

Auftraggeber: Sieber Consult GmbH
Am Schönbühl 1
88131 Lindau

**Gutachtliche Stellungnahme zu den Schadstoff-
immissionen im Bebauungsplangebiet
Prestelwiese, Markt Buchenberg**

Datum: 03.05.2023

Projekt-Nr.: 23-02-08-FR

Berichtsumfang: 64 Seiten

Bearbeiter: Claus-Jürgen Richter, Diplom-Meteorologe
Geschäftsführer, Projektleiter

Hans-Christian Höfl, Diplom-Meteorologe
Sachverständiger

Dr. Frank J. Braun, Diplom-Meteorologe
Stellvertretender fachlich Verantwortlicher für Immissionsprognosen

IMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG

Eisenbahnstraße 43
79098 Freiburg

Belfortstraße 2
81667 München

Tel. 0761/ 202 1661

089/ 85 63 1656

Fax. 0761/ 202 1671

089/ 85 63 1657

E-Mail: richter@ima-umwelt.de

INHALT

1	Situation und Aufgabenstellung	5
2	Örtliche Verhältnisse	5
3	Beschreibung des Heizwerks	8
4	Emissionen	11
4.1	Allgemeines	11
4.2	Emissionswerte	12
4.3	Abgasvolumenströme	12
4.4	Schadstoffmassenströme	13
4.5	Geruchsemissionen	13
4.5.1	Schornstein	13
4.5.2	Hackschnitzel-Lager	14
4.6	Zeitlicher Verlauf der Emissionen	14
4.7	Abgasfahnenüberhöhung	16
5	Prüfung der vorhandenen Schornsteinhöhe	16
5.1	Zugrunde gelegte Verordnungen und Vorschriften	16
5.2	Anforderung der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4	17
5.3	Ungestörter Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung	17
5.3.1	Berücksichtigung von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen	22
5.3.2	Berücksichtigung des unebenen Geländes	22
5.3.3	Zusammenfassende Darstellung der Schornsteinhöhenermittlung	22
6	Beurteilungsgrundlagen	24
6.1	Gas- und staubförmige Stoffe	24
6.1.1	Immissionswerte	24
6.1.2	Irrelevanzregelung	24

6.2	Gerüche	25
6.2.1	Immissionswerte.....	25
6.2.2	Beurteilungsflächen.....	25
7	Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung	26
7.1	Mittlere Wind- und Ausbreitungsverhältnisse	26
7.2	Niederschlagsdaten	28
7.3	Kaltluftabflüsse	28
8	Immissionen	33
8.1	Ausbreitungsrechnungen.....	33
8.2	Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen	33
9	Zusammenfassung und Empfehlungen.....	38
	Literatur	41
	Anhang 1: Ermittlung der Volumenströme	42
	Anhang 2: Ausbreitungsrechnungen.....	43
A2.1	Allgemeines	43
A2.2	Verwendetes Ausbreitungsmodell	44
A2.3	Rechengebiet.....	44
A2.4	Rauigkeitslänge	45
A2.5	Berücksichtigung von Geländeunebenheiten	45
A2.6	Berücksichtigung von Gebäuden.....	45
A2.7	Quellen	45
A2.8	Statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells.....	46
A2.9	Abgasfahnenüberhöhung	47
	Anhang 3: Protokolldateien	48
	Anhang 4: Auszug aus der meteorologischen Übertragbarkeitsprüfung	63

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Marktgemeinde Buchenberg plant, Wohnbebauung im Bebauungsplan „Prestelwiese“ und später im Bereich des städtebaulichen Rahmenkonzeptes Buchenberg Nordost zu genehmigen.

Hierzu hat das Landratsamt Oberallgäu wie folgt Stellung genommen:

„Südlich der Feuerwehr befindet sich das Hackschnitzelheizwerk Buchenberg, bei dem mit Rauchgasen aus der Feuerung und ggf. auch mit Stäuben bei der Brennstoffanlieferung gerechnet werden muss. Die geplanten Wohnbauflächen befinden sich östlich/nordöstlich des Heizwerkes in der Hauptströmung des Windes aus Südwest. Das Gelände steigt östlich deutlich an. Im Zuge weiterer Überlegungen muss daher geklärt werden, ob die Kaminhöhe des Heizwerks ausreicht, um an der heranrückenden Wohnbebauung schädliche Umwelteinwirkungen (SUE) durch Schadstoffe aus der Verbrennung zu vermeiden. Ggf. muss der Kamin entsprechend erhöht werden. Bedeutsam sind auch die zu erwartenden Stäube bei der Anlieferung von Brennstoffen (Hackschnitzel) und deren Einwirkungen auf die geplante östliche Bebauung. Ggf. müssten weitere Minderungsmaßnahmen am Heizwerk zur Vermeidung von SUE getroffen werden.“

Somit ist ein Gutachten zu den Emissionen und Immissionen zu erstellen. Obwohl die Anlage nicht genehmigungspflichtig nach BImSchG ist, wird eine Prognose der Emissionen und Immissionen durchgeführt. Ferner wird geprüft, ob die Schornsteinhöhe den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) entspricht.

2 Örtliche Verhältnisse

Die Lage des Bebauungsplangebiets sowie die mögliche Bebauung sind in Abbildung 2-1 dargestellt. Das Plangebiet teilt sich in drei Bauabschnitte (BA) auf. Zuerst soll BA 1, danach BA 2 bebaut werden. Die Bebauung des BA 3 steht derzeit noch nicht fest. Südwestlich angrenzend an das Plangebiet befinden sich das Heizwerk Buchenberg und ein Feuerwehrhaus.

Das Betriebsgelände des Heizwerkes ist aufgrund der Hanglage gestuft aufgebaut. Im westlichen Bereich, in dem sich auch der Schornsteinfuß befindet, ist das Gelände um etwa 3,5 m tiefer gelegen als im östlichen Bereich, in dem sich die Zugangsebene und die Anlieferung der Hackschnitzel befinden.

Die Koordinaten des Schornsteins des Heizwerkes betragen im UTM-32-Netz in etwa:

Ostwert:	592976
Nordwert:	5283513
Höhe über NHN:	893,5 m (Schornsteinfuß)

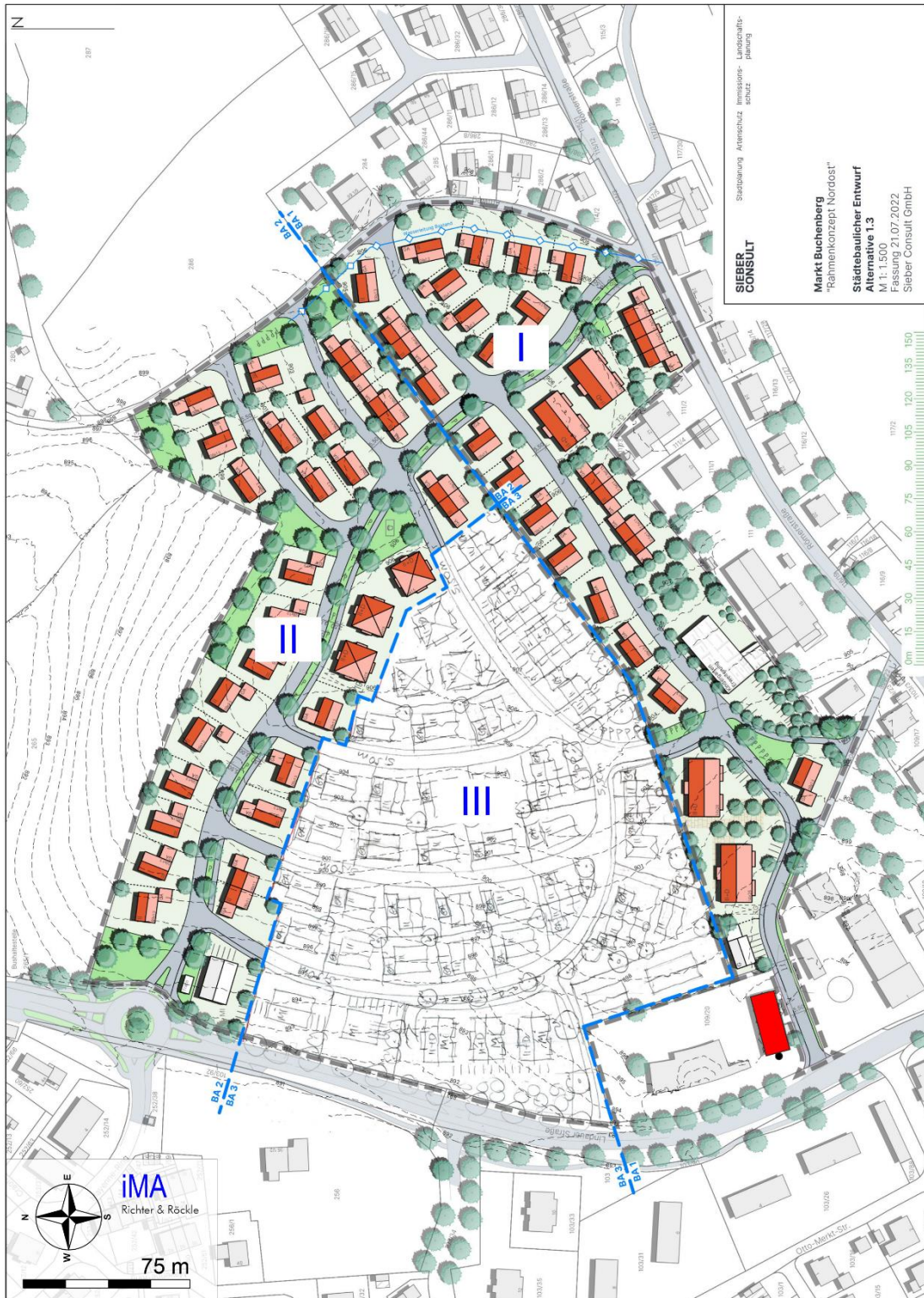


Abbildung 2-1: Mögliche Bebauung des Plangebiets. Das Heizwerk unten rechts ist rot unterlegt. Die Nordrichtung ist nach links gerichtet. Kartengrundlage: Sieber Consult GmbH.

Die geplanten Wohnhäuser sollen zweigeschossig zzgl. einem Dachgeschoss mit Satteldach errichtet werden.

Die orographischen Verhältnisse sind in Abbildung 2-2 dargestellt. In Richtung Osten steigt das Gelände über eine Entfernung von etwa 200 m um ca. 15 m an. Nach Südosten erreicht es in einer Entfernung von etwa 500 m eine Höhe von 950 m ü. NHN. (Kreuzwegkapelle).

Das Gelände ist durch eine hügelige Struktur gekennzeichnet, die großräumig vom Kürnacher Wald im Nordwesten in Richtung des Illertals im Südosten abfällt.

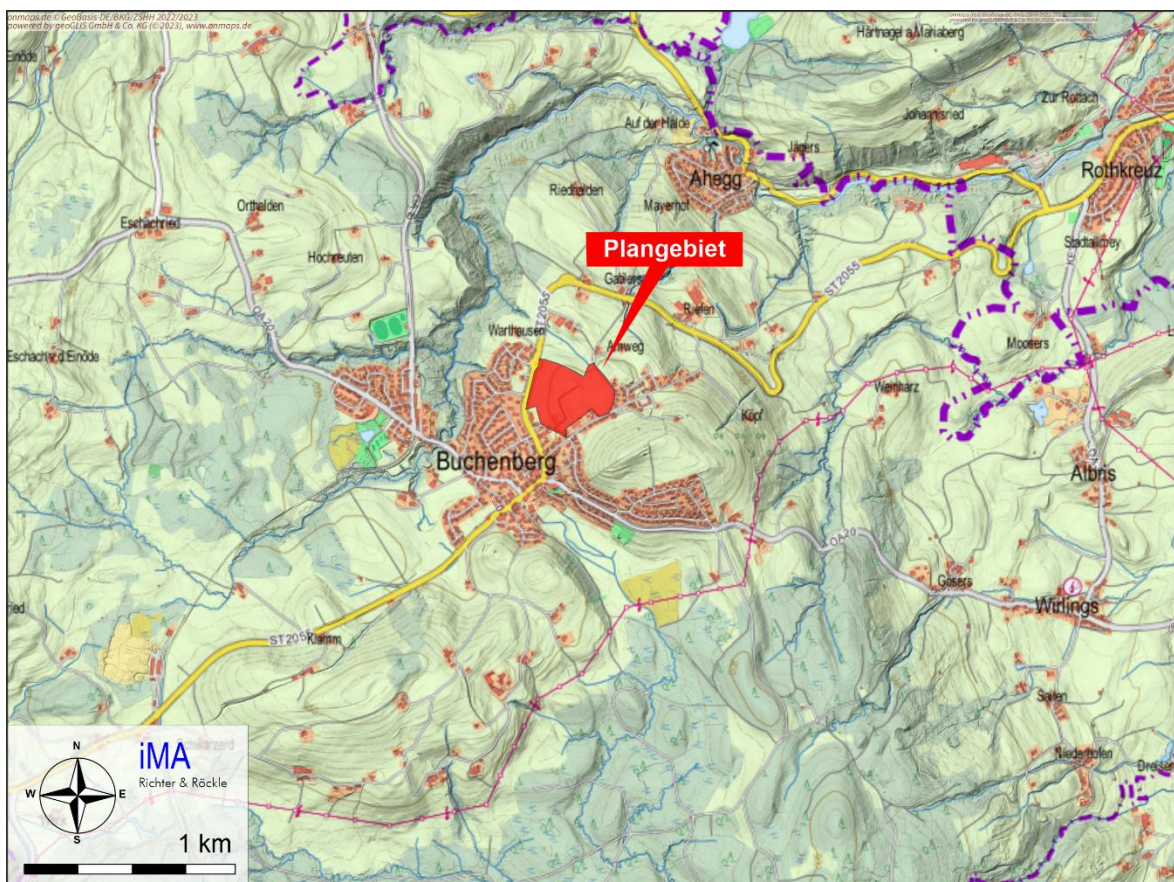


Abbildung 2-2: Ausschnitt aus der topografischen Karte mit Lage des Plangebiets
Plangrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2023.

Am 23.03.2023 wurden die Örtlichkeiten von der Sieber Consult GmbH (Schallgutachter) besichtigt und fotografisch dokumentiert. Dabei wurden alle für die Aufgabenstellung relevanten Umgebungsbedingungen erfasst und uns mitgeteilt.

3 Beschreibung des Heizwerks

Das Heizwerk wurde im Jahr 1995 in Betrieb genommen. Im Jahr 2020 wurde der bisherige Heizkessel durch einen neuen Kessel ersetzt. Ferner wurde ein neuer Pufferspeicher mit einem Wasserinhalt von 30 m³ installiert. Die wesentlichen Kenndaten der Anlage sind in Tabelle 3-1 dargestellt.

Tabelle 3-1: Kenndaten der Feuerungsanlage

Feuerungswärmeleistung	0,94 MW
Nennwärmeleistung	0,80 MW
Hersteller	Agro Forst & Energietechnik GmbH, A-9470 St. Paul
Typ	AVR 850
Baujahr	2020
Brennstoff	Hackschnitzel aus naturbelassenem Holz (1. BImSchV, § 3, Nr. 4 und 5)
Brennstofffeuchte	ca. 40 % - 45 %
Abgastemperatur	ca. 130 °C
Schornsteinbauhöhe	ca. 14 m, gerechnet ab 893,5 m ü. NHN
Lichter Mündungsdurchmesser des Schornsteins	0,6 m

Der Schornstein ist an der Westseite des Heizwerks installiert. Der Schornsteinfuß liegt auf einer Höhe von 893,5 m ü. NHN. Die Schornsteinhöhe beträgt etwa 14 m, entsprechend etwa 907,5 m ü. NHN.

Abbildung 3-1 zeigt die Ansicht des Heizwerks aus Westen. Der Schornstein wurde von uns rot skizziert.

Die Schornsteinhöhe von 14 m korrespondiert mit den Planunterlagen im Bauantrag von 1995, wonach der Schornstein eine Höhe von etwa 10,5 m über dem 3,5 m höher gelegenen Zugangsniveau des Heizwerks aufweist.

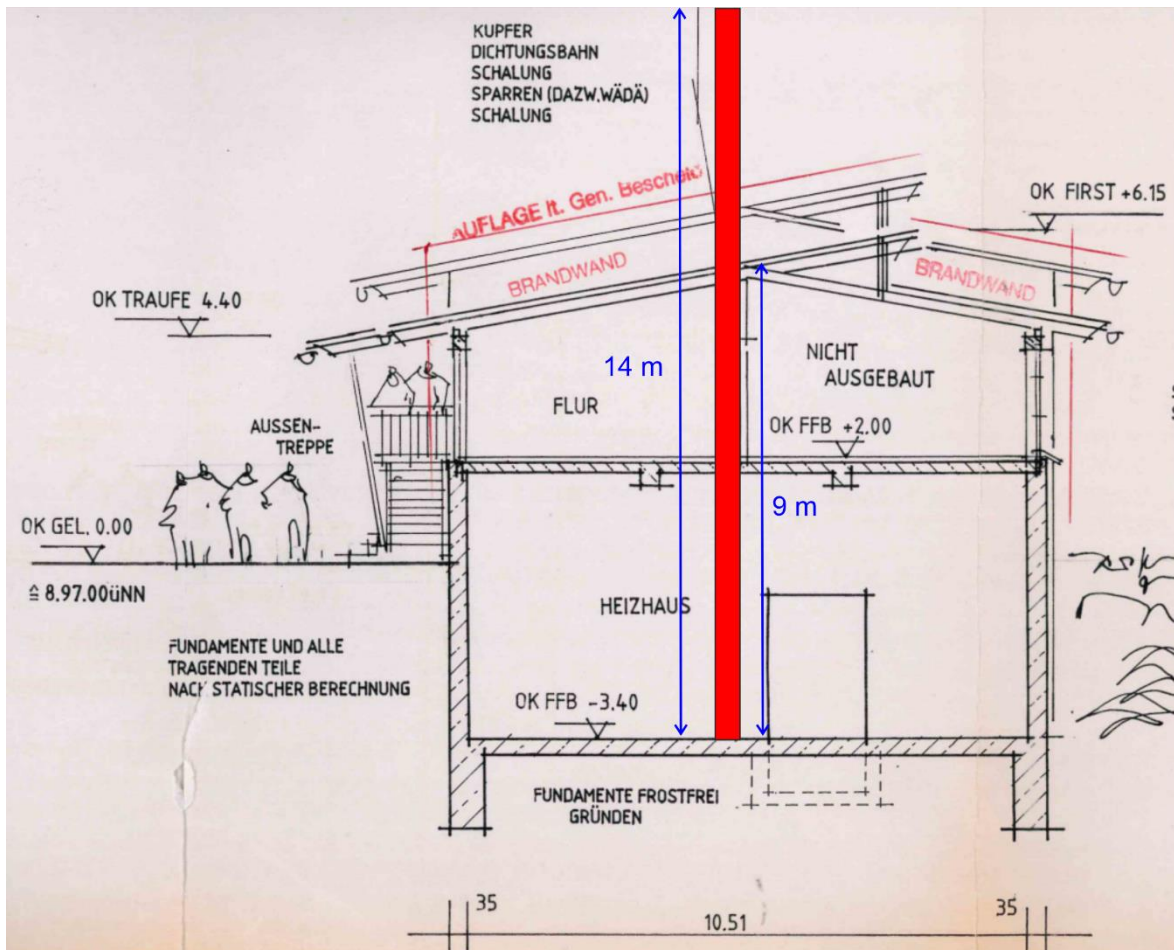


Abbildung 3-1: Ansicht aus Westen. Plangrundlage: Antragsunterlagen von 1995.

Die Hackschnitzel werden mittels Lkw oder Traktoren angeliefert, die auf der höher gelegenen Ebene von Norden an das Gebäude heranfahren und die Hackschnitzel in einen Vorratsschacht abkippen (siehe Abbildung 3-2). Von dort werden sie mit einem Schubboden zum Rost der Feuerungsanlage transportiert.

Die Jahressumme der Wärmeleistung betrug im Jahr 2022 etwa 4.600 MWh. Dies entspricht bei einem mittleren Heizwert von etwa 2,5 kWh/kg einem Brennstoffbedarf von 1.840 t/a. Setzt man die mittlere Zuladung der anliefernden Fahrzeuge mit 13 t an, so errechnen sich 142 Anlieferungen pro Jahr. Laut Auskunft der Gemeinde Buchenberg lagen im Jahr 2022 etwa 127 Anlieferungen vor, so dass die Größenordnung gut wiedergegeben wird.

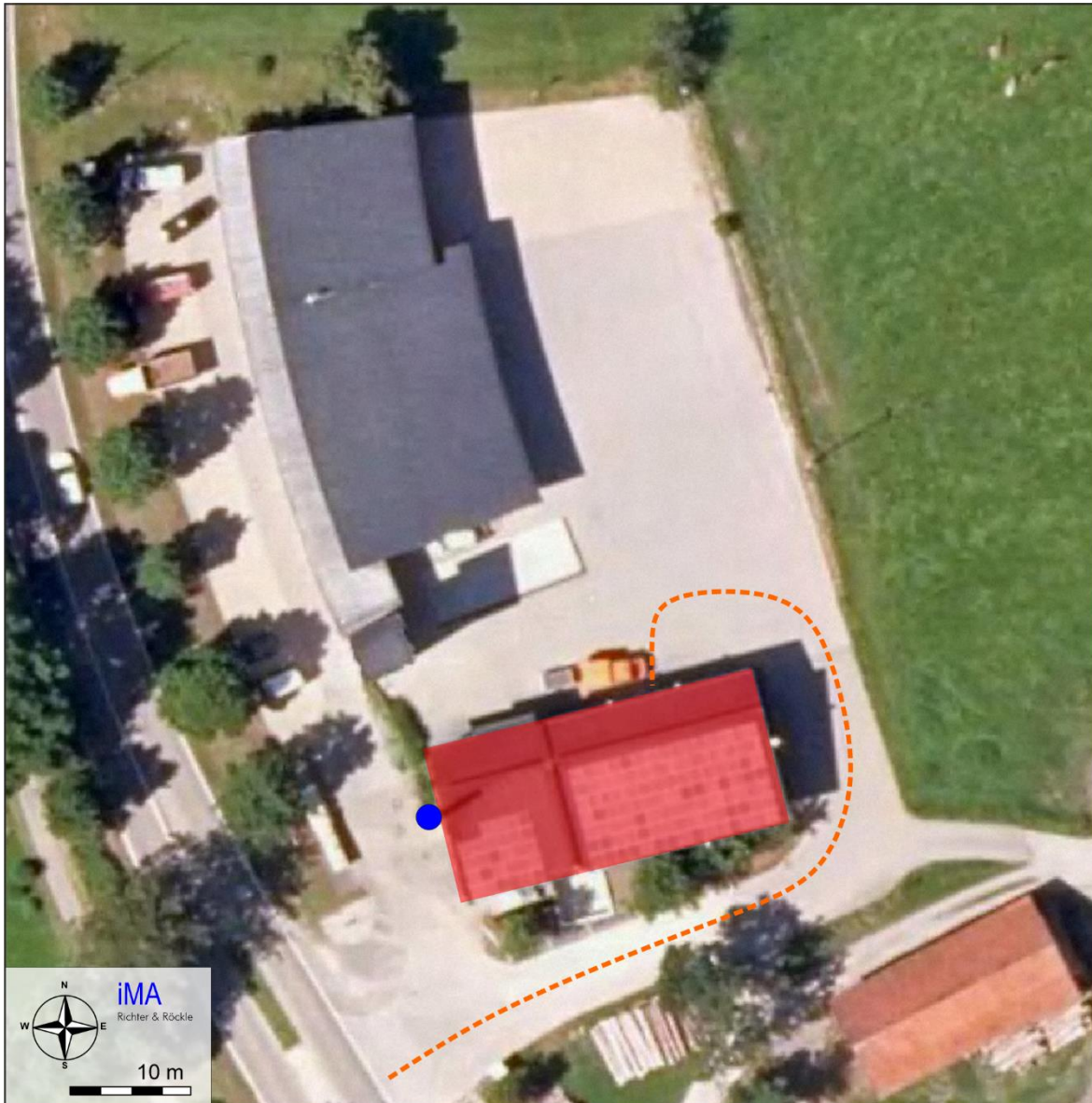


Abbildung 3-2: Heizwerk (rot) sowie Fahrweg der Anlieferfahrzeuge (gestrichelt).
Das graue Dach nordwestlich des Heizwerks gehört zum Feuerwehrhaus.
Der Schornstein ist als blauer Kreis dargestellt.
Plangrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2023.

Abbildung 3-3 zeigt ein Foto, das von der Sieber Consult GmbH am 23.03.2023 aufgenommen wurde.



Abbildung 3-3: Blick in Richtung Westen zum Heizwerk (links) und zum Feuerwehrhaus (rechts). Im Hintergrund links ist der Schornstein zu erkennen. Foto: Sieber Consult GmbH.

4 Emissionen

4.1 Allgemeines

Die maßgebenden Emissionen gehen vom Schornstein der Hackschnitzelfeuerungsanlage aus.

Weiterhin sind Staubemissionen beim Entladen der Hackschnitzel möglich, sofern es sich um trockene Hackschnitzel handelt. Die Emissionen werden jedoch als gering eingeschätzt, da die Anlieferfahrzeuge rückwärts an den Hackschnitzelbunker heranfahren, der sich innerhalb des Gebäudes befindet. Aufgrund der Feuchte (üblicherweise > 40 %) und der geringen Fallhöhe von 1 m bis 2 m werden bei diesem Vorgang nur sporadisch Staubemissionen freigesetzt. Eine Überschreitung der Immissionswerte der TA Luft für Partikel (PM₁₀, PM_{2,5}) und Staubbiederschlag ist nicht zu erwarten. Dennoch empfehlen wir, an der Ostseite des Betriebsgeländes eine Hecke anzupflanzen (siehe Kapitel 9).

Nachfolgend werden die Emissionen aus dem Schornstein der Hackschnitzelfeuerungsanlage ermittelt. In Kapitel 5 wird geprüft, ob die derzeitige Schornsteinhöhe ausreicht, um schädliche Umwelteinwirkungen im Plangebiet zu vermeiden.

4.2 Emissionswerte

Die Anlage unterliegt den Anforderungen der 1. BImSchV (2020), dort § 5 in Verbindung mit § 3. In Tabelle 4-1 sind die Emissionsgrenzwerte zusammengefasst.

Tabelle 4-1: Emissionsgrenzwerte im Abgas des Heizwerks

Stoff	Einheit	Wert	1. BImSchV
Bezugssauerstoffgehalt	%	13	§ 4, Absatz 2
CO	g/m ³	0,4	§ 5, Absatz 1, Stufe 2
Staub	g/m ³	0,02	§ 5, Absatz 1, Stufe 2
NO _x , angegeben als NO ₂ *	g/m ³	0,20	s. Erläuterung

* NO_x ist in der 1. BImSchV nicht begrenzt. Die NO_x-Emissionskonzentration wird hilfsweise aus § 10, Absatz 4 der 44. BImSchV (2021) abgeleitet und auf einen Restsauerstoffgehalt im Abgas von 13 % umgerechnet.

4.3 Abgasvolumenströme

Zur Ermittlung der Volumenströme wird eine Feuerungswärmeleistung von 0,99 MW angesetzt, da der Kessel bis zu dieser Feuerungswärmeleistung nicht genehmigungspflichtig nach BImSchG ist. Tatsächlich besitzt der Kessel eine Feuerungswärmeleistung von 0,94 MW.

Der Abgasvolumenstrom wurde von uns über eine Verbrennungsrechnung ermittelt (siehe Anhang 1). Er beträgt beim Bezugssauerstoffgehalt von 13 % und einer Holzfeuchte von 45 %:

Trockener Volumenstrom im Normzustand: 2.590 m³/h (Sauerstoffgehalt: 13 %)

Feuchter Volumenstrom im Normzustand: 3.160 m³/h (Sauerstoffgehalt: 13 %)

Die tatsächlichen Volumenströme sind geringer, da der Restsauerstoffgehalt im Abgas üblicherweise bei etwa 9 % liegt. Damit ergeben sich folgende Volumenströme:

Trockener Volumenstrom im Normzustand: 1.720 m³/h (Sauerstoffgehalt: 9 %)

Feuchter Volumenstrom im Normzustand: 2.220 m³/h (Sauerstoffgehalt: 9 %)

Auf die Massenströme haben die niedrigeren Volumenströme keinen Einfluss, da eine Umrechnung auf 13 % erfolgt. Allerdings steigt die Abgasfahne weniger hoch, da die Austrittsgeschwindigkeit und der Wärmestrom geringer sind. Dies führt zu höheren Immissionen.

4.4 Schadstoffmassenströme

In Tabelle 4-2 sind die Schadstoffmassenströme, die sich aus dem Produkt des trockenen Abgasvolumenstroms i.N. beim Bezugssauerstoffgehalt von 13 % (2.590 m³/h) und den Schadstoffkonzentrationen nach Tabelle 4-1 ergeben, aufgeführt. Zur Berechnung der Massenströme wird die Rundungsregel angewendet, d.h., ein Emissionswert von 0,4 g/m³ ist auch bei einer Konzentration von knapp 450 mg/m³ noch eingehalten.

Tabelle 4-2: Schadstoffmassenströme sowie Bagatellmassenströme gemäß Tabelle 7 der TA Luft.

Stoff	Massenstrom in kg/h	Bagatellmassenstrom in kg/h
CO	1,17	–
Staub	0,07	0,8 / 0,5 *
NO _x	0,53	15

* 0,8 kg/h für PM₁₀ bzw. 0,5 kg/h für PM_{2,5}

In der letzten Spalte der Tabelle 4-2 sind die Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 der TA Luft (2021) angegeben. Hieraus geht hervor, dass diese unterschritten werden.

Für Kohlenmonoxid (CO) ist in der TA Luft kein Bagatellmassenstrom ausgewiesen. Da das Verhältnis Massenstrom : S-Wert deutlich kleiner als bei NO₂ ist (siehe Anhang 7 der TA Luft), ist die immissionsseitige Relevanz geringer als von NO₂.

Da die Bagatellmassenströme unterschritten werden, ist gemäß Nr. 4.1 der TA Luft davon auszugehen, dass vom Heizwerk keine schädliche Umwelteinwirkungen ausgehen, soweit sich nicht wegen der besonderen örtlichen Lage oder besonderer Umstände etwas anderes ergibt.

Aufgrund der Nähe der geplanten Wohnbebauung wird trotz Unterschreitung der Bagatellmassenströme eine Ausbreitungsrechnung zur Ermittlung der NO₂- und Staubimmissionen durchgeführt. Dies erfolgt in Kapitel 8.

4.5 Geruchsemissionen

4.5.1 Schornstein

Zur Abschätzung der Geruchsemission aus dem Schornstein werden Messungen, die wir an einer vergleichbaren Anlage durchgeführt haben, verwendet. Die Geruchsstoffkonzentration im Abgas der Anlage betrug bis zu 370 GE/m³. Setzt man eine Geruchsstoffkonzentration von 500 GE/m³ bei einem Restsauerstoffgehalt von 13 % an, so errechnet sich bei Volllast ein Geruchsstoffstrom von 1,8 MGE/h.

Bei niedrigen Brennraumtemperaturen, wie sie beim Anfahren nach längerem Anlagenstillstand vorliegen können, können die Geruchsemissionen deutlich höher sein. Setzt man

eine Geruchsstoffkonzentration von ca. 10.000 GE/m³ an, so errechnet sich ein Geruchsstoffstrom von ca. 40 MGE/h. Es wird angesetzt, dass dieser Geruchsstoffstrom während drei Stunden pro Tag vorliegt.

4.5.2 Hackschnitzel-Lager

Die Hackschnitzel werden in einem Vorratsbunker zwischengelagert, der sich im östlichen Gebäudeteil des Heizwerks befindet. Seine Oberfläche beträgt etwa 90 m². Da dieser Bereich mit einer offenen Lattenkonstruktion versehen ist, kann er durchströmt werden und Gerüche können ins Freie gelangen.

Um die Geruchsemissionen zu ermitteln, wird auf eine Veröffentlichung des Umweltbundesamts (2018) zurückgegriffen. Darin ist für Holzreste ein Emissionsfaktor von 0,32 GE/(m² · s) angegeben, d.h., jeder Quadratmeter emittiert pro Sekunde 0,32 Geruchseinheiten.

Die Oberfläche des Hackschnitzellagers beträgt etwa 90 m². Daraus errechnet sich ein Geruchsstoffstrom von $90 \text{ m}^2 \cdot 0,32 \text{ GE}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) = 29 \text{ GE}/\text{s}$. Für die Ausbreitungsrechnung berücksichtigen wird einen Zuschlag von 50 % und damit 45 GE/s, entsprechend 0,162 MGE/h.

4.6 Zeitlicher Verlauf der Emissionen

Der zeitliche Verlauf der Emissionen wird anhand der vom Betreiber ermittelten Auslastung im Jahr 2022 ermittelt. Laut Auskunft der Gemeinde Buchenberg ist nicht davon auszugehen, dass zukünftig weitere Wärmeabnehmer hinzukommen werden. Das Neubaugebiet wird nicht an das Heizwerk angeschlossen.

Um Schwankungen von Jahr zu Jahr und etwaige zusätzliche Abnehmer zu berücksichtigen, wird ein Zuschlag von 30 % angewendet. Zur Ermittlung der Feuerungswärmeleistung wird ein Wirkungsgrad von 85 % angesetzt. Die jahreszeitliche Verteilung der Feuerungswärmeleistungen ist in Tabelle 4-3 aufgeführt.

Tabelle 4-3: *Monatliche Wärmeleistungen laut Angaben des Betreibers und daraus abgeleitete Feuerungswärmeleistungen*

Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Wärmeleistung in MWh/Monat:											
639	600	540	436	264	186	171	168	231	298	467	632
Feuerungswärmeleistung in MWh/Monat:											
752	705	636	513	310	219	201	198	271	350	550	743
Feuerungswärmeleistung in MWh/Monat unter Berücksichtigung eines Zuschlags von 30 %:											
977	917	826	667	403	285	261	257	353	455	715	966

Um die Emissionen zu ermitteln, werden Emissionsfaktoren gebildet. Sie errechnen sich durch Division der in Tabelle 4-2 aufgeführten Schadstoffmassenströme durch die Feuerungswärmeleistung von 0,99 MW. Die Emissionsfaktoren sind in Tabelle 4-4 dargestellt. Sie beruhen auf den exakten (ungerundeten) Massenströmen.

Tabelle 4-4: Emissionsfaktoren, bezogen auf die Feuerungswärmeleistung

Kessel	Einheit	NO _x	Staub	CO	Geruch
Kessel	kg/MWh	0,536	0,065	1,177	1,79

Auf Basis der mittleren monatlichen Feuerungswärmeleistungen (Tabelle 4-3, letzte Zeile) und der o.g. Emissionsfaktoren errechnen sich die in Tabelle 4-5 dargestellten Schadstoffmassenströme. CO wird nicht betrachtet, da dieser Stoff immissionsseitig keine Rolle spielt.

Tabelle 4-5: Jahreszeitlicher Verlauf der mittleren Schadstoffmassenströme aus dem Schornstein

		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
NO _x	kg/h	0,704	0,732	0,596	0,497	0,291	0,212	0,195	0,185	0,263	0,328	0,532	0,697
Staub	kg/h	0,086	0,089	0,072	0,060	0,035	0,026	0,024	0,023	0,032	0,040	0,065	0,085
Geruch	MGE/h	2.37	2.46	2.01	1.67	0.98	0.71	0.66	0.62	0.88	1.10	1.79	2.34

Der Staubmassenstrom aus dem Schornstein wird folgenden Korngrößenklassen zugeordnet:

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

Diese Korngrößenverteilung soll gemäß TA Luft (2021) bei nicht bekannter Korngrößenverteilung angesetzt werden.

Bei den Stickoxiden (NO_x) wird davon ausgegangen, dass 10 % in Form von Stickstoffdioxid (NO₂) emittiert werden.

Sonderfall Gerüche:

Beim Schornstein wird zusätzlich ein erhöhter Geruchsstoffstrom von 40 MGE/h während drei Stunden pro Tag angesetzt. Damit werden Anfahrvorgänge nach längeren Stillstandzeiten berücksichtigt.

Der Geruchsstoffstrom von 0,162 MGE/h aus dem Hackschnitzzellager wird kontinuierlich freigesetzt.

4.7 Abgasfahnenüberhöhung

Aufgrund ihrer Austrittsgeschwindigkeit und Temperatur steigt die Abgasfahne noch einige Meter oberhalb der Schornsteinmündung hoch. Zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung werden folgende Ansätze getroffen:

- Der Mündungsdurchmesser wird mit 0,6 m angesetzt.
- Die Abgastemperatur wird mit 120 °C angesetzt.
- Die Austrittsgeschwindigkeit wird gemäß Tabelle 4-6 angesetzt. Sie errechnet sich aus der mittleren monatlichen Feuerungswärmeleistung (Tabelle 4-3). Es werden die Volumenströme verwendet, die sich beim Restsauerstoffgehalt von 9 % im Abgas errechnen.

Tabelle 4-6: Jahreszeitlicher Verlauf der Austrittsgeschwindigkeit

Einheit	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
m/s	3,3	3,1	2,8	2,3	1,4	1,0	0,9	0,9	1,2	1,5	2,4	3,3

Weitere Details zur Ausbreitungsrechnung können Anhang 2 dieses Gutachtens entnommen werden.

5 Prüfung der vorhandenen Schornsteinhöhe

Nachfolgend wird geprüft, ob die Schornsteinhöhe zur Ableitung der Abgase ausreicht, um schädliche Umwelteinwirkungen im Plangebiet zu vermeiden.

5.1 Zugrunde gelegte Verordnungen und Vorschriften

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

1. BImSchV (2020): Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen. Ausfertigungsdatum: 26.01.2010, zuletzt geändert durch Art. 1 der Verordnung vom 13.10.2021.
2. VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017): Ableitbedingungen für Abgase. Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen, Juli 2017.
3. TA Luft (2021): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz vom 18.08.2021 (als Erkenntnisquelle).
4. WinSTACC (2022): Programm zur Berechnung der Schornsteinhöhe nach VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017), Version 1.0.7.8, WinSTACC (2022).

Gemäß § 19, Absatz 1, vorletzter Satz der 1. BImSchV wird zur Ermittlung der Schornsteinhöhe die VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 herangezogen.

5.2 Anforderung der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4

Gemäß Nr. 5.1 der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 müssen zur Vermeidung schädlicher Umwelteinwirkungen die Lage und Höhe der Mündungen von Schornsteinen so festgelegt werden, dass

1. der ungestörte Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung und
2. eine ausreichende Verdünnung der Abgase

gewährleistet sind. Diese Vorgaben werden nachfolgend dargestellt.

5.3 Ungestörter Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung

Um diese Anforderung zu erfüllen, sind sowohl das Gebäude des Heizwerks als auch benachbarte Gebäude zu berücksichtigen. In Lee von Gebäuden bildet sich eine Rezirkulationszone aus, die vom Abgasschornstein überragt werden muss. Eine Prinzipskizze hierzu ist in Abbildung 5-1 dargestellt.

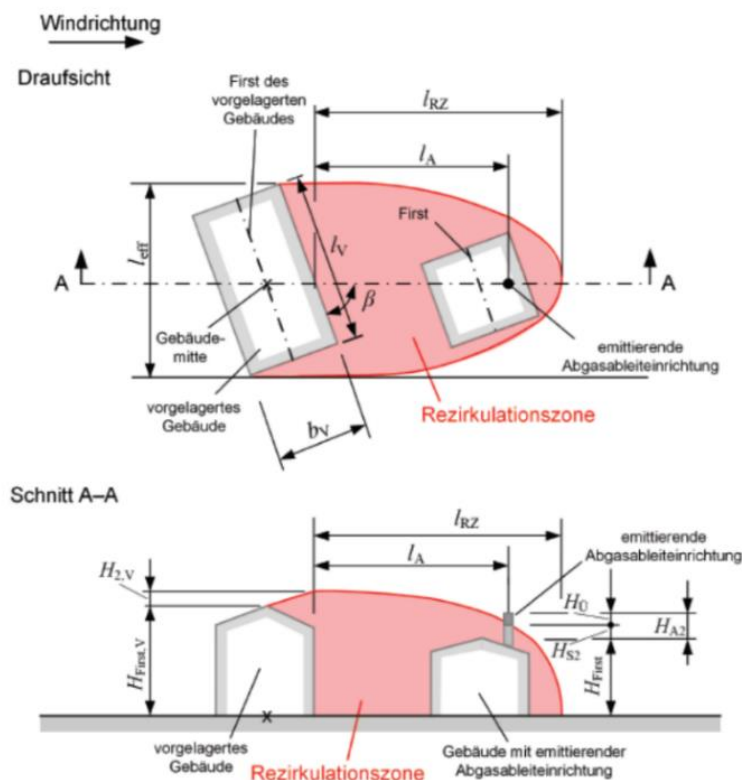


Abbildung 5-1: Prinzipskizze zur Ausdehnung der Rezirkulationszone an einem vorgelagerten Gebäude. Aus: VDI 3781, Blatt 4.

Die Formeln zur Berechnung der Höhe der Rezirkulationszone sind in Nr. 6.2 der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 aufgeführt. 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 Tabelle 1 in Kapitel 5.2 der VDI 3781, Blatt 4 ist bei Feuerungswärmeleistungen ≥ 1 MW der Term $H_{\bar{u}} = 3$ m anzusetzen. Da die Feuerungswärmeleistung der Anlage nahe an der 1 MW-Schwelle liegt, wird $H_{\bar{u}} = 3$ m verwendet.

Die Schornsteinhöhe wird mit dem Programm WinSTACC (Version 1.0.7.8), das die Formeln der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 umsetzt, berechnet.

Abbildung 5-2 zeigt die Höhen der nächstgelegenen Gebäude, die im Programm berücksichtigt werden. Weitere Gebäude, auch im Plangebiet, spielen aufgrund ihrer größeren Entfernung keine Rolle.



Abbildung 5-2: Gebäudehöhen in der Umgebung Heizwerks, bezogen auf das obere Zugangsniveau des Heizwerks (897 m ü. NHN). Die Zahlen stellen die Trauf- und Firsthöhen in Metern über Grund dar. Der Schornstein ist als roter Kreis dargestellt.

Die Gebäudestruktur, die den Berechnungen des Programms WinSTACC zugrunde liegt, ist in Abbildung 5-3 dargestellt.

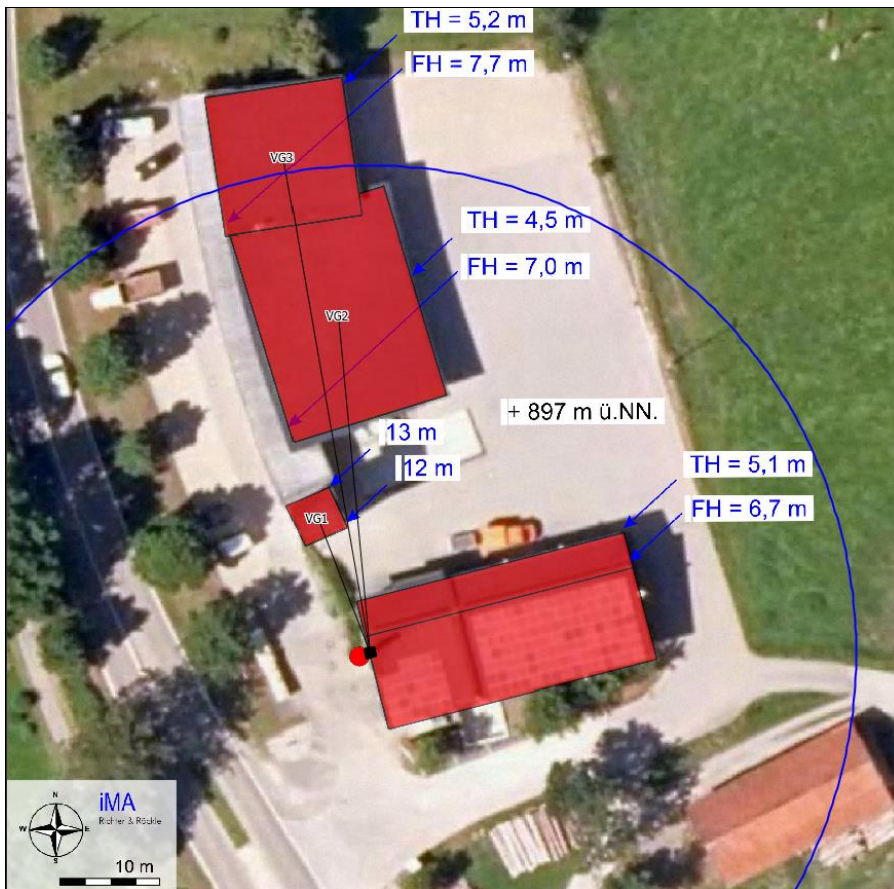


Abbildung 5-3: Gebäudestruktur als Grundlage für die Berechnungen mit WinSTACC.
Der blaue Kreis besitzt einen Radius von 50 m.

Abbildung 5-4 zeigt die Ausdehnung der Rezirkulationszonen der benachbarten Gebäude. Hieraus geht hervor, dass die Rezirkulationszonen den Schornstein nicht erreichen (siehe auch Schrägansicht in Abbildung 5-4).

Es errechnet sich eine Schornsteinhöhe von 10,5 m über Grund, bei der ein ungestörter Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung vorliegt (siehe Protokolldatei in Anhang 3). Maßgebend für diese Höhe ist das eigene Gebäude der Nahwärmeversorgungsanlage.

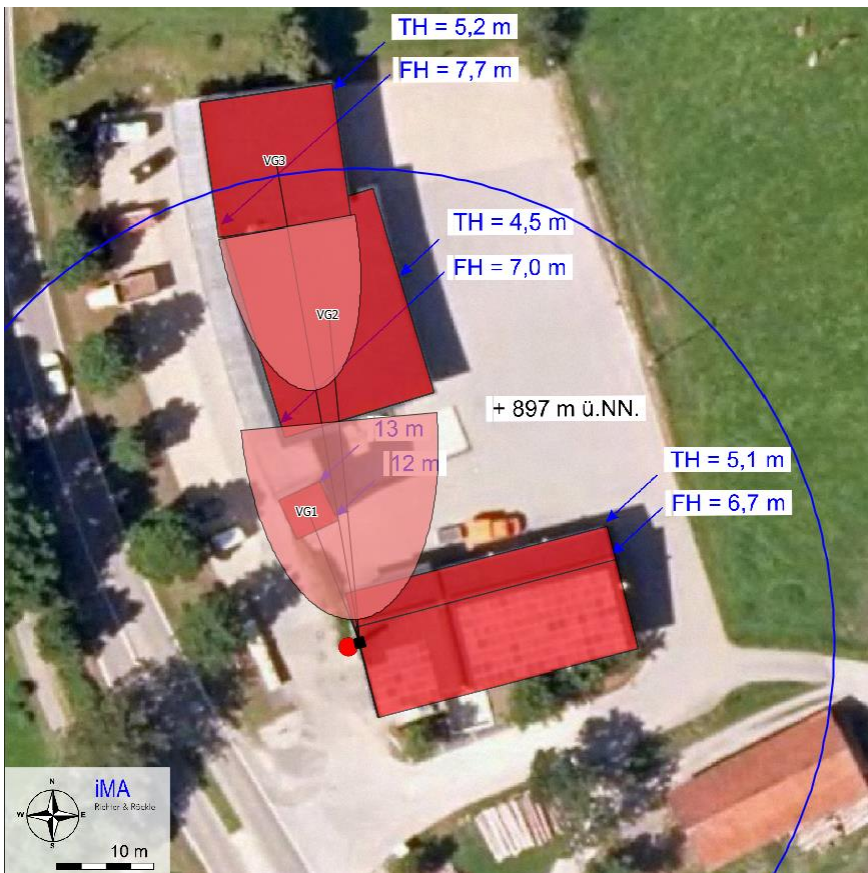


Abbildung 5-4: Gebäude-Draufsicht. Die Rezirkulationszonen der benachbarten Gebäude sind rosa ausgefüllt. Aus: WinSTACC.



Abbildung 5-5: Blick in Richtung Nordosten zum Schornstein (schwarzer Balken am grünen Gebäude). Die Rezirkulationszonen der benachbarten Gebäude sind rosa ausgefüllt. Aus: WinSTACC.

5.3.1 Berücksichtigung von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen

Die Anforderung nach ausreichender Verdünnung ist gemäß Kapitel 6.3 der VDI 3781, Blatt 4 gewährleistet, wenn die Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume im Einwirkungsbereich der Anlage um eine vorgegebene Mindesthöhe überragt werden.

Hierfür ist zunächst der Einwirkungsbereich zu bestimmen. Dieser ergibt sich gemäß Tabelle 3 der VDI-Richtlinie im vorliegenden Fall zu 50 m.

Die Mindesthöhe, um die die Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume überragt werden muss, ergibt sich nach Bild 14 der VDI-Richtlinie zu 5 m.

Der Kreis mit einem Radius von 50 m um den Schornstein ist in Abbildung 5-6 dargestellt. Er tangiert ein geplantes Wohnhaus im Bauabschnitt III. Die Höhe der Oberkante des obersten Fensters des Wohnhauses kann mit 10 m, bezogen auf das Niveau von 897 m ü. NHN abgeschätzt werden.

Falls in diesem Bereich ein Wohnhaus errichtet würde, wäre eine Schornsteinhöhe von $10\text{ m} + 5\text{ m} = 15\text{ m}$ über dem Niveau von 897 m ü. NHN. erforderlich. Sofern der Bereich un bebaut bleibt, reicht die vorhandene Schornsteinhöhe von 10,5 m über dem Niveau von 897 m ü. NHN. aus.

5.3.2 Berücksichtigung des unebenen Geländes

Zur Berücksichtigung des unebenen Geländes wird die Nr. 5.5.2.3 der TA Luft 2021 als Erkenntnisquelle herangezogen. Dort ist folgende Vorgabe formuliert ist:

Liegt der Landschaftshorizont, von der Mündung des Schornsteins aus betrachtet, über der Horizontalen und ist sein Winkel zur Horizontalen in einem mindestens 20 Grad breiten Richtungssektor größer als 15 Grad, soll die Schornsteinhöhe so weit erhöht werden, bis dieser Winkel kleiner oder gleich 15 Grad ist.

In Richtung Osten steigt das Gelände über eine Entfernung von etwa 200 m um ca. 15 m an. Nach Südosten erreicht es in einer Entfernung von etwa 500 m eine Höhe von 950 m ü. NHN. (Kreuzwegkapelle). Von der Mündung des Schornsteins aus betrachtet weist der Landschaftshorizont einen Winkel von deutlich unter 15 Grad auf, so dass kein Zuschlag aufgrund des unebenen Geländes nicht erforderlich ist.

5.3.3 Zusammenfassende Darstellung der Schornsteinhöhenermittlung

Die vorhandene Schornsteinhöhe reicht für die Bauabschnitte I und II aus. Sollte die Bebauung im BA 3 näher als 50 m an den Schornstein heranrücken, ist eine Höhe von 15 m über 897 m ü. NHN. erforderlich.

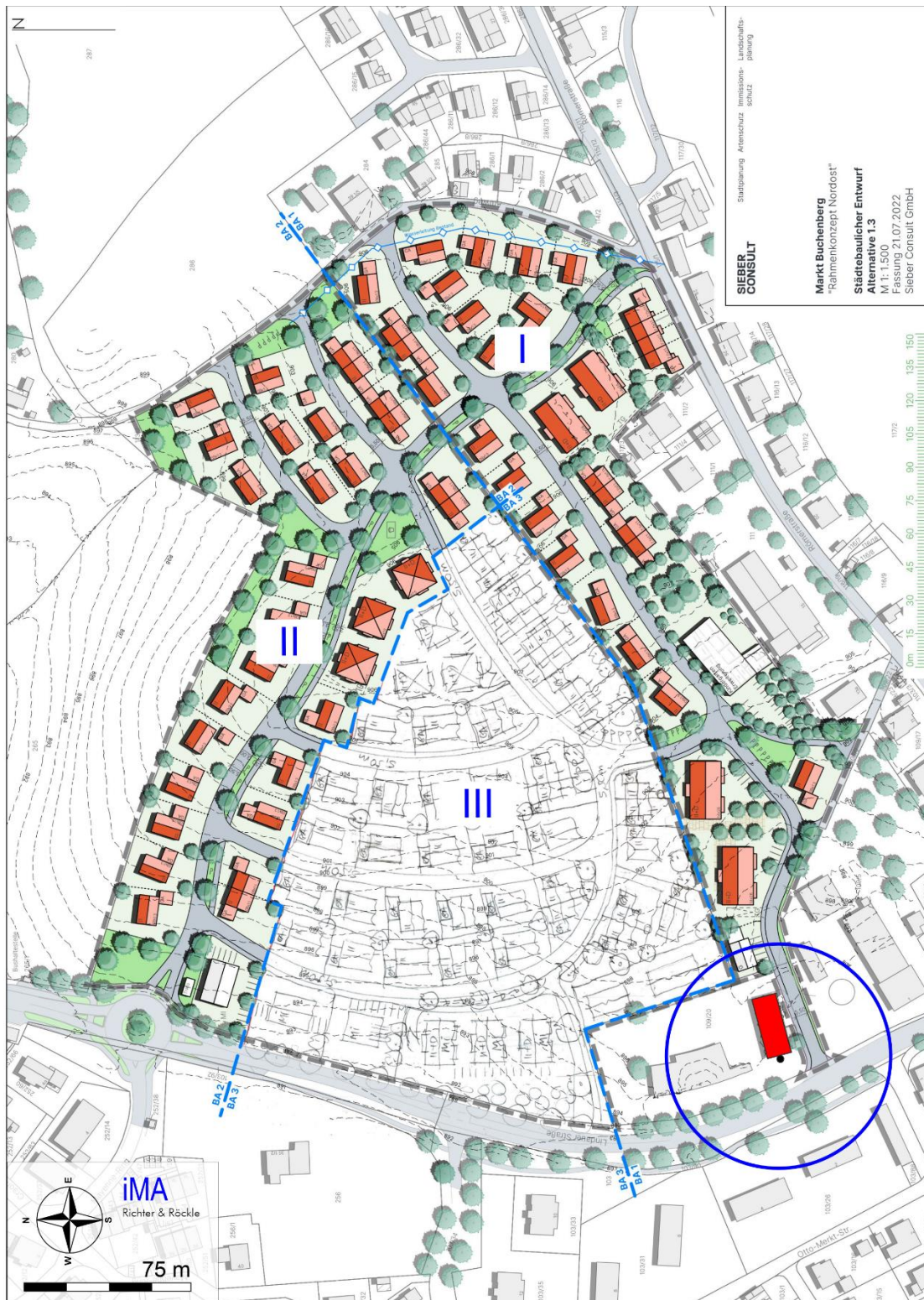


Abbildung 5-6: Kreis (blau) um den Schornstein mit einem Radius von 50 m.

6 Beurteilungsgrundlagen

Die maßgebenden Schadstoffe unterschreiten den zugehörigen Bagatellmassenstrom (siehe Kapitel 4.4). Dennoch werden die Schadstoffimmissionen ermittelt, da in der Nachbarschaft des Heizwerks ein Wohngebiet entstehen soll. Hierzu werden Ausbreitungsrechnungen durchgeführt.

Als Leitkomponenten werden Stickstoffdioxid (NO₂), Staub und Geruchsstoffe betrachtet.

6.1 Gas- und staubförmige Stoffe

6.1.1 Immissionswerte

In der TA Luft sind Immissionsgrenzwerte aufgeführt, die zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren nicht überschritten werden sollen. Sie sind in Tabelle 6-1 zusammengestellt.

Tabelle 6-1: Immissionsgrenzwerte nach TA Luft

Stoff	Immissionswert	Einheit	Statistische Definition	Fundstelle
NO ₂ (Stickstoffdioxid)	40	µg/m ³	Jahresmittelwert	Nr. 4.2.1 TA Luft
	200	µg/m ³	Konzentration, die von maximal 18 Stundenmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	
Partikel (PM ₁₀)	40	µg/m ³	Jahresmittelwert	Nr. 4.2.1 TA Luft
	50	µg/m ³	Tagesmittelwert, der maximal 35 mal pro Jahr überschritten werden darf	
Partikel (PM _{2,5})	25	µg/m ³	Jahresmittelwert	Nr. 4.2.1 TA Luft

6.1.2 Irrelevanzregelung

Der Immissionsbeitrag einer Anlage wird als „irrelevant“ bezeichnet, wenn die Immissionswerte – bezogen auf den Jahresmittelwert – zu weniger 3,0 % ausgeschöpft werden (siehe Nr. 4.2.2 der TA Luft). Liegen die Immissionsbeiträge einer Anlage am Beurteilungspunkt maximaler Beaufschlagung unterhalb der Irrelevanzschwelle, so ist gemäß Nr. 4.1 der TA Luft – unabhängig von der Vorbelastung – sichergestellt, dass von der Anlage keinen schädlichen Umwelteinwirkungen verursacht werden.

6.2 Gerüche

6.2.1 Immissionswerte

Zur Beurteilung der Geruchsimmission wird der Anhang 7 der TA Luft vom 18.08.2021 herangezogen. Danach wird der Belästigungsgrad durch Gerüche anhand der mittleren jährlichen Häufigkeit von „Geruchsstunden“ beurteilt. Eine „Geruchsstunde“ liegt vor, wenn anlagentypischer Geruch während mindestens 6 Minuten innerhalb der Stunde wahrgenommen wird

Auf den Beurteilungsflächen sind die in Tabelle 6-2 aufgeführten Immissionswerte einzuhalten. Wenn diese Werte eingehalten werden, ist üblicherweise von keinen erheblichen und somit keinen schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des §3 BImSchG auszugehen.

Tabelle 6-2: Immissionswerte für Geruch entsprechend TA Luft: Relative Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr

Gebietsausweisung	Geruchsstunden-Häufigkeit
Wohn-/Mischgebiete	10 %
Gewerbe-/Industriegebiete mit zugelassenen Wohnnutzungen (z.B. Betriebsleiterwohnungen)	15 %
Gewerbe-/Industriegebiete (Wohnnutzungen nicht zugelassen)	bis 25 %

6.2.2 Beurteilungsflächen

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

Nach Ziffer 4.4.3 des Anhangs 7 der TA Luft 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. Bei inhomogener Verteilung sollen die Flächen verkleinert werden. Im vorliegenden Gutachten wird die Seitenlänge im Nahbereich auf 25 m reduziert, um die räumliche Struktur der Geruchsimmissionen höher aufgelöst darzustellen.

7 Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung

7.1 Mittlere Wind- und Ausbreitungsverhältnisse

Die Ausbreitung der Luftschadstoffe wird wesentlich von den meteorologischen Parametern Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Turbulenzzustand der Atmosphäre bestimmt. Der Turbulenzzustand der Atmosphäre wird durch Ausbreitungsklassen beschrieben, die ein Maß für das „Verdünnungsvermögen“ der Atmosphäre sind. Die Eigenschaften der Ausbreitungsklassen sind in Tabelle 7-1 beschrieben.

Tabelle 7-1: Eigenschaften der Ausbreitungsklassen

Ausbreitungsklasse	Atmosphärischer Zustand, Turbulenz
I	sehr stabile atmosphärische Schichtung, ausgeprägte Inversion, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
II	stabile atmosphärische Schichtung, Inversion, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
III ₁	stabile bis neutrale atmosphärische Schichtung, zumeist windiges und bewölktetes Wetter
III ₂	leicht labile atmosphärische Schichtung
IV	mäßig labile atmosphärische Schichtung
V	sehr labile atmosphärische Schichtung, starke vertikale Durchmischung der Atmosphäre

Für die Ausbreitungsrechnung sind die meteorologischen Randbedingungen in Form einer Zeitreihe (AKTerm) oder einer Häufigkeitsverteilung (AKS) der Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse erforderlich, die einen ganzjährigen Zeitraum repräsentieren.

Bei Verwendung einer Zeitreihe ist es möglich, die jahreszeitliche Verteilung der Emissionen und die daran gekoppelten meteorologischen Ausbreitungssituationen zu berücksichtigen. Dies ist im vorliegenden Fall erforderlich.

Aktuelle Messungen liegen im Untersuchungsgebiet nicht vor, jedoch sind für Deutschland inzwischen modellierte Daten verfügbar, die für das Untersuchungsgebiet auf Basis eines prognostischen Windfeldmodells berechnet wurden (IfU (2017)). Die Berechnung der Winddaten basiert auf einem bundesweiten langjährigen Datensatz des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und liefert eine Ausbreitungsklassenzeitreihe für ein repräsentatives Jahr, wie es der DWD bei einer Übertragung gemessener Winddaten auf den Untersuchungsort ausweisen würde. Damit haben die modellierten Winddaten diesbezüglich die gleiche Qualität wie übertragene Messdaten. Zusätzlich berücksichtigen sie die Einflüsse durch die Topografie und Landnutzung auf die Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet.

Die meteorologischen Daten wurden durch die IfU GmbH bereitgestellt (siehe Anhang 4). Die IfU GmbH ist akkreditiert für die Bereitstellung meteorologischer Daten für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft und nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20. Im vorliegenden Fall empfiehlt die IfU GmbH die Verwendung modellierter Daten, da dies im Vergleich zur Übertragung von Daten einer Messstation zu realistischeren Ergebnissen führt.

Als repräsentatives Jahr wurde das Jahr 2012 ermittelt.

Die für die Ausbreitungsrechnung berechnete Ausbreitungsklassen-Zeitreihe (AKTerm) gilt für einen Standort mit folgenden Koordinaten im UTM-32-System:

Ostwert = 592750

Nordwert = 5283850

Im Ausbreitungsmodell wird die Ausbreitungsklassen-Zeitreihe an diesem Bezugsort vorgegeben.

Abbildung 7-1 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen. Die Länge der Strahlen gibt an, wie häufig der Wind aus der jeweiligen Richtung weht.

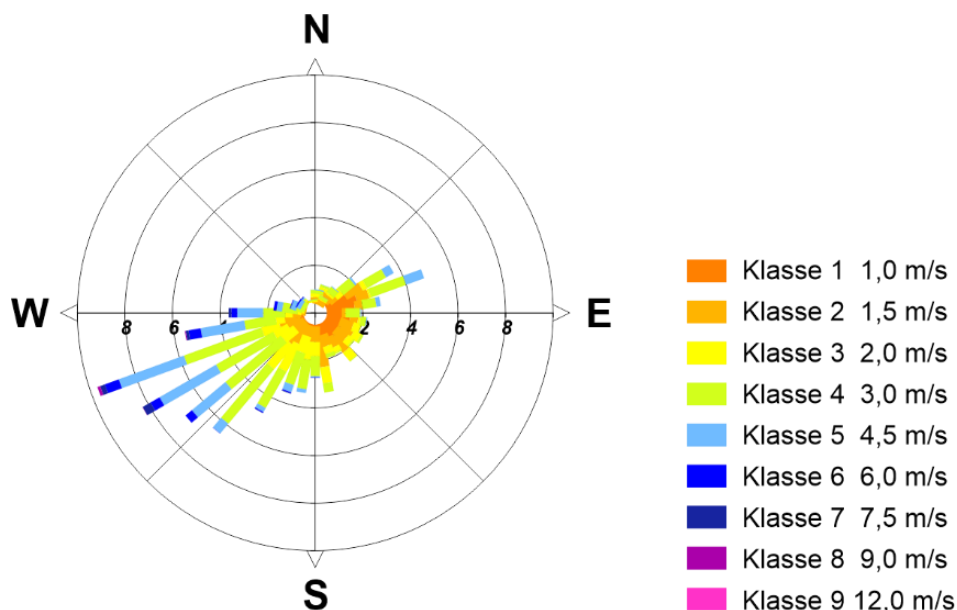


Abbildung 7-1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen.

Die Verteilung zeichnet sich durch ein ausgeprägtes Maximum bei Winden aus west-süd-westlichen Richtungen aus. Ein sekundäres Maximum liegt bei ost-nordöstlichen Windrichtungen vor. Diese Verteilung ist typisch für den Bereich des unteren Allgäus südwestlich von Kempten.

Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 7-2 dargestellt.

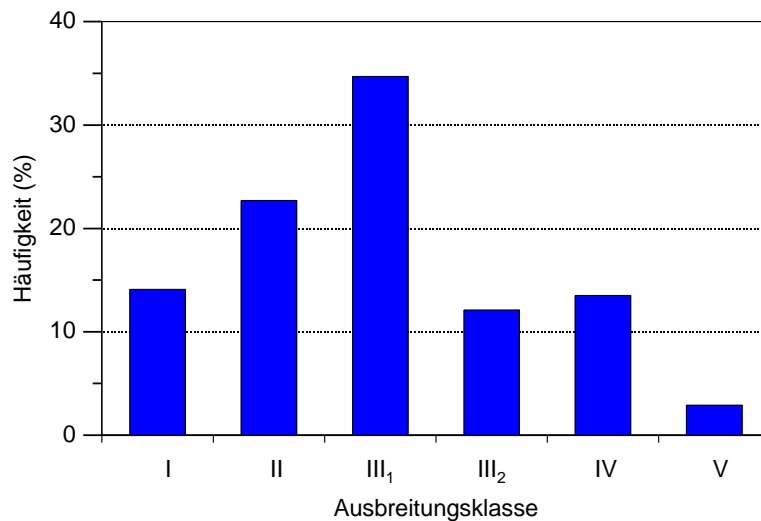


Abbildung 7-2: Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen

Die neutralen Ausbreitungsklassen (III₁ + III₂) sind mit ca. 47 % am stärksten vertreten. Die stabilen Klassen (I + II) treten in 37 % der Fälle auf, während die labilen Ausbreitungsklassen (IV + V) eine Häufigkeit von 16 % aufweisen.

7.2 Niederschlagsdaten

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 liegt beim Umweltbundesamt nur der Zeitraum 2006 bis 2015 vor, so dass für das Jahr 2012 eine repräsentative Zeitreihe herangezogen werden kann. Der Gesamtniederschlag beträgt 1658 mm. Regenereignisse liegen während 1451 Stunden vor.

7.3 Kaltluftabflüsse

Für die Ausbreitung der Schadstoffe können lokale Windsysteme, insbesondere Kaltluftabflüsse, von Bedeutung sein. Kaltluftabflüsse bilden sich in klaren, windschwachen Abenden, Nächten und Morgenstunden aus, wenn die Energieabgabe der Boden- und Pflanzenoberflächen aufgrund der Wärmeausstrahlung größer als die Gegenstrahlung der Luft ist. Dieser Energieverlust verursacht eine Abkühlung der Boden- und Pflanzenoberfläche, sodass die Bodentemperatur niedriger als die Lufttemperatur ist. Durch den Kontakt zwischen dem Boden und der Umgebungsluft bildet sich eine bodennahe Kaltluftschicht.

In ebenem Gelände bleibt die bodennahe Kaltluft an Ort und Stelle liegen. In geneigtem Gelände setzt sie sich infolge von horizontalen Dichteunterschieden (kalte Luft besitzt eine höhere Dichte als warme Luft) hangabwärts in Bewegung. Es bilden sich dann flache,

oftmals nur wenige Meter mächtige Windströmungen aus, die aufgrund ihrer vertikalen Temperaturverteilung eine geringe vertikale Durchmischung aufweisen. Gerüche können so über größere Strecken transportiert werden.

Da es sich um ein örtliches Phänomen handelt, sind Kaltluftabflüsse in den übertragenen meteorologischen Daten nicht immer enthalten. Um die Relevanz und die Fließrichtung der Kaltluftabflüsse zu ermitteln, wird eine Untersuchung mit dem Kaltluftabfluss-Modell GAK („Geruchsausbreitung in Kaltluftabflüssen“) durchgeführt. Dieses Modell wurde von uns im Auftrag des Freistaats Bayern entwickelt und zeigt eine gute Übereinstimmung mit Messungen (Röckle, Höfl & Richter (2012)).

Die Berechnungen werden für eine typische wolkenarme Nacht ohne übergeordneten Wind durchgeführt. Das Modell liefert, abhängig von Orographie und Landnutzung, die vertikal gemittelten Strömungsgeschwindigkeiten und die Kaltluftmächtigkeit im Simulationsgebiet.

Die Protokolldatei der Simulation findet sich in Anhang 3.

Der Kaltluftabfluss ist während der ersten Nachthälfte sehr schwach ausgebildet und fließt während der ersten Stunde hangabwärts von Südosten nach Nordwesten (siehe Abbildung 7-3).

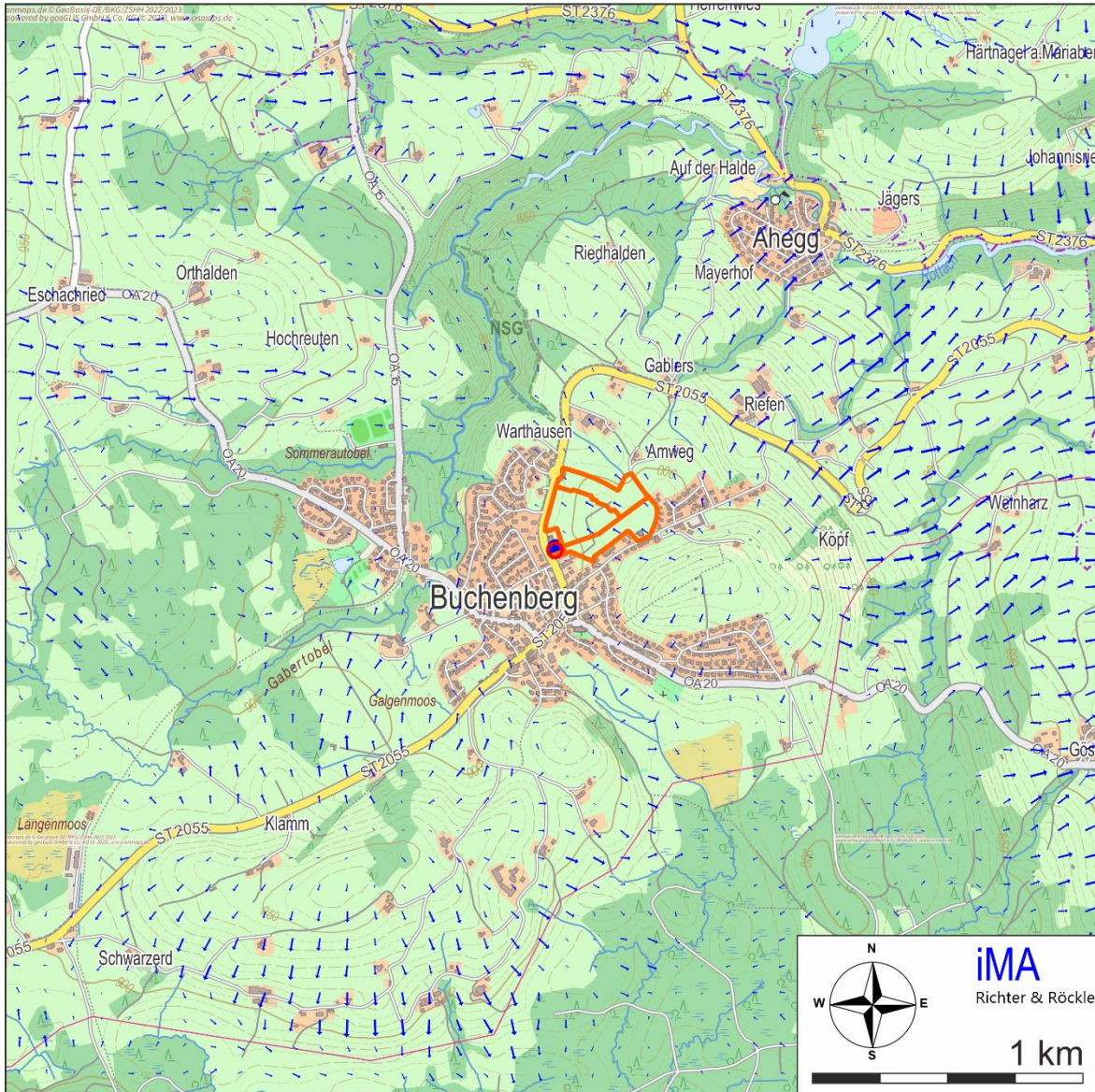


Abbildung 7-3: Simulationsergebnisse mit dem Kaltluftabflussmodell GAK, 20 Minuten nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse.
Roter Kreis: Standort des Heizwerks. Orange: Plangebiet.
(Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG 2023)

Anschließend fließt die Kaltluft bis zur dritten Stunde nach Sonnenuntergang in Richtung Nordosten über das Plangebiet (siehe Abbildung 7-4). Dies korrespondiert mit der Hauptwindrichtung aus Südwesten.

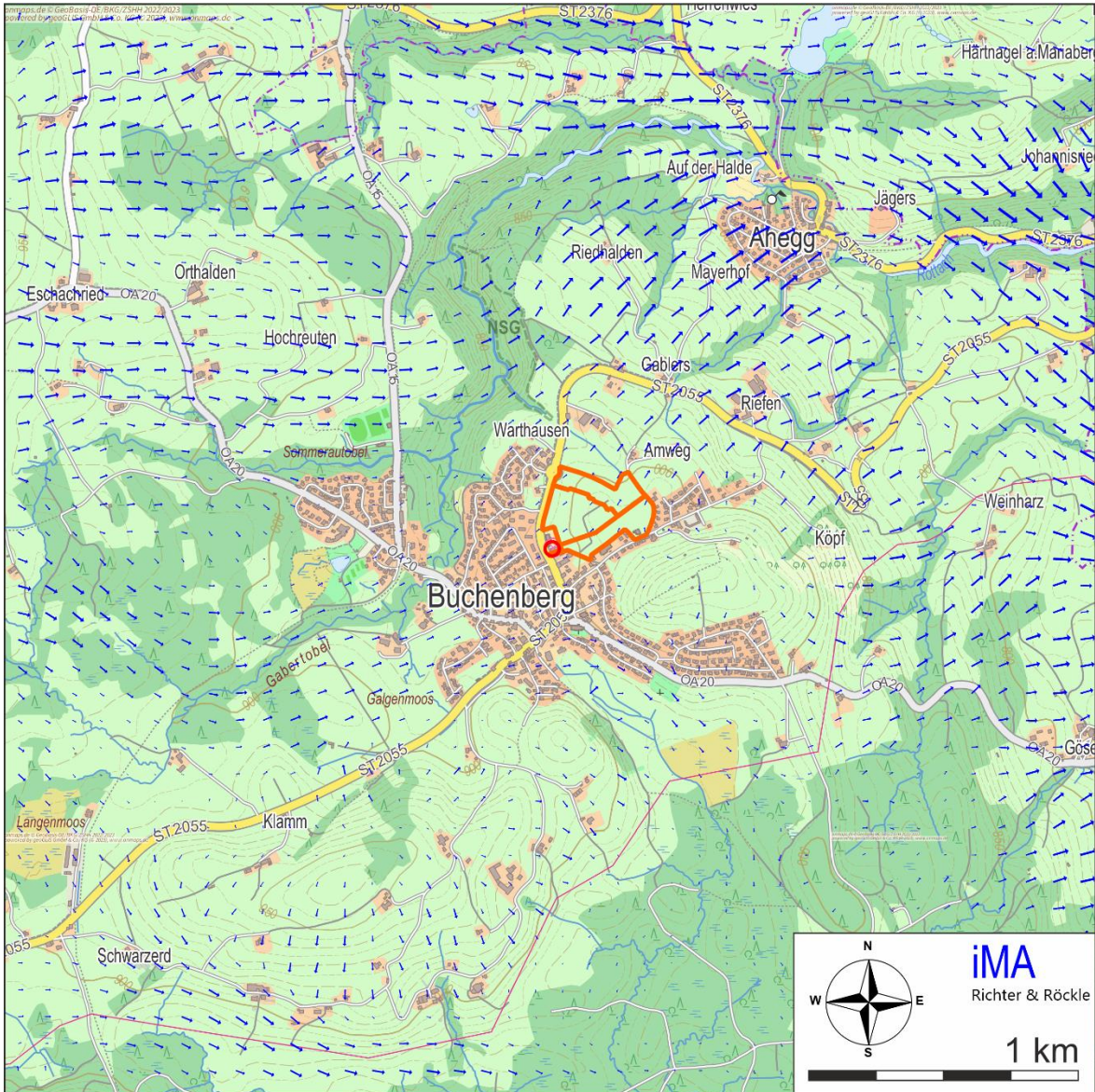


Abbildung 7-4: Simulationsergebnisse mit dem Kaltluftabflussmodell GAK, 2 Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse.
 Roter Kreis: Standort des Heizwerks. Orange: Plangebiet.
 (Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG 2023)

Ab der vierten Nachtstunde kommt es zu einem deutlich ausgeprägten großräumigen Kaltluftabfluss aus dem Voralpenland in Richtung Norden (siehe Abbildung 7-5). Das Plangebiet wird nur am Westrand tangiert.

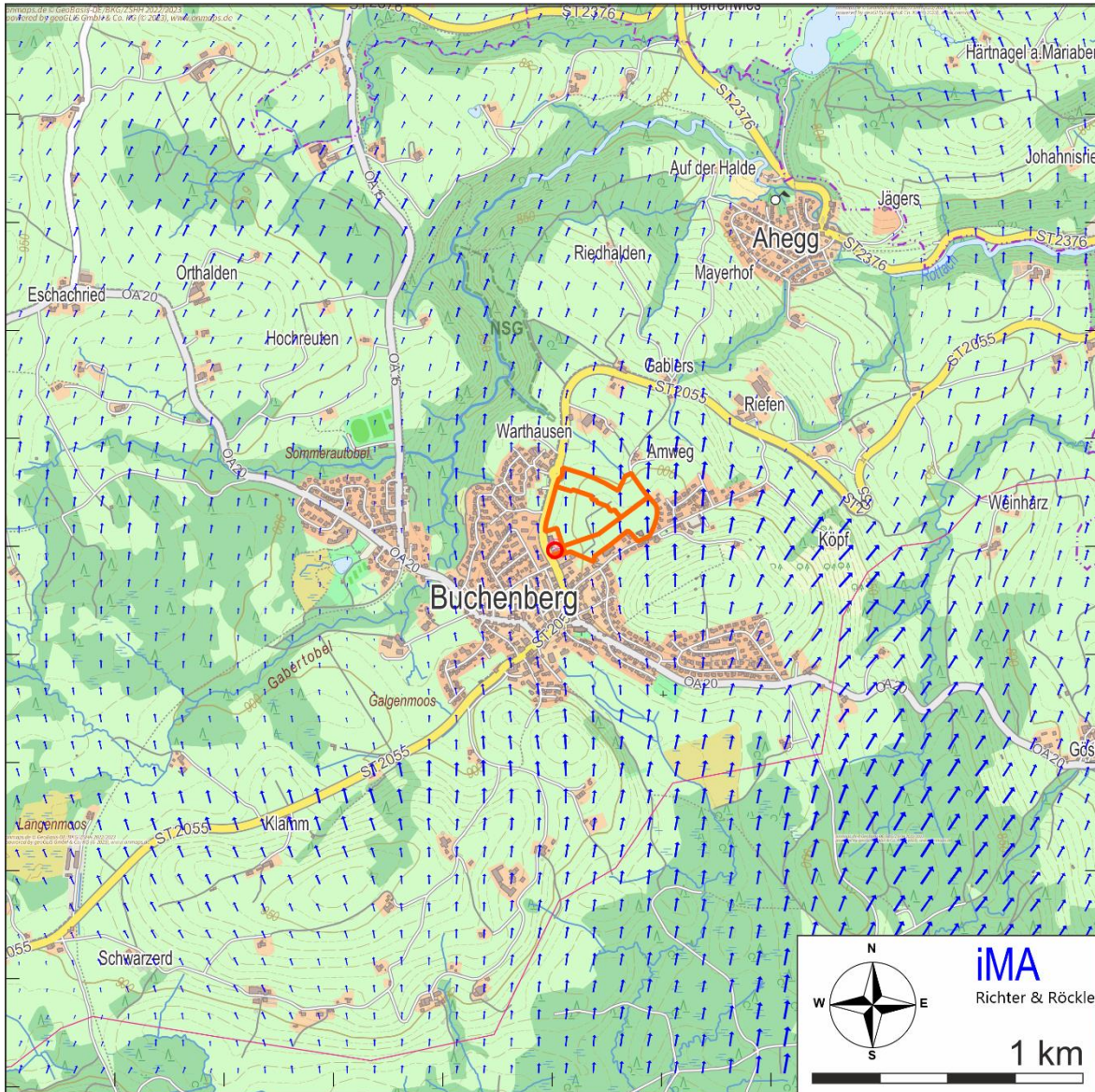


Abbildung 7-5: Simulationsergebnisse mit dem Kaltluftabflussmodell GAK, 5 Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse.
Roter Kreis: Standort des Heizwerks. Orange: Plangebiet.
(Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG 2023)

Greift man aus der meteorologischen Zeitreihe entsprechend Kapitel 6.2 die für Kaltluftabflüsse verantwortlichen stabilen Ausbreitungsklassen I und II heraus, so ergibt sich die in der folgenden Abbildung dargestellte Windrichtungsverteilung.

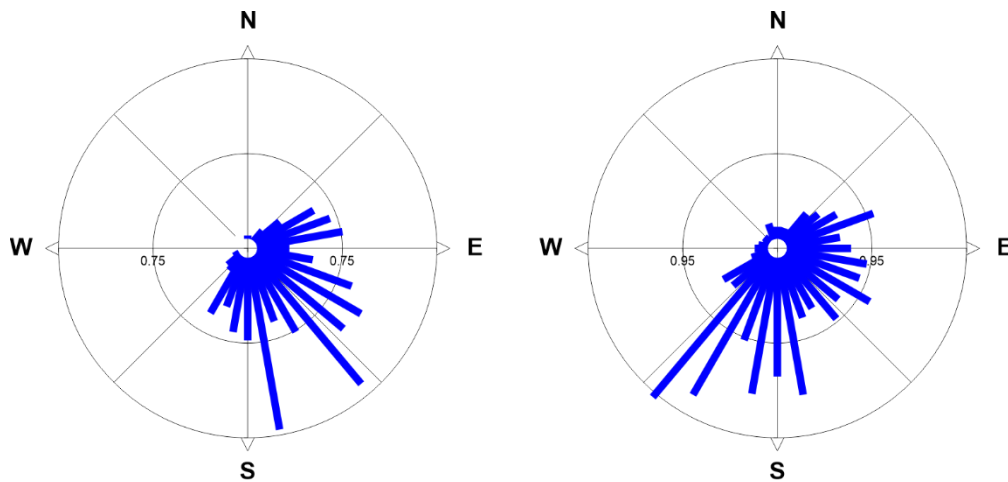


Abbildung 7-6: Windrose der Ausbreitungsklassen I (links) und II (rechts).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Fließrichtung der Kaltluft am Standort der geplanten Heizzentrale mit den Windrichtungen der meteorologischen Zeitreihe entsprechend Kapitel 6.2 weitgehend korrespondiert.

8 Immissionen

8.1 Ausbreitungsrechnungen

Die von der Anlage verursachten Immissionen werden mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen ermittelt. Detaillierte Angaben zum Ausbreitungsmodell und zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung können Anhang 2 entnommen werden.

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Emissionen (vgl. Kapitel 4)
- Die Schornsteinhöhe (siehe Kapitel 5)
- Die meteorologischen Eingangsdaten (vgl. Kapitel 6.2)
- Der Geländeeinfluss (vgl. Anhang 2, Kapitel A2.5)
- Die Lage der Gebäude und die Gebäudehöhen (vgl. Anhang 2, Kapitel A2.6).
- Die Lage der Emissionsquelle (vgl. Anhang 2, Kapitel A2.7)

8.2 Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen

Die Schadstoffimmissionen werden an den am höchsten beaufschlagten Gebäuden in den Bauabschnitten BA 1, BA 2 und BA 3 betrachtet. Zur Beurteilung wird der Maximalwert zwischen dem Erdgeschoss (Höhenintervall 0 bis 3 m) und dem zweitem Obergeschoss (Höhenintervall 6 bis 9 m Höhe) ausgewiesen.

Abbildung 8-1 zeigt beispielhaft die flächenhafte Verteilung der NO₂-Konzentrationen im untersten Höhenintervall. Die Staubimmissionen (Partikel PM₁₀ und PM_{2,5}) verhalten sich analog.

Die maximalen Schadstoffkonzentrationen sind in Tabelle 8-1 für die bestehende Schornsteinhöhe und informativ für eine Schornsteinhöhe von 15 m aufgeführt.

Tabelle 8-1: Immissionsbeitrag des Heizwerks (Jahresmittelwerte in µg/m³). Es werden die Maxima an den höchst beaufschlagten Wohnhäusern ausgewiesen. (Überschreitungen der Irrelevanzschwelle sind gelb unterlegt)

Stoff	Ort	Schornsteinhöhe		Irrelevanz	Grenzwert
		10,5 m	15 m		
NO ₂	Maximum BA 1	1,3	0,9	1,2	40
	Maximum BA 2	0,3	0,3		
	Maximum BA 3	2,4	1,4		
PM ₁₀	Maximum BA 1	1,4	0,9	1,2	40
	Maximum BA 2	0,3	0,3		
	Maximum BA 3	2,6	1,5		
PM _{2,5}	Maximum BA 1	0,43	0,28	0,75	25
	Maximum BA 2	0,10	0,08		
	Maximum BA 3	0,81	0,46		

Die Berechnungen zeigen folgendes Ergebnis:

- NO₂**: Der Beitrag der Anlage an den Schadstoffimmissionen überschreitet die Irrelevanzschwelle in den Bauabschnitten BA 1 und BA 3, so dass die Gesamtbelastung auszuweisen ist. Beim 15-m-Schornstein liegt nur noch in BA 3 eine Überschreitung der Irrelevanzschwelle vor. Schätzt man die Vorbelastung konservativ aus Messwerten vom Stadtgebiet Kempten ab (NO₂ -Jahresmittelwert in den vergangenen 3 Jahren zwischen 15 und 17 µg/m³), so hält die Gesamtbelastung den Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ ein.
- PM₁₀**: Die Irrelevanzschwelle wird ebenfalls in BA 1 und BA 3 überschritten. Für den 15-m-Schornstein liegt nur noch in BA 3 eine Überschreitung der Irrelevanzschwelle vor. Da in Kempten PM₁₀ nicht gemessen wird, werden zur Abschätzung der Vorbelastung Messwerte aus Lindau herangezogen. Der PM₁₀-Jahresmittelwert lag zwischen 2020 und 2022 zwischen 14 und 15 µg/m³, so dass der Immissions-Jahreswert von 40 µg/m³ für PM₁₀ eingehalten wird. Da der Immissions-Jahreswert unter 28 µg/m³ liegt, gilt entsprechend Tabelle 1 der TA Luft auch der auf den Tag bezogene Immissionswert als eingehalten.

- **PM_{2,5}**: Die Irrelevanzschwelle wird nur im BA 3 überschritten. Beim 15-m-Schornstein wird auch in BA 3 die Irrelevanz eingehalten. Die Vorbelastung in Lindau lag in den letzten 3 Jahren bei 10 µg/m³. Damit hält die Gesamtbelastung den Immissionswert von 25 µg/m³ ein.

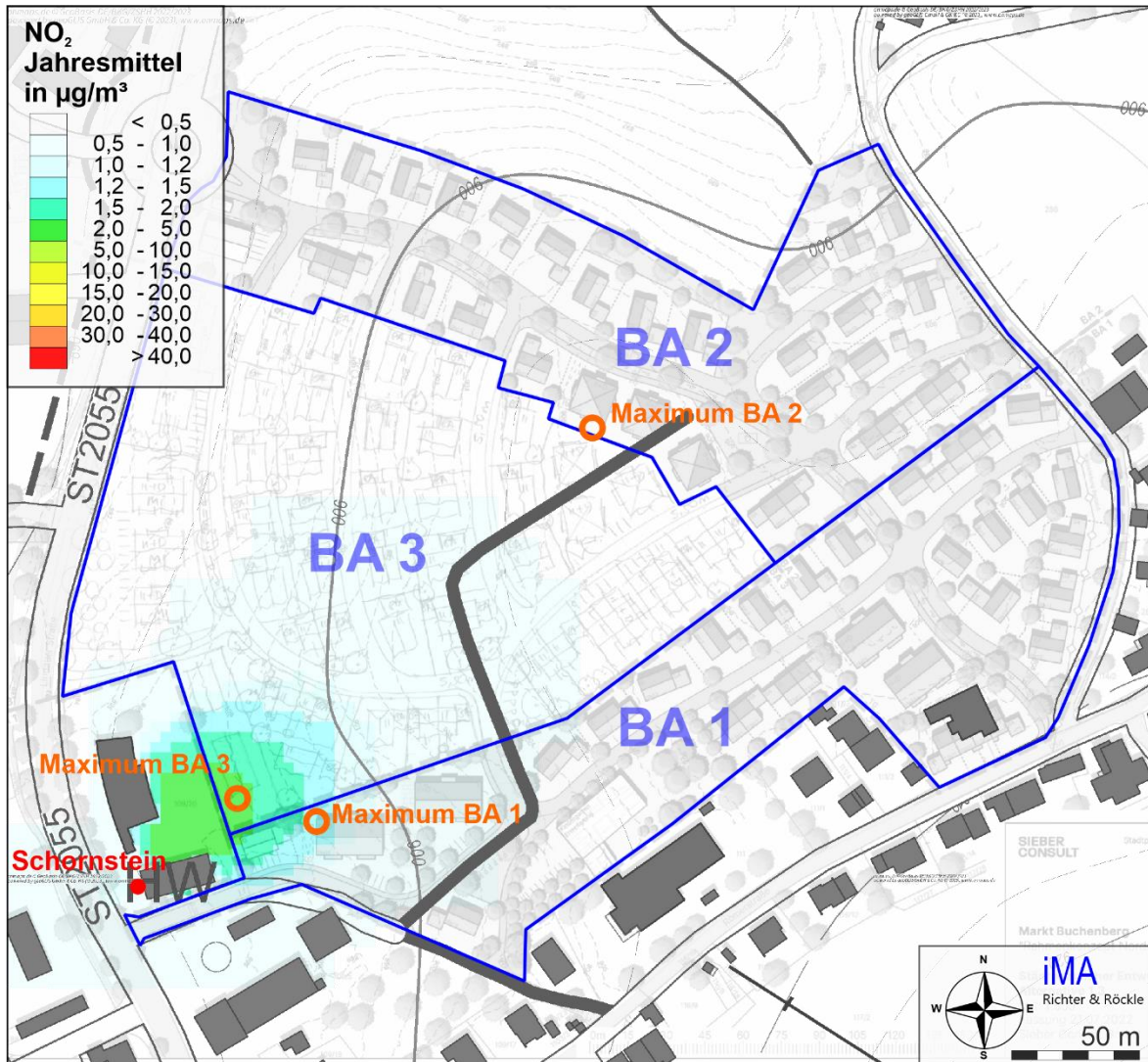


Abbildung 8-1: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen in µg/m³ am Erdboden bei der bestehenden Schornsteinhöhe. Die orangefarbenen Punkte kennzeichnen den maximalen Wert an den Wohnhäusern. Die Lage des Schornsteins ist rot markiert. Grenzwert nach TA Luft: 40 µg/m³. Irrelevanzschwelle: 1,2 µg/m³.

Der Beitrag der Anlage an den Geruchsimmissionen ist in Abbildung 8-2 dargestellt. Im rot unterlegten Bereich wird der Immissionswert der TA Luft, der mit 10 % anzusetzen ist, überschritten. In diesem Bereich sollte auf Wohnbebauung verzichtet werden.

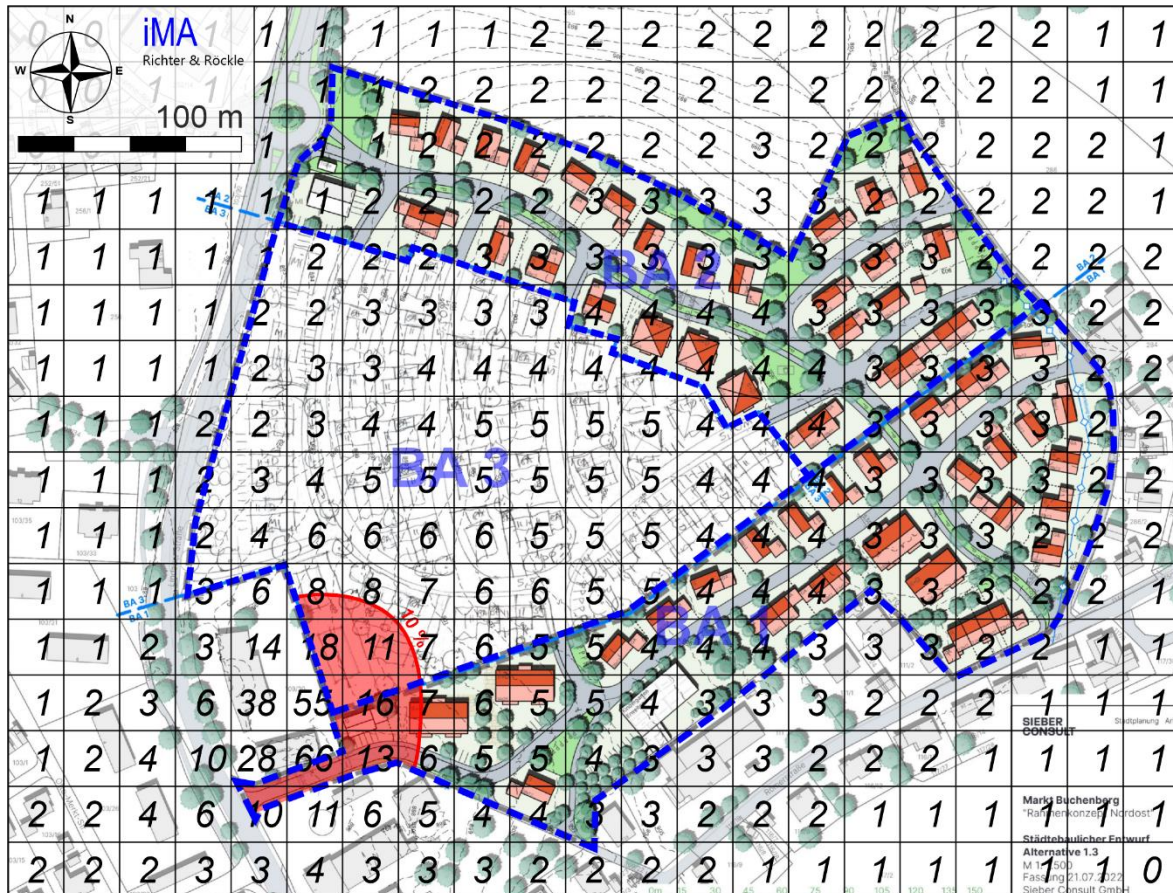


Abbildung 8-2: Relative Häufigkeit von Geruchsstunden in Prozent, ausgewiesen auf quadratischen Flächen mit einer Kantenlänge von 25 m. Der Bereich mit einer Überschreitung des Immissionsgrenzwerts von 10 % ist rot unterlegt. Kartengrundlage: onmaps.de (c)GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2022/23.

Wenn der Schornstein auf 15 m erhöht wird, verkleinert sich der rot unterlegte Bereich etwas (siehe Abbildung 8-3).

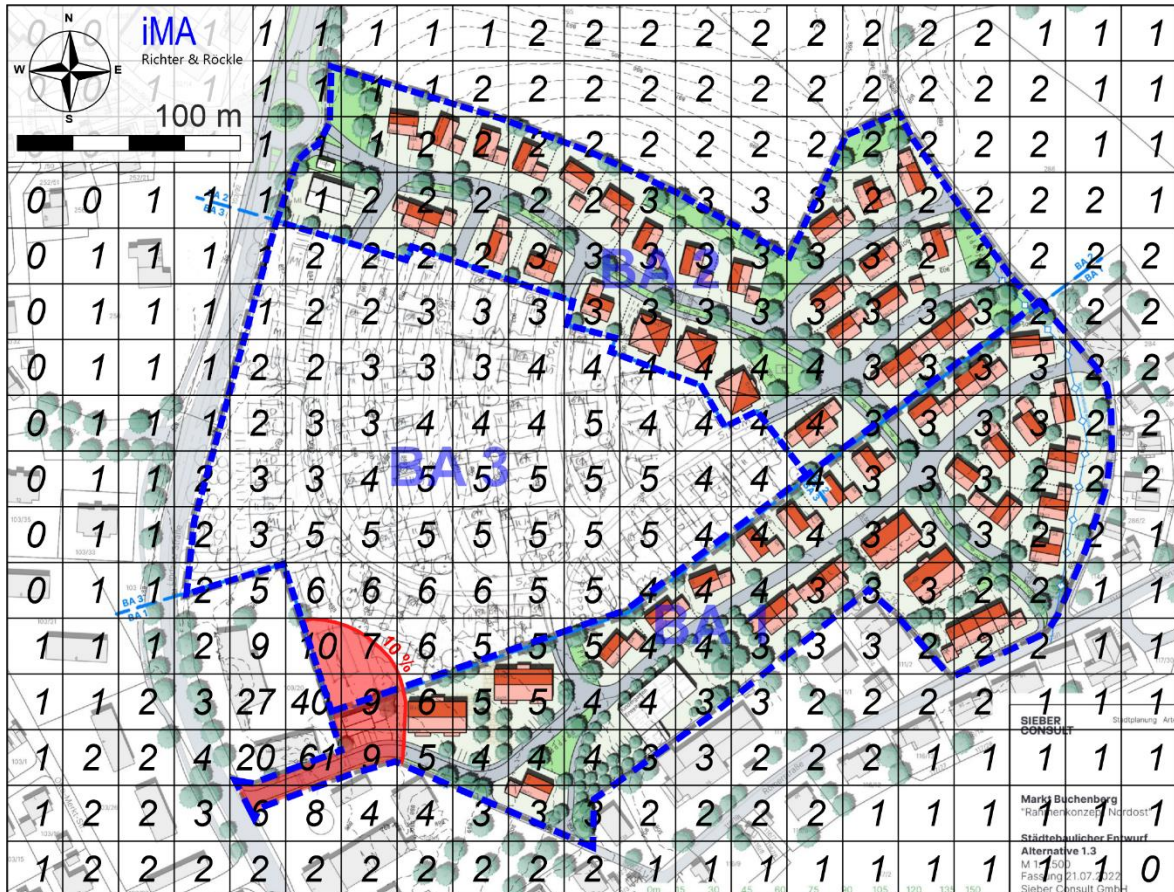


Abbildung 8-3: **Schornsteinhöhe 15 m über dem Niveau 897 m ü. NHN: Relative Häufigkeit von Geruchsstunden in Prozent, ausgewiesen auf quadratischen Flächen mit einer Kantenlänge von 25 m. Der Bereich mit einer Überschreitung der Häufigkeit von 10 % ist rot unterlegt. Kartengrundlage: onmaps.de (c)GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2022/23.**

9 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Marktgemeinde Buchenberg plant, Wohnbebauung im Bebauungsplan „Prestelwiese“ und später im Bereich des städtebaulichen Rahmenkonzeptes Buchenberg Nordost zu genehmigen.

Hierzu hat das Landratsamt Oberallgäu wie folgt Stellung genommen:

„Südlich der Feuerwehr befindet sich das Hackschnitzelheizwerk Buchenberg, bei dem mit Rauchgasen aus der Feuerung und ggf. auch mit Stäuben bei der Brennstoffanlieferung gerechnet werden muss. Die geplanten Wohnbauflächen befinden sich östlich/nordöstlich des Heizwerkes in der Hauptströmung des Windes aus Südwest. Das Gelände steigt östlich deutlich an. Im Zuge weiterer Überlegungen muss daher geklärt werden, ob die Kaminhöhe des Heizwerkes ausreicht, um an der heranrückenden Wohnbebauung schädliche Umwelteinwirkungen (SUE) durch Schadstoffe aus der Verbrennung zu vermeiden. Ggf. muss der Kamin entsprechend erhöht werden. Bedeutsam sind auch die zu erwartenden Stäube bei der Anlieferung von Brennstoffen (Hackschnitzel) und deren Einwirkungen auf die geplante östliche Bebauung. Ggf. müssten weitere Minderungsmaßnahmen am Heizwerk zur Vermeidung von SUE getroffen werden.“

Somit war ein Gutachten zur Luftreinhaltung zu erstellen. Obwohl die Anlage nicht genehmigungspflichtig nach BImSchG ist, wurden zusätzlich die zu erwartenden Emissionen und Immissionen ermittelt, da das Baugebiet direkt an das Heizwerk angrenzt. Ferner wurde geprüft, ob die Schornsteinhöhe den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) entspricht.

Die Schornsteinhöhenberechnung bezüglich der Ableitung der Abgase zeigt, dass die vorhandene Schornsteinhöhe für die Bauabschnitte I und II ausreicht. Sollte die Bebauung im BA 3 näher als 50 m an den Schornstein heranrücken, wäre eine Höhe von 15 m über 897 m ü. NHN. erforderlich (siehe Abbildung 5-6). Dabei ist allerdings zu beachten, dass der betroffene Bereich bereits aufgrund von Geruchseinwirkungen von Wohnbebauung freizuhalten ist (siehe untenstehend sowie Abbildung 8-2 und 8-3).

Zur Ermittlung der Stickoxid- und Staubimmissionen wurden Ausbreitungsrechnungen durchgeführt. Diese kommen zum Ergebnis, dass die Immissionsgrenzwerte im Plangebiet eingehalten werden. Somit sind dort keine Gesundheitsgefahren durch den Betrieb des Heizwerkes zu erwarten.

Allerdings ist von zeitweiligen Geruchseinwirkungen auszugehen. Eine Ausbreitungsrechnung ergibt, dass in dem Bereich, der in Abbildung 8-2 rot unterlegt ist, der Immissionsgrenzwert für Geruchsmissionen überschritten ist. Dort sollte auf die Errichtung von Wohnhäusern verzichtet werden.

Wenn der Schornstein um 4,5 m auf 15 m über dem Niveau 897 m ü. NHN erhöht wird, verkleinert sich – unter Berücksichtigung der Geruchsimmissionen – der von Bebauung freizuhalten Bereich (siehe Abbildung 8-3).

Bei der Entladung der Hackschnitzel sind sporadische Staubemissionen möglich. Es handelt sich um Grobstaub, der von anhaftenden Feinanteilen an den Hackschnitzeln freigesetzt wird. Um einen Austrag der Stäube ins Neubaugebiet zu verhindern, sollte eine dichte Hecke aus einheimischen Sträuchern an der Ostseite des Grundstücks des Heizwerks angepflanzt werden (siehe Abbildung 9-1). Die Höhe sollte mindestens 2,5 m betragen. Ferner sollten ausreichend immergrüne Pflanzen eingestreut werden, um auch in der kalten Jahreszeit einen Schutz zu gewährleisten.

In den textlichen Festsetzungen des Bebauungsplans sollte auf zeitweise Staub- und Geruchsfreisetzungen hingewiesen werden.

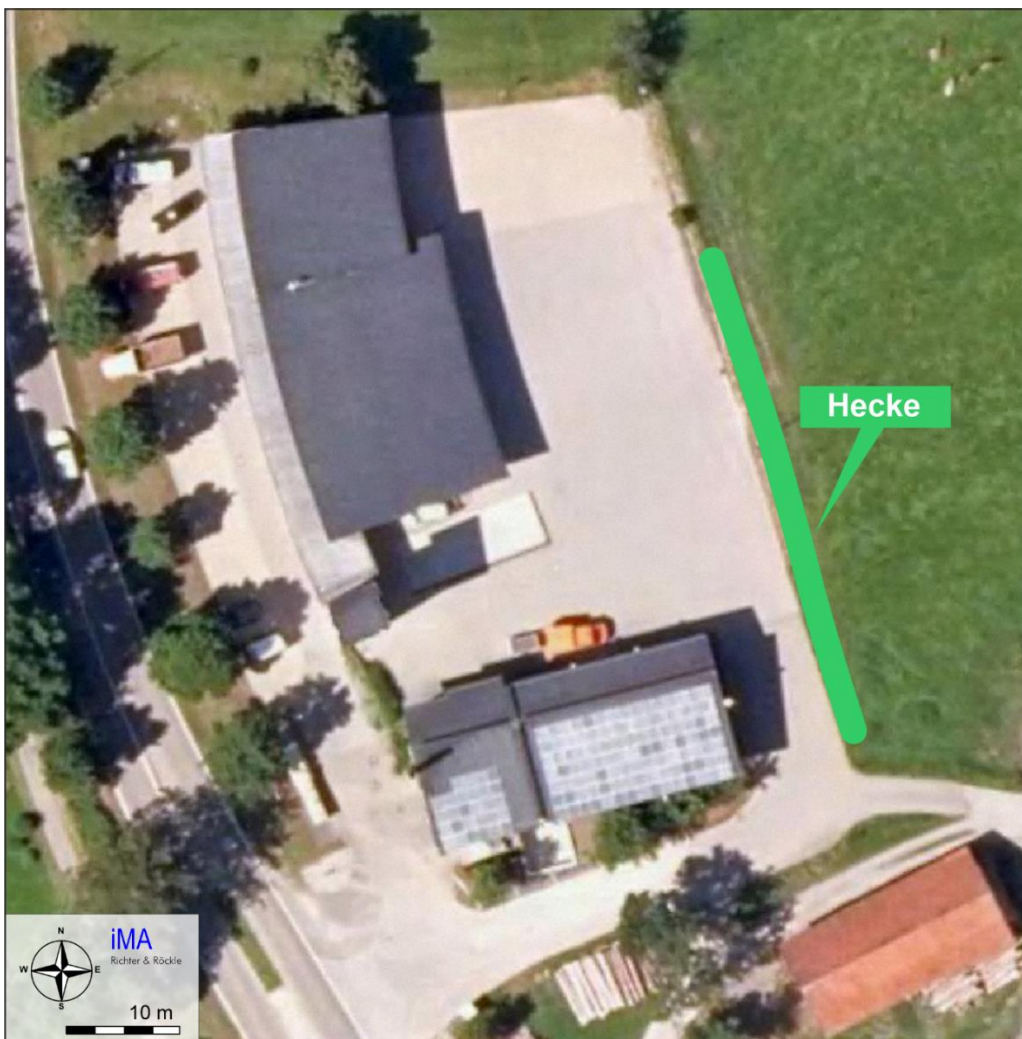


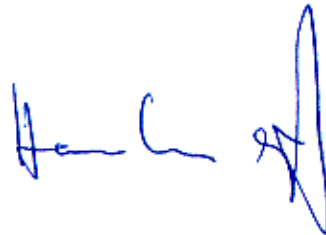
Abbildung 9-1: Lage der empfohlenen Hecke

Für den Betrieb des Heizwerks empfehlen wir, für eine gleichmäßige Brennstoffqualität zu sorgen. Es sollte kein Material mit Schmutzanhaftungen verwendet werden. Ggf. sind vortrocknete Hackschnitzel zu verwenden.

Für den Inhalt



Claus-Jürgen Richter
Diplom-Meteorologe
Geschäftsführer, Sachverständiger



Hans-Christian Höfl
Diplom-Meteorologe
Sachverständiger



Dr. Frank Braun
Diplom-Meteorologe
Stellvertretender fachlich Verantwortlicher
für Immissionsprognosen

IMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG

Literatur

- 1. BImSchV** (2020): Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Oktober 2021 (BGBl. I S. 4676) geändert worden ist.
- 44. BImSchV** (2021): Verordnung über mittelgroße Feuerungs- Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen vom 13. Juni 2019 (BGBl. I S. 804), die durch Artikel 3 Absatz 1 der Verordnung vom 6. Juli 2021 (BGBl. I S. 2514) geändert worden ist.
- IfU** (2017): Verfahrensbeschreibung zur Erzeugung modellierter meteorologischer Eingangsdaten für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft. IFU GmbH Privates Institut für Analytik, Franken-berg.
- Janicke, U. & L. Janicke** (2021): AUSTAL – Programmbeschreibung zu Version 3.1. Stand 2021-08-09. Ingenieurbüro Janicke (Umweltbundesamt, Dessau).
- Röckle, R., H.-C. Höfl & C.-J. Richter** (2012): Ausbreitung von Gerüchen in Kaltluftabflüssen. Immissionsschutz (2)2012.
- TA Luft** (2021): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021.
- Umweltbundesamt** (2018): Emissions- und Immissionsmessungen von Gerüchen in einer Anlage der Holzwerkstoffindustrie.
- 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.
- WinSTACC** (2022): PC-Programm für Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 „Ableitbedingungen für Abgase - Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen“.

Anhang 1: Ermittlung der Volumenströme

Nachfolgend wird die Volumenstromberechnung dargestellt.

Tabelle A1-1: Ermittlung der Volumenströme

Anlage	Einheit	Kessel
Feuerungswärmeleistung	MW	0,99
Brennstoff		Hackschnitzel
Brennstofffeuchte	%	45
Heizwert Hu	kWh/kg	2,55
Brennstoffdurchsatz	kg/h	387
O ₂ -Gehalt im Abgas beim Betrieb	%	9
Spez. Abgasvolumenstrom (tr.) i. N.	m ³ /kg	4,4
Verbrennungswasser	m ³ /kg	1,3
trockener Abgasvolumenstrom i. N. beim Betriebs- O ₂ -Gehalt	m ³ /h	1.720
feuchter Abgasvolumenstrom i. N. beim Betriebs- O ₂ -Gehalt	m ³ /h	2.220
Bezugs-O ₂ -Gehalt	%	13
trockener Abgasvolumenstrom i. N. beim Bezugs-O ₂ -Gehalt	m ³ /h	2.590
feuchter Abgasvolumenstrom i. N. beim Bezugs-O ₂ -Gehalt	m ³ /h	3.160

Anhang 2: Ausbreitungsrechnungen

A2.1 Allgemeines

Die von der geplanten Anlage verursachten Immissionen werden mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen ermittelt. Als Erkenntnisquelle wird die VDI-Richtlinie 3783 Blatt 13 zur „Qualitätssicherung in der Immissionsprognose“ berücksichtigt. Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von der Anlage ausgehenden Emissionen (vgl. Kapitel 4)
- Die Höhe des Schornsteins (vgl. Kapitel 5)
- Die meteorologischen Randbedingungen in Form einer Ausbreitungsklassen-Zeitreihe (vgl. Kapitel 6.2)
- Der Geländeeinfluss (vgl. Abschnitt A2.5)
- Die Lage der Gebäude und die Gebäudehöhen (vgl. Abschnitt A2.6).
- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Abschnitt A2.7)
- Die Abgasfahnenüberhöhung (vgl. Abschnitt A2.9)

Die Emissionen werden für die Ausbreitungsrechnung in Form einer Zeitreihe entsprechend Abschnitt 4.6 freigesetzt.

Zur Ermittlung der Staubimmissionen sind gemäß Nummer 4 des Anhangs 2 der TA Luft (2021) die trockene und nasse Deposition und die Sedimentation zu berücksichtigen. Die Berechnung ist für die in Tabelle 14 des Anhangs 2 der TA Luft angegebenen Größenklassen der Korngrößenverteilung der Stäube durchzuführen, wobei jeweils die angegebenen Werte von Depositionsgeschwindigkeit, Sedimentationsgeschwindigkeit, Auswaschfaktor und Auswaschexponent zu verwenden sind. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle A4-1 zusammengefasst.

Tabelle A4-1: Korngrößenabhängige Depositions- und Sedimentationsgeschwindigkeit sowie Auswaschfaktor und Auswaschexponent

	< 2,5 µm	2,5 bis 10 µm	> 10 µm
Staub-Klasse nach Anhang 2 der TA Luft	pm-1	pm-2	pm-u
Depositionsgeschwindigkeit in m/s	0,001	0,01	0,07
Sedimentationsgeschwindigkeit in m/s	0	0	0,06
Auswaschfaktor in 1/s	$0,3 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$
Auswaschexponent	0,8	0,8	0,8

Zur Berechnung des Staubniederschlags werden die für jede Korngrößenklasse berechneten Depositionen addiert. Die PM₁₀-Konzentration wird durch Summierung der Konzentrationen der Korngrößenklassen pm-1 und pm-2 ermittelt.

Bei der Ausbreitungsrechnung für Stickoxide sind gemäß Nummer 3 des Anhangs 2 der TA Luft (2021) die trockene und nasse Deposition zu berücksichtigen. Dabei sind die angegebenen Werte von Depositionsgeschwindigkeit, Auswaschfaktor und Auswaschexponent zu verwenden. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle A4-1 zusammengefasst.

Tabelle A4-2: Depositionsgeschwindigkeit sowie Auswaschfaktor und Auswaschexponent

	NO	NO ₂
Depositionsgeschwindigkeit in m/s	0,0005	0,003
Auswaschfaktor in 1/s	-	1,0 · 10 ⁻⁷
Auswaschexponent	-	1,0

A2.2 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Die Ausbreitungsrechnungen werden mit dem Ausbreitungsmodell „AUSTAL“ (Janicke & Janicke (2021)), Version 3.1.2-WI-x vom 09.08.2021, durchgeführt. Dieses Modell entspricht den Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft (2021).

Das Ausbreitungsmodell wird mit der Qualitätsstufe +2 betrieben.

A2.3 Rechengebiet

Die Ausbreitungsrechnung wird für ein Rechengebiet von etwa 2 km x 2 km durchgeführt.

Um die statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens in größerer Entfernung zur Quelle zu reduzieren, wird das so genannte Nesting-Verfahren angewendet. Dazu wird das Rechengebiet in mehrere ineinander verschachtelte Rechengebiete aufgeteilt.

Die Dimensionierung der Rechengitter ist in Tabelle A2-3 dargestellt.

Tabelle A2-3: Dimensionierung der Modellgitter.

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	4 m	160 m x 176 m	40 x 44
2	8 m	320 m x 304 m	40 x 38
3	16 m	768 m x 768 m	48 x 48
4	32 m	1472 m x 1536 m	46 x 48
5	64 m	2176 m x 2048 m	34 x 32

A2.4 Rauigkeitslänge

Als Maß für den Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit auf das bodennahe Windprofil wird die Rauigkeitslänge z_0 verwendet. Es handelt sich um eine Größe, die im Wesentlichen durch die Landnutzung bestimmt wird. Im Rahmen der Ausbreitungsrechnung nach TA Luft ist die Rauigkeitslänge entsprechend Anhang 2, Tabelle 15 der TA Luft aus Landnutzungs-klassen des Landbedeckungsmodells Deutschland (LBM-DE) des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie zu bestimmen.

Im vorliegenden Fall wird sie im Mittel mit $z_0 = 0,722$ m bestimmt. Die Bebauung auf dem Betriebsgelände und in der unmittelbaren Nachbarschaft wird im Ausbreitungsmodell explizit berücksichtigt (siehe Kapitel A2.6). Zur Berücksichtigung der geplanten Bebauung im Plangebiet wird die Rauigkeitslänge auf $z_0 = 1,0$ m angehoben.

A2.5 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Nach Nr. 12, Anhang 2 der TA Luft (2021) sollen in der Ausbreitungsrechnung die Geländestrukturen berücksichtigt werden, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe (hier: Quelhöhe) und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Im vorliegenden Fall trifft dies zu, Geländeunebenheiten wurden bei der Berechnung berücksichtigt.

A2.6 Berücksichtigung von Gebäuden

Abhängig von der Anströmrichtung können sich an den Gebäuden Wirbel mit abwärts gerichteten Komponenten, Kanalisierungen, Düseneffekten und anderen strömungsdynamischen Effekten ergeben. Die Ausbreitung der Schadstoffe und Gerüche kann somit wesentlich von den umgebenden Gebäuden beeinflusst werden.

Entsprechend Anhang 2, Nr. 11 TA Luft müssen Gebäude explizit berücksichtigt werden, wenn sich diese in einer Entfernung von weniger als dem 6-fachen der Quelhöhe befinden und die Schornsteinbauhöhe weniger als das 1,7-fache der Gebäudehöhen aufweist. Dieses Kriterium trifft im vorliegenden Fall auf einige der umliegenden Gebäude zu. Gebäude, für die diese Kriterien zutreffen, sind in Abbildung 5-2 auf Seite 19 dargestellt. Diese Gebäude wurden digitalisiert.

A2.7 Quellen

Der Schornstein wird als eine Punktquelle digitalisiert. Das Hackschnitzellager wird auf 3 vertikal orientierte Flächenquellen an den Außenseiten des Lagers aufgeteilt. Die Lage des Schornsteins und des Hackschnitzellagers kann Abbildung 2-1 auf Seite 6 entnommen werden.

Die Quellkoordinaten sind in Tabelle A4-4 zusammengefasst.

Tabelle A4-4: Quelldimensionen, relativ zum Koordinatenursprung bei Ostwert 592955 und Nordwert 5283505 (UTM-32)

Quelle	Ursprung [m]		Höhe Unterkante [m]	Ausdehnung [m]			Drehwinkel [°]
	x-Wert	y-Wert		horizontal		vertikal	
				a	b	c	
Schornstein:							
Schornstein	20,71	8,49	10,5	0	0	0	0
Hackschnitzzellager:							
Nordseite	46,69	20,41	0	17,51	0	5	-165,69
Ostseite	49,9	8,32	0	12,55	0	5	104,57
Südseite	32,85	3,97	0	17,56	0	5	14,19

A2.8 Statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells

Die statistische Streuung der Berechnungsergebnisse hält an den Beurteilungspunkten die in Nr. 10, Anhang 2 TA Luft (2021) definierte Bedingung von höchstens 3 von Hundert des Jahresimmissionswerts ein.

Die statistische Unsicherheit kann der Protokolldatei 'austal.log' in Anhang 3 entnommen werden.

Die statistische Unsicherheit für Geruch kann der folgenden Abbildung entnommen werden. Sie liegt bei maximal 0,1 %. Die in Kapitel 8.2 ausgewiesenen Immissionen wurden um den Beitrag der statistischen Unsicherheit erhöht.

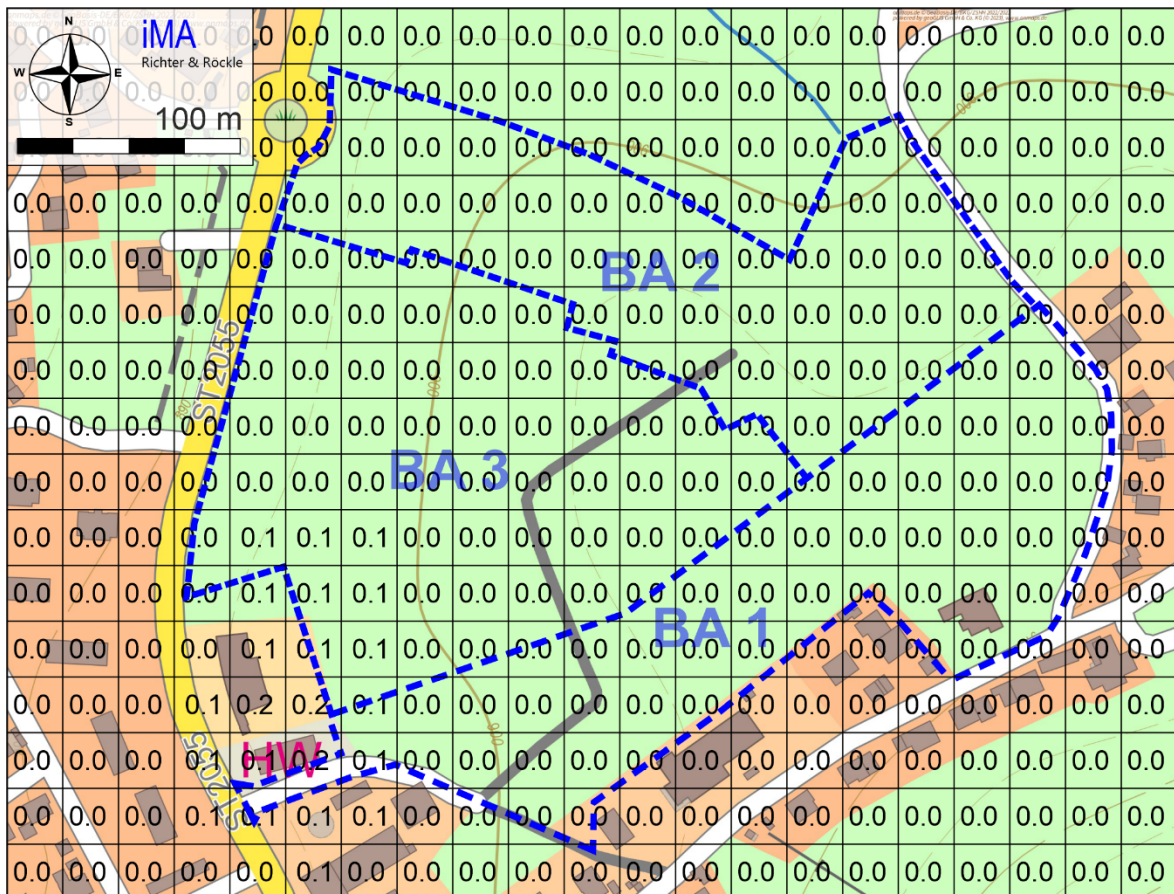


Abbildung A4-1: Statistische Unsicherheit im Beurteilungsgebiet.

Die ausgewiesenen Immissionen wurden um den Beitrag der statistischen Unsicherheit erhöht.

A2.9 Abgasfahnenüberhöhung

Eine Abgasfahnenüberhöhung kann berücksichtigt werden, wenn ein ungestörter Abtransport in der freien Luftströmung gewährleistet ist. Dies ist gemäß VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) der Fall, wenn:

- die Quelhöhe mindestens 10 m über der Flur beträgt
und
- die Mündung außerhalb der Rezirkulationszone von Strömungshindernissen (Gebäude, Vegetation, usw.) liegt

Die angesetzten Parameter sind Kapitel 4.7 zu entnehmen.

Anhang 3: Protokolldateien

Protokolldatei des Programms WinStacc:

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

[Start]
Datum Rechnung           = 28.03.2023 17:16
Steuerdatei              = C:\LOHMEYER\WinSTACC\VDI_Input.ini
Längenangaben           = Meter
Winkelangaben           = Grad
Leistungsangaben        = Kilowatt

[EmittierendeAnlage]
Anlagentyp               = Feuerungsanlage
Brennstoff                = fest
Nennwärmeleistung_Q_N    = 900
Feuerungswärmeleistung_Q_F = 1000
H_Ü aus Tabelle 1 Abschnitt 5.2 (Feuerungsanlage)
H_Ü                       = 3
Radius des Einwirkungsbereichs R für feste Brennstoffe aus Tabelle 3 Abschnitt 6.3.2
R                         = 49

[Einzelgebäude]
Länge_l                  = 27.9
Breite_b                 = 13.1
Traufhöhe_H_Traufe       = 5.1
Firsthöhe_H_First        = 6.7
Dachform                 = AsymSatteldach
Dachhöhe_H_Dach          = 1.6
BreiteGiebelseite_b      = 13.1
BreiteDachhälfte_b1      = 3.6
HorizontalerAbstandMündungFirst_a = 1.7
Berechnung von H_A1...
alpha                    = 24
Dachneigungskorrektur gamma interpoliert aus Tabelle 2 Abschnitt 6.2.1.2.2
gamma                    = 0
Glg. 1
H_1                      = 0.8
Faktor f interpoliert aus Tabelle 2 Abschnitt 6.2.1.2.2
f                         = 0.79
Glg. 2
H_2                      = 1.3
Glg. 3
H_S1                     = 0.8
Glg. 4
H_A1                     = 3.8
Berechnung von H_E1...
Q_F < 1 MW
H_E1                     = 0

[VorgelagertesGebäude1]
Länge_l                  = 4.6
Breite_b                 = 4.5
```


Traufhöhe_H_Traufe	= 12
Firsthöhe_H_First	= 13
Dachform	= Pultdach
Dachhöhe_H_Dach	= 1
BreiteGiebelseite_b	= 4.5
HöheObersteFensterkante_H_F	= 0
WinkelGebäudeMündung_beta	= 87
AbstandGebäudeMündung_l_A	= 12.5
Hanglage	= nein
HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h	= 0
GeschlosseneBauweise	= nein

Berechnung von H_A2

Glg. 16

$$l_{\text{eff}} = 4.8$$

Glg. 15

$$l_{\text{RZ}} = 7.7$$

VorgelagertesGebäude1 wird nicht berücksichtigt, da Abstand zur Mündung größer gleich Länge seiner RZ.

H_E für VorgelagertesGebäude1 wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde.

Es wird damit für VorgelagertesGebäude1 kein Fenster oder Lüftungsschlitz im Einwirkungsbereichs berücksichtigt.

$$H_{\text{E2}} = 0$$

Glg. 10

$$H_{\text{2V}} = 0.8$$

[VorgelagertesGebäude2]

$$\text{Länge}_l = 21.9$$

$$\text{Breite}_b = 16.1$$

$$\text{Traufhöhe}_H_{\text{Traufe}} = 4.5$$

$$\text{Firsthöhe}_H_{\text{First}} = 7$$

$$\text{Dachform} = \text{Pultdach}$$

$$\text{Dachhöhe}_H_{\text{Dach}} = 2.5$$

$$\text{BreiteGiebelseite}_b = 16.1$$

$$\text{HöheObersteFensterkante}_H_{\text{F}} = 0$$

$$\text{WinkelGebäudeMündung}_\beta = 12$$

$$\text{AbstandGebäudeMündung}_l_{\text{A}} = 23.1$$

$$\text{Hanglage} = \text{nein}$$

$$\text{HöhendifferenzZumEinzelgebäude}_\Delta_h = 0$$

$$\text{GeschlosseneBauweise} = \text{nein}$$

Berechnung von H_A2

Glg. 16

$$l_{\text{eff}} = 20.3$$

Glg. 15

$$l_{\text{RZ}} = 20.6$$

VorgelagertesGebäude2 wird nicht berücksichtigt, da Abstand zur Mündung größer gleich Länge seiner RZ.

H_E für VorgelagertesGebäude2 wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde.

Es wird damit für VorgelagertesGebäude2 kein Fenster oder Lüftungsschlitz im Einwirkungsbereichs berücksichtigt.

$$H_{\text{E2}} = 0$$

Glg. 10

$$H_{\text{2V}} = 2.9$$

[VorgelagertesGebäude3]

$$\text{Länge}_l = 14$$

$$\text{Breite}_b = 13.8$$

$$\text{Traufhöhe}_H_{\text{Traufe}} = 5.2$$

$$\text{Firsthöhe}_H_{\text{First}} = 7.7$$

$$\text{Dachform} = \text{Pultdach}$$

$$\text{Dachhöhe}_H_{\text{Dach}} = 2.5$$

BreiteGiebelseite_b = 13.8
 HöheObersteFensterkante_H_F = 0
 WinkelGebäudeMündung_beta = 2
 AbstandGebäudeMündung_l_A = 43.7
 Hanglage = nein
 HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0
 GeschlosseneBauweise = nein

Berechnung von H_A2

Glg. 16

l_eff = 14.3

Glg. 15

l_RZ = 17.1

VorgelagertesGebäude3 wird nicht berücksichtigt, da Abstand zur Mündung größer gleich Länge seiner RZ.

H_E für VorgelagertesGebäude3 wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde.

Es wird damit für VorgelagertesGebäude3 kein Fenster oder Lüftungsschlitz im Einwirkungsbereichs berücksichtigt.

H_E2 = 0

Glg. 10

H_2V = 2.5

[Ergebnis]

Berechnung der Mündungshöhe H_A für den ungestörten Abtransport der Abgase...

H_A = 3.8

Berechnung der Mündungshöhe H_E für die ausreichende Verdünnung der Abgase...

H_E = 0

H_M - Mündungshöhe über First = 3.8

H_M - Mündungshöhe über Dach = 4

---- Mündungshöhe über Grund = 10.5

Protokolldatei des Ausbreitungsmodells (Datei 'austal.log'):

2023-04-19 14:22:06 -----
TalServer:.

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

Arbeitsverzeichnis: ./.

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:41
Das Programm läuft auf dem Rechner "FRANKFURT".

===== Beginn der Eingabe =====

```
> ti "Buchenberg"
> gh ".../DHM/Buchenberg.dgm"
> az ".../.../4-Meteorologie/modelled-Buchenberg.akt"
> xa -205 'Lage des Anemometers'
> ya 345
> qs 2 'Qualitätsstufe'
> qb 0
> os NESTING+SCINOTAT
> ri ?
> z0 1.0 'wegen geplanter Bebauung erhöht'
> ux 592955
> uy 5283505
> xb 23.09 15.09 7.13 7.13
> yb 1.50 19.84 50.33 50.49
> ab 27.58 3.89 21.76 13.43
> bb 12.47 3.77 15.91 14.45
> cb 6.70 13.00 7.00 7.70
> wb 14.27 24.05 -73.73 9.08
> xq 20.71 20.71 20.71 20.71 20.71 20.71 20.71
20.71 20.71 20.71 20.71 20.71 20.71 20.71
20.71 20.71 20.71 20.71 20.71 20.71 20.71
20.71 46.69 49.90 32.85
> yq 8.49 8.49 8.49 8.49 8.49 8.49 8.49
8.49 8.49 8.49 8.49 8.49 8.49 8.49
8.49 8.49 8.49 8.49 8.49 8.49 8.49
8.49 20.41 8.32 3.97
> aq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 17.51 12.55 17.56
> bq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00
> hq 10.50 10.50 10.50 10.50 10.50 10.50 10.50
10.50 10.50 10.50 10.50 10.50 10.50 10.50
10.50 10.50 10.50 10.50 10.50 10.50 10.50
10.50 0.00 0.00 0.00
> cq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 5.00 5.00 5.00
```

```

> wq      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00     -165.69     104.57     14.19
> odor ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?
?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?
?    ? 15 15 15
> no      ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?
?    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0
0    0    0    0    0
> no2     ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?
?    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0
0    0    0    0    0
> pm-1 ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?
?    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0
0    0    0    0    0
> pm-2 ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?
?    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0
0    0    0    0    0
> pm25-1 ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?    ?
?    ?    0    0    0    0    0    0    0    0    0
0    0    0    0    0
> dq     0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600
0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600
0.600 0.600 0 0 0
> vq     3.311 3.107 2.800 2.260 1.366 0.965 0.886 0.871 1.196 1.542 2.422
3.275 3.311 3.107 2.800 2.260 1.366 0.965 0.886 0.871 1.196 1.542
2.422 3.275 0 0 0
> tq     120.0 120.0 120.0 120.0 120.0 120.0 120.0 120.0 120.0 120.0 120.0
120.0 120.0 120.0 120.0 120.0 120.0 120.0 120.0 120.0 120.0 120.0
120.0 120.0 0 0 0
> zq     0.150 0.150 0.150 0.150 0.150 0.150 0.150 0.150 0.150 0.150 0.150
0.150 0.150 0.150 0.150 0.150 0.150 0.150 0.150 0.150 0.150 0.150
0.150 0.150 0 0 0
> xp     89     197    58     89     197    58     89     197    58
> yp     33     187    42     33     187    42     33     187    42
> hp     1.5    1.5    1.5    4.5    4.5    4.5    7.5    7.5    7.5
===== Ende der Eingabe =====

```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.
Die Höhe hq der Quelle 25 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 26 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 27 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 13.0 m.

Festlegung des Vertikalrasters:

```

0.0  3.0  6.0  9.0  12.0  15.0  18.0  21.0  24.0  27.0
31.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0
700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0

```

Festlegung des Rechnernetzes:

```

dd      4      8     16     32     64
x0     -64    -144   -352   -704  -1024
nx      40     40     48     46     34
y0     -56    -128   -384   -768  -1024
ny      44     38     48     48     32
nz       9     24     24     24     24

```

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.10 (0.09).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.16 (0.16).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.34 (0.32).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.39 (0.34).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.35 (0.30).
Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.
Die Zeitreihen-Datei "././zeitreihe.dmna" wird verwendet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=23.7 m verwendet.
Die Angabe "az .././../4-Meteorologie/modelled-Buchenberg.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
Prüfsumme TALDIA abbd92e1
Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
Prüfsumme SERIES aa1256f4
Gesamtniederschlag 1658 mm in 1451 h.

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

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "no2"
TMT: 366 Mittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "././no2-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-depz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-deps01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-wetz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-wets01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-dryz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-drys01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-depz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-deps02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-wetz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-wets02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-dryz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-drys02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-depz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-deps03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-wetz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-wets03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-dryz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-drys03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-j00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-j00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-depz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-deps04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-wetz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-wets04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-dryz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-drys04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-j00z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "././no2-j00s05" ausgeschrieben.

TMT: Datei "../no2-depz05" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-deps05" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-wetz05" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-wets05" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-dryz05" geschrieben.
TMT: Datei "../no2-drys05" geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "no"
TMT: 366 Mittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "../no-depz01" geschrieben.
TMT: Datei "../no-deps01" geschrieben.
TMT: Datei "../no-dryz01" geschrieben.
TMT: Datei "../no-drys01" geschrieben.
TMT: Datei "../no-depz02" geschrieben.
TMT: Datei "../no-deps02" geschrieben.
TMT: Datei "../no-dryz02" geschrieben.
TMT: Datei "../no-drys02" geschrieben.
TMT: Datei "../no-depz03" geschrieben.
TMT: Datei "../no-deps03" geschrieben.
TMT: Datei "../no-dryz03" geschrieben.
TMT: Datei "../no-drys03" geschrieben.
TMT: Datei "../no-depz04" geschrieben.
TMT: Datei "../no-deps04" geschrieben.
TMT: Datei "../no-dryz04" geschrieben.
TMT: Datei "../no-drys04" geschrieben.
TMT: Datei "../no-depz05" geschrieben.
TMT: Datei "../no-deps05" geschrieben.
TMT: Datei "../no-dryz05" geschrieben.
TMT: Datei "../no-drys05" geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 366 Mittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "../pm-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35z01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35s01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35i01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00i01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-depz01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-deps01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-wetz01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-wets01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-dryz01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-drys01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35z02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35s02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35i02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00i02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-depz02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-deps02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-wetz02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-wets02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-dryz02" geschrieben.

TMT: Datei "../pm-drys02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35z03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35s03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35i03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00z03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00s03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00i03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-depz03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-deps03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-wetz03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-wets03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-dryz03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-drys03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35z04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35s04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35i04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00z04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00s04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00i04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-depz04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-deps04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-wetz04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-wets04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-dryz04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-drys04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-j00s05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35z05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35s05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t35i05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00z05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00s05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-t00i05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-depz05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-deps05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-wetz05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-wets05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-dryz05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm-drys05" geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm25"
TMT: 366 Mittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "../pm25-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm25-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../pm25-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm25-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../pm25-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm25-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "../pm25-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm25-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "../pm25-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "../pm25-j00s05" geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor"
TMT: 366 Mittel (davon ungültig: 0)

```
TMT: Datei "../odor-j00z01" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s01" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00z02" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s02" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00z03" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s03" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00z04" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s04" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00z05" geschrieben.
TMT: Datei "../odor-j00s05" geschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.1.2-WI-x.
TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "no2"
TQL: Datei "../no2-s18z01" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s18s01" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s00z01" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s00s01" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s18z02" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s18s02" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s00z02" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s00s02" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s18z03" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s18s03" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s00z03" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s00s03" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s18z04" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s18s04" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s00z04" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s00s04" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s18z05" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s18s05" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s00z05" geschrieben.
TQL: Datei "../no2-s00s05" geschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "no2"
TMO: Datei "../no2-zbpz" geschrieben.
TMO: Datei "../no2-zbps" geschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
TMO: Datei "../pm-zbpz" geschrieben.
TMO: Datei "../pm-zbps" geschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm25"
TMO: Datei "../pm25-zbpz" geschrieben.
TMO: Datei "../pm25-zbps" geschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "odor"
TMO: Datei "../odor-zbpz" geschrieben.
TMO: Datei "../odor-zbps" geschrieben.
=====
```

Auswertung der Ergebnisse:

=====

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

WARNUNG: Eine oder mehrere Quellen sind niedriger als 10 m.


```

NO      DEP  1.252e+00  0.3%  2.430e-01  0.4%  1.967e+00  0.3%  1.252e+00  0.3%  2.430e-
01  0.4%  1.967e+00  0.3%  1.252e+00  0.3%  2.430e-01  0.4%  1.967e+00  0.3%  kg/(ha*a)
NO      DRY  1.252e+00  0.3%  2.430e-01  0.4%  1.967e+00  0.3%  1.252e+00  0.3%  2.430e-
01  0.4%  1.967e+00  0.3%  1.252e+00  0.3%  2.430e-01  0.4%  1.967e+00  0.3%  kg/(ha*a)
PM      DEP  1.007e-03  0.3%  1.834e-04  0.4%  1.583e-03  0.3%  1.007e-03  0.3%  1.834e-
04  0.4%  1.583e-03  0.3%  1.007e-03  0.3%  1.834e-04  0.4%  1.583e-03  0.3%  g/(m²*d)
PM      DRY  9.236e-04  0.3%  1.675e-04  0.4%  1.465e-03  0.3%  9.236e-04  0.3%  1.675e-
04  0.4%  1.465e-03  0.3%  9.236e-04  0.3%  1.675e-04  0.4%  1.465e-03  0.3%  g/(m²*d)
PM      WET  8.364e-05  0.1%  1.588e-05  0.2%  1.177e-04  0.1%  8.364e-05  0.1%  1.588e-
05  0.2%  1.177e-04  0.1%  8.364e-05  0.1%  1.588e-05  0.2%  1.177e-04  0.1%  g/(m²*d)
PM      J00  1.347e+00  0.1%  2.841e-01  0.3%  2.393e+00  0.2%  1.357e+00  0.1%  2.900e-
01  0.2%  2.509e+00  0.1%  1.337e+00  0.1%  2.874e-01  0.2%  2.642e+00  0.1%  µg/m³
PM      T35  3.679e+00  1.5%  7.661e-01  4.0%  6.076e+00  2.2%  3.718e+00  1.3%  7.751e-
01  3.3%  6.271e+00  1.6%  3.606e+00  0.9%  7.753e-01  2.7%  6.656e+00  1.4%  µg/m³
PM      T00  6.219e+00  1.3%  1.750e+00  2.9%  1.090e+01  1.8%  6.242e+00  1.0%
1.696e+00  2.2%  1.167e+01  1.3%  6.328e+00  0.9%  1.720e+00  1.8%  1.265e+01  1.2%
µg/m³
PM25    J00  4.263e-01  0.1%  9.525e-02  0.3%  7.503e-01  0.2%  4.228e-01  0.1%  9.530e-
02  0.2%  7.735e-01  0.1%  4.116e-01  0.1%  9.282e-02  0.2%  8.050e-01  0.1%  µg/m³
ODOR    J00  7.639e+00  0.1  4.121e+00  0.0  2.469e+01  0.1  7.457e+00  0.0  4.155e+00
0.0  2.330e+01  0.1  7.195e+00  0.0  3.939e+00  0.0  2.096e+01  0.1  %
=====
=====

```

2023-04-19 21:37:46 AUSTAL beendet.

Protokolldatei des Windfeldmodells (Datei 'taldia.log'; Ausschnitt):

```

2023-04-17 11:23:17 -----
TwnServer:./
TwnServer:-B~/lib
TwnServer:-w30000

2023-04-17 11:23:17 TALdia 3.1.2-WI-x: Berechnung von Windfelddbibliotheken.
Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:50
Das Programm läuft auf dem Rechner "FRANKFURT".
===== Beginn der Eingabe =====
> ti      "Buchenberg"
> gh      ".../DHM/Buchenberg.dgm"
> az      ".../4-Meteorologie/modelled-Buchenberg.akt"
> xa      -205      'Lage des Anemometers
> ya      345
> qs      2          'Qualitätsstufe
> qb      0
> os      NESTING+SCINOTAT
> ri      ?
> z0      1.0      'wegen geplanter Bebauung erhöht
> ux      592955
> uy      5283505
> xb      23.09      15.09      7.13      7.13
> yb      1.50      19.84      50.33      50.49
> ab      27.58      3.89      21.76      13.43
> bb      12.47      3.77      15.91      14.45
> cb      6.70      13.00      7.00      7.70

```

> wb	14.27	24.05	-73.73	9.08							
> xq	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71
20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71
20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71	20.71
20.71	46.69	49.90	32.85								
> yq	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49
8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49
8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49	8.49
8.49	20.41	8.32	3.97								
> aq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	17.51	12.55	17.56								
> bq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> hq	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
15.00	0.00	0.00	0.00								
> cq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	5.00	5.00	5.00								
> wq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	-165.69	104.57	14.19								
> odor	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	10	10	10							
> no	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0							
> no2	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0							
> pm-1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0							
> pm-2	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0							
> pm25-1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
?	?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> dq	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
0.600	0.600	0	0	0							
> vq	3.311	3.107	2.800	2.260	1.366	0.965	0.886	0.871	1.196	1.542	2.422
3.275	3.311	3.107	2.800	2.260	1.366	0.965	0.886	0.871	1.196	1.542	
2.422	3.275	0	0	0							
> tq	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
120.0	120.0	0	0	0							

```
> zq  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150
      0.150  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150  0.150
      0.150  0.150  0  0  0
> xp  89    197   58    89    197   58    89    197   58
> yp  33    187   42    33    187   42    33    187   42
> hp  1.5   1.5   1.5   4.5   4.5   4.5   7.5   7.5   7.5
===== Ende der Eingabe =====
```

Die Höhe h_q der Quelle 25 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe h_q der Quelle 26 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe h_q der Quelle 27 beträgt weniger als 10 m.

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 13.0 m.

Festlegung des Vertikalrasters:

```
  0.0  3.0  6.0  9.0  12.0  15.0  18.0  21.0  24.0  27.0
 31.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0
700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
```

Festlegung des Rechnernetzes:

```
dd      4      8     16     32     64
x0     -64    -144   -352   -704  -1024
nx      40     40     48     46     34
y0     -56    -128   -384   -768  -1024
ny      44     38     48     48     32
nz       9     24     24     24     24
```

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.09 (0.09).

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.16 (0.16).

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.34 (0.32).

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.39 (0.34).

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.35 (0.30).

Die Zeitreihen-Datei "././zeitreihe.dmna" wird verwendet.

Die Wertereihe für "ri" wird ignoriert (DMNA).

Es wird die Anemometerhöhe ha=23.7 m verwendet.

Die Angabe "az .././././4-Meteorologie/modelled-Buchenberg.akt" wird ignoriert.

[...]

Eine Windfeldbibliothek für 216 Situationen wurde erstellt.

Der maximale Divergenzfehler ist 0.014 (1001).

2023-04-17 12:00:05 TALdia ohne Fehler beendet.

Protokolldatei des Programm GAK:GAK-Bayern V3.03 03.04.2023 14:36

Betrachtete Quelle 1 Quellbezeichnung: Kamin
Punktquelle
Lage: x-Koordinate 3593089 y-Koordinate 5285189
Höhe der Quelle über Grund: 10.5 m

Untersuchungsgebiet
Linke untere Ecke: 4365905. 5283905.
Rechte obere Ecke: 4369955. 5287955.

Ergebnis

1. Termin (0:10):

Wind aus SO, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.1 m/s; Kaltlufthöhe 3 m
Kaltlufthöhe und Windgeschwindigkeit sind gering (H<10 m, v<0,25 m/s)
Ausbreitung wird bereits durch geringe übergeordnete Strömungen gestört.
Ausbreitungsrichtung kann von der Kaltluftfließrichtung deutlich abweichen.
Quelle

2. Termin (0:20):

Wind aus OSO, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.2 m/s; Kaltlufthöhe 5 m
Kaltlufthöhe und Windgeschwindigkeit sind gering (H<10 m, v<0,25 m/s)
Ausbreitung wird bereits durch geringe übergeordnete Strömungen gestört.
Ausbreitungsrichtung kann von der Kaltluftfließrichtung deutlich abweichen.
Quelle

3. Termin (0:30):

Wind aus OSO, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.2 m/s; Kaltlufthöhe 5 m
Kaltlufthöhe und Windgeschwindigkeit sind gering (H<10 m, v<0,25 m/s)
Ausbreitung wird bereits durch geringe übergeordnete Strömungen gestört.
Ausbreitungsrichtung kann von der Kaltluftfließrichtung deutlich abweichen.
Quelle

4. Termin (0:40):

Wind aus OSO, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.2 m/s; Kaltlufthöhe 5 m
Kaltlufthöhe und Windgeschwindigkeit sind gering (H<10 m, v<0,25 m/s)
Ausbreitung wird bereits durch geringe übergeordnete Strömungen gestört.
Ausbreitungsrichtung kann von der Kaltluftfließrichtung deutlich abweichen.
Quelle

5. Termin (0:50):

Wind aus SW, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.1 m/s; Kaltlufthöhe 8 m
Kaltlufthöhe und Windgeschwindigkeit sind gering (H<10 m, v<0,25 m/s)
Ausbreitung wird bereits durch geringe übergeordnete Strömungen gestört.
Ausbreitungsrichtung kann von der Kaltluftfließrichtung deutlich abweichen.
Quelle

6. Termin (1:00):

Wind aus W, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.3 m/s; Kaltlufthöhe 16 m
Mäßige Kaltlufthöhe und geringe Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<0,25 m/s)
Ausbreitung wird bereits durch geringe übergeordnete Strömungen gestört.
Ausbreitungsrichtung kann von der Kaltluftfließrichtung deutlich abweichen.

7. Termin (1:10):	
Wind aus WSW, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.3 m/s; Kaltlufthöhe	21 m
Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)	
8. Termin (1:20):	
Wind aus WSW, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.3 m/s; Kaltlufthöhe	23 m
Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)	
9. Termin (1:30):	
Wind aus WSW, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.3 m/s; Kaltlufthöhe	23 m
Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)	
10. Termin (1:40):	
Wind aus WSW, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe	24 m
Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)	
11. Termin (1:50):	
Wind aus WSW, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe	24 m
Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)	
12. Termin (2:00):	
Wind aus SW, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe	25 m
Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)	
13. Termin (2:30):	
Wind aus SW, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe	25 m
Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)	
14. Termin (3:00):	
Wind aus SW, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe	25 m
Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)	
15. Termin (4:00):	
Wind aus S, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.9 m/s; Kaltlufthöhe	53 m
Große Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H>50 m, v<1 m/s)	
16. Termin (5:00):	
Wind aus S, mittlere Windgeschwindigkeiten um 1.1 m/s; Kaltlufthöhe	83 m
Große Kaltlufthöhe und deutliche Windgeschwindigkeit (H>50 m, v>1 m/s)	
17. Termin (6:00):	
Wind aus S, mittlere Windgeschwindigkeiten um 1.4 m/s; Kaltlufthöhe	111 m
Große Kaltlufthöhe und deutliche Windgeschwindigkeit (H>50 m, v>1 m/s)	
## Kaltluft überragt Gelände im näheren Umfeld -	
## bodennah kann Richtung und Geschwindigkeit von Simulation abweichen!	
18. Termin (7:00):	
Wind aus S, mittlere Windgeschwindigkeiten um 1.5 m/s; Kaltlufthöhe	124 m
Große Kaltlufthöhe und deutliche Windgeschwindigkeit (H>50 m, v>1 m/s)	
## Kaltluft überragt Gelände im näheren Umfeld -	
## bodennah kann Richtung und Geschwindigkeit von Simulation abweichen!	

-
Kaltluftsituation ist bei Immissionsprognosen zu berücksichtigen.

Anhang 4: Auszug aus der meteorologischen Übertragbarkeitsprüfung



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

an einem Anlagenstandort in Buchenberg



Auftraggeber:	IMA Richter & Röckle GmbH & Co.KG Eisenbahnstraße 43 D-79098 Freiburg	Tel.: 0761 2021661
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. Thomas Köhler Tel.: 037206 8929-44 Email: Thomas.Koehler@ifu-analytik.de	Dr. Hartmut Sbosny Tel.: 037206 8929-43 Email: Hartmut.Sbosny@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	DPR.20230310-01	
Ort, Datum:	Frankenberg, 4. April 2023	
Anzahl der Seiten:	59	
Anlagen:	-	



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

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

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

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

HRB Chemnitz 21046
UST-ID DE23 3500178
Geschäftsführer Axel Delan

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

9 Zusammenfassung

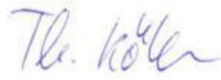
Für den zu untersuchenden Standort in Buchenberg wurde überprüft, ob sich die meteorologischen Daten einer oder mehrerer Messstationen des Deutschen Wetterdienstes zum Zweck einer Ausbreitungsberechnung nach Anhang 2 der TA Luft übertragen lassen.

Dabei zeigte sich keine der umliegenden Messstationen für eine Übertragung geeignet. Daher wurden im Rahmen eines Sonderfalls modellierte meteorologische Daten für eine Ausbreitungsberechnung bereitgestellt.

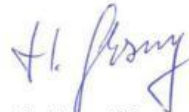
Der berechnete Satz modellierter Daten wurde für die UTM-Koordinaten 32592750, 5283850 erstellt.

Als repräsentatives Jahr für die modellierten meteorologischen Daten wurde aus einem Gesamtzeitraum der Zeitraum 01.01.2012 bis zum 31.12.2012 ermittelt.

Frankenberg, am 4. April 2023



Dipl.-Phys. Thomas Köhler
- erstellt -



Dr. Hartmut Sbosny
- freigegeben -