

Auftraggeber: **Gemeinde Aldingen**
Marktplatz 5
78554 Aldingen

Erweiterung der Energiezentrale der Nahwärmeversorgung Aldingen: Schornsteinhöhenberechnung und Immissionsprognose

Datum: 20.01.2025
Projekt- Nr.: 24-01-04-S
Berichtsumfang: 91 Seiten
Berichtsnummer: 1.1
Bearbeiter: **Dr. Markus Hasel, Diplom-Meteorologe**
Projektleiter, Sachverständiger
Dr. Jost Nielinger, Diplom-Meteorologe
Fachlich Verantwortlicher für Immissionsprognosen

iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG
Niederlassung Stuttgart
Hauptstraße 54
70839 Gerlingen

Tel.: 07156 / 4389-16
Fax: 07156 / 5026-18
E-Mail: hasel@ima-umwelt.de
Internet: <http://www.ima-umwelt.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	4
2	Vorgehensweise	4
3	Beurteilungsgrundlagen	6
3.1	Begrifflichkeiten der TA Luft	6
3.2	Prüfung der Schutzpflicht	6
3.3	Schutz der menschlichen Gesundheit	7
3.4	Schutz vor erheblichen Belästigungen oder Nachteilen durch Staubbiederschlag	8
3.5	Schutz vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsimmissionen	8
3.5.1	Immissionswerte	8
3.5.2	Beurteilungsflächen	9
3.5.3	Irrelevanzregelung	9
3.6	Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation, von Ökosystemen sowie sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter	10
3.6.1	Stickstoff- und Säuredeposition	10
4	Örtliche Verhältnisse	11
5	Quellen und Emissionen	15
5.1	Bearbeitungsgrundlagen	15
5.2	Betriebsbeschreibung	15
5.3	Emissionen	16
5.3.1	Emissionstechnische Randbedingungen	16
5.3.2	Emissionswerte	18
5.3.3	Emissionsmassenströme	19
5.3.4	Zeitlicher Verlauf der Emissionen	20
5.3.5	Zusammenfassung von Emissionsquellen zur Ermittlung der Abgasfahnenüberhöhung	24
5.4	Geruchsemissionen	24
5.4.1	Hackschnitzzellagerung	24
5.4.2	Schornsteine	25
5.4.3	Zusammenfassung der Geruchsemissionen der Anlage	26
6	Vergleich mit den Bagatell-Massenströmen	27
7	Schornsteinhöhenberechnung	28
7.1	Zugrunde gelegte Verordnungen und Vorschriften	28
7.2	Prüfung auf Einhaltung der S-Werte	29
7.2.1	Allgemeines	29
7.2.2	Einzelochne	29
7.2.3	Überlagerung der Abgasfahnen aus mehreren Schornsteinen	31
7.3	Bebauung und Bewuchs	33
7.4	Unebenes Gelände / Kavitätszone	35
7.5	Anforderung an die Ableitung in die freie Luftströmung (Nr. 5.5.2.1 der TA Luft)	37

7.5.1	Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen	37
7.5.2	Ungestörter Abtransport der Abgase	37
7.5.3	Berücksichtigung von Zuluftöffnungen, Fenstern oder Türen	42
7.6	Hohe Einzelgebäude	42
7.7	Zusammenfassung zur rechnerischen Schornsteinhöhe	43
8	Immissionsprognose.....	44
8.1	Quellen und deren Emissionen	44
8.2	Beurteilungsgebiet, Berechnungsgebiet und Berechnungsgitter	46
8.3	Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen	48
8.4	Berücksichtigung des Geländeeinflusses und Windfeldmodell	50
8.5	Meteorologische Eingangsdaten	53
8.6	Trockene und nasse Deposition.....	57
8.7	Ausbreitungsrechnung für Gase	58
8.8	Ausbreitungsrechnung für Stäube	59
8.9	Ausbreitungsrechnung für die Stickstoff-Deposition und Säureeinträge	60
8.10	Qualitätsstufe (statistische Sicherheit)	62
8.11	Rechenunsicherheit	62
8.12	Verwendetes Programmsystem	62
9	Ergebnisse und Bewertung nach TA Luft.....	63
9.1	Allgemeines	63
9.2	Prüfung des Schutzes der menschlichen Gesundheit	63
9.2.1	Beurteilungspunkte	63
9.2.2	Ergebnisse	65
9.3	Prüfung des Schutzes vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag.....	67
9.4	Prüfung des Schutzes vor erheblichen Belästigungen durch Gerüche	68
9.5	Prüfung des Schutzes vor erheblichen Nachteilen, insbesondere des Schutzes der Vegetation, von Ökosystemen sowie sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter	70
9.5.1	Beurteilungspunkt	70
9.5.2	Stickstoffdeposition	70
9.5.3	Säuredeposition	71
9.6	Vorbelastung (NO ₂ , SO ₂)	74
9.7	Gesamtbelastung (NO ₂ , SO ₂)	76
10	Zusammenfassung.....	79
10.1	Schornsteinhöhe	79
10.2	Schutz der menschlichen Gesundheit	79
10.3	Schutz vor erheblichen Belästigungen.....	80
10.4	Schutz der Vegetation und von Ökosystemen.....	80
	Literatur	81
	Anhang 1 Eingangsdateien der Ausbreitungsrechnung und Protokolldatei.....	84
	Anhang 2 Auswahl repräsentatives Jahr	91

Der vorliegende Bericht Version 1.1 vom 20.01.2025 ersetzt Version 1.0 vom 11.12.2024

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Aldingen betreibt am nördlichen Ortsrand eine Energiezentrale zur Nahwärmever-sorgung. Aktuell sind ein Erdgas-BHKW und ein Biomasse-Hackschnitzelkessel genehmigt.

Die Genehmigung soll u.a um folgende Aggregate erweitert werden:

- ein weiterer Biomasse-Hackschnitzelkessel
- ein weiteres Erdgas BHKW
- ein Öl-Spitzenlastkessel

Die iMA Richter & Röckle wurde beauftragt, eine Berechnung der Schornsteinhöhe nach TA Luft (2021) durchzuführen, die einen ungestörten Abtransport der Abluft mit der freien Strömung und eine ausreichende Verdünnung gewährleistet.

Über eine Immissionsprognose soll außerdem die Einhaltung der Immissionswerte der 39. BIm-SchV (2020) und der TA Luft (2021) nachgewiesen werden.

Das Gutachten wurde entsprechend der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13:2010-01 (2010) erstellt.

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 Vorgehensweise

Aus der Aufgabenstellung ergibt sich folgende Vorgehensweise:

1. Darstellung der Beurteilungsgrundlagen (siehe Kapitel 3)
2. Beschreibung der örtlichen Verhältnisse (siehe Kapitel 4)
3. Ermittlung der von den Anlagen ausgehenden *Emissionen* (siehe Kapitel 5).
4. Gegenüberstellung der Emissionsmassenströme mit den Bagatellmassenströmen der TA Luft (2021), Tabelle 7, Nr. 4.6.1.1 (siehe Kapitel 8).
5. Ermittlung der Schornsteinhöhen zur Ableitung der Abgase (siehe Kapitel 7)
6. Auswahl der für die Ausbreitungsrechnung zu verwendenden *meteorologischen Daten*. Als meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung dienten modellierte Daten gemäß TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 9.1 b) für das repräsentative Jahr 2012 (siehe Kapitel 8.5). Die Niederschlagsintensitäten wurden gemäß TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 9.7 dem Datensatz des Umweltbundesamtes für den Standort der Anlage entnommen.
7. Durchführung einer Ausbreitungsrechnung (siehe Kapitel 8) entsprechend den Vorgaben der TA Luft (2021). Die Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13:2010-01 (2010) „Qualitätssicherung in der Immissionsprognose“ werden dort berücksichtigt, wo die Richtlinie inhaltlich für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft (2021) anwendbar ist. Zur Ausbreitungsrechnung wird das Modell Lasat (Janicke (2020)) eingesetzt.
8. Berechnung der Stickstoff-Deposition und der Säure-Einträge aus den Ergebnissen der Ausbreitungsrechnung. Zusätzlich wird die „Methode 3“ des LANUV-Fachartikels (Straub

et al. (2013)) zur Berücksichtigung der Landnutzung bei der trockenen Deposition angewendet.

9. Gegenüberstellung der Ergebnisse mit den Beurteilungswerten der TA Luft (2021) und Beurteilungsvorschlag (siehe Kapitel 9 und 10). Die Gesamtzusatzbelastungen der Energiezentrale (geplante Gesamt-Anlage) werden für die Beurteilungspunkte und die Maxima der Beaufschlagung bestimmt, den einschlägigen Beurteilungswerten gegenübergestellt und eine Prüfung auf Einhaltung der Irrelevanzwerte der TA Luft (2021) vorgenommen. Aus den Ergebnissen der Stickstoff-Deposition und der Säure-Einträge wird der Einwirkungsbereich entsprechend der Abschneidekriterien im Anhang 8 der TA Luft (2021) bestimmt.

3 Beurteilungsgrundlagen

3.1 Begrifflichkeiten der TA Luft

Die TA Luft (2021) unterscheidet in der Immission folgende Belastungs-Begriffe:

- **Vorbelastung:** vorhandene Belastung durch einen Schadstoff
- **Zusatzbelastung:** Immissionsbeitrag des beantragten Vorhabens. Im Falle einer Änderungsgenehmigung kann dieser negativ sein (wenn durch die Änderung eine Verringerung der Immission gegenüber dem aktuellen Stand bewirkt wird)
- **Gesamtzusatzbelastung:** Immissionsbeitrag der gesamten Anlage; bei Neugenehmigungen entspricht die Zusatzbelastung der Gesamtzusatzbelastung
- **Gesamtbelastung:** Summe aus Vorbelastung und Zusatzbelastung bzw. Gesamtzusatzbelastung

Die Ermittlung der Zusatz- oder Gesamtzusatzbelastung erfolgt an **Aufpunkten**. An **Beurteilungspunkten** wird die Gesamtbelastung für die **Immissionskenngrößen** (Höhe der Belastung eines luftverunreinigenden Stoffes) ermittelt und den **Immissionswerten** gegenübergestellt.

3.2 Prüfung der Schutzpflicht

Nach Nr. 4.1 der TA Luft (2021) ist zu prüfen, ob beim Betrieb der Anlage der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen sichergestellt ist.

Danach kann bei Schadstoffen, für die Immissionswerte in den Nummern 4.2 bis 4.5 TA Luft (2021) festgelegt sind, auf die Bestimmung von Immissionskenngrößen verzichtet werden, wenn

- a) die Emissionsmassenströme gering sind (Unterschreitung der Bagatellmassenströme)
- b) die Vorbelastung gering ist oder
- c) die Gesamtzusatzbelastung irrelevant ist.

In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden, es sei denn, trotz geringer Massenströme nach Buchstabe a) oder geringer Vorbelastung nach Buchstabe b) liegen hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 der TA Luft (2021) vor.

Bei einer irrelevanten Gesamtzusatzbelastung nach Buchstabe c) ist hingegen immer davon auszugehen, dass von der Anlage – unabhängig von der Vorbelastung – keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen verursacht werden. Damit ist insbesondere auch keine Bestimmung der Kenngrößen für die Kurzzeitbeurteilungswerte (Tabelle 3-2) sowie der Vorbelastung erforderlich. Der Immissionsbeitrag einer Anlage wird als „irrelevant“ bezeichnet, wenn die Immissionsbeurteilungswerte – bezogen auf den Jahresmittelwert – nur zu einem bestimmten, in der TA Luft definierten Anteil ausgeschöpft werden.

Die TA Luft unterscheidet zwischen folgenden Immissionswerten:

1. Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Nr. 4.2)

2. Immissionswerte zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag (Nr. 4.3.1)
3. Immissionswerte zum Schutz vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsimmissionen (Nr. 4.3.2 der TA Luft (2021))
4. Immissionswerte Schutz von Ökosystemen und der Vegetation sowie vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter (Nr. 4.4)
5. Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe (Nr. 4.5).

Für Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung (FFH-Gebiete) sind in Anhang 8 der TA Luft (2021) Abschneidekriterien für die Stickstoff- und Säureeinträge angegeben.

Nachfolgend werden nur diejenigen Schadstoffe dargestellt, die beim Betrieb der geplanten Anlage von Bedeutung sind. Dies betrifft Stickoxide (NO₂, NO_x), Schwefeloxide (SO₂), Formaldehyd, Staub und Gerüche. Weitere Stoffe wie Kohlenmonoxid und Gesamt-Kohlenstoff sind Kenngrößen für die Qualität der Verbrennung, spielen immissionsseitig jedoch keine Rolle. Sie werden daher in der Schornsteinhöhenberechnung, aber nicht bei der Ermittlung der Gesamtzusatzbelastung betrachtet.

3.3 Schutz der menschlichen Gesundheit

Die Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind in Tabelle 3-1 zusammengestellt. Die Irrelevanzschwelle beträgt drei Prozent des Immissionswerts. Maßgeblich ist die höchste bodennahe Konzentration im Beurteilungsgebiet.

Tabelle 3-1: Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit.

Stoff	Immissionswert	Statistische Definition	Erläuterung	Irrelevanz
NO ₂ (Stickstoffdioxid)	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Nr. 4.2.1 TA Luft Tab. 1 und § 4, 39. BImSchV	3 %
Partikel (PM ₁₀)	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Nr. 4.2.1 TA Luft Tab. 1 und § 4, 39. BImSchV	3 %
Partikel (PM _{2,5})	25 µg/m ³	Jahresmittelwert	Nr. 4.2.1 TA Luft Tab. 1 und § 4, 39. BImSchV	3 %
SO ₂ (Schwefeldioxid)	50 µg/m ³	Jahresmittelwert	Nr. 4.2.1 TA Luft Tab. 1	3 %
NH ₃ (Ammoniak)	140 µg/m ³	Jahresmittelwert	TRGS 900 (2023) / 100	(3 %)
Formaldehyd	70 µg/m ³	Jahresmittelwert	Umweltbundesamt (2015)	(3 %)

Erläuterungen zur Tabelle:

- PM₁₀ ist Staub, dessen Median der Korngrößenverteilung 10 µm beträgt
- PM_{2,5} ist Staub, dessen Median der Korngrößenverteilung 2,5 µm beträgt
- Für NH₃ und Formaldehyd sind in der TA Luft keine Immissionswerte angegeben, die Irrelevanzschwelle von 3 % wird analog verwendet

Tabelle 3-2: Immissionswerte (Kurzzeitwerte) zum Schutz der menschlichen Gesundheit.

Stoff	Immissionswert	Statistische Definition	Erläuterung
NO ₂ (Stickstoffdioxid)	200 µg/m ³	Konzentration, die von maximal 18 Stundenmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	Nr. 4.2.1 TA Luft Tab. 1 und § 4, 39. BImSchV
Partikel (PM ₁₀)	50 µg/m ³	Konzentration, die von maximal 35 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	Nr. 4.2.1 TA Luft Tab. 1 und § 4, 39. BImSchV
SO ₂ (Schwefeldioxid)	125 µg/m ³	Konzentration, die von maximal 3 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	Nr. 4.2.1 TA Luft Tab. 1 und § 4, 39. BImSchV
	350 µg/m ³	Konzentration, die von maximal 24 Stundenmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	

3.4 Schutz vor erheblichen Belästigungen oder Nachteilen durch Staubbiederschlag

Staubbiederschlag bezeichnet die Deposition von Staub auf eine horizontale Fläche. Er ist für sichtbare Verschmutzungen verantwortlich, jedoch nicht gesundheitsschädlich.

Tabelle 3-3 enthält den Immissionswert für Staubbiederschlag.

Tabelle 3-3: Immissionswert zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag.

Stoff	Immissionswert	Statistische Definition	Erläuterung	Irrelevanz
Staub	0,35 g/(m ² d)	Jahresmittelwert	TA Luft Nr. 4.3.1.1 Tab. 2 / 4.3.1.2	10,5 mg/(m ² d)

Die Irrelevanzschwelle beträgt drei Prozent des Immissionswerts.

3.5 Schutz vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsimmissionen

3.5.1 Immissionswerte

Zur Beurteilung der Geruchsimmissionen ist der Anhang 7 der TA Luft (2021) vom 18.08.2021 heranzuziehen. Danach wird der Belästigungsgrad durch Gerüche anhand der mittleren jährlichen Häufigkeit von „Geruchsstunden“ beurteilt. Eine „Geruchsstunde“ liegt vor, wenn anlagen-typischer Geruch während mindestens 6 Minuten innerhalb der Stunde wahrgenommen wird.

Auf den Beurteilungsflächen (Definition siehe Kapitel 3.5.2) sind die in Tabelle 3-4 aufgeführten Immissionswerte einzuhalten. Wenn diese Werte eingehalten werden, ist üblicherweise von keinen erheblichen und somit keinen schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG auszugehen.

Tabelle 3-4: Immissionswerte für Geruch entsprechend TA Luft: Relative Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr

Nutzungskategorie	Immissionswert
Wohn-/Mischgebiete	10 %
Gewerbe-/Industriegebiete mit zugelassenen Wohnnutzungen (z.B. Betriebsleiterwohnungen)	15 %
Dorfgebiete (und Gerüche aus der Tierhaltung)	15 %
Gewerbe-/Industriegebiete (Wohnnutzungen nicht zugelassen)	bis 25 % im Einzelfall

Ferner ist in Nr. 2 des Anhangs 7 der TA Luft ein Vorsorgewert von 6 % aufgeführt. Danach ist die Schornsteinmindesthöhe in der Regel so zu bemessen, dass die Kenngröße der zu erwartenden Zusatzbelastung auf keiner Beurteilungsfläche, für die Immissionswerte gelten, den Wert 6 % überschreitet.

3.5.2 Beurteilungsflächen

Beurteilungsflächen sind gemäß TA Luft solche Flächen, in denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten. Waldgebiete, Flüsse und Ähnliches sind nicht zu betrachten.

Nach Ziffer 4.4.3 des Anhangs 7 der TA Luft (2021) ist zur Beurteilung von Geruchsimmissionen ein Netz aus quadratischen Beurteilungsflächen über das Untersuchungsgebiet zu legen, „deren Seitenlänge bei weitgehend homogener Geruchsbelastung i. d. R. 250 m beträgt“. Von diesem Wert ist abzuweichen, wenn außergewöhnlich ungleichmäßig verteilte Geruchsimmissionen auf Teilen von Beurteilungsflächen zu erwarten sind.

Im vorliegenden Fall werden die Beurteilungsflächen auf 50 m · 50 m verkleinert. Damit wird die flächenhafte Verteilung der Immissionen höher aufgelöst.

3.5.3 Irrelevanzregelung

In Nr. 3.3 des Anhangs 7 der TA Luft (2021) wird ausgeführt, dass die Genehmigung einer Anlage auch bei Überschreitung der Immissionswerte aus Tabelle 3-4 nicht versagt werden soll, wenn der Immissionsbeitrag des zu beurteilenden Vorhabens (Zusatzbelastung) irrelevant ist. Eine Zusatzbelastung wird als irrelevant bezeichnet, wenn sie auf keiner Beurteilungsfläche den Wert von 2 % überschreitet. Bei Einhaltung dieses Wertes ist davon auszugehen, dass die Anlage die belästigende Wirkung einer etwaigen vorhandenen Belastung nicht relevant erhöht. In der Praxis bedeutet dies, dass die Vorbelastung, die durch andere Geruchsemitenten hervorgerufen wird, nicht berücksichtigt werden muss.

Sofern eine übermäßige Kumulation, z.B. durch bestehende Betriebe, vorliegt, kann eine irrelevante Zusatzbelastung ggf. nicht mehr hinnehmbar sein. Eine irrelevante Gesamtzusatzbelastung ist jedoch nach Nr. 3.3 des Anhangs 7 der TA Luft (2021) auch in diesen Fällen zulässig.

3.6 Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation, von Ökosystemen sowie sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter

Die Immissionswerte zum Schutz der Vegetation und von Ökosystemen sind in Tabelle 3-5 zusammengefasst. Für Ammoniak ist in der TA Luft nur eine Irrelevanzschwelle angegeben. Ansonsten wird der Einfluss von Ammoniak in der Stickstoff- und Säuredeposition berücksichtigt (siehe Kapitel 3.6.1).

Tabelle 3-5: Immissionswerte und Irrelevanzschwellen zum Schutz der Vegetation und von Ökosystemen.

Stoff	Immissionswert	Statistische Definition	Erläuterung	Irrelevanz
NO _x (Stickstoffoxide)	30 µg/m ³	Jahresmittelwert	Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation und von Ökosystemen (Nr. 4.4.1/4.4.3 Tab. 5 TA Luft)	3 µg/m ³
SO ₂ (Schwefeldioxid)	20 µg/m ³	Jahresmittelwert und Mittelwert vom 01.10. bis 31.03.	Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation und von Ökosystemen (Nr. 4.4.1/4.4.3 Tab. 5 TA Luft)	2 µg/m ³
NH ₃	-	-	Anhang 1 TA Luft	2 µg/m ³

3.6.1 Stickstoff- und Säuredeposition

Zur Beurteilung der Stickstoff- und Säuredeposition in Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung (FFH-Gebiete) wird in Nr. 4.8 der TA Luft (2021) auf den Anhang 8 verwiesen.

Danach ist zunächst die vorhabenbedingte Zusatzbelastung an Stickstoff- und Schwefeleinträgen zu prüfen. Der Einwirkungsbereich der Anlage umfasst diejenige Fläche, in der das jeweilige Abschneidekriterium überschritten ist (Tabelle 3-6). Liegen Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung (FFH-Gebiete) innerhalb des Einwirkungsbereichs, so ist für diese Gebiete eine Prüfung gemäß § 34 BNatSchG durchzuführen.

Tabelle 3-6: Definition des Abschneidekriteriums für den Einwirkungsbereich zum Schutz vor erheblichen Beeinträchtigungen Gebiete gemeinschaftlicher Bedeutung.

Stoff	Abschneidekriterium Einwirkungsbereich	Statistische Definition	Erläuterung
Stickstoffdeposition	0,3 kg N/(ha·a)	Jahresmittelwert	Schutz vor erheblicher Beeinträchtigung Gebiete gemeinschaftlicher Bedeutung (TA Luft Anhang 8)
Säuredeposition	0,04 keq S _{eq} /(ha·a)	Jahresmittelwert	Schutz vor erheblicher Beeinträchtigung Gebiete gemeinschaftlicher Bedeutung (TA Luft Anhang 8)

4 Örtliche Verhältnisse

Die Lage des Betriebsgeländes und dessen weitere Umgebung können dem Lageplan in Abbildung 4-1 entnommen werden. Die Energiezentrale Aldingen liegt im Norden der Gemeinde Aldingen auf der Baarhochfläche am Fuß der Schwäbischen Alb in einer Höhe von rund 660 m ü. NN. Auf drei Seiten fällt das Gelände zum Tal der Prim bzw. des Sulzbachs hin leicht ab.

Die Örtlichkeiten wurden vom Gutachter am 15.02.2024 besichtigt. Dabei wurden alle für die Aufgabenstellung relevanten Anlagen- und Umgebungsbedingungen erfasst.



Abbildung 4-1: Lage des Betriebsgeländes (blau markiert; Kartengrundlage: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 © geoGLIS)

Unmittelbar südlich der Energiezentrale schließt die Wohnbebauung an (Abbildung 4-2). Im Norden liegen verschiedene kommunale Einrichtungen wie die Gemeinschaftsschule. Diese nächstgelegenen Immissionsorte sind maßgeblich für diese Untersuchung (siehe Kapitel 9.2.1).

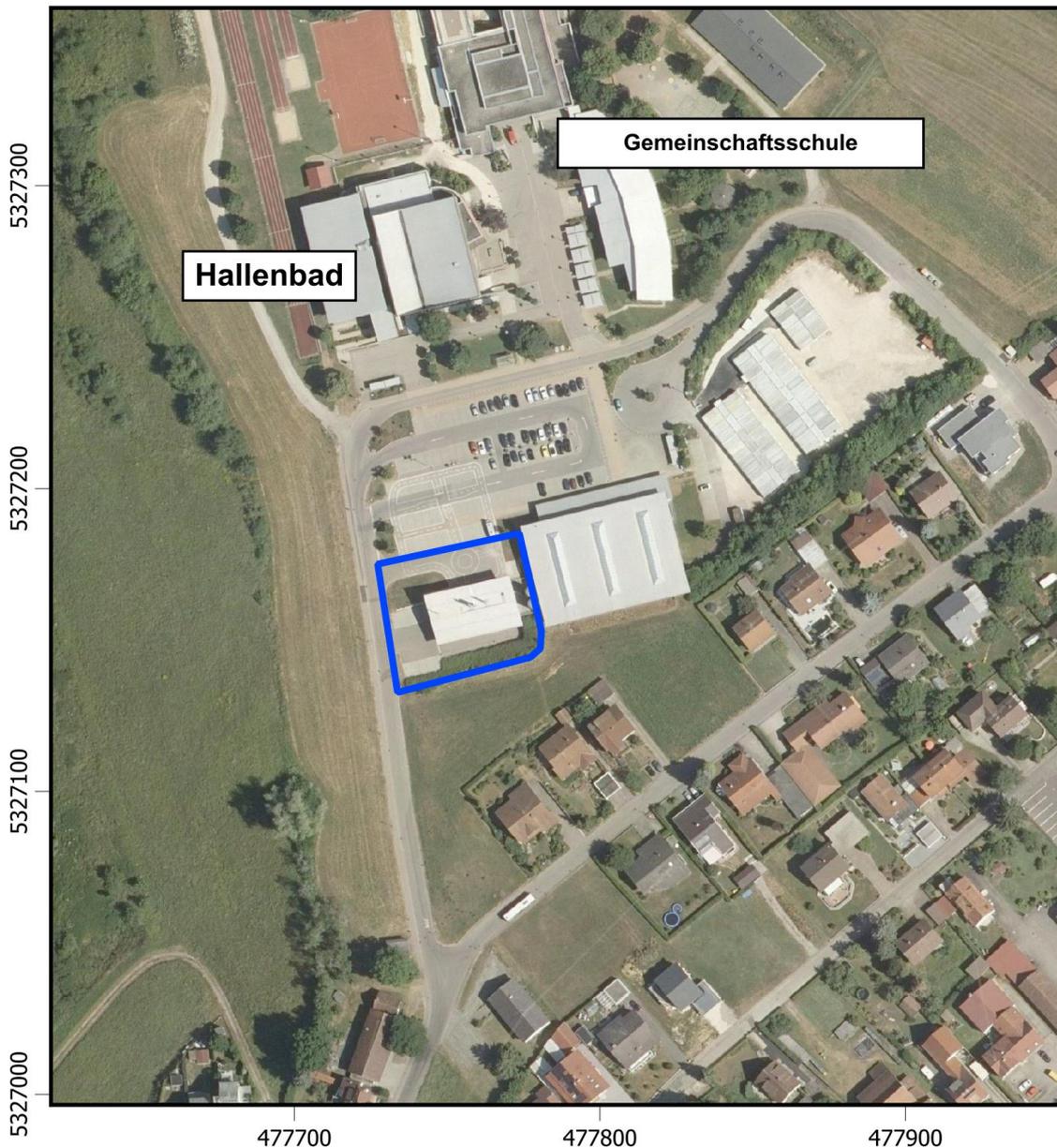


Abbildung 4-2: Lage des Betriebsgeländes (blau markiert) im Luftbild. (Luftbildgrundlage: © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 © Hexagon).

Abbildung 4-3 zeigt das Betriebsgelände und die umgebende Nutzung im Luftbild. Der rötliche Kreis markiert eine Entfernung von rund 600 m um das Betriebsgelände. Innerhalb dieses Bereichs liegen verschiedene Wohn- und Mischgebiete der Gemeinde. Im Westen und Osten sind im Flächennutzungsplan in geringer Entfernung ebenfalls Wohnbauflächen vorgesehen.

Die Umgebung außerhalb der bebauten Flächen ist geprägt von land- und forstwirtschaftlichen Nutzungen.

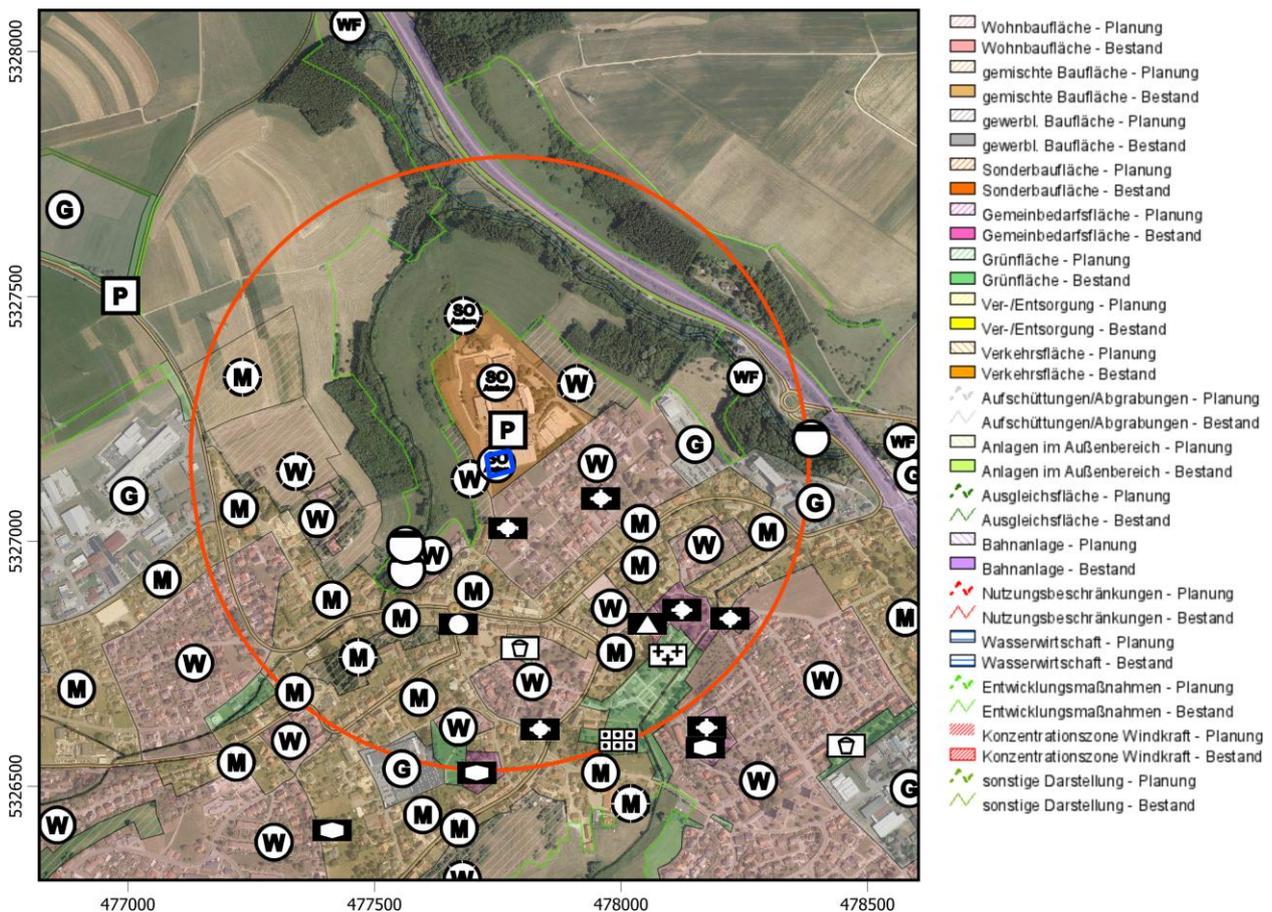


Abbildung 4-3: Lage des Betriebsgeländes (blau markiert) im Luftbild. Die Nutzungen gemäß Flächennutzungsplan sind entsprechend der Legende eingefärbt (Luftbildgrundlage: © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 © Hexagon, FNP: © Daten aus dem Geoportail Raumordnung Baden-Württemberg).

Das nächstgelegene FFH-Gebiet liegt etwa 850 m entfernt im Nordosten (Abbildung 4-4).

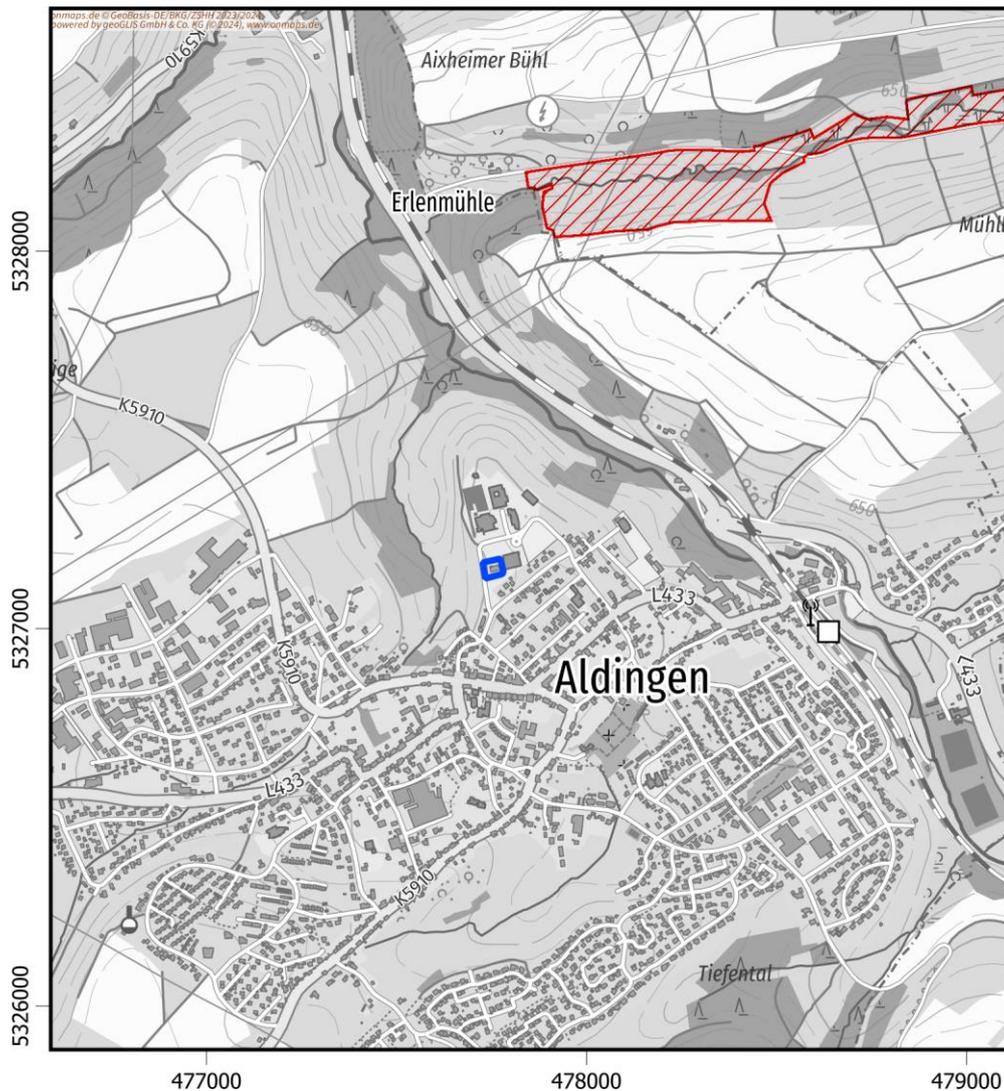


Abbildung 4-4: Lage des Betriebsgeländes (blau markiert). Das nächstgelegene FFH-Gebiet ist rot schraffiert (Kartengrundlage: onmaps.de ©GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 © geoGLIS).

5 Quellen und Emissionen

5.1 Bearbeitungsgrundlagen

Folgende Betreiber-Angaben wurden uns zur Verfügung gestellt:

- Lageplan und Vertikalschnitte der Gebäude.
- Abgasrandbedingungen und Emissionen

5.2 Betriebsbeschreibung

Die Freisetzung von Schadstoffen aus der Heizzentrale erfolgt über die Verbrennungsabgase der Motoren und Kessel. Diese werden gefasst über fünf Schornsteine abgeleitet.

Die Emissionen werden für den bestimmungsgemäßen Betrieb ermittelt. Der Betrieb der Anlage erfolgt nach Angabe des Betreibers prinzipiell an allen Tagen des Jahres. Die Anlagen können an 24 Stunden pro Tag betrieben werden.

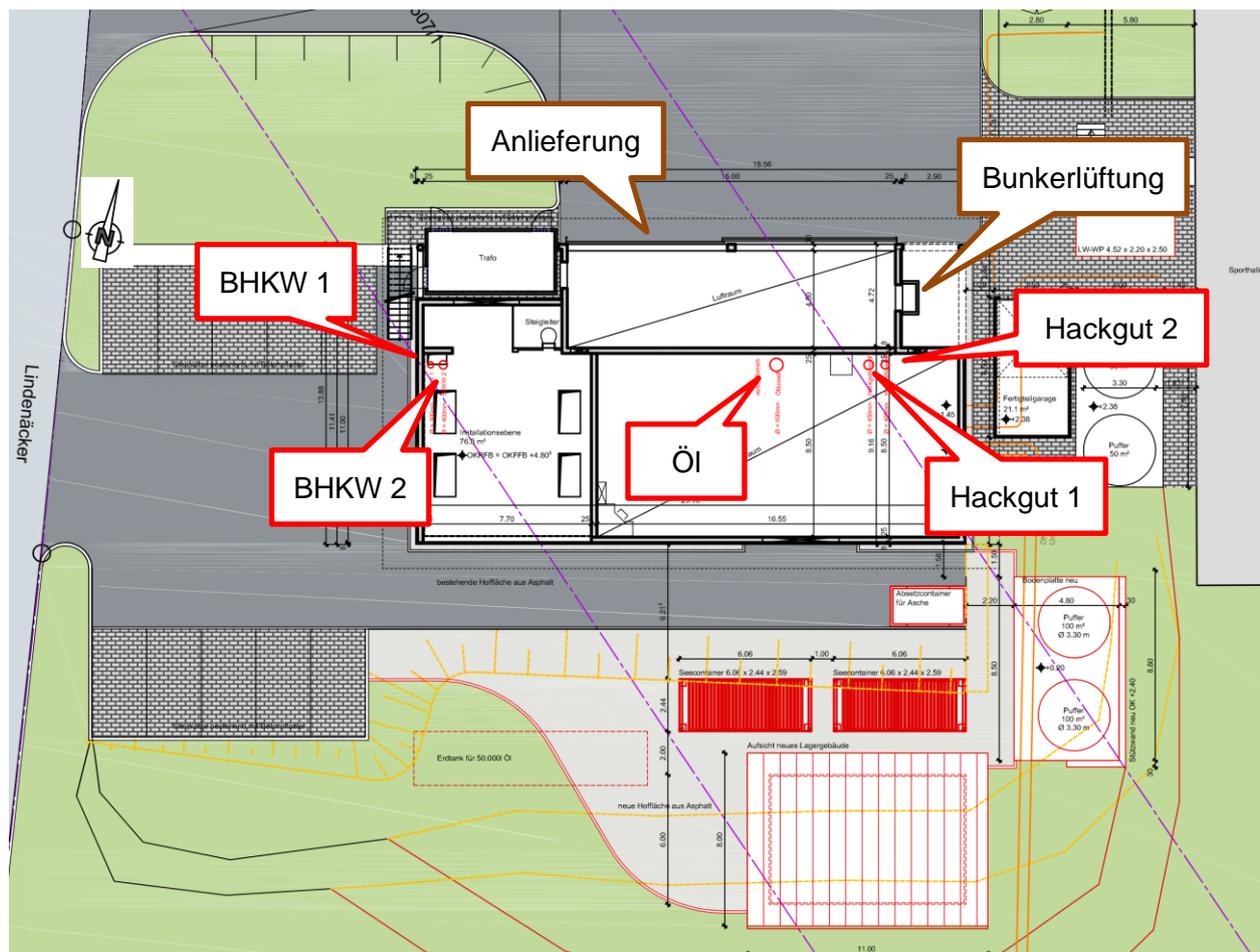


Abbildung 5-1: Lageplan des Betriebsgeländes mit den Positionen der bestehenden Schornsteine (BHKW 1, Hackgut 1) und geplanten Schornsteine (BHKW 2, Hackgut 2, Öl) sowie der Quellen des Hackschnitzlagers. Stand 06.12.2023.

5.3 Emissionen

Für die Anlagen wurden uns vom Antragsteller die beantragten Emissionswerte nach 44. BIm-SchV, die Abgasrandbedingungen sowie die zu erwartenden jährlichen Energiemengen geliefert.

5.3.1 Emissionstechnische Randbedingungen

Unter emissionstechnischen Randbedingungen werden die Parameter des Rauchgases bzw. des Emissionsortes verstanden, die bei einer Schornsteinhöhenberechnung oder in der Ausbreitungsrechnung verwendet werden. Diese umfassen die Quellgeometrie, den Volumenstrom, die Abgastemperatur und die Abgasgeschwindigkeit (Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2).

Tabelle 5-1: Angaben des Antragstellers zu den bestehenden Anlagen der Energiezentrale.

Anlagenparameter	Einheit	BHKW 1	Hackgut 1
Anlagentyp		BHKW	Kessel
Brennstoff		Erdgas	Hackschnitzel
Nennwärmeleistung	MW	0,658	0,499
Feuerungswärmeleistung	MW	1,322	0,533
Austrittstemperatur an der Schornsteinmündung	°C	120	130
Innen-Durchmesser Schornsteinmündung	m	0,30	0,45
Bezugs-O ₂ -Gehalt im Abgas	%	5	6
Betriebs-O ₂ -Gehalt im Abgas	%	9,1	8,0
Volumenstrom Norm, trocken beim Bezugs-O ₂	m ³ /h	1 493	736
Volumenstrom Norm, feucht beim Betriebs-O ₂	m ³ /h	2 263	956
Standort Schornstein Ostwert (UTM32)		477 747,06	477 766,64
Standort Schornstein Nordwert (UTM32)		5 327 157,98	5 327 162,59
Abgasgeschwindigkeit Schornsteinmündung*	m/s	12,8	2,5
Wasserbeladung*	kg H ₂ O / kg tr. Abgas	0,0793	0,1055

*berechnet aus XX?

Tabelle 5-2: Angaben des Antragstellers zu den geplanten Anlagen der Energiezentrale.

Anlagenparameter	Einheit	BHKW 2	Öl	Hackgut 2
Anlagentyp		BHKW	Kessel	Kessel
Brennstoff		Erdgas	Heizöl EL	Hackschnitzel
Nennwärmeleistung	MW	1,152	2,2	0,499
Feuerungswärmeleistung	MW	2,196	2,324	0,535
Austrittstemperatur Schornsteinmündung	°C	75	120	130
Innen-Durchmesser Schornsteinmündung	m	0,40	0,60	0,40
Bezugs-O ₂ -Gehalt im Abgas	%	5	3	6
Betriebs-O ₂ -Gehalt im Abgas	%	9,6	4,0	8,0
Volumenstrom Norm, trocken, Bezugs-O ₂	m ³ /h	2 472	2 387	736
Volumenstrom Norm, feucht, Betriebs-O ₂	m ³ /h	3 895	2 847	956
Standort Schornstein Ostwert (UTM32)		477 747,61	477 762,49	477 767,35
Standort Schornstein Nordwert (UTM32)		5 327 158,12	5 327 161,61	5 327 162,76
Abgasgeschwindigkeit Schornsteinmündung*	m/s	11,0	4,0	3,1
Wasserbeladung*	kg H ₂ O / kg tr. Ab- gas	0,0764	0,0832	0,1055

*berechnet

5.3.2 Emissionswerte

In Tabelle 5-3 sind die Emissionswerte für die einzelnen Anlagen aufgelistet.

Für das vorhandene BHKW werden bzgl. NO_x die Emissionswerte der TA Luft (2002) angesetzt, da die Emissionswerte der 44. BImSchV erst ab 2029 gelten. Bei den anderen Stoffen werden teilweise niedrigere Emissionswerte als nach TA Luft (2002) berücksichtigt, die vom Antragsteller garantiert werden.

Für das geplante BHKW werden die beantragten Emissionswerte angesetzt, die teilweise etwas niedriger als die Emissionswerte der 44. BImSchV sind.

Tabelle 5-3: Betreiber-Angaben zu den beantragten Emissionskonzentrationen, bezogen auf das trockene Abgas im Normzustand beim Bezugs-Sauerstoffgehalt.

Schadstoff	Einheit	BHKW 1	BHKW 2	Öl	Hackgut 1	Hackgut 2
Bezugssauerstoffgehalt	%	5	5	3	6	6
Stickstoffoxid (NO _x , angegeben als NO ₂)	mg/m ³	500	100	150	750	750
Schwefeloxid SO ₂	mg/m ³	9 ¹	9 ¹	165 ²	300	300
Kohlenmonoxid CO	mg/m ³	250	250	80	1 000	370
Formaldehyd	mg/m ³	30	20	–	–	–
Staub	mg/m ³	–	–	5	100	35
Ammoniak NH ₃	mg/m ³	–	30 ³	–	–	–
Gesamtkohlenstoff	mg/m ³	–	1 300	–	50	50

¹ in Anlehnung an 44. BImSchV (2022), §16 Absatz 9 wurde der in §13, Absatz 5 Nr. 2 aufgeführte Wert verwendet (umgerechnet auf 5% Bezugssauerstoffgehalt)

² gemäß §11 Absatz 7 der 44. BImSchV (2022) wird der maximale Massengehalt von Schwefel in leichtem Heizöl herangezogen

³ bei BHKW 2 wird ein SCR/SNCR-Katalysator eingesetzt

5.3.3 Emissionsmassenströme

Durch Multiplikation der Emissionskonzentration (Tabelle 5-3) mit dem trockenen Volumenstrom im Normzustand beim Bezugs-O₂ aus Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2 ergibt sich für jeden Stoff der Emissionsmassenstrom (Fracht), angegeben in der Einheit kg/h (Tabelle 5-4).

Tabelle 5-4: **Emissionsmassenströme der Anlagen in kg/h.**

Schadstoff	BHKW 1	BHKW 2	Ölkessel	Hackgut 1	Hackgut 2
Stickstoffoxid (NO _x , angegeben als NO ₂)	0,746	0,247	0,358	0,552	0,552
Schwefeloxid SO ₂	0,013	0,022	0,394	0,221	0,221
Kohlenmonoxid CO	0,373	0,618	0,191	1,380	0,272
Formaldehyd	0,045	0,049	–	–	–
Staub	–	–	0,084	0,138	0,026
Ammoniak NH ₃	–	0,074	–	–	–
Gesamtkohlenstoff	–	3,213	–	0,037	0,037

5.3.4 Zeitlicher Verlauf der Emissionen

Der zeitliche Verlauf der Emissionen wird anhand der vom Antragsteller prognostizierten Auslastung der Feuerungsanlagen ermittelt. Aus den zur Verfügung gestellten Nennwärmeleistungen je Monat und Anlage wurde die Feuerungswärmeleistung berechnet. Dazu wurden die Werte mit dem jeweiligen Verhältnis Feuerungs- zu Nennwärmeleistung multipliziert (siehe Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2). Konservativ wurde ein Zuschlag von 20 % angewendet, um etwaige Schwankungen von Jahr zu Jahr und sonstige Unsicherheiten zu berücksichtigen. Die jahreszeitliche Verteilung der Feuerungswärmeleistungen, aufgeteilt auf die einzelnen Anlagen, ist in Tabelle 5-5 aufgeführt.

Tabelle 5-5: Monatliche Verteilung der Nennwärmeleistungen und der Brennstoffleistungen (Feuerungswärmeleistungen) der Anlagen. Die Werte der oberen Tabelle wurden vom Antragsteller geliefert und sind gerundet aufgeführt.

Anlage	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Nennwärmeleistung in MWh/Monat (Angaben des Antragstellers):												
BHKW1	480	434	480	465	480	108	108	451	465	480	465	480
BHKW2	839	758	839	812	794	342	364	44	294	694	812	839
Ölkessel	355	179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hackgut1	260	235	111	250	0	0	0	0	0	0	101	121
Hackgut2	260	235	111	250	0	0	0	0	0	0	101	121
Feuerungswärmeleistung in MWh/Monat:												
BHKW1	965	871	965	933	965	218	218	906	933	965	933	965
BHKW2	1 600	1 445	1 600	1 548	1 514	651	695	83	561	1 324	1 548	1 600
Ölkessel	375	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hackgut1	278	251	118	267	0	0	0	0	0	0	108	129
Hackgut2	279	252	119	268	0	0	0	0	0	0	109	129
Feuerungswärmeleistung in MWh/Monat unter Anwendung eines Zuschlags von 20 %:												
BHKW1	1 157	1 045	1 157	1 120	1 157	261	261	1 087	1 120	1 157	1 120	1 157
BHKW2	1 920	1 734	1 920	1 858	1 817	781	834	100	673	1 589	1 858	1 920
Ölkessel	450	227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hackgut1	334	301	142	320	0	0	0	0	0	0	130	155
Hackgut2	335	303	143	321	0	0	0	0	0	0	131	155

Um die Emissionen zu ermitteln, werden Emissionsfaktoren gebildet. Sie errechnen sich durch Division der in Tabelle 5-4 aufgeführten Schadstoffmassenströme durch die Feuerungswärmeleistung der Anlagen (Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2). Die Emissionsfaktoren sind in Tabelle 5-6 dargestellt. CO und Gesamt-Kohlenstoff werden nicht betrachtet, da diese Stoffe immissionsseitig keine Rolle spielen.

Tabelle 5-6: Emissionsfaktoren, bezogen auf die Feuerungswärmeleistung in kg/MWh.

Schadstoff	BHKW 1	BHKW 2	Öl	Hackgut 1	Hackgut 2
NO _x	0,565	0,113	0,154	1,036	1,032
SO ₂	0,010	0,010	0,169	0,414	0,413
Formaldehyd	0,034	0,022	–	–	–
Staub	–	–	0,036	0,259	0,048
NH ₃	–	0,034	–	–	–

Auf Basis der mittleren monatlichen Feuerungswärmeleistungen (Tabelle 5-5, letzte 5 Zeilen) und der o.g. Emissionsfaktoren errechnen sich die in Tabelle 5-7 dargestellten mittleren monatlichen Schadstoffmassenströme. Bei den Angaben in der Einheit g/s wurde die Aufteilung des Stickoxid-Massenstroms in Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid berücksichtigt (siehe hierzu Abschnitt 7.2.2).

Tabelle 5-7: Jahreszeitlicher Verlauf der mittleren Schadstoffmassenströme der BHKW. Abgesehen von den unteren Summenzeilen sind alle Werte in kg/h angegeben.

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
NO_x												
BHKW 1	0,878	0,848	0,878	0,878	0,878	0,205	0,198	0,825	0,878	0,878	0,878	0,878
BHKW 2	0,290	0,280	0,290	0,290	0,275	0,122	0,126	0,015	0,105	0,240	0,290	0,290
Summe	1,169	1,129	1,169	1,169	1,153	0,327	0,324	0,840	0,984	1,119	1,169	1,169
Summe g/s	0,325	0,313	0,325	0,325	0,320	0,091	0,090	0,233	0,273	0,311	0,325	0,325
NO												
BHKW 1	0,516	0,498	0,516	0,516	0,516	0,120	0,116	0,484	0,516	0,516	0,516	0,516
BHKW 2	0,170	0,165	0,170	0,170	0,161	0,072	0,074	0,009	0,062	0,141	0,170	0,170
Summe	0,686	0,662	0,686	0,686	0,677	0,192	0,190	0,493	0,577	0,657	0,686	0,686
Summe g/s	0,191	0,184	0,191	0,191	0,188	0,053	0,053	0,137	0,160	0,182	0,191	0,191
NO₂												
BHKW 1	0,088	0,085	0,088	0,088	0,088	0,020	0,020	0,082	0,088	0,088	0,088	0,088
BHKW 2	0,029	0,028	0,029	0,029	0,027	0,012	0,013	0,002	0,011	0,024	0,029	0,029
Summe	0,117	0,113	0,117	0,117	0,115	0,033	0,032	0,084	0,098	0,112	0,117	0,117
Summe g/s	0,032	0,031	0,032	0,032	0,032	0,009	0,009	0,023	0,027	0,031	0,032	0,032
SO₂												
BHKW 1	0,016	0,015	0,016	0,016	0,016	0,004	0,004	0,015	0,016	0,016	0,016	0,016
BHKW 2	0,026	0,025	0,026	0,026	0,025	0,011	0,011	0,001	0,009	0,022	0,026	0,026
Summe	0,042	0,040	0,042	0,042	0,040	0,015	0,015	0,016	0,025	0,037	0,042	0,042
Summe g/s	0,012	0,011	0,012	0,012	0,011	0,004	0,004	0,004	0,007	0,010	0,012	0,012
Formaldehyd												
BHKW 1	0,053	0,051	0,053	0,053	0,053	0,012	0,012	0,050	0,053	0,053	0,053	0,053
BHKW 2	0,058	0,056	0,058	0,058	0,055	0,024	0,025	0,003	0,021	0,048	0,058	0,058
Summe	0,111	0,107	0,111	0,111	0,108	0,037	0,037	0,053	0,074	0,101	0,111	0,111
Summe g/s	0,031	0,030	0,031	0,031	0,030	0,010	0,010	0,015	0,020	0,028	0,031	0,031
NH₃												
BHKW 2	0,087	0,084	0,087	0,087	0,082	0,037	0,038	0,005	0,032	0,072	0,087	0,087
Summe	0,087	0,084	0,087	0,087	0,082	0,037	0,038	0,005	0,032	0,072	0,087	0,087
Summe g/s	0,024	0,023	0,024	0,024	0,023	0,010	0,011	0,001	0,009	0,020	0,024	0,024

Tabelle 5-8: Jahreszeitlicher Verlauf der mittleren Schadstoffmassenströme des Ölkessels. Abgesehen von den unteren Summenzeilen sind alle Werte in kg/h angegeben.

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
NO_x												
Öl	0,093	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Summe	0,093	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Summe g/s	0,026	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NO												
Öl	0,055	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Summe	0,055	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Summe g/s	0,015	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NO₂												
Öl	0,009	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Summe	0,009	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Summe g/s	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SO₂												
Öl	0,103	0,055	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Summe	0,103	0,055	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Summe g/s	0,028	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gesamtstaub												
Öl	0,022	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Summe	0,022	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Summe g/s	0,006	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabelle 5-9: Jahreszeitlicher Verlauf der mittleren Schadstoffmassenströme in kg/h bzw. g/s der Hack-schnitzelkessel. Abgesehen von den unteren Summenzeilen sind alle Werte in kg/h angegeben.

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
NO_x												
Hackgut1	0,465	0,449	0,198	0,461	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,187	0,215
Hackgut2	0,465	0,449	0,198	0,461	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,187	0,215
Summe	0,929	0,897	0,396	0,921	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,374	0,431
Summe g/s	0,258	0,249	0,110	0,256	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,104	0,120
NO												
Hackgut1	0,273	0,263	0,116	0,270	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,110	0,126
Hackgut2	0,273	0,263	0,116	0,270	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,110	0,126
Summe	0,545	0,527	0,232	0,541	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,220	0,253
Summe g/s	0,152	0,146	0,064	0,150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,061	0,070
NO₂												
Hackgut1	0,046	0,045	0,020	0,046	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,022
Hackgut2	0,046	0,045	0,020	0,046	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,022
Summe	0,093	0,090	0,040	0,092	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,037	0,043
Summe g/s	0,026	0,025	0,011	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,012
SO₂												
Hackgut1	0,186	0,179	0,079	0,184	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,075	0,086
Hackgut2	0,186	0,179	0,079	0,184	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,075	0,086
Summe	0,372	0,359	0,158	0,369	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,150	0,172
Summe g/s	0,103	0,100	0,044	0,102	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042	0,048
Gesamtstaub												
Hackgut1	0,116	0,112	0,049	0,115	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,047	0,054
Hackgut2	0,022	0,021	0,009	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,010
Summe	0,138	0,133	0,059	0,137	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,056	0,064
Summe g/s	0,038	0,037	0,016	0,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,018

5.3.5 Zusammenfassung von Emissionsquellen zur Ermittlung der Abgasfahnenüberhöhung

Die Schornsteine der BHKW bzw. der Hackschnitzelkessel haben jeweils nur einen geringen Abstand zueinander (Abstand kleiner zweifacher Außendurchmesser). Da sich die Abgasfahnen überlagern, werden sie jeweils gemäß VDI-Richtlinie 3782, Blatt 3 (2022) zusammengefasst.

Tabelle 5-10 gibt die Emissionsrandbedingungen wieder, die sich nach Zusammenfassung ergeben.

Tabelle 5-10: Emissionsrandbedingungen nach Zusammenfassung der Schornsteine der Energiezentrale. Alle Werte gelten an der Schornsteinmündung.

Anlagenparameter	Einheit	BHKW 1 + 2	Öl	Hackgut 1 + 2
Abgastemperatur	°C	92,8	120	130
Innen-Durchmesser	m	0,50 ^{*1}	0,60	0,60 ^{*1}
Standort Ostwert (UTM32-Koordinaten)		477 747,34	477 762,49	477 767,00
Standort Nordwert (UTM32-Koordinaten)		5 327 158,05	5 327 161,61	5 327 162,68
Abgasgeschwindigkeit	m/s	11,63	4,03	2,75
Wasserbeladung	kg H ₂ O / kg tr. Abgas	0,0775	0,0832	0,1055

*entsprechend der Kreisfläche beider Schornsteine

5.4 Geruchsemissionen

Als Geruchsquellen sind die Hackschnitzellagerung und die Schornsteine der Hackgutkessel zu berücksichtigen.

5.4.1 Hackschnitzellagerung

Untersuchungen zu den Geruchsemissionen aus Lagerflächen im Außenbereich von Holzwerkstoffindustrieanlagen sind vom Umweltbundesamt (2018) veröffentlicht worden. Für Rinden- und Holzreste ist ein Emissionsfaktor von 0,32 GE/(m² · s) angegeben. D.h. ein Quadratmeter Rinden- und Holzreste emittiert pro Sekunde 0,32 Geruchseinheiten.

Beim Abkippen und beim Transport der Hackschnitzel entstehen höhere Emissionen, da tieferliegende Schichten freigelegt werden. Für das bewegte Material wird in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3475, Blatt 1 ein 5-fach höherer Emissionsfaktor als für das ruhende Material angesetzt. Damit errechnet sich ein Emissionsfaktor von 1,6 GE/(m² · s).

Für die Geruchsprognose werden somit folgende Emissionsfaktoren verwendet:

- Lagerbereich zzgl. Bunker: 0,32 GE/(m² · s)
- Abkippen und Bewegen der Hackschnitzel: 1,6 GE/(m² · s)

Auf Basis dieser Emissionsfaktoren werden die Geruchsstoffströme der geplanten Anlage folgendermaßen ermittelt:

- Bunker: Bei einer Grundfläche von $4,5 \text{ m} \cdot 15 \text{ m} = 67,5 \text{ m}^2$ wird konservativ eine um 20 % höhere emittierende Oberfläche von 81 m^2 zugrunde gelegt. Mit dem Emissionsfaktor von $0,32 \text{ GE}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ errechnet sich ein Geruchsstoffstrom von $25,9 \text{ GE/s}$.
- Der Bunker ist abgesehen von der Anlieferung geschlossen. Auf der Westseite befindet sich eine Zuluftöffnung, durch die Luft für die Verbrennungsanlagen zugeführt wird. Eine Geruchsemission des Bunkers ist außerhalb der Anlieferzeiten somit gering. Konservativ wird dennoch eine diffuse Restemission von 10 % entsprechend $2,6 \text{ GE/s}$ angesetzt. Diese ist während des gesamten Jahres ($8\,784 \text{ h/a}$ im betrachteten Jahr 2012, siehe Kapitel 8.5) wirksam.
- Anlieferung von Hackschnitzeln: Die Hackschnitzel werden in Chargen von etwa 80 m^3 zweimal wöchentlich angeliefert. Hieraus errechnen sich im Mittel 104 Anlieferungen pro Jahr. Je Abkippvorgang wird eine Oberfläche von 100 m^2 angesetzt, woraus sich mit dem Emissionsfaktor von $1,6 \text{ GE}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ein Geruchsstoffstrom von 160 GE/s berechnet. Die Hallentore sind während Anlieferung ca. 30 Minuten geöffnet. Geht man konservativ je Anlieferung von einer Stunde mit dieser erhöhten Emission aus, so ist dieser Geruchsstoffstrom während 104 Stunden pro Jahr wirksam.

5.4.2 Schornsteine

Zur Abschätzung der Geruchsemission aus den Schornsteinen werden Messungen, die wir an einer vergleichbaren Anlage durchgeführt haben, verwendet. Unter konservativen Annahmen wurde ein Emissionsfaktor von 2 MGE/MWh ($1 \text{ MGE/h} = 10^6 \text{ GE/h}$) ermittelt.

Für die Berechnung wird die monatliche Verteilung der Brennstoffleistung, erhöht um 20 %, zugrunde gelegt (siehe Tabelle 5-5, untere Zeilen).

Bei niedrigen Brennraumtemperaturen, die beim Hochfahren nach längerem Anlagenstillstand vorliegen, sind die Geruchsemissionen deutlich höher. Zur Ermittlung der erhöhten Geruchsemissionen werden Messungen an Feuerungsanlagen herangezogen, die von Struschka et al. (2013) durchgeführt wurden. Dabei wurden beim Anbrand bis zu 25-fach höhere Geruchsemissionen festgestellt. Daher wird für die Emissionsberechnung ein Emissionsfaktor von 50 MGE/MWh zugrunde gelegt.

Auf Basis der maximalen Feuerungswärmeleistungen errechnen sich damit die in Tabelle 5-11 angegebenen Geruchsstoffströme.

Tabelle 5-11: Jahreszeitlicher Verlauf der mittleren Geruchsstoffströme sowie der Geruchsstoffströme beim Anbrand aus den hackschnitzelbefeuerten Kesseln in MGE/h bzw. GE/s (letzte Zeile).

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Geruch												
Hackgut 1	0,90	0,87	0,38	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,42
Hackgut 2	0,90	0,87	0,38	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,42
Summe	1,80	1,74	0,77	1,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,83
Summe GE/s	499	482	213	495	0	0	0	0	0	0	201	232
Geruch Anbrand												
Hackgut 1	26,65	26,65	26,65	26,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,65	26,65
Hackgut 2	26,75	26,75	26,75	26,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,75	26,75
Summe	53,40	53,40	53,40	53,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53,40	53,40
Summe GE/s	14833	14833	14833	14833	0	0	0	0	0	0	14833	14833

Laut Auskunft des Antragstellers ist von maximal einem Anfahrvorgang pro Tag auszugehen, tatsächlich ist die Häufigkeit deutlich geringer. Es wird angesetzt, dass der erhöhte Geruchsstoffstrom während einer Stunde pro Tag vorliegt. Damit errechnet sich eine jährliche Emissionszeit von 366 h/a mit erhöhter Geruchsemission. Die erhöhten Emissionen werden statistisch verteilt freigesetzt.

5.4.3 Zusammenfassung der Geruchsemissionen der Anlage

Die Geruchsemissionen der Hackschnitzelfeuerungsanlage sind in Tabelle 5-12 zusammengefasst. Für jede Quelle ist zusätzlich die Anzahl der Emissionsstunden pro Jahr aufgeführt.

Tabelle 5-12: Zusammenfassung der Emissionen der Hackschnitzelfeuerungsanlage.

Quelle	Geruchsstoffstrom [GE/s]	Emissionszeit [h/a]
Bunker: Hackschnitzellagerung	2,6	8 784
Bunker: Anlieferung von Hackschnitzeln	160	104
Schornsteine	jahreszeitliche Verteilung siehe Tabelle 5-11	8 419
Schornstein: Anbrennphase	jahreszeitliche Verteilung siehe Tabelle 5-11	365

6 Vergleich mit den Bagatell-Massenströmen

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

- die nach Nummer 5.5 (Schornsteine) abgeleiteten Emissionsmassenströme die in Tabelle 7 festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten und
- 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. Für Gerüche gelten die in Anhang 7 Nummer 2.2 beschriebenen Bagatell-Regelungen.

Im vorliegenden Fall wird für die Schornsteine der Energiezentrale eine Überprüfung gemäß Buchstabe a) durchgeführt (Tabelle 6-1). Dabei wird als ungünstigste Betriebsbedingung ein durchgehender Volllastbetrieb aller Anlagen unterstellt.

Tabelle 6-1: **Bagatellmassenströme** aus Nr. 4.6.1.1, Tabelle 7 der TA Luft (2021) bzw. für Geruch aus Anhang 7 Nr. 2.2 sowie **Emissionsmassenströme** (übernommen aus Tabelle 5-4 dieses Berichtes). Gegenüberstellung und Prüfung auf Einhaltung.

Komponente	Einheit	Bagatellmassenstrom	Massenstrom Energiezentrale	Bagatellmassenstrom eingehalten
Stickoxide NO ₂ **1	kg/h	15	2,5	ja
Schwefeldioxid SO ₂	kg/h	15	0,9	ja
Gesamt-Staub	kg/h	1,0	0,2	ja
Feinstaub PM ₁₀ **1	kg/h	0,8	0,25	ja
Feinstaub PM _{2,5} **1	kg/h	0,5	0,25	ja
Ammoniak NH ₃	kg/h	0,1	0,07	ja
Geruch**2	MGE/h	2,26	4,63	nein

**1 Es wurden konservativ jeweils 100% der Staubemissionen bzw. der gesamte NO_x-Massenstrom als NO₂ eingesetzt.

**2 Berechnet mit einem mittleren Emissionsfaktor der Hackgutkessel von 4,33 MGE/h (137 h/Woche mit 2 MGE/h und 7 h/Woche mit 50 MGE/h im Anfahrbetrieb).

Die Energiezentrale hält für alle in Nr. 4.6.1.1 der TA Luft (2021) angegebenen Stoffe die Bagatellmassenströme ein. Die Geruchsemission überschreitet den Bagatellmassenstrom.

Gemäß Absatz 1 in Nr. 4.6.1.1 der TA Luft (2021) wäre eine Bestimmung der Immissionskenngrößen für die Stoffe, deren Massenströme die Bagatellmassenströme einhalten (in der rechten Spalte Tabelle 6-1 grün hinterlegt), formal nicht erforderlich.

Zur Prüfung der möglichen Einträge in FFH-Gebiete werden im vorliegenden Fall dennoch Ausbreitungsrechnungen auch für die Stoffe durchgeführt, deren Massenströme die Bagatellmassenströme einhalten. Dies erfolgt in Kapitel 8.

7 Schornsteinhöhenberechnung

7.1 Zugrunde gelegte Verordnungen und Vorschriften

Zur Ermittlung der Schornsteinhöhen werden folgende Vorschriften, Regelwerke und Berechnungsmodelle zugrunde gelegt:

1. 44. BImSchV (2022): Vierundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes- vom 13.06.2019 (BGBl. I S. 804), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1801) geändert worden ist.
2. TA Luft (2021): Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 18.08.2021.
3. LAI (2023): Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung zur TA Luft 2021.
4. VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017): Ableitbedingungen für Abgase. Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen.
5. BESTAL (UBA (2024)): Hilfsprogramme BESMIN und BESMAX zur TA Luft, Version 1.2.0.
6. WinSTACC (2024): Programm zur Berechnung der Schornsteinhöhe nach VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4, Version 1.0.8.8.

Gemäß § 19 der 44. BImSchV sind Abgase in kontrollierter Weise so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird. Zur Ermittlung der Ableitungshöhen sind gemäß Absatz 3 in § 19 die Anforderungen der TA Luft (2021) heranzuziehen.

Zur Berechnung der erforderlichen Schornsteinhöhe werden 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).
- Berücksichtigung von unebenem Gelände Nr. 5.5.2.3 Abs. 4 und 5 der TA Luft (2021).
- Anforderungen der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) gemäß Nr. 5.5.2.1 Abs. 1 der TA Luft (2021).
- Korrektur wegen hoher Einzelgebäude gemäß Nr. 3.2 LAI-Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung (LAI (2023)).

Hinweis: Alle angegebenen Höhen beziehen sich auf ein Bezugsniveau von 657,8 m NHN.

7.2 Prüfung auf Einhaltung der S-Werte

7.2.1 Allgemeines

Die Schornsteinhöhe muss den Anforderungen der TA Luft (2021) Nummern 5.5.2.2 und 5.5.2.3 sowie – bei mehreren Schornsteinen – Nr. 5.5.2.1, Absatz 5 genügen, um eine ausreichende Verdünnung der Abgase zu gewährleisten.

7.2.2 Einzelschornsteine

Zur Überprüfung, ob beim Betrieb der 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. Für diese Ausbreitungsrechnungen wurde das Berechnungsprogramm BESMIN (Umweltbundesamt UBA (2021)) in Verbindung mit dem Programm AUSTAL View (2024) verwendet.

Das Programm BESMIN ermittelt für jeden Schadstoff die erforderliche Schornsteinhöhe, bei der der S-Wert durch die höchste berechnete Immissionskonzentration eingehalten ist. Die Mindestschornsteinhöhe beträgt 6 m.

Die Berechnung wird für alle in Tabelle 5-4 aufgeführten Stoffe durchgeführt, für die im Anhang 6 der TA Luft (2021) S-Werte angegeben sind. Gemäß Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021) Abs. 6 werden – wie im vorliegenden Fall – bei Verbrennungsmotoren die Emissionen von Gesamtkohlenstoff nicht für die Bestimmung der Schornsteinhöhe berücksichtigt.

In der Schornsteinhöhenberechnung gehen Bestandsschornsteine gemäß TA Luft (2021) 5.5.2.1 Absatz 5 mit dem halben Emissionsmassenstrom ein. Im vorliegenden Fall der Erweiterung einer Anlage, bei der die Schornsteine teilweise zusammengefasst werden, wurde dies auch bei der Bestimmung der Höhe der Einzelschornsteine berücksichtigt. In Tabelle 7-1 sind die Werte aus Tabelle 5-4 entsprechend addiert.

Für Stickstoffdioxid (NO₂) wurde der Emissionsmassenstrom gemäß TA Luft (2021), Nr. 5.5.2.2, Abs. 5 berechnet. Demnach war ein Umwandlungsgrad des NO_x von 60 Prozent zu NO₂ zugrunde zu legen. Der Emissionsmassenstrom NO₂ ergibt sich dann aus dem Emissionsmassenstrom NO_x 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-NO₂-Anteil“ bezeichnet). Konservativ wird ein Primär-NO₂-Anteil von 10% (0,1) für die Kessel bzw. 50 % (0,5) für die Erdgas-BHKW angesetzt, so ergibt mit dem Emissionsmassenstrom von NO_x die in Tabelle 7-1 angegebenen Emissionsmassenströme für NO₂.

Tabelle 7-1: **Emissionsmassenströme** der Anlagen zusammengefasst aus Tabelle 5-4 sowie S-Werte gemäß Anhang 6 der TA Luft (2021) zur Berechnung der Schornsteinhöhe. In die Addition gehen Bestandsanlagen mit dem halben Emissionsmassenstrom ein.

Schadstoff	Einheit	BHKW 1 + 2	Öl	Hackgut 1 + 2	S-Wert
Stickstoffoxid (NO _x , angegeben als NO ₂)	kg/h	0,6204	0,3581	0,8280	
Anteil Primär-NO ₂	%	50	10	10	
Faktor F		0,80	0,64	0,64	
Stickstoffdioxid NO ₂	kg/h	0,4963	0,2292	0,5299	0,10
Schwefeloxid SO ₂	kg/h	0,0289	0,3939	0,3312	0,14
Kohlenmonoxid CO	kg/h	0,8045	0,1910	0,9623	7,5
Formaldehyd	kg/h	0,0718	–	–	0,025
Partikel (PM ₁₀)	kg/h	–	0,0835	0,0948	0,08
Gesamtkohlenstoff	kg/h	–	–	0,0552	0,10

In Tabelle 7-2 sind die S-Werte und die mit BESMIN berechneten Schornsteinhöhen nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021) für den Volllastbetrieb angegeben.

Tabelle 7-2: *Berechnete Schornsteinhöhen nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021) für die Schadstoffe bei Volllastbetrieb.*

Schadstoff	BHKW 1 + 2	Öl	Hackgut 1 + 2
Stickstoffdioxid NO ₂	6,0	6,0	8,0
Schwefeloxid SO ₂	6,0	6,0	6,0
Kohlenmonoxid CO	6,0	6,0	6,0
Formaldehyd	6,0	-	-
Partikel (PM ₁₀)	-	6,0	6,0
Gesamtkohlenstoff	-	-	6,0

Aus Tabelle 7-2 geht hervor, dass sich Mindesthöhen von 6,0 m bis 8,0 m ergeben.

7.2.3 Überlagerung der Abgasfahnen aus mehreren Schornsteinen

Bei mehreren Schornsteinen soll gemäß Nr. 5.5.2.1 TA Luft (2021) Abs. 5 die Einhaltung des S-Wertes gemäß Nummer 5.5.2.2 auch bei Überlagerung der Konzentrationsfahnen der Schornsteine geprüft werden. Diese Vorgaben werden im Hilfsprogramm BESMAX (UBA (2024)) umgesetzt. Die Berechnung wird für die in Tabelle 7-1 aufgeführten Emissionen mit dem Programm AUSTAL View (2024) und Verwendung von BESMAX durchgeführt. Durch mehrere Berechnungen wird iterativ die erforderliche Schornsteinhöhe ermittelt, bei der alle S-Werte eingehalten werden.

Der geplante Ölkessel dient ausschließlich zur Absicherung von Spitzenlasten. Im Rahmen dieser Betriebsart ist eine Betriebszeit von unter 300 h/a vorgesehen. Damit fällt der Kessel unter den Begriff seltene Emissionen des Abs. 9 Nr. 5.5.2.1 der TA Luft (2021) und wird in der Überlagerung der Schornsteinemissionen für die Schornsteinhöhenberechnung nicht berücksichtigt.

In Tabelle 7-2 sind die S-Werte und die mit BESMAX berechnete Konzentration für eine Schornsteinhöhe von 8,9 m bei Volllastbetrieb angegeben. Die höchste berechnete und damit maßgebliche Konzentration wurde für Stickstoffdioxid berechnet (Abbildung 7-1).

Tabelle 7-3: Berechnete Konzentrationen sowie Vergleich mit den S-Werten in mg/m³ bei einer einheitlichen Höhe der Schornsteine von BHKW und Hackschnitzelkessel von 8,9 m. Alle Werte in mg/m³.

Schadstoff	Zusammenfassung BHKW und Hackgutkessel	S-Wert
Stickstoffdioxid NO ₂	0,1031	0,10
Schwefeloxid SO ₂	0,04815	0,14
Kohlenmonoxid CO	0,1816	7,5
Formaldehyd	0,00443	0,025
Partikel (PM ₁₀)	0,01331	0,08
Gesamtkohlenstoff	0,007749	0,10

BESMAX - Version 1.2.0

Maximale bodennahe Konzentration nach Nr. 5.5.2.1 Abs. 5 TA Luft (2021)

Bezeichnung	nq	1	2	+	
Emissionsmassenstrom	e _q	0,4963	0,5299	kg/h	
x-Koordinate	x _q	477747,34	477767	m	
y-Koordinate	y _q	5327158,05	5327162,68	m	
Schornsteinhöhe	hb	8,9	8,9	m	
Innendurchmesser	di _q	0,5	0,602	m	
Austrittstemperatur	t _q	92,8	130	°C	
<input checked="" type="radio"/>	Austrittsgeschwindigkeit	v _q	11,63	2,75	m/s
<input type="radio"/>	Wasserbeladung	z _q	0,0775	0,1055	kg/(kg tr)
<input type="radio"/>	Flüssigwasser	l _q	0,0000	0,0000	kg/kg
<input type="radio"/>	Normvolumenstrom(f)	n _f	6136	1909	m³/h
<input type="radio"/>	Normvolumenstrom(t)	n _t	5456	1632	m³/h

Maximale Konzentration berechnen

Maximale bodennahe Konzentration:

Konzentrationswert	cm	1,031E-01	mg/m³
Unsicherheit	dm	0,3	%
x-Koordinate	xm	477823,1	m
y-Koordinate	ym	5327185,6	m
Stabilitätsklasse	k1	2,0	KM
Windgeschwindigkeit	ua	3,0	m/s
Windrichtung	ra	250,0	Grad

Abbildung 7-1: Berechnung der Schornsteinhöhe mit BESMAX, exemplarisch für NO₂.

Aus Tabelle 7-2 geht hervor, dass bei einer Schornstein-Mindesthöhe von 8,9 m unter Berücksichtigung der Rundungsregel der TA Luft (2021) alle S-Werte eingehalten werden.

7.3 Bebauung und Bewuchs

Gemäß Nr. 5.5.2.3 Abs. 1-3 der TA Luft (2021) soll die Wirkung von Bebauung und Bewuchs im Umfeld der Schornsteine berücksichtigt werden, da diese zu einer Verdrängung der Windströmung führen.

Die Bebauung und der 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.

Im vorliegenden Fall hat der Kreis rechnerisch einen Radius von $15 \times 8,9 \text{ m} = 133,5 \text{ m}$. Es ist daher ein Kreis mit dem Mindestradius der TA Luft (2021) von 150 m zu betrachten.

Innerhalb dieses Kreises ist der Bereich mit geschlossener vorhandener oder nach einem Bebauungsplan zulässiger Bebauung oder geschlossenem Bewuchs zu ermitteln, der 5 Prozent der Fläche des genannten Kreises umfasst und in dem die Bebauung oder der Bewuchs die größte mittlere Höhe über Grund aufweist. Gemäß dem Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung zur TA Luft (2021) (LAI (2023)) muss es sich um einen zusammenhängenden Bereich handeln.

Die im vorliegenden Fall zu betrachtende Kreis-Fläche (Radius 150 m) um die BHKW-Schornsteine ist in Abbildung 7-2 dargestellt. Fünf Prozent der Fläche eines Kreises mit 150 m Radius entspricht etwa 3.500 m^2 . Die nördlich und östlich gelegenen Gebäude sowie der Bewuchs nehmen einen kleineren Flächenanteil ein. Für den Zuschlag durch die Bebauung und den Bewuchs ist damit der südlich gelegene Bereich mit Wohnbebauung maßgebend, deren mittlere Höhe 7,0 m beträgt.

Für die Schornsteine der Hackschnitzelkessel (Abbildung 7-3) ergibt sich ein annähernd gleicher Zuschlag von 6,9 m (gerundet: 7m).

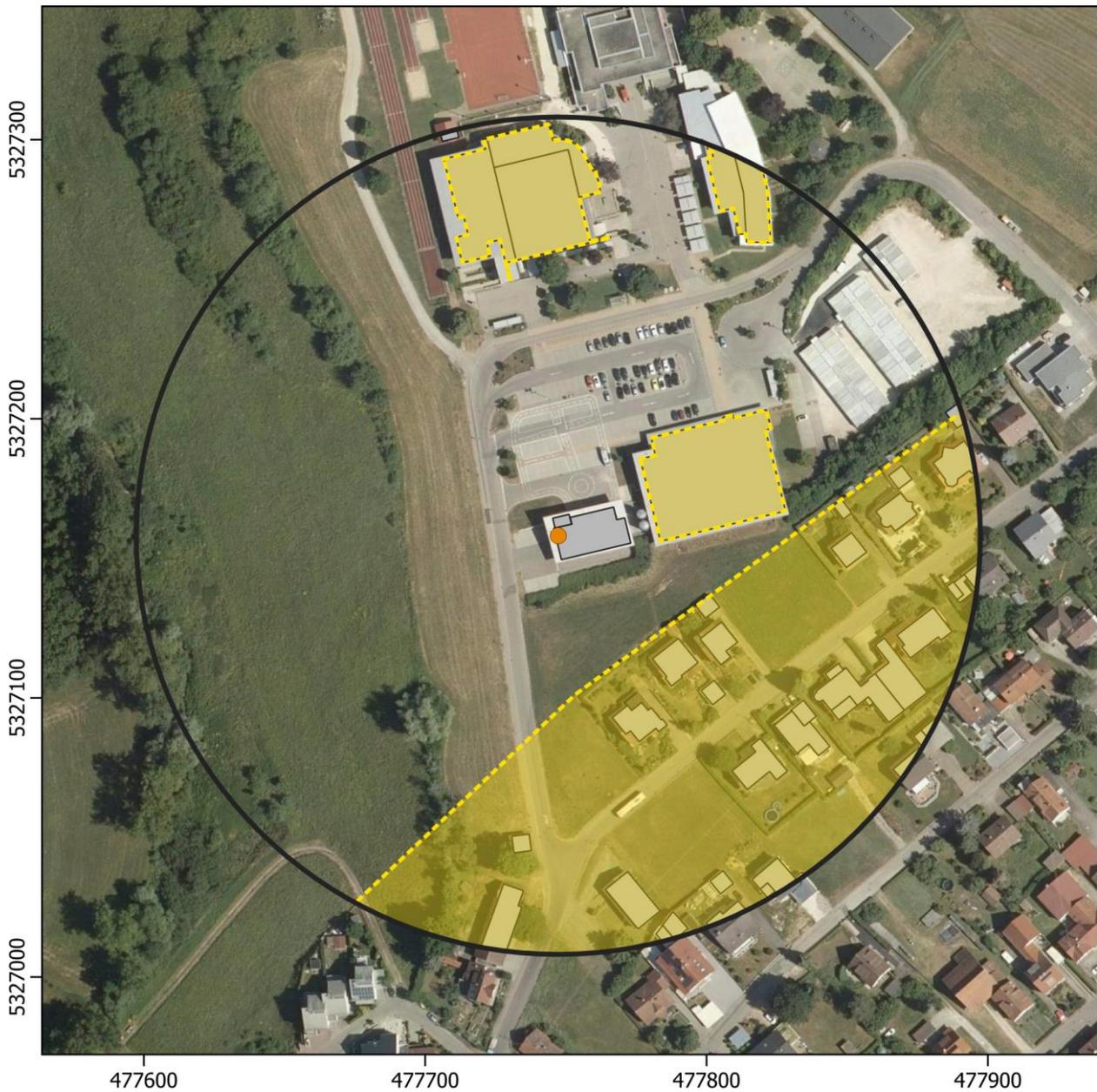


Abbildung 7-2: Kreis (schwarz) mit Radius 150 m um die Schornsteine der BHKW (orange) der Energiezentrale. Gelb markiert sind zusammenhängende Bereiche mit geschlossener Bebauung (Luftbild: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021 © Hexagon).

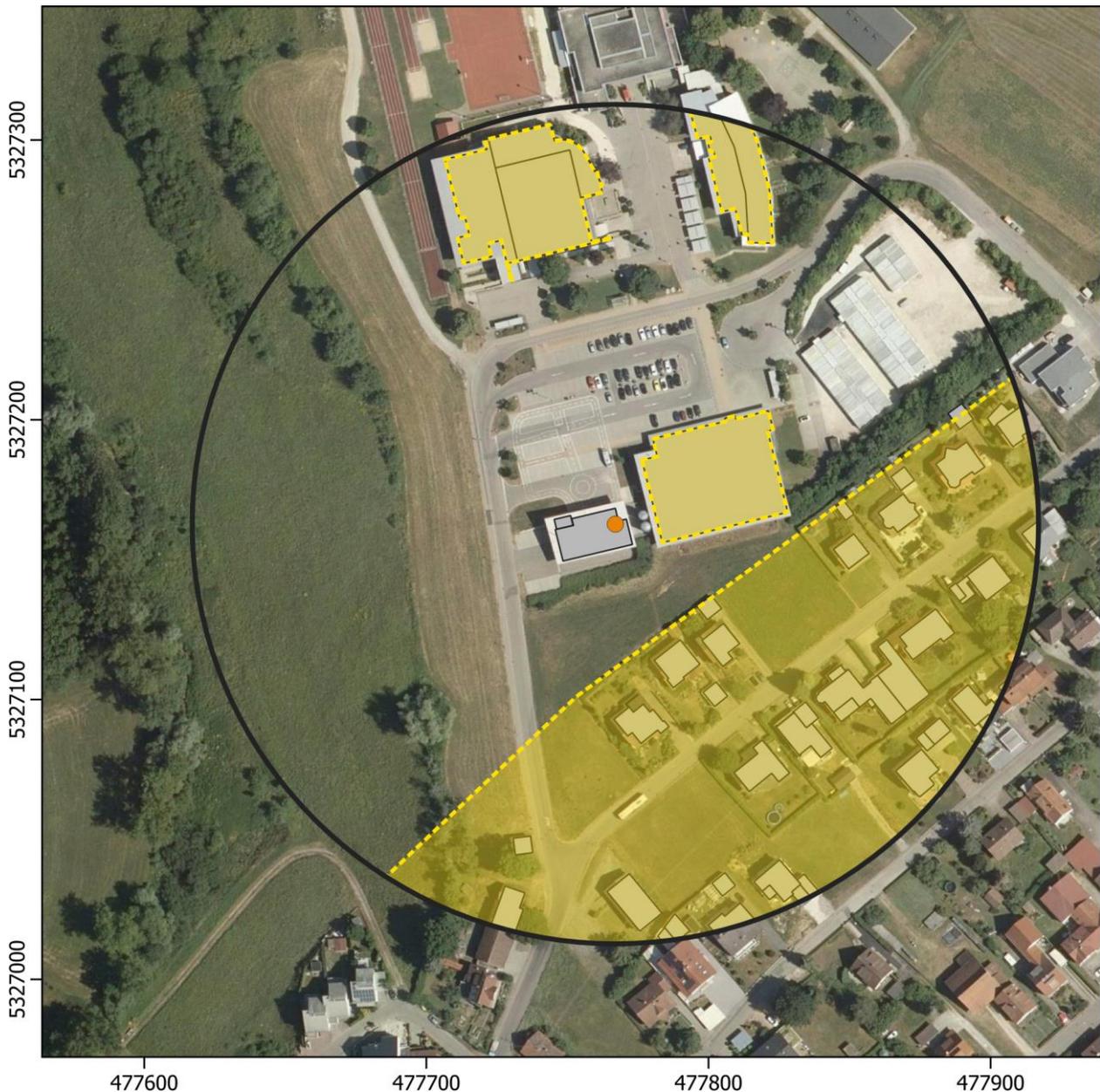


Abbildung 7-3: Kreis (schwarz) mit Radius 150 m um die Schornsteine der Hackschnitzelkessel (orange) der Energiezentrale. Gelb markiert sind zusammenhängende Bereiche mit geschlossener Bebauung (Luftbild: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021 © Hexagon).

Die um Bebauung und Bewuchs korrigierte Schornsteinhöhe berechnet sich damit zu

$$8,9 \text{ m} + 7,0 \text{ m} = \mathbf{15,9 \text{ m}}$$

7.4 Unebenes Gelände / Kavitätszone

Liegt der Landschaftshorizont von der Mündung des Schornsteins aus gesehen über der Horizontalen und ist sein Winkel zur Horizontalen in einem mindestens 20 Grad breiten

Richtungssektor größer als 15° nach oben, soll nach TA Luft (2021) Nr. 5.5.2.3, Abs. 4 und 5 die Schornsteinhöhe so weit erhöht werden, bis dieser Winkel kleiner oder gleich 15° ist. Hierbei ist der Schornstein mit der nach Nummer 5.5.2.2 bestimmten und um die mittlere Höhe von Bebauung und Bewuchs korrigierten Höhe zu betrachten.

Abbildung 7-4 zeigt die Horizonteinschränkung in Grad, die sich am Standort des Schornsteins unter Zugrundelegung der bisherigen rechnerischen Mündungshöhe ergibt. Die höchste Horizonteinschränkung liegt in Richtung Süden und Osten zur Schwäbischen Alb vor. Aber auch dort wird ein Horizontwinkel von 15° von der Schornsteinmündung aus gesehen nicht erreicht. Der größte Winkel zur Horizontalen beträgt ca. 5° . Als Geländedaten wurden GLOB-DEM50 (2000)-Daten verwendet.

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

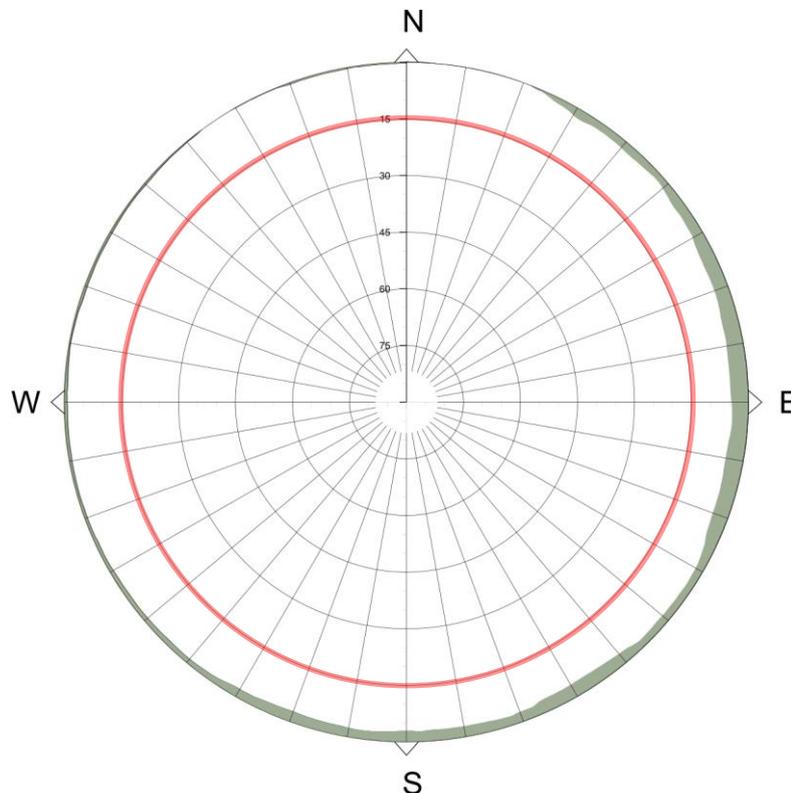


Abbildung 7-4: Horizonteinschränkung, die sich am Standort der Schornsteine in der Mündungshöhe von 15,9 m ergibt (grün). Die 15° -Linie ist rot eingezeichnet.

7.5 Anforderung an die Ableitung in die freie Luftströmung (Nr. 5.5.2.1 der TA Luft)

7.5.1 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen

Gemäß Nr. 5.5.2.1 der TA Luft (2021) soll der Schornstein mindestens

- a) eine Höhe von 10 m über dem Grund und
- b) eine den Dachfirst um drei Meter überragende Höhe haben und
- c) die Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume in einem Umkreis von 50 m um 5 m überragen.

Bei einer Dachneigung von weniger als 20 Grad soll die Höhe des Dachfirstes unter Zugrundelegung einer Neigung von 20 Grad berechnet werden. Als weitere Bedingung soll die Schornsteinhöhe die doppelte Gebäudehöhe nicht überschreiten.

Durch die genannten Anforderungen soll ein ungestörter Abtransport und eine ausreichende Verdünnung der Abgase sichergestellt werden. Die Vorgaben der TA Luft zur Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen werden in der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) weiter konkretisiert.

7.5.2 Ungestörter Abtransport der Abgase

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 auf 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. Gemäß Nr. 5.2 der Richtlinie soll der Schornstein die Rezirkulationszone um einen additiven Term $H_{\bar{u}}$ überragen, da die Berandung der Rezirkulationszone keine scharfe Grenzfläche ist, sondern aufgrund der turbulenten Scherschicht eine gewisse Dicke aufweist.

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 7-5 illustriert diese Vorgehensweise.

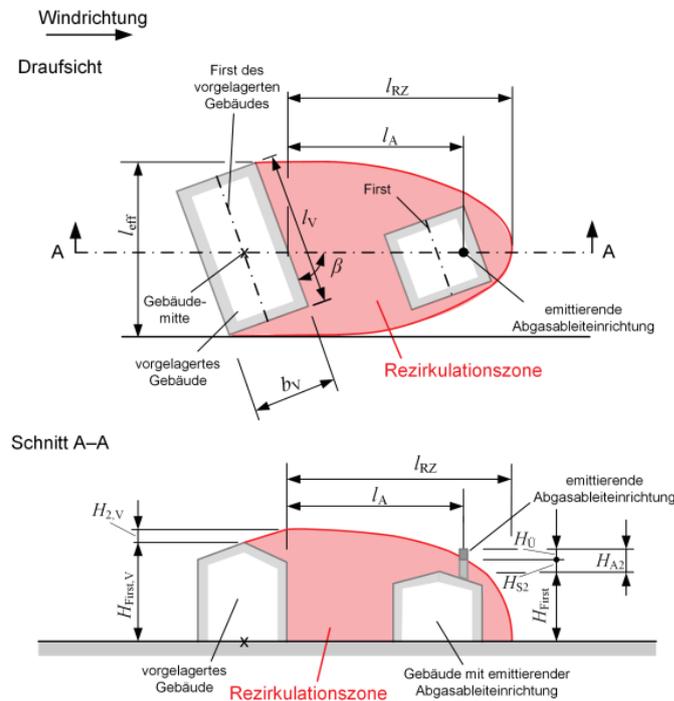


Abbildung 7-5: Prinzipien-Skizze zur erforderlichen Mindesthöhe aufgrund vorgelagerter Bebauung aus der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017).

Betrachtet werden dabei die zum geplanten Schornstein nächstgelegenen und höchsten Bauwerke, da diese einen Einfluss auf die Schornsteinhöhe haben können.

Die Berechnungen wurden mit dem Berechnungsprogramm WinSTACC (2024) durchgeführt. Die folgende Abbildung 7-6 zeigt einen Schrägsicht auf die berücksichtigten nächstgelegenen Gebäude und deren Rezirkulationszonen.

(Hinweis: Zylindrische Objekte werden im Berechnungsprogramm WinSTACC durch Objekte mit quadratischem Grundriss ersetzt, da die Richtlinie keine zylindrischen Bauwerke vorsieht.)

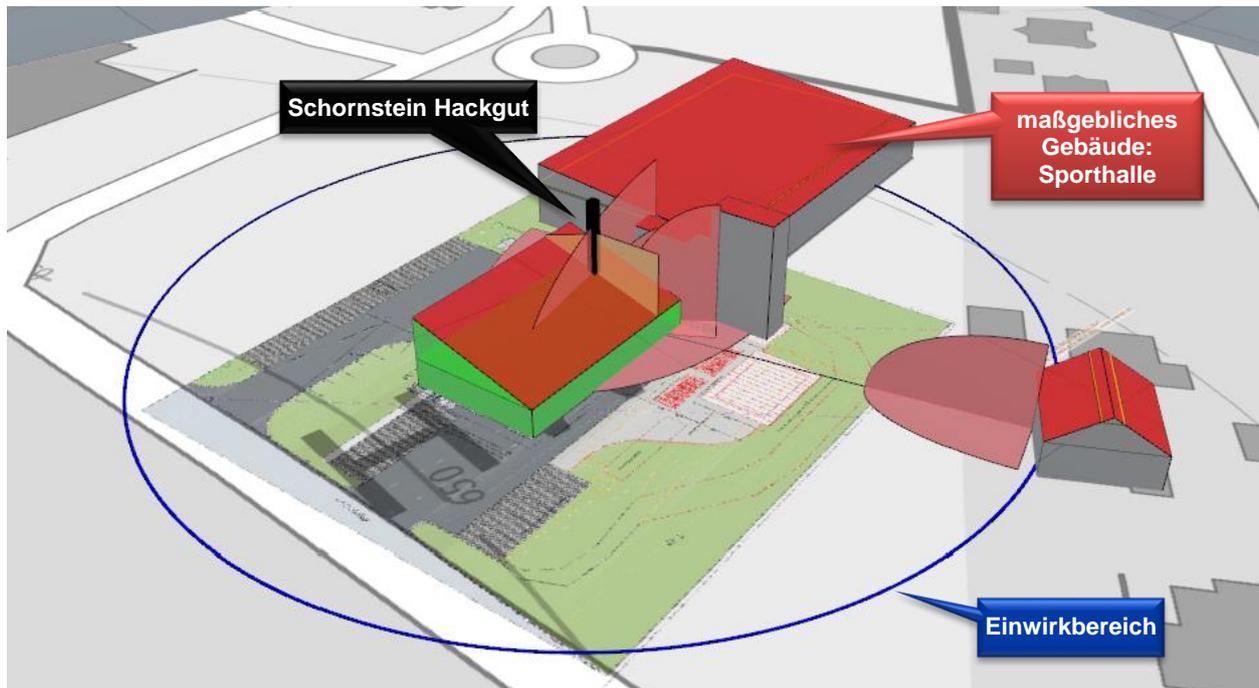


Abbildung 7-6: Schrägsicht in Richtung Nordost auf die zu den Schornsteinen der Hackgutkessel nächstgelegenen Gebäude. Die vorgelagerten Gebäude haben graue Seitenwände. Rezirkulationszonen der vorgelagerten Gebäude sind blass-rot ausgefüllt. 3D-Ansicht aus dem Programm WinSTACC.

Für die Schornsteine der BHKW und des Ölkessels ist das Gebäude der Energiezentrale maßgeblich, für die Hackgutkessel die benachbarte Sporthalle.

In der Tabelle 7-4 sind die geometrischen Berechnungsgrößen dokumentiert, die bei der Bestimmung der Schornsteinhöhe der BHKW und des Ölkessels verwendet wurden.

Tabelle 7-4: Berechnungsgrößen für das Gebäude, auf dem der Schornstein steht, zur Bestimmung der Höhe des Schornsteins nach VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017). Bezeichnungen gemäß der Nomenklatur dieser Richtlinie.

Größe	Erläuterung	Einheit	BHKW 1_2	ÖI
l	Länge des Gebäudes	m	25,5	25,5
b	Breite des Gebäudes	m	15,4	15,4
H _{Trauf}	Traufhöhe des vorgelagerten Gebäudes	m	3,4	3,4
H _{First}	Firsthöhe des vorgelagerten Gebäudes	m	8,3	8,3
	Dachform		Pulldach	Pulldach
a	Abstand Mündung - First	m	8,7	8,6
c	Interpolationsparameter Gl. (11)	m	-0,1	-0,1
H ₁	Höhe der Rezirkulationszone in Abh. von a		3,1	3,1
H ₂	max. Höhe der Rezirkulationszone	m	2,8	2,8
H _Ü	Additiver Term	m	3	3
H _{A1}	erforderliche Höhe Schornstein über Firsthöhe H _{First}	m	5,8	5,8

$$H_{A1} = H_{S1} + H_{Ü} = \min(H_1, H_2) + H_{Ü} = \min(3,1, 2,8) + 3 = 5,8 \text{ m}$$

In der Tabelle 7-5 sind die geometrischen Berechnungsgrößen dokumentiert, die bei der Bestimmung der Rezirkulationszone der Sporthalle und der daraus resultierenden Schornsteinhöhe der Hackgutkessel verwendet wurden.

Tabelle 7-5: Berechnungsgrößen für das maßgebliche vorgelagerte Gebäude und seiner Rezirkulationszone zur Bestimmung der Höhe des Schornsteins nach VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017). Bezeichnungen gemäß der Nomenklatur dieser Richtlinie.

Größe	Erläuterung	Einheit	Hackgut 1_2
l_v	Länge des Gebäudes	m	46
b_v	Breite des Gebäudes	m	303
$H_{\text{Tauf,V}}$	Traufhöhe des vorgelagerten Gebäudes	m	5,3
$H_{\text{First,V}}$	Firsthöhe des vorgelagerten Gebäudes	m	8,2
	Dachform		Pultdach
β	Winkel zwischen Verbindungslinie und l_v	°	7
l_A	Abstand Schornstein-Gebäude	m	14,6
l_{eff}	effektive Länge des Gebäudes (Wirkungsquerschnitt senkrecht zur Verbindungslinie Schornstein – Mittelpunkt des vorgelagerten Gebäudes)	m	35,4
l_{RZ}	Länge Rezirkulationszone	m	29,8
p	Interpolationsparameter Gl. (18)		0,87
$H_{2,V}$	Höhe der Rezirkulationszone	m	5,5
H_{First}	Firsthöhe des Gebäudes, auf dem / an dem der Schornstein steht	m	8,3
$H_{\ddot{U}}$	Additiver Term	m	3
H_{A2}	erforderliche Höhe Schornstein über Firsthöhe H_{First}	m	6,6

Nach den Gleichungen (17) bis (19) der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) ergibt sich mit den in der Tabelle 7-5 aufgelisteten Zahlenwerten die erforderliche Höhe des Schornsteins H_{A2} über dem Bauwerk, an dem der Schornstein steht, zu

$$H_{A2} = p \cdot (H_{\text{First,V}} + H_{2,V}) - H_{\text{First}} + H_{\ddot{U}} = 0,87 \cdot (8,2 + 5,5) - 8,3 + 3 = 6,6 \text{ m}$$

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

Für die Schornsteinhöhe über Grund muss die Firsthöhe des Bauwerkes, auf dem der Schornstein steht, wieder hinzuaddiert werden (8,3 m). Die Schornsteinhöhe nach VDI 3781 Blatt 4 (Kriterium ungestörter Abtransport) beträgt somit 14,1 m (BHKW, Ölkessel) bzw. 14,8 m (Hackgutkessel).

7.5.3 Berücksichtigung von Zuluftöffnungen, Fenstern oder Türen

Zusätzlich ist zu prüfen, ob die Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume im Einwirkungsbereich der Anlage um mindestens 5 m überragt werden.

Der Einwirkbereich ist im vorliegenden Fall nach Nr. 6.3.2 der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) bzw. nach TA Luft ein Kreis mit Radius 50 m.

Im vorliegenden Fall ist als die höchste Oberkante der Zuluftöffnungen bzw. Fenster in benachbarten Gebäuden eine Höhe von 7 m über Grund anzusetzen (Fenster des benachbarten Wohngebäudes; die Zuluftöffnungen der benachbarten Sporthalle liegen in einer Höhe bis zu 5,6 m). Die Mindesthöhe für eine ausreichenden Verdünnung ergibt sich somit zu 12 m über Grund. Die im vorigen Abschnitt bestimmte erforderliche Höhe für den ungestörten Abtransport ist höher, so dass eine ausreichende Verdünnung gewährleistet ist.

7.6 Hohe Einzelgebäude

In Nr. 3.2 des LAI-Merkblattes zur Schornsteinhöhenbestimmung (LAI (2023)) ist ein weiterer Prüfschritt zur Berücksichtigung des Einflusses hoher Einzelgebäude aufgeführt. Die in dieser Nummer aufgeführte Berücksichtigung eines fernen Nachlaufs geht über die Anforderungen der TA Luft (2021) hinaus.

Im vorliegenden Fall befinden sich keine Gebäude im näheren Umfeld, die wesentlich höher als die Energiezentrale sind. Dieser Prüfschritt entfällt somit.

7.7 Zusammenfassung zur rechnerischen Schornsteinhöhe

Die verschiedenen Prüfschritte der Schornsteinhöhenberechnung kommen zu folgendem Ergebnis:

Einhaltung der S-Werte aus Anhang 6 gemäß Nr. 5.5.2.2 der TA Luft (2021)	6,0 m bis 8,0 m
Einhaltung der S-Werte aus Anhang 6 gemäß Nr. 5.5.2.1 TA Luft (2021) Abs. 5 der TA Luft (2021)	8,9 m
Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs gemäß Nr. 5.5.2.3 Abs. 1-3 der TA Luft (2021): Zuschlag 7,0 m.	15,9 m
Berücksichtigung von unebenem Gelände Nr. 5.5.2.3 Abs. 4+5 der TA Luft (2021): Zuschlag 0 m	entfällt
Anforderungen der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) gemäß Nr. 5.5.2.1 Abs. 1 der TA Luft (2021).	14,1 m - 14,8 m
Korrektur wegen hoher Einzelgebäude gemäß Nr. 3 LAI (2023) - Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung.	entfällt

Die Berechnung der Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5 TA Luft (2021) unter Berücksichtigung der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) ergibt im vorliegenden Fall eine **Mindesthöhe** von **15,9 m** für die geplanten Schornsteine der Energiezentrale. Diese Höhe bezieht sich auf ein Bezugsniveau von 657,8 m NHN.

8 Immissionsprognose

8.1 Quellen und deren Emissionen

Die Rauchgase der Energiezentrale werden über fünf Schornsteine abgeleitet, die im Ausbreitungsmodell zu drei Schornsteinen zusammengefasst werden. Die Lage und Eigenschaften der Emissionsquellen sind in Tabelle 5-1 aufgeführt. Die Umsetzung im Modell ist in Tabelle 8-1 tabellarisch und in Abbildung 8-1 grafisch dargestellt. Die diffusen Emissionsquellen werden als Volumenquellen mit unterschiedlichen vertikalen Ausdehnungen angesetzt.

Die zeitabhängige Quellüberhöhung aufgrund des Wärmestroms und Impulses des Abgases kann in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt werden, wenn ein ungestörter Abtransport in die freie Luftströmung gewährleistet ist (VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13:2010-01 (2010)). Dies ist durch die Schornsteinhöhenberechnung (Kapitel 6) mit der resultierenden Schornsteinhöhe von 15,9 m gewährleistet. In der Ausbreitungsrechnung wird die Abgasfahnenüberhöhung gemäß den Anforderungen der TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 7 mit dem dreidimensionalen Überhöhungsmodell „Pluris“ (Janicke (2019)) berücksichtigt.

Alle bodennahen Quellen werden konservativ als „kalte Quellen“ (ohne temperaturbedingte Überhöhung) und ohne Austrittsimpuls angesetzt (Konvention für diffuse bodennahe Quellen).

Die Emissionen der Anlage werden als Emissionsmassenströme in der Einheit g/s bzw. GE/s vorgegeben bzw. verwendet (siehe Tabelle 5-7 bis Tabelle 5-9, Tabelle 5-11 und Tabelle 5-12).



Abbildung 8-1: Digitalisierte Quellen im Ausbreitungsmodell (rot bzw. blau).

Tabelle 8-1: Quellgeometrien. Alle Koordinaten bezogen auf den Bezugspunkt des Modells und in Meter. (PQ = Punktquelle, VQ=Volumenquelle, PVQ=Polygon-Volumenquelle)

	Referenzpunkt X	Referenzpunkt Y	Höhe Unterkante	Länge	Breite	Vertikale Ausdehnung	Drehwinkel	Art
	Xq	Yq	Hq	Aq	Bq	Cq	Wq	
Quelle	m	m	m	m	m	m	°	
BHKW1_2	-2,7	8,1	15,9	0	0	0	0	PQ
OEL	12,5	11,6	15,9	0	0	0	0	PQ
HACKGUT1_2	17	12,7	15,9	0	0	0	0	PQ
ANLIEFERUNG	2,1	16,1	0	15	0,1	6,5	13,6	VQ
BUNKER	18,3	17	3	1,2	0,1	2	280,2	VQ

Stickoxid-Emissionen

Gemäß TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 3 müssen die Stickoxide in der Ausbreitungsrechnung getrennt nach Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) betrachtet werden. Das Ausbreitungsmodell berücksichtigt dann während der Ausbreitungsrechnung die Umwandlung von NO zu NO₂ (Abschnitt 8.7).

Der NO_x-Massenstrom an den Schornsteinmündungen wird folgendermaßen aufgeteilt:

Tabelle 8-2: Aufteilung der Emissionsmassenströme von NO und NO₂ an der Schornsteinmündung.

Anlage	Primäranteil NO ₂ (%)	Anteil NO (%)
BHKW 1	10 (p = 0,1)	90
BHKW 2	50 (p = 0,5)	50
Holzkessel 1 und 2	10 (p = 0,1)	90

Zur Ermittlung des NO-Emissionsmassenstromes wird der Umrechnungsfaktor von 30/46 entsprechend dem Verhältnis der Molekulargewichte NO/NO₂ berücksichtigt (siehe u.a. VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13:2010-01 (2010), Anhang A „zu 4.5.3.4“).

Betriebszeiten in der Ausbreitungsrechnung

Zur Bestimmung der Gesamtzusatzbelastung durch die Emissionen der Energiezentrale wird ein zeitabhängiger Betrieb vorgegeben (siehe Kapitel 5.3.4 und 5.4).

8.2 Beurteilungsgebiet, Berechnungsgebiet und Berechnungsgitter

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

Bei einer Schornsteinhöhe von 15,9 m besteht das Beurteilungsgebiet nach TA Luft aus einem Kreis mit dem Radius 795 m (schwarz in Abbildung 8-2). Mit Blick auf die Lage der FFH-Gebiete und unter Berücksichtigung der Hauptwindrichtungen wird das Berechnungsgebiet größer gewählt. Es erstreckt sich rund 2,3 km in West-Ost- und Süd-Nord-Richtung. Das Berechnungsgebiet wird mit sechs ineinander geschachtelten Rechengittern abgedeckt. Das innere Gitter erfasst mit 2 m Maschenweite ein 328 m x 420 m großes Areal um die Schornsteine, in dem die Wirkung der Gebäude auf Strömung und Turbulenz explizit berücksichtigt wird.

Mit dieser Gitterstruktur wird den Anforderungen der TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 8, Abs. 2, wonach die Maschenweite die Schornsteinhöhe (hier: 15,9 m) zunächst nicht überschreiten sollte und erst ab Quellentfernungen größer dem 10fachen der Schornsteinbauhöhe proportional gesteigert werden darf, Rechnung getragen.

Abbildung 8-2 und die nachfolgende Tabelle 8-3 dokumentieren die verwendeten Rechengitter im Berechnungsgebiet.

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 bleibt konstant bei 2 m bis 27 m über Grund, darüber vergrößert er sich sukzessive, bis das Modellgebiet eine Höhe von 1500 m über Grund erreicht. Die Höhe der einzelnen Rechenflächen ist im Anhang 1 dieses Berichtes dokumentiert.

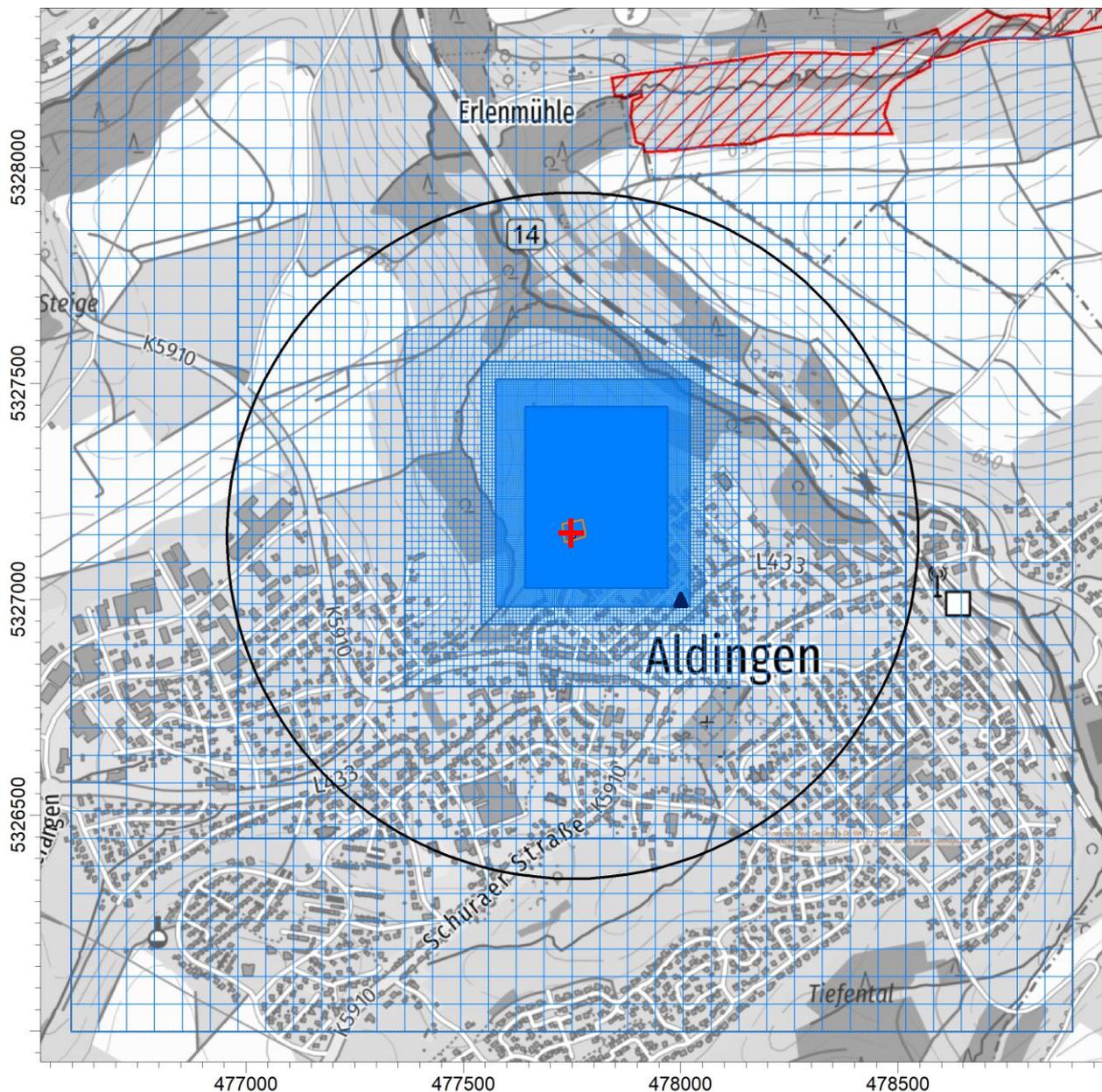


Abbildung 8-2: Lage der Rechengitter (blau) sowie des Nullpunktes (Kreuz) und der Ersatz-Anemometer-Position (EAP, blaues Dreieck). Der Kreis mit dem Radius 795 m markiert die Größe des Mindest-Untersuchungsgebiet. Orangefarbige Linie: Begrenzung des Betriebsgeländes (Karte: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2022).

Tabelle 8-3: Rechengitter des Ausbreitungsmodells.

Bezugs- punkt	477 727	5 327 176
--------------------------	---------	-----------

Nummer	Maschen- weite	Anzahl Maschen West-Ost	Anzahl Maschen Süd-Nord	Ausdehnung West-Ost	Ausdehnung Süd - Nord	Koordinaten LUE	Koordinaten ROE
1	64	36	36	2 304	2 304	476 575 5 326 024	478 879 5 328 328
2	32	48	46	1 536	1 472	476 959 5 326 472	478 495 5 327 944
3	16	48	52	768	832	477 343 5 326 824	478 111 5 327 656
4	8	64	76	512	608	477 519 5 326 968	478 031 5 327 576
5	4	112	132	448	528	477 551 5 327 008	477 999 5 327 536
6	2	164	210	328	420	477 619 5 327 052	477 947 5 327 472

8.3 Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen

Nach Abschnitt 11, Anhang 2 der TA Luft (2021) sollen Gebäude explizit berücksichtigt werden, wenn innerhalb eines Kreises mit Radius von 96 m (6 x Schornsteinhöhe von rund 16 m) um die Schornsteine der Energiezentrale *kompakte* Gebäude stehen, die höher als 9 m (15,9 m / 1,7) sind.

Zwar befinden sich Gebäude mit entsprechenden Höhen knapp außerhalb dieses Umgriffs, dennoch werden die Gebäude in der Ausbreitungsrechnung explizit berücksichtigt. Über die Anforderungen der TA Luft (2021) hinausgehend werden auch niedrigere Gebäude mit aufgenommen.

Abbildung 8-3 zeigt die aufgerasterten Gebäude im inneren Rechengitter.

Da sich die relevanten Beurteilungspunkte – d.h. die nächstgelegene Wohnbebauung von Aldingen – außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches der quellnahen Gebäude (d.h. außerhalb der Rezirkulationszonen nach VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017)) befinden, können die Einflüsse der Bebauung auf das lokale Windfeld und die gebäudenahen Turbulenzstruktur mit Hilfe des diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung berücksichtigt werden.

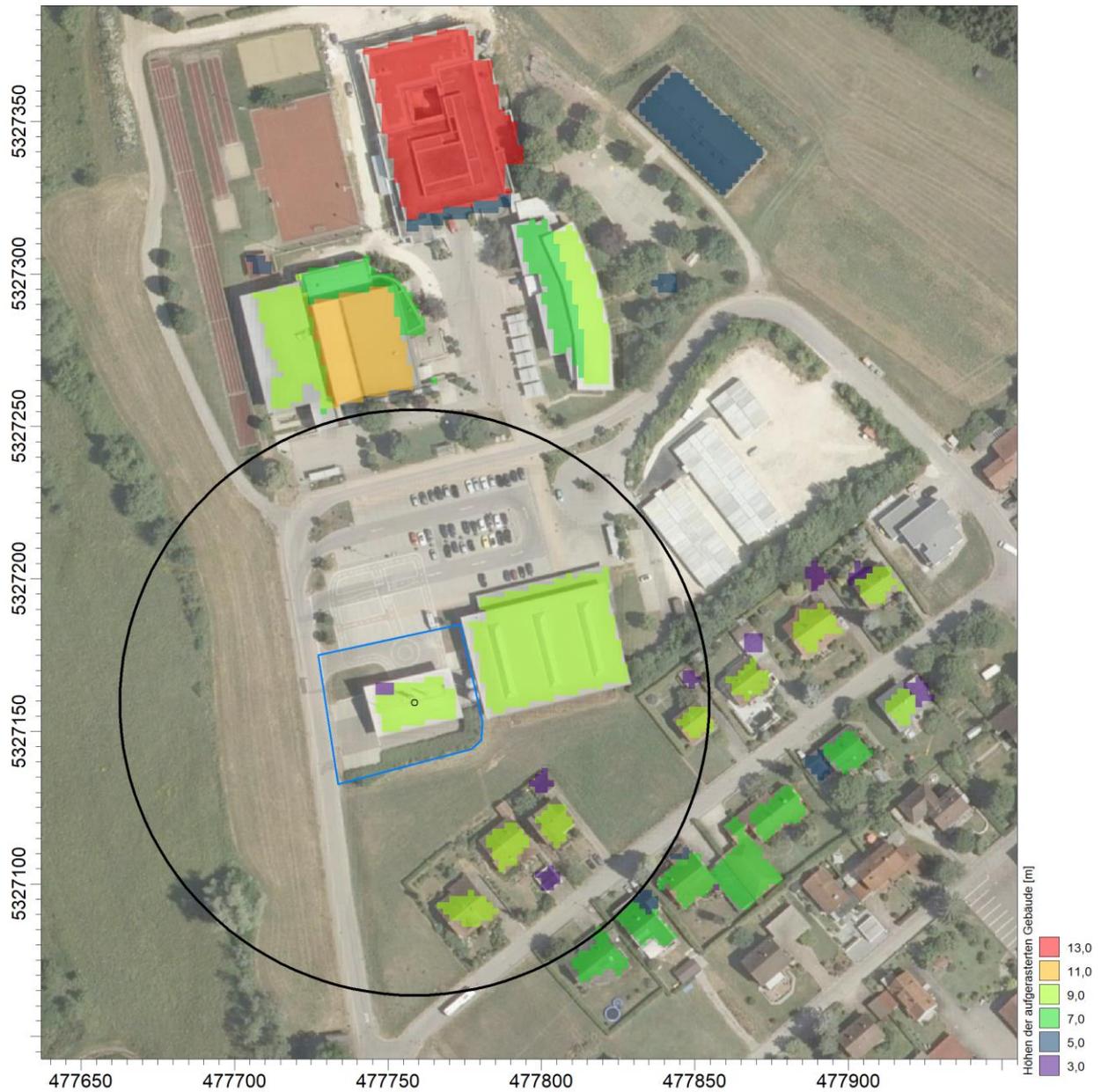


Abbildung 8-3: Aufgerasterte Gebäude im inneren Rengitter. Schwarzer Kreis: Radius 96 m um den Schornstein des Ölkessels. Blaue Linie: Begrenzung Betriebsgelände. (Karte: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2022)

8.4 Berücksichtigung des Geländeeinflusses und Windfeldmodell

Innerhalb des Berechnungsgebietes fällt das Gelände zum Tal der Prim bzw. des Sulzbachs hin ab (Abbildung 8-4).

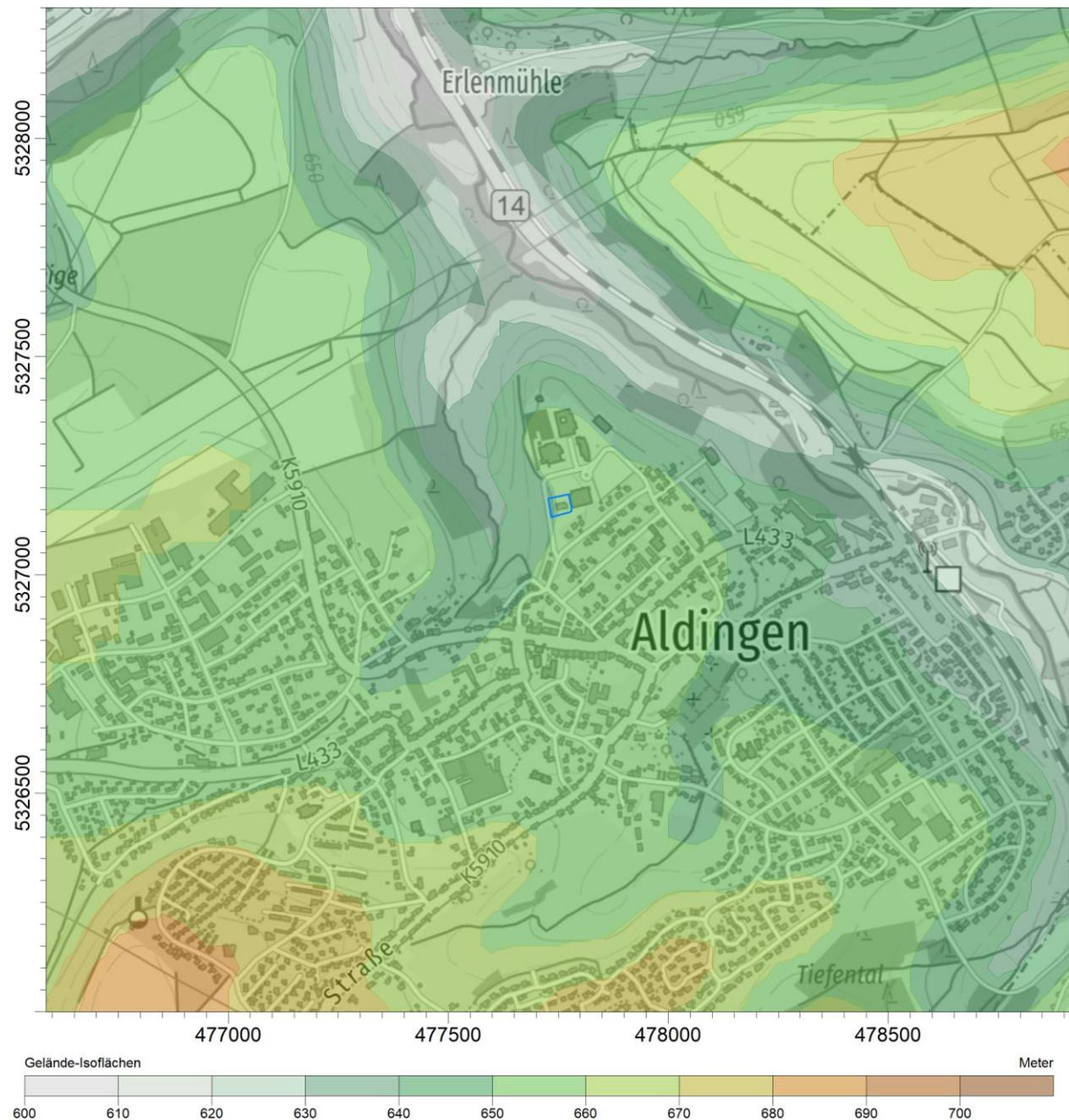


Abbildung 8-4: Geländehöhe im Berechnungsgebiet. Die Schornsteine der Energiezentrale sind rot gekennzeichnet. (Karte: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2022)

Steigungen größer 1:20 (Abbildung 8-5) treten im Untersuchungsgebiet großflächig auf. Die Geländehöhe wird daher in allen Rechengittern berücksichtigt. Als digitales Höhenmodell werden

GLOB-DEM50 (2000)-Daten verwendet. Steigungen größer 1:5 treten im Berechnungsgebiet nicht auf. Nach TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 12 kann daher zur Windfeldberechnung ein diagnostisches Windfeldmodell verwendet werden.

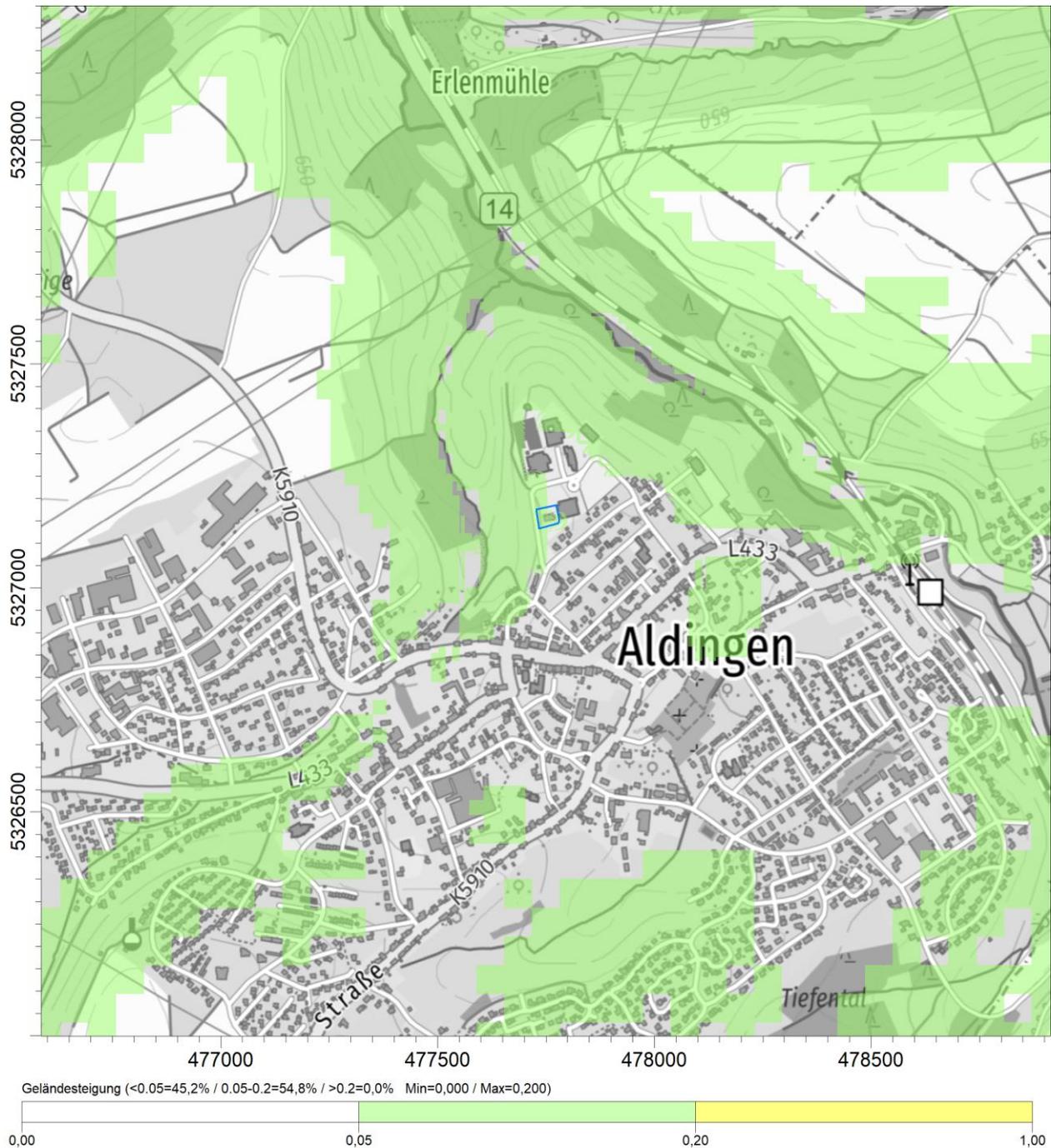


Abbildung 8-5: Steigungen im Berechnungsgebiet. Das Betriebsgelände ist blau gekennzeichnet. Steigungen > 1:20 sind grün gefärbt (Karte: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2022)

Auch gemäß Anhang 2, Nr.11, Abs. 3 der TA Luft (2021) kann das diagnostische Strömungsmodell verwendet werden. Die immissionsseitig relevanten Aufpunkte (Beurteilungspunkte) befinden sich außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches der quellnahen Gebäude (siehe Kapitel 8.3). Als diagnostisches Windfeldmodell wird das im Modellsystem LASAT integrierte Windfeldmodell Iprwnd Version 3.4.24 eingesetzt (Janicke & Janicke (2004)).

Um den Anforderungen der TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 9.1, Abs. 6 und 7 zu genügen, wird im Windfeldmodell die Profilversion „5.3“ vorgegeben, in der diese Anforderungen umgesetzt sind.

Die Bestimmung der mittleren Geländerauhigkeit über eine kreisförmige Fläche, deren Radius 238,5 m beträgt (15 x Schornsteinhöhe 15,9 m), führt zu einer mittleren Rauigkeitslänge von $z_0 = 0,76$ m. Dabei ist zu prüfen, ob sich die Landnutzung seit Erhebung des Katasters wesentlich geändert hat oder eine für die Immissionsprognose wesentliche Änderung zu erwarten ist.

Die in Abbildung 8-6 dargestellte Rauigkeit des Katasters entspricht den vorhandenen Verhältnissen. Mit Blick auf die Landnutzung, die durch einen Wechsel von Gewerbeflächen, Wohnbebauung, Wald und natürlichem Grünland geprägt ist, ist der ermittelte Wert von z_0 ein plausibler Mittelwert. Da die Gebäude allerdings explizit im Modell aufgelöst werden, wird die Rauigkeit gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13:2010-01 (2010) Nr. 4.9.2 mit einem reduzierten Wert von 0,2 m im Ausbreitungsmodell angesetzt (Rauigkeitsklasse 5 der Tabelle 15, Anhang 2 Nr. 6 der TA Luft (2021))



Abbildung 8-6: Werte des Rauigkeitskatasters im Umfeld des Betriebsgeländes (blau markiert). Die Schornsteine der Energiezentrale sind rot gekennzeichnet. Der weiße Kreis hat einen Radius von 238,5 m (Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2022 © Hexagon)

8.5 Meteorologische Eingangsdaten

Für die Ausbreitungsrechnung ist grundsätzlich 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, Niederschlagsintensität und Ausbreitungsklasse (Turbulenzzustand) festgelegt. Die ersten beiden Parameter geben Auskunft über die Verlagerung der Abgasfahne 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 – Ersatz-Anemometer-Position) charakteristisch sein.

Da in der näheren Umgebung keine meteorologischen Messungen durchgeführt werden, die als Grundlage für Ausbreitungsrechnungen geeignet sind, wird auf eine AKTerm zurückgegriffen, die im Rahmen eines von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) finanzierten Projekts berechnet wurde. Die Koordinaten des Bezugspunktes, für den die AKTerm vorliegt, betragen im UTM-32-Netz:

Ostwert: 478 000

Nordwert: 5 327 000

Als repräsentatives Jahr wurden die Daten von 2012 von der Fa. met Soft bereitgestellt (met Soft GbR (2024)).

Die nachfolgende Abbildung 8-7 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Windrichtung. Die Länge der Strahlen zeigt an, wie häufig der Wind aus der jeweiligen Richtung weht. Als markante Hauptwindrichtungen zeigt sich der Einfluss der nahe gelegenen Schwäbischen Alb, der für die Maxima aus Nord-Nordwest und Süd-Südost sorgt.

Die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit ist in Abbildung 8-8 und der Ausbreitungsclassen in Abbildung 8-9 dargestellt.

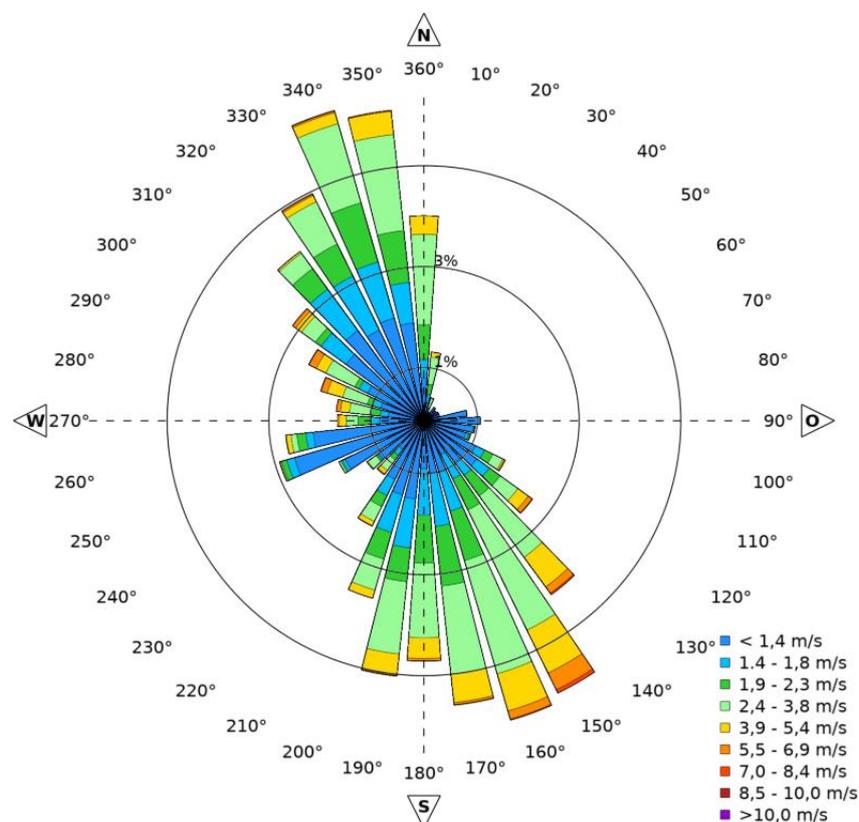


Abbildung 8-7: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen, differenziert nach Windgeschwindigkeitsklassen.

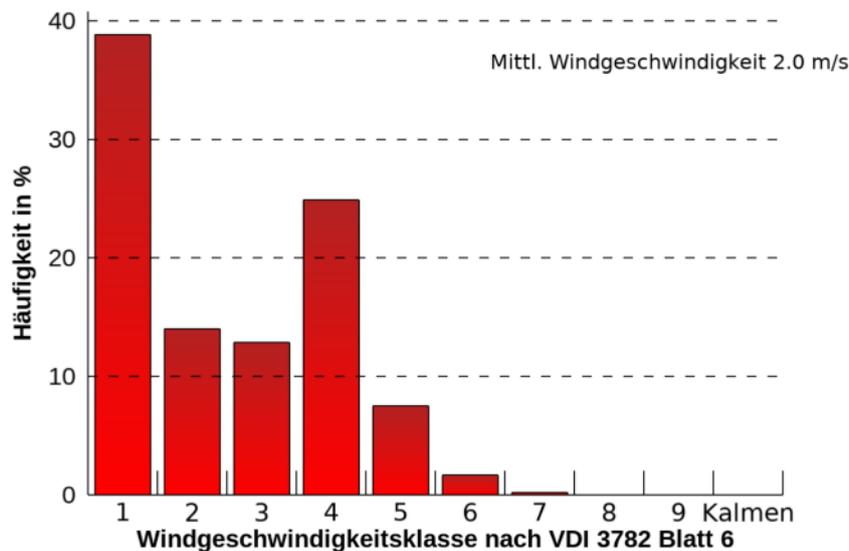


Abbildung 8-8: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit, klassiert nach VDI-Richtlinie 3782, Blatt 6 (2023).

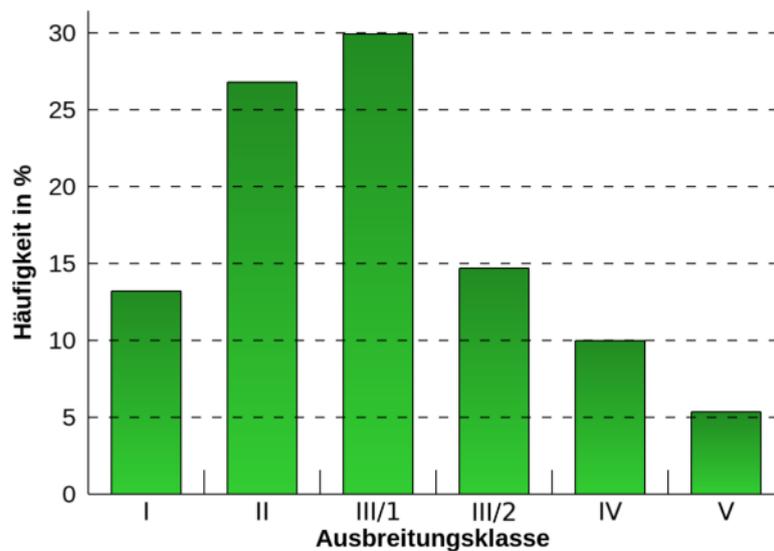


Abbildung 8-9: Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen (Turbulenzzustand).

Niederschlag

Zur Berücksichtigung der nassen Deposition in der Ausbreitungsrechnung soll entsprechend Anhang 2, Nr. 9.1 TA Luft (2021) eine Zeitreihe der Niederschlagsintensität, die vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt wird, verwendet werden. Die Zeitreihe soll für das Bezugsjahr der meteorologischen Daten und den Standort gültig sein.

Derzeit stellt das Umweltbundesamt für den Zeitraum 2006 bis 2015 Daten zur Verfügung, so dass für das Jahr 2012 eine Niederschlagszeitreihe vorhanden ist. Der mittlere Gesamtniederschlag des verfügbaren Zeitraumes beträgt 823 mm/a. Der Niederschlag des repräsentativen Jahres wurde auf diesen Wert skaliert.

Kaltluftströmungen

Kaltluftströmungen entstehen in wolkenarmen Nächten bei großräumig windschwachen Wetterlagen. Über Grünland und Ackerland kühlt die Luft deutlich stärker ab als über Wald- und Siedlungsgebieten. Die kühlere Luft setzt sich, da sie schwerer ist, zunächst dem lokalen Geländegefälle folgend hangabwärts in Bewegung (Kaltluftabfluss). Mehrere solcher Kaltluftabflüsse können sich zu Kaltluftströmungen und Kaltluftströmungssystemen zusammenschließen, die auch in ebenes Gelände hineinreichen und niedrige Hügel überströmen können.

Da in solchen Fällen die kalte Luft bodennah voranströmt und damit häufig bodennah niedrigere Temperaturen vorherrschen als im Luftraum darüber, sind derartige Wetterlagen oft durch eine Zunahme der Lufttemperatur mit der Höhe gekennzeichnet – man spricht auch von „Inversionswetterlagen“. Kaltluftströmungen gelten auch wegen dieser Temperatur-Umkehr als turbulenzarm und können bevorzugt bei austauscharmen Wetterlagen entstehen. Sie werden in den meteorologischen Eingangsdaten insbesondere in der stabilen Ausbreitungsklassen abgebildet.

Aufgrund der Topographie im Untersuchungsgebiet sind Einflüsse lokaler thermischer Windsysteme möglich. Das Vorhandsein lokaler geländebedingter Strömungssysteme muss daher überprüft werden.

Zur Prüfung auf die Einflüsse lokaler Windsysteme, typischerweise Kaltluftströmungen, wird das Kaltluftabflussmodell GAKBW (Röckle (2022)) eingesetzt. GAK analysiert im vorliegenden Fall eine vorherrschende Strömung aus Südost (Abbildung 8-10). Dies ist bedingt durch die Lage im Vorland der Schwäbischen Alb. Der Einfluss dieser großräumigen Topografie auf die lokalen thermischen Strömungen ist in den verwendeten, standortbezogenen meteorologischen Daten enthalten. Eine gesonderte Berücksichtigung von Kaltluftsituationen in der Ausbreitungsrechnung über die verwendeten meteorologischen Daten hinaus ist daher nicht erforderlich.

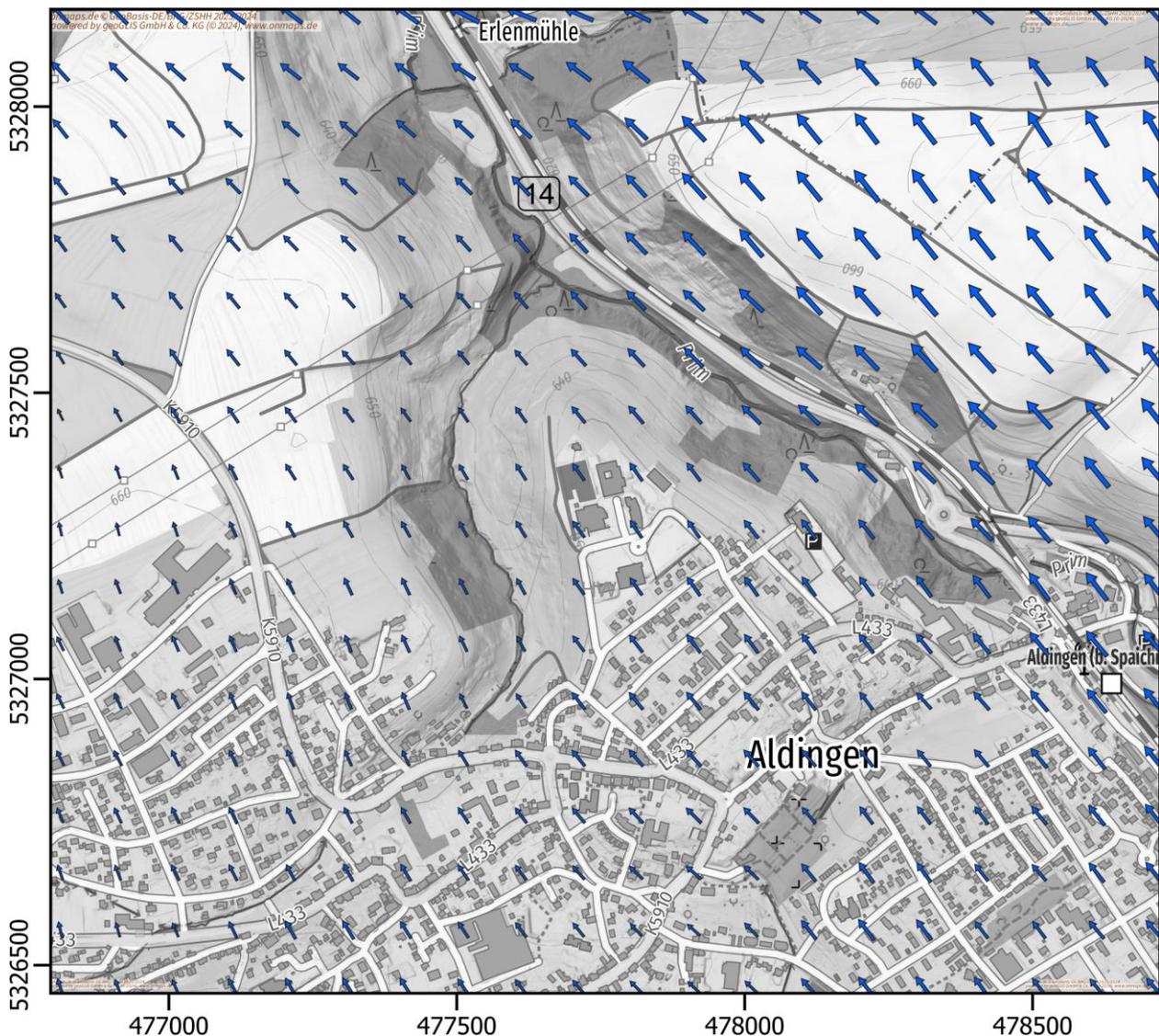


Abbildung 8-10: Analyse des Kaltluftabflussmodells GAK für den Untersuchungsort. Die Vektorpfeile zeigen die Fließrichtung und -geschwindigkeit der Kaltluft an, hier für 2:30 h nach Beginn einer Kaltluft-Situation.

8.6 Trockene und nasse Deposition

Als Deposition sind für bestimmte Gase und 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 werden 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 der 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 Auswaschrates beschrieben. Der Ansatz lautet:

$$A = \lambda \cdot (I / I_0)^k$$

mit

- L: Auswaschrates (in s^{-1})
- l : stoffspezifischer Faktor (in s^{-1})
- I : Niederschlagsintensität (in mm/h)
- I_0 : 1 mm/h
- k : Exponent (Zahlenwert)

Die Niederschlagsintensität I_0 ist stundenfein für das repräsentative Jahr vorgegeben (siehe Abschnitt 8.5).

8.7 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 Stoffe die trockene Deposition (Ablagerung an Oberflächen) und die nasse Deposition (Auswaschen durch Niederschlag) berücksichtigt werden.

Die dabei zu verwendenden Parameter sind, unterteilt nach Stoffen, in den Tabellen 12 und 13 der TA Luft vorgegeben. Sie sind in Tabelle 8-4 nochmals zusammengefasst:

Tabelle 8-4: 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 8.6 erläutert.

Stoff	v_d in m/s	I in 1/s	k
NH ₃	0,01	$1,2 \cdot 10^{-4}$	0,6
SO ₂	0,01	$2,0 \cdot 10^{-5}$	1,0
NO	0,0005	-	-
NO ₂	0,003	$1,0 \cdot 10^{-7}$	1,0

Bei Gasen, 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

Während der Ausbreitung berücksichtigt das Modell die Umwandlung von NO zu NO₂ in Abhängigkeit vom Turbulenzzustand der Atmosphäre (VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13:2010-01 (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)

8.8 Ausbreitungsrechnung für Stäube

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

Die zu verwendenden Parameter sind, unterteilt nach Staubklassen, in der Tabelle 14 der TA Luft (2021)vorgegeben. Sie werden hier noch einmal aufgeführt:

Tabelle 8-5: Staubklassen und Parameter zur Berücksichtigung in der Ausbreitungsrechnung (TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 4, Tabelle 14. Die Parameter sind im Abschnitt 8.6 erläutert.

Klasse	d_a in μm	v_s in m/s	v_d in m/s	I in 1/s	k
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
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 ist laut Auskunft des Betreibers nicht bekannt.

Daher wird in der Ausbreitungsrechnung der Staubmassenstrom aus den Schornsteinen folgenden Korngrößenklassen zugeordnet:

- Korngrößenklasse < 2,5 µm: 30 %
- Korngrößenklasse 2,5 bis 10 µm: 70 %

Diese Korngrößenverteilung soll gemäß TA Luft (2021) Anhang 2 Nr. 4 bei nicht bekannter Korngrößenverteilung angesetzt werden.

8.9 Ausbreitungsrechnung für die Stickstoff-Deposition und Säureeinträge

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

Zu betrachtende Stoffe

Für die Stickstoff-Deposition werden die Stickstoff-Anteile der Deposition der Komponenten NO, NO₂ und NH₃ betrachtet.

Für die Bestimmung der Säure-Einträge werden die Stickstoffeinträge in Säureäquivalente umgerechnet. Hinzu kommen die Säureäquivalente, die sich aus der Deposition des Schwefelanteils des SO₂ ergeben.

Die Komponenten werden 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 trockene 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 NH₃ und für SO₂ 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 praktisch kaum umsetzbar. Eine Lösung für dieses Problem bietet der Fachvorschlag des LANUV (oberste Landesbehörde NRW) (Straub et al. (2013)) und die dort beschriebenen „Methode 3“.

Bei dieser Methode wird die Ausbreitungsrechnung mit dem TA-Luft-Wert der Depositionsgeschwindigkeit für NH₃ und SO₂ 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 8-6).

Für die 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 $0,015/0,01 = 1,5$.

Für die Landnutzung „Gras“ werden die berechneten Beiträge aus der trockenen Deposition des NH_3 mit einem Faktor $0,015/0,01 = 1,5$ multipliziert, die des SO_2 mit einem Faktor $0,01/0,01 = 1$. 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. Die Methode 3 ist nach LANUV eine „praktikable, belastbare und ausreichend konservative“ Methode (Straub et al. (2013)).

Die Stickstoffdeposition und die Säure-Einträge werden in den Ergebnisdarstellungen jeweils flächendeckend für die Landnutzungen „Wald“, „Gras“ und „andere Landnutzungen“ ausgewiesen. Bei der Beurteilung der Stickstoffdeposition und Säure-Einträge muss das Ergebnis für die Landnutzung herangezogen werden, die im zu beurteilenden Areal vorherrscht.

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

Der Stickstoff-Anteil aus der NO -Deposition errechnet sich durch Anwendung eines Faktors entsprechend dem Verhältnis der Molekulargewichte von $14/30$, der Stickstoff-Anteil aus der Deposition von NO_2 durch Verwendung des Faktors $14/46$ und der Stickstoff-Anteil 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 $\text{eq}/(\text{ha Jahr})$ mit der nachfolgenden Zahlenwert-Gleichung bestimmt (siehe z.B. VDI-Richtlinie 3783, Blatt 15.1 (2019)):

$$\text{Säure} = N_{\text{Dep}} * 1/14 + S_{\text{Dep}} * 1/16 \quad \text{mit } N_{\text{Dep}} \text{ und } S_{\text{Dep}} \text{ in } \text{kg}/(\text{ha Jahr})$$

Tabelle 8-6: Depositionsgeschwindigkeiten (trockene Deposition) für NH_3 und SO_2 in der Ausbreitungsrechnung und in der Auswertung für die Stickstoff-Deposition und Säureeinträge je nach Landnutzung.

Komponente	Herkunft des Wertes	Depositionsgeschwindigkeit 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
Auswertung für Landnutzung Gras		
NH_3	VDI 3782 Bl. 5, Gras	0,015
SO_2	VDI 3782 Bl. 5, Gras	0,01

8.10 Qualitätsstufe (statistische Sicherheit)

Die Qualitätsstufe wurde in den Ausbreitungsrechnung entsprechend der AUSTAL-Nomenklatur (Janicke & Janicke (2021)) mit „QS = +3“ (16 Partikel/Sekunde) gewählt. Mit dieser hohen Qualitätsstufe werden zuverlässige Auswertungen auch in größerer Quellentfernung und außerhalb der Hauptwindrichtungen ermöglicht.

8.11 Rechenunsicherheit

Die modellbedingte statistische Unsicherheit der Jahres-Immissionskennwert liegt unterhalb des in der TA Luft (2021), Anhang 2, Nr. 10 definierten Wertes von 3 Prozent des Jahres-Immissionswertes (siehe Anhang 1, Abschnitt *Protokolldatei*). Im Sinne einer konservativen Betrachtungsweise wird zu den Berechnungsergebnissen jeweils die verbleibende Rechenunsicherheit aufaddiert.

8.12 Verwendetes Programmsystem

Zur Ausbreitungsrechnung wird das Modellsystem LASAT (Version 3.4.24, Janicke (2020)) eingesetzt. LASAT ist das wesentlich mächtigere „Muttermodell“ des Modells AUSTAL. LASAT erfüllt die Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft (2021) und die der VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3 (1996).

9 Ergebnisse und Bewertung nach TA Luft

9.1 Allgemeines

Die von der geplanten Heizzentrale verursachten Immissionen werden mittels Ausbreitungsrechnungen gemäß den Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft (2021) ermittelt.

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Emissionen (Kapitel 5.3 und 5.4).
- Die Ableitbedingungen (Kapitel 5.3.1)
- Die Lage der Quellen, die Quellhöhen und die Abgasfahnenüberhöhung (vgl. Kapitel 8.1).
- Die Lage der Gebäude und Hindernisse (vgl. Kapitel 8.3).
- Die Geländestruktur in Form eines digitalen Höhenmodells (vgl. Kapitel 8.4).
- Die meteorologischen Eingangsdaten (vgl. Kapitel 8.5).

9.2 Prüfung des Schutzes der menschlichen Gesundheit

9.2.1 Beurteilungspunkte

Entsprechend Nr. 4.6.2.6 TA Luft (2021) sind Beurteilungspunkte (Aufpunkte) dort festzulegen, wo die mutmaßlich höchsten Belastungen für nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter zu erwarten sind. Im vorliegenden Fall handelt es sich um die nächstgelegenen Wohnhäuser.

Die Immissionen werden nach Nr. 8, Anhang 2 der TA Luft (2021) als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis in drei Meter Höhe berechnet.

Zusätzlich werden weitere Beurteilungspunkte im oberen Stockwerk der nächstgelegenen Wohnhäuser festgelegt.

Die Lage der Beurteilungspunkte ist in Abbildung 9-1 dargestellt. Die geografischen Koordinaten und die Beschreibung der Beurteilungspunkte können Tabelle 9-1 entnommen werden.

Tabelle 9-1: Beschreibung und Lage der Beurteilungspunkte.

Beurteilungspunkt	Beschreibung	Ostwert	Nordwert	Höhe über Grund in m
1	Schwimmbad	477729,78	5327246,10	1,50
2	Gemeinschaftsschule	477808,28	5327263,23	1,50
3	Wohnhaus Lupfenstr. 3, EG	477773,53	5327100,00	1,50
4	Wohnhaus Lupfenstr. 3, OG	477773,53	5327100,00	7,00
5	Wohnhaus Lupfenstr. 5, EG	477783,69	5327120,50	1,50
6	Wohnhaus Lupfenstr. 5, OG	477783,69	5327120,50	7,00
7	Kirche	477774,97	5327042,00	1,50



Abbildung 9-1: Luftbild mit Lage der Aufpunkte zur Beurteilung der gas- und staubförmigen Immissionen (Beurteilungspunkte). Die Lage der Heizzentrale ist blau hervorgehoben. Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024 © Hexagon.

9.2.2 Ergebnisse

Der Immissionsbeitrag der Heizzentrale ist in Tabelle 9-2 aufgeführt. Die flächenhafte Verteilung kann beispielhaft für die NO₂-Immissionen Abbildung 9-2 entnommen werden.

Die modellbedingte statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells ist geringer als die in Abschnitt 10, Anhang 2 der TA Luft (2021) geforderte maximale statistische Unsicherheit von 3 % des Immissionswerts. Die Immissionen wurden um den Betrag der statistischen Unsicherheit erhöht.

Tabelle 9-2: Immissionsbeitrag der geplanten Heizzentrale (Jahresmittelwerte) an den Beurteilungspunkten und prozentualer Anteil am Immissionswert (IW) im Vergleich zur Irrelevanzschwelle (IS).

Aufpunkt	NO ₂		SO ₂		PM10		PM2,5		NH ₃		Formaldehyd	
Schwimmb	1,65	4,1%	0,85	1,7%	0,28	0,7%	0,09	0,4%	0,18	0,1%	0,26	0,4%
Schule	0,89	2,2%	0,76	1,5%	0,26	0,7%	0,08	0,3%	0,09	0,1%	0,13	0,2%
Lupfen3	1,43	3,6%	1,02	2,0%	0,34	0,8%	0,11	0,4%	0,14	0,1%	0,21	0,3%
Lupfen3b	2,58	6,5%	1,83	3,7%	0,60	1,5%	0,18	0,7%	0,27	0,2%	0,39	0,6%
Lupfen5	1,29	3,2%	1,06	2,1%	0,36	0,9%	0,11	0,4%	0,12	0,1%	0,18	0,3%
Lupfen5b	1,88	4,7%	1,78	3,6%	0,60	1,5%	0,18	0,7%	0,19	0,1%	0,26	0,4%
Kirche	1,60	4,0%	0,83	1,7%	0,26	0,7%	0,08	0,3%	0,17	0,1%	0,25	0,4%
IW / IS	40	3%	50	3%	40	3%	25	3%	140	3%	70	3%

Die Berechnungen wurden unter Zugrundelegung konservativer Ansätze durchgeführt, so dass die Immissionen überschätzt werden.

Die PM₁₀-, PM_{2,5}-, NH₃ und Formaldehyd-Immissionen unterschreiten die Irrelevanzschwelle nach Nr. 4.1 der TA Luft (2021), so dass davon ausgegangen werden kann, dass von diesen Stoffen keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Anlage hervorgerufen werden. Die Ermittlung der Vorbelastung und Gesamtbelastung kann für diese Stoffe somit entfallen.

An den Aufpunkten im Obergeschoss wird die Irrelevanzschwelle bei SO₂ überschritten, bei NO₂ auch bei einigen Aufpunkten in Bodennähe. Für die im Flächennutzungsplan in geringer Entfernung geplanten Wohnbauflächen (grau schraffierte Flächen in Abbildung 9-2) sind dagegen aufgrund der vorherrschenden Windverteilung irrelevante Zusatzbelastungen zu erwarten.

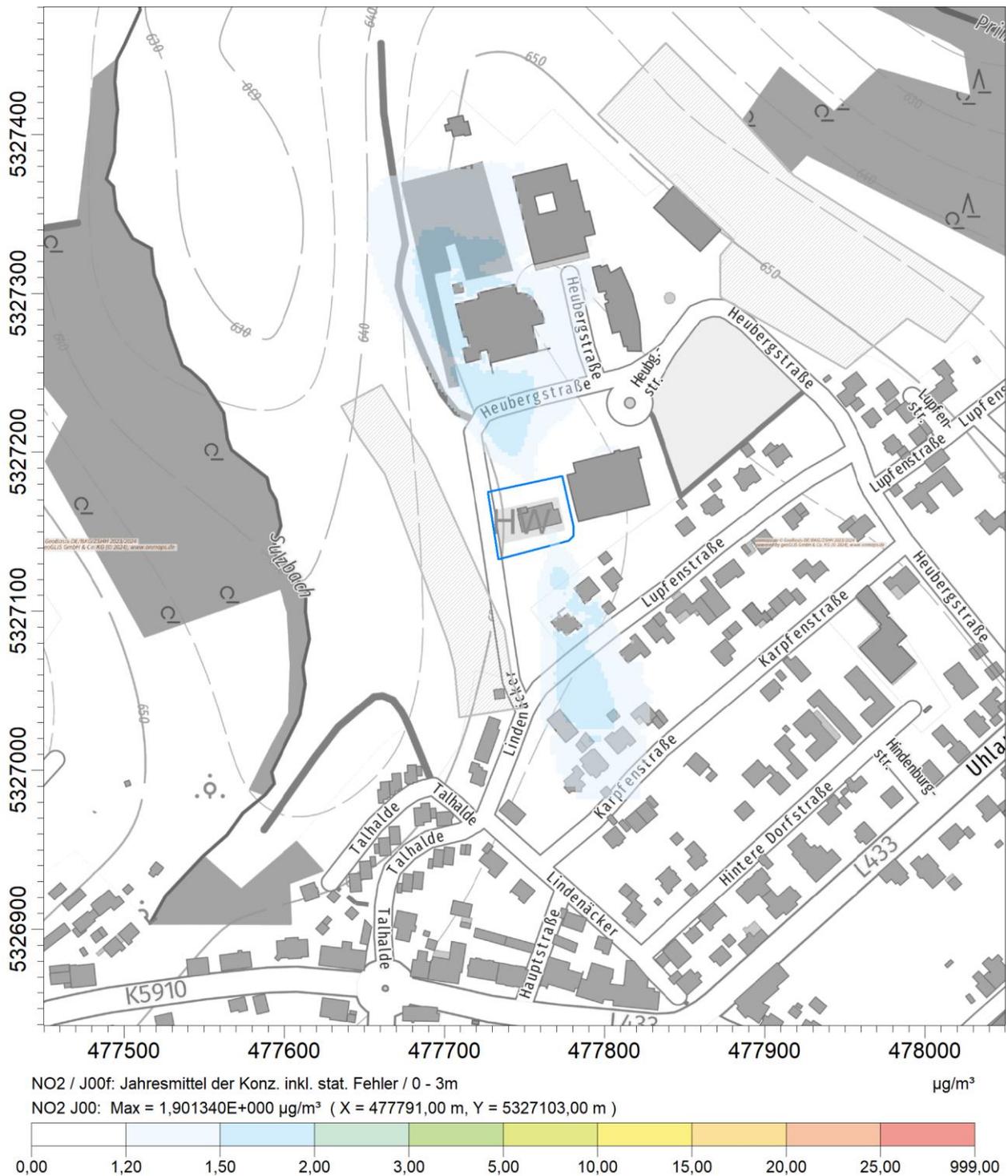


Abbildung 9-2: NO₂-Immissionsbeitrag der Anlage (Gesamtzusatzbelastung). Jahresmittelwerte in µg/m³. Das Betriebsgebäude der geplanten Anlage ist blau hervorgehoben. Im FNP ausgewiesene geplante Wohnbauflächen sind grau schraffiert. Irrelevanzschwelle: 1,2 µg/m³ Immissionswert: 40 µg/m³ Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024

9.3 Prüfung des Schutzes vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag

Staubbiederschlag bezeichnet die Deposition von Staub auf eine horizontale Fläche. Er ist für sichtbare Verschmutzungen verantwortlich, jedoch nicht gesundheitsschädlich.

Der Immissionsbeitrag der Heizzentrale bzgl. Staubbiederschlag ist in Tabelle 9-3 aufgeführt.

Die modellbedingte statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells ist geringer als die in Abschnitt 10, Anhang 2 der TA Luft (2021) geforderte maximale statistische Unsicherheit von 3 % des Immissionswerts. Die Immissionen wurden um den Betrag der statistischen Unsicherheit erhöht.

Tabelle 9-3: Staubbiederschlags-Immissionsbeitrag der Heizzentrale (Jahresmittelwerte) an den Beurteilungspunkten.

Aufpunkt	Staub	
	g/(m ² d)	mg/(m ² d)
Schwimmb	0,00016	0,16
Schule	0,00016	0,16
Lupfen3	0,00021	0,21
Lupfen3b	0,00021	0,21
Lupfen5	0,00023	0,23
Lupfen5b	0,00023	0,23
Kirche	0,00016	0,16
Maximum	0,00061	0,61
Immissionswert / Irrelevanzschwelle	40	10,5

Die Staubbiederschlags-Immissionsbeiträge halten die Irrelevanzschwelle nach Nr. 4.1 der TA Luft (2021) ein. Somit gehen von der Anlage keine erheblichen Belästigungen oder erhebliche Nachteile durch Staubbiederschlag aus. Die Ermittlung der Vorbelastung und Gesamtbelastung kann somit entfallen.

9.4 Prüfung des Schutzes vor erheblichen Belästigungen durch Gerüche

Die flächenhafte Verteilung der Geruchs-Immissionen ist in Abbildung 9-3 (Gesamtzusatzbelastung im Höhengniveau 0 – 3 m über Grund) und Abbildung 9-4 (Gesamtzusatzbelastung im Höhengniveau 5 – 7 m über Grund) dargestellt.

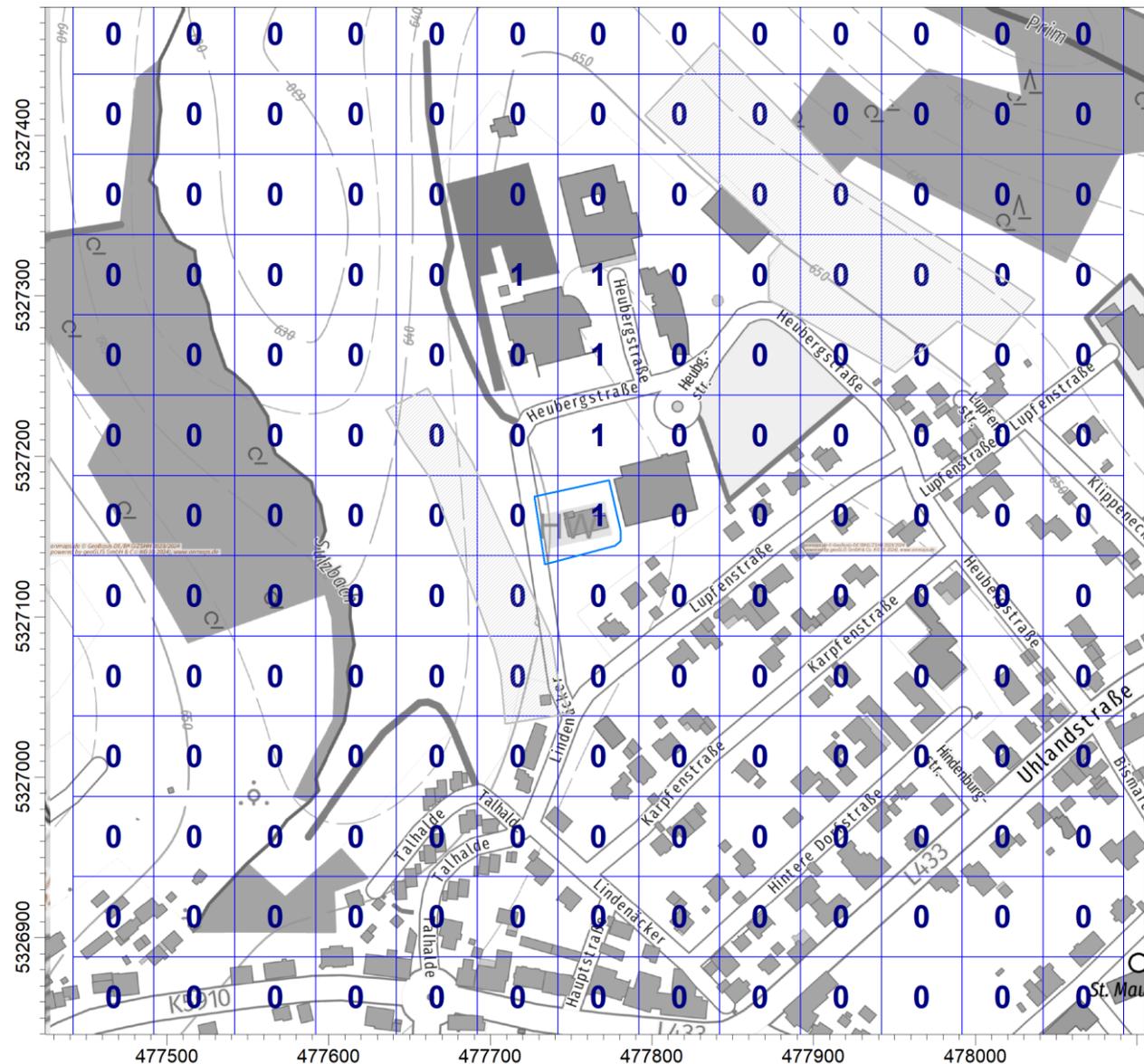


Abbildung 9-3: Relative Häufigkeit von Geruchsstunden in Prozent (Gesamtzusatzbelastung) im Höhenintervall 0 m bis 3 m über Grund. Die Geruchsimmissionen sind auf quadratischen Flächen mit einer Kantenlänge von 50 m ausgewiesen.

Das Betriebsgelände der geplanten Anlage ist blau hervorgehoben, im FNP ausgewiesene Wohnbauflächen sind grau schraffiert.

Irrelevanzschwelle: 2 %. Immissionswert (Wohngebiete): 10 %

Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024

Sowohl in Bodennähe (Abbildung 9-3) als auch im Bereich der oberen Stockwerke der umliegenden Wohnbebauung (Abbildung 9-4) beträgt die berechnete Geruchsstundenhäufigkeit 0 %. Die Irrelevanzschwelle wird somit eingehalten. Dies bedeutet, dass von der geplanten Anlage keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geruchsbelastungen im Sinne der TA Luft (2021) verursacht werden. Dies gilt auch für die im Flächennutzungsplan in geringer Entfernung geplanten Wohnbauflächen (grau schraffierte Flächen in den Abbildungen).

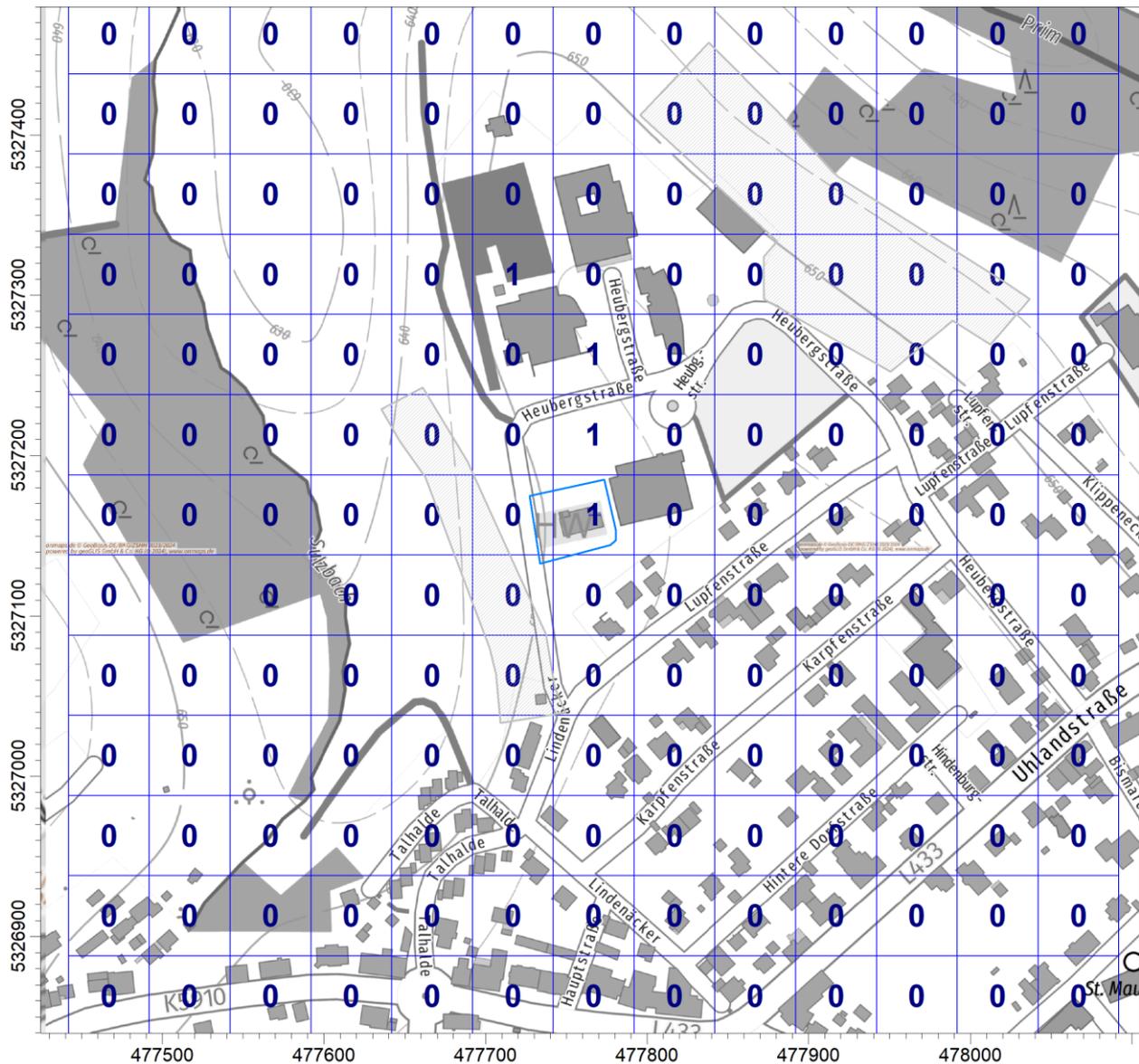


Abbildung 9-4: Relative Häufigkeit von Geruchsstunden in Prozent (Gesamtzusatzbelastung) im Höhenintervall 5 m bis 7 m über Grund. Die Geruchsimmissionen sind auf quadratischen Flächen mit einer Kantenlänge von 50 m ausgewiesen. Das Betriebsgelände der geplanten Anlage ist blau hervorgehoben, im FNP ausgewiesene Wohnbauflächen sind grau schraffiert. Irrelevanzschwelle: 2 %. Immissionswert (Wohngebiete): 10 %
Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024

Das Kriterium der TA Luft (2021), Anhang 7 Nr. 2.1, wonach die Schornsteinhöhe in der Regel so zu bemessen ist, dass die relative Häufigkeit der Geruchsstunden auf keiner Beurteilungsfläche, für die Immissionswerte gelten, den Wert von 6 % überschreitet, ist somit ebenfalls eingehalten.

9.5 Prüfung des Schutzes vor erheblichen Nachteilen, insbesondere des Schutzes der Vegetation, von Ökosystemen sowie sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter

Maßgebend zur Beurteilung von Ökosystemen sind die von der Anlage verursachten Stickstoff- und Säuredepositionen in den nächstgelegenen FFH-Gebieten. Detaillierte Angaben zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung und der Berechnungsmethode zur Ermittlung der Deposition können Kapitel 8.9 entnommen werden.

Der NO_x -Massenstrom unterschreitet den zugehörigen Bagatellmassenstrom, so dass die Bestimmung der Immissions-Kenngrößen nicht erforderlich ist.

9.5.1 Beurteilungspunkt

Die Stickstoff- und Säuredepositionen werden stellvertretend am höchst beaufschlagten Ort des nächstgelegenen FFH-Gebiets „Prim-Albvorland“ ermittelt. In allen weiter entfernten Bereichen sind die Depositionen geringer. Die Lage des Aufpunkts ist in Abbildung 9-5 dargestellt.

Tabelle 9-4: Beschreibung und Lage des Aufpunkts im FFH-Gebiet „Prim-Albvorland“:

Beschreibung	Ost-/Nordwert (UTM-32)
Ort des maximalen Beitrags der Stickstoffdeposition in den FFH-Gebieten	477920 / 5328042

9.5.2 Stickstoffdeposition

Tabelle 9-5 enthält die vorhabenbezogene Zusatzbelastung der Stickstoffdeposition an den Beurteilungspunkten. Diese wurde um den Beitrag der statistischen Unsicherheit des Ausbreitungsmodells erhöht. Abbildung 9-5 zeigt die flächenhafte Verteilung der Stickstoffdeposition in der Umgebung der Anlage.

Tabelle 9-5: Vorhabenbedingte Stickstoffdeposition in $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ am Aufpunkt im FFH-Gebiet (in den anderen Teilflächen des FFH-Gebiets ist die Stickstoffdeposition geringer).

	Stickstoffdeposition in $\text{kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$
Ort des maximalen Beitrags	0,12
Abschneidekriterium	0,3

Das Abschneidekriterium von $0,3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ wird im FFH-Gebiet unterschritten. Im Sinne des Anhangs 8 der TA Luft (2021) liegt das FFH-Gebiet damit außerhalb des Einwirkungsbereichs der Anlage (maximale Zusatzbelastung $< 0,3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$).

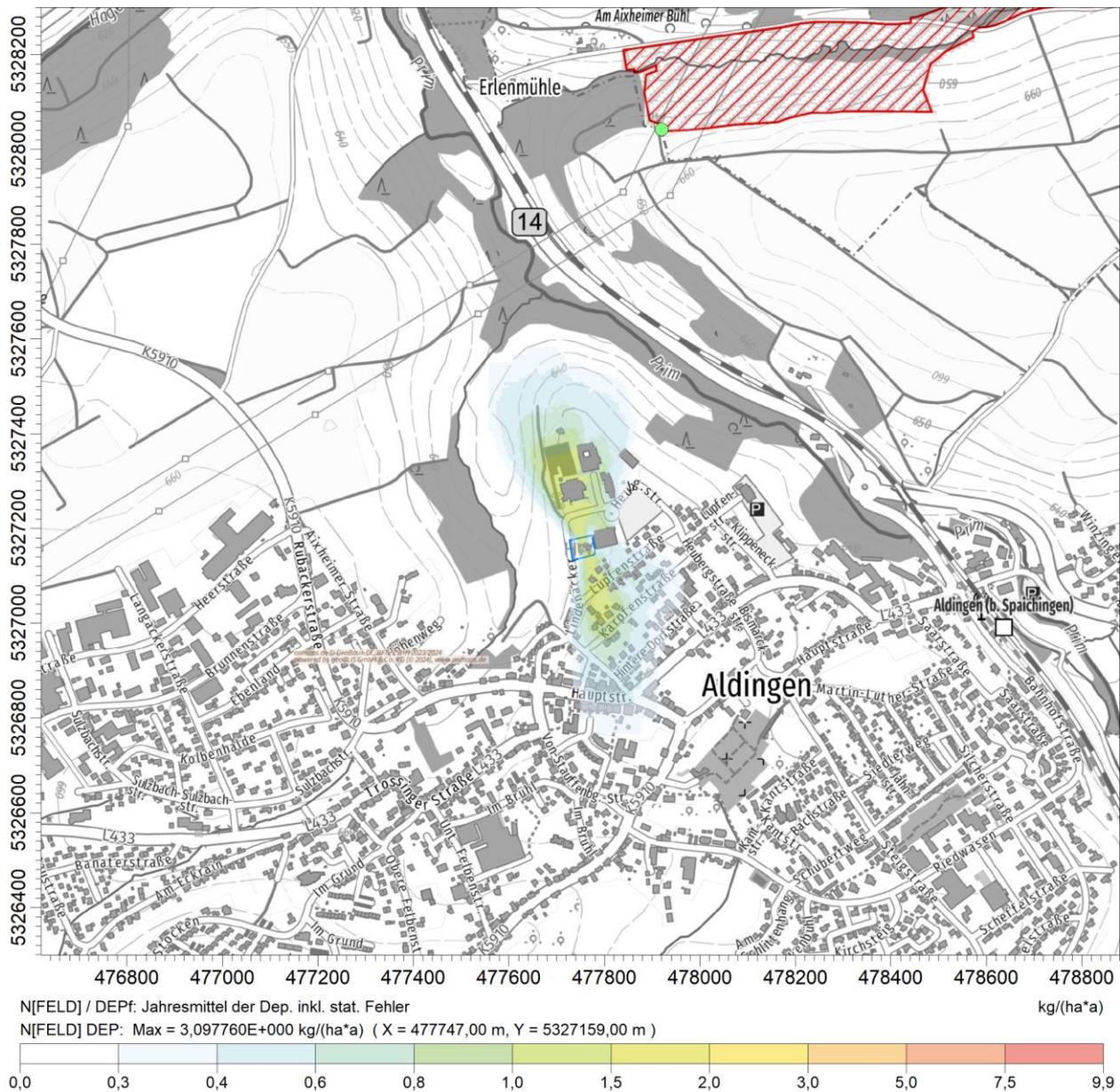


Abbildung 9-5: Stickstoff-Deposition in kg/(ha·a): Immissionsbeitrag der geplanten Anlage Abschneidekriterium: 0,3 kg/(ha · a). Das FFH-Gebiet ist rot schraffiert. Das Betriebsgelände der Anlage ist blau hervorgehoben. Der Aufpunkt ist als grüne Markierung eingetragen. (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024)

9.5.3 Säuredeposition

Es errechnen sich der in Tabelle 9-6 dargestellte vorhabenbedingte Säure-Depositionsbeitrag der Anlage in den FFH-Gebieten. Der Wert wurde um den Beitrag der statistischen Unsicherheit des Ausbreitungsmodells erhöht.

Tabelle 9-6: Vorhabenbedingte Säuredepositionen am Aufpunkt des FFH-Gebiets.

	Säuredeposition in keq/(ha · a)
Ort des maximalen Beitrags	0,014
Abschneidekriterium	0,04

Das Abschneidekriterium von 0,04 keq(N+S)/(ha·a) wird unterschritten. Im Sinne des Anhangs 8 der TA Luft (2021) liegt das FFH-Gebiet damit außerhalb des Einwirkungsbereichs der Anlage (maximale Zusatzbelastung < 0,04 keq/(ha·a)).

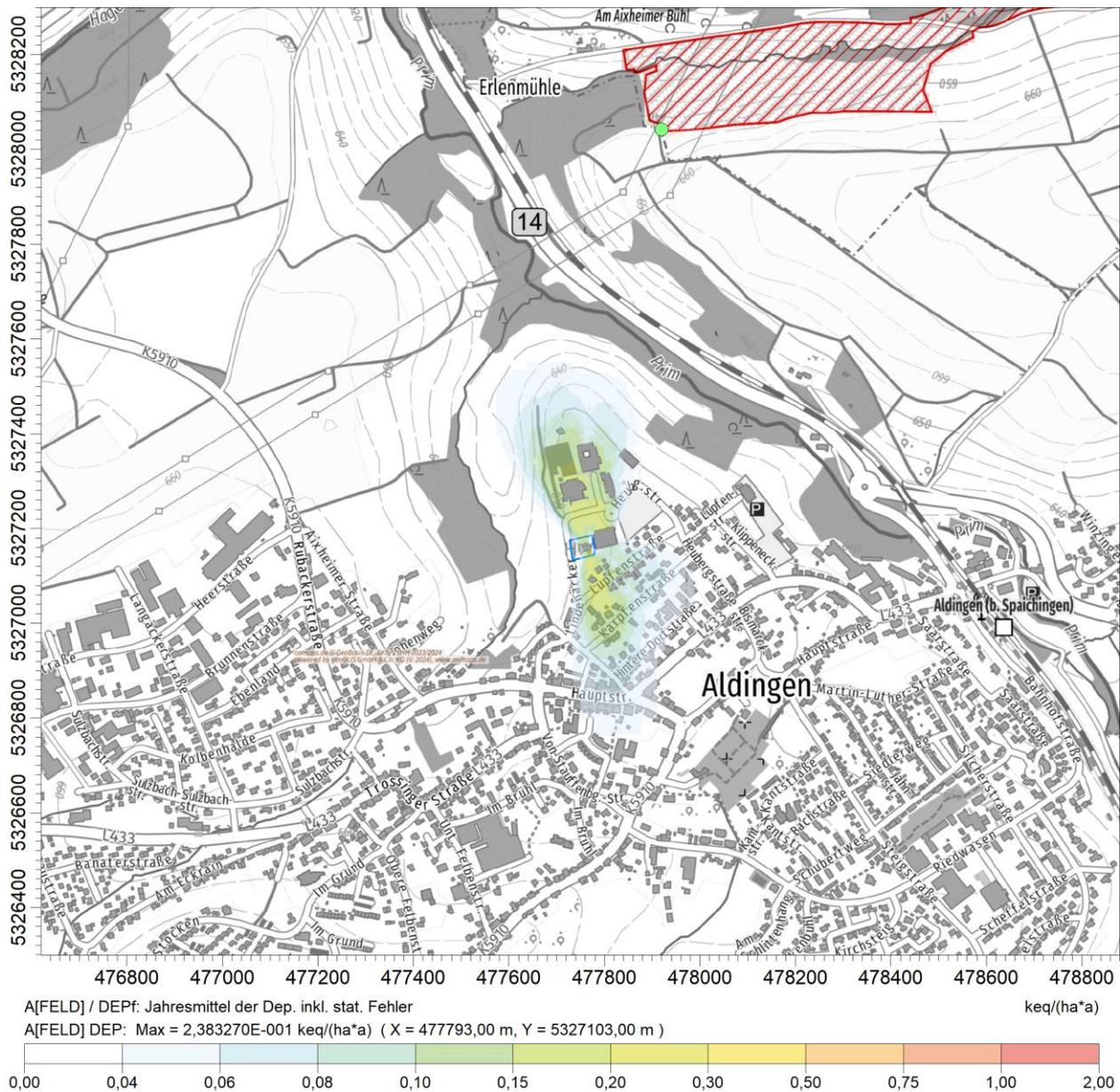


Abbildung 9-6: Säure-Deposition in keq/(ha·a): Immissionsbeitrag der Anlage, Abschneidekriterium: 0,04 keq/(ha · a). Das FFH-Gebiet ist rot schraffiert. Das Betriebsgelände der Anlage ist blau hervorgehoben. Der Aufpunkt ist als grüne Markierung eingetragen. (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2024)

9.6 Vorbelastung (NO₂, SO₂)

Die NO₂-Vorbelastung im Untersuchungsgebiet wird anhand von Messdaten der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) konservativ abgeschätzt. Die nächstgelegene Messstelle der LUBW zur Ausweisung der vorstädtischen Hintergrundbelastung, an denen aufgrund der Bebauungs- und Emittentenstruktur vergleichbare Immissionen vorliegen, befindet sich in Villingen-Schwenningen. Tabelle 9-7 zeigt eine Zusammenstellung der Stationsparameter.

Tabelle 9-7: Parameter der LUBW-Station.

Station	Lage	Koordinaten UTM32	Stationstyp
Villingen-Schwenningen	19 km west-südwestlich	460025 / 5321847	vorstädtischer Hintergrund

Eine Prognose der LUBW, die die flächenhafte Verteilung der NO₂-Vorbelastung am Standort der Messstelle und dem Untersuchungsgebiet zeigt, ist in Abbildung 9-7 dargestellt. Die dort prognostizierte Vorbelastung im Untersuchungsgebiet ist mit 7 µg/m³ leicht geringer als in Villingen-Schwenningen mit 8 µg/m³. Die Daten der dortigen Messstation sind daher geeignet für die Ermittlung der Vorbelastung in Aldingen.

Die Kenngrößen der NO₂-Konzentration an der Station sind in Tabelle 9-8 aufgeführt.

Tabelle 9-8: Kenngrößen der NO₂-Konzentration an der LUBW-Station. Alle Werte in µg/m³. Der gelb unterlegte Wert wird zur Ermittlung der Vorbelastung angesetzt.

	2021	2022	2023	Mittelwert	Immissionswert
Station Villingen-Schwenningen:					
NO ₂ -Jahresmittelwert	15,1	15,4	13,2	14,6	40
Maximale 1h Mittelwert der Konzentration	63	60	57	60	200 µg/m ³ dürfen an max. 18 h/a überschritten werden

In Anlehnung an Nr. 4.6.2.1 TA Luft ('Kriterien für die Notwendigkeit der Ermittlung der Vorbelastung') wird zur Bestimmung der Vorbelastung der Mittelwert der drei Jahre 2021 bis 2023 herangezogen.

Tabelle 9-9: Kenngrößen der SO₂-Konzentration an den LUBW-Stationen. Alle Werte in µg/m³.

Station	2021	2022	2023	Mittelwert	Immissionswert
Jahresmittelwert					
Aalen	0,9	1,0	1,0	1,0	50
Eggenstein	1,4	1,8	1,2	1,4	
Mannheim-Nord	2,8	2,9	2,5	2,7	
Schwarzwald-Süd	0,8	0,5	0,4	0,6	
Maximaler 1h-Mittelwert					
Aalen	13	16	19	-	350 µg/m ³ dürfen in max. 24 h überschritten werden
Eggenstein	33	47	30	-	
Mannheim-Nord	122	91	199	-	
Schwarzwald-Süd	4	4	2	-	

9.7 Gesamtbelastung (NO₂, SO₂)

Der **Immissions-Jahreswert** ist nach Nr. 4.7.1 TA Luft eingehalten, wenn die Summe aus Vorbelastung (Kapitel 9.6) und Zusatzbelastung (Kapitel 9.2.2) an den Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissions-Jahreswert ist.

Um zu prüfen, ob die Konzentrationen den Immissionsjahreswert einhalten, ist also der Jahresmittelwert der Vorbelastung und der Jahresmittelwert der Gesamtzusatzbelastung zu addieren.

Die Immissionsgesamtbelastung, die sich aus der Überlagerung der Vorbelastung und des Immissionsbeitrags der Anlage ergibt, ist in Tabelle 9-10 und Tabelle 9-11 aufgeführt.

 Tabelle 9-10: Überprüfung auf Einhaltung des Immissionswerts für NO₂ in µg/m³ gemäß den Vorgaben der Nr. 4.7.1 TA Luft (Immissions-Jahreswert).

Aufpunkt	Gesamtzusatzbelastung	Vorbelastung	Gesamtbelastung
1	1,7	14,6	16
2	0,9		15
3	1,4		16
4	2,6		17
5	1,3		16
6	1,9		16
7	1,6		16
Immissionswert:			40

Tabelle 9-11: Überprüfung auf Einhaltung des Immissionswerts SO_2 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemäß den Vorgaben der Nr. 4.7.1 TA Luft (Immissions-Jahreswert).

Aufpunkt	Gesamtzusatzbelastung	Vorbelastung	Gesamtbelastung
1	0,85	1,4	2
2	0,76		2
3	1,02		2
4	1,83		3
5	1,06		2
6	1,78		3
7	0,83		2
Immissionswert:			50

Die Immissionswerte für den Jahresmittelwert werden an allen Beurteilungspunkten eingehalten. Zur Bewertung der Kurzzeitwerte werden statistische Auswertungen herangezogen. Daten der LUBW (2015) zeigen, dass im Falle von NO_2 mehr als die zulässigen 18 Überschreitungen des Kurzzeitwertes erst ab Jahresmittelwerten von $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftreten. Dieser Wert wird in allen beurteilungsrelevanten Bereichen deutlich unterschritten.

Eigene statistische Auswertungen der SO_2 -Messungen in Baden-Württemberg im Zeitraum 2008 bis 2023 zeigen, dass vereinzelt Überschreitungen des maximalen Stundenwerts von $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erst ab Jahresmittelwerten von $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftreten (Abbildung 9-8). Der zulässige Tagesmittelwert von $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde im Zeitraum 2008 bis 2020 an keiner der Messstationen überschritten. Der maximal gemessene Jahresmittelwert lag in diesem Zeitraum bei $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bei der hier ermittelten, maximalen Gesamtbelastung von $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kann daher von einer Einhaltung der Kurzzeitwerte ausgegangen werden.

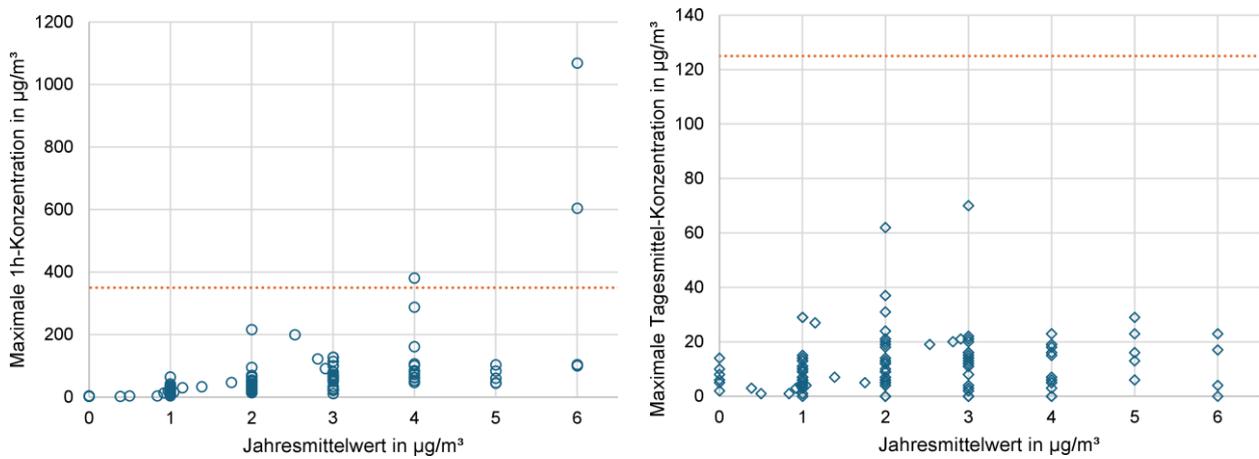


Abbildung 9-8: Statistische Auswertung der maximalen SO_2 1h-Konzentration (links, Zeitraum 2008-2023) und des maximalen Tageswerts (rechts, Zeitraum 2008-2020) an den LUBW-Stationen in Baden-Württemberg. Die jeweilige Schwelle für den Beurteilungswert ist orange markiert. Jeder Datenpunkt entspricht dem Jahreswert einer Messstation (Datenquelle: Jahresberichte LUBW (2021), Umweltbundesamt (2024)).

10 Zusammenfassung

Die Gemeinde Aldingen betreibt am nördlichen Ortsrand eine Energiezentrale zur Nahwärmever-sorgung. Aktuell sind ein Erdgas-BHKW und ein Biomasse-Hackschnitzelkessel genehmigt.

Die Energiezentrale soll u.a. um folgende Aggregate erweitert werden:

- ein weiterer Biomasse-Hackschnitzelkessel
- ein weiteres Erdgas BHKW
- ein Öl-Spitzenlastkessel

Die iMA Richter & Röckle wurde beauftragt, eine Berechnung der Schornsteinhöhe nach TA Luft (2021) durchzuführen, die einen ungestörten Abtransport der Abluft mit der freien Strömung und eine ausreichende Verdünnung gewährleistet.

Über eine Immissionsprognose sollte außerdem die Einhaltung der Immissionswerte der 39. BIm-SchV (2020) und der TA Luft (2021) nachgewiesen werden.

Dazu wurden folgende Untersuchungsschritte durchgeführt:

- Schornsteinhöhenberechnung (TA Luft (2021) Nr. 5.5.2).
- Gegenüberstellung mit den Bagatellmassenströmen (TA Luft (2021) Nr. 4.6.1.1).
- Immissionsprognose Luftschadstoffe (TA Luft (2021) Nr. 4, Anhang 2).
- Bestimmung der Stickstoff-Deposition und Säure-Einträge (TA Luft (2021), Anhang 8).
- Ausbreitungsrechnung Geruch (TA Luft (2021), Anhang 7).

Das Gutachten wurde entsprechend der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13:2010-01 (2010) erstellt.

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).

10.1 Schornsteinhöhe

Die erforderliche Schornsteinhöhe für die Schornsteine der Energiezentrale Aldingen beträgt 15,9 m über einem Niveau von 657,8 m NHN. Bei der Berechnung wurde zugrunde gelegt, dass die Bestandsschornsteine ebenfalls auf diesen Wert erhöht werden.

10.2 Schutz der menschlichen Gesundheit

Der Immissionsbeitrag der geplanten Anlage wurde anhand einer Ausbreitungsrechnung gemäß den Vorgaben der TA Luft (2021) ermittelt.

Die Berechnungen zeigen, dass die Konzentrationen der meisten Schadstoffe die Irrelevanzschwelle an den Beurteilungspunkten unterschreiten. Für die im Flächennutzungsplan in geringer Entfernung geplanten Wohnbauflächen wurden aufgrund der vorherrschenden Windverteilung ir-relevante Zusatzbelastungen berechnet.

Die Stoffe NO₂ und SO₂ überschreiten an einigen Beurteilungspunkten die Irrelevanzschwelle. Für diese Stoffe wurde daher die Gesamtbelastung ermittelt. Diese hält die Beurteilungswerte in beiden Fällen ein.

Gemäß Nr. 4.1 der TA Luft (2021) gehen somit von der geplanten Anlage somit keine Gefahren für die menschliche Gesundheit aus.

10.3 Schutz vor erheblichen Belästigungen

Der Immissionsbeitrag der geplanten Anlage bzgl. Staubniederschlag unterschreitet ebenfalls die Irrelevanzschwelle.

Der maximale Geruchsimmissionsbeitrag auf den beurteilungsrelevanten Flächen wurde mit 1 % relative Häufigkeit von Geruchsstunden ermittelt. Das Irrelevanzkriterium der TA Luft (2021) für die Gesamtzusatzbelastung (≤ 2 %) sowie das Kriterium zur Bemessung der Schornsteinhöhe (≤ 6 %) werden somit eingehalten. Dies gilt auch für die im Flächennutzungsplan in geringer Entfernung geplanten Wohnbauflächen.

10.4 Schutz der Vegetation und von Ökosystemen

Die NO_x -Massenströme unterschreiten die zugehörigen Bagatellmassenströme, so dass die Bestimmung der Immissions-Kenngrößen nicht erforderlich ist.

Die vorhabenbedingte Zusatzbelastung an Stickstoffeinträgen in den umliegenden FFH-Gebieten unterschreitet das Abschneidekriterium von $0,3 \text{ kg N}/(\text{ha a})$.

Dies gilt auch für die vorhabenbedingte Zusatzbelastung an Säureeinträgen, die das Abschneidekriteriums von $0,04 \text{ keq} \cdot \text{S}_{\text{eq}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ unterschreitet.

Die verwaltungsrechtliche Beurteilung bleibt der Genehmigungsbehörde vorbehalten.

Gerlingen, den 20.01.2025



Dr. Jost Nielinger

Fachlich Verantwortlicher Immissionsprognosen
Projektleiter
Anerkannter Beratender Meteorologe
der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e.V.
- Ausbreitung von Luftbeimengungen



Dr. Markus Hasel

Sachverständiger

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

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.
- 44. BImSchV** (2022): 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.
- AUSTAL View** (2024): PC-Programm für Anwendung der TA Luft, Argusoft GmbH & Co. KG.
- GLOB-DEM50** (2000): GlobDEM50: Digitales Höhenmodell auf Basis von Rohdaten der Shuttle Radar Topography Mission von NASA, NIMA, DLR und ASI aus dem Jahr 2000.
- 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, Überlingen.
- Janicke, U. & L. Janicke** (2004): Weiterentwicklung eines diagnostischen Windfeldmodells für den anlagenbezogenen Immissionsschutz (TA Luft). Ing.-Büro Janicke, Dunum, Oktober 2004, im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin, Förderkennz. (UFOPLAN) 203 43 256, Umweltbundesamtes Berlin.
- Janicke, U. & L. Janicke** (2021): AUSTAL – Programmbeschreibung zu Version 3.1. Stand 2021-08-09. Ingenieurbüro Janicke (Umweltbundesamt, Dessau).
- LAI** (2023): Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung zur TA Luft 2021; Juli 2023, Fachgespräch Ausbreitungsrechnung.
- LUBW** (2015): Leitfaden Modellierung verkehrsbedingter Immissionen - Anforderungen an die Eingangsdaten - Grundlage HBEFA 3.1 - Aktualisiert auf HBEFA 3.2 -.
- LUBW, L. für U.B.-W.** (2021): Luftqualität in Baden-Württemberg - Auswertung der Jahresdaten 2020. Karlsruhe
- met Soft GbR** (2024): Auswahl eines repräsentativen Jahres nach VDI 3783 Blatt 20 (Ausgabe März 2017) - Prüfbescheinigung -; SynAKTerm Aldingen.
- Röckle, R.** (2022): GAK Baden -Württemberg V4.0 - GAKBW - Ausbreitung von Spurenstoffen in Kaltluftabflüssen. iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG
- Straub, W., H. Hebbinghaus, A. Sowa & S. Wurzler** (2013): Ermittlung von Stickstoff- und Säure-Einträgen in Wäldern mit Lagrange'schen Ausbreitungsmodellen: Vergleich unterschiedlicher Berechnungsmethoden. 1: 16–20.

- Struschka, M., P. Winter, W. Bächlin & A. Lohmeyer** (2013): Geruchsbelästigungen durch Holzfeuerungen. , Messbericht im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg,. L. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Ed). Uni Stuttgart - Abteilung Reinhaltung der Luft.
- TA Luft** (2002): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft).
- TA Luft** (2021): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021.
- TRGS 900** (2023): Technische Regeln für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte. Ausgabe: Januar 2006 BArBl Heft 1/2006 S. 41-55. Zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2024 S. 18 [Nr. 1] (v. 15. Januar 2024).
- UBA** (2021): Umweltbundesamt: Rechenprogramme Besmin und Besmax (kurz BESTAL) für die Schornsteinhöhenbestimmung nach der Nummer 5.5 der TA Luft (2021).
- UBA** (2024): Umweltbundesamt: Rechenprogramme Besmin und Besmax (kurz BESTAL) für die Schornsteinhöhenbestimmung nach der Nummer 5.5 der TA Luft (2021).
- Umweltbundesamt** (2015): Bewertungen für die TA Luft Nr.5.2.7.1.1. Krebserzeugende Stoffe.
- Umweltbundesamt** (2018): Emissions- und Immissionsmessungen von Gerüchen in einer Anlage der Holzwerkstoffindustrie.
- Umweltbundesamt** (2024): Luftdaten. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftdaten>.
- 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** (2022): Umweltmeteorologie - Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre - Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. VDI-Richtlinie 3782, Blatt 3:2022-09.
- VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5** (2006): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter. VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5:2006-04.
- VDI-Richtlinie 3782, Blatt 6** (2023): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Bestimmung der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier. VDI-Richtlinie 3782, Blatt 6:2023-12.

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

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

VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3 (1996): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Partikelmodell. VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3:1996-03.

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

Anhang 1 Eingangsdateien der Ausbreitungsrechnung und Protokoll-datei

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

Für die Geländehöhen wurden außerdem noch 6 Dateien srfa0i1.dmna, i=1,..6 für jedes Rechen-gitter vorgegeben, die wegen ihres Umfangs hier in der Text-Dokumentation ebenfalls keine Auf-nahme finden konnten.

```

===== param.def
.
Ident = "v03"
Seed = 11111
Interval = 01:00:00
Refdate = 2012-01-01.00:00:00
Start = 00:00:00
End = 366.00:00:00
Average = 8784
Flags = +MAXIMA+PLURIS+CHEM+ODOR+MNT
Odorthr = 0.250
Series = { variable_20241112.def variable.def }
===== substances.def
.
Name = gas
Unit = g
Rate = 16.00000
Vsed = 0.0000
! Substance |      Vdep      Refc      Refd      Rfak  Rexp
K so2       | 1.000e-02  5.000e-05  3.171e-09  2.000e-05  1.00
K nox       | 0.000e+00  3.000e-05  0.000e+00  0.000e+00  1.00
K no2       | 3.000e-03  4.000e-05  3.171e-09  1.000e-07  1.00
K no        | 5.000e-04  0.000e+00  3.171e-09  0.000e+00  1.00
K nh3       | 1.000e-02  3.000e-06  3.171e-09  1.200e-04  0.60
K pm-1      | 1.000e-03  4.000e-05  4.051e-06  3.000e-05  0.80
K pm-2      | 1.000e-02  4.000e-05  4.051e-06  1.500e-04  0.80
K pm25-1    | 1.000e-03  2.500e-05  0.000e+00  3.000e-05  0.80
K xx        | 0.000e+00  1.000e+00  1.157e-05  0.000e+00  1.00
K odor      | 0.000e+00  1.000e-01  0.000e+00  0.000e+00  1.00
===== chemics.def
.
! created\from | gas.no
C gas.no2      |      ?
C gas.no       |      ?
===== monitor.def
.
! Nr.      |      Xp      Yp  Hp
M Schwimmb | -20.2   96.1  1.5
M Schule   |  58.3  113.2  1.5
M Lupfen3  |  23.5  -50.0  1.5
M Lupfen3b |  23.5  -50.0  7.0
M Lupfen5  |  33.7  -29.5  1.5
M Lupfen5b |  33.7  -29.5  7.0
M Kirche   |  25.0 -108.0  1.5
===== grid.def
.
RefX = 32477750
RefY = 5327150
GGCS = UTM
Sk = { 0.0 3.0 5.0 7.0 9.0 11.0 13.0 15.0 17.0 19.0 21.0 23.0 25.0 27.0 30.0 34.0 40.0 65.0 100.0
150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0 }
Nzd = 6
Flags = +NESTED+BODIES
! Nm | N1 Ni Nt Pt      Dd  Nx  Ny  Nz      Xmin      Ymin  Rf  Im      Ie
N 06 | 1  1  3  3      64.0  36  36  29     -1152.0  -1152.0  0.5  200  1.0e-04
N 05 | 2  1  3  3      32.0  48  46  29      -768.0   -704.0  0.5  200  1.0e-04

```

```

N 04 | 3 1 3 3 16.0 48 52 29 -384.0 -352.0 0.5 200 1.0e-04
N 03 | 4 1 3 3 8.0 64 76 29 -208.0 -208.0 0.5 200 1.0e-04
N 02 | 5 1 3 3 4.0 112 132 29 -176.0 -168.0 1.0 200 1.0e-04
N 01 | 6 1 3 3 2.0 164 210 12 -108.0 -124.0 1.0 200 1.0e-04
===== sources.def
.
! Name | Xq Yq Hq Aq Bq Cq Wq Fq Fr Dq Vq Tt Wl Rh
Vw Lw Ts Rt Iq Rf
Q BHKW1_2 | -2.7 8.1 15.9 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.500 ? ? ? 0.0
0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0 1.000
Q OEL | 12.5 11.6 15.9 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.600 ? ? 0.08320 0.0
0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0 1.000
Q HACKGUT1_2 | 17.0 12.7 15.9 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.600 ? ? 0.10550 0.0
0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0 1.000
Q ANLIEFERUNG | 2.1 16.1 0.0 15.0 0.1 6.5 13.6 0.0 0 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0
0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0 1.000
Q BUNKER | 18.3 17.0 3.0 1.2 0.1 2.0 280.2 0.0 0 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0
0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0 1.000
===== emissions.def
.
! SOURCE | gas.so2 gas.nox gas.no2 gas.no gas.nh3 gas.pm-1 gas.pm-2
gas.pm25-1 gas.xx gas.odor
E BHKW1_2 | ? ? ? ? 0.000e+00 0.000e+00
0.000e+00 ? 0.000e+00
E OEL | ? ? ? 0.000e+00 ? ?
? 0.000e+00 0.000e+00
E HACKGUT1_2 | ? ? ? ? 0.000e+00 ? ?
? 0.000e+00 ?
E ANLIEFERUNG | 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00
0.000e+00 0.000e+00 ?
E BUNKER | 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00
0.000e+00 0.000e+00 2.600e+00
===== bodies.def
.
DMKp = { 6.000 1.000 0.300 0.050 0.700 1.200 15.0 0.500 0.300 }
TrbExt = 1
RFile = ~poly_raster.dmna
===== variable.def
.
gas.no2-gas.no = R2
gas.no-gas.no = R1
! T1 T2 R2 R1
Z 00:00:00 01:00:00 1.704e-04 -1.111e-04
Z 01:00:00 02:00:00 1.704e-04 -1.111e-04
Z 02:00:00 03:00:00 1.704e-04 -1.111e-04
Z 03:00:00 04:00:00 1.704e-04 -1.111e-04
Z 04:00:00 05:00:00 1.704e-04 -1.111e-04
Z 05:00:00 06:00:00 1.704e-04 -1.111e-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 3.276e-04 -2.137e-04
...
Z 365.12:00:00 365.13:00:00 3.276e-04 -2.137e-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 3.276e-04 -2.137e-04
Z 365.16:00:00 365.17:00:00 2.242e-04 -1.462e-04
Z 365.17:00:00 365.18:00:00 2.242e-04 -1.462e-04
Z 365.18:00:00 365.19:00:00 2.242e-04 -1.462e-04
Z 365.19:00:00 365.20:00:00 2.242e-04 -1.462e-04
Z 365.20:00:00 365.21:00:00 2.242e-04 -1.462e-04
Z 365.21:00:00 365.22:00:00 2.242e-04 -1.462e-04
Z 365.22:00:00 365.23:00:00 2.242e-04 -1.462e-04
Z 365.23:00:00 366.00:00:00 2.242e-04 -1.462e-04
===== meteo.def
.
Version = 5.3

```

```

Z0 = 0.200
D0 = 1.200
Xa = 273.0
Ya = -176.0
Ha = 5.0
Ua = ?
Ra = ?
KM = ?
ZgMean = 649
WindLib = ~..\lib20241107
Prec = ?
RefDate = 2012-01-01T00:00:00+0100
!      T1      T2      Ua      Ra      KM      Prec
Z      00:00:00    01:00:00  1.100  219     2  0.00
Z      01:00:00    02:00:00  1.100  191     2  0.00
Z      02:00:00    03:00:00  1.100  193     2  0.20
Z      03:00:00    04:00:00  1.600  200     2  0.00
Z      04:00:00    05:00:00  1.600  218     2  0.00
Z      05:00:00    06:00:00  1.600  212     2  0.00
Z      06:00:00    07:00:00  2.400  193     3.1  0.00
Z      07:00:00    08:00:00  2.400  183     3.1  0.00
Z      08:00:00    09:00:00  2.300  175     3.1  0.00
Z      09:00:00    10:00:00  2.300  181     3.1  0.00
Z      10:00:00    11:00:00  2.300  193     3.1  0.00
Z      11:00:00    12:00:00  2.300  189     3.2  0.00
...
Z 365.12:00:00 365.13:00:00 2.200 173 3.2 0.00
Z 365.13:00:00 365.14:00:00 2.700 153 3.2 0.00
Z 365.14:00:00 365.15:00:00 2.900 157 3.2 0.00
Z 365.15:00:00 365.16:00:00 3.000 164 3.2 0.00
Z 365.16:00:00 365.17:00:00 3.200 155 3.1 0.00
Z 365.17:00:00 365.18:00:00 3.400 157 3.1 0.00
Z 365.18:00:00 365.19:00:00 3.600 149 3.1 0.00
Z 365.19:00:00 365.20:00:00 3.500 181 3.1 0.00
Z 365.20:00:00 365.21:00:00 3.500 160 3.1 0.00
Z 365.21:00:00 365.22:00:00 3.500 161 3.1 0.00
Z 365.22:00:00 365.23:00:00 3.400 169 3.1 0.00
Z 365.23:00:00 366.00:00:00 3.400 181 3.1 0.00
===== variable_20241112.def
.
Vq.bhkw1_2 = BHKW1_2.vq
Vq.oel = OEL.vq
Vq.hackgut1_2 = HACKGUT1_2.vq
Tt.bhkw1_2 = BHKW1_2.tq
Tt.oel = OEL.tq
Tt.hackgut1_2 = HACKGUT1_2.tq
Wl.bhkw1_2 = BHKW1_2.zq
Eq.bhkw1_2.gas.so2 = BHKW1_2.so2
Eq.oel.gas.so2 = OEL.so2
Eq.hackgut1_2.gas.so2 = HACKGUT1_2.so2
Eq.bhkw1_2.gas.nox = BHKW1_2.nox
Eq.oel.gas.nox = OEL.nox
Eq.hackgut1_2.gas.nox = HACKGUT1_2.nox
Eq.bhkw1_2.gas.no2 = BHKW1_2.no2
Eq.oel.gas.no2 = OEL.no2
Eq.hackgut1_2.gas.no2 = HACKGUT1_2.no2
Eq.bhkw1_2.gas.no = BHKW1_2.no
Eq.oel.gas.no = OEL.no
Eq.hackgut1_2.gas.no = HACKGUT1_2.no
Eq.bhkw1_2.gas.nh3 = BHKW1_2.nh3
Eq.oel.gas.pm-1 = OEL.pm-1
Eq.hackgut1_2.gas.pm-1 = HACKGUT1_2.pm-1
Eq.oel.gas.pm-2 = OEL.pm-2
Eq.hackgut1_2.gas.pm-2 = HACKGUT1_2.pm-2
Eq.oel.gas.pm25-1 = OEL.pm25-1
Eq.hackgut1_2.gas.pm25-1 = HACKGUT1_2.pm25-1
Eq.bhkw1_2.gas.xx = BHKW1_2.xx
Eq.hackgut1_2.gas.odor = HACKGUT1_2.odor
Eq.anlieferung.gas.odor = ANLIEFERUNG.odor

```

!	T1	T2	BHKW1_2.vq	OEL.vq	HACKGUT1_2.vq	BHKW1_2.tq	OEL.tq
HACKGUT1_2.tq	BHKW1_2.zq	BHKW1_2.so2	OEL.so2	HACKGUT1_2.so2	BHKW1_2.nox	OEL.nox	HACKGUT1_2.nox
BHKW1_2.no2	OEL.no2	HACKGUT1_2.no2	BHKW1_2.no	OEL.no	HACKGUT1_2.no	BHKW1_2.nh3	OEL.pm-1
HACKGUT1_2.pm-1	OEL.pm-2	HACKGUT1_2.pm-2	OEL.pm25-1	HACKGUT1_2.pm25-1	BHKW1_2.xx	HACKGUT1_2.odor	
ANLIEFERUNG.odor							
Z	00:00:00	01:00:00	1.139e+01	8.700e-01	1.940e+00	9.280e+01	1.200e+02
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	2.848e-02	1.032e-01	3.247e-01	2.589e-02	2.581e-01
1.623e-01	2.589e-03	2.581e-02	1.059e-01	1.520e-02	1.515e-01	2.419e-02	1.811e-03
1.149e-02	4.226e-03	2.681e-02	1.811e-03		1.149e-02	3.077e-02	4.994e+02
0.000e+00							
Z	01:00:00	02:00:00	1.139e+01	8.700e-01	1.940e+00	9.280e+01	1.200e+02
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	2.848e-02	1.032e-01	3.247e-01	2.589e-02	2.581e-01
1.623e-01	2.589e-03	2.581e-02	1.059e-01	1.520e-02	1.515e-01	2.419e-02	1.811e-03
1.149e-02	4.226e-03	2.681e-02	1.811e-03		1.149e-02	3.077e-02	4.994e+02
0.000e+00							
Z	02:00:00	03:00:00	1.139e+01	8.700e-01	1.940e+00	9.280e+01	1.200e+02
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	2.848e-02	1.032e-01	3.247e-01	2.589e-02	2.581e-01
1.623e-01	2.589e-03	2.581e-02	1.059e-01	1.520e-02	1.515e-01	2.419e-02	1.811e-03
1.149e-02	4.226e-03	2.681e-02	1.811e-03		1.149e-02	3.077e-02	4.994e+02
0.000e+00							
Z	03:00:00	04:00:00	1.139e+01	8.700e-01	1.940e+00	9.280e+01	1.200e+02
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	2.848e-02	1.032e-01	3.247e-01	2.589e-02	2.581e-01
1.623e-01	2.589e-03	2.581e-02	1.059e-01	1.520e-02	1.515e-01	2.419e-02	1.811e-03
1.149e-02	4.226e-03	2.681e-02	1.811e-03		1.149e-02	3.077e-02	4.994e+02
0.000e+00							
Z	04:00:00	05:00:00	1.139e+01	8.700e-01	1.940e+00	9.280e+01	1.200e+02
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	2.848e-02	1.032e-01	3.247e-01	2.589e-02	2.581e-01
1.623e-01	2.589e-03	2.581e-02	1.059e-01	1.520e-02	1.515e-01	2.419e-02	1.811e-03
1.149e-02	4.226e-03	2.681e-02	1.811e-03		1.149e-02	3.077e-02	4.994e+02
0.000e+00							
Z	05:00:00	06:00:00	1.139e+01	8.700e-01	1.940e+00	9.280e+01	1.200e+02
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	2.848e-02	1.032e-01	3.247e-01	2.589e-02	2.581e-01
1.623e-01	2.589e-03	2.581e-02	1.059e-01	1.520e-02	1.515e-01	2.419e-02	1.811e-03
1.149e-02	4.226e-03	2.681e-02	1.811e-03		1.149e-02	3.077e-02	4.994e+02
0.000e+00							
Z	06:00:00	07:00:00	1.139e+01	8.700e-01	1.940e+00	9.280e+01	1.200e+02
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	2.848e-02	1.032e-01	3.247e-01	2.589e-02	2.581e-01
1.623e-01	2.589e-03	2.581e-02	1.059e-01	1.520e-02	1.515e-01	2.419e-02	1.811e-03
1.149e-02	4.226e-03	2.681e-02	1.811e-03		1.149e-02	3.077e-02	4.994e+02
0.000e+00							
Z	07:00:00	08:00:00	1.139e+01	8.700e-01	1.940e+00	9.280e+01	1.200e+02
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	2.848e-02	1.032e-01	3.247e-01	2.589e-02	2.581e-01
1.623e-01	2.589e-03	2.581e-02	1.059e-01	1.520e-02	1.515e-01	2.419e-02	1.811e-03
1.149e-02	4.226e-03	2.681e-02	1.811e-03		1.149e-02	3.077e-02	4.994e+02
0.000e+00							
Z	08:00:00	09:00:00	1.139e+01	8.700e-01	1.940e+00	9.280e+01	1.200e+02
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	2.848e-02	1.032e-01	3.247e-01	2.589e-02	2.581e-01
1.623e-01	2.589e-03	2.581e-02	1.059e-01	1.520e-02	1.515e-01	2.419e-02	1.811e-03
1.149e-02	4.226e-03	2.681e-02	1.811e-03		1.149e-02	3.077e-02	4.994e+02
0.000e+00							
Z	09:00:00	10:00:00	1.139e+01	8.700e-01	1.940e+00	9.280e+01	1.200e+02
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	2.848e-02	1.032e-01	3.247e-01	2.589e-02	2.581e-01
1.623e-01	2.589e-03	2.581e-02	1.059e-01	1.520e-02	1.515e-01	2.419e-02	1.811e-03
1.149e-02	4.226e-03	2.681e-02	1.811e-03		1.149e-02	3.077e-02	4.994e+02
0.000e+00							
Z	10:00:00	11:00:00	1.139e+01	8.700e-01	1.940e+00	9.280e+01	1.200e+02
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	2.848e-02	1.032e-01	3.247e-01	2.589e-02	2.581e-01
1.623e-01	2.589e-03	2.581e-02	1.059e-01	1.520e-02	1.515e-01	2.419e-02	1.811e-03
1.149e-02	4.226e-03	2.681e-02	1.811e-03		1.149e-02	3.077e-02	4.994e+02
0.000e+00							
Z	11:00:00	12:00:00	1.139e+01	8.700e-01	1.940e+00	9.280e+01	1.200e+02
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	2.848e-02	1.032e-01	3.247e-01	2.589e-02	2.581e-01
1.623e-01	2.589e-03	2.581e-02	1.059e-01	1.520e-02	1.515e-01	2.419e-02	1.811e-03
1.149e-02	4.226e-03	2.681e-02	1.811e-03		1.149e-02	3.077e-02	4.994e+02
0.000e+00							
...							
Z	365.12:00:00	365.13:00:00	1.139e+01	0.000e+00	9.000e-01	9.280e+01	0.000e+00
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	0.000e+00	4.788e-02	3.247e-01	0.000e+00	1.197e-01
1.623e-01	0.000e+00	1.197e-02	1.059e-01	0.000e+00	7.026e-02	2.419e-02	0.000e+00

5.328e-03	0.000e+00	1.243e-02	0.000e+00	5.328e-03	3.077e-02	2.316e+02	
0.000e+00							
Z	365.13:00:00	365.14:00:00	1.139e+01	0.000e+00	9.000e-01	9.280e+01	0.000e+00
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	0.000e+00	4.788e-02	3.247e-01	0.000e+00	1.197e-01
1.623e-01	0.000e+00	1.197e-02	1.059e-01	0.000e+00	7.026e-02	2.419e-02	0.000e+00
5.328e-03	0.000e+00	1.243e-02	0.000e+00	5.328e-03	3.077e-02	2.316e+02	
0.000e+00							
Z	365.14:00:00	365.15:00:00	1.139e+01	0.000e+00	9.000e-01	9.280e+01	0.000e+00
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	0.000e+00	4.788e-02	3.247e-01	0.000e+00	1.197e-01
1.623e-01	0.000e+00	1.197e-02	1.059e-01	0.000e+00	7.026e-02	2.419e-02	0.000e+00
5.328e-03	0.000e+00	1.243e-02	0.000e+00	5.328e-03	3.077e-02	2.316e+02	
0.000e+00							
Z	365.15:00:00	365.16:00:00	1.139e+01	0.000e+00	9.000e-01	9.280e+01	0.000e+00
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	0.000e+00	4.788e-02	3.247e-01	0.000e+00	1.197e-01
1.623e-01	0.000e+00	1.197e-02	1.059e-01	0.000e+00	7.026e-02	2.419e-02	0.000e+00
5.328e-03	0.000e+00	1.243e-02	0.000e+00	5.328e-03	3.077e-02	2.316e+02	
0.000e+00							
Z	365.16:00:00	365.17:00:00	1.139e+01	0.000e+00	9.000e-01	9.280e+01	0.000e+00
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	0.000e+00	4.788e-02	3.247e-01	0.000e+00	1.197e-01
1.623e-01	0.000e+00	1.197e-02	1.059e-01	0.000e+00	7.026e-02	2.419e-02	0.000e+00
5.328e-03	0.000e+00	1.243e-02	0.000e+00	5.328e-03	3.077e-02	2.316e+02	
0.000e+00							
Z	365.17:00:00	365.18:00:00	1.139e+01	0.000e+00	9.000e-01	9.280e+01	0.000e+00
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	0.000e+00	4.788e-02	3.247e-01	0.000e+00	1.197e-01
1.623e-01	0.000e+00	1.197e-02	1.059e-01	0.000e+00	7.026e-02	2.419e-02	0.000e+00
5.328e-03	0.000e+00	1.243e-02	0.000e+00	5.328e-03	3.077e-02	2.316e+02	
0.000e+00							
Z	365.18:00:00	365.19:00:00	1.139e+01	0.000e+00	9.000e-01	9.280e+01	0.000e+00
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	0.000e+00	4.788e-02	3.247e-01	0.000e+00	1.197e-01
1.623e-01	0.000e+00	1.197e-02	1.059e-01	0.000e+00	7.026e-02	2.419e-02	0.000e+00
5.328e-03	0.000e+00	1.243e-02	0.000e+00	5.328e-03	3.077e-02	2.316e+02	
0.000e+00							
Z	365.19:00:00	365.20:00:00	1.139e+01	0.000e+00	9.000e-01	9.280e+01	0.000e+00
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	0.000e+00	4.788e-02	3.247e-01	0.000e+00	1.197e-01
1.623e-01	0.000e+00	1.197e-02	1.059e-01	0.000e+00	7.026e-02	2.419e-02	0.000e+00
5.328e-03	0.000e+00	1.243e-02	0.000e+00	5.328e-03	3.077e-02	2.316e+02	
0.000e+00							
Z	365.20:00:00	365.21:00:00	1.139e+01	0.000e+00	9.000e-01	9.280e+01	0.000e+00
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	0.000e+00	4.788e-02	3.247e-01	0.000e+00	1.197e-01
1.623e-01	0.000e+00	1.197e-02	1.059e-01	0.000e+00	7.026e-02	2.419e-02	0.000e+00
5.328e-03	0.000e+00	1.243e-02	0.000e+00	5.328e-03	3.077e-02	2.316e+02	
0.000e+00							
Z	365.21:00:00	365.22:00:00	1.139e+01	0.000e+00	9.000e-01	9.280e+01	0.000e+00
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	0.000e+00	4.788e-02	3.247e-01	0.000e+00	1.197e-01
1.623e-01	0.000e+00	1.197e-02	1.059e-01	0.000e+00	7.026e-02	2.419e-02	0.000e+00
5.328e-03	0.000e+00	1.243e-02	0.000e+00	5.328e-03	3.077e-02	2.316e+02	
0.000e+00							
Z	365.22:00:00	365.23:00:00	1.139e+01	0.000e+00	9.000e-01	9.280e+01	0.000e+00
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	0.000e+00	4.788e-02	3.247e-01	0.000e+00	1.197e-01
1.623e-01	0.000e+00	1.197e-02	1.059e-01	0.000e+00	7.026e-02	2.419e-02	0.000e+00
5.328e-03	0.000e+00	1.243e-02	0.000e+00	5.328e-03	3.077e-02	2.316e+02	
0.000e+00							
Z	365.23:00:00	365.00:00:00	1.139e+01	0.000e+00	9.000e-01	9.280e+01	0.000e+00
1.300e+02	7.750e-02	1.163e-02	0.000e+00	4.788e-02	3.247e-01	0.000e+00	1.197e-01
1.623e-01	0.000e+00	1.197e-02	1.059e-01	0.000e+00	7.026e-02	2.419e-02	0.000e+00
5.328e-03	0.000e+00	1.243e-02	0.000e+00	5.328e-03	3.077e-02	2.316e+02	
0.000e+00							

Protokolldatei

2024-11-15 12:35:35 LOPREP_1.1.10

Auswertung der Ergebnisse für "v03\Austal"

=====

DEP: Jahres-/Langzeitmittel der gesamten Deposition
 DRY: Jahres-/Langzeitmittel der trockenen Deposition
 WET: Jahres-/Langzeitmittel der nassen Deposition
 J00: Jahres-/Langzeitmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit

Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Deposition

NH3	DEP	3,753e+00	kg/(ha*a)	(+/- 0,0%)	bei x=	-3 m,	y=	9 m	(1: 53, 67)
NH3	DRY	6,728e-01	kg/(ha*a)	(+/- 1,5%)	bei x=	-41 m,	y=	159 m	(1: 34,142)
NH3	WET	3,752e+00	kg/(ha*a)	(+/- 0,0%)	bei x=	-3 m,	y=	9 m	(1: 53, 67)
NO	DEP	4,357e-01	kg/(ha*a)	(+/- 1,0%)	bei x=	43 m,	y=	-47 m	(1: 76, 39)
NO	DRY	4,357e-01	kg/(ha*a)	(+/- 1,0%)	bei x=	43 m,	y=	-47 m	(1: 76, 39)
NO	WET	0,000e+00	kg/(ha*a)	(+/- 0,0%)					
NO2	DEP	1,778e+00	kg/(ha*a)	(+/- 1,3%)	bei x=	-41 m,	y=	159 m	(1: 34,142)
NO2	DRY	1,778e+00	kg/(ha*a)	(+/- 1,3%)	bei x=	-41 m,	y=	159 m	(1: 34,142)
NO2	WET	2,134e-02	kg/(ha*a)	(+/- 0,0%)	bei x=	-3 m,	y=	9 m	(1: 53, 67)
PM	DEP	6,093e-04	g/(m²*d)	(+/- 0,0%)	bei x=	17 m,	y=	13 m	(1: 63, 69)
PM	DRY	2,945e-04	g/(m²*d)	(+/- 1,2%)	bei x=	43 m,	y=	49 m	(1: 76, 87)
PM	WET	6,092e-04	g/(m²*d)	(+/- 0,0%)	bei x=	17 m,	y=	13 m	(1: 63, 69)
SO2	DEP	4,220e+00	kg/(ha*a)	(+/- 1,2%)	bei x=	43 m,	y=	49 m	(1: 76, 87)
SO2	DRY	4,185e+00	kg/(ha*a)	(+/- 1,2%)	bei x=	43 m,	y=	49 m	(1: 76, 87)
SO2	WET	9,416e-01	kg/(ha*a)	(+/- 0,0%)	bei x=	17 m,	y=	13 m	(1: 63, 69)
XX	DEP	0,000e+00	g/(m²*d)	(+/- 0,0%)					
XX	DRY	0,000e+00	g/(m²*d)	(+/- 0,0%)					
XX	WET	0,000e+00	g/(m²*d)	(+/- 0,0%)					

Maximalwerte, Konzentration bei z=1,5 m

NH3	J00	2,160e-01	µg/m³	(+/- 0,7%)	bei x=	-41 m,	y=	159 m	(1: 34,142)
NO	J00	2,877e+00	µg/m³	(+/- 0,5%)	bei x=	41 m,	y=	-47 m	(1: 75, 39)
NO2	J00	1,890e+00	µg/m³	(+/- 0,6%)	bei x=	41 m,	y=	-47 m	(1: 75, 39)
NO2	S00	7,938e+01	µg/m³	(+/- 41,7%)	bei x=	67 m,	y=	-69 m	(1: 88, 28)
NO2	S18	3,981e+01	µg/m³	(+/- 41,3%)	bei x=	67 m,	y=	-69 m	(1: 88, 28)
NOX	J00	6,364e+00	µg/m³	(+/- 0,5%)	bei x=	41 m,	y=	-47 m	(1: 75, 39)
PM	J00	5,056e-01	µg/m³	(+/- 0,5%)	bei x=	43 m,	y=	49 m	(1: 76, 87)
PM25	J00	1,566e-01	µg/m³	(+/- 0,5%)	bei x=	45 m,	y=	49 m	(1: 77, 87)
SO2	J00	1,431e+00	µg/m³	(+/- 0,5%)	bei x=	45 m,	y=	49 m	(1: 77, 87)
SO2	S00	8,561e+01	µg/m³	(+/- 21,2%)	bei x=	67 m,	y=	-69 m	(1: 88, 28)
SO2	S24	3,336e+01	µg/m³	(+/- 16,1%)	bei x=	35 m,	y=	-45 m	(1: 72, 40)
XX	J00	3,122e-07	g/m³	(+/- 0,7%)	bei x=	-41 m,	y=	159 m	(1: 34,142)

Maximalwerte, Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1,5 m

ODOR	J00	2,297e+01	%	(+/- 0,10)	bei x=	19 m,	y=	15 m	(1: 64, 70)
------	-----	-----------	---	------------	--------	-------	----	------	-------------

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT	Schwimmb Kirche	Schule	Lupfen3	Lupfen3b	Lupfen5						
Lupfen5b											
xp	-20	58	24	24	34						
34	25										
yp	96	113	-50	-50	-30						
-30	-108										
hp	1,5	1,5	1,5	7,0	1,5						
7,0	1,5										

NH3	DEP	5,212e-01	1,7%	2,908e-01	2,3%	4,920e-01	1,6%	4,920e-01	1,6%	4,691e-01	1,5%
4,691e-01	1,5%	5,570e-01	1,6%	kg/(ha*a)							
NH3	DRY	4,652e-01	1,9%	2,512e-01	2,7%	3,893e-01	2,1%	3,893e-01	2,1%	3,596e-01	2,0%
3,596e-01	2,0%	5,019e-01	1,8%	kg/(ha*a)							
NH3	WET	5,600e-02	0,2%	3,969e-02	0,2%	1,027e-01	0,2%	1,027e-01	0,2%	1,095e-01	0,1%
1,095e-01	0,1%	5,509e-02	0,2%	kg/(ha*a)							
NH3	J00	1,743e-01	0,6%	9,068e-02	1,0%	1,388e-01	0,8%	2,676e-01	0,4%	1,204e-01	0,8%
1,850e-01	0,5%	1,683e-01	0,6%	µg/m³							
NO	DEP	2,996e-01	1,3%	2,282e-01	1,6%	3,116e-01	1,4%	3,116e-01	1,4%	3,189e-01	1,2%
3,189e-01	1,2%	2,942e-01	1,3%	kg/(ha*a)							

NO DRY	2,996e-01	1,3%	2,282e-01	1,6%	3,116e-01	1,4%	3,116e-01	1,4%	3,189e-01	1,2%
3,189e-01	1,2%	2,942e-01	1,3%	kg/(ha*a)						
NO WET	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%
0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	kg/(ha*a)						
NO J00	2,102e+00	0,4%	1,519e+00	0,6%	2,110e+00	0,5%	3,685e+00	0,3%	2,068e+00	0,5%
3,250e+00	0,3%	1,942e+00	0,4%	µg/m³						
NO2 DEP	1,372e+00	1,6%	7,699e-01	2,1%	1,240e+00	1,7%	1,240e+00	1,7%	1,183e+00	1,5%
1,183e+00	1,5%	1,437e+00	1,5%	kg/(ha*a)						
NO2 DRY	1,371e+00	1,6%	7,697e-01	2,1%	1,239e+00	1,7%	1,239e+00	1,7%	1,183e+00	1,5%
1,183e+00	1,5%	1,437e+00	1,5%	kg/(ha*a)						
NO2 WET	3,527e-04	0,3%	2,330e-04	0,2%	6,777e-04	0,2%	6,777e-04	0,2%	6,562e-04	0,2%
6,562e-04	0,2%	3,663e-04	0,2%	kg/(ha*a)						
NO2 J00	1,643e+00	0,5%	8,864e-01	0,8%	1,425e+00	0,6%	2,577e+00	0,3%	1,281e+00	0,6%
1,877e+00	0,4%	1,588e+00	0,5%	µg/m³						
NO2 S00	2,503e+01	7,0%	2,740e+01	18,3%	2,613e+01	15,3%	3,687e+01	11,6%	3,368e+01	20,0%
3,717e+01	9,9%	3,073e+01	9,0%	µg/m³						
NO2 S18	2,033e+01	16,5%	2,069e+01	16,8%	2,082e+01	13,1%	3,233e+01	4,5%	2,082e+01	11,5%
2,924e+01	9,6%	2,536e+01	8,6%	µg/m³						
NOX J00	4,922e+00	0,4%	3,250e+00	0,6%	4,702e+00	0,5%	8,232e+00	0,3%	4,480e+00	0,5%
6,864e+00	0,3%	4,606e+00	0,4%	µg/m³						
ODOR J00	5,351e-01	0,00	3,643e-01	0,00	3,301e-01	0,00	3,871e-01	0,00	4,212e-01	0,00
4,895e-01	0,00	2,960e-01	0,00	%						
PM DEP	1,572e-04	1,7%	1,595e-04	1,8%	2,041e-04	1,7%	2,041e-04	1,7%	2,312e-04	1,4%
2,312e-04	1,4%	1,601e-04	1,9%	g/(m²*d)						
PM DRY	1,508e-04	1,8%	1,505e-04	1,9%	1,882e-04	1,8%	1,882e-04	1,8%	2,115e-04	1,6%
2,115e-04	1,6%	1,524e-04	1,9%	g/(m²*d)						
PM WET	6,467e-06	0,3%	8,955e-06	0,3%	1,592e-05	0,2%	1,592e-05	0,2%	1,962e-05	0,2%
1,962e-05	0,2%	7,675e-06	0,3%	g/(m²*d)						
PM J00	2,829e-01	0,6%	2,619e-01	0,7%	3,373e-01	0,7%	5,953e-01	0,4%	3,554e-01	0,7%
5,977e-01	0,4%	2,629e-01	0,7%	µg/m³						
PM25 J00	8,989e-02	0,6%	8,313e-02	0,7%	1,055e-01	0,7%	1,791e-01	0,4%	1,098e-01	0,7%
1,798e-01	0,4%	8,215e-02	0,7%	µg/m³						
SO2 DEP	2,307e+00	1,6%	2,224e+00	1,8%	2,889e+00	1,7%	2,889e+00	1,7%	3,186e+00	1,4%
3,186e+00	1,4%	2,429e+00	1,8%	kg/(ha*a)						
SO2 DRY	2,293e+00	1,6%	2,207e+00	1,8%	2,855e+00	1,7%	2,855e+00	1,7%	3,147e+00	1,5%
3,147e+00	1,5%	2,412e+00	1,8%	kg/(ha*a)						
SO2 WET	1,435e-02	0,3%	1,741e-02	0,3%	3,399e-02	0,2%	3,399e-02	0,2%	3,820e-02	0,2%
3,820e-02	0,2%	1,692e-02	0,3%	kg/(ha*a)						
SO2 J00	8,454e-01	0,5%	7,549e-01	0,7%	1,012e+00	0,7%	1,825e+00	0,3%	1,053e+00	0,6%
1,776e+00	0,4%	8,202e-01	0,6%	µg/m³						
SO2 S00	3,037e+01	11,0%	3,153e+01	14,7%	3,364e+01	14,5%	5,876e+01	7,2%	3,719e+01	13,2%
7,004e+01	5,9%	3,631e+01	7,5%	µg/m³						
SO2 S24	2,028e+01	15,4%	2,312e+01	18,4%	2,681e+01	11,3%	4,750e+01	7,3%	2,611e+01	11,8%
4,522e+01	5,2%	2,642e+01	11,5%	µg/m³						
XX DEP	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%
0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	g/(m²*d)						
XX DRY	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%
0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	g/(m²*d)						
XX WET	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%
0,000e+00	0,0%	0,000e+00	0,0%	g/(m²*d)						
XX J00	2,616e-07	0,6%	1,293e-07	1,0%	2,115e-07	0,7%	3,838e-07	0,4%	1,824e-07	0,8%
2,613e-07	0,5%	2,509e-07	0,6%	g/m³						

Anhang 2 Auswahl repräsentatives Jahr

Auswahl eines repräsentativen Jahres nach VDI 3783 Blatt 20 (Ausgabe März 2017) - Prüfbescheinigung -



Standortbezeichnung: *Aldingen*
 Produkt: *SynAKTerm*
 Zeitraum: *01.01.2011 - 31.12.2020* Dateiname: *E32478000-N5327000_Aldingen_2011-2020_Syn.akt*
 Prüfzeitraum: *01.01.2011 - 31.12.2020*
Repräsentatives Einzeljahr: *01.01.2012 - 31.12.2012* *E32478000-N5327000_Aldingen_2012_Syn.akt*

Das repräsentative Jahr wurde auf Basis der in VDI 3783 Blatt 20 Anhang A3 beschriebenen objektiven Auswahlverfahren mit dem Programm AKRep bestimmt. Das AKRep-Rechenprotokoll ist Bestandteil dieser Prüfbescheinigung. In Einzelfällen führen die objektiven Auswahlverfahren zu keinen eindeutigen Ergebnissen. Dann erfolgt die Auswahl des repräsentativen Jahres unter Einbeziehung weiterer Prüfkriterien, insbesondere aus dem Vergleich der unten protokollierten Kenngrößen je Einzeljahr und Verfahren sowie der ebenfalls protokollierten Datenverfügbarkeit je Einzeljahr. Als repräsentatives Jahr wird das Jahr 2012 gewählt.

