

Auftraggeber: NKW Tengen GmbH
Espelweg 50
78250 Tengen

**Prognose der Geruchsemissionen und
-immissionen als Grundlage für den
Bebauungsplan zur Erweiterung der
Biogasanlage der NKW Tengen GmbH**

Datum: 31.08.2023
Projekt-Nr.: 23-02-21-FR
Bearbeiter: **Stephan Ruh, M.Sc. Sustainable Systems Engineering**
Sachverständiger
Claus-Jürgen Richter, Diplom-Meteorologe
Geschäftsführer, Sachverständiger

IMA Richter & Röckle
Eisenbahnstraße 43
79098 Freiburg

Tel. 0761/ 217 7508

Fax. 0761/ 202 1671

E-mail: ruh@ima-umwelt.de

INHALT

1	Aufgabenstellung	6
2	Örtliche Verhältnisse	6
3	Betriebsbeschreibung	8
3.1	Bestehende Anlage	8
3.2	Geplante Betriebserweiterungen	9
3.2.1	Blockheizkraftwerke	9
3.2.2	Proteinproduktion	10
3.2.3	LXP-Anlage	11
4	Beurteilungsgrundlagen	12
4.1	Allgemeines	12
4.2	Immissionswerte	12
4.3	Irrelevanzregelung	12
4.4	Beurteilungsflächen	12
5	Ermittlung der Schornsteinhöhe zur Ableitung der Abgase	13
6	Geruchsemissionen	14
6.1	Grundlagen	14
6.2	Biogasanlage	14
6.2.1	Diffuse Quellen	14
6.2.2	Schornsteine der Blockheizkraftwerke (gefasste Quellen)	16
6.3	Proteinproduktion	18

6.4	LXP-Anlage.....	18
6.5	Zusammenfassung der Geruchsemissionen.....	19
7	Meteorologische Daten für die Ausbreitungsrechnung	19
7.1	Allgemeines	19
7.2	Verwendete meteorologische Daten	20
7.3	Kaltluftabflüsse	22
8	Geruchsimmissionen.....	25
8.1	Verwendetes Ausbreitungsmodell.....	25
8.2	Geruchsimmissionen	26
9	Zusammenfassung und Hinweise.....	26
	Anhang 1: Flächenhafte Verteilung der Geruchsimmissionen	30
	Anhang 2: Ausbreitungsrechnungen.....	31
A2.1	Allgemeines	31
A2.2	Verwendetes Ausbreitungsmodell.....	31
A2.3	Beurteilungs- und Rechengebiet	31
A2.4	Geländeeinfluss	32
A2.5	Rauigkeitslänge	33
A2.6	Berücksichtigung von Gebäuden.....	34
A2.7	Quellen	36
A2.8	Statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells.....	37
A2.9	Abgasfahnenüberhöhung	38

Anhang 3: Protokolldatei des Kaltluftabflussmodells.....	40
Anhang 4: Protokolldatei des Modells AUSTAL	42
Anhang 5: Protokolldatei des Windfeldmodells	44

1 Aufgabenstellung

Die NKW Tengen GmbH plant die Erweiterung ihrer Biogasanlage um eine Halle zur Produktion von Protein für die Tiernahrung sowie um eine LXP-Anlage zur Verwertung von minderwertiger Biomasse. Außerdem sollen zwei der drei bestehenden Blockheizkraftwerk-Module (BHKW 2 und 3) durch ein neues Modul (BHKW 5) ersetzt werden.

Bevor das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren in die Wege geleitet wird, ist ein Bebauungsplanverfahren durchzuführen. Hierfür sind die zu erwartenden Geruchsmissionen zu ermitteln.

Die iMA Richter & Röckle GmbH & Co.KG, Messstelle nach § 29b BImSchG und akkreditiert nach DIN 17025 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft und Geruchsmissions-Richtlinie, wurde von der NKW Tengen GmbH mit der Erstellung des Gutachtens beauftragt.

Das Gutachten gliedert sich in folgende Kapitel:

- Darstellung der örtlichen Verhältnisse (Kapitel 2)
- Kurzbeschreibung der vorhandenen Anlage und der geplanten Erweiterungen (Kapitel 3)
- Darstellung der Beurteilungsgrundlagen (Kapitel 4)
- Ermittlung der Schornsteinhöhen zur Ableitung der Abgase (Kapitel 5)
- Darstellung der Geruchsemissionen (Kapitel 6)
- Darstellung der meteorologischen Eingangsdaten für die Geruchsausbreitung (Kapitel 7)
- Darstellung der zu erwartenden Geruchsmissionen (Kapitel 8)
- Zusammenfassung der Ergebnisse und Planungshinweise (Kapitel 9).

2 Örtliche Verhältnisse

Der Anlagenstandort befindet sich etwa 800 m nordwestlich des Stadtkerns von Tengen. Die nächstgelegene Wohnbebauung weist folgende Entfernungen zu den Emissionsquellen der NKW Tengen GmbH auf:

- ca. 280 m südöstlich im Espelweg
- ca. 460 m südöstlich in der Leipferdinger Straße

Etwa 280 m südöstlich befindet sich ein Campingplatz.

Die Lage des Betriebsgeländes und dessen nähere Umgebung können dem Luftbild in Abbildung 2-1 entnommen werden.

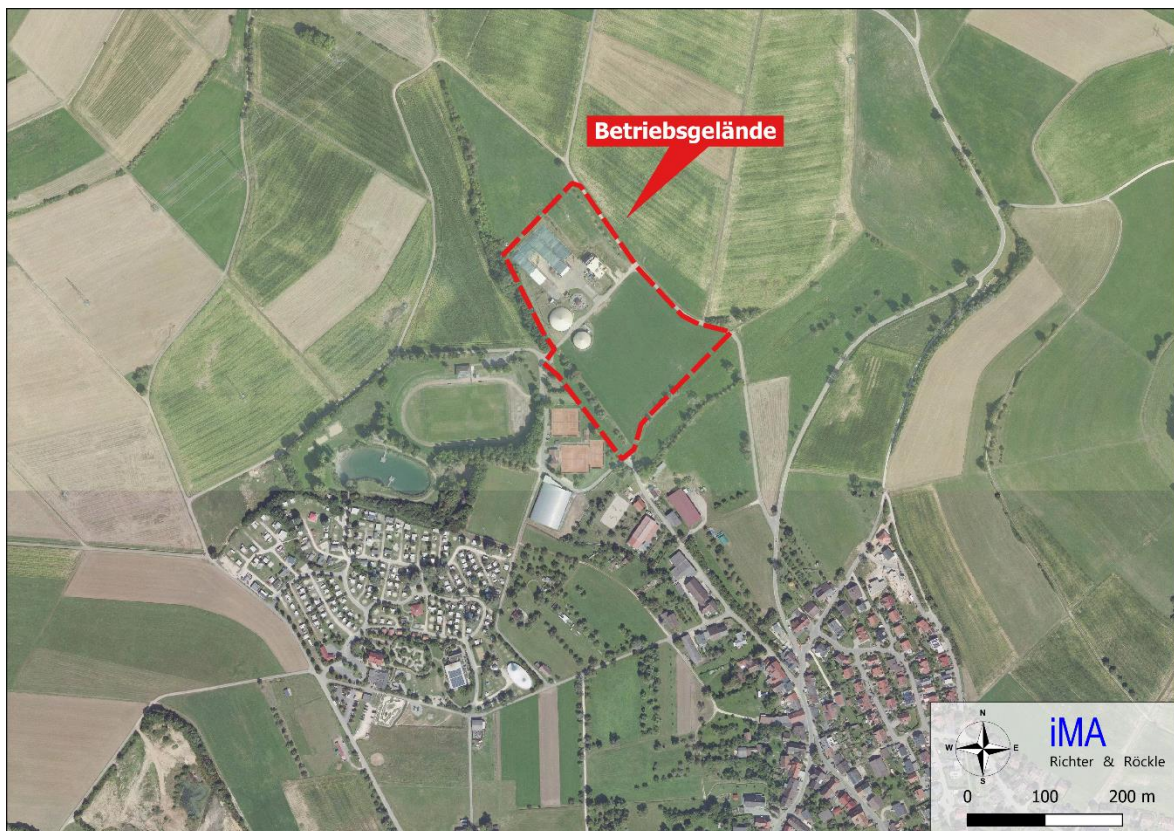


Abbildung 2-1: Lage des Betriebsgeländes (rot gestrichelt umrandet) und der näheren Umgebung. Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2023 © Hexagon.

Die topografischen Verhältnisse sind in Abbildung 2-2 dargestellt. Das Betriebsgelände liegt an einem von Süden nach Norden ansteigenden Hang auf einer Höhe von etwa 670 m ü. NN. Die weitere Umgebung ist durch die hügelige Struktur des Hegau gekennzeichnet. Großräumig fällt das Gelände in Richtung Südosten zum Bodensee ab.

Die Örtlichkeiten wurden von uns am 03.08.2023 besichtigt. Dabei wurden alle für die Aufgabenstellung erforderlichen Umgebungsverhältnisse erfasst.

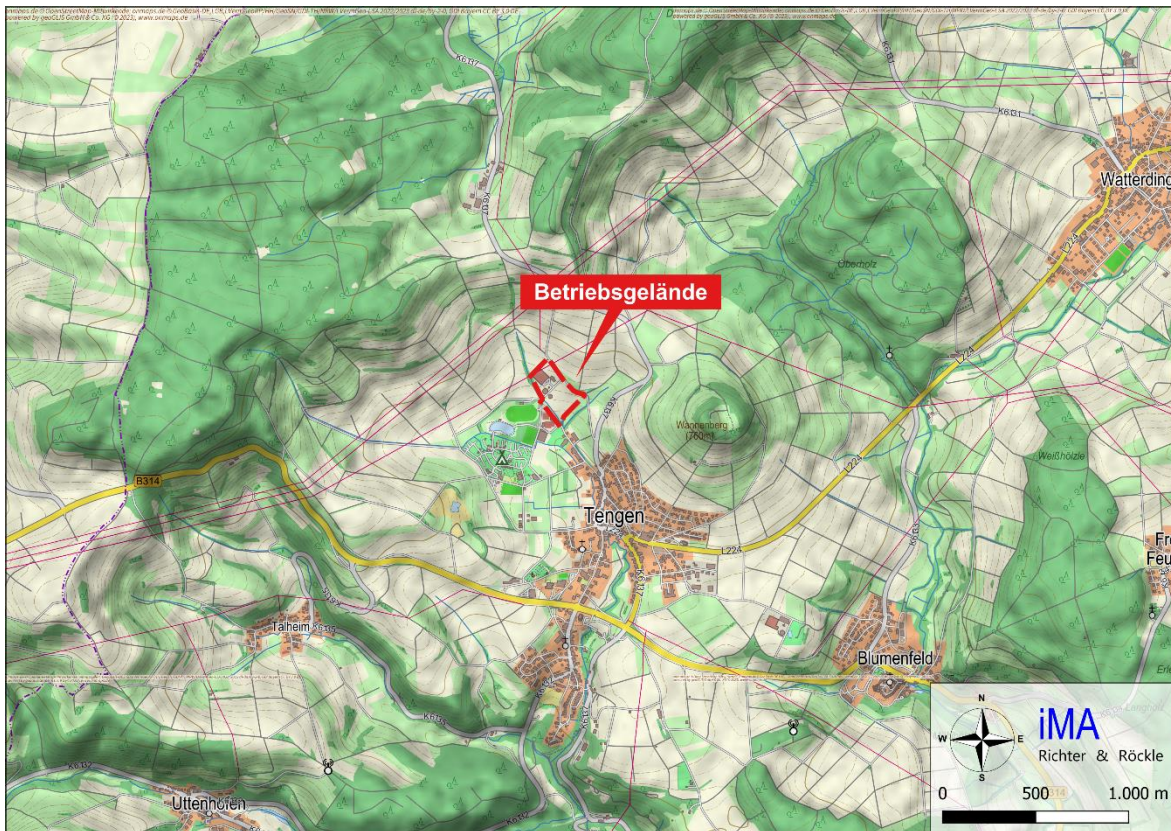


Abbildung 2-2: Ausschnitt aus der topografischen Karte.
Kartengrundlage: onmaps.de (c)GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2023.

3 Betriebsbeschreibung

In den nachfolgenden Kapiteln werden die für das Geruchsgutachten relevanten Anlagenteile beschrieben.

3.1 Bestehende Anlage

Die Biogasanlage der NKW Tengen GmbH ist seit Mai 2009 in Betrieb. Sie besteht aus einem Fahrsilo mit 4 Kammern, zwei Fermentern und drei BHKW, die in einem Betriebsgebäude untergebracht sind. Die Anlagenteile sind in Abbildung 3-1 dargestellt.

Der Substrateinsatz ist mit 10.950 t/a genehmigt. In den drei BHKW werden 2.000.000 m³/a an Biogas verwertet.

Als Substrat wird hauptsächlich Mais-, Gras- und Ganzpflanzensilage verwendet. Diese werden im Fahrsilo zwischengelagert und mittels Radlader in den Feststoffdosierer eingebracht. In der Regel wird der Dosierer während etwa 45 Minuten pro Tag beschickt.

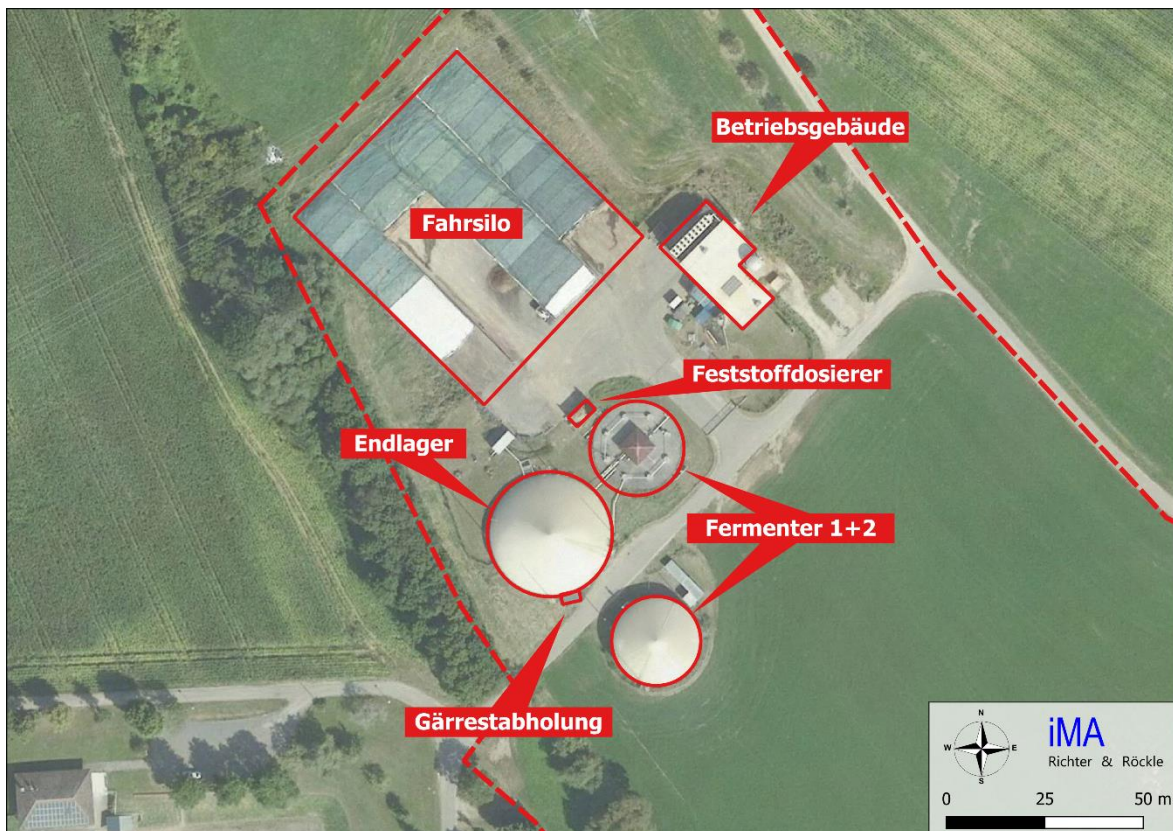


Abbildung 3-1: Anlagenteile der bestehenden Biogasanlage.
Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2023 © Hexagon.

Die Biomasse wird in den Fermentern vergoren. Der Gärrest wird in einem Substratendlager mit einem Volumen von 4.500 m³ bis zur Abholung gelagert. Die Fermenter und das Endlager sind gegenüber der Umgebung luftdicht abgetrennt, sodass keine Emissionen freigesetzt werden.

Die Abholung der Gärreste erfolgt auf einem Abholplatz südlich des Endlagers. Zum Abholen wird der Gärrest mithilfe einer Güllepumpe in Güllefässer mit einem Volumen von ca. 18 m³ gepumpt.

3.2 Geplante Betriebserweiterungen

3.2.1 Blockheizkraftwerke

Die bestehenden BHKW 2 und 3 mit jeweils 250 kW_{el} sollen durch ein BHKW 5 ersetzt werden, das baugleich zum BHKW 4 (550 kW_{el}) ist. Die Lage der Schornsteine des bestehenden BHKW 4 und des geplanten BHKW 5 sind in Abbildung A2-3 auf Seite 37 dargestellt.

3.2.2 Proteinproduktion

Östlich der Fahrsilanlage soll eine Halle zur Produktion von Protein für die Tiernahrung errichtet und betrieben werden. Das bisher für die Biogasanlage genutzte Substrat wird zuerst als Futter für die Larven der schwarzen Soldatenfliege (BSF) verwendet. Die Larven setzen etwa 20 % des Substrats um. Die verbleibenden 80 % werden weiterhin in der Biogasanlage verwendet.

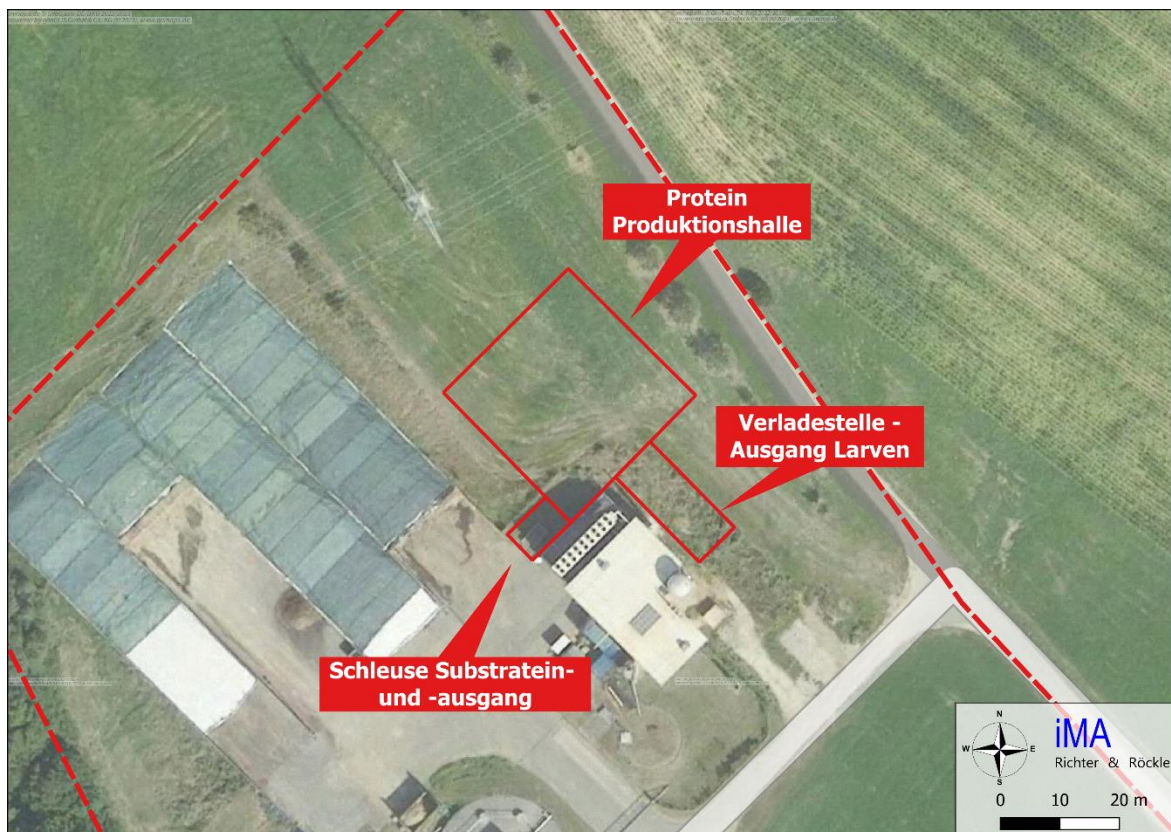


Abbildung 3-2: Anlagenteile der geplanten Halle zur Proteinproduktion.
Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2023 © Hexagon.

Das Substrat wird per Radlader in einen Container, der sich in einer Schleuse am südwestlichen Ende der Produktionshalle befindet, aufgegeben (siehe Abbildung 3-2). Von diesem wird das Substrat auf verschiedene Kammern innerhalb der Produktionshalle verteilt. Nach der Aufzucht der Larven werden diese vom Substrat mithilfe eines Windsichters getrennt und zur Verladestelle der Produktionshalle transportiert. Die Verladestelle befindet sich ebenfalls innerhalb einer Schleuse. Die Larven werden zu einer externen Aufbereitungsanlage transportiert.

Die Produktionshalle wird mit einem Volumenstromstrom von etwa 27.000 m³/h abgesaugt. Die Fortluft wird mittels Biofilter gereinigt und an der nördlichen Seite des Gebäudes über einen etwa 20 m hohen Schornstein senkrecht nach oben ausgeblasen.

3.2.3 LXP-Anlage

Im östlichen Bereich des Betriebsgeländes soll eine Anlage zur Nutzung von minderwertiger bzw. schlecht nutzbarer Biomasse errichtet werden (LXP-Anlage). In der Anlage werden die Inputstoffe in Lignin und Cellulose aufgespalten. Die Cellulose wird direkt in die Biogasanlage gepumpt. Das Lignin wird per Lkw abgeholt und extern zur Herstellung von Kunststoffen verwendet (ersetzt erdöl-basierte Kunststoffe).

Die Anlage soll in einer geschlossenen Halle betrieben werden. Neben der Halle ist ein Fahrsilo mit 2 Kammern vorgesehen, in denen das Eingangsmaterial für die LXP-Anlage gelagert wird. Das Fahrsilo wird eingehaust und an die Hallenabsaugung angeschlossen. Die Einhausung soll eine Höhe von etwa 5 m aufweisen. Der geplante Standort der Halle und des Fahrsilos ist in Abbildung 3-3 dargestellt.

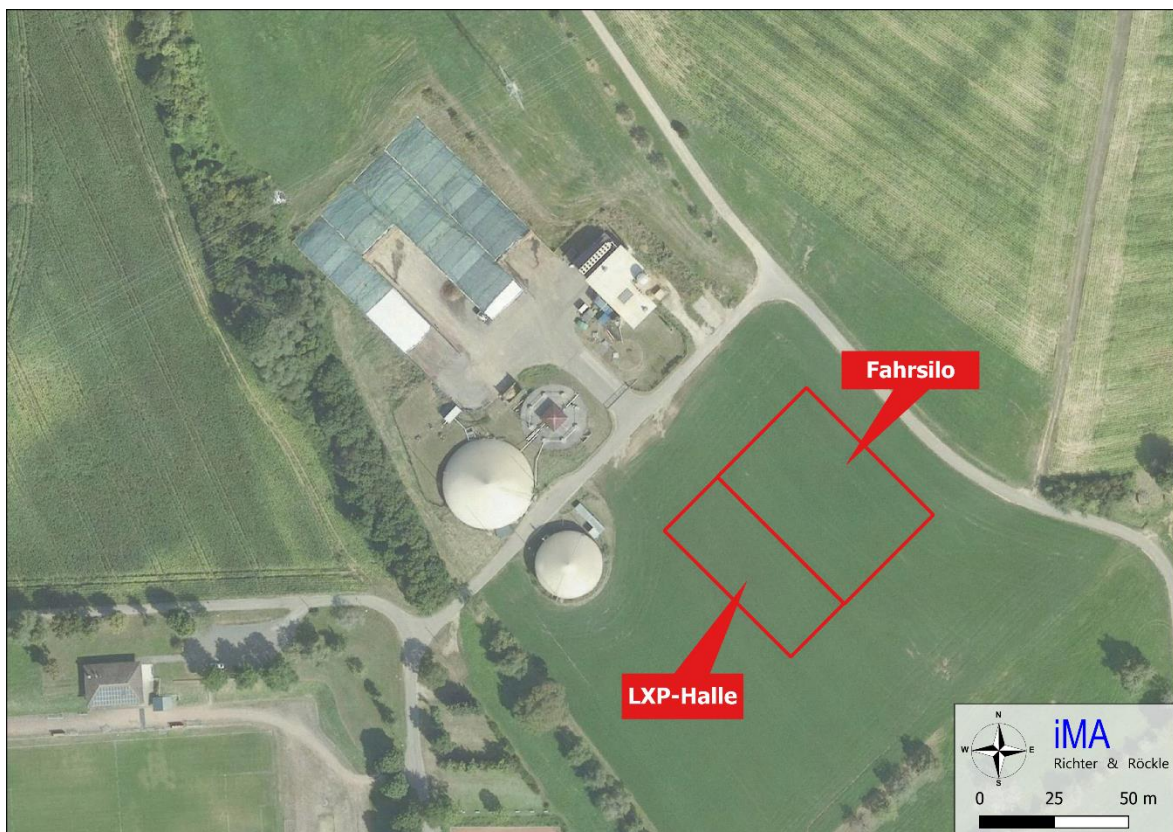


Abbildung 3-3: Halle und Fahrsilo der LXP-Anlage.
Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2023 © Hexagon

Die Halle soll mit einem Volumenstrom von 33.000 m³/h abgesaugt werden. Die Fortluft wird mittels Biofilter gereinigt und an der nördlichen Seite des Gebäudes über einen etwa 20 m hohen Schornstein senkrecht nach oben ausgeblasen.

4 Beurteilungsgrundlagen

4.1 Allgemeines

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 jährlichen Häufigkeit von "Geruchsstunden" beurteilt. Eine „Geruchsstunde“ liegt vor, wenn anlagentypischer Geruch während mindestens 6 Minuten innerhalb der Stunde wahrgenommen wird.

4.2 Immissionswerte

Auf den Beurteilungsflächen (Definition siehe Kapitel 4.3) sind die in Tabelle 4-1 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 4-1: Immissionswerte für Geruch entsprechend TA Luft: Relative Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr.

Gebietsausweisung	Geruchsstunden-Häufigkeit
Wohn-/Mischgebiete, Kerngebiete mit Wohnen, urbane Gebiete	10 %
Gewerbe-/Industriegebiete mit Wohnnutzungen, Kerngebiete ohne Wohnnutzungen	15 %
Gewerbe-/Industriegebiete ohne Wohnnutzungen, Kerngebiete ohne Wohnnutzungen	bis 25 %, abhängig vom Einzelfall

4.3 Irrelevanzregelung

In Nr. 3.3 des Anhangs 7 der TA Luft (2021) wird ausgeführt, dass der Immissionsbeitrag einer Anlage irrelevant ist, wenn sie den Wert von 2 % nicht überschreitet. Bei Einhaltung der Irrelevanz 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.

4.4 Beurteilungsflächen

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 Geruchsmissionen auf Teilen von Beurteilungsflächen zu erwarten sind.

Im vorliegenden Fall werden die Beurteilungsflächen auf 100 m · 100 m verkleinert. Damit wird die flächenhafte Verteilung der Geruchsmissionen an den nächstgelegenen Immissionsorten höher aufgelöst.

5 Ermittlung der Schornsteinhöhe zur Ableitung der Abgase

Die behandelte Fortluft der Proteinproduktion und der LXP-Anlage wird über zwei etwa 20 m hohe Schornsteine abgeleitet.

Zu beachten ist, dass gemäß VDI-Richtlinie 3477 ab Entfernungen von etwa 200 m zum Rand von Biofiltern der Biofiltergeruch nicht mehr vom natürlichen Umgebungsgeruch zu unterscheiden ist, sofern eine einwandfreie Funktion des Biofilters sichergestellt ist. Im LAI-Kommentar zu Kapitel 4.5 des Anhangs 7 der TA Luft¹ wird dies folgendermaßen konkretisiert:

Anlagen mit Abgasreinigungseinrichtungen wie z. B. Biofilter können unter bestimmten Voraussetzungen in der Ausbreitungsrechnung unberücksichtigt bleiben. Bei Biofiltern müssen dazu folgende Bedingungen erfüllt sein:

- *Der Rohgasgeruch ist reingasseitig nicht wahrnehmbar.*
- *Die Geruchsemissionsgrenzwerte werden eingehalten.*
- *Der Abstand zum nächstgelegenen Immissionsort beträgt mindestens 200 m bei Industrieanlagen oder mindestens 100 m bei Tierhaltungsanlagen.*

Die Emissionen des Biofilters können daher ab einem Abstand von 200 m vernachlässigt werden. Da sich die nächstgelegenen Beurteilungspunkte in größeren Abständen befinden, wird hier keine Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft (2021) und VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) durchgeführt.

Eine Prüfung durch uns ergab jedoch, dass bei einer Schornsteinhöhe von 20 m die Ableitung in die freie Luftströmung sichergestellt ist.

¹ Kommentar zu Anhang 7 TA Luft 2021 – Feststellung und Beurteilung von Geruchsmissionen, Stand 08.02.2022, Verabschiedung durch den LAI-Unterausschuss Luftqualität/ Wirkungsfragen/ Verkehr

6 Geruchsemissionen

6.1 Grundlagen

Als Eingangsgröße für die Ausbreitungsrechnungen ist der Geruchsstoffstrom aller geruchsrelevanten Anlagenteile zu ermitteln. Der Geruchsstoffstrom wird in Geruchseinheiten² (GE) pro Sekunde oder Megageruchseinheiten (MGE) pro Stunde angegeben.

Nach der geplanten Erweiterung verfügt die Anlage über folgende Geruchsquellen:

- Bestehende Biogasanlage
- Geplante Proteinproduktion
- Geplante LXP-Anlage

6.2 Biogasanlage

Bei der Biogasanlage sind sowohl diffuse als auch gefasste Geruchsquellen zu berücksichtigen. Die diffusen Quellen umfassen diejenigen Anlagenteile, von denen kein definierter Abgasstrom ausgeht.

Diffuse Quellen sind:

- Offene Anschnittfläche des Fahrsilos während und außerhalb der Entnahme
- Radladerschaufel während der Entnahme von Silage
- Feststoffdosierer während und außerhalb der Beschickung mit Silage
- Gärrestabholungen
- Allgemeiner Platzgeruch

Gefasste Quellen sind:

- Schornsteine der BHKW-Anlagen

Die Emissionen der o.g. Quellen werden im Folgenden dargestellt. Abbildung A2-3 auf Seite 37 enthält einen Plan, in dem die Lage der Quellen dargestellt ist.

6.2.1 Diffuse Quellen

6.2.1.1 Fahrsilo: Entnahme

Für frisch angegrabene Silage ist während der Entnahme und Beschickung eine höhere Geruchsemission als für das ruhende Material zu berücksichtigen. Hierzu wird konservativ auf Erhebungen, die Müsken (2000) an unbelüfteten Bioabfall-Kompostmieten durchgeführt

² Eine Geruchseinheit ist die Menge eines Geruchsstoffs, der in einem Kubikmeter geruchsbehaftetem Gas an der Kollektivschwelle vorhanden ist. Die Kollektivschwelle ist die Geruchswahrnehmungsschwelle für ein Kollektiv von Geruchsprüfern.

hat, zurückgegriffen. Aus den gemessenen Geruchsstoffkonzentrationen an frisch angegrabenen Mieten (maximal 17.000 GE/m³) kann abgeleitet werden, dass eine offene Silagefläche von einem Quadratmeter ca. 50 Geruchseinheiten (GE) pro Sekunde emittiert.

Zur Beschickung der Biogasanlage werden maximal zwei Kammern des Fahrsilos permanent offen gehalten. Das Fahrsilo verfügt über 3 Kammern mit 15 m Breite und eine Kammer mit 12,5 m Breite. Die Silage wird mit einer Höhe von 2,5 m gelagert. Konservativ wird angenommen, dass immer zwei Kammern mit einer Breite von je 15 m geöffnet sind.

Aus dem Emissionsfaktor von 50 GE/(m²·s) und der Anschnittfläche von $2 \cdot 15 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ m} = 75 \text{ m}^2$ berechnet sich ein Geruchsstoffstrom von 3.750 GE/s. Dieser tritt während einer Stunde pro Tag bzw. 365 Stunden pro Jahr auf.

6.2.1.2 Fahrsilo: Emissionen außerhalb der Entnahmezeiten

Zur Ermittlung der Geruchsemissionen außerhalb der Entnahmezeiten wird auf die Emissionsfaktoren der VDI-Richtlinie 3894, Blatt 1 (2011) zurückgegriffen. Für angeschnittene Silageflächen ist ein Emissionsfaktor von 3 GE/(m² s) für Maissilage und von 6 GE/(m² s) für Grassilagen angegeben. Wird beides gemischt gelagert, so ist ein Emissionsfaktor aus dem gewichteten Mittel anzusetzen.

Im Fahrsilo wird Gras-, GPS- und Maissilage gelagert. Die Emissionsfaktoren für Grassilage und GPS sind identisch. Es wird angenommen, dass dauerhaft eine Kammer mit Grassilage und eine Kammer mit Maissilage geöffnet ist. Aus der Anschnittfläche von $15 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ m} = 37,5 \text{ m}^2$ je Kammer ergibt sich Geruchsstoffstrom von $75 \text{ m}^2 \cdot 4,5 \text{ GE}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) = 337,5 \text{ GE/s}$. Dieser Geruchsstoffstrom tritt kontinuierlich außerhalb der Entnahmezeiten, entsprechend $8760 \text{ h/a} - 365 \text{ h/a} = 8.395 \text{ h/a}$, auf.

6.2.1.3 Feststoffdosierer: Beschickungsvorgänge

Der Feststoffdosierer wird im Mittel ein Mal pro Tag beschickt. Für die Entnahme- und Beschickungsvorgänge setzen wir eine Emissionszeit von einer Stunde pro Tag, entsprechend 365 Stunden pro Jahr, an.

Bei der Beschickung des Feststoffdosierers wird analog zu Abschnitt 6.2.1.1 ein Emissionsfaktor von 50 GE/(m²·s) angesetzt. Aus der Oberfläche des Feststoffdosierers von 26 m² errechnet sich ein Geruchsstoffstrom von **1.300 GE/s**, der während 365 Stunden pro Jahr wirksam ist.

6.2.1.4 Feststoffdosierer: Emissionen außerhalb der Beschickungszeiten

In den Jahren 2020, 2021 und 2022 wurden im Mittel 40 % Maissilage und 60 % Grassilage oder GPS verwertet. Der Emissionsfaktor von GPS (Ganzpflanzensilage) entspricht dem von Grassilage. Das gewichtete Mittel der Silagearten beträgt daher 4,2 GE/(m² s).

Aus der Oberfläche von 26 m² und dem Emissionsfaktor von 4,2 GE/(m² s) errechnet sich ein Geruchsstoffstrom von **109 GE/s**. Dieser ist während 8.395 h/a wirksam.

6.2.1.5 Radlader: Entnahme und Beschickung

Die Silage wird per Radlader zum Feststoffdosierer transportiert. Zukünftig soll die Silage stattdessen zur Annahmeschleuse der Halle der Proteinproduktion transportiert werden. Von dieser wird auch das verbleibende Material aus der Proteinproduktion zum Feststoffdosierer transportiert. Während des Transports gehen von der Schaufel Geruchsemissionen aus. Zur Prognose wird in der Schaufel eine offene geruchswirksame Fläche von 5 m² angesetzt. Mit dem Emissionsfaktor von 50 GE/(m² s) (siehe Abschnitt 6.2.1.1) errechnet sich ein Geruchsstoffstrom von **250 GE/s**. Dieser tritt während $2 \cdot 365 = 730$ Stunden pro Jahr auf.

6.2.1.6 Gärrestabholung

Zur Abholung der Gärreste werden Güllefässer mit einem Tankvolumen von 18 m³ eingesetzt. Zur Abschätzung der Emissionen wird konservativ eine Geruchsstoffkonzentration von 7.500 GE/m³ angesetzt, die von uns als maximale Sättigungskonzentration über Schweinegülle gemessen wurde.

Beim Befüllen eines Güllefasses werden etwa 18 m³ geruchsbehafteter Luft verdrängt. Eine Befüllung dauert etwa 10 Minuten. Während des Befüllvorgangs wird ein Geruchsstoffstrom von ca. $18 \text{ m}^3 \cdot 7.500 \text{ GE/m}^3 / (10 \text{ min} \cdot 60 \text{ s/min}) = \mathbf{225 \text{ GE/s}}$. Für die Ausbreitungsrechnung wird konservativ angesetzt, dass dieser Geruchsstoffstrom während eine Stunde pro Befüllung wirksam ist.

Aus der Gärrestmenge von 8.412 m³/a errechnen sich 468 Abholungen und damit 468 Emissionsstunden pro Jahr.

6.2.1.7 Platzgeruch

Zusätzlich wird ein Platzgeruch berücksichtigt, der durch etwaige Materialverluste, Undichtigkeiten oder Verunreinigungen entstehen kann. Er wird mit 10 % der kontinuierlich wirksamen diffusen Gesamtemission angesetzt.

Im vorliegenden Fall werden die Ruheemissionen aus dem Fahrsilo und dem Dosierer berücksichtigt. Hieraus errechnet sich ein Platzgeruch von **45 GE/s**. Dieser wird gleichmäßig über das Betriebsgelände verteilt und ist während 8.760 h/a wirksam.

6.2.2 Schornsteine der Blockheizkraftwerke (gefasste Quellen)

Zur Stromerzeugung werden derzeit 3 Gas-Otto-Motoren betrieben. Zwei davon sollen durch eine neue Anlage ersetzt werden, sodass zwei baugleiche BHKW mit einer Feuerungswärmeleistung von je 1.308 kW und einer elektrischen Leistung von je 550 kW_{el}

betrieben werden. Die beiden BHKW werden auf eine Feuerungswärmeleistung von knapp 1 MW pro Anlage heruntergeregelt, sodass die Gesamt-Feuerungswärmeleistung nicht mehr als 2 MW beträgt.

Bei gutem Funktionszustand sind aus Verbrennungsmotoren nur geringe Geruchsemissionen zu erwarten. Gas-Otto-Motoren weisen gegenüber Zündstrahlmotoren üblicherweise einen geringeren Methanschlupf und damit geringere Geruchsemissionen auf. Insbesondere ändert sich die Geruchscharakteristik des verfeuerten Biogases, da im Abgas vor allem die Stickoxide (NO_x) wahrnehmbar sind. Dies führt zu einem Gasgeruch, ähnlich wie bei einer Gasfeuerung.

Im Folgenden wird vom bestimmungsgemäßen Betrieb der Motoren ausgegangen. Die Geruchsstoffkonzentration im Abgas wird gemäß der Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie des Freistaats Sachsen (LfULG, 2008) mit 3.000 GE/m³ für Gas-Otto-Motoren angesetzt. Gemäß Nr. 2.5 e) der TA Luft (2021) ist der Geruchsstoffstrom das Produkt aus der Geruchsstoffkonzentration im Abgas und dem Volumenstrom bei 293,15 K und 1.013 hPa vor Abzug des Feuchtegehaltes.

In Tabelle 6-1 sind die Ansätze und der daraus berechnete Geruchsstoffstrom des BHKW 4 zusammengefasst. Das geplante BHKW 5 ist baugleich. Der Abgasvolumenstrom wurde dem Messbericht der InfraServ GmbH & Co. Gendorf KG vom Dezember 2022 entnommen.

Tabelle 6-1: Emissionsseitige Daten der beiden baugleichen BHKW für die Ausbreitungsrechnung

Größe	Einheit	Wert
Abgasvolumenstrom i.N.f.	m ³ /h	2.490
Abgasvolumenstrom i.N.f. bei 20°C	m ³ /h	2.672
Geruchsstoffkonzentration	GE/m ³	3.000
Geruchsstoffstrom	GE/s	2.227
Abgastemperatur	°C	175
Emissionszeit	h/a	8.760
Austrittsgeschwindigkeit	m/s	20,8
Mündungsquerschnitt	m	0,273
Relative Feuchte	%	13

Aufgrund ihres Wärmestroms und ihrer Austrittsgeschwindigkeit steigen die Abgase noch mehrere Meter auf (Abgasfahnenüberhöhung). Die Eingangsdaten zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung sind ebenfalls in Tabelle 6-1 aufgeführt.

Für die Ausbreitungsrechnung wird angesetzt, dass die BHKW während des gesamten Jahres (8.760 h/a) betrieben werden. Bei dieser Laufzeit errechnet sich die in Tabelle 6-2 dargestellte Gasmenge. Hieraus wird ersichtlich, dass unser Ansatz zu einem höheren Gasverbrauch führt als der prognostizierte Biogasertrag von 2.000.000 m³/a. Der Ansatz führt somit zu einer Überschätzung der Emissionen und Immissionen.

Tabelle 6-2: Ermittlung des Brennstoffbedarfs der BHKW-Anlagen

Parameter	BHKW
Feuerungswärmeleistung (kW _{FWL})	2.000
Heizwert (kWh/m ³)	5,4
Brennstoffverbrauch pro Stunde (m ³ /h)	370,37
Angesetzte Betriebszeit (h/a)	8.760
Brennstoffverbrauch pro Jahr (m ³ /a)	3.244.444

6.3 Proteinproduktion

Die Halle zur Proteinproduktion soll mit einem Volumenstrom von 27.000 m³/h abgesaugt werden. Der Materialeingang und -ausgang findet über Schleusen statt. Da in der Halle aufgrund der Absaugung ein Unterdruck gegenüber den Schleusen herrscht, strömt potenziell geruchsbehaftete Luft aus den Schleusen in die Halle und wird von der Absaugung erfasst.

Die abgesaugte Luft wird mithilfe eines Biofilters gereinigt. Zu beachten ist, dass gemäß VDI-Richtlinie 3477 (2016) ab Entfernungen von etwa 200 m zum Rand von Biofiltern der Biofiltergeruch nicht mehr vom natürlichen Umgebungsgeruch zu unterscheiden ist, sofern eine einwandfreie Funktion des Biofilters sichergestellt ist (siehe Ausführungen in Kapitel 5). Da alle Immissionsorte weiter als 200 m von den Biofilterschornsteinen entfernt liegen, können die Emissionen der Biofilter vernachlässigt werden. Voraussetzung hierfür ist eine einwandfreie Funktion der Biofilter, die nach VDI-Richtlinie 3477 (2016) zu prüfen ist.

6.4 LXP-Anlage

Die LXP-Halle soll mit einem Volumenstrom von 33.000 m³/h abgesaugt werden. Durch den Unterdruck gegenüber der Umgebung strömt die geruchsbehaftete Luft des eingehausten Fahrsilos in die LXP-Halle. Die abgesaugte Luft wird mittels Biofilter gereinigt und über einen etwa 20 m hohen Schornstein ins Freie geleitet. Analog zu Abschnitt 6.3 werden auch bei der LXP-Anlage die Geruchsemissionen des Biofilterschornsteins in der Ausbreitungsrechnung nicht berücksichtigt.

6.5 Zusammenfassung der Geruchsemissionen

Die Geruchsemissionen der Biogasanlage sind in Tabelle 6-3 zusammengefasst. Für jede Quelle ist zusätzlich die Anzahl der Emissionsstunden pro Jahr aufgeführt.

Tabelle 6-3: Zusammenfassung der Emissionen der Biogasanlage

Nr.	Diffuse Quelle	Fläche [m ²]	Emissionsfaktor [GE/(m ² -s)]	Geruchsstoffstrom [GE/s]	Emissionszeit [h/a]
1	Fahrsilo: Erhöhte Emission während der Entnahme (frischer Anschnitt)	75	50	3.750	365
2	Radlader während der Entnahme	5	50	250	730
3	Feststoffdosierer während der Befüllung	26	50	1.300	365
4	Fahrsilo: Emission außerhalb der Entnahme	75	4,5	337,5	8.395
5	Feststoffdosierer: Emission außerhalb der Befüllung	26	4,2	109,2	8.395
6	Gärrestabholung	Herleitung im Text		225	468
7	Platzgeruch (Restemission 10 %)	Herleitung im Text		45	8.760
	Gefasste Quelle	Volumenstr. 20°C [m ³ /h]	Konzentration [GE/m ³]	Geruchsstoffstrom [GE/s]	Emissionszeit [h/a]
8	BHKW 4	2.672	3.000	2.227	8.760
9	BHKW 5	2.672	3.000	2.227	8.760

Die diffusen Emissionsquellen werden im Ausbreitungsmodell als Volumenquellen, die vom Boden bis in eine Höhe von 3 m reichen, angenähert.

Die Lage der Geruchsquellen ist in Abbildung A2-3 dargestellt.

7 Meteorologische Daten für die Ausbreitungsrechnung

7.1 Allgemeines

Die Ausbreitung der Gerüche wird wesentlich von den meteorologischen Parametern Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Turbulenzzustand der Atmosphäre bestimmt. Der Turbulenzzustand wird durch Ausbreitungsklassen beschrieben, die ein Maß für das

„Verdünnungsvermögen“ der Atmosphäre sind. Eine Beschreibung der Ausbreitungsklassen ist in Tabelle 7-1 zusammengefasst.

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 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 Parameter in Form einer Zeitreihe (AKTerm) oder einer Häufigkeitsverteilung (AKS) der Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen erforderlich.

7.2 Verwendete meteorologische Daten

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. Der Bezugspunkt, für den die AKTerm vorliegt, befindet sich am Standort der Anlage.

Bei der Erstellung der AKTerm werden topografische und meteorologisch-statistische Informationen, sowie Ergebnisse von Modellrechnungen zusammengeführt. Die Erstellung erfolgte mit dem prognostischen mesoskaligen Modell METRAS PC. Die AKTerm bezieht sich auf den derzeit verfügbaren 10-jährigen Bezugszeitraum synthetischer Daten 2001 bis 2010, so dass die zeitliche Repräsentativität gegeben ist.

Einschränkungen bei der Verwendung einer synthetischen AKTerm ergeben sich durch die Auflösung bzw. Homogenisierung der vorhandenen Geländestrukturen innerhalb einer Kachel von 500 m x 500 m. Dies bedeutet, dass strömungsdynamische Effekte aufgrund enger Täler oder kleinräumig ausgeprägter Bergkuppen nicht berücksichtigt sind. Im

Berechnungsgebiet sind solche Geländestrukturen nicht vorhanden. Somit ist die AKTerm für das Untersuchungsgebiet räumlich repräsentativ.

Abbildung 7-1 enthält die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen. Sie zeichnet sich durch zwei ausgeprägte Maxima bei Windrichtungen aus Süd-Südwest und Nord-Nordwest aus. Das südwestliche Maximum ist auf übergeordnete Winde, das Maximum aus nordwestlichen Richtungen auf die kanalisierende Wirkung der lokalen Geländestruktur zurückzuführen. Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit beträgt ca. 2,3 m/s.

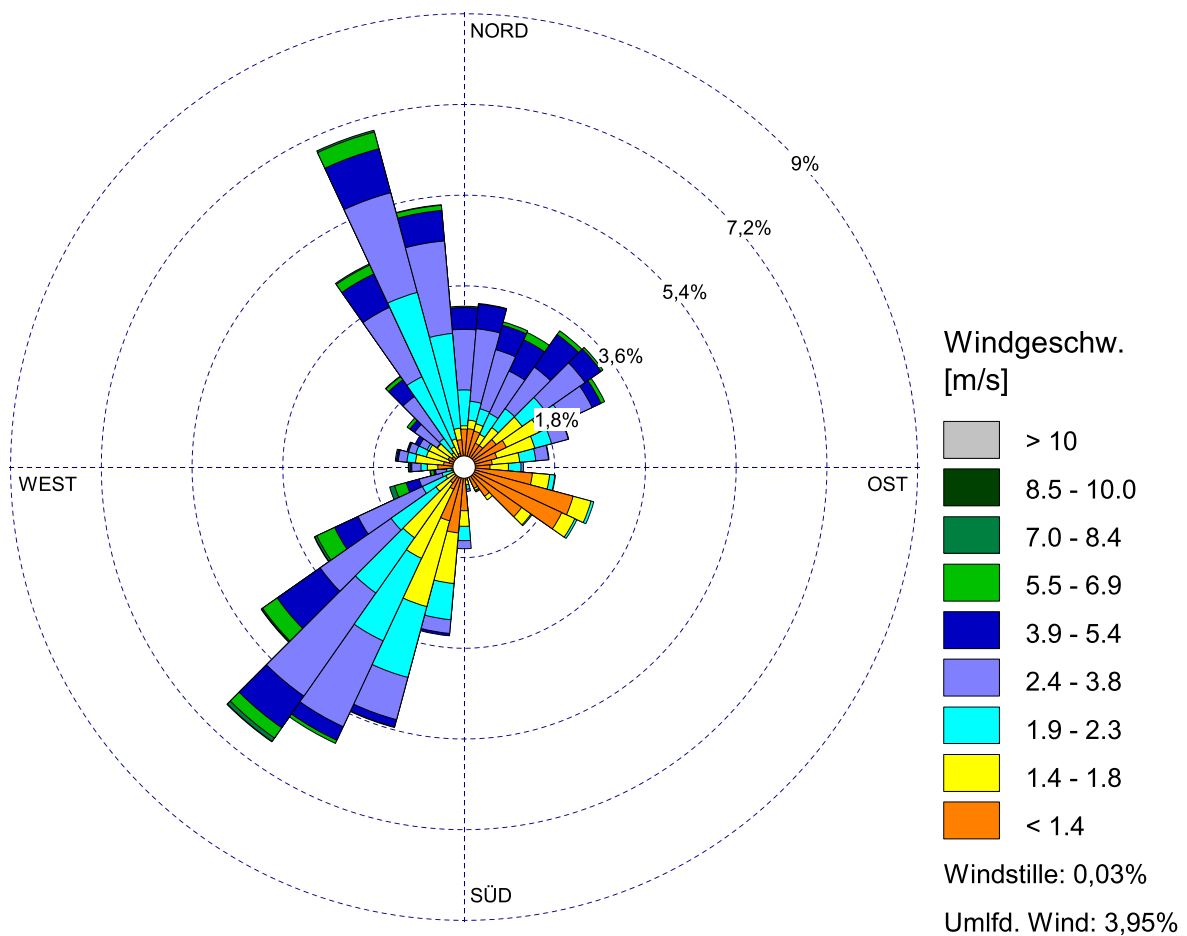


Abbildung 7-1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 2,3 m/s.

Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 7-2 dargestellt. Die stabilen Ausbreitungsklassen (I + II) sind mit 49 % am häufigsten vertreten, gefolgt von den neutralen atmosphärischen Verhältnissen (III-1 und III-2), deren Häufigkeit etwa 33 % beträgt. Labile Ausbreitungsklassen (IV + V) kommen mit ca. 18 % am seltensten vor.

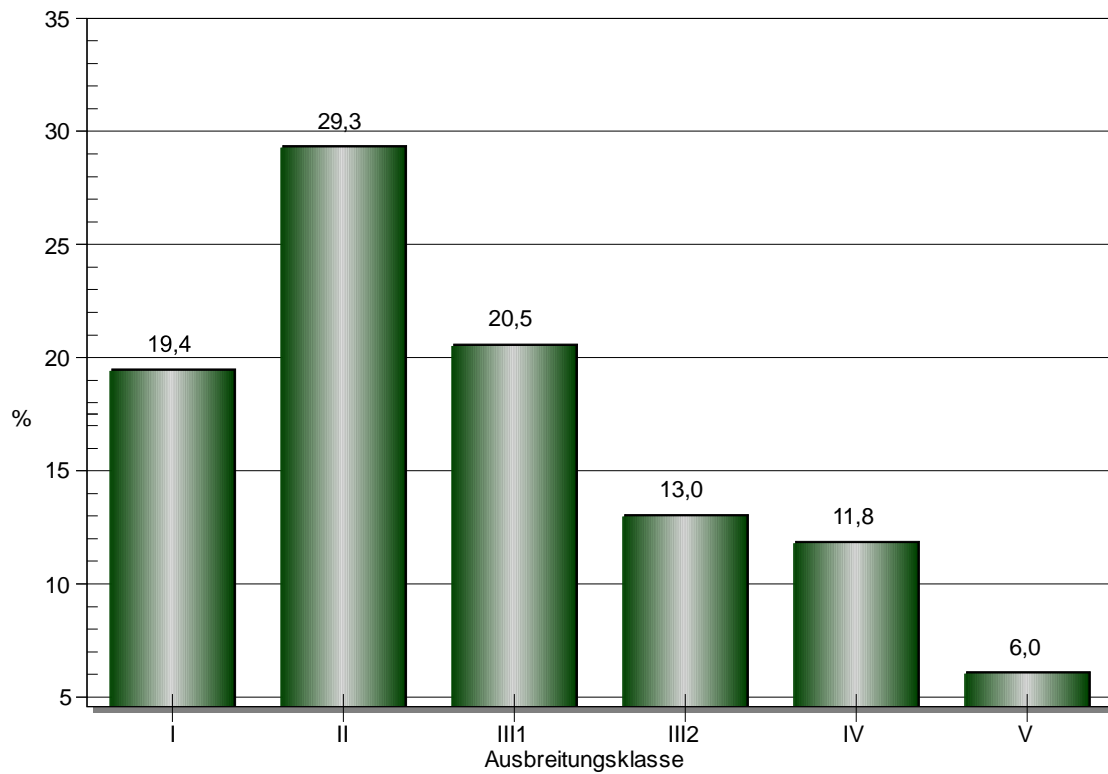


Abbildung 7-2: Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen.

7.3 Kaltluftabflüsse

Für die Ausbreitung der Gerüche können lokale Windsysteme, insbesondere Kaltluftabflüsse, von besonderer 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, so dass 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 bei Kaltluftabflüssen um lokale kleinräumige Phänomene handelt, muss geprüft werden, ob sie in den modellierten Daten der IFU GmbH enthalten sind. Hierzu wurde eine Simulation mit dem Kaltluftabfluss-Modell GAK („Geruchsausbreitung in Kaltluftabflüssen“, Röckle & Richter (2000), Röckle & Richter (2005), Röckle, Höfl & Richter (2012))

durchgeführt. Das Modell wurde von uns im Auftrag des Freistaats Bayern entwickelt. Es zeigt eine gute Übereinstimmung mit Messungen und Beobachtungen.

Die Berechnungen wurden 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 Simulationen zeigen, dass sich im Untersuchungsgebiet Kaltluftabflüsse ausbilden. Entsprechend den Simulationsergebnissen werden geringe bis mäßige vertikale Ausdehnungen und Geschwindigkeiten erreicht (siehe Protokolldatei in Anhang 4).

Abbildung 7-3 zeigt beispielhaft das Simulationsergebnis zum Zeitpunkt „1 Stunde nach Sonnenuntergang“. Hieraus geht hervor, dass die Kaltluft im Bereich des Betriebsgeländes in süd-südöstliche Richtungen fließt.

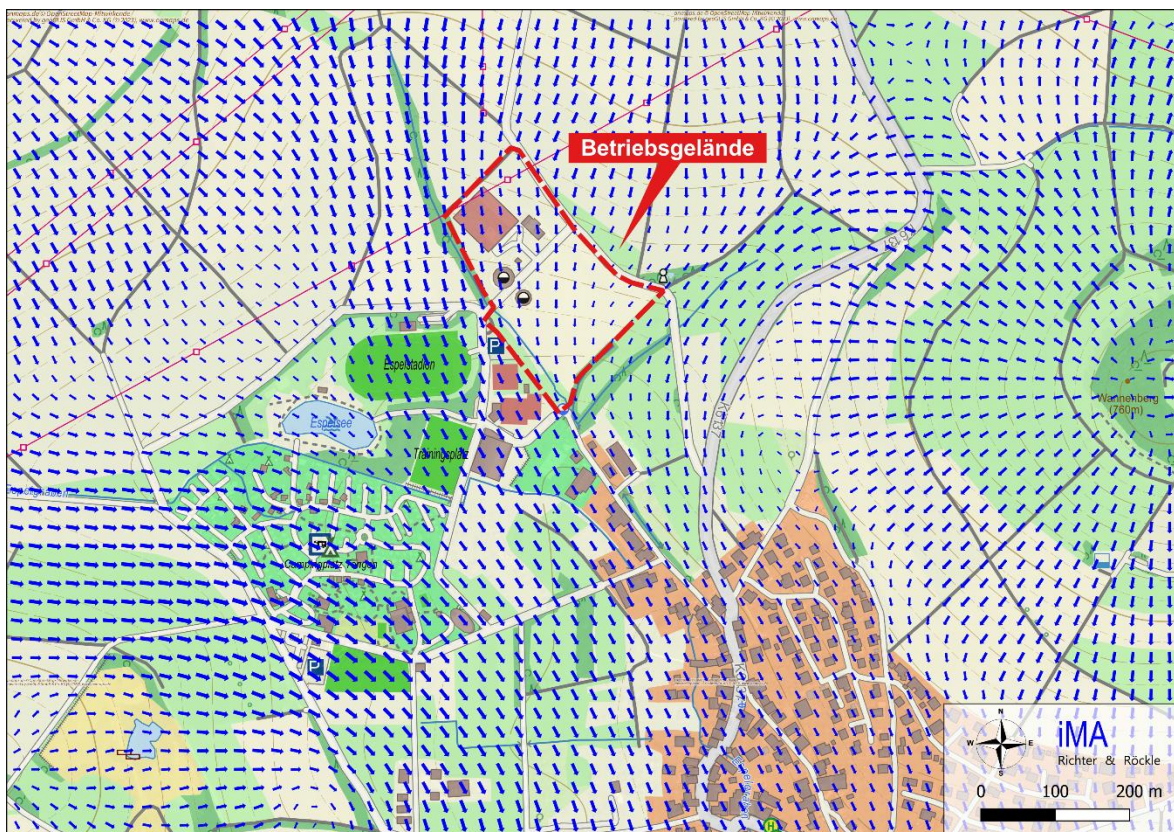


Abbildung 7-3: Simulationsergebnisse mit dem Kaltluftabflussmodell GAK zu Beginn der Nacht (1 Stunde nach Sonnenuntergang). Das Betriebsgelände des NKW Tengen ist rot umrandet dargestellt.

Um zu prüfen, ob die Kaltluftabflüsse in den verwendeten meteorologischen Daten enthalten sind, wird die Ausbreitungsklassen I näher untersucht. Kaltluftabflüsse bilden sich insbesondere bei der Ausbreitungsklasse I aus.

Wenn aus der meteorologischen Zeitreihe nur die Ausbreitungsklasse I extrahiert wird, ergibt sich die Windrichtungsverteilungen in Abbildung 7-4. Hieraus geht hervor, dass bei der Ausbreitungsklassen I auch südwestliche Windrichtungen vorliegen. Dies widerspricht den Ergebnissen des Kaltluftabflussmodells, nachdem Strömungen aus nord-nordwestlichen Richtungen bei Ausbreitungsklasse I deutlich überwiegen müssten.

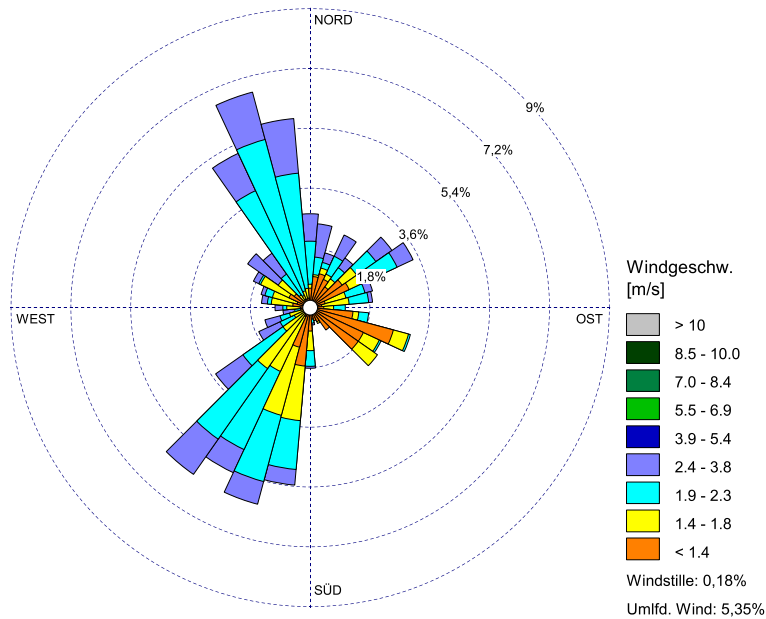


Abbildung 7-4: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen bei Ausbreitungsklasse I.

Um die Kaltluftabflüsse in die meteorologischen Daten realitätsnah zu berücksichtigen, werden Strömungen der Ausbreitungsklasse I so modifiziert, dass sie aus Nord-Nordwesten in Richtung Süd-Südosten fließen. Daraus ergibt sich die Windrichtungsverteilung für Ausbreitungsklasse I in Abbildung 7-5.

Aufgrund der Modifizierung werden in den Wohngebieten von Tengen höhere Geruchsmissionen als bei Verwendung der Originaldaten ermittelt.

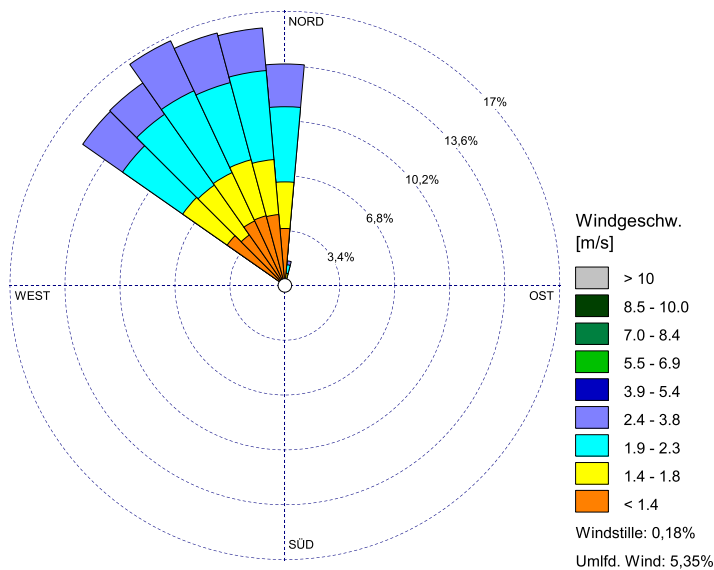


Abbildung 7-5: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen bei Ausbreitungsklasse I. Um die Kaltluftabflüsse abzubilden, wurden die südwestlichen Windrichtungen auf nord-nordwestliche Richtungen gedreht.

8 Geruchsmissionen

8.1 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Um die Geruchsmissionen nach Durchführung der geplanten Änderungen zu ermitteln, werden Ausbreitungsrechnungen gemäß den Anforderungen der TA Luft durchgeführt.

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Geruchsemissionen (siehe Kapitel 6)
- Die meteorologischen Randbedingungen (siehe Kapitel 7)
- Die Geländestruktur in Form eines digitalen Höhenmodells (vgl. Anhang 2, Abschnitt A2.4)
- Die Lage der Quellen und die Quelhöhen (vgl. Anhang 2, Abschnitt A2.7)
- Die Lage der quellnahen Gebäude (vgl. Anhang 2, Abschnitt A2.6)

Das Ergebnis der Geruchsausbreitungsrechnung ist die relative Häufigkeit von Geruchsstunden, angegeben in Prozent der Jahresstunden. Eine „Geruchsstunde“ liegt vor, wenn anlagentypischer Geruch während mindestens 6 Minuten innerhalb der Stunde wahrgenommen wird.

8.2 Geruchsimmissionen

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung sind in Abbildung A1-1 auf Seite 30 dargestellt. Das Betriebsgelände der NKW Tengen GmbH ist rot gestrichelt umrandet. Die Zahlen in der Abbildung stellen die relativen Geruchsstundenhäufigkeiten pro Jahr dar.

Die Ausbreitungsrechnungen zeigen, dass die Irrelevanzschwelle von 2 % an allen nahegelegenen Immissionsorten eingehalten ist.

Gemäß Anhang 7, Nr. 3 der TA Luft ist bei Einhaltung der Irrelevanzschwelle der Gesamtanlage davon auszugehen, dass das Vorhaben die belästigende Wirkung der Vorbelastung nicht relevant erhöht.

9 Zusammenfassung und Hinweise

Die NKW Tengen GmbH plant die Erweiterung ihrer Biogasanlage um eine Halle zur Produktion von Protein für die Tiernahrung sowie um eine LXP-Anlage zur Verwertung von minderwertiger Biomasse. Außerdem sollen zwei der drei bestehenden Blockheizkraftwerk-Module (BHKW 2 und 3) durch ein neues Modul (BHKW 5) ersetzt werden.

Bevor das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren in die Wege geleitet wird, ist ein Bebauungsplanverfahren durchzuführen. Hierfür wurden die zu erwartenden Geruchsimmissionen ermittelt.

Die Ausbreitungsrechnungen zeigen, dass die Irrelevanzschwelle von 2 % an allen nahegelegenen Immissionsorten eingehalten wird. Somit ist davon auszugehen, dass die geplanten Betriebserweiterungen die belästigende Wirkung einer etwaigen vorhandenen Belastung nicht relevant erhöht.

Voraussetzung hierfür ist eine einwandfreie Funktion der geplanten Biofilter der LXP-Anlage und der Proteinproduktion, die nach VDI-Richtlinie 3477 (2016) zu prüfen ist. Ferner sind die geplanten Anlagen so auszulegen, dass diffuse Emissionen verhindert werden. Die Fortluft ist in einer Höhe von mindestens 20 m senkrecht nach oben auszublasen.

Für den Inhalt



Stephan Ruh
M.Sc. Sustainable Systems Engineering
Sachverständiger



Claus-Jürgen Richter
Diplom-Meteorologe
Geschäftsführer

Freiburg, 31.08.2023

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

Literatur

- Janicke, U. & L. Janicke** (2021): AUSTAL – Programmbeschreibung zu Version 3.1. Stand 2021-08-09. Ingenieurbüro Janicke (Umweltbundesamt, Dessau).
- LAI** (2022): Kommentar zu Anhang 7 TA Luft 2021 - Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen.
- LfULG** (2008): Gerüche aus Abgasen bei Biogas-BHKW, Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie des Freistaats Sachsen, Heft 35/2008, Dresden.
- Müsken, J.** (2000): Bemessungsgrößen zur Erstellung von Emissionsprognosen für Geruchsstoffe aus Kompostierungsanlagen für Bioabfälle. Abfall NOW e.V, Stuttgart.
- Röckle, R., H.-C. Höfl & C.-J. Richter** (2012): Ausbreitung von Gerüchen in Kaltluftabflüssen. Immissionsschutz (2)2012.
- Röckle, R. & C.-J. Richter** (2000): GAK - ein Screening-Modell zur Standort-Beurteilung von Geruchsemitenten bei Kaltluftabflusssituationen in Baden-Württemberg. Forschungsbericht im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg.
- Röckle, R. & C.-J. Richter** (2005): GAK - ein Screening-Modell zur Standort-Beurteilung von Geruchsemitenten bei Kaltluftabflusssituationen in Nordrhein-Westfalen. Forschungsbericht im Auftrag des Landesumweltamtes NRW.
- TA Luft** (2021): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021.
- VDI-Richtlinie 3477** (2016): Biologische Abgasreinigung - Biofilter. VDI-Richtlinie 3477:2016-03.
- 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 3783, Blatt 13** (2010): Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13:2010-01.
- VDI-Richtlinie 3894, Blatt 1** (2011): Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen - Haltungsverfahren und Emissionen - Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. VDI-Richtlinie 3894, Blatt 12011-09.

Anhang:

Anhang 1: Flächenhafte Verteilung der Geruchsimmissionen

Anhang 2: Ausbreitungsrechnungen

Anhang 3: Protokolldatei des Kaltluftabflussmodells

Anhang 4: Protokolldatei des Modells AUSTAL

Anhang 5: Protokolldatei des Windfeldmodells

Anhang 1: Flächenhafte Verteilung der Geruchsimmissionen

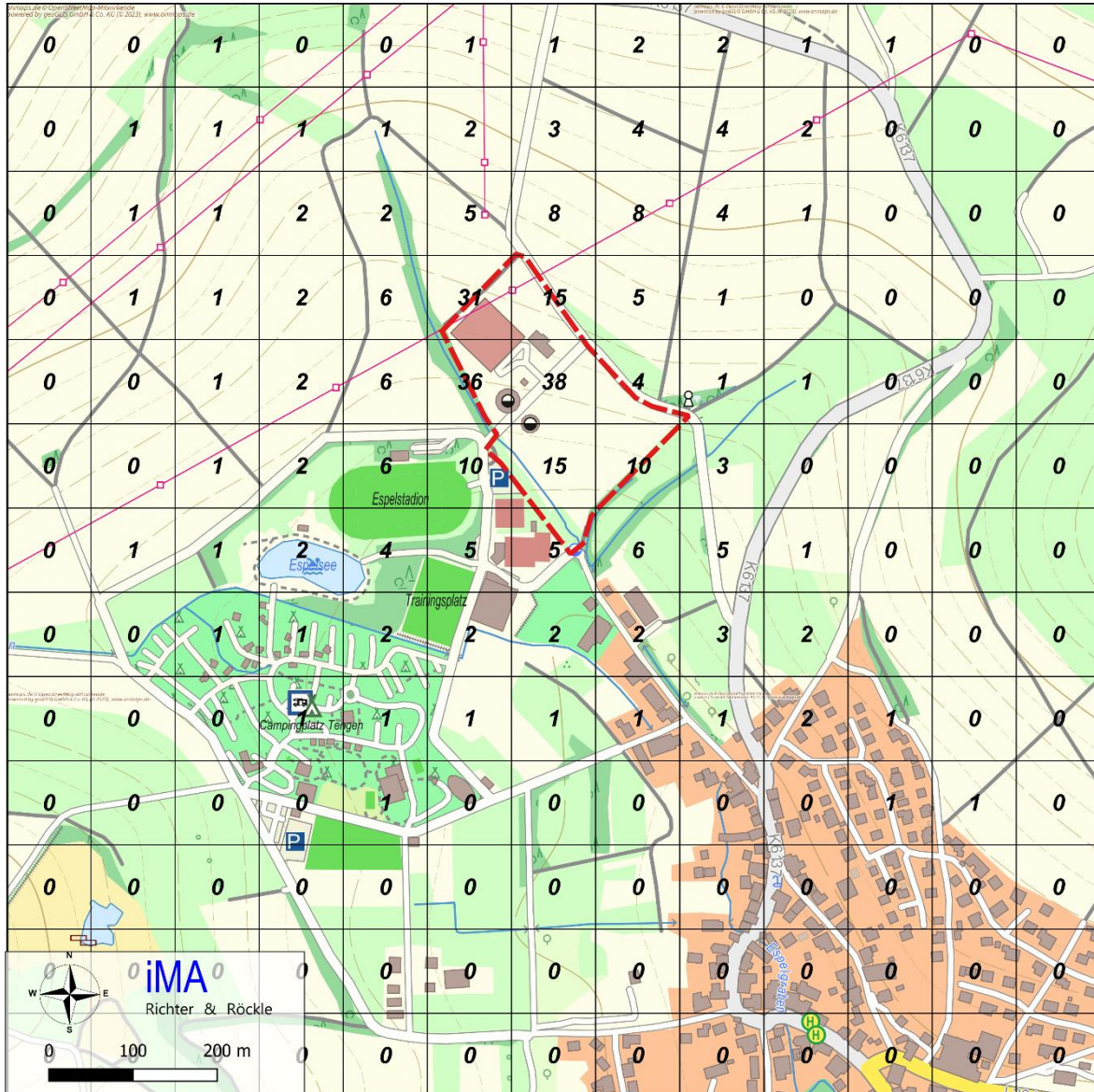


Abbildung A1-1: Relative Häufigkeit von Geruchsstunden in Prozent, ausgewiesen auf quadratischen Flächen mit einer Kantenlänge von 100 m. Das Betriebsgelände ist rot gestrichelt umrandet dargestellt. Die Irrelevanzschwelle von 2 % wird an allen relevanten Beurteilungspunkten eingehalten. Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2023 © Hexagon.

Anhang 2: Ausbreitungsrechnungen

A2.1 Allgemeines

Die von der NKW Tengen GmbH und deren geplanten Betriebserweiterungen verursachten Geruchsimmissionen werden mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen ermittelt. Als Erkenntnisquelle wird die VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010) zur „Qualitätssicherung in der Immissionsprognose“ herangezogen.

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Geruchsemissionen (siehe Kapitel 6)
- Die meteorologischen Randbedingungen (siehe Kapitel 7)
- Die Geländestruktur in Form eines digitalen Höhenmodells (vgl. Abschnitt A2.4)
- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Abschnitt A2.7)
- Die Lage der quellenahen Gebäude (vgl. Abschnitt A2.6)

A2.2 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Die Ausbreitungsrechnungen werden mit dem Ausbreitungsmodell „AUSTAL“ (Janicke & Janicke (2021)), Version 3.2.1-WI-x vom 01.08.2023, durchgeführt. Dieses Modell entspricht den Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft (2021).

Das Ausbreitungsmodell wird mit der Qualitätsstufe +2 betrieben.

A2.3 Beurteilungs- und Rechengebiet

Die Ausbreitungsrechnung wird für ein Rechengebiet von etwa 1,4 km x 1,5 km durchgeführt. Der Bezugspunkt der meteorologischen Daten ist in diesem Gebiet eingeschlossen.

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

Die Dimensionierung der Rechengitter ist in Tabelle A2-1 aufgeführt.

Tabelle A2-1: Dimensionierung der Modellgitter.

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	4 m	296 m x 336 m	74 x 84
2	8 m	592 m x 560 m	74 x 70
3	16 m	928 m x 992 m	58 x 62
4	32 m	1408 m x 1536 m	44 x 48

A2.4 Geländeeinfluss

Nach Nr. 12, Anhang 2 der TA Luft TA Luft (2021) müssen in der Ausbreitungsrechnung die Geländestrukturen berücksichtigt werden, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe (hier: Quellhöhe) und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten.

Dieses Kriterium wird im Rechengebiet erfüllt, so dass der Geländeeinfluss zu berücksichtigen ist.

Zur Abbildung der Geländesituation werden die Daten des Höhenmodells GlobDEM50 im 50-Meter-Raster verwendet. GlobDEM50 basiert auf Rohdaten der Shuttle Radar Topography Mission von NASA, NIMA, DLR und ASI aus dem Jahr 2000.

Gemäß Nr. 12, Anhang 2 der TA Luft (2021) können Geländeunebenheiten mit Hilfe des in AUSTAL integrierten mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 (0,20) nicht überschreitet.

Die Geländesteigungen sind in Abbildung A2-1 dargestellt und in der Protokolldatei 'tal-dia.log' (siehe Anhang 5) dokumentiert.

Nur im nordwestlichen Randbereich des Rechengebiets und östlichen Randbereich wird das Kriterium überschritten. Diese Bereiche liegen in großer Distanz der Emissionsquellen, der Immissionsorte und der Anemometerposition, so dass die Überschreitung des Kriteriums keinen Einfluss auf das Windfeld hat. Somit kann das diagnostische Windfeldmodell verwendet werden.

Die vom Windfeldmodell ausgewiesene maximale Restdivergenz gibt einen Hinweis auf die Qualität der Windfeldberechnung. Überschreitet die Restdivergenz in einer Gitterzelle den Wert 0,2, so ist das Windfeld im Allgemeinen nicht für Ausbreitungsrechnungen geeignet (VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13 (2010)). Im vorliegenden Fall wird für das Rechengebiet eine maximale Restdivergenz von 0,059 ausgegeben (siehe Anhang 5), so dass kein Indiz vorliegt, dass das berechnete Windfeld für Ausbreitungsrechnungen ungeeignet ist.

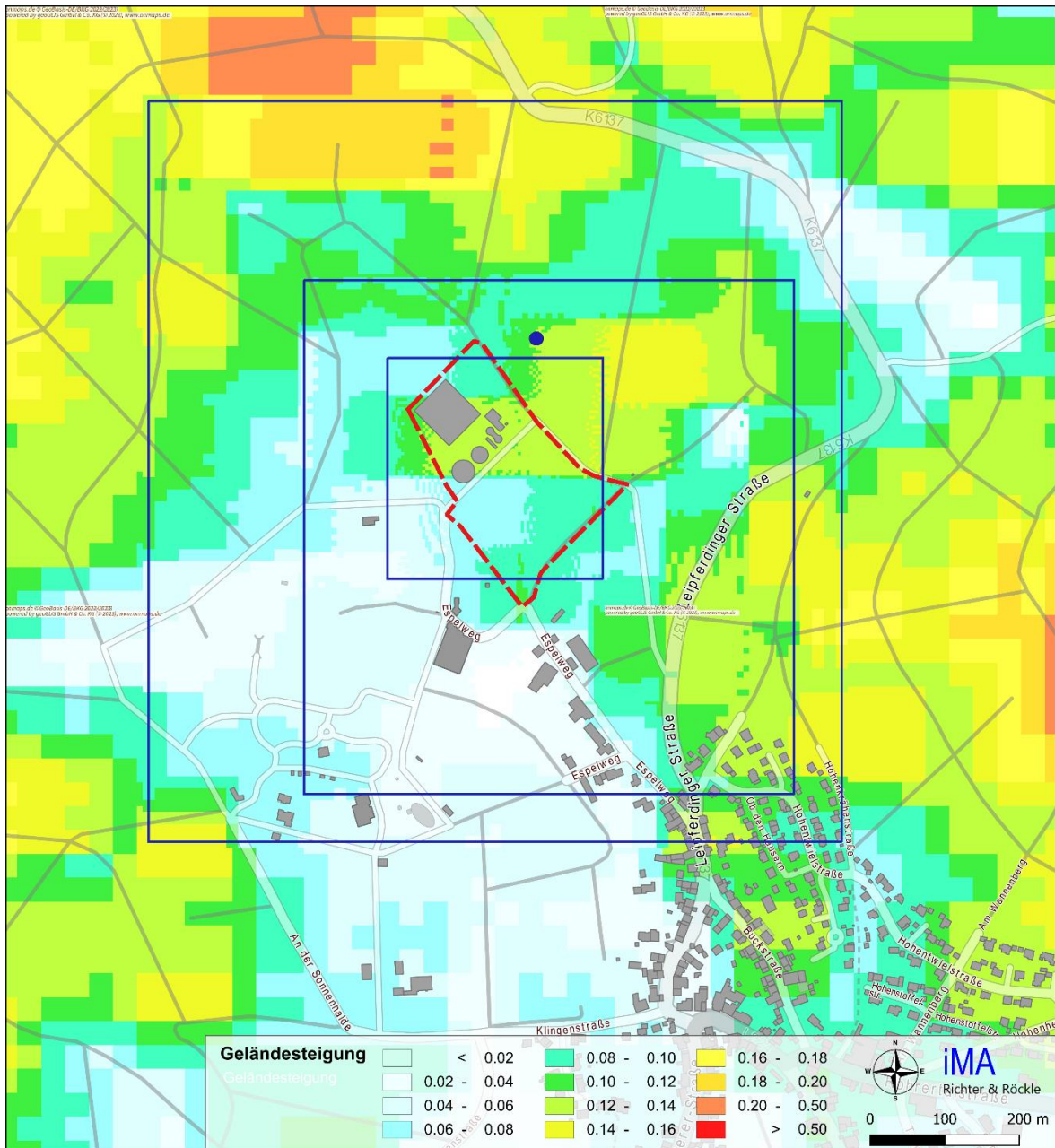


Abbildung A2-1: Geländesteigung und Lage der Rechengitter im Simulationsgebiet.
 Rot umrandet: Anlage
 Blau: Lage der Rechengitter
 Blauer Punkt: Anemometerposition

A2.5 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 $z_0 = 0,087$ m bestimmt und auf $z_0 = 0,1$ m gerundet. Die Bebauung auf dem Betriebsgelände und in der unmittelbaren Nachbarschaft wird im Ausbreitungsmodell explizit berücksichtigt (siehe Kapitel A2.6). Unter Berücksichtigung der expliziten Modellierung der Gebäude stimmt die automatisch bestimmte Rauigkeit mit den Verhältnissen vor Ort überein.

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 Gerüche kann somit wesentlich von den umgebenden Gebäuden beeinflusst werden.

Entsprechend Nr. 11, Anhang 2 TA Luft (2021) muss dieser Gebäudeeinfluss explizit berücksichtigt werden, wenn die Quellhöhe niedriger als das 1,7-fache der Gebäudehöhen ist. Maßgeblich für die Beurteilung der Gebäudehöhen sind dabei alle massiven Erhebungen, deren Abstand von der Emissionsquelle geringer ist als das 6-fache der Gebäudehöhe und geringer als das 6-fache der Quellhöhe. Gebäude, für die diese Kriterien zutreffen, sind in der folgenden Abbildung A2-2 dargestellt. Diese wurden digitalisiert. Die Koordinaten und Abmessungen der digitalisierten Gebäude sind in Tabelle A2-2 zusammengefasst.



Abbildung A2-2: Lage der im Modell digitalisierten Gebäude (orange). Die Lage des Betriebsgeländes ist rot gestrichelt umrandet.
Luftbildgrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2023 © Hexagon.

Tabelle A2-2: Gebäudedimensionen, relativ zum Koordinatenursprung bei RW 474363, HW 5297270 (UTM-32-Koordinaten-System).

Gebäude	Ursprung [m]		Ausdehnung [m]			Drehwinkel [°]
			horizontal		vertikal	
	x-Wert	y-Wert	a	b	c	
GEB_1	28,11	11,17	28,92	9,04	11	134,84
GEB_2	23,86	23,89	16,9	5,93	11	135
GEB_3	27,93	52,45	30,43	29,8	11	135,38
GEB_4	92,81	-88,58	59,77	24,94	12	135,18
GEB_5	29,81	13,1	12,43	12,56	11	270,72
GEB_6	122,87	-58,22	60,01	42,35	5	135,31

Alle im Modell als Volumenquellen digitalisierten Quellen weisen Höhen auf, die geringer als die 1,7-fache Höhe der Gebäude sind. Entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie

3783, Blatt 13 (2010) wird über den Ansatz einer Vertikalausdehnung der Quellen vom Boden bis zur Quellhöhe eine konservative Abschätzung der Immissionen unter dem Einfluss von Gebäudeeffekten erzielt. Dieser ist laut der VDI-Richtlinie insbesondere in Situationen geeignet, in denen die Gebäude das Volumen, in dem sich die Konzentrationsfahne ausbreiten kann, nicht nennenswert verkleinern und auch keine Umlenkung der mittleren Strömung durch die Gebäude zu erwarten ist. Diese Bedingungen sind im vorliegenden Fall erfüllt. Somit ist durch die Verwendung von Volumenquellen von 0 m bis Quellhöhe der Gebäudeeinfluss hinreichend konservativ wiedergegeben.

Die Verwendung des diagnostischen Windfeldmodells entspricht der Vorgabe des Anhangs 2 der TA Luft. Dort wird unter Nr. 11 folgendes ausgeführt: *"Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches der quellnahen Gebäude (beispielsweise außerhalb der Rezirkulationszonen, siehe Richtlinie VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017)), können die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur mit Hilfe des im Abschlussbericht zum UFOPLAN Vorhaben FKZ 203 43 256 (Janicke et al., 2004) dokumentierten diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeströmung berücksichtigt werden. [...]"*

Im vorliegenden Fall befinden sich die Immissionsorte nicht im unmittelbaren Einflussbereich der quellnahen Gebäude, so dass das zum Programmsystem AUSTAL gehörende diagnostische Windfeldmodell TALdia angewendet werden kann.

A2.7 Quellen

Die Quelle auf dem Dach des Gebäudes wird als Punktquelle realisiert. Die restlichen Quellen werden als quaderförmige Volumenquellen von 0 m bis zur Quellhöhe digitalisiert.

Die Quellkoordinaten sind in Tabelle A2-3 zusammengefasst. Die Lage ist in Tabelle A2-4 dargestellt.

Tabelle A2-3: *Quelldimensionen, relativ zum Koordinatenursprung bei RW: 474363, HW 5297270 (UTM-32-Koordinaten-System).*

Quelle		Ursprung [m]		Höhe Unter- kante [m]	Ausdehnung [m]			Dreh- winkel [°]
					Horizontal		vertikal	
		x-Wert	y-Wert		a	B	c	
BHKW4	BHKW4	19,75	30,5	14	0	0	0	0
BHKW5	BHKW5	15,77	34,58	14	0	0	0	0
SILAGE	Bestehendes Fahrsilo	-93,11	32,85	0	66,5	59,91	3	315,48
FESTDOS	Feststoffdosie- rer	-19,87	-20,83	0	6,5	4	3	45,71

Quelle		Ursprung [m]		Höhe Unter- kante [m]	Ausdehnung [m]			Dreh- winkel [°]
					Horizontal		vertikal	
		x-Wert	y-Wert		a	B	c	
RADLADER	Radlader	-22,11	-3,37	0	5	1	3	0,94
GÄRREST	Abholung Gärrest	-26,19	-66,85	0	2	2	3	4,29
PLATZ	Platzgeruch	57,56	-36,11	0	82,61	47,43	3	136,27



Abbildung A2-3: Lage der im Modell berücksichtigten Geruchs-Emissionsquellen (blau). Das Betriebsgelände ist rot umrandet dargestellt.
Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2023 © Hexagon.

A2.8 Statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells

Die statistische Unsicherheit kann der folgenden Abbildung entnommen werden. Sie liegt bei maximal 0,18 %. Die in Abbildung A1-1 ausgewiesenen Immissionen wurden um den Beitrag der statistischen Unsicherheit erhöht.

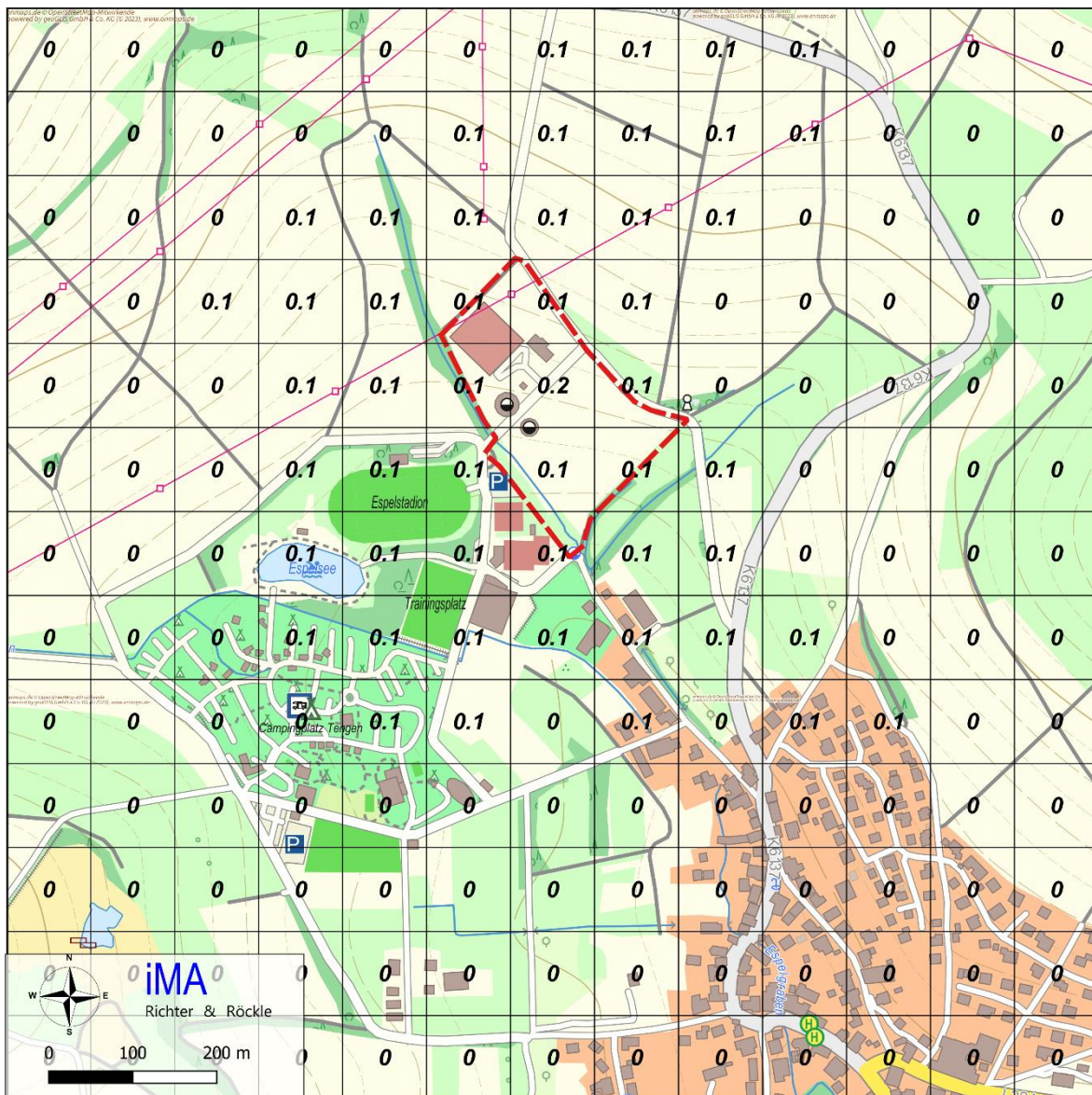


Abbildung A2-4: Statistische Unsicherheit des Ausbreitungsmodells.
Das Betriebsgelände ist rot gestrichelt umrandet dargestellt.
Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2023 © Hexagon.

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 4:2017-07 (2017) der Fall, wenn:

- Die Quelhöhe mindestens 10 m über Flur beträgt und

- Die Mündung außerhalb der Rezirkulationszone von Strömungshindernissen (Gebäude, Vegetation, usw.) liegt

Die Bedingungen sind im vorliegenden Fall für die baugleichen BHKW4 und BHKW5 erfüllt. Die entsprechenden Parameter sind in Tabelle A2-4 zusammengefasst.

Tabelle A2-4: Parameter der Abgasfahnenüberhöhung

Parameter	Einheit	Schornstein
Innendurchmesser des Schornsteins an der Schornsteinmündung	m	0,27
Geschwindigkeit des Abgases an der Schornsteinmündung	m/s	20,8
Austrittstemperatur	°C	175
Relative Feuchte	%	12,7

Anhang 3: Protokolldatei des Kaltluftabflussmodells

GAK-Baden-Württemberg V3.93 28.08.2023 15:57

Projekt:

Betrachtete Quelle 1 Quellbezeichnung:
Punktquelle
Lage UTM32: Ostwert 474363 Nordwert 5297270
Höhe der Quelle über Grund: 1.0 m

Untersuchungsgebiet

Linke untere Ecke: 470349. 5293249.
Rechte obere Ecke: 478375. 5301275.

Ergebnis:

Kaltluftsituation ist bei Immissionsprognosen zu berücksichtigen.

Details:

1. Termin (0:10):

Quelle: Wind aus NNO, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.6 m/s; Kaltlufthöhe 7 m
Umgebung: h=11.3 m; v=0.9 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

2. Termin (0:20):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.7 m/s; Kaltlufthöhe 12 m
Umgebung: h=18.4 m; v=0.8 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

3. Termin (0:30):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.5 m/s; Kaltlufthöhe 20 m
Umgebung: h=24.8 m; v=0.6 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

4. Termin (0:40):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe 20 m
Umgebung: h=25.2 m; v=0.5 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

5. Termin (0:50):

Quelle: Wind aus NNW, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe 18 m
Umgebung: h=24.3 m; v=0.6 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

6. Termin (1:00):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe 19 m
Umgebung: h=24.3 m; v=0.5 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

7. Termin (1:10):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe 19 m
Umgebung: h=24.2 m; v=0.5 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

8. Termin (1:20):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe 18 m
Umgebung: h=23.7 m; v=0.5 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

9. Termin (1:30):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe 18 m
Umgebung: h=23.4 m; v=0.5 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

10. Termin (1:40):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe 18 m
Umgebung: h=23.1 m; v=0.5 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

11. Termin (1:50):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe 17 m
Umgebung: h=22.9 m; v=0.5 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

12. Termin (2:00):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe 17 m
Umgebung: h=22.6 m; v=0.5 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

13. Termin (2:30):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe 17 m
Umgebung: h=22.3 m; v=0.5 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

14. Termin (3:00):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.4 m/s; Kaltlufthöhe 17 m
Umgebung: h=22.6 m; v=0.5 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

15. Termin (4:00):

Quelle: Wind aus NNW, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.7 m/s; Kaltlufthöhe 19 m
Umgebung: h=23.9 m; v=0.7 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

16. Termin (5:00):

Quelle: Wind aus NNW, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.7 m/s; Kaltlufthöhe 19 m
Umgebung: h=23.5 m; v=0.7 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

17. Termin (6:00):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.7 m/s; Kaltlufthöhe 19 m
Umgebung: h=22.7 m; v=0.7 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

18. Termin (7:00):

Quelle: Wind aus N, mittlere Windgeschwindigkeiten um 0.7 m/s; Kaltlufthöhe 18 m
Umgebung: h=22.1 m; v=0.7 m/s - Mäßige Kaltlufthöhe und mäßige Windgeschwindigkeit (H<50 m, v<1 m/s)

Anhang 4: Protokolldatei des Modells AUSTAL

```

2023-08-29 11:52:47 -----
TalServer:..

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.2.1-WI-x
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2023
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2023

Arbeitsverzeichnis: ./

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-01 07:39:04
Das Programm läuft auf dem Rechner "STOCKHOLM".

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Biokraftwerk-Tengen"           'Projekt-Titel
> ux 32474363                        'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5297270                         'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 2                               'Qualitätsstufe
> az                                "G:\23-02-21-FR-Biokraftwerk-Tengen\4-Meteorologie\E3474500-
N5299000_Tengen_SynRep_gedreht.akt" 'AKT-Datei
> xa 71.00                           'x-Koordinate des Anemometers
> ya 130.00                          'y-Koordinate des Anemometers
> dd 4.0          8.0          16.0    32.0    'Zellengröße (m)
> x0 -128.0       -240.0       -448.0   -640.0   'x-Koordinate der l.u. Ecke des
Gitters
> nx 72          82          58          44          'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -192.0      -480.0      -544.0     -960.0     'y-Koordinate der l.u. Ecke des
Gitters
> ny 74          86          62          48          'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 24          24          24          24          'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT
> hh 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
> gh "Biokraftwerk-Tengen.grid"      'Gelände-Datei
> xq 19.75    15.77    -93.11    -19.87    -22.11    -26.19    57.56
> yq 30.50    34.58    32.85    -20.83    -3.37    -66.85    -36.11
> hq 14.00    14.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> aq 0.00    0.00    66.50    6.50    5.00    2.00    82.61
> bq 0.00    0.00    59.91    4.00    1.00    2.00    47.43
> cq 0.00    0.00    3.00    3.00    3.00    3.00    3.00
> wq 0.00    0.00    315.48    45.71    0.94    4.29    136.27
> dq 0.27    0.27    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> vq 20.80    20.80    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> tq 175.00    175.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> lq 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
> rq 12.70    12.70    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> zq 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
> sq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> odor 2227.7778    2227.7778    ?    ?    ?    ?    45
> xb 28.11    23.86    27.93    92.81    29.81    122.87
> yb 11.17    23.89    52.45    -88.58    13.10    -58.22
> ab 28.92    16.90    30.43    59.77    12.43    60.01
> bb 9.04    5.93    29.80    24.94    12.56    42.35
> cb 11.00    11.00    11.00    12.00    11.00    5.00
> wb 134.84    135.00    135.38    135.18    270.72    135.31
===== Ende der Eingabe =====

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 12.0 m.
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.15 (0.15).

```


Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.16 (0.16).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.21 (0.20).
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.23 (0.23).
 Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.086 m.
 Der Wert von z0 wird auf 0.10 m gerundet.
 Die Zeitreihen-Datei "./zeitreihe.dmna" wird verwendet.
 Es wird die Anemometerhöhe ha=8.6 m verwendet.
 Die Angabe "az G:\23-02-21-FR-Biokraftwerk-Tengen\4-Meteorologie\E3474500-N5299000_Tengen_SynRep_gedreht.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL d4279209
 Prüfsumme TALDIA 7502b53c
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
 Prüfsumme SERIES 6886b721

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

```
=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor"
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "./odor-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "./odor-j00s04" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.2.1-WI-x.
=====
```

Auswertung der Ergebnisse:
 =====

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

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

Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m
 =====
 ODOR J00 : 1.000e+02 % (+/- 0.0) bei x= -18 m, y= -18 m (1: 28, 44)
 =====

2023-08-30 02:24:51 AUSTAL beendet.

Anhang 5: Protokolldatei des Windfeldmodells

```

2023-08-29 11:52:47 -----
TwnServer:./
TwnServer:-B~../lib
TwnServer:-w30000

2023-08-29 11:52:47 TALdia 3.2.1-WI-x: Berechnung von Windfeldbibliotheken.
Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-01 07:39:10
Das Programm läuft auf dem Rechner "STOCKHOLM".
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Biokraftwerk-Tengen" 'Projekt-Titel
> ux 32474363 'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5297270 'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 2 'Qualitätsstufe
> az "G:\23-02-21-FR-Biokraftwerk-Tengen\4-Meteorologie\E3474500-
N5299000_Tengen_SynRep_gedreht.akt" 'AKT-Datei
> xa 71.00 'x-Koordinate des Anemometers
> ya 130.00 'y-Koordinate des Anemometers
> dd 4.0 8.0 16.0 32.0 'Zellengröße (m)
> x0 -128.0 -240.0 -448.0 -640.0 'x-Koordinate der l.u. Ecke des
Gitters
> nx 72 82 58 44 'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -192.0 -480.0 -544.0 -960.0 'y-Koordinate der l.u. Ecke des
Gitters
> ny 74 86 62 48 'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 24 24 24 24 'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT
> hh 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
> gh "Biokraftwerk-Tengen.grid" 'Gelände-Datei
> xq 19.75 15.77 -93.11 -19.87 -22.11 -26.19 57.56
> yq 30.50 34.58 32.85 -20.83 -3.37 -66.85 -36.11
> hq 14.00 14.00 14.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> aq 0.00 0.00 66.50 6.50 5.00 2.00 82.61
> bq 0.00 0.00 59.91 4.00 1.00 2.00 47.43
> cq 0.00 0.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00
> wq 0.00 0.00 315.48 45.71 0.94 4.29 136.27
> dq 0.27 0.27 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> vq 20.80 20.80 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> tq 175.00 175.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> lq 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
> rq 12.70 12.70 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> zq 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
> sq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> odor 2227.7778 2227.7778 ? ? ? ? 45
> xb 28.11 23.86 27.93 92.81 29.81 122.87
> yb 11.17 23.89 52.45 -88.58 13.10 -58.22
> ab 28.92 16.90 30.43 59.77 12.43 60.01
> bb 9.04 5.93 29.80 24.94 12.56 42.35
> cb 11.00 11.00 11.00 12.00 11.00 5.00
> wb 134.84 135.00 135.38 135.18 270.72 135.31
===== Ende der Eingabe =====

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 12.0 m.
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.15 (0.15).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.16 (0.16).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.21 (0.20).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.23 (0.23).
Existierende Geländedateien zg0*.dmna werden verwendet.

```

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.
Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.086 m.
Der Wert von z0 wird auf 0.10 m gerundet.
Die Zeitreihen-Datei "../zeitreihe.dmna" wird verwendet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=8.6 m verwendet.
Die Angabe "az G:\23-02-21-FR-Biokraftwerk-Tengen\4-Meteorologie\E3474500-N5299000_Tengen_SynRep_gedreht.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL d4279209
Prüfsumme TALDIA 7502b53c
Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
Prüfsumme SERIES 6886b721
2023-08-29 11:52:52 Restdivergenz = 0.005 (1001 11)
2023-08-29 11:53:00 Restdivergenz = 0.012 (1001 21)
2023-08-29 11:53:15 Restdivergenz = 0.011 (1001 31)
DMK: Durch Testen bestimmt Rj=0.99925900 (0.99971771)
2023-08-29 11:53:32 Restdivergenz = 0.037 (1001 41)

.
.

Eine Windfeldbibliothek für 216 Situationen wurde erstellt.
Der maximale Divergenzfehler ist 0.059 (2016).
2023-08-29 14:15:02 TALdia ohne Fehler beendet..