

Schornsteinhöhenberechnung gemäß TA Luft 2021

**für ein geplantes Satelliten-BHKW
am Standort Dorfstraße 8 in 24363 Holtsee**
Gemarkung Holtsee, Flur 3, Flurstücke 35/30 und 72/16

Auftraggeber: Dujos Holtsee GmbH & Co. KG
Trömbek 2a
24363 Holtsee

Auftragsdatum: 22.05.2024

11.07.2025

Dr. Dorothee Holste

von der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein
öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige
für das Fachgebiet Emissionen und Immissionen

Kiewittsholm 15
24107 Ottendorf
Tel. 0431 / 585 68 91
Fax 0431 / 585 68 92
E-Mail: Holste.Gutachten@web.de

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Aufgabenstellung | 3 |
| 1.1 | Anlass der Gutachtenerstellung | 3 |
| 1.2 | Auftraggeber | 3 |
| 1.3 | Gutachterin | 4 |
| 1.4 | Art der Anlage | 4 |
| 1.5 | Ortsbesichtigung und Datenaufnahme | 4 |
| 2 | Beurteilungsgrundlagen | 5 |
| 2.1 | Schornsteinhöhenberechnung | 5 |
| 2.2 | Stickstoffdeposition | 6 |
| 3 | Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 5.5 TA Luft 2021 | 9 |
| 3.1 | Kriterien | 9 |
| 3.2 | Gebäudebedingte Schornsteinhöhe gemäß VDI-Richtlinie 3471 Blatt 4 | 9 |
| 3.3 | Emissionsbedingte Schornsteinhöhe | 12 |
| 3.4 | Berechnung eines Zuschlages für Bebauung und Bewuchs nach 5.5.2.3 TA Luft 2021 | 13 |
| 3.5 | Berechnung für hohe Einzelgebäude | 14 |
| 3.6 | Endergebnis | 15 |
| 4 | Ausbreitungsrechnung | 15 |
| 4.1 | Standort des Vorhabens und Beurteilungsgebiet | 16 |
| 4.2 | Parameter der Ausbreitungsrechnung | 18 |
| 4.3 | Meteorologische Eingangsdaten | 19 |
| 4.4 | Ergebnisse zu Geruchsmissionen | 23 |
| 4.5 | Ergebnisse zur Stickstoffdeposition | 24 |
| 5 | Abschließende Zusammenfassung | 26 |
| 5.1 | Anlass der Gutachtenerstellung | 26 |
| 5.2 | Schornsteinhöhe gemäß Nr. 5.5 TA Luft | 26 |
| 5.3 | Einhaltung des Kriteriums zu Geruchsmissionen | 27 |
| 5.4 | Stickstoffdeposition | 27 |
| 5.5 | Endergebnis | 27 |
| 6 | Verwendete Unterlagen | 28 |
| 6.1 | Projektbezogene Unterlagen | 28 |
| 6.2 | Hilfsmittel für die Ausbreitungsrechnung und die Schornsteinhöhenberechnung | 28 |
| 6.3 | Gesetze und Verordnungen | 28 |
| 6.4 | Literatur und technische Regelwerke | 28 |
| 7 | Anhang – Protokolldateien der Berechnungen | 30 |
| 7.1 | BESTAL (Emissionsbedingte Schornsteinbauhöhe) | 30 |
| 7.2 | AUSTAL | 33 |

1 Aufgabenstellung

1.1 Anlass der Gutachtenerstellung

Die Dujos Holtsee GmbH & Co. KG plant in 24363 am Standort Dorfstraße 8 (Teile aus den Flurstücken 35/30 und 72/16 der Gemarkung Holtsee) die Aufstellung eines Satelliten-BHKW mit 2.539 kW_{el}, bzw. 5.913 kW Feuerungswärmeleistung.

Das BHKW (mtu 20V4000 GS) soll mit Biogas betrieben werden. Neben dem BHKW-Gebäude ist die Aufstellung eines Wasserpufferspeichers vorgesehen.

Das BHKW wird in einem festen Gebäude aufgestellt und mit einem Oxidationskatalysator sowie einem SCR-Katalysator ausgerüstet.

Im Rahmen des Gutachtens ist die erforderliche Schornsteinbauhöhe nach den Vorgaben der TA Luft 2021 zu ermitteln.

Weiterhin ist zu prüfen, inwieweit das Vorhaben Stickstoffeinträge im Bereich empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme oder in FFH-Gebieten verursacht.

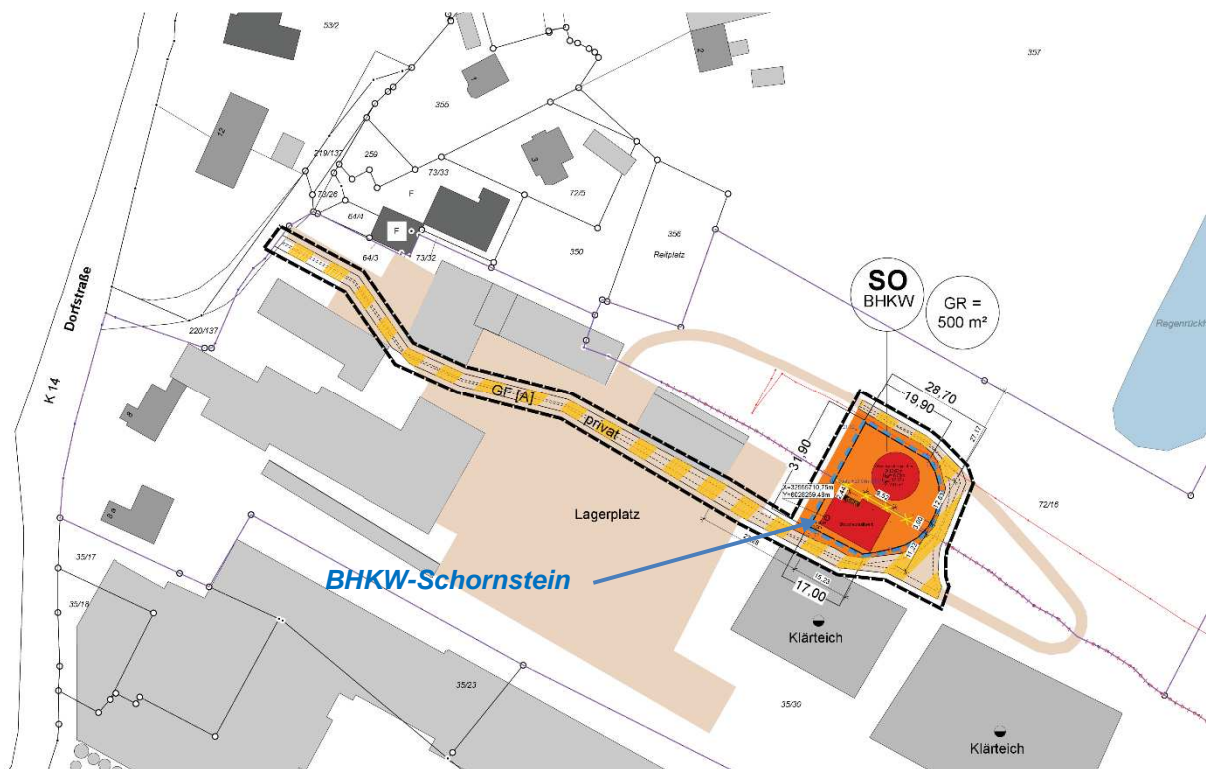


Abbildung 1: Lageplan genordnete Karte, Maßstab ca. 1 : 2.000
Karte: Dipl. – Ing. Yvonne Clausen, verkleinert

1.2 Auftraggeber

Dujos Holtsee GmbH & Co. KG
Trömbek 2a
24363 Holtsee

1.3 Gutachterin

Dr. Dorothee Holste
Kiewittsholm 15
24107 Ottendorf
Tel. 0431 / 585 68 91
Fax 0431 / 585 68 92
E-Mail: Holste.Gutachten@web.de

1.4 Art der Anlage

- mit Biogas betriebenes BHKW mit 5,913 MW Feuerungswärmeleistung
- genehmigungsbedürftig im Sinne des BImSchG
- Anlage nach Nr. 1.2.2.2 V der Anlage 1 zur 4. BImSchV

Anlagen zur Erzeugung von Strom, Dampf, Warmwasser, Prozesswärme oder erhitztem Abgas in einer Verbrennungseinrichtung (wie Kraftwerk, Heizkraftwerk, Heizwerk, Gasturbinenanlage, Verbrennungsmotoranlage, sonstige Feuerungsanlage), einschließlich zugehöriger Dampfkessel, ausgenommen Verbrennungsmotoranlagen für Bohranlagen und Notstromaggregate, durch den Einsatz von gasförmigen Brennstoffen (insbesondere Koksofengas, Grubengas, Stahlgas, Raffineriegas, Synthesegas, Erdölgas aus der Tertiärförderung von Erdöl, Klärgas, Biogas), ausgenommen naturbelassenem Erdgas, Flüssiggas, Gasen der öffentlichen Gasversorgung oder Wasserstoff, mit einer Feuerungswärmeleistung von

1 Megawatt bis weniger als 20 Megawatt, bei Verbrennungsmotoranlagen oder Gasturbinenanlagen

- Die Anlage fällt in den Anwendungsbereich der 44. BImSchV

1.5 Ortsbesichtigung und Datenaufnahme

Eine Ortsbesichtigung mit Datenaufnahme fand am 27.06.2024 statt.

Anwesende:

- Dr. Dorothee Holste, Sachverständige
- Jan Joost, Dujos Holtsee GmbH & Co. KG

Anlässlich der Ortsbesichtigung wurde das Anlagengelände besichtigt und die Ableitungs- und Ausbreitungsbedingungen im Umfeld in Augenschein genommen.

Die emissionsrelevanten Daten zur geplanten Anlage, Lagepläne und Angaben zu den Gebäudeabmessungen im Umfeld des Schornsteins wurden durch Dipl.-Ing. Yvonne Clausen zur Verfügung gestellt.

2 Beurteilungsgrundlagen

2.1 Schornsteinhöhenberechnung

Die Schornsteinbauhöhe ergibt sich aus den Anforderungen der Nummer 5.5 TA Luft 2021 in Verbindung mit den Anhängen 2, 6 und 7.

Grundsätzlich soll die Schornsteinhöhe

- a) die Ableitung in die freie Luftströmung und
- b) eine ausreichende Verdünnung gewährleisten.

Zur Ableitung in die freie Luftströmung sollen nach Nummer 5.5.2.1 der TA Luft 2021 die Anforderungen der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017) erfüllt werden.

Der Maßstab für eine ausreichende Verdünnung der Abgase ist nach Nr. 5.5.2.2 die maximale bodennahe Konzentration (S-Wert) für die in Anhang 6 der TA Luft 2021 aufgeführten Stoffe in einer stationären Ausbreitungssituation.

Für diese Berechnung wurde vom Umweltbundesamt eine Referenzimplementierung BESTAL mit den Programmen BESMIN und BESMAX herausgegeben.

Mit dem Programm BESMIN wird für die geplante Quelle eine Mindestableithöhe ermittelt. Eingangsdaten dieser Berechnung sind die Emissionsparameter der Quelle (Innendurchmesser, Abgasgeschwindigkeit und Wasserbeladung an der Schornsteinmündung), sowie die Emissionsmassenströme und S-Werte der in Anhang 6 aufgelisteten Stoffe.

Wenn mehrere Schornsteine vorhanden sind, wird mit dem Programm BESMAX ergänzend die Überlagerung der Konzentrationsfahnen berücksichtigt und geprüft, ob die S-Werte auch unter diesen Bedingungen eingehalten werden. Eingangsdaten für diese Berechnung sind die Emissionsmassenströme, Koordinaten, Bauhöhen, Innendurchmesser, Austrittsgeschwindigkeiten und -temperaturen, sowie die Wasserbeladung.

Wenn eine Überschreitung vorliegt, soll zunächst eine Verminderung der Emissionen angestrebt werden. Wenn dies nicht möglich ist, muss die Schornsteinhöhe so weit erhöht werden, dass die Gesamtbelastung den maßgeblichen Immissionswert für das Jahr nicht überschreitet. Diese Berechnungen werden mit dem Programm AUSTAL durchgeführt.

Falls das Windfeld durch geschlossene Bebauung und Bewuchs sowie unebenes Gelände beeinflusst wird, ist nach Nr. 5.5.2.3 eine Korrektur der Schornsteinbauhöhe erforderlich.

Eine Korrektur für Bebauung und Bewuchs wird notwendig, wenn im Umkreis der 15fachen Schornsteinbauhöhe, mindestens 150 m, der Flächenanteil mit geschlossener vorhandener oder nach einem Bebauungsplan zulässiger Bebauung oder Bewuchs (ausgenommen einzelnstehende höhere Objekte) mindestens 5 Prozent beträgt. In diesem Fall ist die Bauhöhe um die mittlere Höhe desjenigen Flächenanteils von 5% zu erhöhen, in dem die mittlere Höhe den größten Wert aufweist.

Eine Korrektur für die Geländeform ist erforderlich, wenn der Landschaftshorizont, von der Mündung des Schornsteins aus betrachtet, über der Horizontalen ist und der Winkel zur Horizontalen in einem mindestens 20 Grad breiten Richtungssektor größer als 15° ist. In diesem Fall soll die Schornsteinhöhe so weit erhöht werden, bis dieser Winkel $\leq 15^\circ$ ist.

Hinsichtlich der Geruchsimmissionen ergibt sich aus Anhang 7 die zusätzliche Anforderung, dass die relative Häufigkeit von Geruchsstunden den Wert 0,06 in keiner Beurteilungsfläche mit Immissionsaufpunkten überschreitet.

2.2 Stickstoffdeposition

Die Prüfung des Schutzes der Vegetation vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Stickstoffeinträge erfolgt für FFH-Gebiete nach Anhang 8 der TA Luft 2021 und für empfindliche Pflanzen und Ökosysteme außerhalb von FFH-Gebieten nach Anhang 9 der TA Luft 2021.

Diese Untersuchungen für den Parameter Ammoniak werden nur dann erforderlich, wenn der Emissionsmassenstrom der Anlage den Bagatellmassenstrom von 0,1 kg/h überschreitet.

Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung (FFH/Natura 2000)

Zur Beurteilung der Stickstoffeinträge in FFH-Gebiete wird festgestellt, ob das beantragte Vorhaben eine Auswirkung im FFH-Gebiet hat. Der Einwirkungsbereich ist dabei definiert als die Fläche um den Emissionsschwerpunkt, in der die Zusatzbelastung mehr als 0,3 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr beträgt. Bei Zusatzbelastungen über 0,3 kg/(ha*a) wird eine gesonderte FFH-Verträglichkeitsuntersuchung notwendig.

Das nächstgelegene FFH-Gebiet DE 1625-301 „KlUVensieker Holz“ befindet sich ca. 2,5 km südlich des geplanten Schornsteins. Die nächstgelegene Fläche des FFH-Gebietes DE 1624-392 „Wittensee und angrenzende Niederungen“ befindet sich 2,7 km südwestlich des Schornsteinstandortes.



Abbildung 2: Lage von FFH-Gebieten im Anlagenumfeld
genordete Karte, Maßstab ca. 1 : 30.000

Kartengrundlage: Biotopkartierung, Themenportale SH Schleswig-Holstein
 © basemap.de / BKG 12.2022, © GeoBasis-DE/LVermGeo

Gesetzlich geschützte Biotope und sonstige empfindliche Pflanzen und Ökosysteme

Zunächst ist festzustellen, ob die Anlage maßgeblich zur Stickstoffdeposition beiträgt. Der Wirkraum der Anlage definiert sich nach Anhang 9 der TA Luft als derjenige Bereich, in dem die Gesamtzusatzbelastung mehr als 5 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr beträgt.

Sofern empfindliche Ökosysteme im Beurteilungsgebiet vorkommen, muss zusätzlich die Gesamtbelastung an diesen Standorten berechnet und für die betroffenen Bereiche ein ökosystemspezifischer Immissionswert ermittelt werden. Hierzu ist in der Regel eine gesonderte naturschutzfachliche Begutachtung erforderlich.



Abbildung 3: Auszug aus der Biotopkartierung, ohne Maßstab, verkleinert
Kartengrundlage: Biotopkartierung, Themenportale SH Schleswig-Holstein
© basemap.de / BKG 12.2022, © GeoBasis-DE/LVermGeo

Die Biotopkartierung¹ zeigt das nächstgelegene gesetzlich geschützte Biotop (Knicks nicht betrachtet) in einem Abstand von rund 420 m in west-nordwestlicher Richtung zum Schornsteinstandort.

¹ Link zur Detailkarte im Biotopkataster Schleswig-Holstein (Aufruf 26.06.2025):
<https://umweltschleswig-holstein.de/fachauswertungweb/q/3A5fJz49MAHakPGX6inYjh>

Berechnung der Stickstoffdeposition aus Ammoniak

Eine immissionsseitige Betrachtung für den Stoff Ammoniak wird notwendig, wenn der Emissionsmassenstrom der Anlage den Bagatellmassenstrom von 0,1 kg/h überschreitet.

Die Ausbreitungsrechnung mit AUSTAL liefert als Ergebnis die Depositionsrates für Ammoniak (NH₃) bei einer Depositionsgeschwindigkeit von 0,01 m/s (Vorgabe laut TA-Luft). Die Stickstoffdeposition für alle Bereiche mit Ausnahme der Waldflächen leitet sich dann aus diesem Ergebnis durch Umrechnung mit dem Massenverhältnis von Stickstoff zu Ammoniak (14/17) ab.

Für Waldflächen wird hinsichtlich der trockenen Deposition eine größere Depositionsgeschwindigkeit berücksichtigt. Die VDI-Richtlinie 3782 Blatt 5 gibt für Wald eine Depositionsgeschwindigkeit von 0,02 m/s an.

Die trockene Deposition errechnet sich für Waldflächen dann aus der berechneten mesoskaligen Deposition, multipliziert mit dem Verhältnis der Depositionsgeschwindigkeiten von Wald v_{dW} und Mesoskala v_{dM} .

$$\frac{v_{dW}}{v_{dM}} = \frac{0,02 \text{ m/s}}{0,01 \text{ m/s}} = 2$$

Die Stickstoffdeposition für Waldflächen ergibt sich somit aus der Summe von nasser und trockener Deposition für die Mesoskala (Kennung nh3-depz in AUSTAL) zuzüglich des Wertes für die trockene Deposition (Kennung nh3-dryz), jeweils multipliziert mit dem Massenverhältnis von Stickstoff zu Ammoniak (Faktor 14/17).

Berechnung der Stickstoffdeposition aus Stickstoffoxiden

Die Ausbreitungsrechnung liefert als Ergebnis die Depositionsrates für NO₂ und für NO. Die Depositionsgeschwindigkeit für diese beiden Stoffe ist rezeptorunabhängig, so dass keine gesonderte Ausweisung der Deposition von Waldflächen und sonstigen Bereichen erforderlich ist.

Die Stickstoffdeposition aus Stickstoffoxiden ergibt sich aus der Summe der Depositionsrates für NO₂ und für NO, jeweils multipliziert mit dem Massenanteil von Stickstoff im Molekül (Faktor 14/46 für NO₂ und 14/30 für NO).

3 Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 5.5 TA Luft 2021

Nach Nummer 5.5 der TA Luft 2021 sind Abgase so abzuleiten, dass sie in die freie Luftströmung gelangen. Die dafür erforderliche Höhe ergibt sich vorbehaltlich besserer Erkenntnisse aus Nummer 5.5.2.

Zusätzlich sind die Anforderungen aus Anhang 7 der TA Luft 2021 zu erfüllen, d.h. die relative Häufigkeit der Geruchsstunden darf auf keiner Beurteilungsfläche, für die Immissionswerte gelten, den Wert 0,06 überschreiten.

3.1 Kriterien

Zur Sicherstellung der Ableitung in die freie Luftströmung wird die Ermittlung der Schornsteinhöhe nach unterschiedlichen Ansätzen vorgenommen, maßgeblich ist der größte Wert.

- a. Mindestens 10 m über Grund
- b. Mindestens 3 m über der Höhe des Gebäudefirstes
(bei $< 20^\circ$ Dachneigung gilt die rechnerische Firsthöhe bei 20°)
- c. Mindestens 5 m über der Höhe der Oberkante von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume in einem Umkreis von 50 m
- d. Ableitung außerhalb der Rezirkulationszone von Gebäuden (gem. Richtlinie VDI 3471 Blatt 4)
- e. Maximal zweifache Gebäudehöhe
- f. Schornsteinbauhöhe in Abhängigkeit von Abgasvolumenstrom und Emissionskonzentrationen (BESMIN, BESMAX)
- g. Ggf. Zuschlag für Einfluss von Gebäude und Gelände
- h. Maximale relative Häufigkeit von Geruchsstunden 0,06

3.2 Gebäudebedingte Schornsteinhöhe gemäß VDI-Richtlinie 3471 Blatt 4

Die Schornsteinbauhöhe soll die Gebäudehöhe um mindestens 3 m überragen.

Dabei sind ggf. auch vorgelagerte Gebäude zu berücksichtigen, wenn ihr Abstand zum Schornstein deutlich geringer ist als das 6fache ihrer Bauhöhe.

Die Berechnung der Schornsteinbauhöhe nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3471 Blatt 4 wurde mit dem Programm WinSTACC durchgeführt.

Das BHKW wird in einem festen Gebäude aufgestellt und mit einem Oxidationskatalysator sowie einem SCR-Katalysator ausgerüstet.

Als vorgelagerte Gebäude sind im Umfeld des Schornsteins außerdem der nördlich des BHKW-Gebäudes geplante Wärmespeicher und die relativ hohen Gebäude der südwestlich gelegenen Meierei zu betrachten.

Die Eingangsdaten zu den Abmessungen der Gebäude sind aus der Tabelle 1 zu entnehmen, das Protokoll der Schornsteinhöhenberechnung nach VDI 3781 Blatt 4 ist in Anhang 7.1.2 beigefügt.

Aus Abbildung 4 ist ersichtlich, dass sich der Schornsteinstandort innerhalb der Rezirkulationszone des Wärmespeichers und des Maschinenhauses befindet.

Tabelle 1: Eingangsdaten zum BHKW-Gebäude mit dem Schornstein

| | Länge_l | Breite_b | Traufhöhe_H_Traufe | Firsthöhe_H_First | Dachform | Dachhöhe H _{Dach} | Breite Giebelseite b | Abstand Mündung First a |
|----|---------|----------|--------------------|-------------------|------------|----------------------------|----------------------|-------------------------|
| | [m] | [m] | [m] | [m] | | [m] | [m] | [m] |
| EG | 16 | 10,2 | 7,4 | 9,4 | Satteldach | 2,0 | 10.2 | 2,1 |

Tabelle 2: Eingangsdaten zu vorgelagerten Gebäuden (VG) und Dachaufbauten (VG 3 und 4)

| | Länge_l | Breite_b | Traufhöhe_H_Traufe | Firsthöhe_H_First | Dachform | H_2V_mit_H_A1F_begrenzen | HöheObersteFensterkante_H_F | WinkelGebäudeMündung_beta | AbstandGebäudeMündung_l_A | Hanglage | Höhendifferenz Zum Einzelgebäude_Delta_h | Geschlossene Bauweise | effektive Gebäudebreite l_eff | Länge der Rezirkulationszone l_RZ | Schornstein innerhalb der Rezirkulationszone | Ableitungshöhe über Flur *) |
|-----|---------|----------|--------------------|-------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|---------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|
| | [m] | [m] | [m] | [m] | | | [m] | [°] | [m] | | [m] | | [m] | [m] | | [m] |
| VG1 | 12,6 | 12,6 | 17,6 | 17,6 | Flachdach | - | - | 0 | 14,7 | nein | 0 | nein | 12,6 | 18,7 | ja | 15,3 |
| VG2 | 27,5 | 22,1 | 13,6 | 13,6 | Flachdach | - | - | 87 | 78,4 | ja | 1,6 | nein | 28,6 | 32,8 | nein | - |
| VG3 | 52,6 | 22,1 | 16,1 | 16,1 | Flachdach | - | - | 64 | 87,3 | ja | 1,6 | nein | 57,0 | 52,9 | nein | - |
| VG4 | 62,0 | 20,5 | 8,5 | 8,5 | Flachdach | - | - | 41 | 120,5 | ja | 1,6 | nein | 56,1 | 37,1 | nein | - |

*) incl. Rechnerische Höhe Fundament von 0,1 m (Tabelle 1)

Aus der Rechenvorschrift der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 ergibt sich für die Ableitung in die ungestörte Luftströmung eine Bauhöhe von 5,9 m über First bzw. 15,3 m über Flur.

Maßgeblich ist hierfür das vorgelagerte Gebäude 1 (Wärmespeicher).

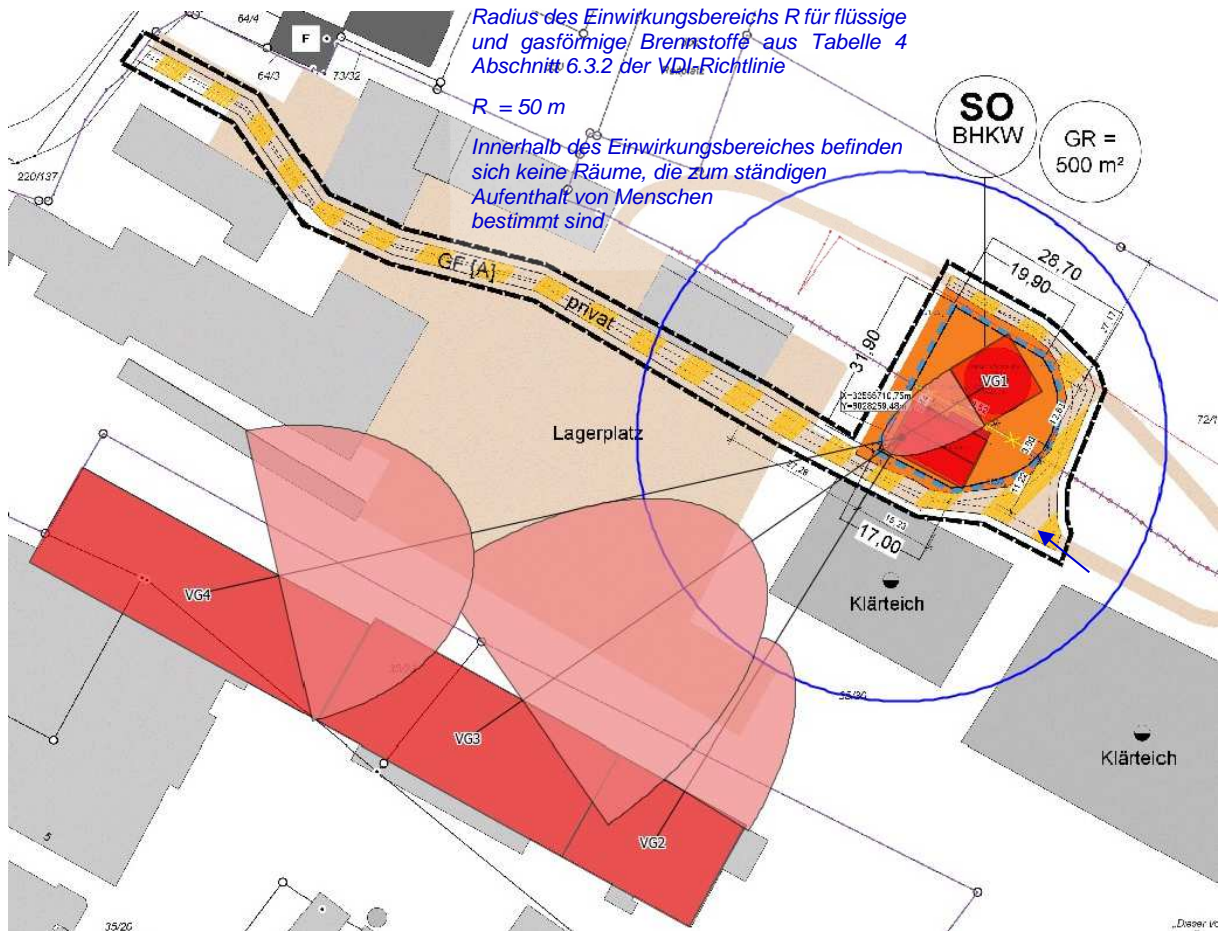


Abbildung 4: Ausdehnung der Rezirkulationszonen vorgelagerter Gebäude genordnete Karte, Maßstab ca. 1 : 1.400
Quelle: Programm WinSTACC

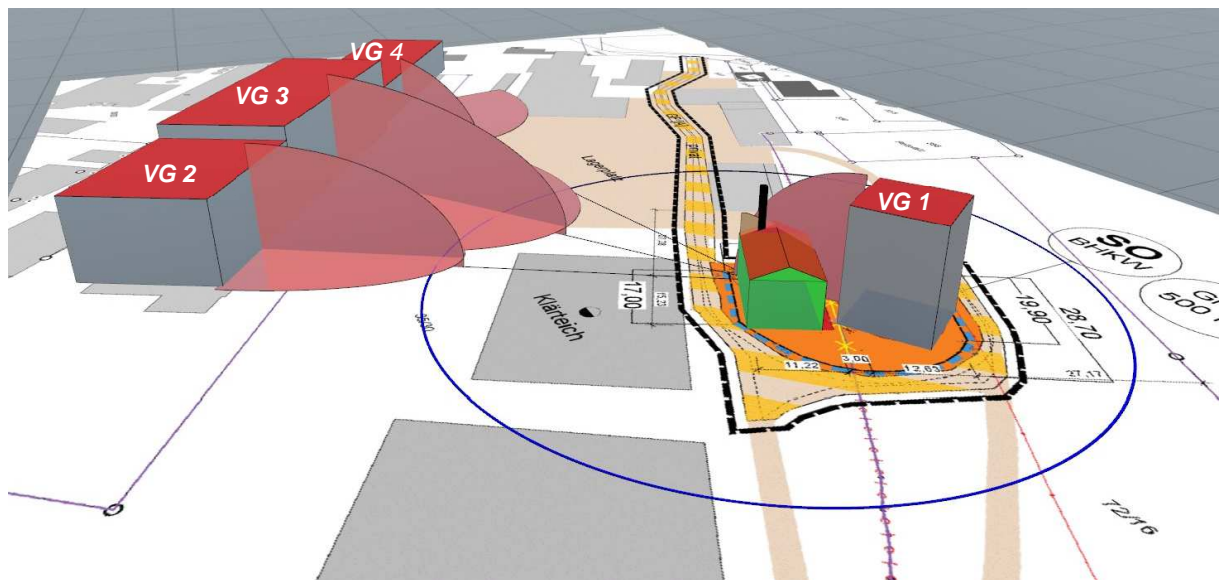


Abbildung 5: Visualisierung der für die Schornsteinhöhe maßgeblichen vorgelagerten Gebäude und Rezirkulationszonen, Blickrichtung von Osten, ohne Maßstab
Quelle: Programm WinSTACC

Die gebäudebedingte Schornsteinbauhöhe zur Ableitung der Abgasfahne außerhalb des durch die Gebäude beeinflussten Bereiches gemäß VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 beträgt 15,3 m über Flur.

3.3 Emissionsbedingte Schornsteinhöhe

3.3.1 BESMIN

Gemäß Nr. 5.5.2.2 der TA Luft sind die Emissionen an Methan als Bestandteil der organischen Stoffe im Abgas, angegeben als Gesamtkohlenstoff, nicht für die Bestimmung der Schornsteinhöhe zu berücksichtigen.

Dies geht auch aus dem Auslegungsfragenkatalog der LAI zur 44. BImSchV hervor [25]. Der Emissionsgrenzwert für Gesamt-Kohlenstoff bei Verbrennungsmotoranlagen dient der Minderung von Methan als Klimaschutzmaßnahme. Weil die Klimawirksamkeit des Methans unabhängig von der Schornsteinhöhe ist, bleibt der Parameter Gesamt-Kohlenstoff in der Berechnung mit dem Programm BESMIN unberücksichtigt.

Die Ermittlung der emissionsbedingten Schornsteinbauhöhe für den geplanten Schornstein mit dem Programm BESMIN erfordert folgende Angaben:

Tabelle 3: Eingangsdaten der Berechnung der Mindestableithöhe nach Anhang 2 TA Luft 2021 (BESMIN)

| Parameter | Einheit | BHKW | S-Wert [mg/m ³] | Q/S Wert [10 ⁶ m ³ /h] |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Durchmesser | [m] | 0,60 | | |
| Austrittsgeschwindigkeit | [m/s] | 15,84 | | |
| Wasserbeladung | [kg Wasser/kg trockener Luft] | 0,0792 | | |
| Temperatur | [°C] | 155 | | |
| Formaldehyd | [kg/h] | 0,185 | 0,025 | 7,4 |
| Kohlenmonoxid CO | [kg/h] | 4,615 | 7,5 | 0,6 |
| Stickstoffoxide* NO _x als NO ₂ | [kg/h] | 0,665 | 0,1 | 6,6 |
| Schwefeloxide SO ₂ und SO ₃ als SO ₂ | [kg/h] | 0,831 | 0,14 | 5,9 |

*Umwandlungsgrad von 60% von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid (Nr. 5.5.2.2 der TA Luft 2021) und 70% Stickstoffmonoxid am Schornsteinaustritt (Herstellerangabe, infolge Verschiebung des Verhältnisses durch den Oxidationskatalysator)

Für die einzelnen Luftbeimengungen ergeben sich aus der Berechnung die in der folgenden Tabelle angegebenen Mindesthöhen.

Tabelle 4: Ergebnis der Berechnung der Mindestableithöhe für die geplante Quelle (BESMIN)

| Parameter | Mindesthöhe |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------|
| Formaldehyd | 6,0 m |
| Kohlenmonoxid CO | 6,0 m |
| Schwefeloxide SO ₂ und SO ₃ als SO ₂ | 6,0 m |
| Stickstoffoxide NO _x als NO ₂ | 6,0 m |

Die log-Datei ist als Anhang 7.1 beigelegt.

3.3.2 BESMAX

Das Programm BESMAX prüft die Auswirkung der Überlagerung von Fahnen mehrerer Schornsteine derselben Anlage.

Dieser Prüfschritt entfällt, weil es keine weiteren Schornsteine gibt.

3.4 Berechnung eines Zuschlages für Bebauung und Bewuchs nach 5.5.2.3 TA Luft 2021

Der Zuschlag für Bebauung und Bewuchs ist vorzunehmen, wenn das Windfeld durch flächige Anteile von geschlossener Bebauung oder Bewuchs nach oben verdrängt wird. Zu betrachten ist ein Kreis mit einem Radius der 15fachen Schornsteinbauhöhe, die sich aus Nummer 5.5.2.2 TA Luft (Kapitel 3.3.1 dieses Gutachtens) ergibt, jedoch mindestens 150 m.

Im vorliegenden Fall beträgt die emissionsbedingte Schornsteinbauhöhe 6,0 m, so dass der Mindestradius von 150 m anzuwenden ist, die Fläche des Beurteilungsgebietes beträgt damit 70.686 m².

Ein Zuschlag wird erforderlich, wenn geschlossene Bebauung oder Bewuchs einen Flächenanteil von mindestens 5% der Kreisfläche (>3.534 m²) einnimmt.

Maßgeblich zur Ermittlung des Zuschlages für Bebauung und Bewuchs ist dann derjenige zusammenhängende Flächenanteil von 5% des Beurteilungsgebietes, der im Mittel die größte Höhe aufweist.

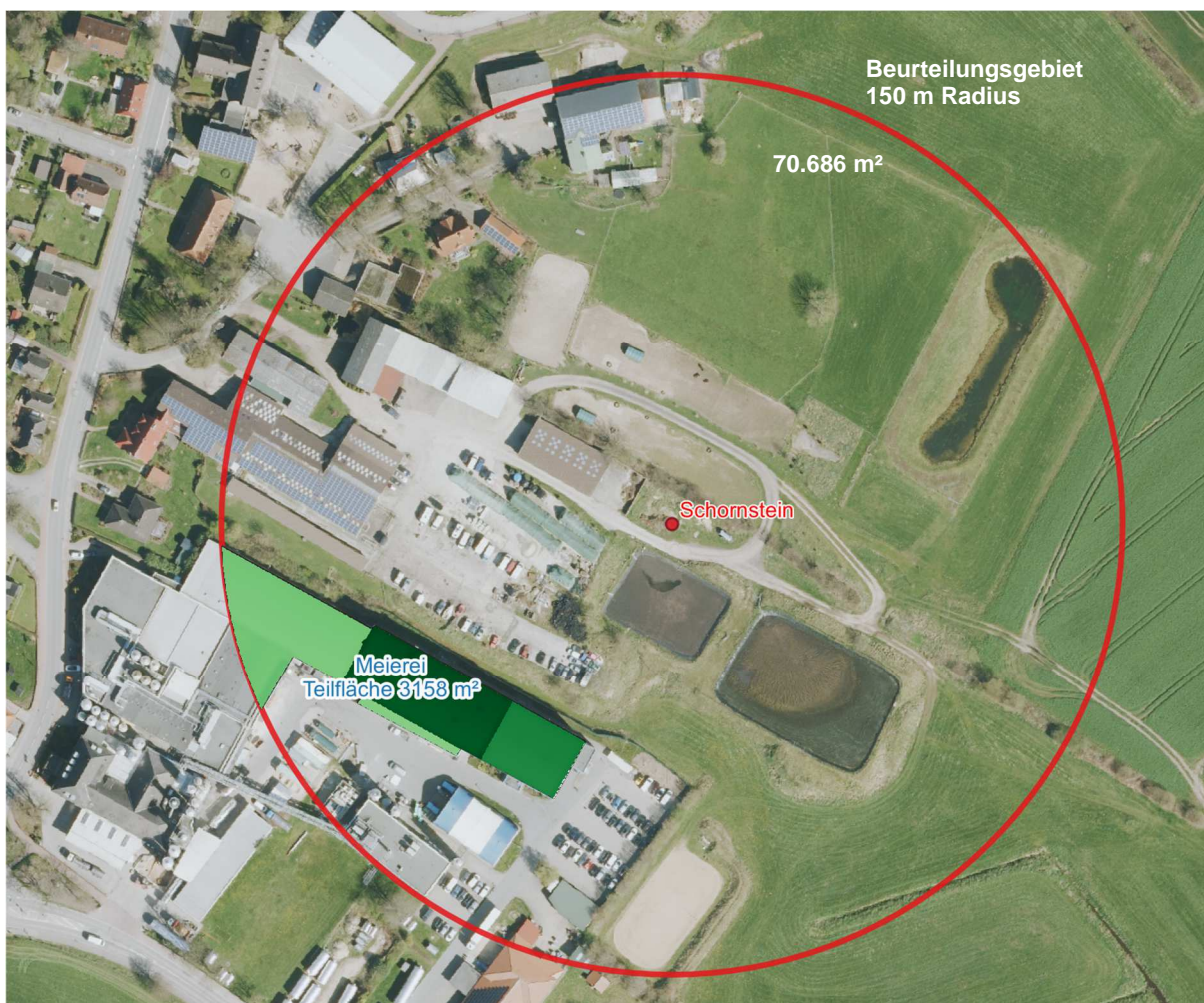


Abbildung 6: Umkreis von 150 m Radius zur Beurteilung von Bebauung und Bewuchs im Umfeld des geplanten Schornsteins genordete Karte, Maßstab ca. 1 : 2.500

Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2025; powered by geoGLIS GmbH & Co. KG

Im Beurteilungsgebiet im Umkreis von 150 m um den Schornstein hat der größte zusammenhängende Gebäudekomplex eine Fläche von 3.158 m². Dieser Wert liegt unter 3.534 m² bzw. 5% der Gesamtfläche des Beurteilungsgebietes.

Ein Zuschlag für Bebauung und Bewuchs ist daher nicht erforderlich.

3.5 Berechnung für hohe Einzelgebäude

Gemäß Nr. 3.2 des Merkblatts Schornsteinhöhenbestimmung zur TA Luft 2021 [23] ist ggf. zu prüfen, ob sich der Schornstein im sogenannten fernen Nachlauf eines hohen Einzelgebäudes befindet.

Nur wenn sich der Schornstein auch außerhalb des fernen Nachlaufs befindet, darf bei der Ausbreitungsrechnung für Gerüche nach Anhang 7 TA Luft 2021 eine Fahnenüberhöhung berücksichtigt werden.

Die Näherungsformel für Schornsteine, die sich innerhalb der Rezirkulationszone des Gebäudes befinden lautet:

$$H = H_{First,V} + H_{2,V} + H_{\ddot{U}}$$

Dieses Kriterium gilt für den Wärmespeicher.

Die Näherungsformel für Schornsteine, die sich innerhalb des 5fachen der Rezirkulationszone des Gebäudes befinden, lautet:

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

Mit den Eingangsdaten für die Gebäude V1, V2, V3 und V4 ergeben sich folgende Ableitungshöhen:

| | V1 | V2 | V3 | V4 |
|---------------------------|-------------|------------|-------------|------------|
| $l_A \leq l_{RZ}$ | ja | nein | nein | nein |
| $l_{RZ} < l_A < 5 l_{RZ}$ | nein | ja | ja | ja |
| l_A | 14,7 | 85,5 | 94,7 | 126,5 |
| l_{RZ} | 18,7 | 32,8 | 52,9 | 37,3 |
| $H_{First,V}$ | 17,57 | 13,6 | 16,1 | 8,5 |
| $H_{2,V}$ | 2,3 | 4,0 | 4,0 | 3,7 |
| $H_{\ddot{U}}$ | 3 | 3 | 3 | 3 |
| H | 22,9 | 9,9 | 15,3 | 4,6 |

Die Berechnung für hohe Einzelgebäude ergibt unter Berücksichtigung des fernen Nachlaufes als maximalen Wert für das Gebäude V1 (Wärmespeicher) eine Höhe H von 22,9 m.

Das bedeutet, dass in der Ausbreitungsrechnung erst ab einer Bauhöhe von 22,9 m die Austrittsgeschwindigkeit und Abgastemperatur berücksichtigt werden können.

3.6 Endergebnis

Die Schornsteinhöhenberechnung gemäß TA Luft erfordert die Einhaltung unterschiedlicher Kriterien, deren Ergebnisse nachfolgend tabellarisch zusammengestellt sind. Als Endergebnis ist die höchste Bauhöhe heranzuziehen.

Die gebäudebedingte Schornsteinbauhöhe gemäß Nr. 5.5.2.1 beträgt 15,3 m über Flur.

Die emissionsbedingte Schornsteinbauhöhe nach Nr. 5.5.2.2 für das geplante BHKW beträgt 6,0 m über Flur (Ergebnis BESMIN).

Das Ergebnis nach Nr. 5.5.2.2 braucht nicht um einen Zuschlag für Bebauung und Bewuchs nach Nr. 5.5.2.3 korrigiert zu werden.

Nach dem Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung sind ggf. hohe Einzelgebäude zu berücksichtigen, wenn sich der Schornstein im sogenannten fernen Nachlauf dieser Gebäude befindet. Dies trifft im vorliegenden Fall für den Wärmespeicher und für die nächstgelegenen Gebäude der Meierei Holtsee zu. Die notwendige Ableitungshöhe unter Berücksichtigung des fernen Nachlaufs beträgt 22,9 m über Flur.

Das maximale Ergebnis der einzelnen Kriterien und damit das Endergebnis nach den Kriterien von Nr. 5.5 TA Luft beträgt somit 22,9 m über Flur.

Auf die Berücksichtigung hoher Einzelgebäude kann ggf. verzichtet werden, wenn sich unverhältnismäßig große Schornsteinhöhen ergeben und aus Sicht des Gebäudes hinter dem Schornstein keine Immissionsorte befinden. Das ist hier allerdings der Fall, da sich in diesem Bereich Teile des Meiereigeländes, ein Ladengeschäft (Gettorfer Straße 13) und ein zugehöriges Wohnhaus (Gettorfer Straße 15) befinden.

Tabelle 5: Teilergebnisse der Schornsteinhöhenberechnung

| Nr. der TA Luft | Ziel | Ableithöhe über Flur |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 5.5.2.1 | Ableitung in die freie Luftströmung (VDI 3781 Blatt 4) | 15,3 m |
| 5.5.2.2 | Ausreichende Verdünnung | 6 m |
| 5.5.2.3 | Berücksichtigung der Verdrängung des Windfeldes nach oben durch geschlossene Bebauung und Bewuchs | nicht erforderlich |
| Merkblatt SHB | Methode für hohe Einzelgebäude / Wärmespeicher (Ableithöhe außerhalb des fernen Nachlaufs) | 22,9 m |

Unabhängig von Nr. 5.5 ist weiter zu prüfen, ob die Anforderungen des Anhangs 7 an die Geruchsmissionen und die der Anhänge 8 und 9 an die Stickstoffdeposition eingehalten werden. Hierzu wird eine Ausbreitungsrechnung gemäß Anhang 2 der TA Luft durchgeführt.

4 Ausbreitungsrechnung

Zur Prüfung der Schornsteinbauhöhe auf die Anforderung an die Geruchsmissionen (Geruchszusatzbelastung max. 0,06 im Bereich von Immissionsaufpunkten) wird für das BHKW eine Ausbreitungsrechnung gemäß Anhang 2 der TA Luft 2021 für den Parameter Geruch durchgeführt.

Zur Prüfung der Stickstoffeinträge in FFH-Gebiete sowie nationale Biotope und Waldflächen (Anhänge 8 und 9) wird die Ausbreitungsrechnung um die Parameter Ammoniak und Stickstoffoxide (NO_x, NO₂ und NO) ergänzt.

4.1 Standort des Vorhabens und Beurteilungsgebiet

4.1.1 Topografische Struktur des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Das Beurteilungsgebiet hat gemäß Ziffer 4.6.2.5 der TA Luft 2021 einen Radius der 50fachen Quellhöhe, jedoch mindestens 1 km (für Gerüche mindestens 600 m).

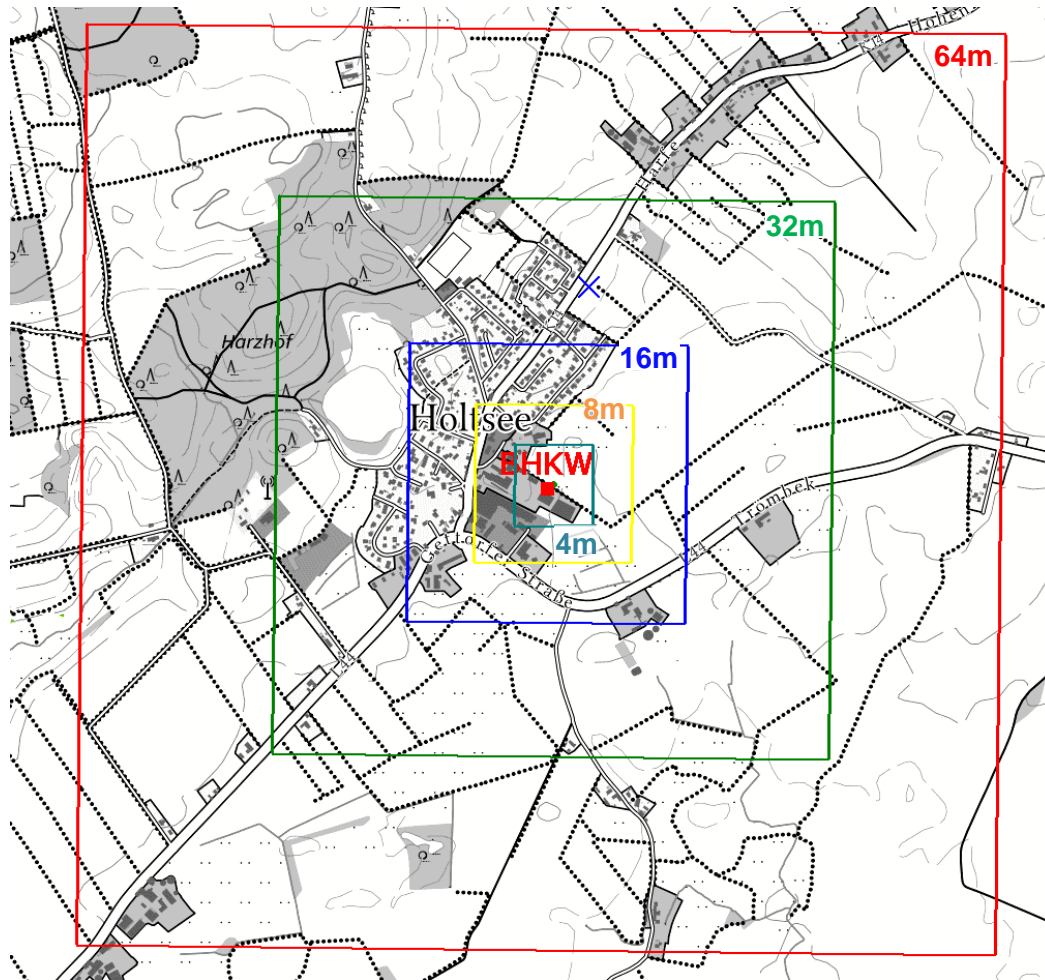


Abbildung 7: Untersuchungsgebiet mit geschichteten Rechengittern
4 m, 8 m, 16 m, 32 m und 64 m Gittermaschenweite
Emissionsquelle BHKW rot markiert
blaues Kreuz markiert den fiktiven Anemometerstandort der Berechnungen
Maßstab ca. 1 : 20.000; Gitterraster 1 km
Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2025; powered by geoGLIS GmbH & Co. KG

Der Anlagenstandort des geplanten BHKW mit Wasserpufferspeicher und Nebenanlagen befindet sich auf einem Niveau von 20,7 m über NN am östlichen Ortsrand von Holtsee.

Die Geländeform ist durch die eiszeitliche Prägung leicht gewellt. Die Geländehöhen variieren im Rechengebiet von 53 m über NN (im Nordwesten) und 15 m über NN im Süden und Südosten des Rechengebietes.

4.1.2 Emissionsquellenplan

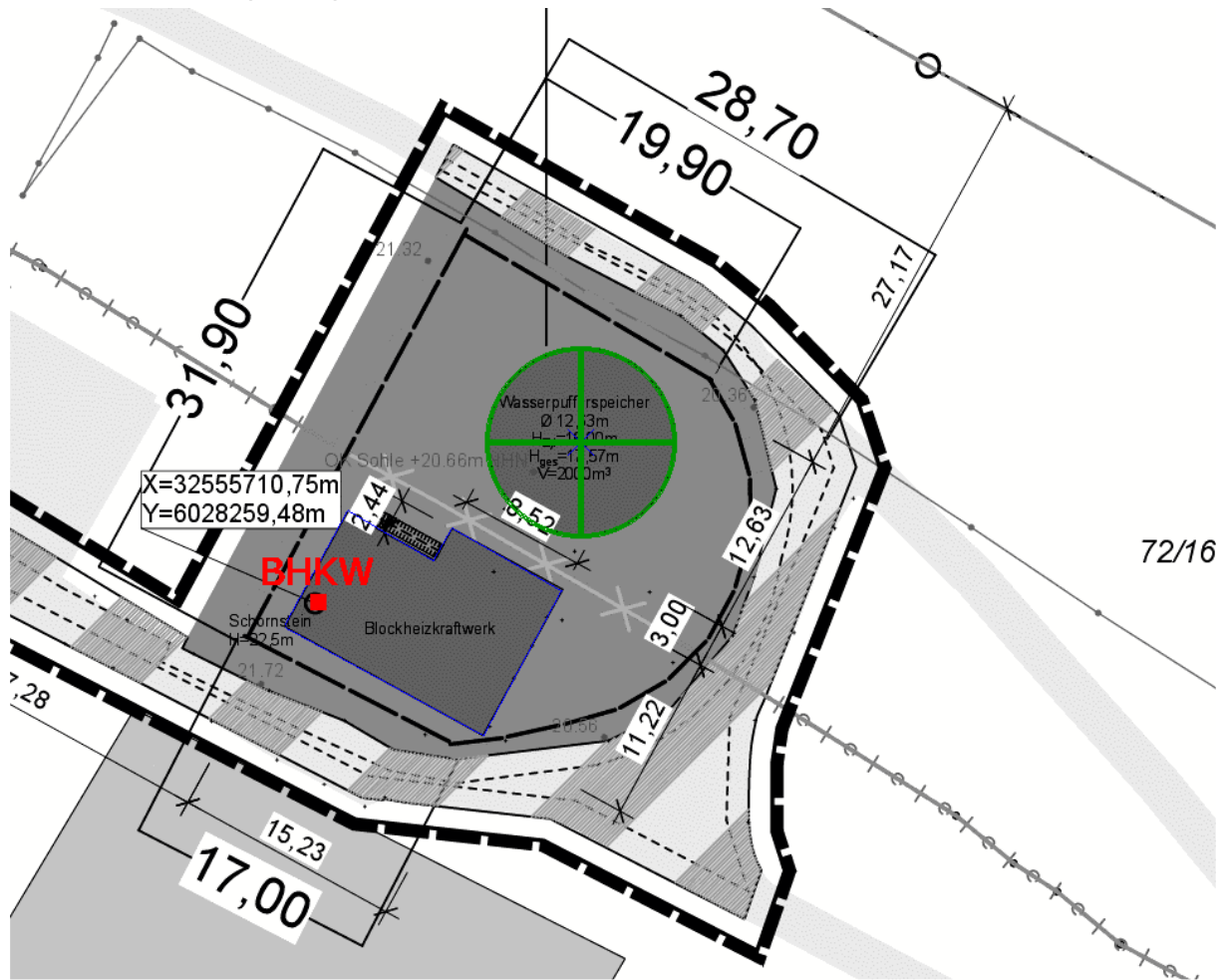


Abbildung 8: Emissionsquellenplan
genordete Karte, Maßstab ca. 1 : 500
mit Emissionsquelle (rot) und modelliertem Gebäude (grün)
Kartengrundlage: Vorhaben- und Erschließungsplan, Stand 30.06.2025

4.2 Parameter der Ausbreitungsrechnung

4.2.1 Rechengitter

Das Rechengebiet wurde durch das Programmsystem AUSTAL automatisch über den Befehl „NESTING“ erzeugt.

Der Koordinatenursprung hat im UTM-Koordinatensystem den Rechtswert 32550000 und den Hochwert 6020000.

Festlegung des Rechnetzes laut Protokolldatei AUSTAL.log

| | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|---------------------------------------------|
| dd | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | (Gittermaschenweite der einzelnen Gitter) |
| x0 | 5624 | 5520 | 5344 | 4992 | 4480 | (Rechtswert linker Rand des Rechengebietes) |
| nx | 52 | 52 | 46 | 46 | 38 | (Anzahl Gittermaschen x-Achse) |
| y0 | 8160 | 8064 | 7904 | 7552 | 7040 | (Hochwert unterer Rand des Rechengebietes) |
| ny | 54 | 52 | 46 | 46 | 38 | (Anzahl Gittermaschen y-Achse) |

Die Gesamtausdehnung des Rechengebietes ergibt sich aus den Angaben für das Gitter mit 64 m Maschenweite und beträgt $38 * 64 \text{ m} = 2.432 \text{ m}$ in x- und in y-Richtung.

Der Mindestradius beträgt $22,9 \text{ m} * 50 = 1.145 \text{ m}$. Die Anforderungen der TA Luft 2021 an die Größe des Rechengebietes sind damit hinreichend erfüllt.

4.2.2 Räumliche Auflösung

Zur Berechnung der Emissionen wurden 5 ineinander geschachtelte Gitter von 4 m, 8 m, 16 m, 32 m und 64 m Kantenlänge erzeugt.

Das feinste Gitter mit 4 m Maschenweite hat eine Ausdehnung von 208 m in x-Richtung und 216 m in y-Richtung.

4.2.3 Rauigkeitslänge

Die durch AUSTAL berechnete mittlere Rauigkeitslänge in Abhängigkeit von den Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) beträgt 0,648 m und wird gemäß Vorgabe der TA Luft auf die nächstliegende Rauigkeitsklasse 0,50 gerundet. Dieser Wert entspricht den tatsächlichen Verhältnissen am Standort des geplanten BHKW.

4.2.4 Fahnenüberhöhung

Da bei der Ermittlung der Schornsteinbauhöhe festgestellt wurde, dass ab einer Austrittshöhe von 22,9 m eine Ableitung in die ungestörte Luftströmung gewährleistet ist, kann die Fahnenüberhöhung in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt werden.

4.2.5 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände

Anhang 2 der TA Luft verlangt die Modellierung von Gebäuden, wenn die Quellhöhe das 1,7fache der Gebäudehöhe unterschreitet, deshalb wird der Wärmespeicher auch in der Berechnung für die Ableitung in 22,9 m Höhe als zylindrisches Gebäude modelliert.

Die Berücksichtigung der Gebäude- und Geländeform erfolgt über das in AUSTAL integrierte diagnostische Windfeldmodell taldia.

4.3 Meteorologische Eingangsdaten

4.3.1 Verwendete Zeitreihe / Ausbreitungsklassenstatistik

Für die Ausbreitungsrechnung sind zeitlich und räumlich repräsentative Wetterdaten zu verwenden.

Die Station Schleswig wurde in einer Übertragbarkeitsprüfung für den nahe gelegenen Standort Groß Wittensee ermittelt. Aufgrund der kurzen Distanz und vergleichbaren Umgebungsbedingungen ist von einer hinreichenden Übertragbarkeit auf den Standort Holtsee auszugehen.

Für die Ausbreitungsrechnung wird daher eine AKTerm der rund 25 km nord-westlich gelegenen Station Schleswig für den im langjährigen Mittel repräsentativen Jahreszeitraum 16.05.2014 bis 15.05.2015 [9] verwendet.

Ergänzend wird für die Berechnung der nassen Deposition für diesen Zeitraum eine standortgenaue Niederschlagszeitreihendatei verwendet.

4.3.2 Messstelle



Abbildung 9: Lage der Wetterstationen (x) zum Anlagenstandort (o) des geplanten BHKWs genordete Karte; Maßstab ca. 1 : 350.000; Gitterraster 10 km

4.3.3 Anemometerstandort

Der fiktive Anemometerstandort der Berechnung hat die UTM-Koordinaten 32555815 (Rechtswert) und 6028793 (Hochwert).

4.3.4 Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen (Grafik)

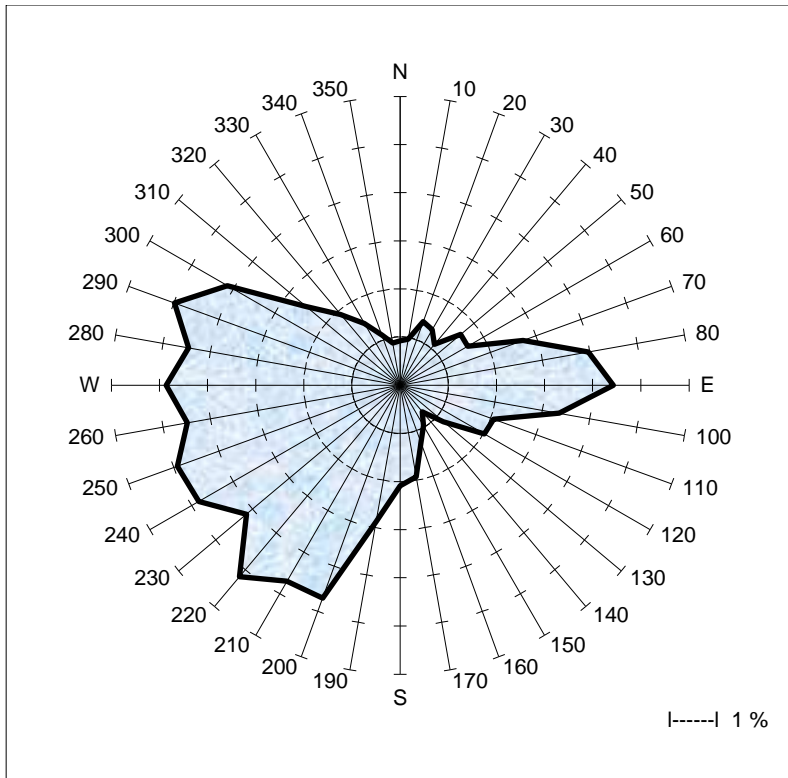


Abbildung 10: Grafische Darstellung der Windrichtungsverteilung DWD-Station Schleswig (16.05.2014 bis 15.05.2015)

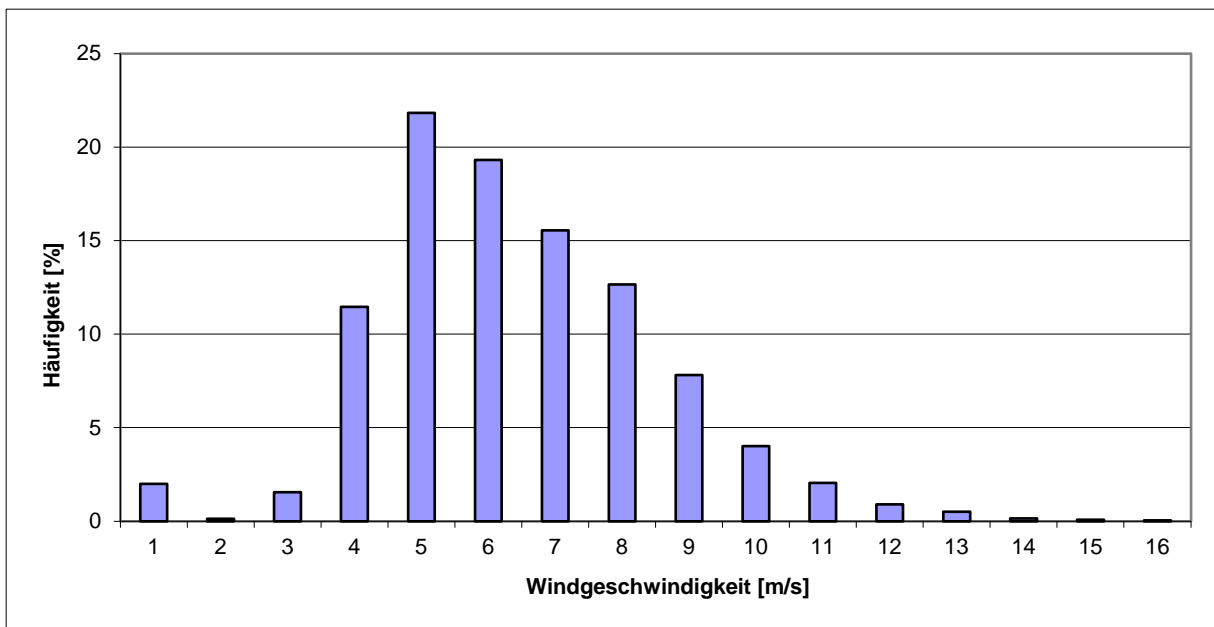


Abbildung 11: Windgeschwindigkeitsverteilung DWD-Station Schleswig (16.05.2014 bis 15.05.2015)

4.3.5 Effektive Anemometerhöhe in der Berechnung

der Ausbreitungsrechnung sind zur Übertragung des Windprofils vom Stations- auf den Anlagenstandort in den Wetter-Datensätzen sogenannte effektive Anemometerhöhen angegeben. Das Programm AUSTAL wählt automatisch die für die Rauigkeitslänge am Anlagenstandort maßgebliche effektive Anemometerhöhe für die Berechnung aus.

Tabelle 6: effektive Anemometerhöhen der Station Schleswig

| | | | | | | | | | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| Anemometerhöhen (0.1 m): | 40 | 40 | 40 | 40 | 56 | 99 | 157 | 207 | 252 |
| Rauigkeitslänge | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,50 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

Für die Rauigkeitslänge 0,50 (Anlagenstandort) wird folglich eine effektive Anemometerhöhe von 9,9 m verwendet.

4.3.6 Emissionsseitige Eingangsdaten

4.3.6.1 *Geplantes BHKW mtu 20V4000 GS mit 5.913 kW Feuerungswärmeleistung bzw. 2.539 kW_{el}, mit Oxikat und SCR-Katalysator*

Der feuchte Abgasvolumenstrom des BHKWs beträgt nach Herstellerangaben 10.405 Nm³/h bzw. 11.167m³/h bei 20°C. Der trockene Abgasvolumenstrom beträgt 9.230 Nm³/h.

Die Abgastemperatur am Schornsteinaustritt beträgt 155°C, der Schornsteindurchmesser 0,60 m und die Austrittsgeschwindigkeit 15,84 m/s.

Die Geruchsstoffkonzentration im Abgas eines Biogas-BHKW mit Gas-Otto-Motor wird mit 3.000 GE/m³ (bezogen auf den feuchten Abgasvolumenstrom bei 20°C) angesetzt. Der Geruchsstoffstrom beträgt dann rund 9.310 GE/s.

Der Gehalt an Stickstoffoxiden, angegeben als NO₂ im Abgas des geplanten BHKW darf nach Vorgabe der 44. BImSchV maximal 100 mg/m³, bezogen auf den trockenen Abgasvolumenstrom, betragen. Dazu ist der Einsatz eines SCR-Katalysators erforderlich. Der Massenstrom im Abgas beträgt 0,923 kg/h und liegt damit auf einem Niveau von rund 6% des Bagatellmassenstromes für Stickstoffoxide (15 kg/h, Tabelle 11 der TA Luft 2021).

Für Schwefeloxide, angegeben als SO₂, gilt beim Einsatz von Biogas eine Emissionsbegrenzung für die Massenkonzentration von 90 mg/m³. Der Massenstrom im Abgas beträgt 0,831 kg/h und liegt damit auf einem Niveau von rund 6% des Bagatellmassenstromes für Schwefeloxide (15 kg/h, Tabelle 11 der TA Luft 2021)

Damit erübrigt sich eine Ausbreitungsrechnung für die Immissionskonzentrationen von Stickstoff- und Schwefeloxiden, jedoch ist unabhängig hiervon eine Beurteilung der Stickstoffdeposition notwendig, so dass eine Ausbreitungsrechnung für die Parameter NO_x, NO₂ und NO durchgeführt wird.

Der Ammoniak-Massenstrom, der sich bei einer zulässigen Massenkonzentration von 30 mg/m³ durch Schlupf im SCR-Katalysator ergibt, beträgt 0,077 g/s bzw. 0,3 kg/h und überschreitet somit den Bagatellmassenstrom des Anhangs 9 der TA Luft von 0,1 kg/h, so dass der Parameter Ammoniak in der Ausbreitungsrechnung zur Beurteilung der Stickstoffdeposition ebenfalls berücksichtigt werden muss.

4.3.6.2 Quellstärken

Tabelle 7 zeigt eine Übersicht der Emissionsdaten für das geplante BHKW. Es wird mit einem Oxidationskatalysator und einem SCR-Katalysator ausgerüstet.

Tabelle 7: Emissionsdaten des geplanten BHKW

| | | |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|
| BHKW | | 1 geplant |
| Bauart | | Gas-Otto-Motor |
| Brennstoff | | Biogas |
| Typenbezeichnung | | mtu 20V4000 GS |
| Oxikat | | ja |
| SCR-Kat | | ja |
| Datenblatt mit Stand vom | | 13.06.2023 |
| Feuerungswärmeleistung | [kW] | 5913 |
| Elektrische Leistung | [kW] | 2539 |
| Abgasvolumen Norm trocken 5% O₂ | [m³/h] | 9230 |
| Abgastemperatur | [°C] | 155 |
| Abgasvolumen Norm feucht | [m ³ /h] | 10405 |
| Abgasvolumen 20° feucht | [m ³ /h] | 11167 |
| Geruchsstoffkonzentration | [GE/m ³] | 3000 |
| Geruchsstoffstrom | [GE/s] | 9310 |
| Schornsteininnendurchmesser | [m] | 0,60 |
| Schornsteinquerschnitt | [m ²] | 0,283 |
| Austrittsgeschwindigkeit | [m/s] | 15,84 |
| Wasserbeladung | [kg/kg] | 0,0792 |
| NO ₂ -Massenkonzentration EB bei 5% O ₂ | [g/m ³] | 0,1 |
| Emission von NO _x als NO ₂ | [kg/h] | 0,923 |
| NO ₂ -Anteil am Abgasaustritt | | 30% |
| NO ₂ für BESTAL *) | [kg/h] | 0,665 |
| S-Wert für NO _x | [] | 0,100 |
| NO _x -Emission an der Mündung | [g/s] | 0,256 |
| NO ₂ -Emission an der Mündung | [g/s] | 0,077 |
| NO-Emission an der Mündung | [g/s] | 0,117 |
| NH ₃ -Massenkonzentration | [mg/m ³] | 30 |
| NH ₃ -Emission | [kg/h] | 0,3 |
| NH ₃ -Emission | [g/s] | 0,077 |
| SO ₂ -Massenkonzentration | [mg/m ³] | 90 |
| SO ₂ -Emission | [kg/h] | 0,831 |
| SO ₂ -Emission | [g/s] | 0,231 |

*) es wird davon ausgegangen, dass die Stickoxide an der Schornsteinmündung zu 30% als NO₂ und zu 70% als NO vorliegen [28], weiterhin wird gemäß Vorgabe TA Luft 2021 ein NO/NO₂-Umwandlungsgrad von 60% angesetzt

4.3.6.3 Quellengeometrie

Die Quelle wird als Punktquelle in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt, da aus der durchgeführten Schornsteinhöhenberechnung die Ableitung in die ungestörte Luftströmung sichergestellt ist.

4.3.6.4 Zeitliche Charakteristik

Die Quelle wird mit einem Emissionszeitanteil von 100% berücksichtigt.

4.4 Ergebnisse zu Geruchsmissionen

Anhang 7 der TA Luft 2021 fordert eine Schornsteinbauhöhe, die bei unterstelltem Dauerbetrieb gewährleistet, dass im Bereich von Beurteilungsflächen mit Immissionsorten in maximal 6% der Jahresstunden wahrnehmbare Gerüche verursacht werden, das entspricht einer Zusatzbelastung von 0,06.

Die Zusatzbelastung wird gemäß TA Luft 2021 für die Einzelquelle ohne Berücksichtigung der Hintergrundbelastung berechnet.

Aus der Vorgabe zum Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung ergab sich, dass eine Ableitung außerhalb des fernen Nachlaufes bei einer Schornsteinbauhöhe von 22,9 m gewährleistet ist.

Das Ergebnis für eine Ableithöhe von 22,9 m mit Berücksichtigung der Fahnenüberhöhung und dem Wärmespeicher als Strömungshindernis ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

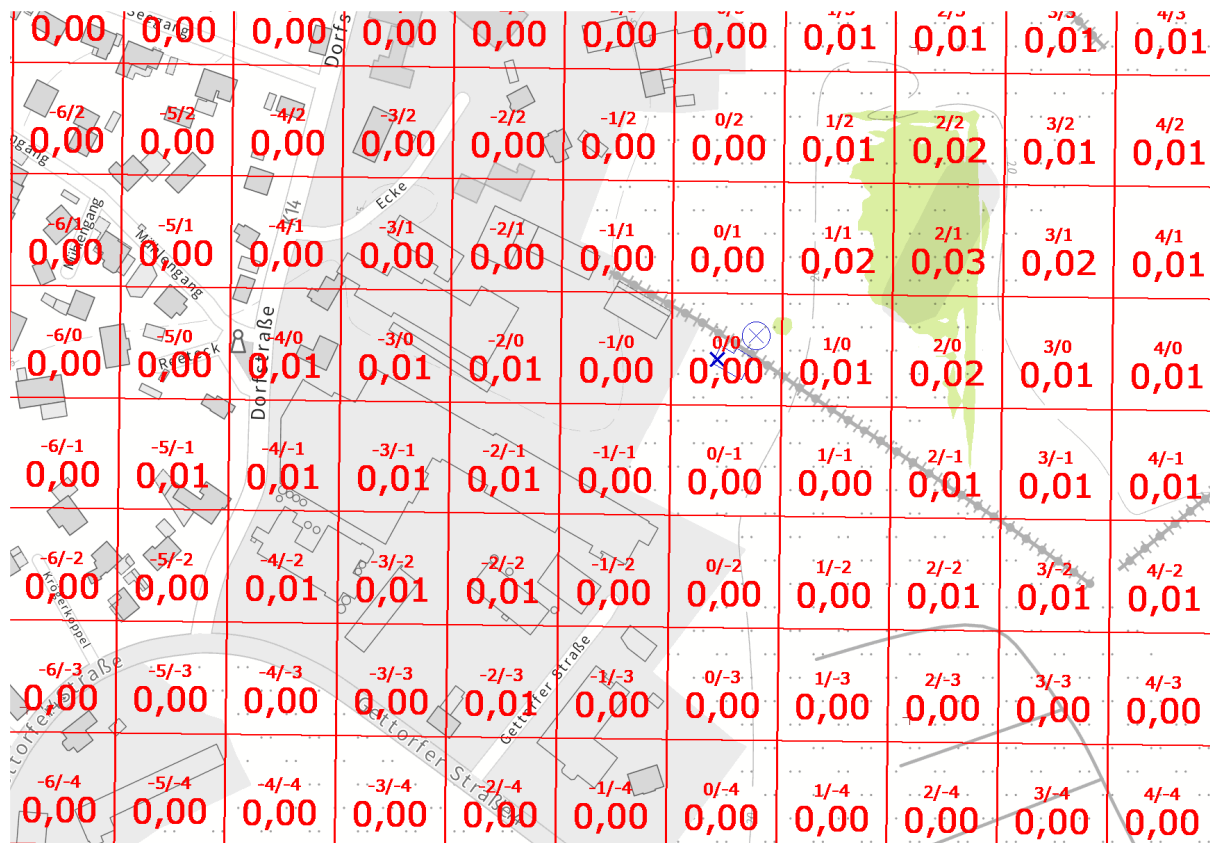
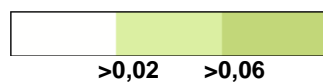


Abbildung 12: Gesamtzusatzbelastung der Geruchsmissionen
 Maßstab ca. 1 : 3.750; Gitterraster 50 m x 50 m
 Karte: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2025; powered by geoGLIS GmbH & Co. KG



Der für die Ableitungshöhe des Schornsteins maßgebliche Wert von 0,06 wird an keinem Immissionsaufpunkt überschritten. Als Immissionsaufpunkt gelten Bereiche, an denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten.

Da außerdem auch das Irrelevanzkriterium des Anhangs 7 für die Gesamtzusatzbelastung der Anlage von $\leq 0,02$ an allen Immissionsaufpunkten eingehalten wird, erübrigt sich eine Beurteilung der Gesamtbelastung.

4.5 Ergebnisse zur Stickstoffdeposition

4.5.1 Deposition aus Stickstoffoxiden und Ammoniak (geringe und mittlere Vegetationshöhe)

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Gesamtzusatzbelastung der Stickstoffdeposition durch Ammoniak sowie Stickstoffoxide (NO₂ und NO) bei einer Ableitungshöhe von 22,9 m über Flur für Biotope mit geringer und mittlerer Vegetationshöhe.

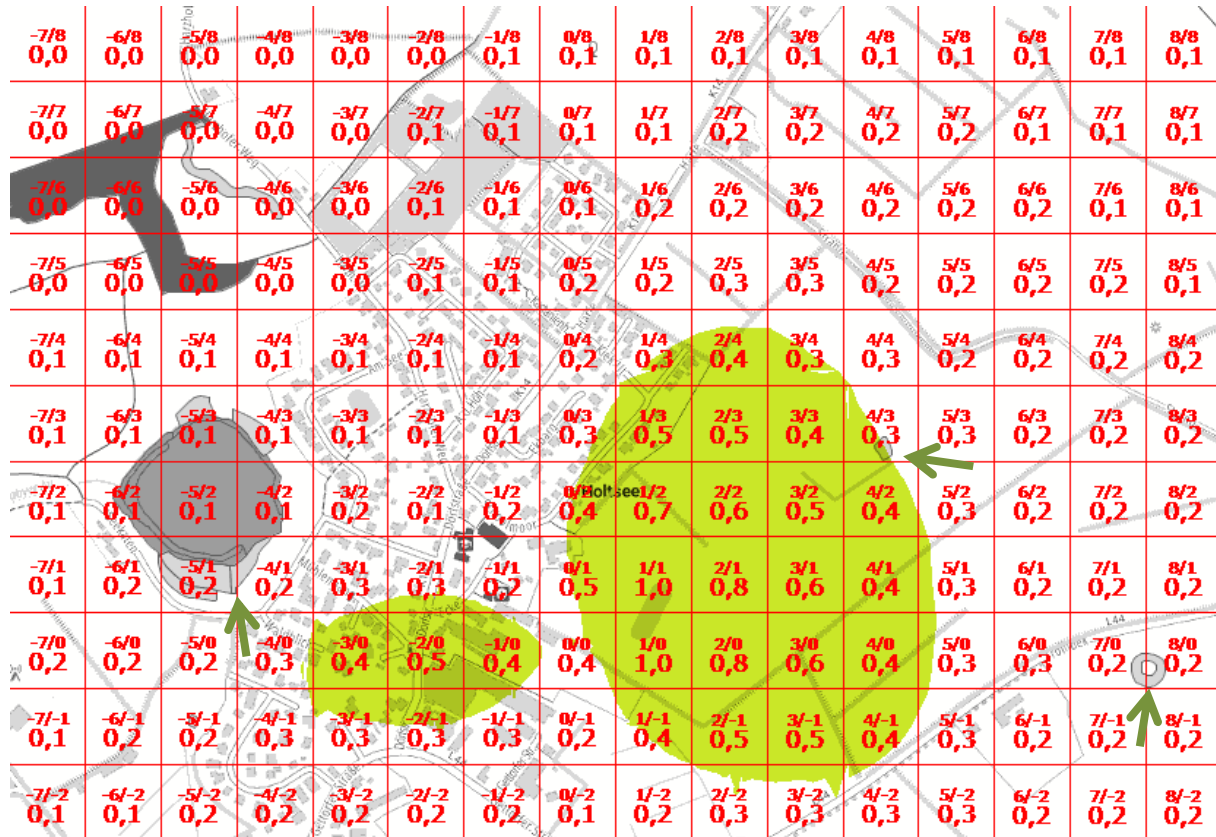
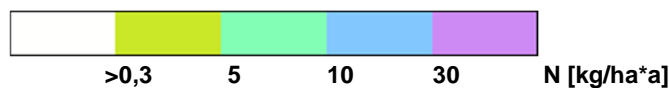


Abbildung 13: Stickstoffdeposition in Kilogramm Stickstoff je Hektar und Jahr im Planzustand (Gesamtzusatzbelastung, Rezeptortyp Mesoskala), Ableitungshöhe 22,9 m über Flur genordnete Karte; Maßstab ca. 1 : 10.000, Gitterraster 100 m x 100 m Kartengrundlage: © GeoBasis-DE/LVermGeo SH/CC BY 4.0 <https://umweltanwendungen.schleswig-holstein.de/fachauswertungweb/q/4LEdNAXKvYtBI2SY5OjTzP>



Gemäß Anhang 9 der TA Luft definiert sich das Beurteilungsgebiet zu Prüfung des Schutzes von empfindlichen Pflanzen und Ökosystemen als derjenige Bereich, in dem die Gesamtzusatzbelastung der Anlage mehr als 5 kg/(ha*a) beträgt. Da dieser Wert im gesamten Anlagenumfeld nicht überschritten wird, sind keine weiteren Prüfschritte erforderlich.

Weiterhin sind keine FFH-Gebiete von einer Stickstoffdeposition über 0,3 kg/(ha*a) betroffen.

4.5.2 Deposition aus Stickstoffoxiden und Ammoniak
(Waldflächen)

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Gesamtzusatzbelastung der Stickstoffdeposition durch Ammoniak sowie Stickstoffoxide (NO₂ und NO) bei einer Ableitungshöhe von 22,9 m über Flur für Waldflächen.

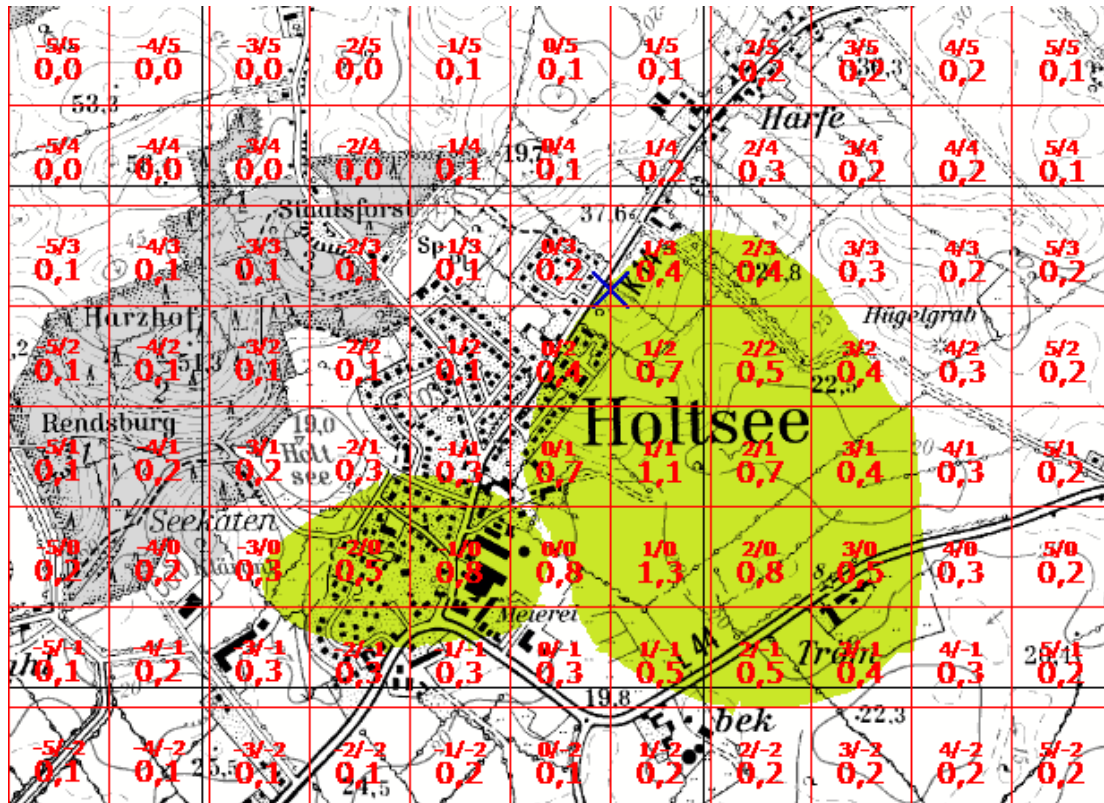
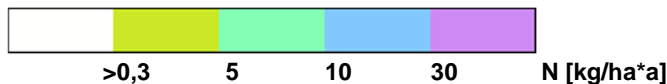


Abbildung 14: Stickstoffdeposition in Kilogramm Stickstoff je Hektar und Jahr im Planzustand (Gesamtzusatzbelastung, Rezeptortyp Wald), Ableitungshöhe 22,9 m über Flur genordnete Karte; Maßstab ca. 1 : 15.000, Gitterraster 200 m x 200 m Kartengrundlage: © GeoBasis-DE/LVermGeo SH/CC BY 4.0, TK25



Im Anlagenumfeld sind keine Waldflächen von einer Stickstoffdeposition über 0,3 kg/(ha*a) betroffen. Die Anlage verursacht somit keine nachweisbar der Anlage zuzuordnende Stickstoffdeposition in Wäldern.

Nach dem Prüfschema der Anhänge 8 und 9 der TA Luft erübrigen sich daher weitere Untersuchungen.

5 Abschließende Zusammenfassung

5.1 Anlass der Gutachtenerstellung

Die Dujos Holtsee GmbH & Co. KG plant in 24363 am Standort Dorfstraße 8a (Teile aus den Flurstücken 35/30 und 72/16 der Gemarkung Holtsee) die Aufstellung eines Satelliten-BHKW mit 2.539 kW_{el}, bzw. 5.913 kW Feuerungswärmeleistung.

Das BHKW (mtu 20V4000 GS) soll mit Biogas betrieben werden. Neben dem BHKW-Gebäude ist die Aufstellung eines Wasserpufferspeichers vorgesehen.

Das BHKW wird in einem festen Gebäude aufgestellt und mit einem Oxidationskatalysator sowie einem SCR-Katalysator ausgerüstet, der Schornstein wird freistehend westlich des Maschinenhauses errichtet.

Im Rahmen des Gutachtens war die erforderliche Schornsteinbauhöhe nach den Vorgaben der TA Luft 2021 zu ermitteln.

Weiterhin war zu prüfen, inwieweit das Vorhaben eine Stickstoffdeposition im Bereich empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme oder in FFH-Gebieten verursacht.

5.2 Schornsteinhöhe gemäß Nr. 5.5 TA Luft

Grundsätzlich muss eine ungestörte Ableitung der Abgase sichergestellt werden, dazu wurde zunächst die gebäudebedingte Schornsteinbauhöhe ermittelt. Im vorliegenden Fall ist hierfür die Bauhöhe des geplanten Wärmespeichers als höchstem Gebäude im Nahbereich des Schornsteins maßgeblich.

Um die geforderte Ableitung in die freie Luftströmung zu gewährleisten, wurde eine Schornsteinhöhenberechnung gemäß VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 mit dem Programm WinSTACC durchgeführt. Für den geplanten Schornstein ergibt sich eine Mindesthöhe von 15,3 m. Dieser Wert garantiert die Ableitung außerhalb der Rezirkulationszonen der Gebäude.

Im nächsten Prüfschritt wurde die emissionsbedingte Schornsteinbauhöhe ermittelt, welche gewährleistet, dass die Immissionskonzentration für die Stoffe Formaldehyd, Kohlenmonoxid, Schwefeloxide und Stickstoffoxide in Bodennähe eingehalten wird. Dieser Wert beträgt für den geplanten Schornstein (Verfahren BESMIN) für alle Stoffe 6 m über Flur, so dass die gebäudebedingte Schornsteinbauhöhe höher und damit maßgeblich ist.

Ein Zuschlag für Bebauung und Bewuchs nach Nummer 5.5.2.3 war nicht erforderlich, weil sich im Beurteilungsgebiet mit einem Radius von 150 m um den geplanten Schornstein im Bereich keine größeren Waldflächen oder zusammenhängende Gebäudekomplexe befinden, die das Windfeld nach oben verdrängen können.

Das Ergebnis der Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 5.5 TA Luft ist also eine Ableitungshöhe von 15,3 m über Flur.

Nach dem Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung kommt ergänzend die Betrachtung hoher Einzelgebäude in Betracht, wenn sich der Schornsteinaustritt im Bereich des sogenannten fernen Nachlaufs von Gebäuden befindet. Dies trifft auf den Wärmespeicher, sowie drei Gebäude der Meierei Holtsee zu. Um eine Ableitung außerhalb des fernen Nachlaufs dieser Bauten zu gewährleisten, ist eine Bauhöhe von 22,9 m erforderlich, maßgeblich war hierfür der Wärmespeicher.

Auf die Berücksichtigung dieses Kriteriums kann ggf. verzichtet werden, wenn sich aus Sicht des Gebäudes (Wärmespeicher) hinter dem Schornstein keine Immissionsorte befinden, dies ist jedoch der Fall, da sich in dieser Richtung Teile des Meiereigeländes, ein Ladengeschäft und ein Wohnhaus befinden.

Die Schornsteinbauhöhe zur Ableitung in die freie Luftströmung beträgt deshalb 22,9 m über Flur.

5.3 Einhaltung des Kriteriums zu Geruchsimmissionen

Auf der Grundlage der nach TA Luft 5.5 ermittelten Bauhöhe von 22,9 m über Flur wurde schließlich eine Ausbreitungsrechnung für Gerüche durchgeführt, um die Einhaltung der Anforderung des Anhangs 7 der TA Luft zu überprüfen, ob das geplante BHKW im Bereich von Beurteilungsf lächen mit Immissionsorten den Wert von 0,06 einhält.

Dabei war es notwendig, den Wärmespeicher als Strömungshindernis im diagnostischen Windfeldmodell zu berücksichtigen, weil der Abstand zum Schornstein deutlich geringer ist als die 6fache Bauhöhe.

Weil die Ableitung aber außerhalb des fernen Nachlaufes des Wärmespeichers erfolgt, kann die Fahnenüberhöhung durch den thermischen und dynamischen Auftrieb der Abgasfahne in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt werden.

Unter diesen Randbedingungen wird mit 22,9 m Schornsteinhöhe das Kriterium für eine Geruchszusatzbelastung von $\leq 0,06$ im Bereich von Immissionsorten eingehalten.

Damit sind die Anforderungen an die Ableitungshöhe nach Nr. 5.5 der TA Luft erfüllt.

Weil gleichzeitig die Gesamtzusatzbelastung der Anlage an allen Immissionsaufpunkten $\leq 0,02$ beträgt, erfüllt die Anlage auch das Irrelevanzkriterium des Anhangs 7 der TA Luft, so dass keine Ermittlung der Gesamtbelastung erforderlich wurde.

5.4 Stickstoffdeposition

Der Emissionsmassenstrom der Anlage unterschreitet den Bagatellmassenstrom der TA Luft für Stickstoffoxide, so dass keine gesonderte Prüfung der immissionsseitigen Konzentrationen mittels Ausbreitungsrechnung notwendig war.

Für die Stoffe Ammoniak, NO_2 und NO wurde im Rahmen der Ausbreitungsrechnung die Stickstoffdeposition im Anlagenumfeld ermittelt.

Die Anlage verursacht in keinem gesetzlich geschützten Biotop und in keiner Waldfläche einen Stickstoffeintrag von mehr als $5 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$, so dass gemäß Anhang 9 der TA Luft keine weiteren Prüfschritte erforderlich wurden.

Weiterhin liegen keine FFH-Gebiete im Wirkraum nach Anhang 8 der TA Luft, der als derjenige Bereich definiert ist, in dem der Stickstoffeintrag mehr als $0,3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ beträgt.

5.5 Endergebnis

Die Schornsteinhöhenberechnung ergibt, dass eine Ableitungshöhe von 22,9 m erforderlich ist, um die Ableitung in die freie Luftströmung zu gewährleisten.

Bei dieser Ableitungshöhe werden die Anforderungen der TA Luft an die Geruchsimmissionen nach Nr. 5.5 bzw. Anhang 2 für die Schornsteinbauhöhe (max. 0,06) und nach Anhang 7 (max. 0,02 für die Gesamtzusatzbelastung) erfüllt.

Weiterhin werden die Anforderungen der Anhänge 8 und 9 der TA Luft an die Stickstoffdeposition eingehalten.

Dr. Dorothee Holste



6 Verwendete Unterlagen

6.1 Projektbezogene Unterlagen

- [1] Dipl. – Ing. Yvonne Clausen: Lageplan Maßstab 1:500, Stand 30.06.2024 sowie Grundriss und Schnitt zum geplanten Einbau des BHKW, Maßstab 1:150, Stand: 30.06.2024
- [2] Jenbacher: Technische Beschreibung BHKW JMS 420 GS-B.L, Stand 17.01.2023
- [3] Opendata-Portal des Landes Schleswig-Holstein <https://opendata.schleswig-holstein.de/dataset>
- [4] Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur des Landes Schleswig-Holstein: Biotopkartierung (Karte) <https://umweltanwendungen.schleswig-holstein.de/>

6.2 Hilfsmittel für die Ausbreitungsrechnung und die Schornsteinhöhenberechnung

- [5] AUSTAL, Programmsystem zur Berechnung der Ausbreitung von Schadstoffen und Geruchsstoffen in der Atmosphäre, Version 3.3.0-Wi-x vom 22.03.2024
- [6] BESTAL, Programmsystem zur Schornsteinhöhenberechnung gemäß TA Luft 2021, Version 1.1.0 vom 07.03.2024
- [7] TALAR®, Programmsystem für die Berechnung der Ausbreitung von Gasen, Stäuben und Gerüchen, Version 4.15a vom 06.02.2020, IFU GmbH Frankenberg
- [8] WinSTACC, Version 1.0.7.8; Lohmeyer GmbH
- [9] IfU GmbH: AKTerm der DWD Station Schleswig, Zeitraum 16.05.2014 bis 15.05.2015
- [10] Stündliche Niederschlagsdaten von Koordinaten X: 32554550, Y: 6026700 (UBA), Zeitraum 16.05.2014 - 15.05.2015

6.3 Gesetze und Verordnungen

- [11] Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 3. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 225) geändert worden ist
- [12] TA-Luft - Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) vom 18. August 2021, am 01.12.2021 in Kraft getreten; Gemeinsames Ministerialblatt vom 30. Juli (GMBl. 2021 vom 14.09.2021, Nr. 48-54, S. 1049-1192)
- [13] 4. BImSchV - Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1799) geändert worden ist
- [14] 44. BImSchV - Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen vom 13. Juni 2019 (BGBl. I S. 804), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1801) geändert worden ist

6.4 Literatur und technische Regelwerke

6.4.1 Ausbreitungsrechnung

- [15] Richtlinie VDI 3782, Blatt 5, Umweltmeteorologie Atmosphärische Ausbreitungsmodelle Depositionsparameter, Düsseldorf April 2006
- [16] Richtlinie VDI 3783, Blatt 13: Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose, Anlagenbezogener Immissionsschutz, Ausbreitungsrechnung gemäß TA-Luft, Düsseldorf Januar 2010
- [17] Richtlinie VDI 3945, Blatt 3 Umweltmeteorologie Atmosphärische Ausbreitungsmodelle Partikelmodell, Düsseldorf Sept. 2000
- [18] Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen: Leitfaden zur Erstellung von Immissionsprognosen mit AUSTAL2000 in Genehmigungsverfahren nach TA-Luft und der Geruchsimmissionsrichtlinie, Merkblatt 56, Essen 2006

6.4.2 Geruchsbewertung

- [19] B. Steinheider, G. Winneke: "Materialienband zur Geruchsimmisionsrichtlinie in NRW - psychophysiologische und epidemiologische Grundlagen der Wahrnehmung und Bewertung von Geruchsimmisionen". Bericht des Medizinischen Instituts für Umwelthygiene an der Universität Düsseldorf im Auftrage des Ministers für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf 1992
- [20] Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Geruchsbeurteilung in der Landwirtschaft. Bericht zu Expositions-Wirkungsbeziehungen, Geruchshäufigkeit, Intensität, Hedonik und Polaritätenprofilen., Materialienband 73, Essen 2006
- [21] Expertengremium Geruchsimmisions-Richtlinie: Kommentar zu Anhang 7 TA Luft 2021, Stand 08.02.2022 (Verabschiedung durch den LAI-Unterausschuss Luftqualität/Wirkungsfragen/Verkehr) www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/gerueche/pdf/Kommentar_Anhang_7_TA_Luft_LAI_2022-03-30_.pdf
- [22] Arends, F und H. Donhauser: TA Luft 2021 – neue Vorsorge- und Schutzanforderungen hinsichtlich der Altanlagenanierung und der Geruchsbeurteilung nach Anhang 7; in: Tagungsband zur KTBL-Tagung „Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen für die Tierhaltung 2023“ KTBL-SV 112640, Hrsg: KTBL, Darmstadt 2023 https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Download/Tagungen_2023/ARR/ARR_2023.pdf

6.4.3 Schornsteinhöhenberechnung

- [23] Herausgeber: Fachgespräch Ausbreitungsrechnung: Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung zur TA Luft 2021, Stand 04.07.2023 https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/merkblatt-schornsteinhoehenbestimmung-stand-2023-07-04_1698063774.pdf
- [24] Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 – Umweltmeteorologie – Ableitbedingungen für Abgase – Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen, Düsseldorf, Juli 2017
- [25] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI): Auslegungsfragen zur 44. BImSchV, beschlossen unter TOP 8.3 auf der 152. Sitzung der LAI und per UMK/ACK-Umlaufbeschluss 14/2025
- [26] Moczigemba, T: Gerüche aus Abgasen bei Biogas-BHKW. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie des Freistaates Sachsen, Heft 35/2008 <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14910/documents/17840>
- [27] Innio Jenbacher GmbH & Co. KG, Herr Riemann: Technische Daten zum Abgas verschiedener BHKW, E-Mail 18.02.2022
- [28] Innio Jenbacher GmbH & Co. KG, Herr Riemann: Messergebnisse von NO und NO₂ vor/nach Oxikat im Abgas eines BHKW vom Typ JMS412, E-Mail 25.06.2022

7 Anhang – Protokolldateien der Berechnungen

7.1 BESTAL (Emissionsbedingte Schornsteinbauhöhe)

7.1.1 BESMIN

2025-06-23 15:32:58 BESMIN 1.2.0 mit IBJpluris 3.2.0
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2016-2024
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 2016-2024

Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021)

Berechnete Schornsteinhöhen hb:

| Stoff | S | eq | dq | tq | vq | zq | lq | nf | nt | hb |
|------------------|-------------------|----------|-----|-----|-------|---------|--------|-------------------|-------------------|-----|
| Einheit | mg/m ³ | kg/h | m | °C | m/s | kg/kgtr | kg/kg | m ³ /h | m ³ /h | m |
| Formaldehyd | 0,025 | 1,85E-01 | 0,6 | 150 | 15,84 | 0,0792 | 0,0000 | 10405 | 9230 | 6,0 |
| Kohlenmonoxid | 7,5 | 4,62E+00 | 0,6 | 150 | 15,84 | 0,0792 | 0,0000 | 10405 | 9230 | 6,0 |
| Schwefeldioxid | 0,14 | 8,31E-01 | 0,6 | 150 | 15,84 | 0,0792 | 0,0000 | 10405 | 9230 | 6,0 |
| Stickstoffdioxid | 0,1 | 6,65E-01 | 0,6 | 150 | 15,84 | 0,0792 | 0,0000 | 10405 | 9230 | 6,0 |

7.1.2 WinSTACC (Gebäudebedingte Schornsteinbauhöhe)

```

***** WinSTACC - Lohmeyer GmbH
*****
***** Programmbibliothek VDI 3781 Blatt 4 - Ableitbedingungen für Abgase
*****
  Programmversion           = 1.0.7.8
  dll-Version               = 1.0.4.8

[Start]
  Datum Rechnung           = 30.06.2025 15:15
  Steuerdatei              = C:\LOHMEYER\WinSTACC\VDI_Input.ini
  Längenangaben           = Meter
  Winkelangaben           = Grad
  Leistungsangaben        = Kilowatt

[EmittierendeAnlage]
  Anlagentyp               = Feuerungsanlage
  Brennstoff               = gasförmig
  Nennwärmeleistung_Q_N    = 2781
  Feuerungswärmeleistung_Q_F = 5913
H_Ü aus Tabelle 1 Abschnitt 5.2 (Feuerungsanlage)
  H_Ü                      = 3
Radius des Einwirkungsbereichs R für flüssige und gasförmige Brennstoffe aus Tabelle 4
Abschnitt 6.3.2
  R                        = 50

[Einzelgebäude]
  Länge_l                  = 16
  Breite_b                 = 10.2
  Traufhöhe_H_Traufe      = 7.4
  Firsthöhe_H_First       = 9.4
  Dachform                 = SymSatteldach
  Dachhöhe_H_Dach         = 2
  BreiteGiebelseite_b     = 10.2
  BreiteDachhälfte_bl     = 5.1
  HorizontalerAbstandMündungFirst_a = 2.1
Berechnung von H_Al...
  alpha                    = 21
Dachneigungskorrektur gamma interpoliert aus Tabelle 2 Abschnitt 6.2.1.2.2
  gamma                    = 0
Glg. 1
  H_1                      = 0.8
Faktor f interpoliert aus Tabelle 2 Abschnitt 6.2.1.2.2
  f                        = 0.83
Glg. 2
  H_2                      = 1.7
Glg. 3
  H_S1                     = 0.8
Glg. 4
  H_A1                     = 3.8
Berechnung von H_E1...
  H_E1                     = 0.6

[VorgelagertesGebäude1]
  Länge_l                  = 12.6

```

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Breite_b | = 12.6 |
| Traufhöhe_H_Traufe | = 17.6 |
| Firsthöhe_H_First | = 17.6 |
| Dachform | = Flachdach |
| Dachhöhe_H_Dach | = 0 |
| BreiteGiebelseite_b | = 12.6 |
| H_2V_mit_H_A1F_begrenzen | = nein |
| HöheObersteFensterkante_H_F | = 0 |
| WinkelGebäudeMündung_beta | = 0 |
| AbstandGebäudeMündung_l_A | = 14.7 |
| Hanglage | = nein |
| HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h | = 0 |
| GeschlosseneBauweise | = nein |
| Berechnung von H_A2 | |
| Glg. 16 | |
| l_eff | = 12.6 |
| Glg. 15 | |
| l_RZ | = 18.7 |
| Glg. 18 | |
| p | = 0.62 |
| alpha | = 0 |
| Glg. 7 | |
| f | = 0 |
| Glg. 6 | |
| H_2V | = 2.3 |
| Glg. 17 | |
| H_S2 | = 2.9 |
| Glg. 19 | |
| H_A2 | = 5.9 |
| H_E für VorgelagertesGebäudel wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde. | |
| Es wird damit für VorgelagertesGebäudel kein Fenster oder Lüftungsschlitz im Einwirkungsbereichs berücksichtigt. | |
| H_E2 | = 0 |
| [VorgelagertesGebäude2] | |
| Länge_l | = 27.5 |
| Breite_b | = 22.1 |
| Traufhöhe_H_Traufe | = 13.6 |
| Firsthöhe_H_First | = 13.6 |
| Dachform | = Flachdach |
| Dachhöhe_H_Dach | = 0 |
| BreiteGiebelseite_b | = 22.1 |
| H_2V_mit_H_A1F_begrenzen | = nein |
| HöheObersteFensterkante_H_F | = 0 |
| WinkelGebäudeMündung_beta | = 87 |
| AbstandGebäudeMündung_l_A | = 78.4 |
| Hanglage | = ja |
| HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h | = 1.6 |
| GeschlosseneBauweise | = nein |
| Berechnung von H_A2 | |
| Glg. 16 | |
| l_eff | = 28.6 |
| Glg. 15 | |
| l_RZ | = 32.8 |
| VorgelagertesGebäude2 wird nicht berücksichtigt, da Abstand zur Mündung größer gleich Länge seiner RZ. | |
| H_E für VorgelagertesGebäude2 wird nicht berücksichtigt, da das Gebäude außerhalb des Einwirkungsbereichs des Schornsteins liegt. | |
| H_E2T | = 0 |
| alpha | = 0 |
| Glg. 7 | |
| f | = 0 |
| Glg. 6 | |
| H_2V | = 4 |
| [VorgelagertesGebäude3] | |
| Länge_l | = 52.6 |
| Breite_b | = 22.1 |
| Traufhöhe_H_Traufe | = 16.1 |
| Firsthöhe_H_First | = 16.1 |
| Dachform | = Flachdach |
| Dachhöhe_H_Dach | = 0 |
| BreiteGiebelseite_b | = 22.1 |
| H_2V_mit_H_A1F_begrenzen | = nein |
| HöheObersteFensterkante_H_F | = 0 |
| WinkelGebäudeMündung_beta | = 64 |
| AbstandGebäudeMündung_l_A | = 87.3 |

```

Hanglage = ja
HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 1.6
GeschlosseneBauweise = nein
Berechnung von H_A2
Glg. 16
  l_eff = 57
Glg. 15
  l_RZ = 52.9
VorgelagertesGebäude3 wird nicht berücksichtigt, da Abstand zur Mündung größer gleich Länge
seiner RZ.
H_E für VorgelagertesGebäude3 wird nicht berücksichtigt, da das Gebäude außerhalb des
Einwirkungsbereichs des Schornsteins liegt.
  H_E2T = 0
  alpha = 0
Glg. 7
  f = 0
Glg. 6
  H_2V = 4

[VorgelagertesGebäude4]
  Länge_l = 62
  Breite_b = 20.5
  Traufhöhe_H_Traufe = 8.5
  Firsthöhe_H_First = 8.5
  Dachform = Flachdach
  Dachhöhe_H_Dach = 0
  BreiteGiebelseite_b = 20.5
  H_2V_mit_H_A1F_begrenzen = nein
  HöheObersteFensterkante_H_F = 0
  WinkelGebäudeMündung_beta = 41
  AbstandGebäudeMündung_l_A = 120.5
  Hanglage = ja
  HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 1.6
  GeschlosseneBauweise = nein
Berechnung von H_A2
Glg. 16
  l_eff = 56.1
Glg. 15
  l_RZ = 37.1
VorgelagertesGebäude4 wird nicht berücksichtigt, da Abstand zur Mündung größer gleich Länge
seiner RZ.
H_E für VorgelagertesGebäude4 wird nicht berücksichtigt, da das Gebäude außerhalb des
Einwirkungsbereichs des Schornsteins liegt.
  H_E2T = 0
  alpha = 0
Glg. 7
  f = 0
Glg. 6
  H_2V = 3.7

[Ergebnis]
Berechnung der Mündungshöhe H_A für den ungestörten Abtransport der Abgase...
  H_A = 5.9
Berechnung der Mündungshöhe H_E für die ausreichende Verdünnung der Abgase...
  H_E = 0.6

  H_M - Mündungshöhe über First = 5.9
  H_M - Mündungshöhe über Dach = 6.7
  ---- Mündungshöhe über Grund = 15.3
*****
*****

```

7.2 AUSTAL

7.2.1 Berechnung des Windfeldes (taldia.log) - Auszug

```

2025-07-08 10:00:35 -----
TwNServer:./
TwNServer:-B-../lib
TwNServer:-w30000

2025-07-08 10:00:35 TALdia 3.3.0-WI-x: Berechnung von Windfeldbibliotheken.
Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-22 08:43:28
Das Programm läuft auf dem Rechner "HOLSTE6".
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Sat-BHKW Holtsee Dujos" ' Berechnungsnummer
> os "NOSTANDARD;NESTING;WETDRIFT"
> qs 3 ' Qualitätsstufe -4 .. 4
> ux 32550000.0
> uy 6020000.0
> gh Holtsee-Lagenburg-UTM.a2k
> az Schleswig.akterm
> xa 5815.0 ' Anemometerposition
> ya 8793.0
> ri ?
> xq 5710.75
> yq 8259.48
> hq 22.90
> dq 0.6
> vq 15.84
> tq 155
> zq 0.0792
> NO 0.117
> NO2 0.077
> NOx 0.256
> NH3 0.077
> SO2 0.231
> Odor_100 9310
> xb 5728.4
> yb 8270.2
> ab 0
> bb -12.6
> cb 17.6
===== Ende der Eingabe =====

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 17.6 m.
Festlegung des Vertikalrasters:
    0.0  3.0  6.0  9.0  12.0  15.0  18.0  21.0  24.0  27.0
    30.0 33.0 36.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0
    500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
-----
Festlegung des Rechnernetzes:
dd    4    8    16    32    64
x0  5624  5520  5344  4992  4480
nx   52    52    46    46    38
y0  8160  8064  7904  7552  7040
ny   54    52    46    46    38
nz   12    26    26    26    26
-----
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.04 (0.04).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.06 (0.06).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.06 (0.06).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.24 (0.19).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.13 (0.12).

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.
Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.642 m.
Der Wert von z0 wird auf 0.50 m gerundet.

AKTerm "../Schleswig.akterm" mit 8760 Zeilen, Format 3
Es wird die Anemometerhöhe ha=9.9 m verwendet.
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 98.0 %.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663
Prüfsumme TALDIA adcc659c
Prüfsumme SETTINGS b853d6c4
Prüfsumme AKTerm 7f088476
2025-07-08 10:00:37 Restdivergenz = 0.003 (1001 11)

```

2025-07-08 10:00:40 Restdivergenz = 0.002 (1001 21)
2025-07-08 10:00:43 Restdivergenz = 0.003 (1001 31)
2025-07-08 10:00:47 Restdivergenz = 0.002 (1001 41)
DMK: Durch Testen bestimmt Rj=0.99363792 (0.99787927)
2025-07-08 10:00:50 Restdivergenz = 0.000 (1001 51)
2025-07-08 10:00:51 Restdivergenz = 0.003 (1002 11)
2025-07-08 10:00:54 Restdivergenz = 0.002 (1002 21)
2025-07-08 10:00:57 Restdivergenz = 0.002 (1002 31)
2025-07-08 10:01:01 Restdivergenz = 0.001 (1002 41)
2025-07-08 10:01:03 Restdivergenz = 0.002 (1002 51)
2025-07-08 10:01:04 Restdivergenz = 0.003 (1003 11)
2025-07-08 10:01:07 Restdivergenz = 0.004 (1003 21)
2025-07-08 10:01:10 Restdivergenz = 0.001 (1003 31)
2025-07-08 10:01:14 Restdivergenz = 0.001 (1003 41)
2025-07-08 10:01:16 Restdivergenz = 0.002 (1003 51)
2025-07-08 10:01:18 Restdivergenz = 0.003 (1004 11)
2025-07-08 10:01:21 Restdivergenz = 0.005 (1004 21)
2025-07-08 10:01:24 Restdivergenz = 0.002 (1004 31)
2025-07-08 10:01:28 Restdivergenz = 0.001 (1004 41)
2025-07-08 10:01:30 Restdivergenz = 0.002 (1004 51)
2025-07-08 10:01:31 Restdivergenz = 0.003 (1005 11)
2025-07-08 10:01:34 Restdivergenz = 0.006 (1005 21)
2025-07-08 10:01:37 Restdivergenz = 0.003 (1005 31)
2025-07-08 10:01:41 Restdivergenz = 0.002 (1005 41)
2025-07-08 10:01:43 Restdivergenz = 0.002 (1005 51)
2025-07-08 10:01:45 Restdivergenz = 0.003 (1006 11)
2025-07-08 10:01:48 Restdivergenz = 0.007 (1006 21)
2025-07-08 10:01:51 Restdivergenz = 0.004 (1006 31)
2025-07-08 10:01:55 Restdivergenz = 0.003 (1006 41)
2025-07-08 10:01:57 Restdivergenz = 0.002 (1006 51)
2025-07-08 10:01:59 Restdivergenz = 0.003 (1007 11)
2025-07-08 10:02:02 Restdivergenz = 0.008 (1007 21)
2025-07-08 10:02:05 Restdivergenz = 0.005 (1007 31)
2025-07-08 10:02:09 Restdivergenz = 0.004 (1007 41)
2025-07-08 10:02:11 Restdivergenz = 0.002 (1007 51)
2025-07-08 10:02:13 Restdivergenz = 0.003 (1008 11)
2025-07-08 10:02:16 Restdivergenz = 0.008 (1008 21)
2025-07-08 10:02:19 Restdivergenz = 0.006 (1008 31)
2025-07-08 10:02:23 Restdivergenz = 0.004 (1008 41)
2025-07-08 10:02:25 Restdivergenz = 0.002 (1008 51)
2025-07-08 10:02:26 Restdivergenz = 0.003 (1009 11)
2025-07-08 10:02:30 Restdivergenz = 0.008 (1009 21)
2025-07-08 10:02:33 Restdivergenz = 0.006 (1009 31)
2025-07-08 10:02:37 Restdivergenz = 0.005 (1009 41)
2025-07-08 10:02:39 Restdivergenz = 0.002 (1009 51)
2025-07-08 10:02:40 Restdivergenz = 0.003 (1010 11)
2025-07-08 10:02:43 Restdivergenz = 0.008 (1010 21)
2025-07-08 10:02:46 Restdivergenz = 0.007 (1010 31)
2025-07-08 10:02:51 Restdivergenz = 0.005 (1010 41)
2025-07-08 10:02:52 Restdivergenz = 0.002 (1010 51)
2025-07-08 10:02:54 Restdivergenz = 0.003 (1011 11)
2025-07-08 10:02:57 Restdivergenz = 0.008 (1011 21)
2025-07-08 10:03:00 Restdivergenz = 0.007 (1011 31)
2025-07-08 10:03:05 Restdivergenz = 0.005 (1011 41)
2025-07-08 10:03:06 Restdivergenz = 0.002 (1011 51)
2025-07-08 10:03:08 Restdivergenz = 0.003 (1012 11)
2025-07-08 10:03:11 Restdivergenz = 0.008 (1012 21)
2025-07-08 10:03:15 Restdivergenz = 0.007 (1012 31)
2025-07-08 10:03:19 Restdivergenz = 0.005 (1012 41)
2025-07-08 10:03:21 Restdivergenz = 0.002 (1012 51)
2025-07-08 10:03:23 Restdivergenz = 0.003 (1013 11)
2025-07-08 10:03:26 Restdivergenz = 0.007 (1013 21)
2025-07-08 10:03:29 Restdivergenz = 0.007 (1013 31)
2025-07-08 10:03:33 Restdivergenz = 0.005 (1013 41)
2025-07-08 10:03:35 Restdivergenz = 0.002 (1013 51)
2025-07-08 10:03:37 Restdivergenz = 0.003 (1014 11)
2025-07-08 10:03:40 Restdivergenz = 0.006 (1014 21)
2025-07-08 10:03:43 Restdivergenz = 0.006 (1014 31)
2025-07-08 10:03:47 Restdivergenz = 0.005 (1014 41)
2025-07-08 10:03:49 Restdivergenz = 0.002 (1014 51)
2025-07-08 10:03:51 Restdivergenz = 0.003 (1015 11)
2025-07-08 10:03:54 Restdivergenz = 0.005 (1015 21)
2025-07-08 10:03:57 Restdivergenz = 0.006 (1015 31)
2025-07-08 10:04:01 Restdivergenz = 0.004 (1015 41)
2025-07-08 10:04:03 Restdivergenz = 0.002 (1015 51)
2025-07-08 10:04:05 Restdivergenz = 0.003 (1016 11)
2025-07-08 10:04:08 Restdivergenz = 0.004 (1016 21)
2025-07-08 10:04:11 Restdivergenz = 0.005 (1016 31)

2025-07-08 10:04:15 Restdivergenz = 0.004 (1016 41)
2025-07-08 10:04:17 Restdivergenz = 0.002 (1016 51)
2025-07-08 10:04:18 Restdivergenz = 0.003 (1017 11)
2025-07-08 10:04:21 Restdivergenz = 0.004 (1017 21)
2025-07-08 10:04:24 Restdivergenz = 0.005 (1017 31)
2025-07-08 10:04:29 Restdivergenz = 0.003 (1017 41)
2025-07-08 10:04:30 Restdivergenz = 0.001 (1017 51)
2025-07-08 10:04:32 Restdivergenz = 0.003 (1018 11)
2025-07-08 10:04:35 Restdivergenz = 0.003 (1018 21)
2025-07-08 10:04:38 Restdivergenz = 0.004 (1018 31)
2025-07-08 10:04:42 Restdivergenz = 0.003 (1018 41)
2025-07-08 10:04:44 Restdivergenz = 0.001 (1018 51)
2025-07-08 10:04:45 Restdivergenz = 0.003 (1019 11)
2025-07-08 10:04:48 Restdivergenz = 0.002 (1019 21)
2025-07-08 10:04:51 Restdivergenz = 0.003 (1019 31)
2025-07-08 10:04:56 Restdivergenz = 0.002 (1019 41)
2025-07-08 10:04:57 Restdivergenz = 0.001 (1019 51)
2025-07-08 10:04:59 Restdivergenz = 0.003 (1020 11)
2025-07-08 10:05:02 Restdivergenz = 0.002 (1020 21)
2025-07-08 10:05:05 Restdivergenz = 0.002 (1020 31)
2025-07-08 10:05:09 Restdivergenz = 0.001 (1020 41)
2025-07-08 10:05:11 Restdivergenz = 0.002 (1020 51)
2025-07-08 10:05:12 Restdivergenz = 0.003 (1021 11)
2025-07-08 10:05:15 Restdivergenz = 0.004 (1021 21)
2025-07-08 10:05:18 Restdivergenz = 0.001 (1021 31)
2025-07-08 10:05:22 Restdivergenz = 0.001 (1021 41)
2025-07-08 10:05:24 Restdivergenz = 0.001 (1021 51)
2025-07-08 10:05:26 Restdivergenz = 0.003 (1022 11)
2025-07-08 10:05:29 Restdivergenz = 0.005 (1022 21)
2025-07-08 10:05:32 Restdivergenz = 0.002 (1022 31)
2025-07-08 10:05:36 Restdivergenz = 0.001 (1022 41)
2025-07-08 10:05:38 Restdivergenz = 0.001 (1022 51)
2025-07-08 10:05:40 Restdivergenz = 0.003 (1023 11)
2025-07-08 10:05:43 Restdivergenz = 0.006 (1023 21)
2025-07-08 10:05:46 Restdivergenz = 0.003 (1023 31)
2025-07-08 10:05:50 Restdivergenz = 0.002 (1023 41)
2025-07-08 10:05:52 Restdivergenz = 0.001 (1023 51)
2025-07-08 10:05:53 Restdivergenz = 0.003 (1024 11)
2025-07-08 10:05:57 Restdivergenz = 0.007 (1024 21)
2025-07-08 10:05:59 Restdivergenz = 0.004 (1024 31)
2025-07-08 10:06:04 Restdivergenz = 0.003 (1024 41)
2025-07-08 10:06:05 Restdivergenz = 0.001 (1024 51)
2025-07-08 10:06:07 Restdivergenz = 0.003 (1025 11)
2025-07-08 10:06:10 Restdivergenz = 0.008 (1025 21)
2025-07-08 10:06:13 Restdivergenz = 0.005 (1025 31)
2025-07-08 10:06:18 Restdivergenz = 0.004 (1025 41)
2025-07-08 10:06:19 Restdivergenz = 0.001 (1025 51)
2025-07-08 10:06:21 Restdivergenz = 0.003 (1026 11)
2025-07-08 10:06:24 Restdivergenz = 0.008 (1026 21)
2025-07-08 10:06:27 Restdivergenz = 0.006 (1026 31)
2025-07-08 10:06:31 Restdivergenz = 0.004 (1026 41)
2025-07-08 10:06:33 Restdivergenz = 0.002 (1026 51)
2025-07-08 10:06:35 Restdivergenz = 0.003 (1027 11)
2025-07-08 10:06:38 Restdivergenz = 0.009 (1027 21)
2025-07-08 10:06:41 Restdivergenz = 0.006 (1027 31)
2025-07-08 10:06:45 Restdivergenz = 0.005 (1027 41)
2025-07-08 10:06:47 Restdivergenz = 0.001 (1027 51)
2025-07-08 10:06:49 Restdivergenz = 0.003 (1028 11)
2025-07-08 10:06:52 Restdivergenz = 0.008 (1028 21)

[...]

2025-07-08 10:51:41 Restdivergenz = 0.002 (6035 41)
2025-07-08 10:51:42 Restdivergenz = 0.001 (6035 51)
2025-07-08 10:51:44 Restdivergenz = 0.002 (6036 11)
2025-07-08 10:51:47 Restdivergenz = 0.002 (6036 21)
2025-07-08 10:51:50 Restdivergenz = 0.002 (6036 31)
2025-07-08 10:51:54 Restdivergenz = 0.002 (6036 41)
2025-07-08 10:51:56 Restdivergenz = 0.001 (6036 51)
Eine Windfeldbibliothek für 216 Situationen wurde erstellt.
Der maximale Divergenzfehler ist 0.009 (1027).
2025-07-08 10:51:56 TALdia ohne Fehler beendet.

7.2.2 austal.log - 22.9 m Ableithöhe, mit Gebäude, mit Fahnenüberhöhung

```

2025-07-09 10:28:28 -----
TalServer:
  Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.3.0-WI-x
  Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2024
  Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2024
  Arbeitsverzeichnis: ./
Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-22 08:43:21
Das Programm läuft auf dem Rechner "HOLSTE6".

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Sat-BHKW Holtsee Dujos"          ' Berechnungsnummer
> os "NOSTANDARD;NESTING;WETDRIFT"
> qs 3                                ' Qualitätsstufe -4 .. 4
> ux 32550000.0
> uy 6020000.0
> gh Holtsee-Lagenburg-UTM.a2k
> az Schleswig.akterm
> xa 5815.0          ' Anemometerposition
> ya 8793.0
> ri ?
> xq          5710.75
> yq          8259.48
> hq           22.90
> dq           0.6
> vq           15.84
> tq           155
> zq           0.0792
> NO           0.117
> NO2          0.077
> NOx          0.256
> NH3          0.077
> SO2          0.231
> Odor_100     9310
> xb          5728.4
> yb          8270.2
> ab           0
> bb          -12.6
> cb           17.6
===== Ende der Eingabe =====

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

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 17.6 m.
Festlegung des Vertikalrasters:
  0.0   3.0   6.0   9.0  12.0  15.0  18.0  21.0  24.0  27.0
  30.0  33.0  36.0  40.0  65.0  100.0  150.0  200.0  300.0  400.0
  500.0  600.0  700.0  800.0 1000.0 1200.0 1500.0

-----
Festlegung des Rechnernetzes:
dd      4      8      16      32      64
x0     5624    5520    5344    4992    4480
nx       52     52     46     46     38
y0     8160    8064    7904    7552    7040
ny       54     52     46     46     38
nz       12     26     26     26     26

-----
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.05 (0.05).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.06 (0.06).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.06 (0.06).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.24 (0.20).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.13 (0.12).
Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.
Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.642 m.
Der Wert von z0 wird auf 0.50 m gerundet.

AKTerm "././Schleswig.akterm" mit 8760 Zeilen, Format 3
Niederschlags-Datei ././niederschlag.dmna eingelesen [1,8760].
Es wird die Anemometerhöhe ha=9.9 m verwendet.
Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 98.0 %.

Prüfsumme AUSTAL    4b33f663
Prüfsumme TALDIA   adcc659c
Prüfsumme SETTINGS b853d6c4

```

Prüfsumme AKTerm 7f088476
Gesamtniederschlag 935 mm in 1138 h.

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

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "so2".
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 2).
TMT: Datei "././so2-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00i01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-depz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-deps01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-wetz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-wets01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-dryz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-drys01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00i02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-depz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-deps02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-wetz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-wets02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-dryz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-drys02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00i03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-depz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-deps03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-wetz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-wets03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-dryz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-drys03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-j00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-j00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03i04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00i04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-depz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-deps04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-wetz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-wets04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-dryz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-drys04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-j00z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-j00s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t03i05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-t00i05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-depz05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-deps05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-wetz05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././so2-wets05" ausgeschrieben.

TMT: Datei "../so2-dryz05" geschrieben.
TMT: Datei "../so2-drys05" geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "nox".
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 2).
TMT: Datei "../nox-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "../nox-j00s05" geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "no2".
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 2).
TMT: Datei "../no2-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-depz01" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-deps01" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-wetz01" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-wets01" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-dryz01" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-drys01" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-depz02" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-deps02" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-wetz02" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-wets02" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-dryz02" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-drys02" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-depz03" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-deps03" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-wetz03" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-wets03" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-dryz03" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-drys03" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-depz04" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-deps04" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-wetz04" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-wets04" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-dryz04" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-drys04" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-j00s05" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-depz05" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-deps05" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-wetz05" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-wets05" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-dryz05" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-drys05" geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "no".
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 2).
TMT: Datei "../no-depz01" geschrieben.
TMT: Datei "../no-deps01" geschrieben.
TMT: Datei "../no-dryz01" geschrieben.
TMT: Datei "../no-drys01" geschrieben.
TMT: Datei "../no-depz02" geschrieben.
TMT: Datei "../no-deps02" geschrieben.
TMT: Datei "../no-dryz02" geschrieben.
TMT: Datei "../no-drys02" geschrieben.
TMT: Datei "../no-depz03" geschrieben.
TMT: Datei "../no-deps03" geschrieben.
TMT: Datei "../no-dryz03" geschrieben.
TMT: Datei "../no-drys03" geschrieben.
TMT: Datei "../no-depz04" geschrieben.
TMT: Datei "../no-deps04" geschrieben.
TMT: Datei "../no-dryz04" geschrieben.
TMT: Datei "../no-drys04" geschrieben.
TMT: Datei "../no-depz05" geschrieben.
TMT: Datei "../no-deps05" geschrieben.
TMT: Datei "../no-dryz05" geschrieben.
TMT: Datei "../no-drys05" geschrieben.

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "nh3".
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 2).
TMT: Datei "./nh3-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-depz01" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-deps01" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-wetz01" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-wets01" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-dryz01" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-drys01" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-depz02" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-deps02" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-wetz02" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-wets02" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-dryz02" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-drys02" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-depz03" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-deps03" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-wetz03" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-wets03" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-dryz03" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-drys03" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-depz04" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-deps04" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-wetz04" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-wets04" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-dryz04" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-drys04" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-j00s05" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-depz05" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-deps05" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-wetz05" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-wets05" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-dryz05" geschrieben.
TMT: Datei "./nh3-drys05" geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor".
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 2).
TMT: Datei "./odor-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00s05" geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor_100".
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 2).
TMT: Datei "./odor_100-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "./odor_100-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "./odor_100-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "./odor_100-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "./odor_100-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "./odor_100-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "./odor_100-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "./odor_100-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "./odor_100-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "./odor_100-j00s05" geschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.3.0-WI-x.
TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "so2"
TQL: Datei "./so2-s24z01" geschrieben.
TQL: Datei "./so2-s24s01" geschrieben.
TQL: Datei "./so2-s00z01" geschrieben.
TQL: Datei "./so2-s00s01" geschrieben.
TQL: Datei "./so2-s24z02" geschrieben.
TQL: Datei "./so2-s24s02" geschrieben.
TQL: Datei "./so2-s00z02" geschrieben.
TQL: Datei "./so2-s00s02" geschrieben.
TQL: Datei "./so2-s24z03" geschrieben.
TQL: Datei "./so2-s24s03" geschrieben.

TQL: Datei "../so2-s00z03" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../so2-s00s03" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../so2-s24z04" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../so2-s24s04" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../so2-s00z04" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../so2-s00s04" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../so2-s24z05" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../so2-s24s05" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../so2-s00z05" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../so2-s00s05" ausgeschrieben.
 TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "no2"
 TQL: Datei "../no2-s18z01" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s18s01" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s00z01" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s00s01" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s18z02" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s18s02" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s00z02" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s00s02" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s18z03" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s18s03" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s00z03" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s00s03" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s18z04" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s18s04" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s00z04" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s00s04" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s18z05" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s18s05" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s00z05" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "../no2-s00s05" ausgeschrieben.

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

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

Maximalwerte, Deposition
 =====

| | | | | | |
|-----|-------|------------------|------------|--------------------------|-------------|
| SO2 | DEP : | 5.0182 kg/(ha*a) | (+/- 0.7%) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| SO2 | DRY : | 4.8218 kg/(ha*a) | (+/- 0.7%) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| SO2 | WET : | 0.2411 kg/(ha*a) | (+/- 0.2%) | bei x= 5706 m, y= 8270 m | (1: 21, 28) |
| NO2 | DEP : | 0.4977 kg/(ha*a) | (+/- 0.7%) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| NO2 | DRY : | 0.4974 kg/(ha*a) | (+/- 0.7%) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| NO2 | WET : | 0.0004 kg/(ha*a) | (+/- 0.3%) | bei x= 5706 m, y= 8266 m | (1: 21, 27) |
| NO | DEP : | 0.1247 kg/(ha*a) | (+/- 0.7%) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| NO | DRY : | 0.1247 kg/(ha*a) | (+/- 0.7%) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| NH3 | DEP : | 1.9640 kg/(ha*a) | (+/- 0.6%) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| NH3 | DRY : | 1.6066 kg/(ha*a) | (+/- 0.7%) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| NH3 | WET : | 0.3755 kg/(ha*a) | (+/- 0.1%) | bei x= 5746 m, y= 8282 m | (1: 31, 31) |

=====

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

| | | | | | |
|-----|-------|------------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| SO2 | J00 : | 1.5 µg/m ³ | (+/- 0.5%) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| SO2 | T03 : | 4.9 µg/m ³ | (+/- 4.0%) | bei x= 5738 m, y= 8278 m | (1: 29, 30) |
| SO2 | T00 : | 6.0 µg/m ³ | (+/- 4.5%) | bei x= 5802 m, y= 8310 m | (1: 45, 38) |
| SO2 | S24 : | 8.9 µg/m ³ | (+/- 29.3%) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| SO2 | S00 : | 13.9 µg/m ³ | (+/- 13.8%) | bei x= 5802 m, y= 8330 m | (1: 45, 43) |
| NOX | J00 : | 1.8 µg/m ³ | (+/- 0.5%) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| NO2 | J00 : | 0.5 µg/m ³ | (+/- 0.5%) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| NO2 | S18 : | 3.3 µg/m ³ | (+/- 15.0%) | bei x= 5814 m, y= 8322 m | (1: 48, 41) |
| NO2 | S00 : | 4.9 µg/m ³ | (+/- 13.7%) | bei x= 5802 m, y= 8330 m | (1: 45, 43) |
| NH3 | J00 : | 0.52 µg/m ³ | (+/- 0.5%) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |

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

| | | | | | |
|----------|-------|-------|------------|--------------------------|-------------|
| ODOR | J00 : | 4.3 % | (+/- 0.1) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| ODOR_100 | J00 : | 4.3 % | (+/- 0.1) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |
| ODOR_MOD | J00 : | 4.3 % | (+/- ?) | bei x= 5738 m, y= 8274 m | (1: 29, 29) |

=====

2025-07-09 22:59:51 AUSTAL beendet.