg/m³ im H_2-Betrieb**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5, Nr. 4.2.1 Tab. 1 und Nr. 4.2.2 a) (3% von 40 µg/m³) beträgt 1,2 µg/m³ (Farbsprung von keine Farbe nach Grün). (Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

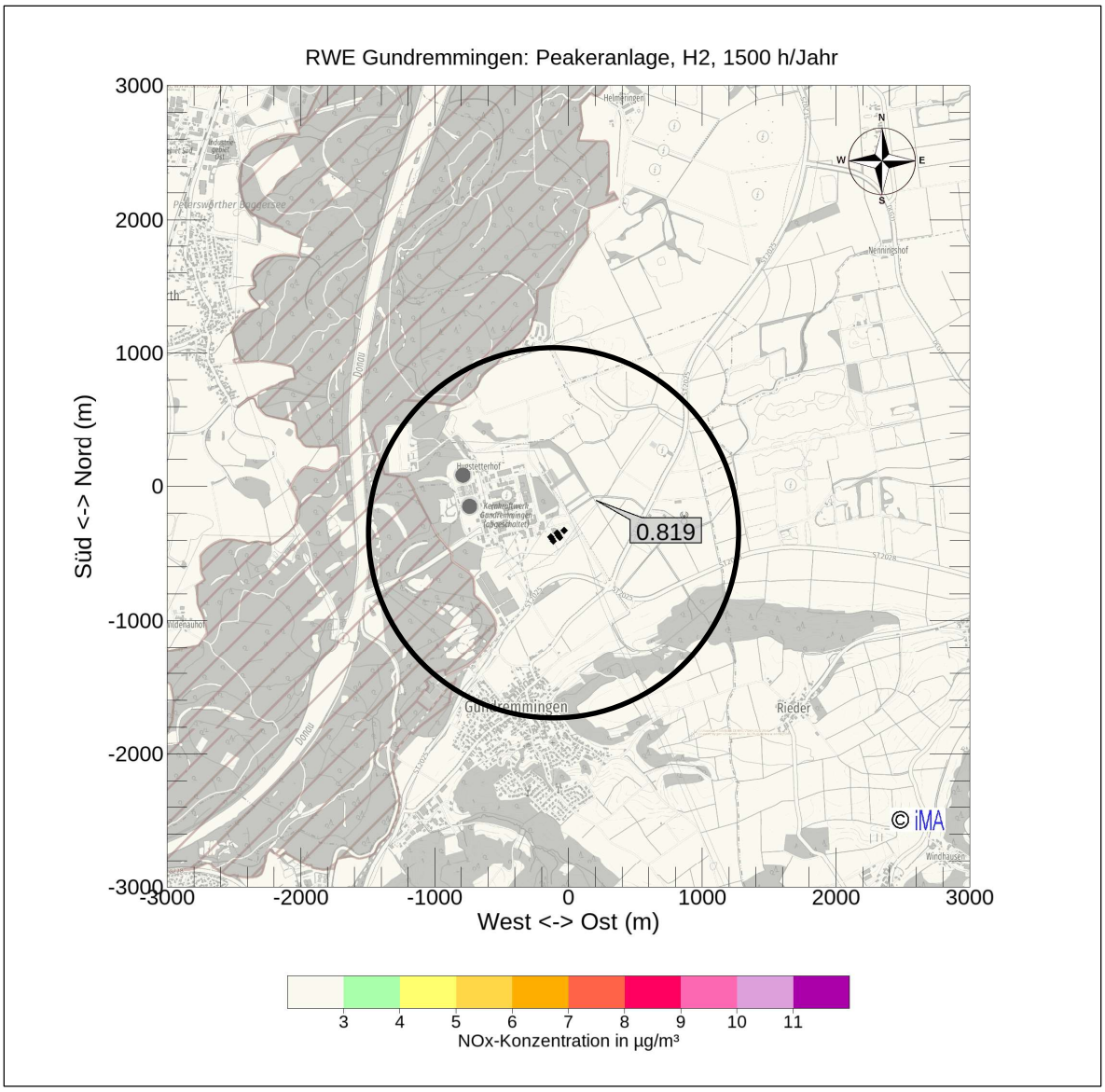


Abb. 8.2-2: Gesamtzusatzbelastung **NOx in µg/m³ im H_2-Betrieb**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5 und Nr. 4.4.3 Tab. 5 beträgt 3 µg/m³ (Farbsprung von keine Farbe nach Grün).
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

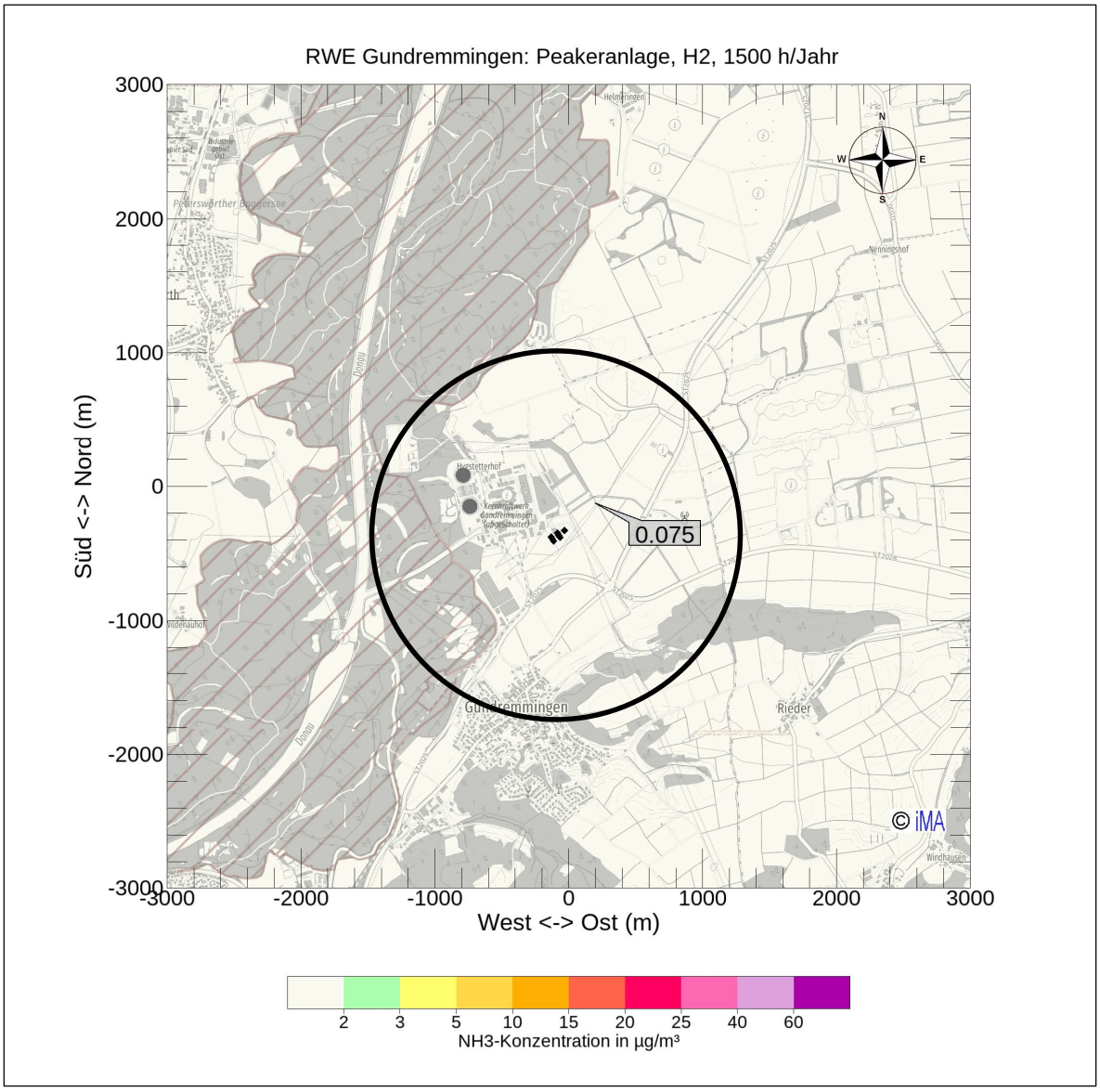


Abb. 8.2-3: Gesamtzusatzbelastung **NH_3 in µg/m³ im H_2-Betrieb**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Das Kriterium nach Anhang 1 Abs. 4 (Anhaltspunkt auf das Vorliegen erheblicher Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme aufgrund der Einwirkung von Ammoniak) ist durch den Farbsprung von „keine Farbe“ zu Grün gekennzeichnet. (Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

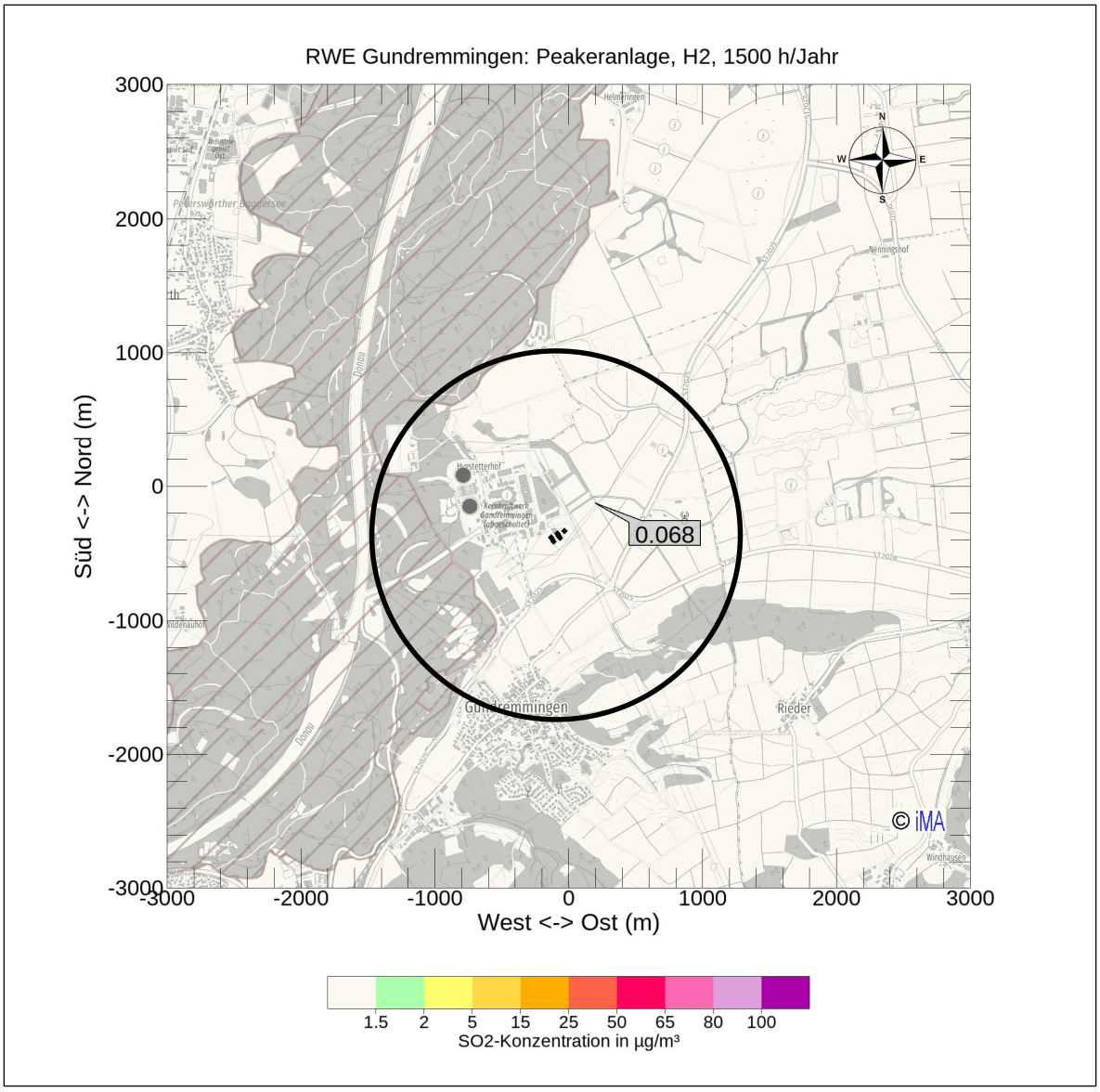


Abb. 8.2-4: Gesamtzusatzbelastung **SO_2 in µg/m³ im H_2-Betrieb**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5, Nr. 4.2.1 Tab. 1 und Nr. 4.2.2 a) (3% von 50 µg/m³) beträgt 1,5 µg/m³ (Farbsprung von keine Farbe nach Grün). Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5 und Nr. 4.4.3 Tab. 5 beträgt 2 µg/m³ (Farbsprung von Grün nach Gelb).
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

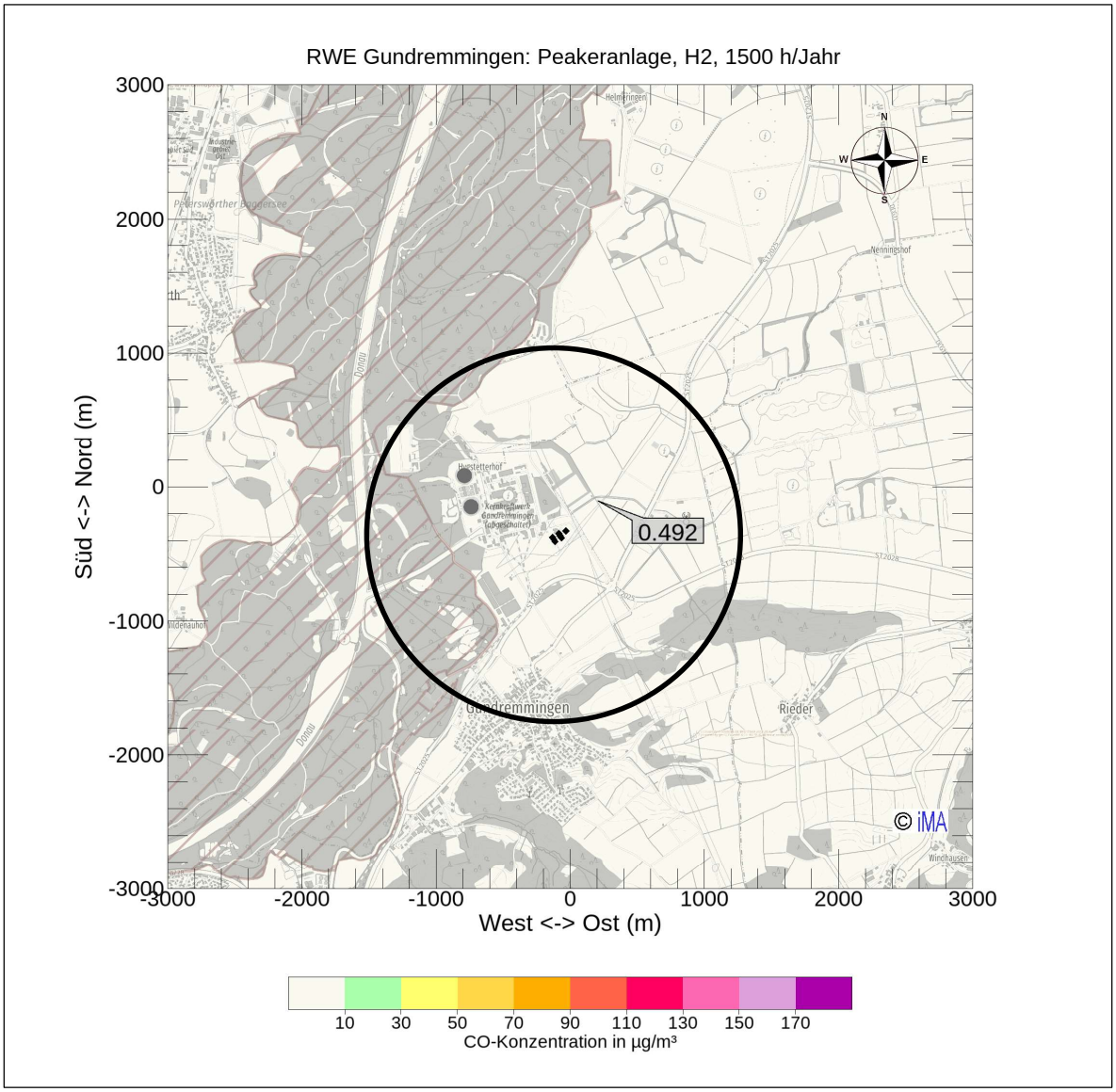


Abb. 8.2-5: Gesamtzusatzbelastung **CO in µg/m³ im H_2-Betrieb**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Für CO gibt es keinen Irrelevanzwert. Die Farbskala beginnt beim 8 h Beurteilungswert gemäß 39. BImSchV von 10 µg/m³ (Farbsprung von keine Farbe nach Grün). (Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

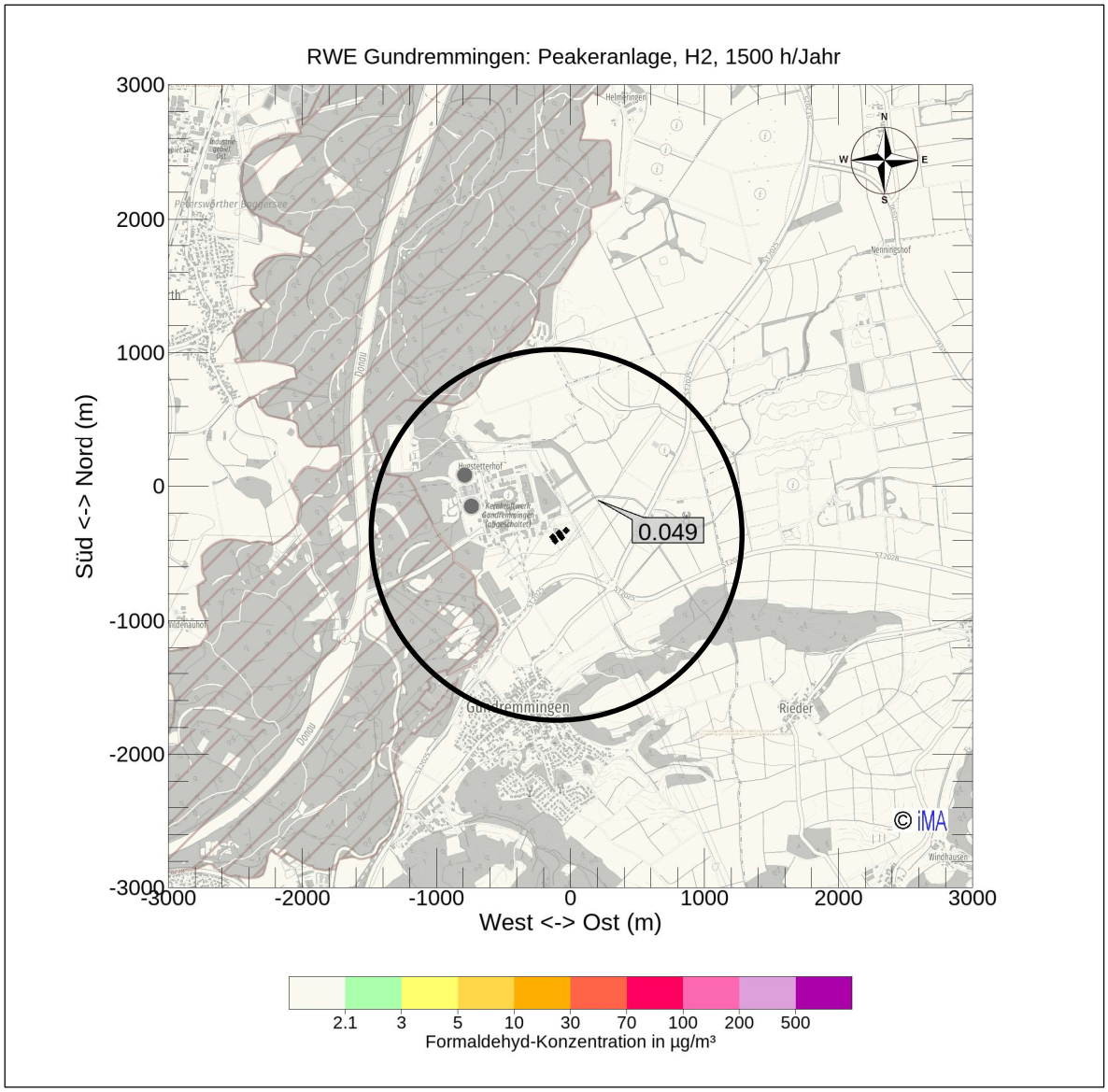


Abb. 8.2-6: Gesamtzusatzbelastung der Konzentration von **Formaldehyd in µg/m³ im H_2-Betrieb**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Der Irrelevanzwert aus Umweltbundesamt 2015 (3% von 70 µg/m³) beträgt 2,1 µg/m³ (Farbsprung von keine Farbe nach Grün). (Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

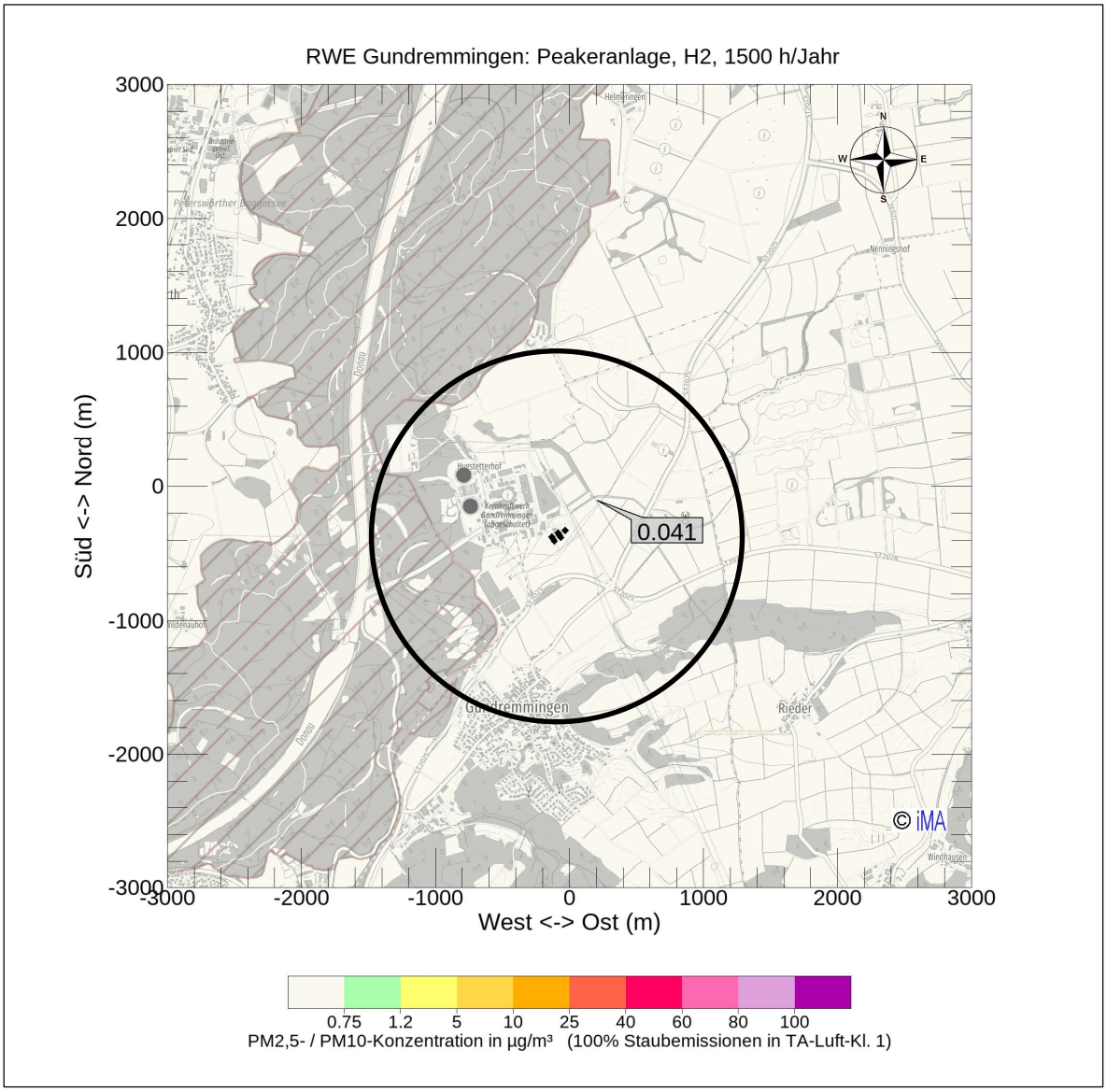


Abb. 8.2-7: Gesamtzusatzbelastung Feinstaub **PM10 bzw. PM2,5 in µg/m³ im H_2-Betrieb**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Schwarzer Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5, Nr. 4.2.1 Tab. 1 und Nr. 4.2.2 a) für PM2,5 (3% von 25 µg/m³) beträgt 0,75 µg/m³ (Farbsprung von keine Farbe nach Grün). Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5, Nr. 4.2.1 Tab. 1 und Nr. 4.2.2 a) für PM10 (3% von 40 µg/m³) beträgt 1,2 µg/m³ (Farbsprung von Grün nach Gelb). Die Darstellung gilt für die Beurteilung von PM2,5 und PM10, da hier 100% des Staubes in Staub-Klasse 1 (PM2,5) in der Auswertung angesetzte wurden (siehe Abschnitt 7.11).
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ geoGLIS)

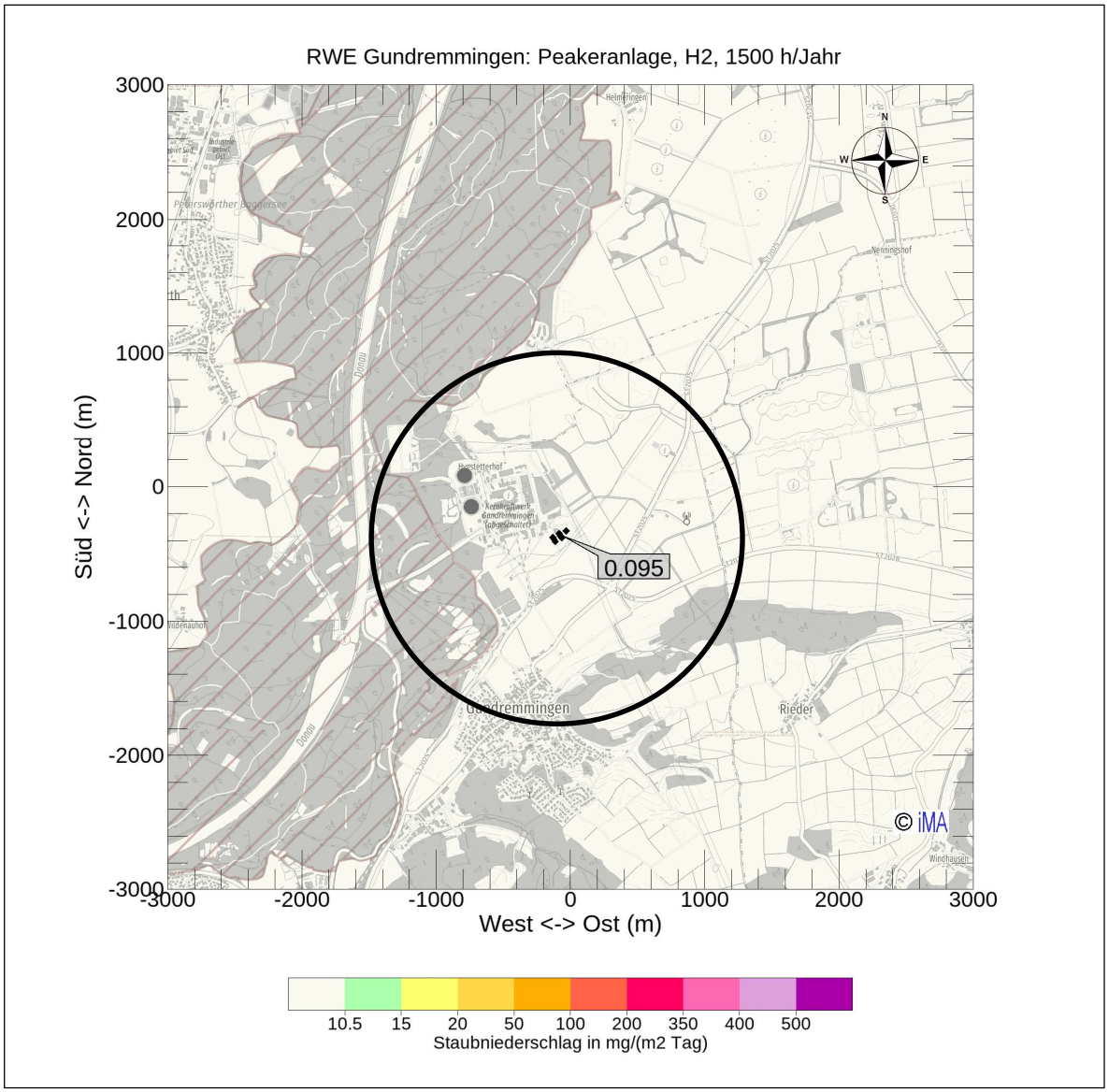


Abb. 8.2-8: Gesamtzusatzbelastung **Staubniederschlag in mg/(m² Tag) im H_2-Betrieb**. Markierung mit Zahlenwert: Höchste berechnete Zusatzbelastung. Schwarze Rauten: Schornsteine. Roter Kreis: Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Der Irrelevanzwert der TA Luft Nr. 4.1, Abs. 5 und 4.3.1.2 a) beträgt 10,5 mg/(m² Tag) (Farbsprung von keine Farbe nach Grün). (Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ geoGLIS)

Aus allen Abbildungen ist ersichtlich:

Die Irrelevanzwerte der TA Luft (2021) Nr. 4.1, Abs. 5 werden im H_2-Betrieb im gesamten Berechnungsgebiet deutlich unterschritten.

8.3 Maximale Beaufschlagung - Prüfung auf Irrelevanz bei Erdgasfeuerung

Die höchsten berechneten Werte der Gesamtzusatzbelastungen werden quantitativ beurteilt. Diese Werte stehen stellvertretend für das gesamte Beurteilungsgebiet, da an keiner anderen Stelle höhere Gesamtzusatzbelastungen berechnet worden sind.

In konservativer Betrachtungsweise wurde hier zu den berechneten Maximalwerten jeweils noch die Rechen-Unsicherheit am Punkt der maximalen Beaufschlagung hinzuaddiert. Das geht über die Anforderungen der TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 10, Ans. 2, Satz 1 hinaus und trägt zu einer oberen Bestimmung der Zusatzbelastung durch die geplante Peakeranlage bei.

Die höchsten berechneten Gesamtzusatzbelastungen bei Erdgasfeuerung werden in den folgenden Tabellen 8.3-1 bis 8.3-4 den Beurteilungswerten der TA Luft (2021) und den jeweiligen Irrelevanzwerten gegenübergestellt. Die Irrelevanzwerte in den Tabellen entstammen der TA Luft (2021) Nr. 4.1, Ab. 5. Sie sind identisch mit den Angaben bzw. den Werten, die auch in den TA-Luft-Abschnitten 4.2.2 a), 4.3.1.2 a), 4.4.3 mit Tabelle 5 und 4.5.2 a) genannt werden.

Tab. 8.3-1: Beurteilungswerte TA Luft (2021) Nr. 4.2.1 Tabelle 1 (Schutz der menschlichen Gesundheit), Irrelevanzkriterium (Nr. 4.1 Abs. 5 und Nr. 4.2.2 a)) und höchste berechnete Gesamtzusatzbelastungen (inkl. Rechen-Unsicherheit) der Peakeranlage bei Erdgasfeuerung, 1500 h/Jahr. Prüfung auf Einhaltung der Irrelevanz gemäß TA Luft (2021) Nr. 4.1, Abs. 4, Buchst. c).

Komponente und Einheit		Beurteilungs-wert (Jahr)	Irrele-vanz	Max. Zusatzbelastung: Wert (links) und % des Beurteilungswertes		Irrelevanz eingehal-ten?
PM10[1]	µg/m³	40	3%	0,022	0,06	Ja
PM2,5[1]	µg/m³	25	3%	0,022	0,09	Ja
SO_2	µg/m³	50	3%	0,037	0,07	Ja
NO_2	µg/m³	40	3%	0,181	0,45	Ja

1: Die staubgebundenen Konzentrationen wurden konservativ mit 100% der Emissionen in TA Luft-Klasse 1 ausgewertet.

Tab. 8.3-2: Beurteilungswerte TA Luft (2021) Nr. 4.3.1.1 Tabelle 2 (Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag), Irrelevanzkriterium (Nr. 4.1 Abs. 5 und Nr. 4.3.1.2 a)) und höchste berechnete Gesamtzusatzbelastungen (inkl. Rechen-Unsicherheit) der Peakeranlage bei Erdgasfeuerung, 1500 h/Jahr. Prüfung auf Einhaltung der Irrelevanz. Prüfung auf Irrelevanz gemäß TA Luft (2021), Nr. 4.1, Abs. 4, Buchst. c).

Komponente und Einheit		Beurteilungswert (Jahr)	Irrelevanz	Wert Max. Zusatzbelastung	Irrelevanz eingehalten?
Staubniederschlag[2]	g/(m²d)	0,35	3% bzw. 10,5 mg/(m² d)	0,125 mg/(m² d)	Ja

2: Der Staubniederschlag wurde konservativ ausgewertet auf Basis einer Korngrößenverteilung von 27% TA-Luft-Klasse 1, 63% TA-Luft-Klasse 2 und 10% TA-Luft-Klasse „unbekannt“. (Zu den Staub-Klassen siehe Abschnitt 7.10)

Tab. 8.3-3: Beurteilungswerte TA Luft (2021) Nr. 4.4.1 Tabellen 3 und Nr. 4.4.2, Tabelle 4 (Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation und von Ökosystemen), Irrelevanzkriterium (Nr. 4.1 Abs. 5 und Nr. 4.4.3 Tabelle 5) und höchste berechnete Gesamtzusatzbelastungen (inkl. Rechen-Unsicherheit) der Peakeranlage bei Erdgasfeuerung, 1500 h/Jahr. Prüfung auf Einhaltung der Irrelevanz gemäß TA Luft (2021) Nr. 4.1, Abs. 4, Buchst. c).

Komponente und Einheit		Beurteilungswert (Jahr)	Irrelevanz	Wert Max. Zusatzbelastung	Irrelevanz eingehalten?
SO_2	µg/m³	20	10% bzw. 2 µg/m³	0,037 µg/m³	Ja
NOx	µg/m³	30	10% bzw. 3 µg/m³	0,449 µg/m³	Ja

Tab. 8.3-4: Beurteilungswert TA Luft (2021) Anhang 1 Abs. 4 (Anhaltspunkt auf das Vorliegen erheblicher Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme aufgrund der Einwirkung von Ammoniak). Kriterium für die Gesamtzusatzbelastung der Anlage und höchste berechnete Gesamtzusatzbelastung (inkl. Rechen-Unsicherheit) der Peakeranlage bei Erdgasfeuerung, 1500 h/Jahr.

Komponente und Einheit		Beurteilungswert (Jahr)	Kriterium	Wert Max. Zusatzbelastung	Kriterium eingehalten?
NH_3	µg/m³	- -	2 µg/m³	0,021 µg/m³	Ja

8.4 Maximale Beaufschlagung - Prüfung auf Irrelevanz im H_2-Betrieb

Die höchsten berechneten Werte der Gesamtzusatzbelastungen werden quantitativ beurteilt. Diese Werte stehen stellvertretend für das gesamte Beurteilungsgebiet, da an keiner anderen Stelle höhere Gesamtzusatzbelastungen berechnet worden sind.

In konservativer Betrachtungsweise wurde hier zu den berechneten Maximalwerten jeweils noch die Rechen-Unsicherheit am Punkt der maximalen Beaufschlagung hinzuaddiert. Das geht über die Anforderungen der TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 10, Ans. 2, Satz 1 hinaus und trägt zu einer oberen Bestimmung der Zusatzbelastung durch die geplante Peakeranlage bei.

Die höchsten berechneten Gesamtzusatzbelastungen im H_2-Betrieb werden in den folgenden Tabellen 8.4-1 bis 8.4-4 den Beurteilungswerten der TA Luft (2021) und den jeweiligen Irrelevanzwerten gegenübergestellt. Die Irrelevanzwerte in den Tabellen entstammen der TA Luft (2021) Nr. 4.1, Ab. 5. Sie sind identisch mit den Angaben bzw. den Werten, die auch in den TA-Luft-Abschnitten 4.2.2 a), 4.3.1.2 a), 4.4.3 mit Tabelle 5 und 4.5.2 a) genannt werden.

Tab. 8.4-1: Beurteilungswerte TA Luft (2021) Nr. 4.2.1 Tabelle 1 (Schutz der menschlichen Gesundheit), Irrelevanzkriterium (Nr. 4.1 Abs. 5 und Nr. 4.2.2 a)) und höchste berechnete Gesamtzusatzbelastungen (inkl. Rechen-Unsicherheit) der Peakeranlage im H_2-Betrieb, 1500 h/Jahr. Prüfung auf Einhaltung der Irrelevanz gemäß TA Luft (2021) Nr. 4.1, Abs. 4, Buchst. c).

Komponente und Einheit		Beurteilungs-wert (Jahr)	Irrele-vanz	Max. Zusatzbelastung: Wert (links) und % des Beurteilungswertes		Irrelevanz eingehal-ten?
PM10[1]	µg/m³	40	3%	0,041	0,10	Ja
PM2,5[1]	µg/m³	25	3%	0,041	0,16	Ja
SO_2	µg/m³	50	3%	0,068	0,14	Ja
NO_2	µg/m³	40	3%	0,641	1,60	Ja

1: Die staubgebundenen Konzentrationen wurden konservativ mit 100% der Emissionen in TA Luft-Klasse 1 ausgewertet.

Tab. 8.4-2: Beurteilungswerte TA Luft (2021) Nr. 4.3.1.1 Tabelle 2 (Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag), Irrelevanzkriterium (Nr. 4.1 Abs. 5 und Nr. 4.3.1.2 a)) und höchste berechnete Gesamtzusatzbelastungen (inkl. Rechen-Unsicherheit) der Peakeranlage im H_2-Betrieb, 1500 h/Jahr. Prüfung auf Einhaltung der Irrelevanz. Prüfung auf Irrelevanz gemäß TA Luft (2021), Nr. 4.1, Abs. 4, Buchst. c).

Komponente und Einheit		Beurteilungswert (Jahr)	Irrelevanz	Wert Max. Zusatzbelastung	Irrelevanz eingehalten?
Staubniederschlag[2]	g/(m²d)	0,35	3% bzw. 10,5 mg/(m² d)	0,095 mg/(m² d)	Ja

2: Der Staubniederschlag wurde konservativ ausgewertet auf Basis einer Korngrößenverteilung von 27% TA-Luft-Klasse 1, 63% TA-Luft-Klasse 2 und 10% TA-Luft-Klasse „unbekannt“. (Zu den Staub-Klassen siehe Abschnitt 7.10)

Tab. 8.4-3: Beurteilungswerte TA Luft (2021) Nr. 4.4.1 Tabellen 3 und Nr. 4.4.2, Tabelle 4 (Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation und von Ökosystemen), Irrelevanzkriterium (Nr. 4.1 Abs. 5 und Nr. 4.4.3 Tabelle 5) und höchste berechnete Gesamtzusatzbelastungen (inkl. Rechen-Unsicherheit) der Peakeranlage im H_2-Betrieb, 1500 h/Jahr. Prüfung auf Einhaltung der Irrelevanz gemäß TA Luft (2021) Nr. 4.1, Abs. 4, Buchst. c).

Komponente und Einheit		Beurteilungswert (Jahr)	Irrelevanz	Wert Max. Zusatzbelastung	Irrelevanz eingehalten?
SO_2	µg/m³	20	10% bzw. 2 µg/m³	0,068 µg/m³	Ja
NOx	µg/m³	30	10% bzw. 3 µg/m³	0,819 µg/m³	Ja

Tab. 8.4-4: Beurteilungswert TA Luft (2021) Anhang 1 Abs. 4 (Anhaltspunkt auf das Vorliegen erheblicher Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme aufgrund der Einwirkung von Ammoniak). Kriterium für die Gesamtzusatzbelastung der Anlage und höchste berechnete Gesamtzusatzbelastung (inkl. Rechen-Unsicherheit) der Peakeranlage im H_2-Betrieb, 1500 h/Jahr.

Komponente und Einheit		Beurteilungswert (Jahr)	Kriterium	Wert Max. Zusatzbelastung	Kriterium eingehalten?
NH_3	µg/m³	- -	2 µg/m³	0,075 µg/m³	Ja

Wird der Irrelevanzwert durch die Zusatzbelastung einer Anlage eingehalten oder unterschritten, so ist gemäß TA Luft (2021) Nr. 4.1, Abs. 4 c) keine Ermittlung der Immissionskenngrößen erforderlich.

Damit ist insbesondere auch keine Bestimmung der Kenngrößen für die Kurzzeitbeurteilungswerte notwendig.

8.5 Betrachtung der CO-Belastung

Für die Komponente CO wurde eine maximale Gesamtzusatzbelastung (inkl. Rechenunsicherheit) von 1,123 µg/m^3 oder 0,001123 mg/m^3 (Erdgasfeuerung) bzw. 0,492 µg/m^3 oder 0,000492 mg/m^3 berechnet.

Für CO erfolgt aufgrund des anderen Zeitbezuges des Beurteilungswertes (8h anstelle 1 Jahr, vergl. Tabelle 7.1-1) an dieser Stelle eine Abschätzung darüber, ob hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung vorliegen, d.h. ob Überschreitungen des Beurteilungswertes nach 39. BImSchV (2020) von 10 mg/m³ (8h-Mittel) oder des Orientierungswertes 30 mg/m³ (½h-Mittel, LAI (2004)) zu erwarten sind. Hierbei kann analog den Kriterien nach Nr. 4.7.2 bzw. 4.7.3 TA Luft (2021) vorgegangen werden. Insbesondere das Kriterium nach Nr. 4.7.2/4.7.3, Buchst. b), 1. Halbsatz bietet sich zur Prüfung an:

Gemäß den Nummern Nr. 4.7.2 b bzw. 4.7.3 b, 1. Halbsatz TA Luft (2021) ist der Immissions-Tageswert (hier unter Heranziehen des 39. BImSchV-Wertes von 10 mg/m³, 8h-Mittel) bzw. der Immissions-Stundenwert (LAI-Wert 30 mg/m³ für das ½h-Mittel) eingehalten, wenn die Gesamtbelastung – ermittelt durch die Addition der berechneten Gesamtzusatzbelastung für das Jahr zu den Vorbelastungskonzentrationswerten für die Stunde – an den jeweiligen Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissionskonzentrationswert für 8 Stunden bzw. ½ Stunde ist.

Der Lufthygienische Jahresbericht 2023 des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (BLfU (2024)) schreibt zu Kohlenmonoxid:

Die Konzentration von Kohlenmonoxid (CO) liegt im Vergleich zum Grenzwert von 10 mg/m3, gemittelt über 8 Stunden, auf einem sehr niedrigen Niveau. An den verkehrsorientierten Messstationen liegen die maximalen 8-Stundenmittelwerte in einem Bereich von 0,7 mg/m3 bis 1,7 mg/m3. An der vorstädtischen Hintergrundmessstation Augsburg/LfU wird 1,0 mg/m3 ausgewertet. Der Jahresmittelwert liegt an den meisten Messstationen bei 0,3 mg/m3. An der Landshuter Allee in München wurden im Jahresmittel 0,4 mg/m3 gemessen. An drei Messstationen, darunter die städtische Hintergrundmessstation, liegt der Jahresmittelwert bei 0,2 mg/m3.

Für Kohlenmonoxid sind aufgrund des geringen Belastungsniveaus ortsfeste Messungen nach der 39. BImSchV nicht mehr vorgeschrieben. Der Großteil der Messungen von Kohlenmonoxid wird hauptsächlich aus Gründen der Qualitätssicherung für andere Luftschadstoffe fortgeführt.

Der Vergleich dieser Messwerte mit der für die Anlage ermittelten Immissions-Gesamtzusatzbelastung von 0,001123 mg/m^3 (Erdgasfeuerung) bzw. 0,000492 mg/m^3 (H_2-Betrieb) zeigt deutlich, dass die Orientierungswerte auch durch die Gesamtbelastung (mit der Gesamtzusatzbelastung der geplanten Peakeranlage) eingehalten werden.

9 Ergebnisse für die N-Deposition und Säure-Einträge

Die folgenden Abbildungen 9-1 und 9-2 zeigen die Verteilung der (Gesamt-) Zusatzbelastung der Stickstoff-Deposition und der Säureeinträge für die Erdgasfeuerung, konservativ ausgewertet für die Landnutzung „Wald“.

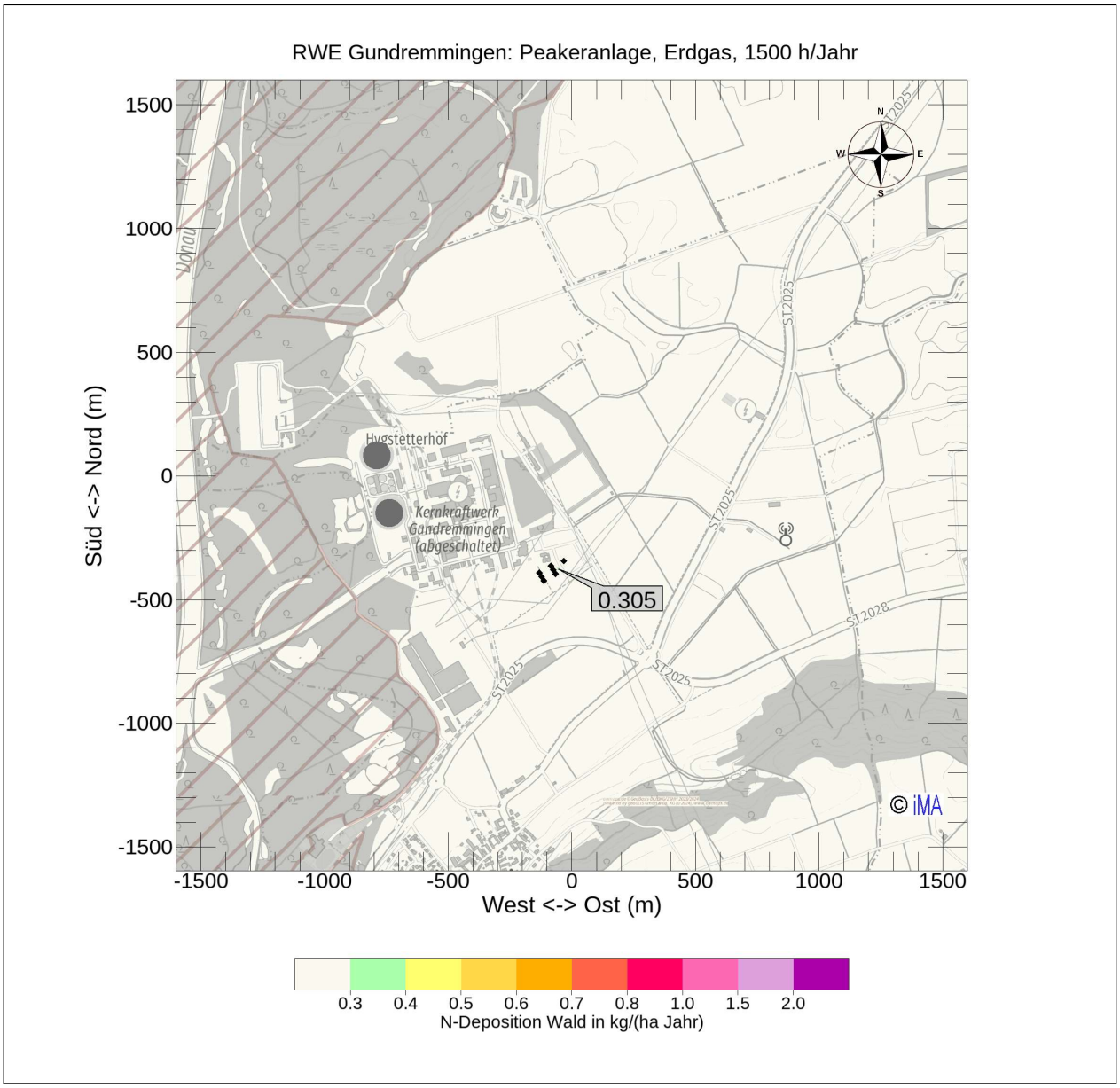


Abb. 9-1: **Stickstoff-Deposition in kgN/(ha Jahr)** im Umfeld der Peakeranlage, **Erdgasfeuerung**, flächendeckend ausgewertet für eine Landnutzung „**Wald**“ (siehe Abschnitt 7.11). Die nächstgelegenen FFH-Gebiete sind durch eine braune Schraffur gekennzeichnet. Schwarze Punkte: Schornsteine. Das Abschneidekriterium zur Bestimmung eines Einwirkbereiches gemäß TA Luft Anhang 8 von 0,3 kgN/(ha Jahr) ist durch den Farbübergang „keine Farbe nach Grün“ gekennzeichnet. Farbige Flächen markieren somit den Einwirkbereich der Anlage.
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ geoGLIS)

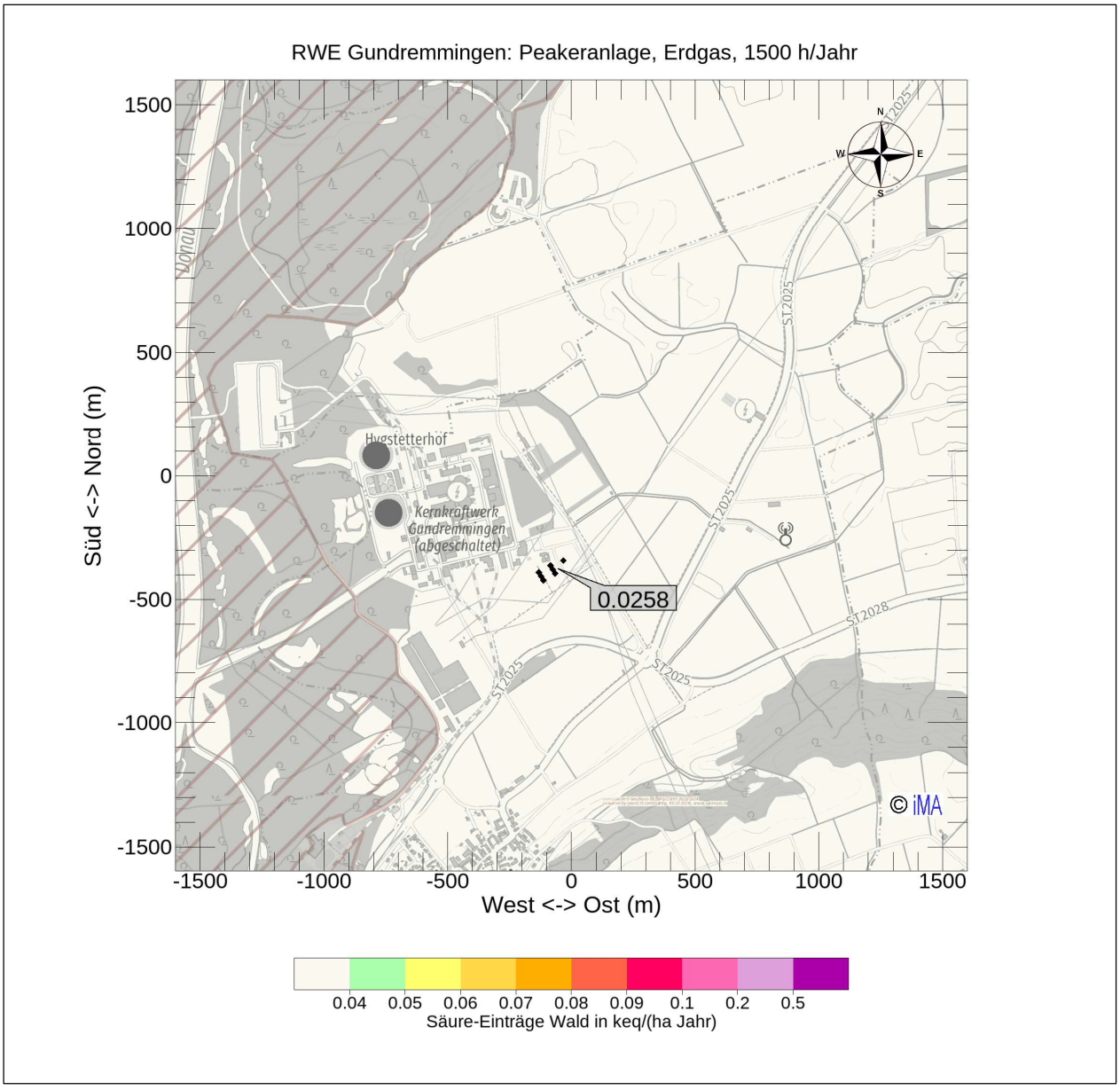


Abb. 9-2: **Säure-Einträge in keq/(ha Jahr)** im Umfeld der Peakeranlage, **Erdgasfeuerung**, flächendeckend ausgewertet für eine Landnutzung „**Wald**“ (siehe Abschnitt 7.11). Die nächstgelegenen FFH-Gebiete sind durch eine braune Schraffur gekennzeichnet. Schwarze Punkte: Schornsteine. Das Abschneidekriterium zur Bestimmung eines Einwirkbereiches gemäß TA Luft Anhang 8 von 0,04 keq/(ha Jahr) ist durch den Farbübergang „keine Farbe nach Grün“ gekennzeichnet. Farbige Flächen markieren somit den Einwirkbereich der Anlage.
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

Bei Erdgasfeuerung gibt es für die Peakeranlage keine Einwirkbereiche für die N-Deposition und die Säure-Einträge im Sinne der TA Luft (2021) Anhang 8.

Die folgenden Abbildungen 9-3 und 9-4 zeigen die Verteilung der (Gesamt-) Zusatzbelastung der Stickstoff-Deposition und der Säureeinträge im H_2-Betrieb, konservativ ausgewertet für die Landnutzung „Wald“.

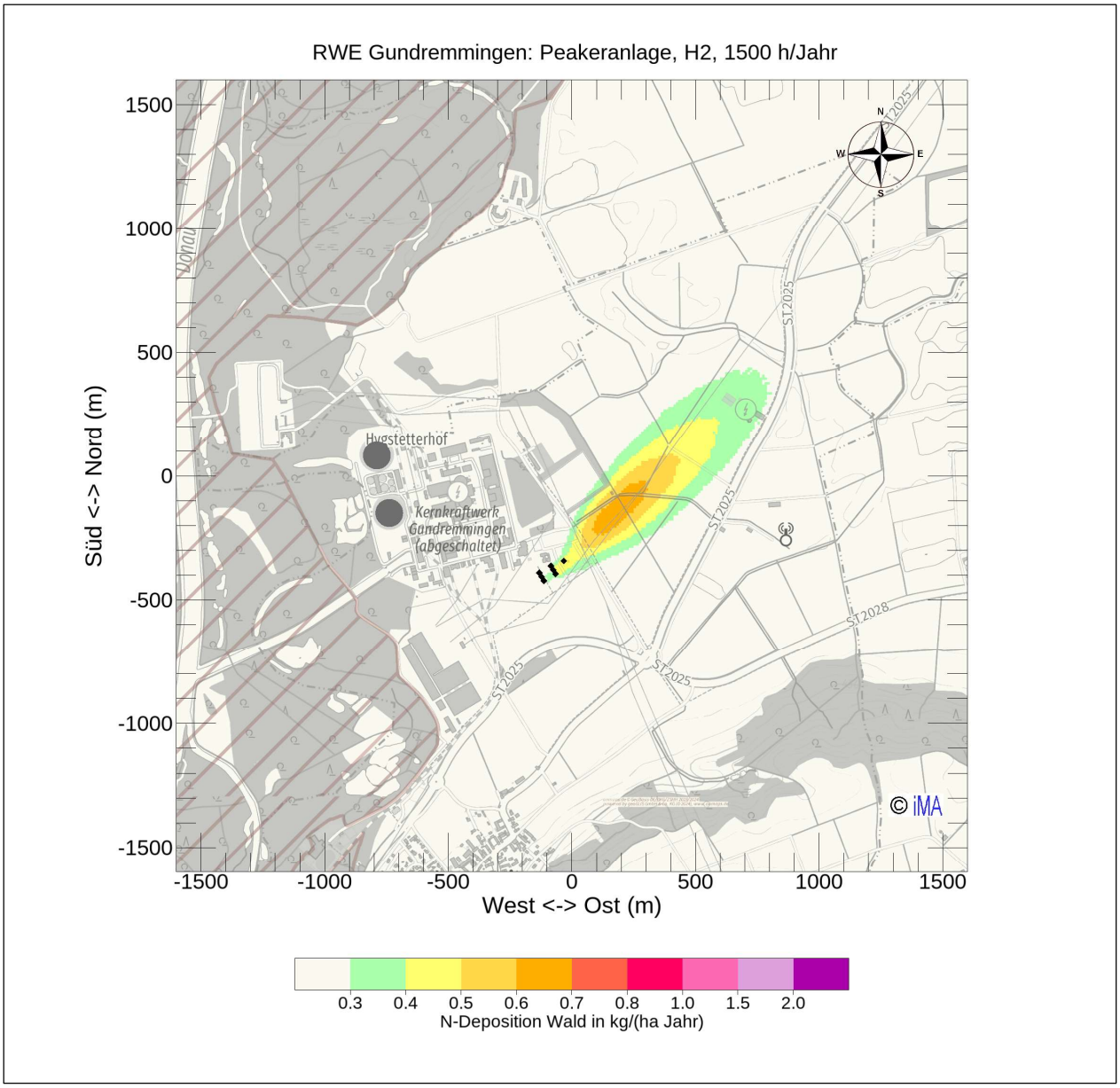


Abb. 9-3: **Stickstoff-Deposition in kgN/(ha Jahr)** im Umfeld der Peakeranlage, **H_2-Betrieb**, flächendeckend ausgewertet für eine Landnutzung „**Wald**“ (siehe Abschnitt 7.11). Die nächstgelegenen FFH-Gebiete sind durch eine braune Schraffur gekennzeichnet. Schwarze Punkte: Schornsteine. Das Abschneidekriterium zur Bestimmung eines Einwirkbereiches gemäß TA Luft Anhang 8 von 0,3 kgN/(ha Jahr) ist durch den Farbübergang „keine Farbe nach Grün“ gekennzeichnet. Farbige Flächen markieren somit den Einwirkbereich der Anlage.
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 ℗ geoGLIS)

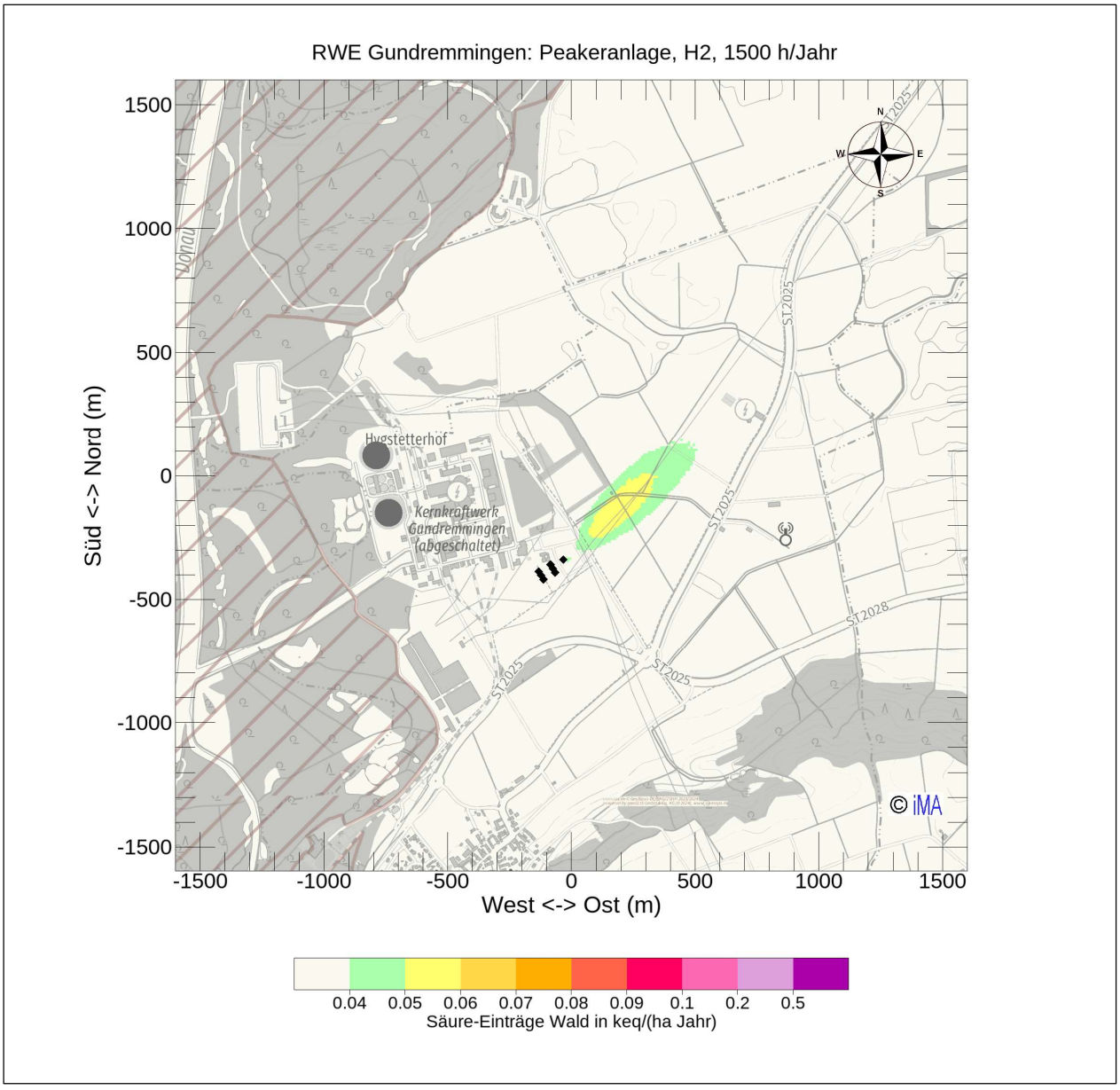


Abb. 9-4: **Säure-Einträge in keq/(ha Jahr)** im Umfeld der Peakeranlage, **H_2-Betrieb**, flächendeckend ausgewertet für eine Landnutzung „**Wald**“ (siehe Abschnitt 7.11). Die nächstgelegenen FFH-Gebiete sind durch eine braune Schraffur gekennzeichnet. Schwarze Punkte: Schornsteine. Das Abschneidekriterium zur Bestimmung eines Einwirkbereiches gemäß TA Luft Anhang 8 von 0,04 keq/(ha Jahr) ist durch den Farbübergang „keine Farbe nach Grün“ gekennzeichnet. Farbige Flächen markieren somit den Einwirkbereich der Anlage.
(Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 Ⓟ geoGLIS)

Im H_2-Betrieb befindet sich im Einwirkbereich der Peakeranlage nach TA Luft (2021) Anhang 8 mit Blick auf die N-Deposition und die Säure-Einträge *kein* FFH-Gebiet.

9.1 Beurteilung nach Anhang 9 der TA Luft

Hier sind die Beiträge der N-Deposition durch die Anlage, also die Gesamtzusatzbelastung, zu betrachten. In den Abbildungen 9-1 und 9-3 wurde die Gesamtzusatzbelastung dargestellt, weil im vorliegenden Fall einer Neu-Anlage die Zusatzbelastung gleich der Gesamtzusatzbelastung ist.

Die Anwendung der (strengeren) Beurteilungsregeln nach Anhang 8 der TA Luft (Einwirkbereich > 0,3 kgN/(ha Jahr)) zeigt bereits, dass dieser Wert nur in einer schmalen Zunge über freiem Feld bis maximal 1200 m Entfernung nordöstlich der Peakeranlage überschritten wird (Abbildung 5-3).

Der höchste Wert der N-Deposition ist mit 0,668 kgN/(ha Jahr) deutlich kleiner als 1 kgN/(ha Jahr). Es gibt demnach kein Beurteilungsgebiet im Sinne des Anhang 9 der TA Luft (2021) (Kriterium dort: 5 kgN/(ha Jahr)), in dem empfindliche Pflanzen und Ökosysteme näher betrachtet werden müssten.

9.2 Hinweis zu Anhang 1 der TA Luft

Im Anhang 1 der TA Luft (2021) ist ein Kriterium für die NH_3-Konzentration von 2 µg/m^3 genannt, dessen Überschreiten einen Anhaltspunkt auf das Vorliegen erheblicher Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme aufgrund der Einwirkung von Ammoniak gibt.

Die höchste berechnete Gesamtzusatzbelastung der NH_3-Konzentration durch die geplante Peakeranlage beträgt 0,075 µg/m^3 (Tabelle 8.4-4). Demnach gibt es keinen Anhaltspunkt für das Vorliegen erheblicher Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme aufgrund der Einwirkung von Ammoniak.

10 Sonderbetrachtungen

10.1 Maßnahmen zur Emissions-Vermeidung bzw. zur Emissions-Minderung.

Die maßgeblichen Emissionen der Peakeranlage entstehen durch die Verbrennung von Erdgas bzw. perspektivisch durch die Verbrennung von Wasserstoff.

Weitere diffuse Emissionen können durch Öl- und Harnstofftanks entstehen. Diese werden nach Auskunft des Betreibers durch folgende Maßnahmen vermieden bzw. reduziert:

- Dauerhaft technisch dichte Rohrleitungen
- Gasleckagedetektoren
- Füllstandkontrollen der Öl- und Harnstofftanks

Die Gasmotoren der Peakeranlage verfügen nach Betreiberangaben über Sekundärmaßnahmen zur Emissionsreduzierung (SCR- und Oxidations-Katalysatoren). Dies macht die weitere Minderung der CO- und NOx-Emissionen, über primäre Emissionsminderungsmaßnahmen hinaus, möglich. Durch katalytische Reaktionen wird der Anteil der Luftschadstoffe CO bzw. NOx im Rauchgas reduziert, indem sie zu CO_2 bzw. N_2 und H_2O umgewandelt werden. Die Katalysatoren sind im Rauchgassystem jeder einzelnen Kolbenmaschine integriert. Darüber hinaus werden zur Effizienzsteigerung der Kolbenmaschinen Turbolader eingesetzt.

Bei der Wahl des Brennstoffs besteht in Zukunft die Möglichkeit der Umrüstung der Gasmotoren auf Wasserstoff, was einen lokal CO_2-freien Betrieb mit niedrigen Emissionswerten ermöglicht. Des Weiteren trägt nach Einschätzung des Betreibers die hohe Brennstoffnutzung der als hocheffizient eingestuften Anlage zur generellen Vermeidung von CO_2-Emissionen bei.

Durch den Einsatz von Rückkühlern, oder sogenannten Trockenkühlern auf dem Dach des Gasmotorenkraftwerks wird die nicht mehr nutzbare Abwärme in Form von warmer Luft an die Umgebung abgegeben. Der Einsatz von Verdunstungskühlanlagen im Sinne der 42. BImSchV findet nicht statt. Somit findet keine Nebelbildung oder die Aufwärmung von Flusswasser statt.

Die nicht vermeidbaren, prozessbedingten betrieblichen Emissionen werden durch primäre und sekundäre Maßnahmen reduziert.

Als primäre Maßnahmen gelten laut Betreiber die Brennstoffwahl zum Betrieb der Anlage, die Bereitstellung dessen mittels Zulieferleitung, der Einsatz von Turboladern in jedem der 28 eingehausten Gasmotoren (erhöhte Energieeffizienz) sowie der sehr geringe Personenverkehr in der Betriebsphase. Letzterer entfällt größtenteils, da die Anlage hauptsächlich von einer Fernwarte aus gesteuert wird. Lediglich periodische Arbeiten wie z.B. Wartung oder Kontrolle der zur Nachbereitung des Rauchgaskondensats verbauten Neutralisationsboxen werden vor Ort durchgeführt. Das Erdgas emittiert aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung Schadstoffe nicht oder nur in sehr geringem Umfang, vor allem, was Staub- und Schwefelbildung betrifft. Darüber hinaus sind die Motoren dafür ausgelegt, um auf H_2-Betrieb umgestellt werden zu können, was zu einer weiteren Reduktion der Emissionswerte führen würde.

Neben den genannten primären Maßnahmen wird als zusätzliche Emissionsminderungsmaßnahme das Abgas nach Angaben des Betreibers durch selektiv katalytische Reduktions-Katalysatoren (SCR-Katalysatoren) & Oxidations-Katalysatoren (OXI-Katalysatoren) gereinigt, um NOx-Emissionen zu reduzieren und CO-Emissionen zu oxidieren. Zusätzlich dienen die eingesetzten SCR&OXI Katalysatoren als Schalldämpfer.

10.2 Vorschläge für einen Anforderungs- und Maßnahmenkatalog Genehmigungsbescheid

Nachfolgend werden einige Vorschläge aufgeführt, die von der Genehmigungsbehörde als Anforderungen/Maßnahmen/Nebenbestimmungen in den Genehmigungsbescheid mit aufgenommen werden könnten:

1. Leistungsdaten und Betriebsdauer / Brennstoffe

1.1. Die maximale Gesamtfeuerungswärmeleistung des Gasmotorenkraftwerkes, bestehend aus 28 Motoren, darf max. 265 MW_{th} nicht überschreiten.

1.2. Die Summe der Betriebszeiten aller 28 Motore in Summe darf 42.000 h/Jahr nicht überschreiten.

1.3. Die Gasmotoren dürfen nur mit den Brennstoffen Erdgas oder Wasserstoff sowie einem Gemisch aus beiden Brennstoffen betrieben werden.

1.4. Die Feuerungswärmeleistung jedes Gasmotors Typ Jenbacher JMS 624 darf 9,617 MW (Erdgasbetrieb) bzw. 8,500 MW (Wasserstoffbetrieb) nicht überschreiten. Die Feuerungswärmeleistung jedes Gasmotors Typ Jenbacher JMS 620 darf 7,293 MW (Erdgasbetrieb) bzw. 6,500 MW (Wasserstoffbetrieb) nicht überschreiten. Der Durchsatz an Erdgas und Wasserstoff ist so einzustellen, dass bei allen Umgebungs- und Betriebsbedingungen die höchstzulässige Feuerungswärmeleistung nicht überschritten wird. Bei der Bestimmung der höchstzulässigen Brennstoffdurchsätze ist der Heizwert $H_{i,N}$ des zum Einsatz gelangenden Brennstoffs bzw. Brennstoffgemischs heranzuziehen.

1.5. Das eingesetzte Erdgas muss den Anforderungen des Arbeitsblatts DVGW G 260 (A) „Gasbeschaffenheit“ (in der aktuell geltenden Fassung) für Gase der 2. Gasfamilie entsprechen. Einmalig sowie jeweils nach Anbieterwechsel und einer Änderung der Gasqualität durch den Anbieter ist nachzuweisen, dass der Gesamtschwefelgehalt des eingesetzten Erdgases den Anforderungen an die Gasbeschaffenheit des DVGW-Arbeitsblatts G 260 (A) (in der aktuell geltenden Fassung) für Gase der 2. Gasfamilie entspricht. Diese sind der Regierung von Schwaben vorzulegen.

1.6. Der eingesetzte Wasserstoff muss den Anforderungen des Arbeitsblatts DVGW G 260 (A) „Gasbeschaffenheit“ (in der aktuell geltenden Fassung) für Gase der 5. Gasfamilie entsprechen.

2. Emissionsminderung und Betriebsweise

2.1. Durch geeignete Regelungstechnik (insbesondere Einstellung der Brennstoff-Luftverhältnisse) sind der erforderliche Ausbrand der Verbrennungsgase sowie die Minimierung der Emissionen an Stickstoffoxiden in allen betrieblichen Lastzuständen sicherzustellen. Hierzu ist jeder Gasmotor mit einer Regelung mit Zündaussetzer-Erkennung auszurüsten und nach dem Magergemisch-Prinzip zu betreiben.

Die im Rahmen der Inbetriebnahme programmierten emissionsrelevanten Parametersätze für die Steuerung der Gasmotoren müssen dokumentiert sein. Eine Änderung darf nur von

den Anlagenherstellern oder durch autorisiertes Personal erfolgen. Entsprechende hard- ware- oder softwareseitige Zugangsberechtigungen sind einzurichten. Änderungen der emissionsrelevanten Parametrierung sind zu dokumentieren.

2.2. Zur Reinigung der Abgase, d. h. zur Minderung der Emissionen an Kohlenmonoxid und an organischen Stoffen (z. B. Formaldehyd) ist jeder Gasmotor mit einem Oxydationskatalysator auszurüsten und zu betreiben. Dieser Oxydationskatalysator muss aufgrund seiner Eigenschaften (Dotierung) auch im SCR-Katalysator nicht umgesetztes Ammoniak mindern (oxidieren) können. Der Oxidationskatalysator ist zu erneuern, wenn die Emissionsgrenzwerte für Kohlenmonoxid oder Formaldehyd nicht sicher eingehalten werden können.

2.3. Zur weitergehenden Minderung der Emissionen an Stickstoffoxiden ist jeder Gasmotor mit einer ausreichend dimensionierten Abgasreinigung zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR-Katalysator) zu betreiben. Der SCR-Katalysator muss dem Oxidationskatalysator vorgeschaltet sein, d. h. die Abgase müssen zunächst den SCR-Katalysator und dann den Oxidationskatalysator durchströmen. Als Oxidationsmittel darf nur wässrige Harnstofflösung (z. B. AdBlue) eingesetzt werden. Die Eindüsung der erforderlichen Menge hat geregelt zu erfolgen. Der SCR-Katalysator ist zu erneuern, wenn der festgelegte Emissionsgrenzwert für Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid nicht mehr sicher eingehalten werden kann.

2.4. Die Überwachung des kontinuierlich effektiven Betriebes der jeweiligen Abgasreinigungseinrichtungen ist sicherzustellen. Hierzu ist über Temperaturmessungen zu überwachen, ob die Oxidationskatalysatoren im regulären Temperaturfenster betrieben werden. Über- oder unterschreitet die Temperatur während des Normalbetriebs ihr spezifiziertes Betriebsfenster, ist eine Warnung anzuzeigen und im Steuerungssystem zu dokumentieren. Der Katalysator ist dann zu prüfen und gegebenenfalls sind Service- oder Wartungsarbeiten durchzuführen. Vor Inbetriebnahme ist der Regierung von Schwaben eine Darstellung der Temperaturüberwachung der Oxidationskatalysatoren zur Kenntnis vorzulegen.

2.5. Die Gasmotoren sind mit einer geschlossenen Kurbelgehäuseentlüftung auszuführen.

3. Emissionsbegrenzungen

3.1 Die Gasmotoren sind so zu betreiben, dass bei Einsatz von Erdgas als Brennstoff im gereinigten Abgas die folgenden Emissionsgrenzwerte nicht überschritten werden:

Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid	0,1 g/m³
Ammoniak	5 mg/m³
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid	9 mg/m³
Kohlenmonoxid	0,25 g/m³
Formaldehyd	20 mg/m³
Organische Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff	1,3 g/m³

3.2 Die Gasmotoren sind so zu betreiben, dass bei Einsatz von Wasserstoff als Brennstoff im gereinigten Abgas die folgenden Emissionsgrenzwerte nicht überschritten werden:

Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid	0,1 g/m³
Ammoniak	10 mg/m³
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid	9 mg/m³
Kohlenmonoxid	60 mg/m³
Formaldehyd	6 mg/m³
Organische Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff	60 mg/m³

3.3 Die in den Auflagen 3.1 und 3.2 festgelegten Emissionsgrenzwerte sind auf das Abgasvolumen im Normzustand (273,15 K, 101,3 kPa) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf und auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 5 Prozent zu beziehen.

4. Ableitbedingungen

4.1 Die Abgase der Gasmotoren sind über Einzelröhren in sieben Abgaskaminen mit einer Höhe von mindestens 27,5 m über Erdgleiche abzuleiten.

4.2 Die unter den Auflage 4.1 genannten Abgase müssen ungehindert senkrecht nach oben austreten können. Eine Überdachung der Schornsteinmündungen ist nicht zulässig. Zum Schutz vor Regeneinfall können Deflektoren aufgesetzt werden.

5 Messung und Überwachung der Emissionen

5.1 Messplätze

5.1.1 Für die Durchführung der Einzelmessungen sind vor der Inbetriebnahme der Anlage im Einvernehmen mit einer Stelle, die nach § 29b Absatz 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) in Verbindung mit der Bekanntgabeverordnung (41. BImSchV) für diesen Tätigkeitsbereich bekannt gegebenen wurde (nachfolgend als Messinstitut bezeichnet) geeignete Messplätze einzurichten.

5.1.2 Die Messplätze müssen ausreichend groß, über sichere Arbeitsbühnen leicht begehbar und so beschaffen sein sowie so ausgewählt werden, dass die Vorgaben der DIN EN 15259, Ausgabe Januar 2008, erfüllt und repräsentative und einwandfreie Messungen gewährleistet werden.

5.1.3 Es ist der Regierung von Schwaben eine Aussage eines Messinstitutes vorzulegen, aus der hervorgeht, dass die vorgesehenen Messplätze geeignet sind. Dem Messinstitut sind hierfür Pläne vorzulegen, in denen die Messstellen mit den Ein- und Auslaufstrecken sowie die Messbühnen und deren Zugänge eingezeichnet und vermaßt sind. Die mit dem Messinstitut abgestimmten Pläne sind der Regierung von Schwaben vorzulegen.

5.2 Messverfahren und Messeinrichtungen

5.2.1 Die Emissionsmessungen der Gasmotoren sollen unter Beachtung der in Anhang 5 der TA Luft vom 18.08.2021 (GMBl. S. 2021) aufgeführten Richtlinien und Normen des VDI/DIN-Handbuches „Reinhaltung der Luft“ beschriebenen Messverfahren durchgeführt werden.

Darüber hinaus sollen Messverfahren von Richtlinien zur Emissionsminderung im VDI/DIN-Handbuch „Reinhaltung der Luft“ berücksichtigt werden.

5.2.2 Die Emissionen an Stickstoffoxiden im Abgas jedes Motors sind mit geeigneten qualitativen Messeinrichtungen wie beispielsweise NOx-Sensoren als Tagesmittelwert zu überwachen.

5.3 Einzelmessungen (Abnahmemessungen und wiederkehrende Messungen)

5.3.1 Innerhalb von vier Monaten nach Inbetriebnahme der Gasmotoren ist durch Messungen (Abnahmemessungen) einer Stelle, die nach § 29 b BImSchG in Verbindung mit der Bekanntgabeverordnung in der jeweils geltenden Fassung, für den Tätigkeitsbereich der Gruppe I Nummer 1 und für die jeweiligen Stoffbereiche gemäß der Anlage 1 zur Bekanntgabeverordnung bekannt gegeben worden ist, feststellen zu lassen, ob im Abgas der Gasmotoren die Emissionen an

- Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid,
- Ammoniak (gleichzeitig mit den Stickoxiden zu messen)
- Kohlenmonoxid,
- Formaldehyd,
- Organischen Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff

die in Auflage.3.1 festgelegten Emissionsbegrenzungen nicht überschreiten.

5.3.2 Die in Auflage 5.3.1 genannten Messungen für die Gasmotoren sind für Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid, Ammoniak (gleichzeitig mit den Stickoxiden zu messen), Formaldehyd, Gesamtkohlenstoff und Kohlenmonoxid jährlich zu wiederholen.

5.3.3 Gemäß § 24 Abs. 6 und 7 der 44. BImSchV müssen die NOx-Tagesmittelwerte mit einem NOx-Sensor gemessen und dokumentiert werden.

5.3.4 Bei der Vorbereitung und Durchführung der Einzelmessungen ist Folgendes zu berücksichtigen:

a) Die Termine der Einzelmessungen sind der Regierung von Schwaben jeweils spätestens acht Tage vor Messbeginn mitzuteilen.

b) Bei der Messplanung ist die DIN EN 15259 in der jeweils geltenden Fassung zu beachten.

c) Die Messungen zur Feststellung der Emissionen sind jeweils bei der höchsten für den Dauerbetrieb zugelassenen Leistung der Anlage bzw. bei einem repräsentativen Betriebszustand mit maximaler Emissionssituation vorzunehmen.

d) Dem beauftragten Messinstitut sind die für die Erstellung des Messberichtes erforderlichen Daten und Angaben zur Verfügung zu stellen.

5.3.5 Die Emissionsbegrenzungen für die nach der Auflage 5.3.1 zu messenden luftverunreinigenden Stoffe gelten jeweils als eingehalten, wenn das Ergebnis jeder Einzelmessung zuzüglich der Messunsicherheit die festgelegten Massenkonzentrationen nicht überschreitet. Die Ergebnisse der Einzelmessungen sind als Halbstundenmittelwert zu ermitteln und anzugeben.

5.3.6 Über das Ergebnis der Einzelmessungen ist von dem Messinstitut ein Messbericht zu erstellen, der – nach Erhalt – unverzüglich vom Betreiber der zuständigen Überwachungsbehörde vorzulegen ist. Der Messbericht muss Angaben über die Messplanung, das Ergebnis jeder Einzelmessung, das verwendete Messverfahren und die Betriebsbedingungen, die für die Beurteilung der Einzelwerte und der Messergebnisse von Bedeutung sind, enthalten. Hierzu gehören auch Angaben über die Brennstoffe sowie über den Betriebszustand der Anlage und der Einrichtungen zur Emissionsminderung. Der Messbericht soll dem Musterbericht der Länderarbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) in der jeweils aktuellen Fassung entsprechen;

5.3.7 Ergibt sich aus den Messungen, dass die Anforderungen an den Betrieb der Anlage oder an die Begrenzung der Emissionen nicht erfüllt werden, ist dies unverzüglich der Regierung von Schwaben mitzuteilen. Die erforderlichen Maßnahmen zur Gewährleitung eines ordnungsgemäßen Betriebs sind unverzüglich einzuleiten

6 Wartung, Betrieb, Aufzeichnungen

6.1 Die Gasmotoren sowie die Abgasreinigungssysteme (Oxidations- und SCR-Katalysatoren) müssen sorgfältig gewartet und instandgehalten werden. Deren ordnungsgemäße Funktion ist durch fachlich qualifiziertes Personal regelmäßig zu kontrollieren. Sofern für die Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten kein geeignetes Personal zur Verfügung steht, ist ggf. ein Wartungsvertrag mit einer einschlägig tätigen Fachfirma abzuschließen.

6.2 Für die Inbetriebnahme, den Betrieb, die Wartung und die Instandhaltung der Gasmotoren sowie der Abgasreinigungssysteme (Oxidations- und SCR-Katalysatoren) sind interne Betriebsvorschriften unter Berücksichtigung der vom Lieferer bzw. Hersteller gegebenen Betriebsanweisungen zu erstellen.

6.3 Über die Durchführung von Wartungs-, Instandhaltungs- und Kontrollarbeiten sind Aufzeichnungen in Form eines Betriebsbuches zu führen. Das Betriebsbuch ist der Regierung von Schwaben auf Verlangen zur Einsichtnahme vorzulegen und mindestens fünf Jahre am Betriebsort aufzubewahren.

6.4 Auf Störungen im Betrieb der Gasmotoren einschließlich der hierzu gehörenden Abgasreinigungseinrichtungen, die insbesondere zu Überschreitungen von Emissionsgrenzwerten führen können, muss das Bedienpersonal durch Störmeldung (optische und akustische Warneinrichtungen) unverzüglich – ggf. auch über telemetrische Weiterleitung des Alarms – aufmerksam gemacht werden. Bei Betriebsstörungen sind unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen für einen ordnungsgemäßen Betrieb zu treffen. Datum und Ursache der Betriebsstörung und die getroffenen Abhilfemaßnahmen sind im Betriebstagebuch zu dokumentieren und vom Betriebsverantwortlichen abzuzeichnen.

6.5 Der kontinuierliche effektive Betrieb der Abgasreinigungseinrichtungen (Oxidations- und SCR-Katalysatoren) der Gasmotoren ist sicherzustellen.

Hierzu sind für die SCR-Katalysatoren die ordnungsgemäße Funktion über eine kontinuierliche Temperaturüberwachung und Drucküberwachung der Katalysatoren sowie der zudosierten Harnstoffmengen kontinuierlich zu ermitteln und aufzuzeichnen.

Die maximale zulässige Abgastemperatur des Oxidationskatalysators liegt oberhalb des SCR Katalysators, aus diesem Grund werden keine weiteren Schutz- und Überwachungsfunktionen benötigt.

Die zu überwachenden Parameter sind mit Alarmeinrichtungen auszurüsten. Bei Ansprechen der Alarmeinrichtungen sind unverzüglich Maßnahmen zu ergreifen den ordnungsgemäßen Betrieb wieder herzustellen. Der Ausfall der Abgasreinigungseinrichtungen ist zu dokumentieren. Die o.g. Aufzeichnungen sind der Regierung von Schwaben auf Verlangen zur Einsichtnahme vorzulegen und mindestens fünf Jahre am Betriebsort aufzubewahren.

Literatur

39. BImSchV (2020): Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.

BLfU (2024): Lufthygienischer Jahresbericht 2023. Augsburg

lfU (2018): Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort bei Gundremmingen, DPR.20180909-01.

Janicke, L. (1985): Particle simulation of dust transport and deposition and comparison with conventional models (LASAT). In: Air Pollution Modelling and its Application, ed. C. de Wispelaere. Plenum Press, N.Y., S. 759–769.

Janicke, U. (2019): Vorschrift zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung von Schornsteinen und Kühltürmen. Ingenieurbüro Janicke (Berichte zur Umweltphysik)10, Auflage 2.

Janicke, U. (2020): Dispersion Model - LASAT - Version 3.4 Reference book.

LAI (2004): Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind – Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe. Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) 61.0-06.

LAI (2023): Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung zur TA Luft 2021; Juli 2023.

Straub, W., H. Hebbinghaus, A. Sowa & S. Wurzler (2013): Ermittlung von Stickstoff- und Säure-Einträgen in Wäldern mit Lagrange'schen Ausbreitungsmodel-len: Vergleich unterschiedlicher Berechnungsmethoden. 1: 16–20.

TA Luft (2021): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021.

UBA (2021): Umweltbundesamt: Rechenprogramme Besmin und Besmax (kurz BESTAL) für die Schornsteinhöhenbestimmung nach der Nummer 5.5 der TA Luft (2021).

UBA Niederschlag (2019): UBA Niederschlagsdaten: Bericht 69/2019 „Regionalisierung stündlicher Niederschläge zur Modellie-rung der nassen Deposition 2". Download UBA-internetseite.

Umweltbundesamt (2015): Bewertung für die TA Luft Nr. 5.2.7.1.1. Krebserzeugende Stoffe. Dessau-Roßlau

VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017): Umweltmeteorologie - Ableitung für Abgase - Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen. VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4:2017-07.

VDI-Richtlinie 3782, Blatt 1 (2016): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Gaußsches Fahnenmodell zur Bestimmung von Immissionskenngrößen. VDI-Richtlinie 3782, Blatt 1:2016-01.

VDI-Richtlinie 3782, Blatt 3 (2019): Umweltmeteorologie - Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre - Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. VDI-Richtlinie 3782, Blatt 3:2019-12, Entwurf.

VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5 (2006): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter. VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5:2006-04.

VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010): Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13:2010-01.

VDI-Richtlinie 3783, Blatt 15.1 (2019): Umweltmeteorologie - Vereinfachte Abstandsbestimmung für die Konzentration und Deposition von Luftbeimengungen - Emissionen NOx, SO2 und NH3 aus bodennahen Quellen. VDI-Richtlinie 3783, Blatt 15.1:2019-08.

VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 (2017): Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft. VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20:2017-03.

VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3 (2020): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Partikelmodell. VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3:2020-04.

WinSTACC (2024): PC-Programm für Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 „Ableitbedingungen für Abgase - Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen“.

Anhang 1: Eingabedateien LASAT

Vorgaben für Erdgasfeuerung

Vorgaben für H2-Betrieb

Hinweis:

Die Dateien mit zeitabhängigen Größen sind in Auszügen wiedergegeben, da der Umfang den Rahmen dieser Textdokumentation gesprengt hätte.

Für die Geländehöhen wurden außerdem noch 4 Dateien srfa0i1.dmna, i=1,..4 für jedes Rechengitter vorgegeben, die wegen ihres Umfangs hier in der Text-Dokumentation ebenfalls keine Aufnahme finden konnten.

```
========================================================== param.def
.
  titel = "RWE-GUN-28Peaker-V08-Erdgas"
  Kennung = RWE-GUN-28Peaker-V08-Erdgas
  titel = "RWE-GUN-28Peaker-V09-H2"
  Kennung = RWE-GUN-28Peaker-V09-H2
  flags = CHEM+MAXIMA+PLURIS+WETDRIFT
  Seed = 11111
    RefDate = 2012-01-01T00:00:00+0100
  Intervall = 01:00:00
  Start = 00:00:00
  Ende = 366.00:00:00
  Average = 8784
==========================================================
========================================================== stoffe.def
.
  Name = gas
  Einheit = g
  Rate = 32
  Vsed = 0.0000
! Stoff     |      Vdep   Refc Refd      Rfak  Rexp
K nox       |     0.00     0.0 0.0      0.00   1.0
K no        |    0.0005    0.0 0.0      0.00   1.0
K no2       |     0.003    0.0 0.0  1.0e-007   1.0
K nh3       |     0.01     0.0 0.0  1.2e-004   0.6
K so2       |     0.01     0.0 0.0  2.0e-005   1.0
K co        |     0.00     0.0 0.0      0.00   1.0
K formal    |     0.00     0.0 0.0      0.00   1.0
K gesc      |     0.00     0.0 0.0      0.00   1.0
K pm01      |    0.001     0.0 0.0  3.0e-005   0.8
K pm02      |     0.01     0.0 0.0  1.5e-004   0.8
.
  Name = pm3
  Einheit = g
  Rate = 32
  Vsed = 0.04
! Stoff    |      Vdep Refc Refd      Rfak  Rexp
K pm03     |     0.05  0.0  0.0  4.4e-004   0.8
.
  Name = pmu
  Einheit = g
  Rate = 32
  Vsed = 0.06
! Stoff    |      Vdep Refc Refd      Rfak  Rexp
K pmxu     |      0.07  0.0  0.0   4.4e-004   0.8
==========================================================
```

========== chemie.def

.

```
!  erzeugt\aus |  gas.no
C  gas.no2    |    ?
C  gas.no     |    ?
```

==========

========== emissions.def

.

! Source	gas.nox	gas.no	gas.no2	gas.nh3	gas.so2	gas.co	gas.formal	gas.gesc	gas.pm01	gas.pm02	pm3.pm03	pmu.pmxu
E K1	1.139056	0.445718	0.455622	0.056953	0.102515	2.847639	0.227811	14.807722	0.056953	0.056953	0.056953	0.056953
E K2	1.212112	0.474305	0.484845	0.060606	0.109090	3.030278	0.242422	15.757444	0.060606	0.060606	0.060606	0.060606
E K3	1.212112	0.474305	0.484845	0.060606	0.109090	3.030278	0.242422	15.757444	0.060606	0.060606	0.060606	0.060606
E K4	1.212112	0.474305	0.484845	0.060606	0.109090	3.030278	0.242422	15.757444	0.060606	0.060606	0.060606	0.060606
E K5	1.212112	0.474305	0.484845	0.060606	0.109090	3.030278	0.242422	15.757444	0.060606	0.060606	0.060606	0.060606
E K6	1.212112	0.474305	0.484845	0.060606	0.109090	3.030278	0.242422	15.757444	0.060606	0.060606	0.060606	0.060606
E K7	1.139056	0.445718	0.455622	0.056953	0.102515	2.847639	0.227811	14.807722	0.056953	0.056953	0.056953	0.056953
E K1	0.755445	0.098536	0.604356	0.075544	0.067990	0.453267	0.045327	0.453267	0.037772	0.037772	0.037772	0.037772
E K2	0.802112	0.104623	0.641690	0.080211	0.072190	0.481267	0.048127	0.481267	0.040106	0.040106	0.040106	0.040106
E K3	0.802112	0.104623	0.641690	0.080211	0.072190	0.481267	0.048127	0.481267	0.040106	0.040106	0.040106	0.040106
E K4	0.802112	0.104623	0.641690	0.080211	0.072190	0.481267	0.048127	0.481267	0.040106	0.040106	0.040106	0.040106
E K5	0.802112	0.104623	0.641690	0.080211	0.072190	0.481267	0.048127	0.481267	0.040106	0.040106	0.040106	0.040106
E K6	0.802112	0.104623	0.641690	0.080211	0.072190	0.481267	0.048127	0.481267	0.040106	0.040106	0.040106	0.040106
E K7	0.755445	0.098536	0.604356	0.075544	0.067990	0.453267	0.045327	0.453267	0.037772	0.037772	0.037772	0.037772

========== grid.def

.

```
 Refx = 604018.00
 Refy = 5374586.0
 Ggcs = UTM
 Sk = { 0.0 3.0 7.0 12.0 18.0 24.0 30.0 36.0 42.0 48.0 54.0 61.0 68.0 75.0 82.0 89.0 96.0 103.0 110.0 117.0 124.0 131.0 139.0 147.0
155.0 164.0 173.0 182.0 192.0 202.0 212.0 227.0 242.0 257.0 277.0 297.0 317.0 337.0 367.0 407.0 457.0 527.0 627.0 777.0 927.0
1077.0 1227 }
 Nzd = 1
 Flags = +NESTED+BODIES
```

! Nm	Nl	Ni	Nt	Pt	Dd	Nx	Ny	Nz	Xmin	Ymin	Rf	Im	Ie
N 04	1	1	3	3	80.0	142	142	46	-5690.0	-5690.0	0.6	800	1.0E-04
N 03	2	1	3	3	40.0	124	112	46	-2890.0	-2250.0	1.0	800	1.0E-04
N 02	3	1	3	3	20.0	198	182	46	-2490.0	-1850.0	1.0	800	1.0E-04
N 01	4	1	3	3	10.0	272	244	36	-1670.0	-1470.0	1.0	800	1.0E-04

========== sources.def

.

! Name	Xq	Yq	Hq	Aq	Bq	Cq	Wq	Dq	Vq	Tt	Wl
Q K1	-132.0	-403.3	27.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	21.95	358.0	0.0705
Q K2	-122.6	-419.3	27.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	22.60	342.0	0.0711
Q K3	-113.2	-435.3	27.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	22.60	342.0	0.0711
Q K4	-84.6	-375.4	27.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	22.60	342.0	0.0711
Q K5	-75.2	-391.4	27.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	22.60	342.0	0.0711

```
Q  K6      |   -65.7   -407.5   27.50    0.00    0.00    0.00    0.00  1.60  22.60  342.0  0.0711
Q  K7      |   -32.5   -355.5   27.50    0.00    0.00    0.00    0.00  1.60  21.95  358.0  0.0705
Q  K1      |  -132.0   -403.3   27.50    0.00    0.00    0.00    0.00  1.60   9.45  350.0  0.1751
Q  K2      |  -122.6   -419.3   27.50    0.00    0.00    0.00    0.00  1.60  10.04  350.0  0.1753
Q  K3      |  -113.2   -435.3   27.50    0.00    0.00    0.00    0.00  1.60  10.04  350.0  0.1753
Q  K4      |   -84.6   -375.4   27.50    0.00    0.00    0.00    0.00  1.60  10.04  350.0  0.1753
Q  K5      |   -75.2   -391.4   27.50    0.00    0.00    0.00    0.00  1.60  10.04  350.0  0.1753
Q  K6      |   -65.7   -407.5   27.50    0.00    0.00    0.00    0.00  1.60  10.04  350.0  0.1753
Q  K7      |   -32.5   -355.5   27.50    0.00    0.00    0.00    0.00  1.60   9.45  350.0  0.1751
============================================== bodies.def
.
  Btype = TOWER
!              Name |        Xb        Yb        Db        Cb
B         KT-KKW-Nord |    -788.8      82.3     112.50    160.00
B         KT-KKW-Sued |    -738.7    -149.7     112.50    160.00
============================================ variable.def
.
 gas.no2-gas.no = R2
 gas.no-gas.no  = R1
!          T1          T2         R2         R1
Z     00:00:00    01:00:00  -0.000e+00   0.000e+00
Z     01:00:00    02:00:00  -0.000e+00   0.000e+00
Z     02:00:00    03:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     03:00:00    04:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     04:00:00    05:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     05:00:00    06:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     06:00:00    07:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     07:00:00    08:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     08:00:00    09:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     09:00:00    10:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     10:00:00    11:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     11:00:00    12:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     12:00:00    13:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     13:00:00    14:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     14:00:00    15:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     15:00:00    16:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     16:00:00    17:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     17:00:00    18:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     18:00:00    19:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     19:00:00    20:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     20:00:00    21:00:00   1.704e-04  -1.111e-04
Z     21:00:00    22:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     22:00:00    23:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z     23:00:00  1.00:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
...
Z  365.00:00:00  365.01:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z  365.01:00:00  365.02:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z  365.02:00:00  365.03:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z  365.03:00:00  365.04:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z  365.04:00:00  365.05:00:00   1.704e-04  -1.111e-04
Z  365.05:00:00  365.06:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z  365.06:00:00  365.07:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z  365.07:00:00  365.08:00:00   1.704e-04  -1.111e-04
Z  365.08:00:00  365.09:00:00   1.704e-04  -1.111e-04
Z  365.09:00:00  365.10:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z  365.10:00:00  365.11:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z  365.11:00:00  365.12:00:00   3.276e-04  -2.137e-04
Z  365.12:00:00  365.13:00:00   2.242e-04  -1.462e-04
Z  365.13:00:00  365.14:00:00   3.276e-04  -2.137e-04
Z  365.14:00:00  365.15:00:00   3.276e-04  -2.137e-04
Z  365.15:00:00  365.16:00:00   1.704e-04  -1.111e-04
```

```
Z  365.16:00:00  365.17:00:00   1.704e-04  -1.111e-04
Z  365.17:00:00  365.18:00:00   1.704e-04  -1.111e-04
Z  365.18:00:00  365.19:00:00   1.469e-04  -9.579e-05
Z  365.19:00:00  365.20:00:00   1.704e-04  -1.111e-04
Z  365.20:00:00  365.21:00:00   1.469e-04  -9.579e-05
Z  365.21:00:00  365.22:00:00   1.469e-04  -9.579e-05
Z  365.22:00:00  365.23:00:00   1.469e-04  -9.579e-05
Z  365.23:00:00  366.00:00:00   1.469e-04  -9.579e-05
============================================================ metlib.def
.
  Version = 5.3
  Z0 = 0.500
  D0 = 3.000
  Xa = 2523.0
  Ya = -1645.0
  Ha =  16.6
  Ua = ?
  Ra = ?
  KM = ?
  ZgMean = 433
  Wind = ?
  WindLib = ~\lib
!   T1    T2      Ua     Ra    KM  Wind
Z    0     1    1.290     10     1  1001
Z    1     2    1.290     20     1  1002
Z    2     3    1.290     30     1  1003
Z    3     4    1.290     40     1  1004
Z    4     5    1.290     50     1  1005
Z    5     6    1.290     60     1  1006
Z    6     7    1.290     70     1  1007
Z    7     8    1.290     80     1  1008
Z    8     9    1.290     90     1  1009
Z    9    10    1.290    100     1  1010
Z   10    11    1.290    110     1  1011
Z   11    12    1.290    120     1  1012
Z   12    13    1.290    130     1  1013
Z   13    14    1.290    140     1  1014
Z   14    15    1.290    150     1  1015
Z   15    16    1.290    160     1  1016
Z   16    17    1.290    170     1  1017
Z   17    18    1.290    180     1  1018
Z   18    19    1.290    190     1  1019
Z   19    20    1.290    200     1  1020
Z   20    21    1.290    210     1  1021
Z   21    22    1.290    220     1  1022
Z   22    23    1.290    230     1  1023
Z   23    24    1.290    240     1  1024
...
Z  192   193    2.297    130     5  6013
Z  193   194    2.297    140     5  6014
Z  194   195    2.297    150     5  6015
Z  195   196    2.297    160     5  6016
Z  196   197    2.297    170     5  6017
Z  197   198    2.297    180     5  6018
Z  198   199    2.297    190     5  6019
Z  199   200    2.297    200     5  6020
Z  200   201    2.297    210     5  6021
Z  201   202    2.297    220     5  6022
Z  202   203    2.297    230     5  6023
Z  203   204    2.297    240     5  6024
Z  204   205    2.297    250     5  6025
```

```
Z  205  206   2.297   260    5  6026
Z  206  207   2.297   270    5  6027
Z  207  208   2.297   280    5  6028
Z  208  209   2.297   290    5  6029
Z  209  210   2.297   300    5  6030
Z  210  211   2.297   310    5  6031
Z  211  212   2.297   320    5  6032
Z  212  213   2.297   330    5  6033
Z  213  214   2.297   340    5  6034
Z  214  215   2.297   350    5  6035
Z  215  216   2.297   360    5  6036
================================================================================ meteo.def
.
  Version = 5.3
  Z0 = 0.500
  D0 = 3.000
  Xa = 2523.0
  Ya = -1645.0
  Ha =  16.6
  Ua = ?
  Ra = ?
  KM = ?
  ZgMean = 433
  WindLib = D:\AAA-Projekte\23-12-01-S-RWE-GUN-28P_Ni\WindBiB-KT\lib
  Prec = ?
  RefDate = 2012-01-01T00:00:00+0100
!         T1          T2     Ua     Ra    KM   Prec
Z     00:00:00     01:00:00 0.000   360    0   1.2
Z     01:00:00     02:00:00 0.000   360    0   1.1
Z     02:00:00     03:00:00 6.500   216  3.1   0.5
Z     03:00:00     04:00:00 6.400   225  3.1   0.2
Z     04:00:00     05:00:00 6.100   231  3.1   0.1
Z     05:00:00     06:00:00 7.000   231  3.1   0.3
Z     06:00:00     07:00:00 6.500   230  3.1   0.0
Z     07:00:00     08:00:00 6.000   217  3.1   0.0
Z     08:00:00     09:00:00 4.700   222  3.1   0.0
Z     09:00:00     10:00:00 5.400   224  3.1   0.0
Z     10:00:00     11:00:00 4.900   224  3.1   0.0
Z     11:00:00     12:00:00 6.000   221  3.1   0.0
Z     12:00:00     13:00:00 5.900   224  3.1   0.0
Z     13:00:00     14:00:00 6.800   230  3.1   0.0
Z     14:00:00     15:00:00 7.800   231  3.1   0.0
Z     15:00:00     16:00:00 7.400   225  3.1   0.0
Z     16:00:00     17:00:00 5.600   220  3.1   0.0
Z     17:00:00     18:00:00 4.600   212  3.1   0.0
Z     18:00:00     19:00:00 5.100   220  3.1   0.0
Z     19:00:00     20:00:00 5.000   221  3.1   0.0
Z     20:00:00     21:00:00 3.300   233    2   0.0
Z     21:00:00     22:00:00 3.200   233  3.1   0.0
Z     22:00:00     23:00:00 5.700   206  3.1   0.0
Z     23:00:00   1.00:00:00 4.800   221  3.1   0.0
...
Z  365.00:00:00  365.01:00:00 3.900   214  3.1   0.0
Z  365.01:00:00  365.02:00:00 4.600   206  3.1   0.0
Z  365.02:00:00  365.03:00:00 4.300   223  3.1   0.0
Z  365.03:00:00  365.04:00:00 3.700   229  3.1   0.0
Z  365.04:00:00  365.05:00:00 3.400   219    2   0.0
Z  365.05:00:00  365.06:00:00 3.000   206  3.1   0.0
Z  365.06:00:00  365.07:00:00 3.700   215  3.1   0.0
Z  365.07:00:00  365.08:00:00 3.500   219    2   0.0
Z  365.08:00:00  365.09:00:00 3.400   222    2   0.0
```

Z	365.09:00:00	365.10:00:00	3.600	218	3.1	0.0
Z	365.10:00:00	365.11:00:00	3.600	221	3.1	0.0
Z	365.11:00:00	365.12:00:00	4.600	208	3.2	0.0
Z	365.12:00:00	365.13:00:00	5.400	220	3.1	0.0
Z	365.13:00:00	365.14:00:00	4.200	244	3.2	0.0
Z	365.14:00:00	365.15:00:00	3.600	227	3.2	0.0
Z	365.15:00:00	365.16:00:00	2.300	219	2	0.0
Z	365.16:00:00	365.17:00:00	1.000	207	2	0.0
Z	365.17:00:00	365.18:00:00	1.500	194	2	0.0
Z	365.18:00:00	365.19:00:00	1.700	176	1	0.0
Z	365.19:00:00	365.20:00:00	1.600	181	2	0.0
Z	365.20:00:00	365.21:00:00	1.300	192	1	0.0
Z	365.21:00:00	365.22:00:00	1.500	243	1	0.0
Z	365.22:00:00	365.23:00:00	1.000	282	1	0.0
Z	365.23:00:00	366.00:00:00	1.300	225	1	0.0

Anhang 2: Übertragbarkeitsprüfung Meteorologie + 52 Seiten

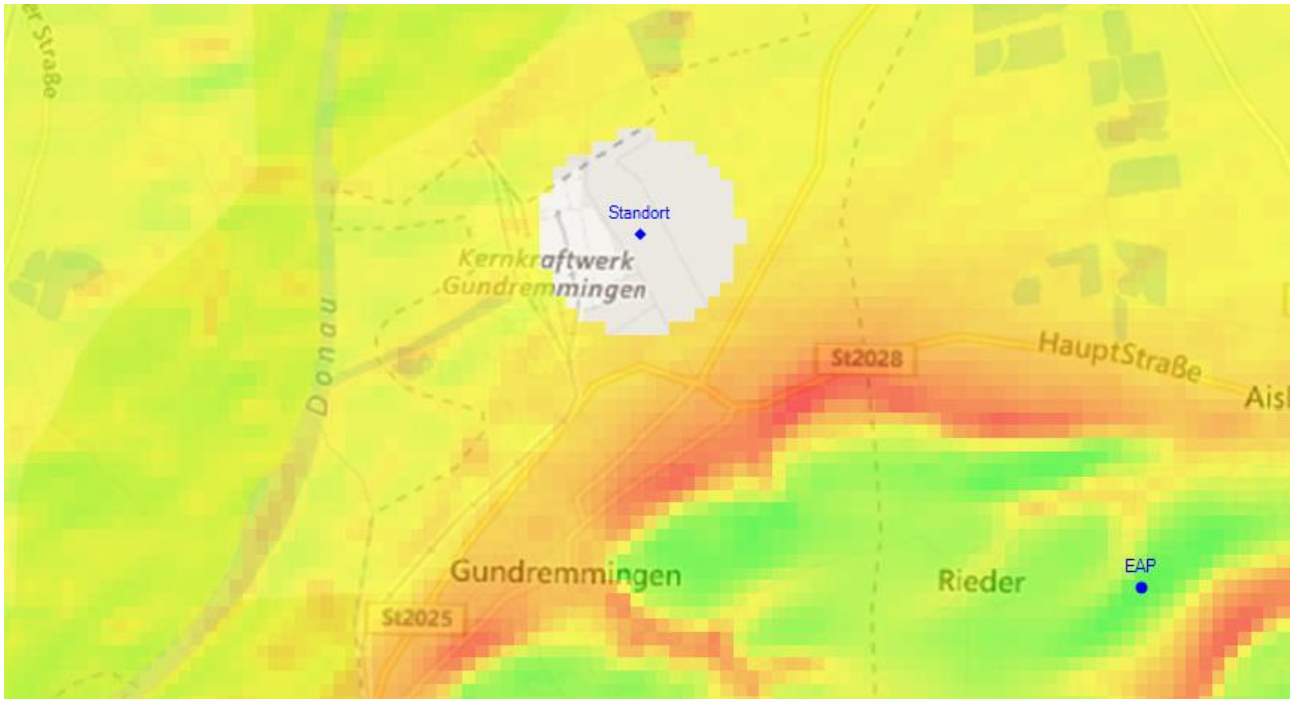
Als meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung diente die Jahreszeitreihe (AKTerm) der Station **Günzburg 2012**. Dieser Datensatz wurde im Rahmen einer Übertragbarkeitsprüfung gemäß TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 9.1, Abs. 4a) und nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 (2017) als zeitlich und räumlich repräsentativ für den Standort ausgewählt (IfU (2018)).

Die Übertragbarkeitsprüfung wird auf den folgenden 52 Seiten vollständig dokumentiert.

Da es ein eigenständiges Dokument eines für diese Leistung akkreditierten Institutes ist, setzt sich die Seitennummerierung dieses iMA-Gutachtens nicht weiter fort, sondern sie beginnt in der firmeneigenen Fußzeile der IfU wieder mit 1. Das Dokument umfasst insgesamt 52 Seiten.

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

an einem Anlagenstandort bei Gundremmingen



Auftraggeber:	iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG Niederlassung Stuttgart Hauptstraße 54 D-70839 Gerlingen	Tel.: 07156-4389-15
Bearbeiter:	Dr. Hartmut Sbosny Tel.: 037206 8929-43 Email: Hartmut.Sbosny@ifu-analytik.de	Dr. Ralf Petrich Tel.: 037206 8929-40 Email: Ralf.Petrich@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	DPR.20180909	
Ort, Datum:	Frankenberg, 01. Oktober 2018	
Anzahl der Seiten:	52	
Anlagen:	-	

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-18986-01-00

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.

IFU GmbH
Privates Institut für Analytik
An der Autobahn 7
09669 Frankenberg/Sa.

tel +49 (0) 37206.89 29 0
fax +49 (0) 37206.89 29 99
e-mail info@ifu-analytik.de
www.ifu-analytik.de

HRB Chemnitz 21046
USt-ID DE233500178
Geschäftsführer Axel Delan

iban DE27 8705 2000 3310 0089 90
bic WELADED1FGX
bank Sparkasse Mittelsachsen

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 2
Abbildungsverzeichnis 3
Tabellenverzeichnis 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 14
4.1 Allgemeine Betrachtungen 14
4.2 Meteorologische Datenbasis 14
4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort 20
4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen 26
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen 27
4.6 Auswahl der Bezugswindstation 28
5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation 30
6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres 34
6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums 34
6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde 38
6.3 Prüfung auf Plausibilität 42
7 Beschreibung der Datensätze 46
7.1 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse 46
7.2 Ausbreitungsklassenzeitreihe 46
7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag 47
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung 48
9 Zusammenfassung 49
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung 50
11 Schrifttum 52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Ortschaft Gundremmingen in Bayern 6
Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Gundremmingen 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: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes 15
Abbildung 8: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen 17
Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der Messstation Günzburg 18
Abbildung 10: Windgeschwindigkeitsverteilung der betrachteten Messstationen 19
Abbildung 11: Windrichtungsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen 22
Abbildung 12: Windgeschwindigkeitsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen 23
Abbildung 13: Langjährige Windrichtungsverteilung aus den Testreferenzjahren des Deutschen Wetterdienstes für die EAP 24
Abbildung 14:Lage der ausgewählten Station 30
Abbildung 15:Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der Station nach CORINE-Datenbank 31
Abbildung 16:Luftbild mit der Umgebung der Messstation 32
Abbildung 17:Orographie um den Standort der Wetterstation 33
Abbildung 18: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung 35
Abbildung 19: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung 36
Abbildung 20: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse 37
Abbildung 21: Gewichtete χ^2-Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum 40
Abbildung 22: Gewichtete σ-Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum 41
Abbildung 23: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum 42
Abbildung 24: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum 43
Abbildung 25: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum 44
Abbildung 26: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum 45

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gauß-Krüger-Koordinaten des Standortes 7
Tabelle 2: Gauß-Krüger-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition 12
Tabelle 3: Zur Untersuchung verwendete Messstationen 16
Tabelle 4: Vergleich meteorologischer Kennwerte der betrachteten Messstationen mit den Erwartungswerten am Standort 25
Tabelle 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung 27
Tabelle 6: EAP-Geschwindigkeiten verschiedener Modelle 27
Tabelle 7: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung 28
Tabelle 8: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen 28
Tabelle 9: Koordinaten der Wetterstation 31
Tabelle 10: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station 46

1 Aufgabenstellung

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

Bei der in den Ausbreitungsrechnungen betrachteten Anlage handelt es sich um ein Gaskraftwerk. Die Quellhöhen zweier geplanter Kamine liegen zwischen 60 m und 80°m.

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

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

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

2 Beschreibung des Anlagenstandortes

2.1 Lage

Der untersuchte Standort befindet sich nahe der Ortschaft Gundremmingen in Bayern. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

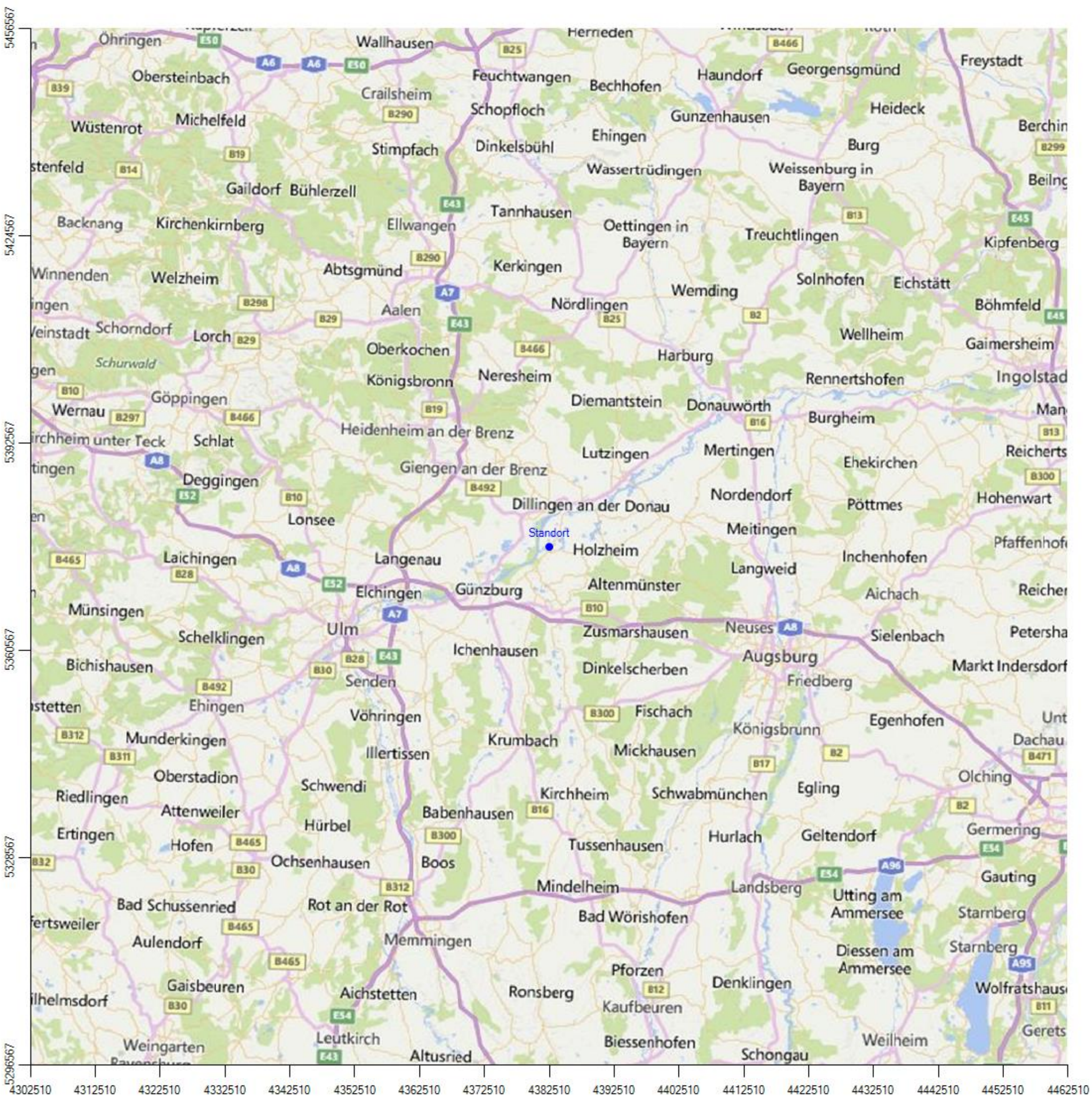


Abbildung 1: Lage der Ortschaft Gundremmingen in Bayern

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

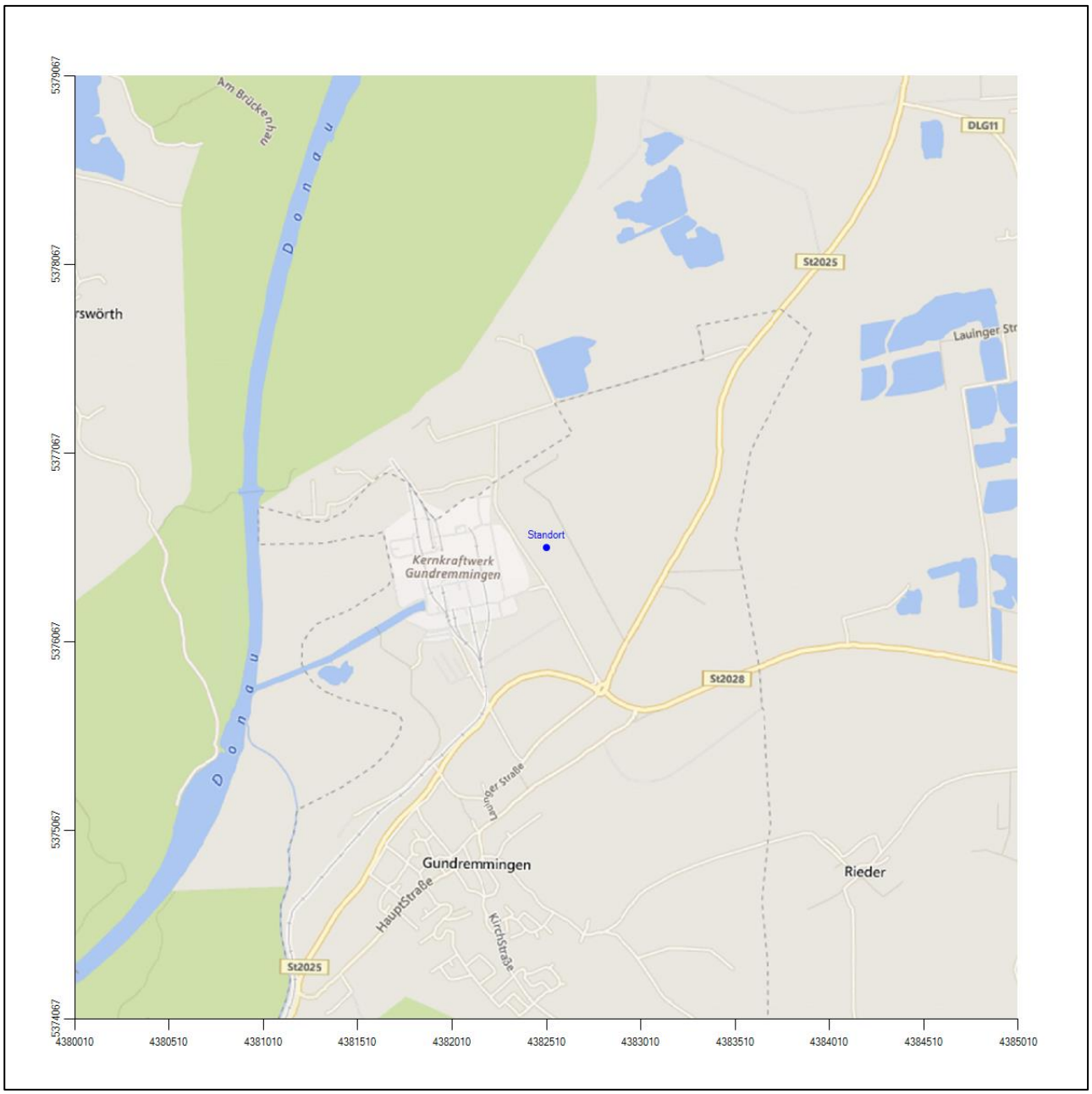


Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Gundremmingen

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Anlagenstandortes angegeben.

Tabelle 1: Gauß-Krüger-Koordinaten des Standortes

RW	4382510
HW	5376567

2.2 Landnutzung

Der Standort selbst liegt nördlich außerhalb der Ortschaft Gundremmingen, unmittelbar östlich des Geländes eines bestehenden Kernkraftwerks (KKW Gundremmingen), etwa 1,8 km vom Ortskern entfernt. Die

Umgebung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Das dichter bebaute Siedlungsgebiet Gundremmingens wechselt sich mit bewaldeten Arealen, landwirtschaftlichen Flächen, Wasserflächen (Donau, sowie diverse Kleingewässer) und einer ansonsten ländlichen Verkehrswegeinfrastruktur ab. In weiterer Entfernung finden sich auch größere Areale mit Solaranlagen.

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

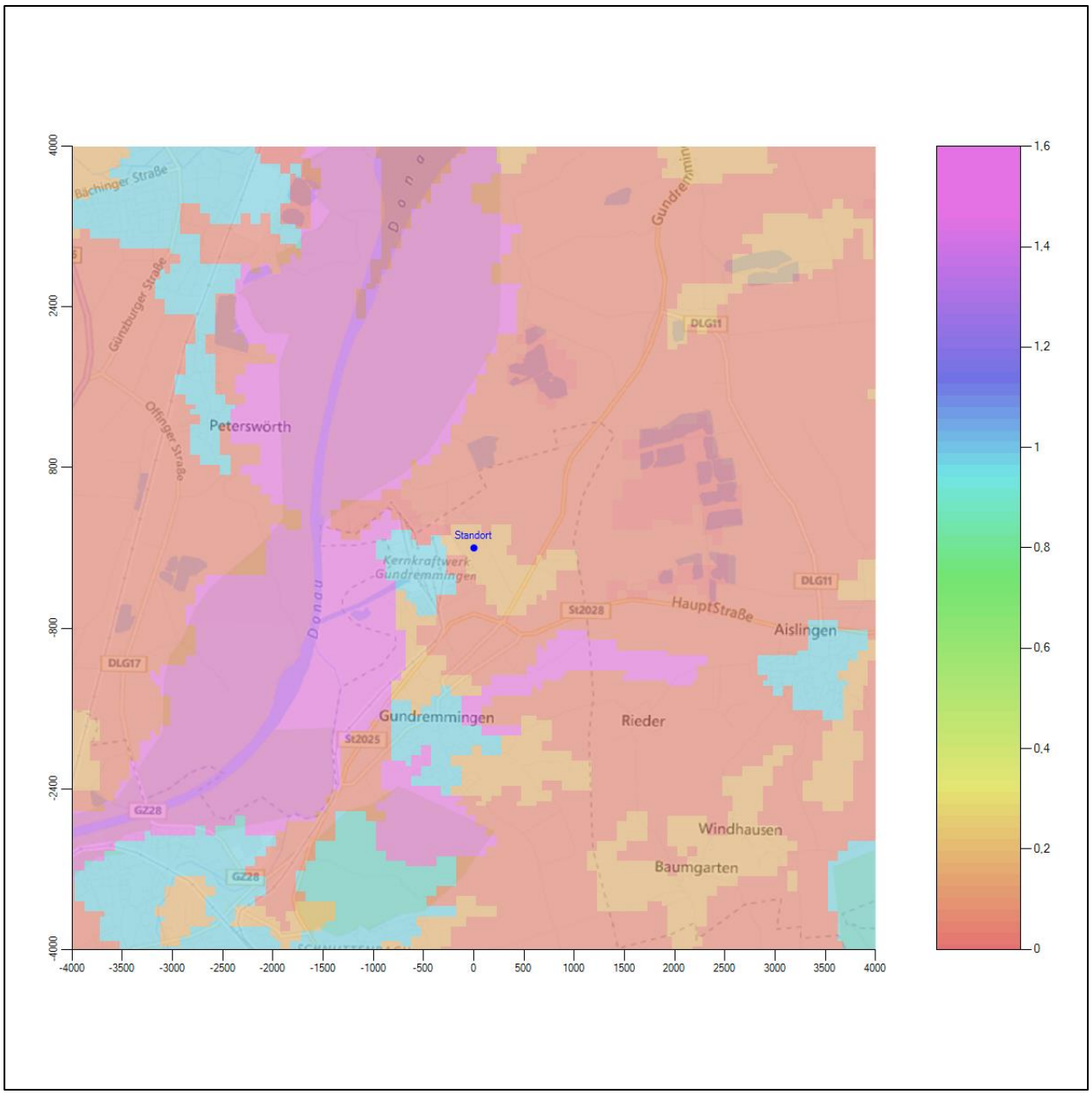


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

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 432 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch deutlicher gegliedert. Gundremmingen liegt im sogenannten Donauried, einer Aulandsniederung, unweit der Einmündung der Mindel in die Donau. In Richtung Süden erfolgt ein Anstieg in die Zusamplatten und das Staufenberggebiet. Nach Südwesten hin gelangt man ins Gebiet der Günz-Mindel Platten. Die Mindel trennt beide Bereiche voneinander ab. Beide Naturräume sind Teil der Iller-Lech-Schotterplatten. Beispielsgebend für diese Region sei eine Höhenlage von 530 m über NHN, nördlich von Rechbergreuthen, in ungefähr 8,7 km

südöstlicher Entfernung vom Standort, genannt. Nach Nordwesten hin erreicht man bei Medlingen den Rand der Schwäbischen Alp.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

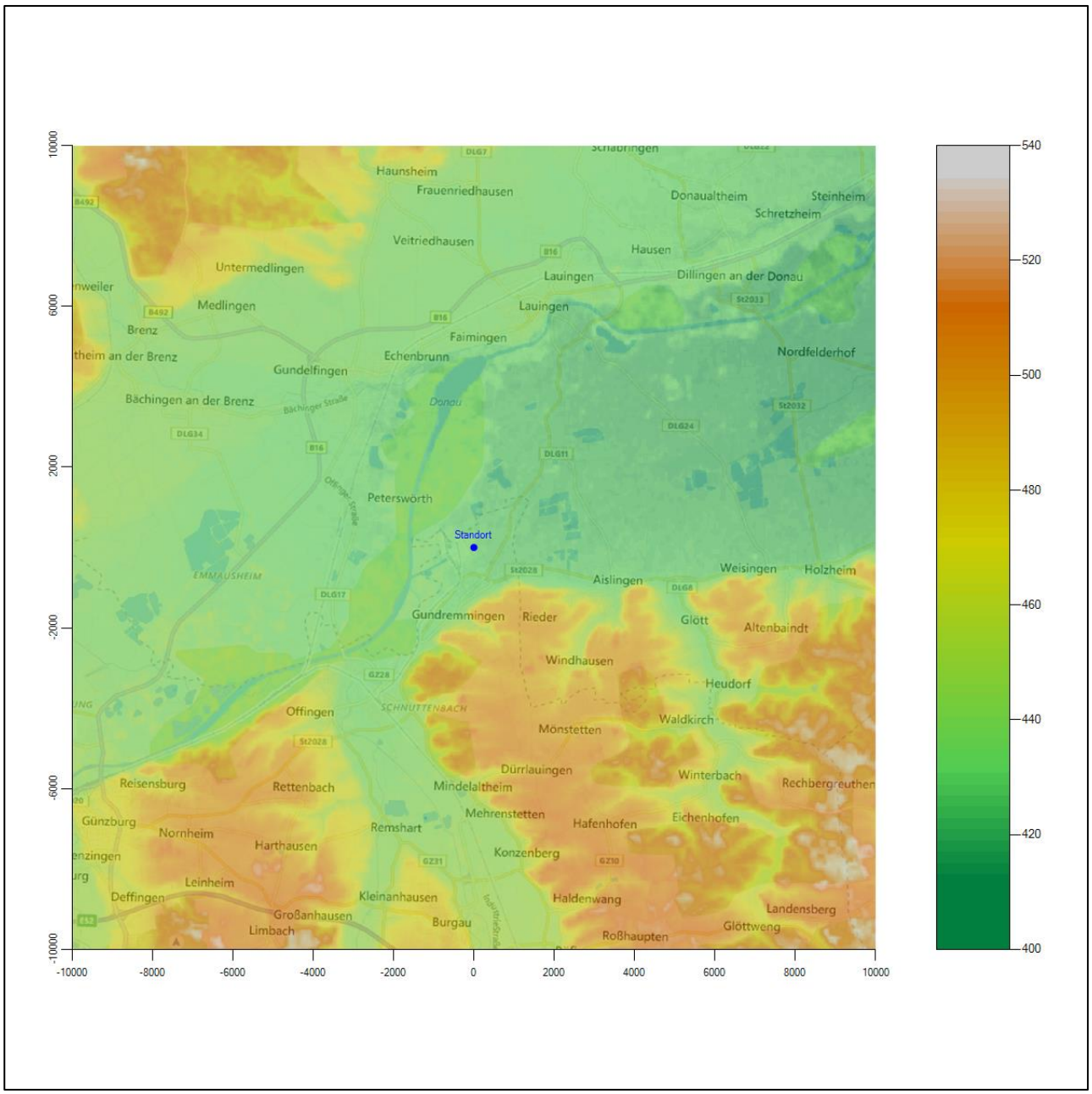


Abbildung 5: Orographie um den Standort

3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition

3.1 Hintergrund

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

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

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

3.2 Verfahren zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

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

1. Es werden nur Gitterpunkte im Inneren des Rechengebiets ohne die drei äußeren Randpunkte betrachtet. Gitterpunkte in unmittelbarer Nähe (etwa 100 m) 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 Ausbreitungsklassen berechnet, siehe dazu VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 (Entwurf) [2], Abschnitt 6.1. Die Gütemaße g_d und g_f werden zu einem Gesamtmaß $g = g_d \cdot g_f$ zusammengefasst. Die Größe g liegt immer in dem Intervall [0,1], wobei 0 keine und 1 die perfekte Übereinstimmung mit den Daten der Anströmung bedeutet.

4. Innerhalb jedes einzelnen zusammenhängenden Gebiets mit gleichsinnig drehender Windrichtung werden die Gesamtmaße g aufsummiert zu G.

5. In dem zusammenhängenden Gebiet mit der größten Summe G wird der Gitterpunkt bestimmt, der den größten Wert von g aufweist. Dieser Ort wird als EAP festgelegt.

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

3.3 Bestimmung der Ersatzanemometerposition im konkreten Fall

Für das in Abbildung 6 dargestellte Gebiet um den Anlagenstandort wurde unter Einbeziehung der Orographie mit dem diagnostischen Windfeldmodell [3] LPRWND, das zum Programmpaket LASAT des Ingenieurbüros Janicke [4] gehört, eine Windfeldbibliothek berechnet. Auf diese Bibliothek wurde das in Abschnitt 3.2 beschriebene Verfahren angewandt. In der Umgebung des Standortes wurde das Gütemaß g ausgerechnet. Die folgende Grafik zeigt die flächenhafte Visualisierung der Ergebnisse.

Es ist erkennbar, dass in ungünstigen Positionen das Gütemaß bis auf Werte von 0,7 absinkt. Maximal wird ein Gütemaß von nahe 1 erreicht. Diese Position ist in Abbildung 6 mit EAP gekennzeichnet. Sie liegt etwa 3,0 km südöstlich des Standortes. Die genauen Koordinaten sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 2: Gauß-Krüger-Koordinaten der ermittelten Ersatzanemometerposition

RW	4384992
HW	5374816

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

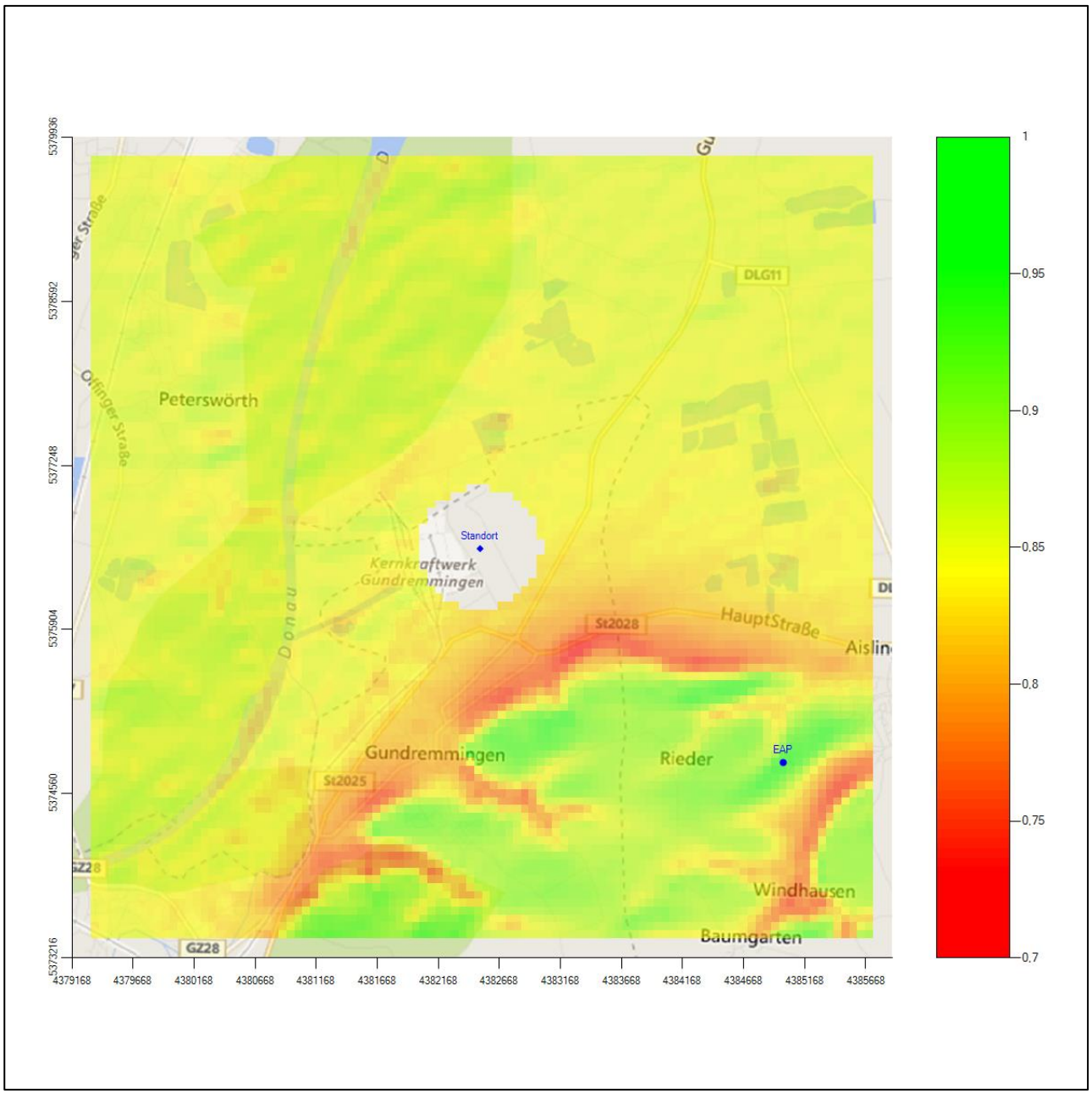


Abbildung 6: Flächenhafte Darstellung des Gütemaßes zur Bestimmung der Ersatzanemometerposition

Die zweidimensionale Darstellung bezieht sich lediglich auf die ausgewertete Modellebene im Bereich von 12,7 m. Auf diese Höhe wurden im folgenden Abschnitt 4 die Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten bezogen, um vergleichbare Werte zu bekommen. Sie ergibt sich aus der Bodenrauigkeit um die Ersatz-anemometerposition (0,23 m).

Von der oben empfohlenen EAP kann abgewichen werden, wenn sich im Vorfeld der Ausbreitungsrechnung für das dabei verwendete Windfeld eine ähnlich gut geeignete Position finden lässt.

4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten

4.1 Allgemeine Betrachtungen

Die großräumige Luftdruckverteilung bestimmt die mittlere Richtung des Höhenwindes in einer Region. Im Jahresmittel ergibt sich hieraus für Bayern das Vorherrschen der westlichen bis südwestlichen Richtungskomponente. Das Geländerelief 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 7), die den Qualitätsanforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 21 [5] genügen.

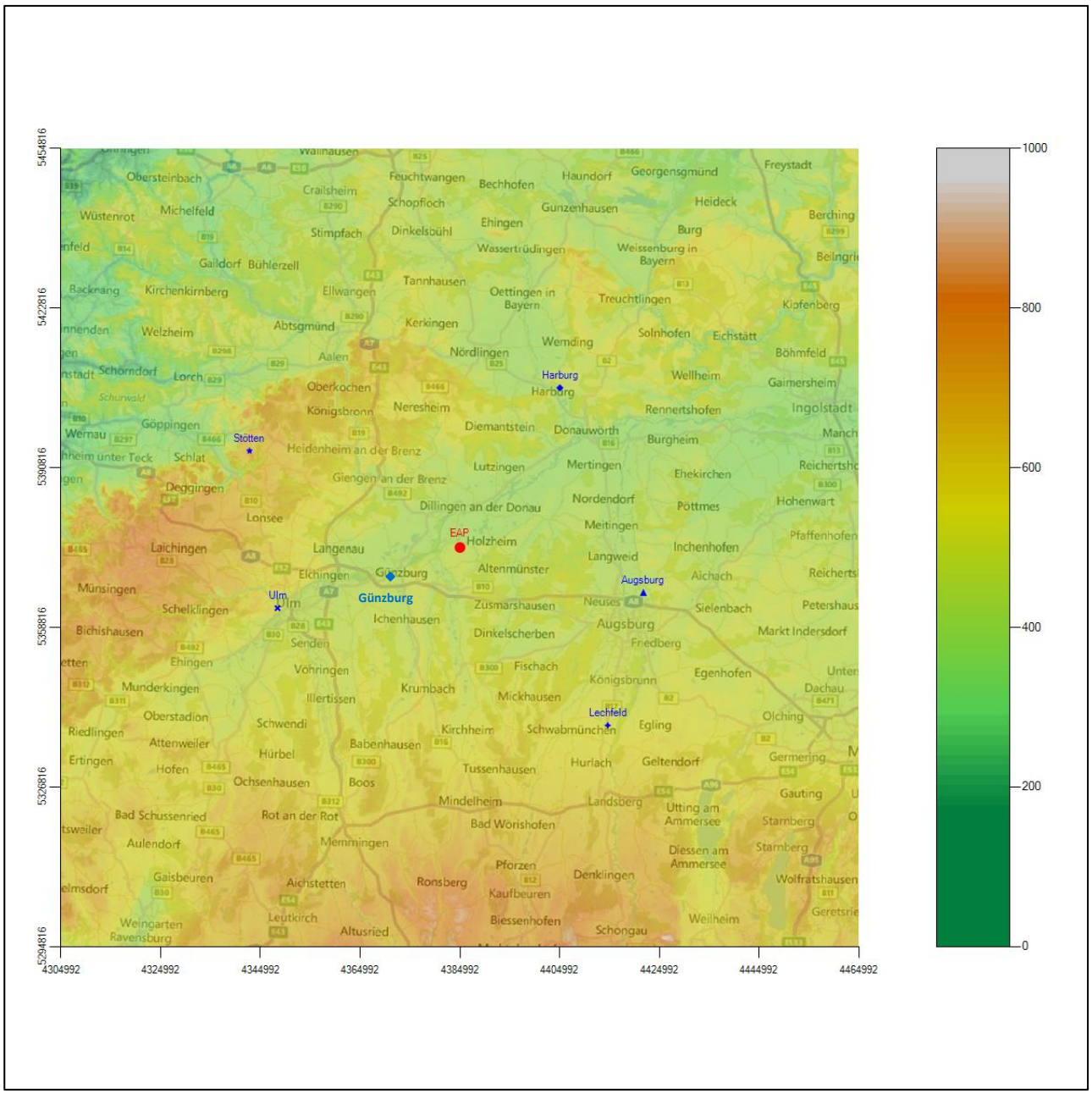


Abbildung 7: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

Die Messwerte dieser Stationen sind seit dem 1. Juli 2014 im Rahmen der Grundversorgung für die Allgemeinheit frei zugänglich. Für weitere Messstationen, auch die von anderen Anbietern meteorologischer Daten, liegt derzeit noch keine abschließende Bewertung vor, inwieweit die Qualitätsanforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 21 [5] erfüllt werden. Deshalb werden sie im vorliegenden Fall zunächst nicht berücksichtigt.

Die folgende Tabelle gibt wichtige Daten der betrachteten Stationen an.

Tabelle 3: Zur Untersuchung verwendete Messstationen

Station	Kennung	Entfernung [m]	Geberhöhe [m]	geogr. Länge [°]	geogr. Breite [°]	Höhe über NHN [m]	Beginn der Datenbasis	Ende der Datenbasis
Günzburg	1886	13498	10.0	10.2607	48.4878	444	26.11.2009	06.08.2018
Harburg	2023	37770	10.0	10.7061	48.7917	502	26.01.2007	22.10.2014
Augsburg	232	37886	10.0	10.9419	48.4253	461	25.11.1999	22.10.2014
Ulm	5155	38531	10.0	9.9522	48.3836	567	25.11.1999	01.09.2014
Lechfeld	2905	46367	10.0	10.8506	48.1847	550	25.11.1999	30.09.2014
Stötten	4887	46433	12.0	9.8644	48.6656	734	08.05.2003	01.09.2014

Die folgenden Abbildungen stellen die Windrichtungsverteilung und die Windgeschwindigkeitsverteilung jeweils über den gesamten verwendeten Messzeitraum der Stationen dar. Die Station Günzburg erlangte erst kürzlich die geforderte Länge der Datenbasis und war softwareseitig in den automatisch erstellten Bildern noch nicht berücksichtigt, weshalb ihre Richtungsverteilung in einem eigenen Bild dargestellt ist.

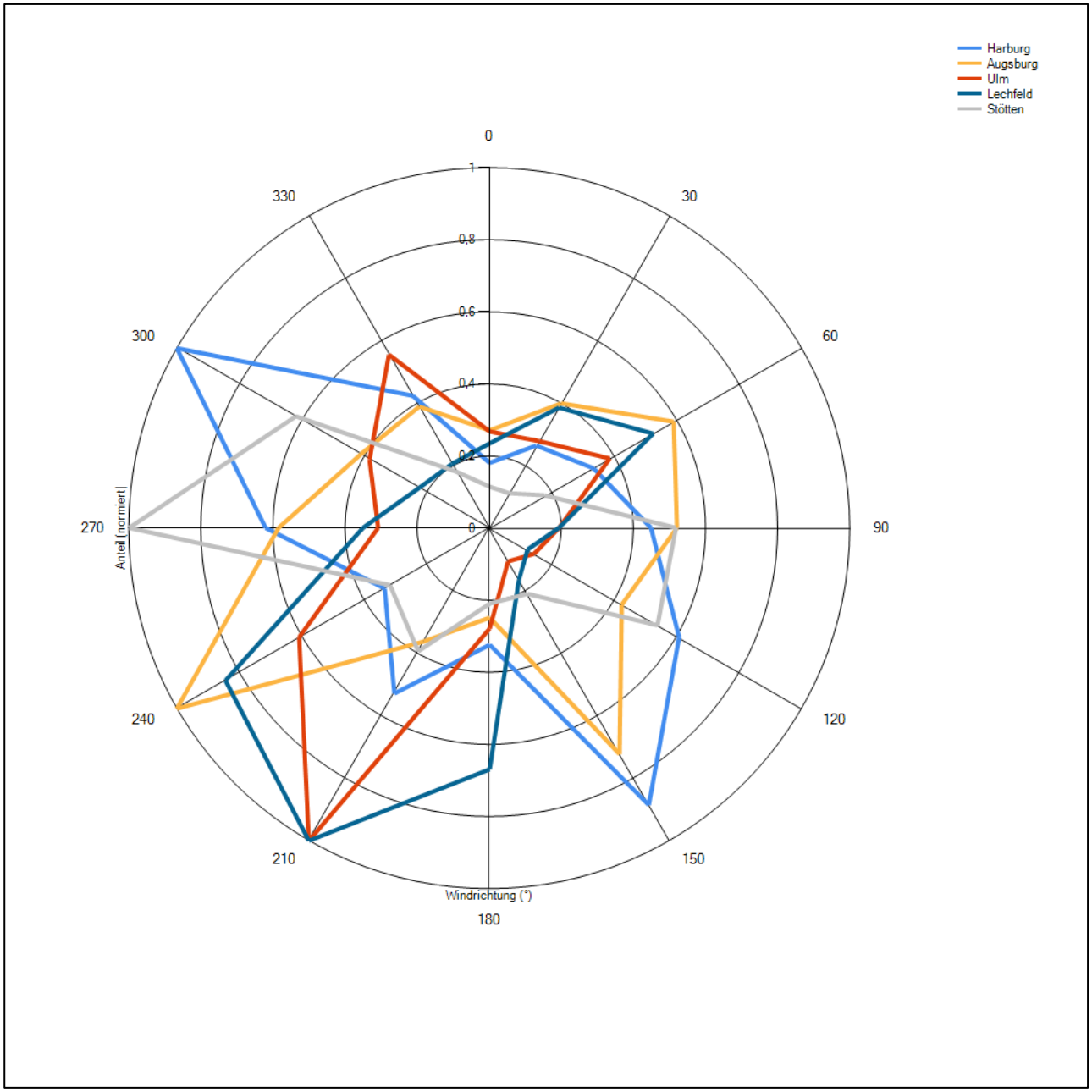


Abbildung 8: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

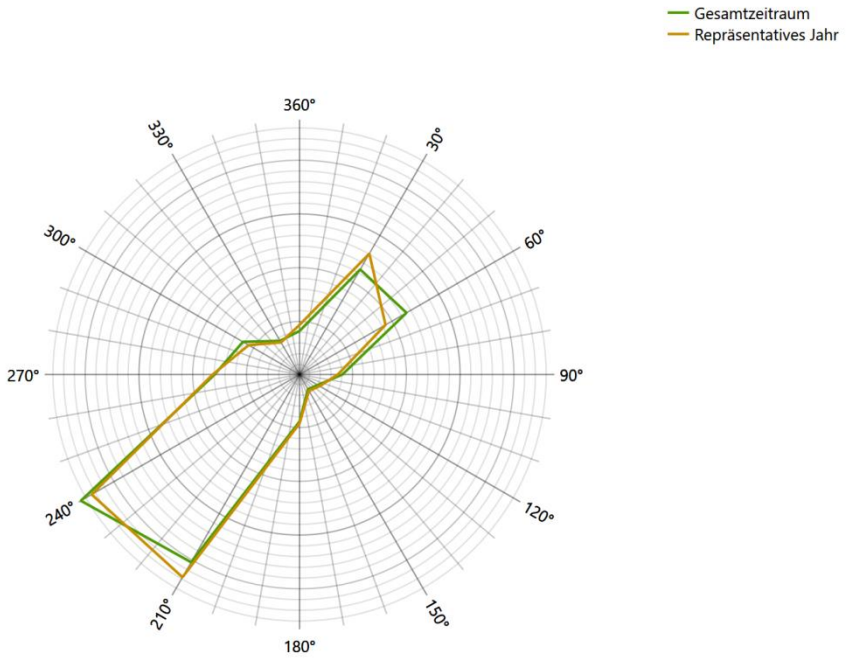


Abbildung 9: Windrichtungsverteilung der Messstation Günzburg

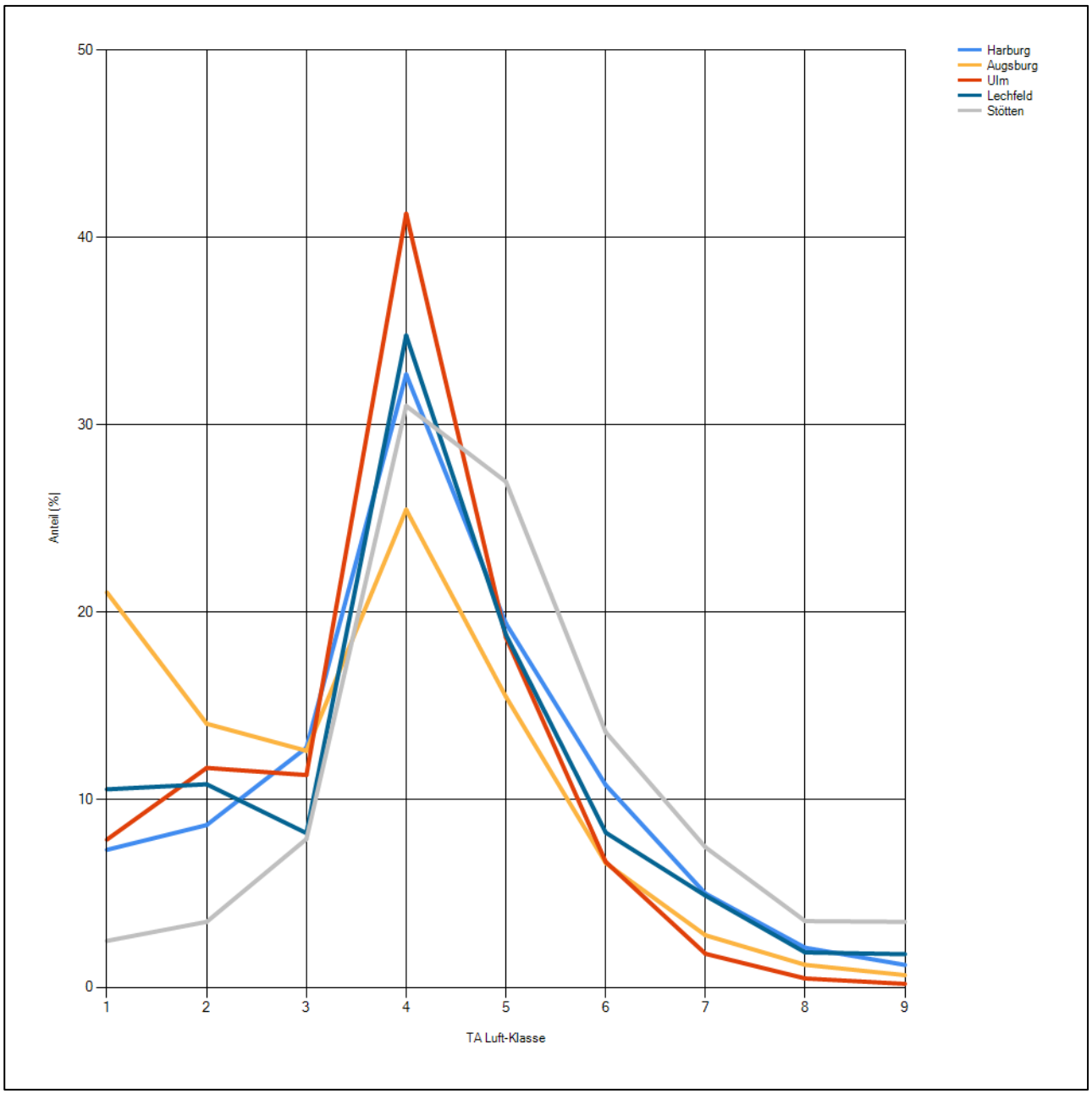


Abbildung 10: Windgeschwindigkeitsverteilung der betrachteten Messstationen

Die Richtungsverteilungen der sechs Bezugswindstationen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Günzburg besitzt eine von 240° bis 210° erstreckte Hauptwindrichtung mit dem formalen Hauptmaximum bei 240°; jenseits dessen fallen die Intensitäten rasch ab. Die Verteilung folgt einer Achse von Südwest nach Nordost, wo ein ausgeprägtes Nebenmaximum liegt.

Harburg mit seiner Lage im Wörnitz-Durchbruch durch die östlichen Ausläufer der Schwäbischen Alb ist nahezu vollständig regional geprägt, indem die Windverteilung der Südost-Nordwest-Kanalisierung der Wörnitz folgt. Das großräumig zu erwartende Hauptmaximum aus Südwesten ist nur als drittrangiges Nebenmaximum erkennbar. Es dominieren das Hauptmaximum aus Nordwesten und ein Nebenmaximum aus Südosten, die jeweils der durch die Kanalisierung vorgegebenen Achse folgen.

Auch Augsburg zeigt prinzipiell die typische Südwest-Nordost-Achse mit einem Hauptmaximum aus Südwesten und einem Nebenmaximum aus Ostnordost. Allerdings ist ein weiteres Nebenmaximum aus Südosten auffällig, welches durch kanalisierende Effekte des Lechtals in Kombination mit großräumigen Kaltluftströmen aus Süden verursacht werden kann.

Ulm liegt am südöstlichen Rand der Schwäbischen Alb und im dort von Südwest nach Nordost verlaufenden Donautal. Beide Einflüsse führen zu einer ausgeprägten Südost-Nordwest-Kanalisierung mit einem scharfen südöstlichen Hauptmaximum. Hinzukommen ein auffälliges Nebenmaximum aus Nordwesten und ein etwas schwächeres aus Nordosten.

Für Lechfeld ist die die Achse vom Hauptmaximum (aus Südsüdwesten) zum Nebenmaximum (aus Ostnordosten) eher zur Süd-Nord-Richtung hin verkippt. Dies kann durch großräumige Kaltluftabflüsse aus Süden verursacht werden, die in das Alpenvorland hineinströmen.

Stötten liegt oberhalb des „Albtrauf“ genannten nordwestlichen Steilabfalls der Schwäbischen Alb. Es zeigt ein scharfes Hauptmaximum aus Westen und ein ausgeprägtes ostsüdöstliches Nebenmaximum. Hinzutritt ein zweites, schwächeres Nebenmaximum aus Südwesten. Die Verteilung folgt im Wesentlichen einer leicht verkippten West-Ost-Achse und kann aufgrund der freien Anströmbarkeit als Ausdruck des großräumigen Höhenwindes angesehen werden.

4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort

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

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

Die EAP, für die die Erwartungswerte ermittelt wurden, liegt etwa 3,0 km südöstlich des Anlagenstandortes (siehe Abschnitt 2.3). Dieser Punkt stellt auch die Empfehlung für die Ersatzanemometerposition bei der Ausbreitungsrechnung dar. Er wird frei angeströmt und unterliegt keinen Einflüssen, die die Anströmrichtung systematisch und deutlich verändern. Dies wurde in Abschnitt 3 untersucht und geprüft.

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

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

Um die Windgeschwindigkeiten für die EAP und die betrachteten Bezugswindstationen vergleichen zu können, sind diese auf eine einheitliche Höhe über Grund und eine einheitliche Bodenrauigkeit umzurechnen. Dies geschieht mit einem Algorithmus, der in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] veröffentlicht wurde. Als einheitliche Rauigkeitslänge bietet sich der tatsächliche Wert im Umfeld der EAP an, hier 0,23 m. Als einheitliche Referenzhöhe sollte nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [7] ein Wert Anwendung finden, der weit genug über Grund und über der Verdrängungshöhe (im Allgemeinen das Sechsfache der Bodenrauigkeit) liegt. Hier wurde ein Wert von 12,7 m verwendet, der sich aus 10 m über Grund zuzüglich dem Zwölffachen der Bodenrauigkeit ergibt.

Die folgenden Abbildungen stellen die Windrichtungs- und die Windgeschwindigkeitsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für den Standort aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den Messwerten der betrachteten Messstationen dar. Bereits aussortiert wurde dabei die Station Harburg, die mit ihrem nordwestlichen Hauptmaximum und fast gleichrangigen Nebenmaximum aus 150° nahezu quer zur erwarteten EAP-Verteilung liegt und für eine Übertragung von vornherein nicht in Frage kam. Diese Station wird auch nachfolgend nicht mehr mit aufgeführt.

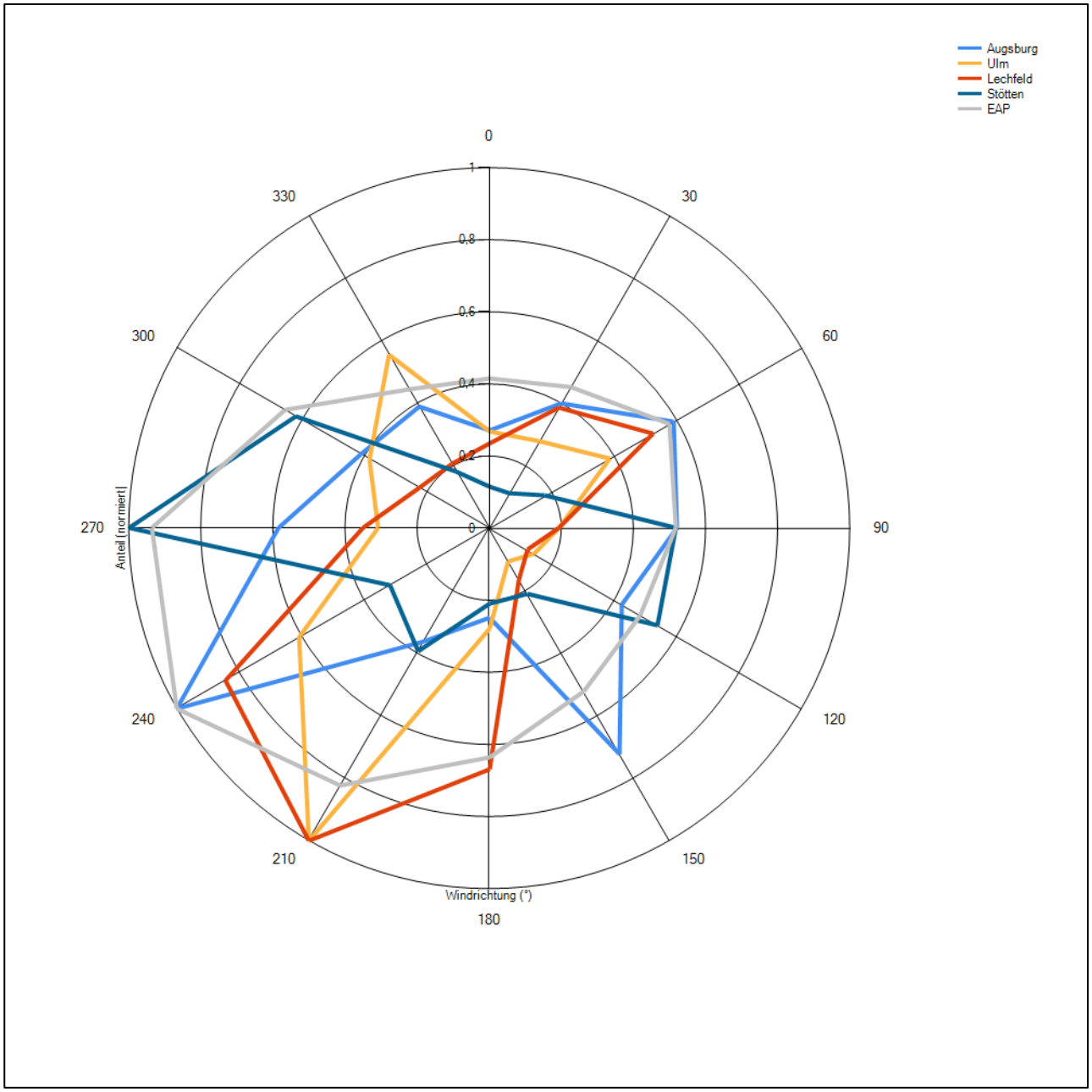


Abbildung 11: Windrichtungsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen

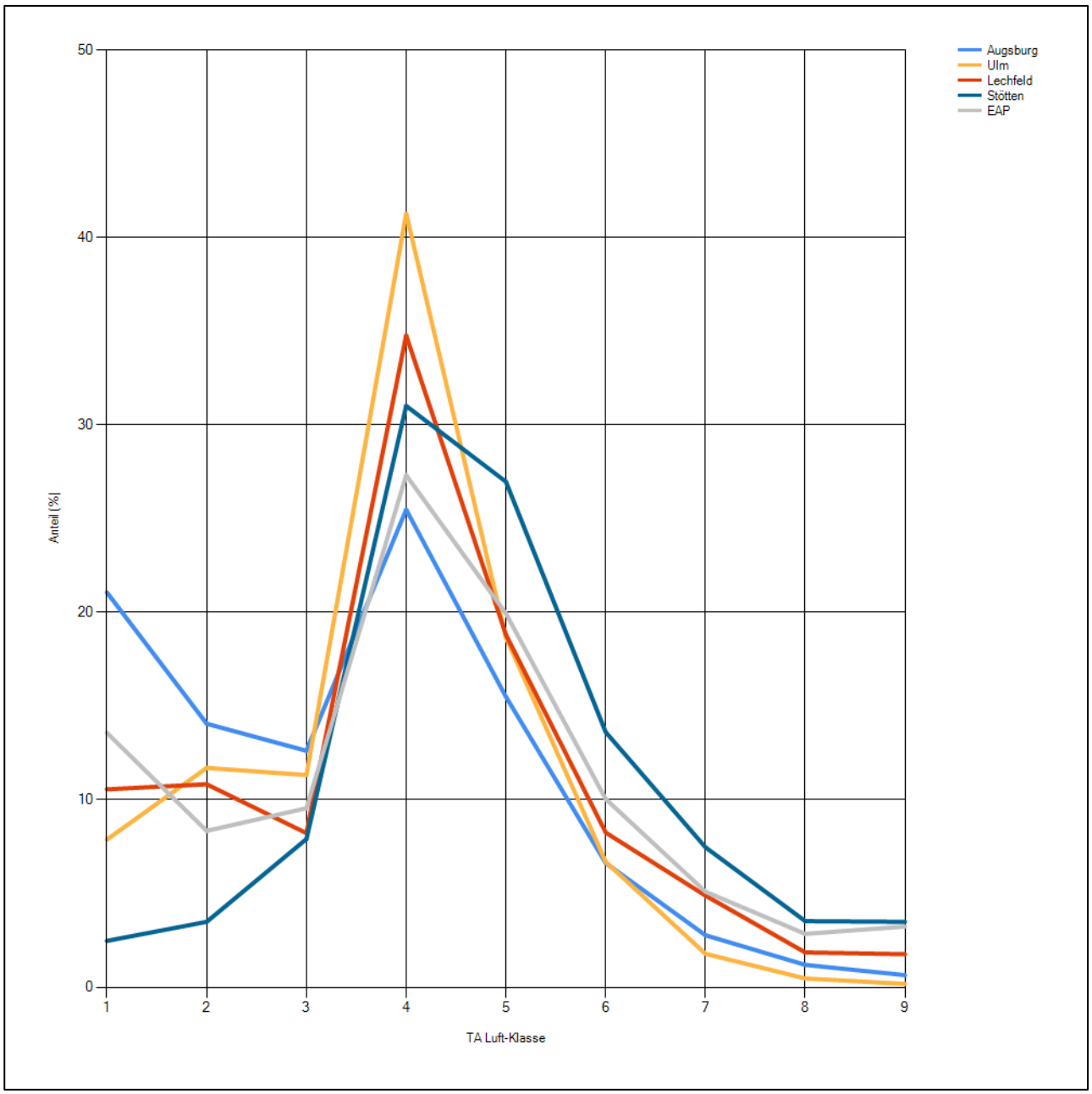


Abbildung 12: Windgeschwindigkeitsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus einer Modellrechnung im Vergleich mit den betrachteten Messstationen

Um bezüglich der Windrichtungsverteilung sicherzugehen, dass auch mit anderen Modellen keine abweichenden Ergebnisse hinsichtlich der Erwartungswerte erlangt werden, wurde für den Bereich der EAP zudem auf Modellierungsergebnisse zurückgegriffen, die vom Deutschen Wetterdienst im Rahmen der Testreferenzjahre berechnet wurden. Testreferenzjahre des DWD (TRY) sind speziell zusammengestellte Datensätze, die für jede Stunde eines Jahres verschiedene meteorologische Daten enthalten. Sie sollen einen mittleren, aber für das Jahr typischen Witterungsverlauf repräsentieren. [8] Die neuesten Datensätze dieser Art umfassen die Jahre 2003 bis 2012 und liegen hochortsaufgelöst in einem 1 km-Raster flächendeckend für die Bundesrepublik Deutschland vor. Bei der Erstellung der Testreferenzjahre in Kooperation mit dem

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) kamen moderne, innovative Modelle und Interpolationsmethoden zum Einsatz. Dabei kamen unter anderem erstmals Satelliten- sowie Wettermodelldaten zum Einsatz [9].

Die von den Datensätzen der Testreferenzjahre beschriebenen meteorologischen Verhältnisse sollen das überregionale und regionale Wettergeschehen abbilden, im hier betrachteten Kontext insbesondere die Windverhältnisse. Lokale Besonderheiten können aufgrund des verwendeten 1 km-Rasters nicht immer aufgelöst werden, wenn ihre Skala unterhalb der genannten 1 km liegt. Auch bei der Suche nach der EAP wird der Grundsatz verfolgt, eine Stelle zu finden, an der lokale Einflüsse auf Windrichtung und Windgeschwindigkeit am geringsten sind. Demzufolge kann davon ausgegangen werden, dass die Daten zur langjährigen Windrichtungsverteilung aus den Testreferenzjahren ähnlich den Erwartungswerten an der EAP sind.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die langjährige Windrichtungsverteilung aus den Testreferenzjahren für die EAP zum Vergleich mit der hier modellierten Erwartungsverteilung in Abbildung 11.

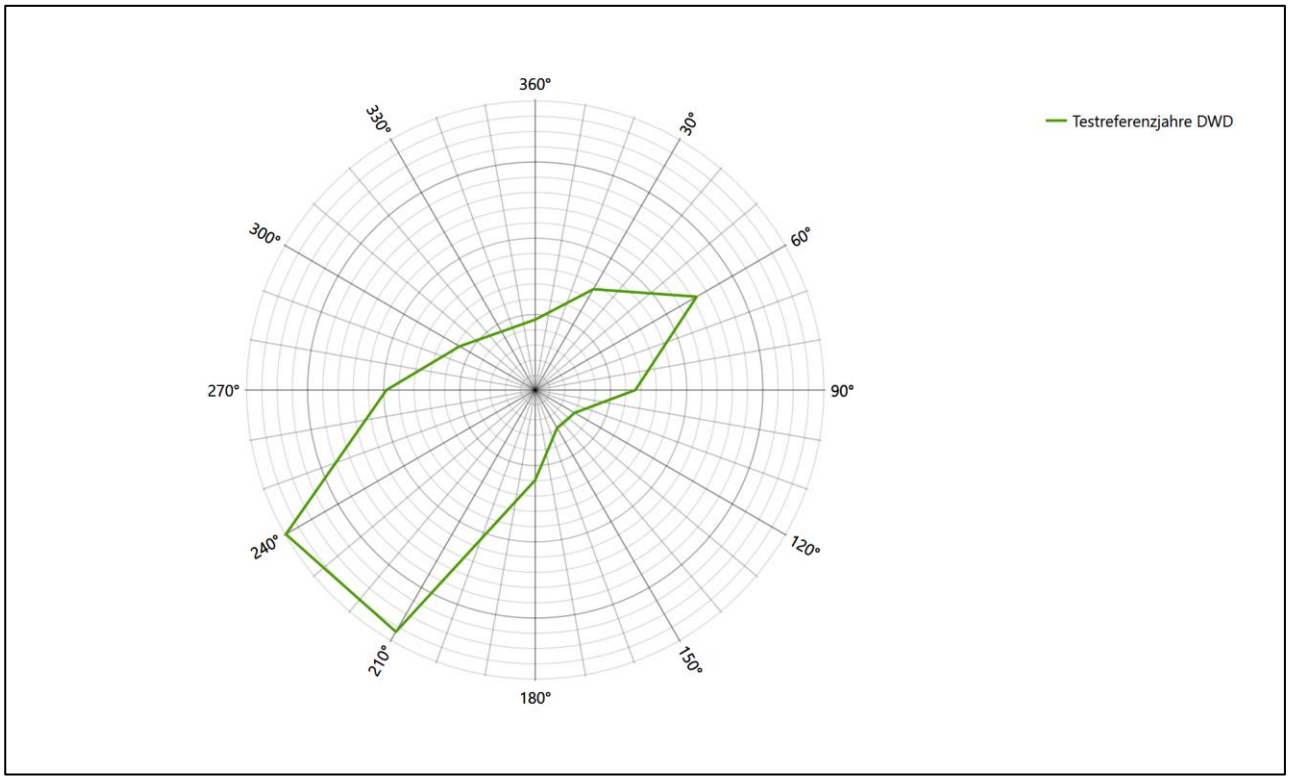


Abbildung 13: Langjährige Windrichtungsverteilung aus den Testreferenzjahren des Deutschen Wetterdienstes für die EAP

Beide Modellierungsergebnisse liefern übereinstimmend das formale Hauptmaximum aus 240° und ein Nebenmaximum aus Ostnordost. Davon abgesehen ist die diagnostische Verteilung jedoch merklich rundlicher, streut wesentlich breiter und zeigt deutlich weniger Struktur als das TRY-Ergebnis. Diese breite Streuung ist in Ansehung der hier sehr unterschiedlichen Richtungsverteilungen der umliegenden Windstationen, die dem diagnostischen Verfahren als Eingangsdaten dienen, erfahrungsgemäß ein starkes Indiz für einen

Mittelungseffekt disparater interner Teilergebnisse.[1] Demgegenüber ist das TRY-Ergebnis im Richtungsurteil sehr viel entschiedener und aussagekräftiger. Daher wird im Weiteren das TRY-Ergebnis als die beste Schätzung der an der EAP zu erwartenden Richtungsverteilung zu Grunde gelegt.

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

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

Station	Richtungsmaximum [°]	mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	Schwachwindhäufigkeit [%]	Rauigkeitslänge [m]
EAP	240	3.89	7.2	0.23
Harburg	300	3.74	3.0	0.25
Augsburg	240	2.98	9.5	0.15
Ulm	210	3.20	2.7	0.53
Lechfeld	210	3.65	3.8	0.42
Stötten	270	4.58	0.9	0.27
Günzburg	240	2,60	----	0,16

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 12,7 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 0,23 m umgerechnet. Auch die Modellrechnung für die EAP bezog sich auf diese Höhe. Die Schwachwindhäufigkeit ergibt sich aus der Anzahl von (höhenkorrigierten bzw. berechneten) Geschwindigkeitswerten kleiner oder gleich 1,0 m/s.

Für das Gebiet um jede Bezugswindstation wurde in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [6] eine aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge ermittelt. Die Ermittlung der Rauigkeit der Umgebung eines Standorts soll nach Möglichkeit auf der Basis von Windmessdaten durch Auswertung der mittleren Windgeschwindigkeit und der Schubspannungsgeschwindigkeit geschehen. An Stationen des Messnetzes des DWD und von anderen Anbietern (beispielsweise MeteoGroup) wird als Turbulenzinformation in der Regel jedoch nicht die Schubspannungsgeschwindigkeit, sondern die Standardabweichung der Windgeschwindigkeit in Strömungsrichtung bzw. die Maximalböe gemessen und archiviert. Derzeit wird vom DWD sukzessive ein Verfahren zur Bestimmung der Rauigkeit um die Messstationen eingeführt.

Bis dieser Vorgang abgeschlossen ist und vergleichbare Daten für alle Stationen flächendeckend zur Verfügung stehen, wird auf eine alternative Vorgehensweise nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 zurückgegriffen. Diese ist anzuwenden, wenn zur Bestimmung der Rauigkeit keine zusätzlichen Turbulenzinformationen verwendet werden. Dabei wird die Rauigkeit für die in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 (Tabelle 3) tabellierten Werte anhand der Flächennutzung sektorenweise in Entfernungsabständen von 100 m bis zu einer Maxi-

[1] Das diagnostische Modell nimmt die gemessenen Werte von etwa 15 Windstationen, die der EAP nächstbenachbart liegen, als Eingangsdaten und überträgt die Windverhältnisse unter Einberechnung der Orographie auf den Ort der EAP. An der EAP werden die 15 Übertragungsergebnisse dann überlagert, gewichtet mit dem Abstandsquadrat. Im Ideal sollte jeder Übertragungsweg, egal, bei welcher Station gestartet wird, an der EAP eine identische Windverteilung liefern. Praktisch ist das aber nie der Fall, weil die Windverhältnisse nie derart vollständig auf die orographischen Bedingungen zurückgeführt werden können. Sind die Eingangsdaten sehr disparat oder enthalten hochgewichtete Ausreißer, werden an der EAP noch immer recht unterschiedliche Verteilungen überlagert mit dem Effekt einer Ausmittelung und Verschmierung.

malentfernung von 3000 m bestimmt und mit der Windrichtungshäufigkeit für diesen Sektor (10° Breite) gewichtet gemittelt. Dabei ergeben sich die Werte, die in Tabelle 4 für jede Bezugswindstation angegeben sind.

4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen

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

Für die EAP liegt gemäß Abbildung 12 das formale Windrichtungsmaximum bei 240°, wobei die Hauptwindrichtung mit nahezu derselben Intensität sich noch bis 210° erstreckt und die Verteilung einer Achse von Südwest nach Nordost folgt. Ein deutliches Nebenmaximum zeichnet sich aus nordöstlicher Richtung ab. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

Laupheim trifft das formale Hauptmaximum der EAP genau und auch die bis 210° reichende Hauptwindrichtung und besitzt zudem auch das nordöstliche Nebenmaximum. Es ist eine gute Übereinstimmung.

Lechfeld weicht mit seinem Hauptmaximum bei 210° um 30° von dem der EAP ab, bildet die Hauptwindrichtung der EAP insgesamt aber noch befriedigen ab, und repräsentiert auch gut das nordöstliche Nebenmaximum. Die Übereinstimmung wird als befriedigend gewertet.

Ulm repräsentiert wie Lechfeld EAP-Hauptwindrichtung befriedigend, zeigt im Nebenmaximum aber größere Differenzen, insofern hier das Sekundärmaximum aus 330° kommt und aus Nordosten nur ein tertiäres Maximum. Ulm wird daher etwas schlechter, nur noch als ausreichend eingestuft.

Augsburg liegt mit seinem scharfen Hauptmaximum aus 240° zwar genau auf dem formalen Maximum der EAP, die fast gleichstarken 210°-Komponenten der EAP sind aber bereits deutlich unterpräsentiert. Das nordöstliche Nebenmaximum ist gegenüber der EAP etwas zu breit ausgebildet, störender aber das ausgeprägte und auffällige weitere Nebenmaximum aus 150°, das sich bei der EAP nicht findet und weshalb auch Augsburg nur noch ein „ausreichend“ zuerkannt werden kann.

Stötten liegt mit seinem Hauptmaximum aus 270° zwar nur 30° neben dem formalen EAP-Maximum, die bis 210° erstreckte EAP-Hauptwindrichtung wird praktisch aber nicht mehr repräsentiert, die Stöttener Achse weicht effektiv um mehr als 30° von der Achse der EAP-Verteilung ab. Gleiches gilt für das ostsüdöstliche Nebenmaximum. Stötten scheidet für eine Übertragung aus.

Somit ist aus Sicht der Windrichtungsverteilung die Station Günzburg gut für eine Übertragung geeignet. Lechfeld stimmt befriedigend, Augsburg und Ulm stimmen noch ausreichend mit der EAP überein. Stötten ist für eine Übertragung nicht geeignet.

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

Tabelle 5: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Günzburg	++++
Lechfeld	+++
Augsburg	++
Ulm	++
Stötten	-

4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen

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

Einen Erwartungswert für die mittlere Geschwindigkeit an der EAP liefert neben dem diagnostischen Modell und dem TRY-Modell auch noch das Statistische Windfeldmodell (SWM) des Deutschen Wetterdienstes.

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

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

Für die EAP werden in 12,7 m Höhe von den drei hier herangezogenen Modellen folgende mittleren Windgeschwindigkeiten erwartet:

Tabelle 6: EAP-Geschwindigkeiten verschiedener Modelle

Modell	Geschwindigkeit [m/s]
diagnostisch	3,89
TRY	3,35
SWM	3,21
Mittelwert	3,48

Allen drei Modellen wird in diesem Aspekt gleiches Gewicht beigemessen, weshalb als beste Schätzung der mittleren Windgeschwindigkeit an der EAP im Weiteren der Mittelwert 3,5 m/s zu Grunde gelegt wird.

Dem kommen die Werte von Augsburg, Ulm und Lechfeld mit 3 m/s, 3,2 m/s bzw. 3,6 m/s (auch wieder bezogen auf 12,7 m Höhe und die EAP-Rauigkeit von 0,23 m) sehr nahe. Sie zeigen eine Abweichung von nicht mehr als ± 0,5 m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Stötten liegt mit einem Wert von 2,6 m/s noch innerhalb einer Abweichung von ± 1,0 m/s, was noch eine ausreichende Übereinstimmung darstellt.

Die Station Stötten liegt mit 4,6 m/s deutlich höher und außerhalb von ± 1,0 m/s Abweichung und ist nicht mehr als übereinstimmend anzusehen.

Aus Sicht der Windgeschwindigkeitsverteilung sind also Augsburg, Ulm und Lechfeld gut für eine Übertragung geeignet. Günzburg zeigt eine noch ausreichende Übereinstimmung. Stötten 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 7: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Augsburg	++
Ulm	++
Lechfeld	++
Günzburg	+
Stötten	-

4.6 Auswahl der Bezugswindstation

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

Tabelle 8: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen

Bezugswindstation	Bewertung gesamt	Bewertung Richtungsverteilung	Bewertung Geschwindigkeitsverteilung
Günzburg	+++++	++++	+
Lechfeld	+++++	+++	++
Augsburg	++++	++	++
Ulm	++++	++	++
Stötten	-	-	-

In der zweiten Spalte ist eine Gesamtbewertung dargestellt, die sich als Zusammenfassung der Kennungen von Richtungsverteilung und Geschwindigkeitsverteilung ergibt. Der Sachverhalt, dass die Übereinstim-

mung 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 Günzburg und Lechfeld nach den bisherigen Kriterien eine gleich gute Eignung zur Übertragbarkeit befunden wurde, d.h. soweit bisher Windrichtungsverteilung und mittlere Windgeschwindigkeit berücksichtigt wurden.

Für Günzburg sprechen hier gleich drei Punkte:

1. Wird die aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge an den Bezugswindstationen mit dem Wert an der EAP (0,23 m) verglichen, so kommt es bei der Station Günzburg (0,16 m) zur besseren Übereinstimmung als bei Lechfeld (0,42 m).
2. Günzburg ist mit nur 13,5 km Abstand geografisch näher an der EAP gelegen als Lechfeld mit 46,4 km, und liegt auch im selben Naturraum (Donauried) wie die EAP.
3. Günzburg stellt mit seiner geringeren Durchschnittsgeschwindigkeit für eine Ausbreitungsrechnung die konservativere Wahl dar.

Andere Kriterien, die einer Eignung dieser Station entgegenstehen könnten, sind nicht bekannt.

Günzburg wird demzufolge für eine Übertragung ausgewählt.

5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation

Die zur Übertragung ausgewählte Station Günzburg befindet sich am nördlichen Rand der Stadt Günzburg. Die Lage der Station in Bayern ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

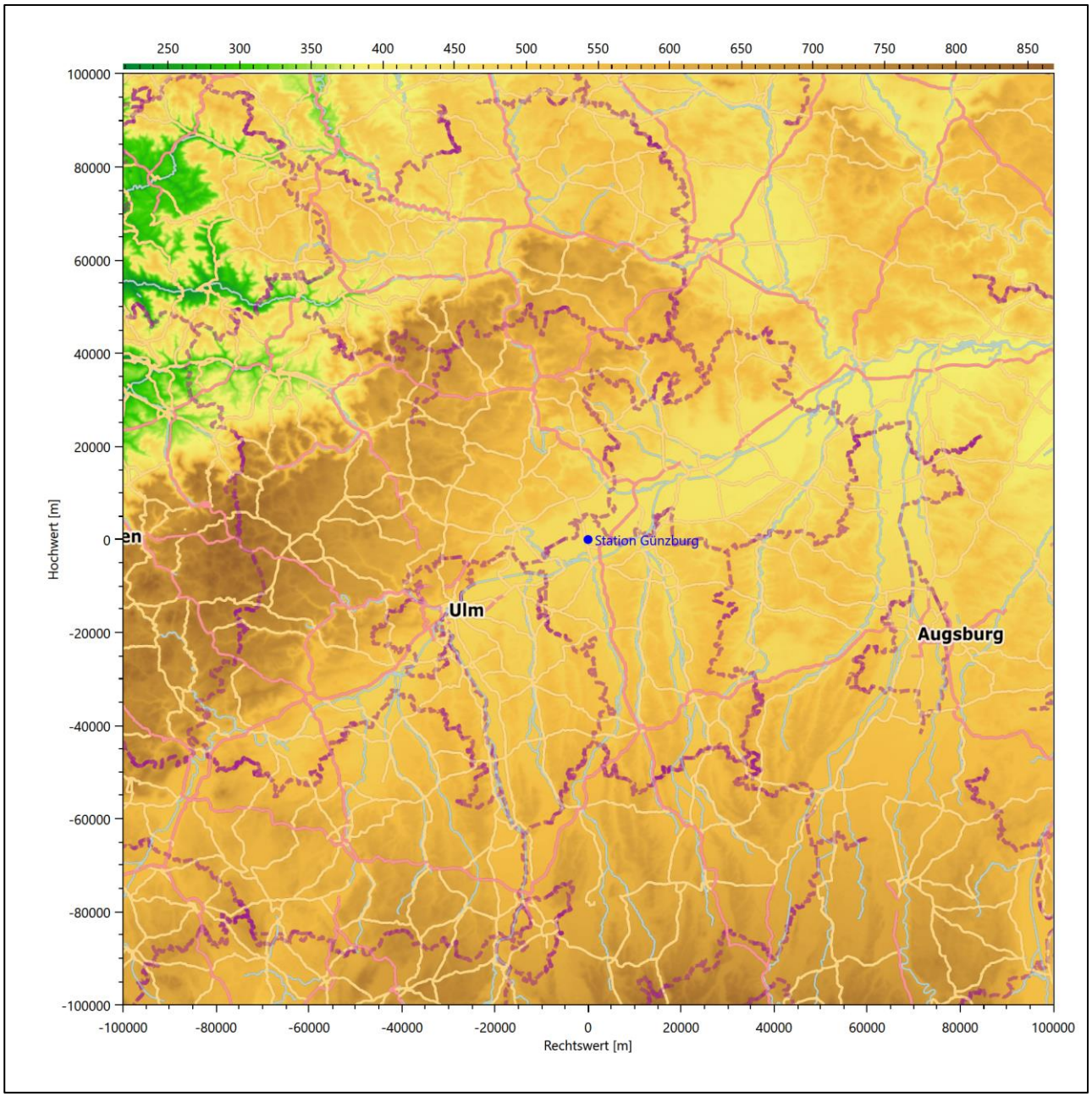


Abbildung 14: Lage der ausgewählten Station

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 444 m über NHN. Der Windgeber war während des hier untersuchten Zeitraumes in einer Höhe von 10 m angebracht.

Tabelle 9: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	10,2607°
Geographische Breite:	48,4878°

Die Umgebung der Station ist durch eine im Wesentlichen landwirtschaftliche Landnutzung geprägt. Landwirtschaftliche Flächen wechseln sich mit locker bebauten Siedlungsgebieten ab, außerdem mit kleineren bewaldeten Arealen und kleinen Standgewässern (z. B. Mooswald-Seen).

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

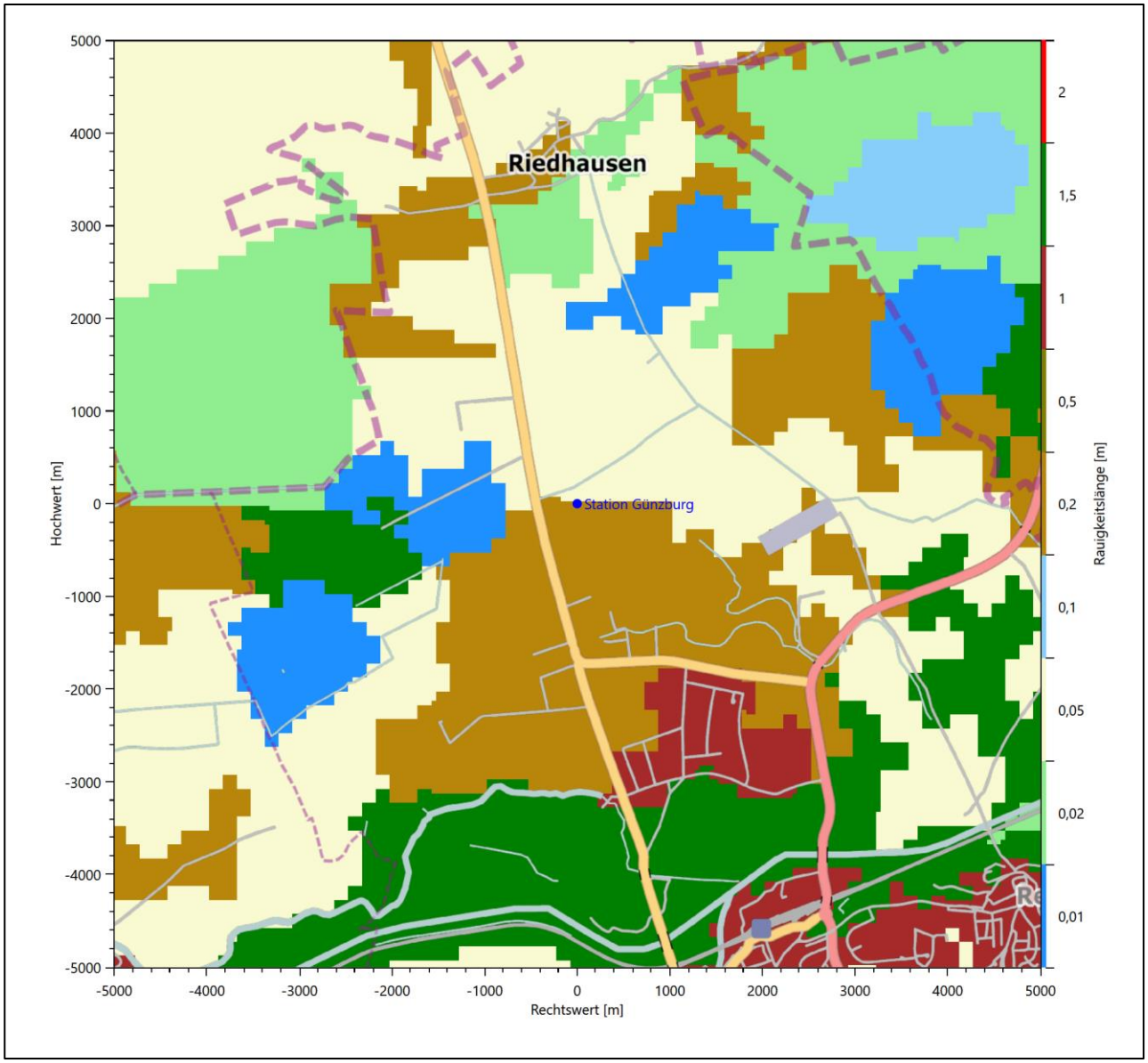


Abbildung 15: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der Station nach CORINE-Datenbank

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

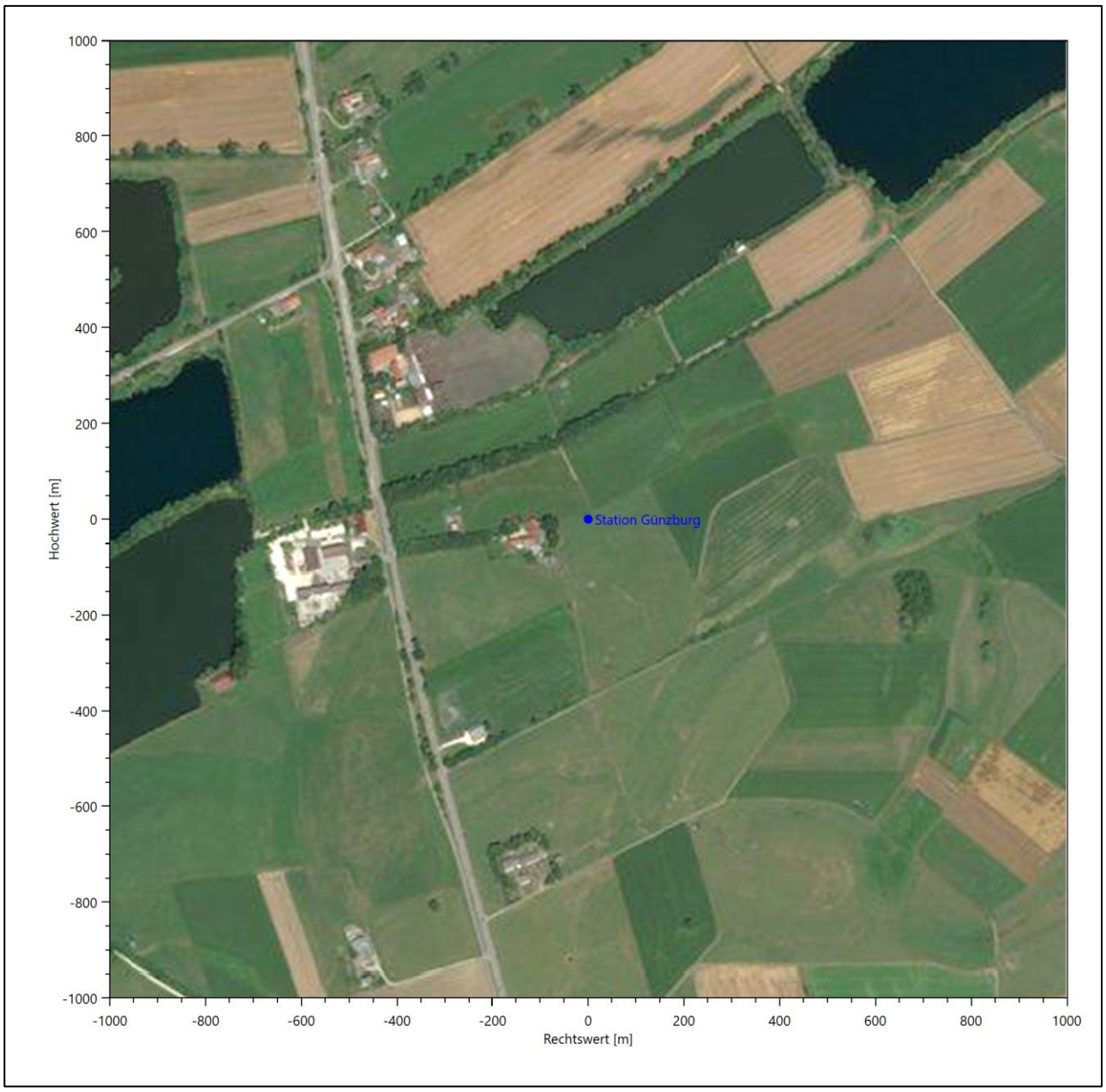


Abbildung 16: Luftbild mit der Umgebung der Messstation

Orographisch ist das unmittelbare Umgebungsgelände nur schwach gegliedert. Die Station liegt im ebenen und flachen Terrain des Donaurieds. Es ist von allen Richtungen eine ungestörte Anströmung möglich. Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

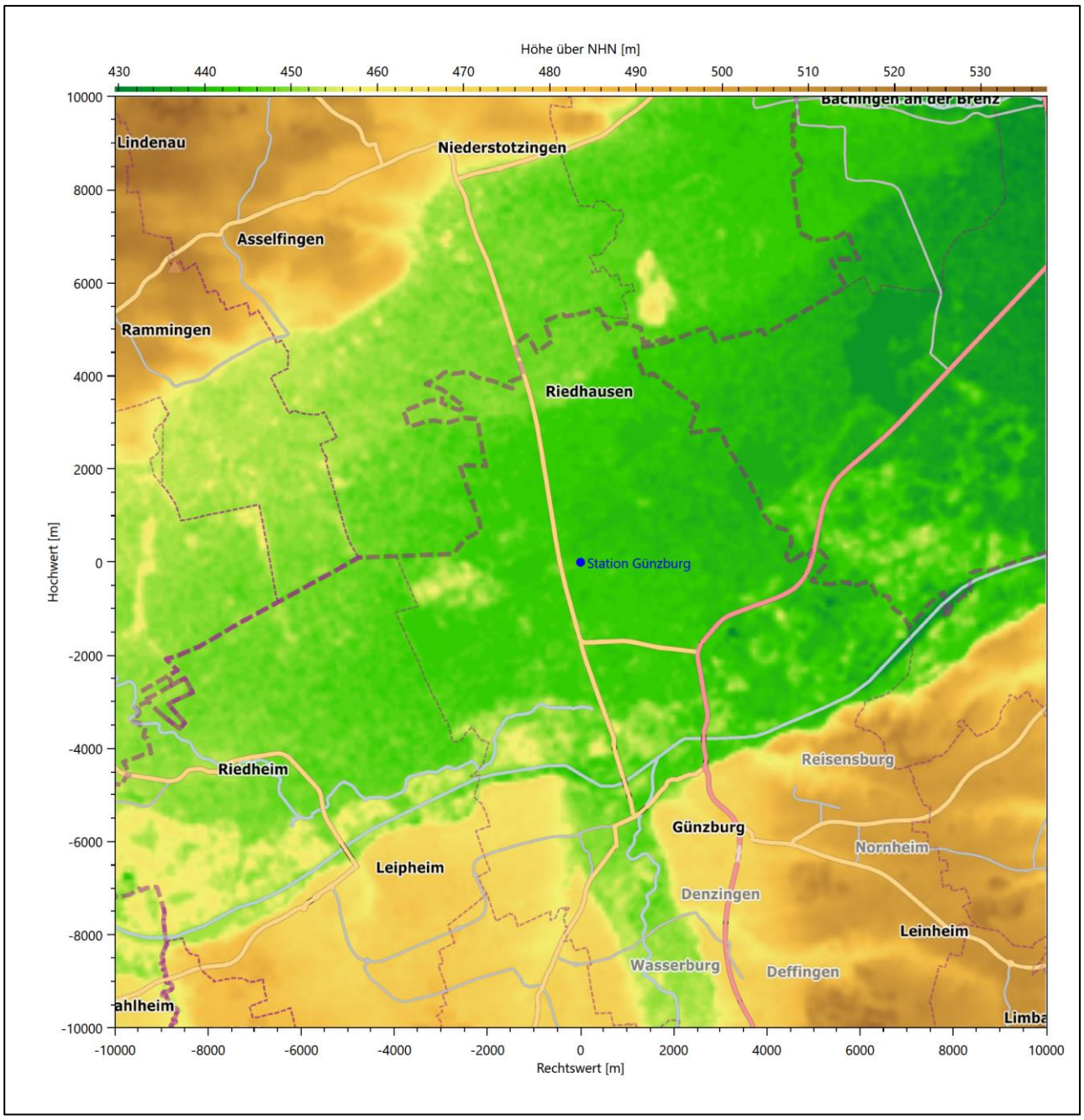


Abbildung 17: Orographie um den Standort der Wetterstation

6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres

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

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

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

6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums

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

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

Eine analoge Prüfung wird anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung durchgeführt, wobei eine Aufteilung auf die Geschwindigkeitsklassen der TA Luft, Anhang 3, Tabelle 18 [10] erfolgt. Schließlich wird auch die Verteilung der Ausbreitungsklassen im zeitlichen Verlauf über den Gesamtzeitraum untersucht.

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

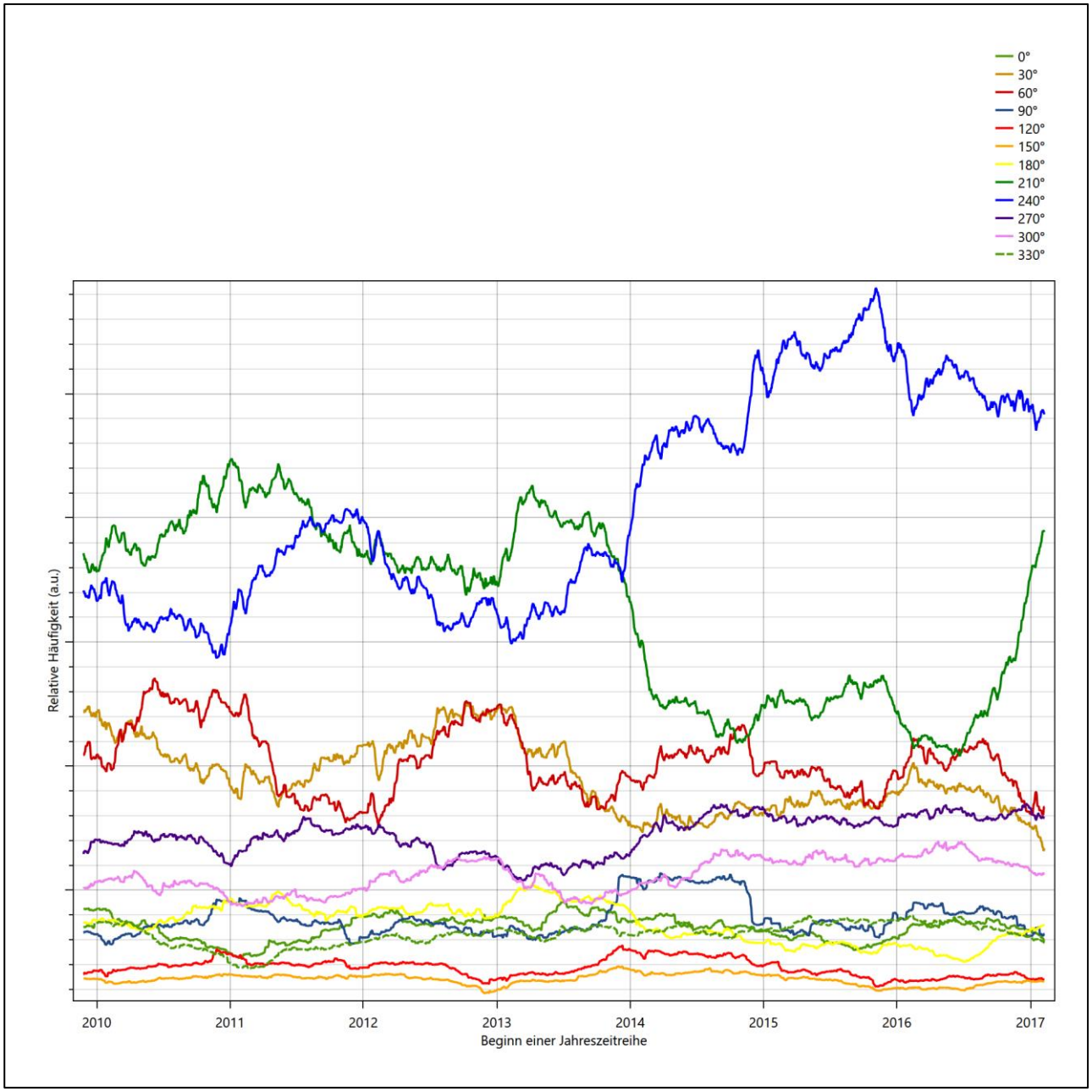


Abbildung 18: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung

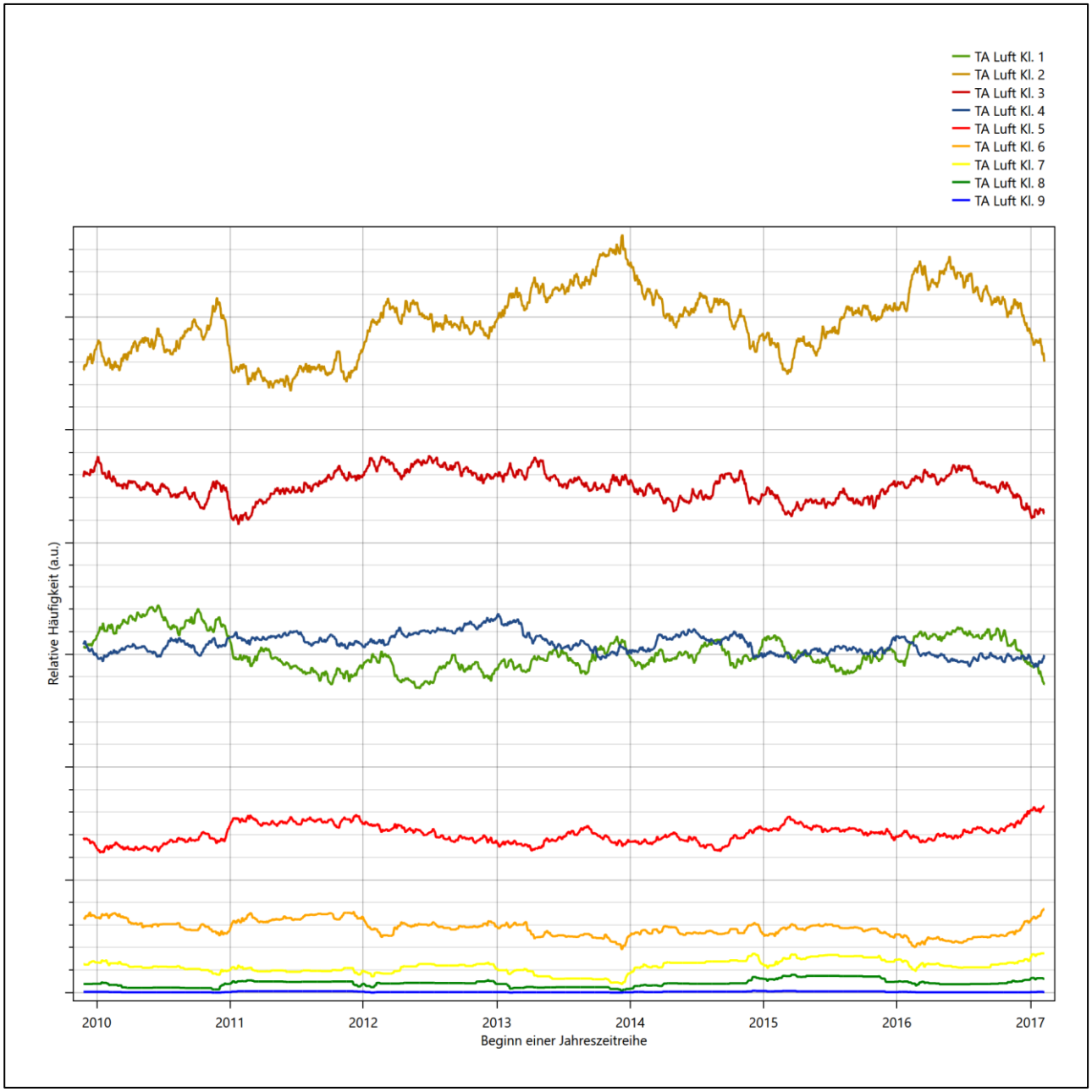


Abbildung 19: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung

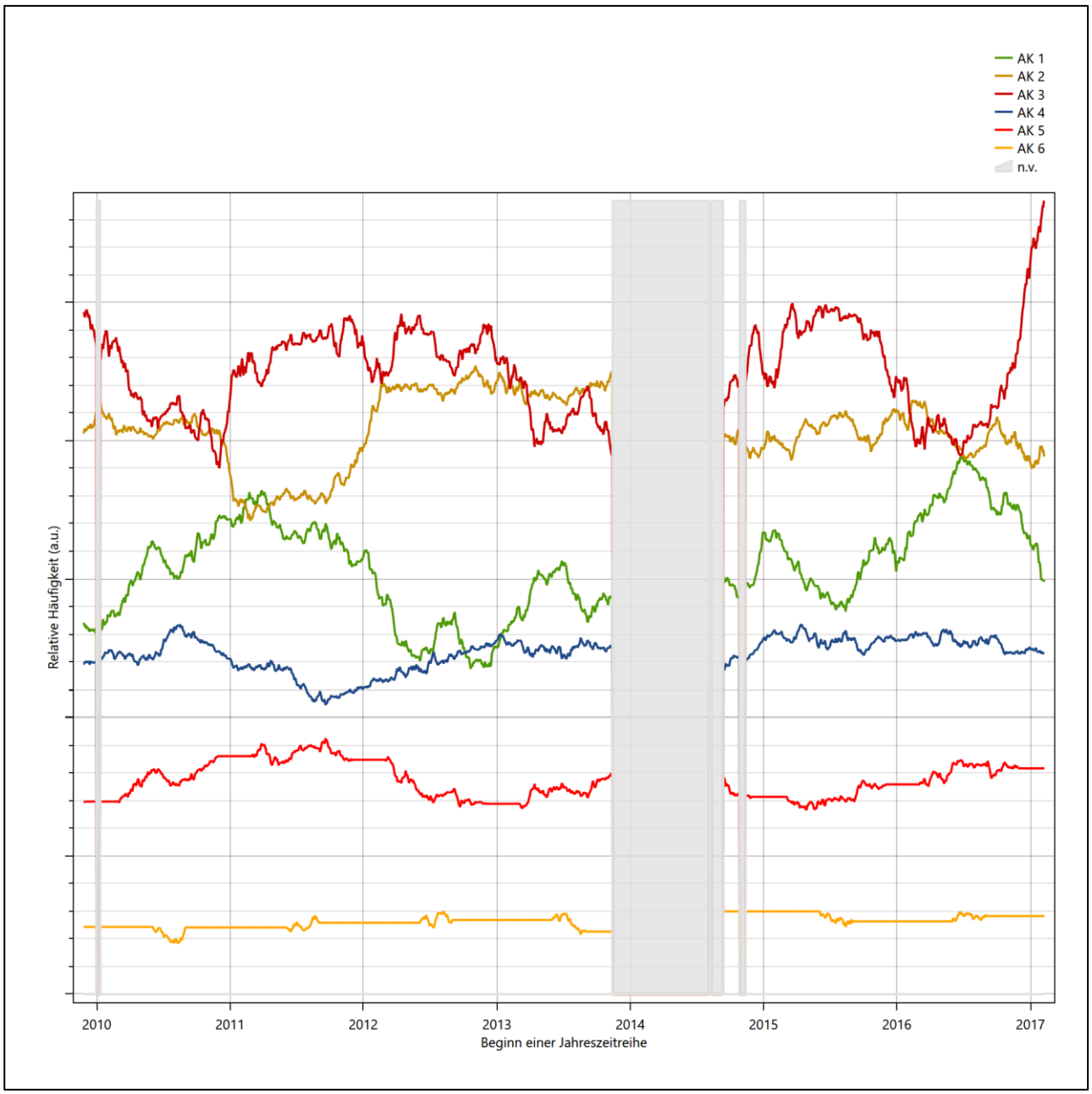


Abbildung 20: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 26.11.2009 bis zum 08.02.2018 verwendet.

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

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

Dabei werden nur die Zeitpunkte graphisch dargestellt, für die sich in Kombination mit Messungen der Bedeckung eine Jahreszeitreihe bilden lässt, die mindestens eine Verfügbarkeit von 90 % hat. 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 01.01.2012, was als Beginn des repräsentativen Jahres angesehen werden kann. Die repräsentative Jahreszeitreihe läuft dann bis zum 31.12.2012.

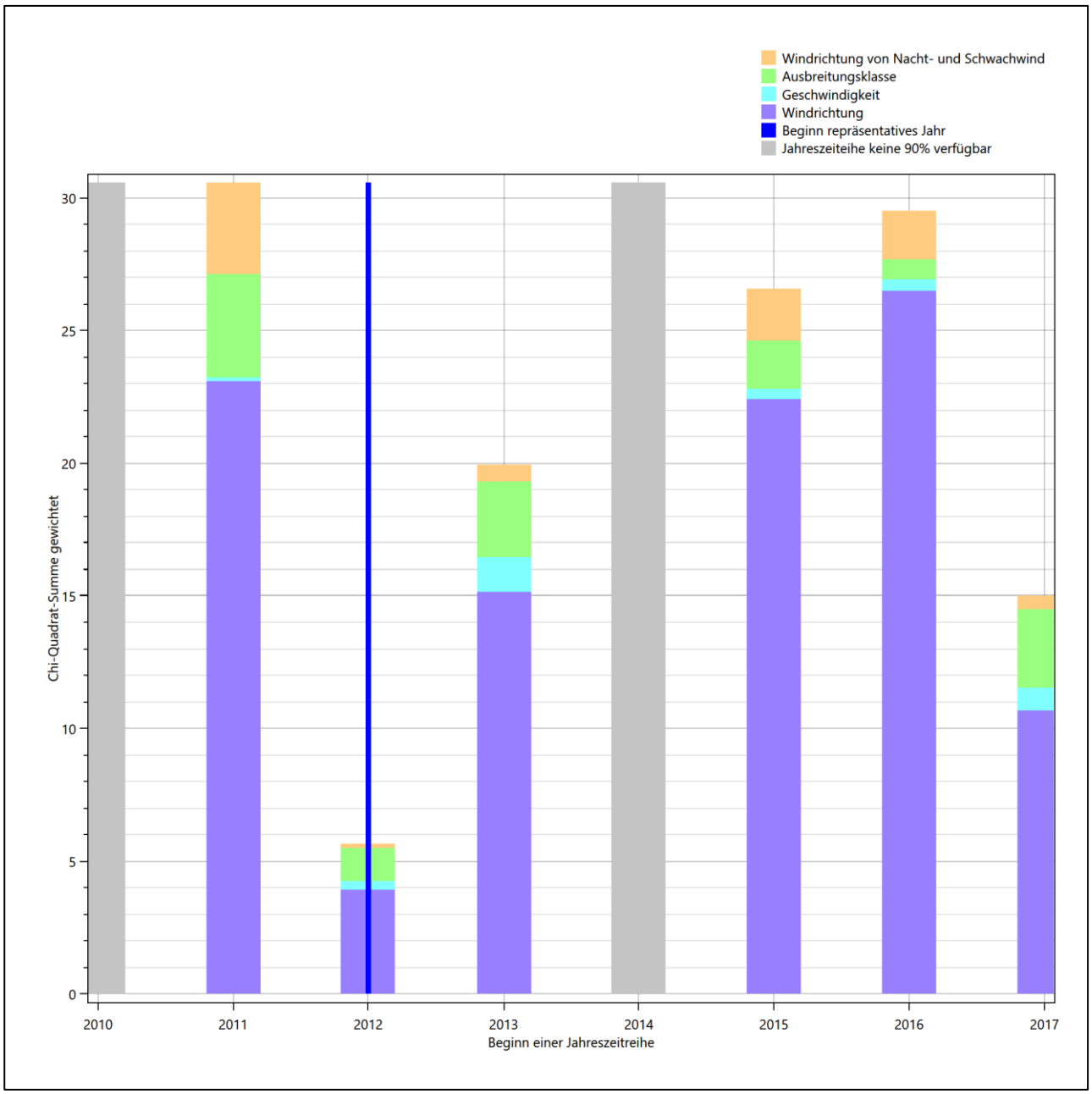


Abbildung 21: Gewichtete χ^2-Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

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

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

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

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

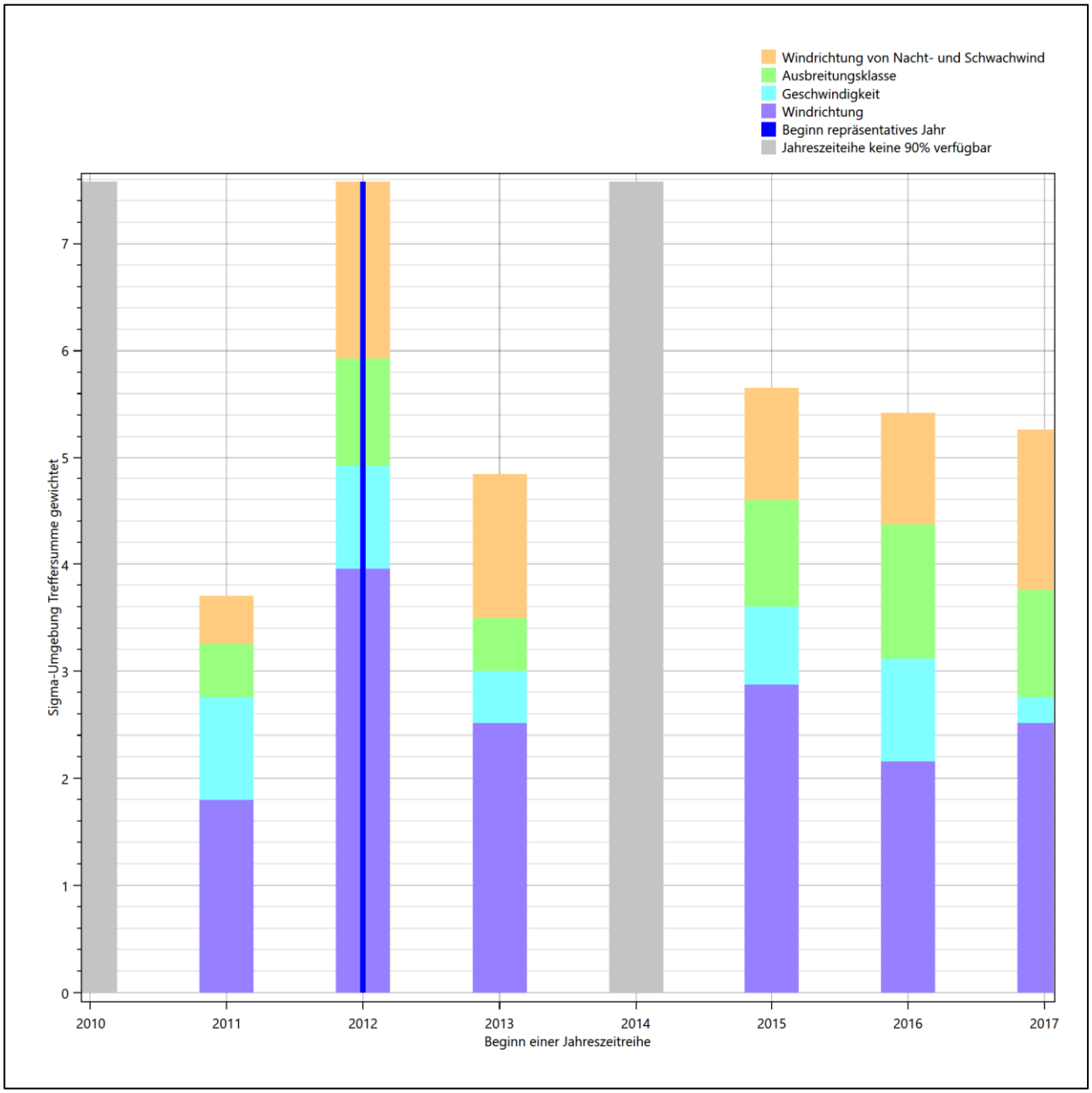


Abbildung 22: Gewichtete σ-Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Erfahrungsgemäß wird für das aus dem χ^2-Test gefundene repräsentative Jahr vom 01.01.2012 bis zum 31.12.2012 nicht auch immer mit dem Maximum der gewichteten σ-Umgebung-Treffersumme zusammen-

fallen. Im vorliegenden Fall lässt sich jedoch für das repräsentative Jahr feststellen, dass alle 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 01.01.2012 bis zum 31.12.2012. 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.

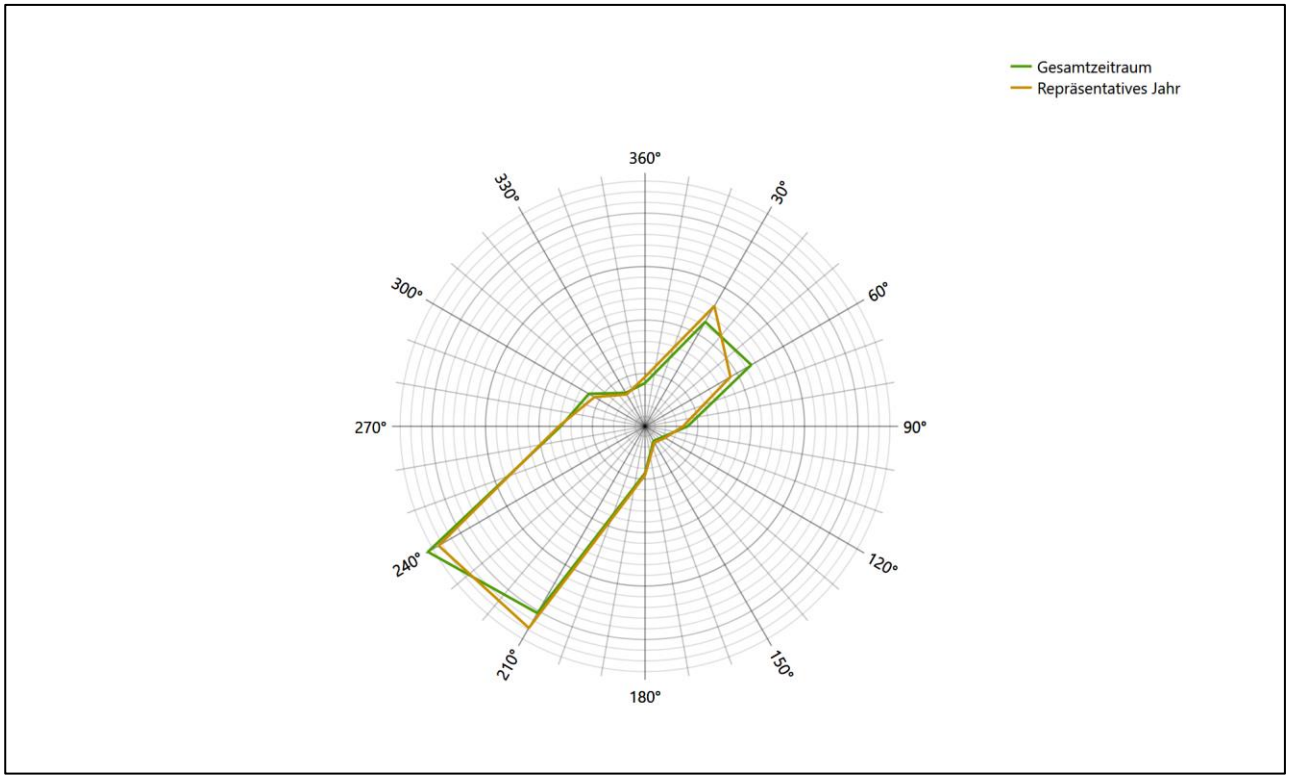


Abbildung 23: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

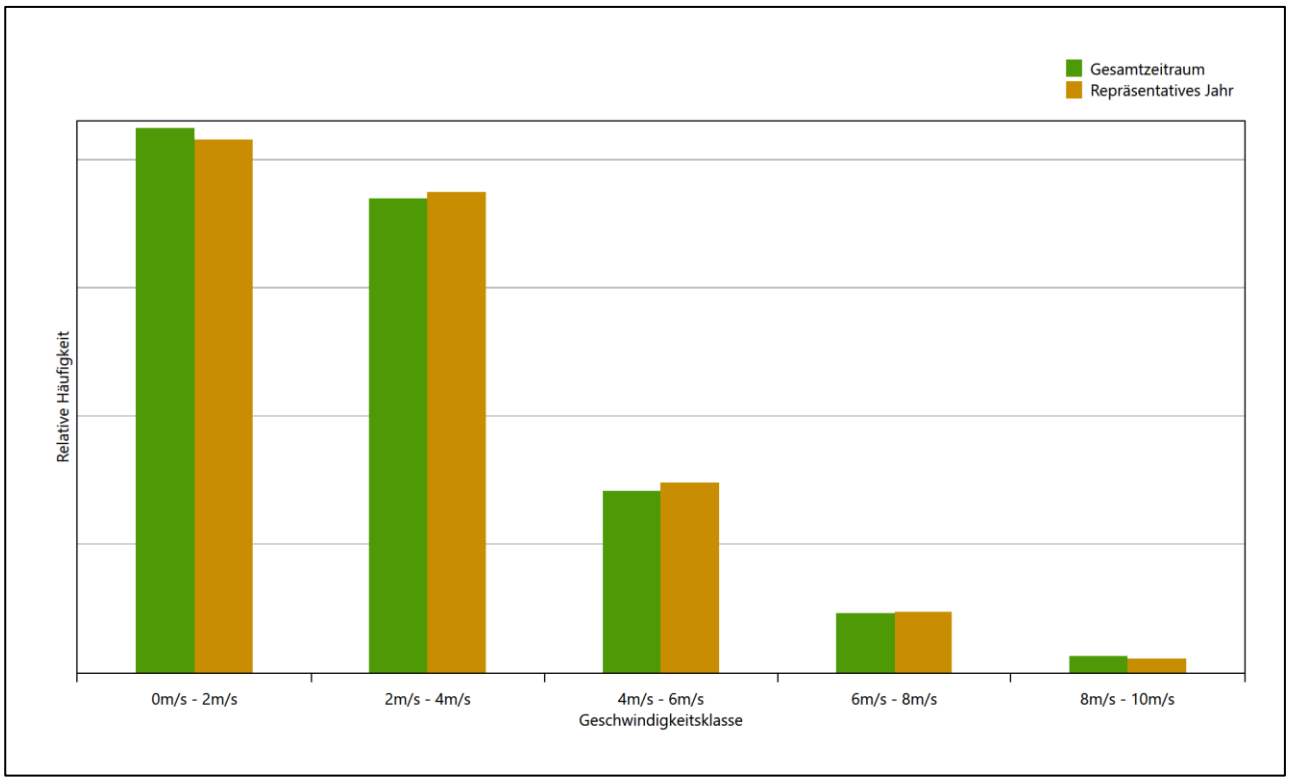


Abbildung 24: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

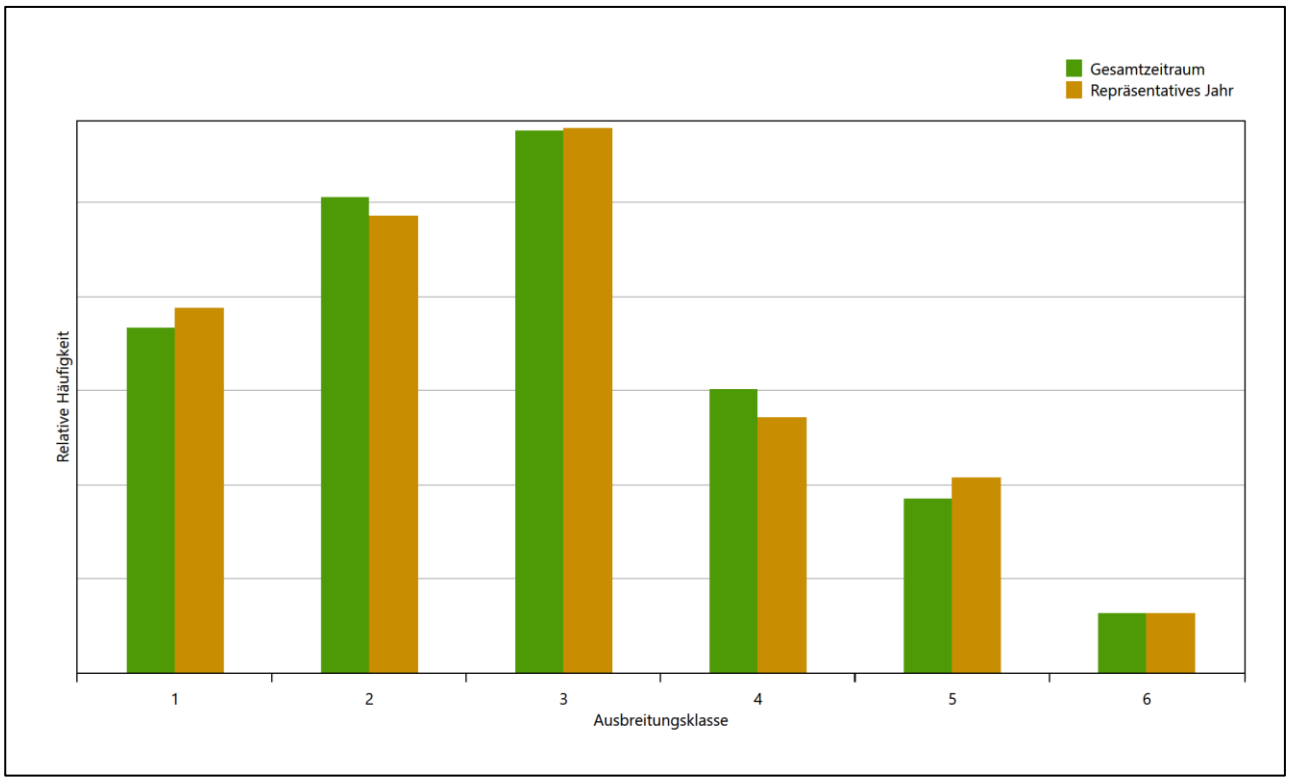


Abbildung 25: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

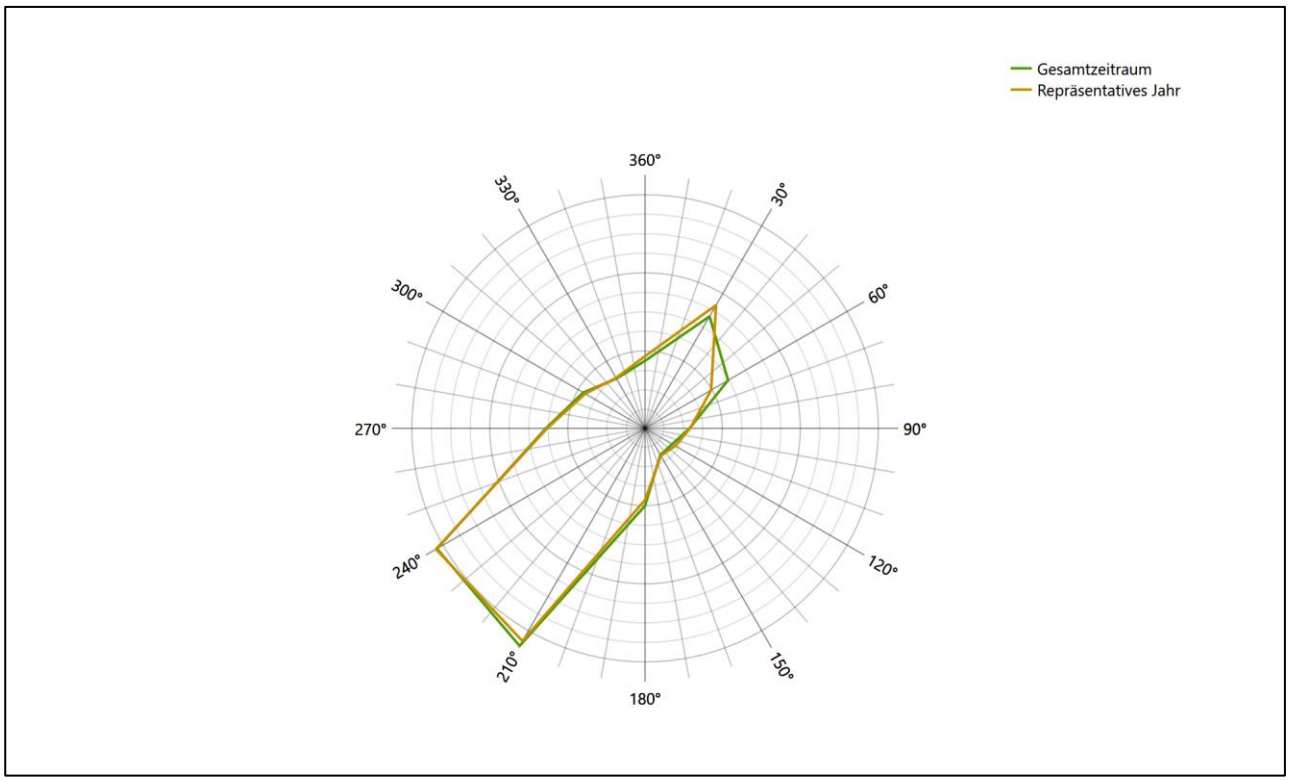


Abbildung 26: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

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 01.01.2012 bis zum 31.12.2012 ein repräsentatives Jahr für die Station Günzburg im betrachteten Gesamtzeitraum vom 26.11.2009 bis zum 08.02.2018 ist.

7 Beschreibung der Datensätze

7.1 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse

Die für Ausbreitungsrechnungen notwendigen Informationen zur Anpassung der Windgeschwindigkeiten an die unterschiedlichen mittleren aerodynamischen Rauigkeiten zwischen der Windmessung (Station Günzburg) 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 Günzburg wurde über ein Gebiet mit Radius von 3 km um die Station ermittelt, wobei für jede Anströmrichtung die Rauigkeit im zugehörigen Sektor mit der relativen Häufigkeit der Anströmung aus diesem Sektor gewichtet wurde. Für Günzburg ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 26.11.2009 bis zum 08.02.2018 einen Wert von 0,16 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 Günzburg

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	4,0	4,3	6,2	8,2	11,0	16,6	23,3	28,7	33,5

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

7.2 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Günzburg für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bedeckung wurde eine Ausbreitungsklassenzeitreihe gemäß den Vorgaben der TA Luft in Anhang 3 Ziffer 8 [10] erstellt. Die gemessenen meteorologischen Daten werden als Stundenmittel angegeben, wobei die Windgeschwindigkeit vektoriell gemittelt wird. Die Verfügbarkeit der Daten soll nach TA Luft mindestens 90 % der Jahresstunden betragen. Im vorliegenden Fall wurde eine Verfügbarkeit von 98 % bezogen auf das repräsentative Jahr vom 01.01.2012 bis zum 31.12.2012 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 10 wurden im Dateikopf hinterlegt.

7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag

Das Programmsystem AUSTAL 2000N ist eine erweiterte Umsetzung des Referenzmodells AUSTAL 2000 nach Anhang 3 der TA Luft. Neben der trockenen Deposition kann mit AUSTAL 2000N auch nasse Deposition berücksichtigt werden. Voraussetzung dafür ist ein meteorologischer Datensatz, der Informationen zur Niederschlagsintensität enthält. Das Standardformat AKTERM wurde zu diesem Zweck erweitert, um eine Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlagsinformationen in zwei zusätzlichen Datenspalten unterzubringen.

Für den vorliegenden Fall wurde eine solche Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag erzeugt. Die stündliche Niederschlagsmenge wurde dabei von der Station Günzburg übernommen, von der auch die Winddaten als übertragbar befunden wurden.

Diese Variante wurde gewählt, da derzeit noch keine hochaufgelösten Niederschlagsdaten zur Verfügung stehen.

Ziel des Projektes RESTNI (Regionalisierung stündlicher Niederschläge zur Modellierung der nassen Deposition) an der Leibniz Universität Hannover ist es derzeit, nach einem einheitlichen, objektiven und transparenten Verfahren vergleichbare Niederschlagsdaten für eine bundeseinheitliche Bemessungspraxis zur Ermittlung der nassen Deposition bereit zu stellen. Ausgangspunkt ist die bisherige Bemessungspraxis. Diese verwendet meteorologische Daten von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der atmosphärischen Schichtung. Die Bereitstellung der zuvor genannten Daten, sowie der für die nasse Deposition maßgebenden Größe Niederschlag, soll flächendeckend für die Pilotregion Niedersachsen erfolgen. Hierfür soll eine hoch aufgelöste Regionalisierung der Variablen mittels geostatistischer Interpolationsmethoden durchgeführt werden.

Bis zur Bereitstellung solcher Daten muss mit dem Kompromiss gearbeitet werden, dass Niederschlagsdaten von einer meteorologischen Messstation übertragen werden. Im vorliegenden Fall ist dies aber durchaus machbar, denn das Untersuchungsgebiet und die Messstation für die Niederschlagsdaten liegen nahe beieinander (13,5 km entfernt) und liegen in einer meteorologisch recht homogenen Region. Von Vorteil ist, dass die Niederschlagsdaten stundengenau synchron zu den Winddaten vorliegen, damit passen Ereignisse mit Niederschlägen und damit verbundenen Windspitzen zeitlich gut zusammen.

Für den Zeitraum der bereitgestellten Ausbreitungsklassenzeitreihe vom 01.01.2012 bis zum 31.12.2012 beträgt die gesamte Niederschlagsmenge 765,3 mm (hochgerechnet auf eine Verfügbarkeit von 100 %). In den letzten zehn Jahren betrug die gesamte Niederschlagsmenge pro Jahr 703,2 mm (ebenfalls hochgerechnet auf eine Verfügbarkeit von 100 %). Um für die Jahreszeitreihe eine langjährige zeitliche Repräsentativität zu gewährleisten, wird jede gemessene stündliche Niederschlagsmenge mit einem Skalierungsfaktor von 0,919 multipliziert. Damit wird erreicht, dass die bereitgestellte Jahreszeitreihe in Summe die gleiche Niederschlagsmenge wie der langfristige Durchschnitt (über zehn Jahre) aufweist, die Niederschlagsereignisse aber dennoch stundengenau angesetzt werden können.

Ansonsten gleicht die Ausbreitungsklasse mit Niederschlag der gewöhnlichen Ausbreitungsklassenzeitreihe, die hier im konkreten Fall in Abschnitt 7.2 beschrieben wurde.

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Übertragbarkeit der meteorologischen Daten von den Messstationen wurde für einen Aufpunkt etwa 3,0 km südöstlich des Standortes (Rechtswert: 4384992, Hochwert: 5374816) geprüft. Dieser Punkt wurde mit einem Rechenverfahren ermittelt und es empfiehlt sich, diesen Punkt auch als Ersatzanemometerposition bei der Ausbreitungsrechnung zu verwenden. Dadurch erhalten die meteorologischen Daten einen sachgerecht gewählten Ortsbezug im Rechengebiet der Ausbreitungsberechnung. Von der empfohlenen EAP kann abgewichen werden, wenn sich im Vorfeld der Ausbreitungsrechnung für das dabei verwendete Windfeld eine ähnlich gut geeignete Position finden lässt.

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

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

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

9 Zusammenfassung

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

Als Ersatzanemometerposition empfiehlt sich dabei ein Punkt mit den Gauß-Krüger-Koordinaten 4384992, 5374816.

Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Günzburg 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 26.11.2009 bis zum 08.02.2018 das Jahr vom 01.01.2012 bis zum 31.12.2012 ermittelt.

Frankenberg, am 01. Oktober 2018

Dipl.-Phys. Thomas Köhler
- Bearbeiter -

Dr. Hartmut Sbosny
- fachlich Verantwortlicher -

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		☒	1 / 5
	Lage der Anlage mit kartografischer Darstellung		☒	2.1 / 6
	Höhe der Quelle(n) über Grund und NHN		☒	1 / 5
	Angaben über Windmessstandorte verschiedener Messnetzbetreiber und über Windmessungen im Anlagenbereich		☒	4.2 / 14
	Besonderheiten der geplanten Vorgehensweise bei der Ausbreitungsrechnung	☒	☐	
5	**Angaben zu Bezugswindstationen**			
	Auswahl der Bezugswindstationen dokumentiert (Entfernungsangabe, gegebenenfalls Wegfall nicht geeigneter Stationen)		☒	4.2 / 14
	Für alle Stationen Höhe über NHN		☒	4.2 / 16
	Für alle Stationen Koordinaten		☒	4.2 / 16
	Für alle Stationen Windgeberhöhe		☒	4.2 / 16
	Für alle Stationen Messzeitraum und Datenverfügbarkeit		☒	4.2 / 16
	Für alle Stationen Messzeitraum zusammenhängend mindestens 5 Jahre lang		☒	4.2 / 16
	Für alle Stationen Beginn des Messzeitraums bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend		☒	4.2 / 16
	Für alle Stationen Rauigkeitslänge		☒	4.3 / 25
	Für alle Stationen Angaben zur Qualitätssicherung vorhanden		☒	4.2 / 14…20
	Lokale Besonderheiten einzelner Stationen	☐	☒	4.2 / 14…20
6	**Prüfung der Übertragbarkeit**			
6.2.1	Zielbereich bestimmt und Auswahl begründet	☐	☒	3.3 / 12
6.2.2	Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		☒	4.3 / 20…26
6.2.2	Erwartungswerte für Windgeschwindigkeitsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		☒	4.3 / 20…26
6.2.3.2	Messwerte der meteorologischen Datenbasis auf einheitliche Rauigkeitslänge und Höhe über Grund umgerechnet		☒	4.3 / 20…26
6.2.3.1	Abweichung zwischen erwartetem Richtungsmaximum und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit 30° verglichen		☒	4.4 / 26

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 $m \cdot s^{-1}$ verglichen		☒	4.5 / 27
6.1	Als Ergebnis die Übertragbarkeit der Daten einer Bezugswindstation anhand der geprüften Kriterien begründet (Regelfall) oder keine geeignete Bezugswindstation gefunden (Sonderfall)		☒	4.6 / 28
6.3	**Sonderfall**			
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Vorgehensweise und Modellansätze dokumentiert und deren Eignung begründet	☒	☐	
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Nachweis der räumlichen Repräsentativität der angepassten Daten	☒	☐	
6.4	**Repräsentatives Jahr**			
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Auswahlverfahren dokumentiert und dessen Eignung begründet	☐	☒	6.2 / 38
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Angabe, ob bei Auswahl auf ein Kalenderjahr abgestellt wird oder nicht (beliebiger Beginn der Jahreszeitreihe)	☐	☒	6.2 / 38
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Messzeitraum mindestens 5 Jahre lang und bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend	☐	☒	6.1 / 34
7.1	**Erstellung des Zieldatensatzes**			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		☒	7.1 / 46
	Bei Verwendung von Stabilitätsinformationen, die nicht an der Bezugswindstation gewonnen wurden: Herkunft der Stabilitätsinformationen dokumentiert und deren Eignung begründet	☐	☒	7.1 / 46
	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	☐	☒	8 / 48

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] 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.

[4] Lasat 3.3, „Ing.-Büro Janicke," 1998-2013. [Online]. Available: http://www.janicke.de/de/lasat.html.

[5] VDI 3783 Blatt 21 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung meteorolgischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL,* Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.

[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] Deutscher Wetterdienst, „Handbuch Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse," Offenbach, 2014.

[9] 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].

[10] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, *Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz,* vom 24. Juli 2002 (GMBl. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511); in aktueller Fassung.

[11] R. Petrich, „Praktische Erfahrungen bei der Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 (E)," *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft,* pp. 311 - 315, 07/08 2015.

[12] metSoft GbR, Dr. Klaus Bigalke, Dipl.-Ing. Matthias Rau, Dr. Christoph Winkler, „Meteorologische Software," [Online]. Available: http://www.metsoft.de/. [Zugriff am 2016].

[13] 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.

[14] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, „Synthetische Windstatistiken Baden-Württemberg Hinweise für Anwender," Februar 2007. [Online]. Available: http://www.metcon-umb.de/uploads/media/hinweise_fuer_anwender.pdf. [Zugriff am 13 02 2018].