

## Schornsteinhöhenberechnung für eine Heizzentrale

- Auftraggeber / Betreiber : Stadtwerke Rutesheim  
Leonberger Str. 14  
D-71277 Rutesheim
- Standort : Heizzentrale Süd  
südlich vom Schulzentrum  
D-71277 Rutesheim  
Baden-Württemberg
- Art der Anlage : Planung: 1 x Holzkessel mit 990 kW FWL  
gemäß 1. BImSchV
- Projekt-Nr. : 552507038
- Durchgeführt von : DEKRA Automobil GmbH  
Industrie, Bau und Immobilien  
Außenstelle Berlin Reinickendorf  
Dr. Friederike Wölbing  
Kurt-Schumacher-Damm 28  
D- 13405 Berlin  
Telefon: 030 / 9860982 744  
E-Mail: [friederike.woelbing@dekra.com](mailto:friederike.woelbing@dekra.com)
- Auftragsdatum : 29.11.2023
- Berichtsumfang : 17 Seiten Bericht + 4 Seiten Anhang
- Aufgabenstellung : Schornsteinhöhenberechnung in Anlehnung an die TA  
Luft für die Ableitung der Abgase eines Holzkessels

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Aufgabenstellung	3
2	Beauftragung	3
3	Beurteilungsgrundlagen	4
4	Beschreibung der Örtlichkeiten	5
5	Beschreibung der Anlage	6
5.1	Beurteilungskriterien – Emissionsgrenzwerte Luftschadstoffe	7
5.2	Emissionswerte und S-Werte	8
6	Durchführung der Schornsteinhöhenberechnung	10
6.1	Allgemeines	10
6.2	Berechnung der Schornsteinmindestbauhöhe	11
6.2.1	VDI-Richtlinie 3781 Bl. 4	11
6.2.2	TA Luft 5.5.2.2 - BESMIN, BESMAX	12
6.2.3	TA Luft 5.5.2.3 – Bebauung und Bewuchs sowie unebenes Gelände	14
6.3	Fazit und Empfehlung	16
7	Schlusswort	17

Anhang (4 Seiten)

## **1 Aufgabenstellung**

Die Stadtwerke Rutesheim planen südlich vom Schulzentrum in 71277 Rutesheim die Errichtung einer neuen Energiezentrale mit einem Holzkessel sowie Wärmepumpen und einem Wärmespeicher. Die Feuerungswärmeleistung des Holzkessels beträgt 990 kW. Damit ist die Anlage nicht genehmigungsbedürftig nach § 22 BImSchG.

Im Rahmen der Änderung des Bebauungsplans soll die erforderliche Schornsteinhöhe in Anlehnung an Ziffer 5.5 der TA Luft in Verbindung mit der VDI 3781 Blatt 4 ermittelt werden. Auf Wunsch des Betreibers werden dabei die Emissionsgrenzwerte sowohl der 1. BImSchV als auch der 44. BImSchV berücksichtigt.

## **2 Beauftragung**

Mit Datum vom 29.11.2023 wurde die DEKRA Automobil GmbH von den Stadtwerke Rutesheim mit der Durchführung der vorliegenden Schornsteinhöhenberechnung beauftragt.

### 3 Beurteilungsgrundlagen

- [1] Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) vom 17. Mai 2013
- [2] Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (TA - Luft) vom 18.08.2021
- [3] Begründung, Anpassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (TA - Luft), Stand 17.07.2018
- [4] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-Gesetzes (Verordnung über kleinere und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV vom 18. Januar 2010, die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Oktober 2021 geändert worden ist)
- [5] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-Gesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV) vom 31. Mai 2017, die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 geändert worden ist
- [6] Vierundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - 44. BImSchV – Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen vom 13. Juni 2019, die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 geändert worden ist
- [7] VDI 3781 Bl. 4, Ableitbedingungen für Abgasanlagen; Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen, Juli 2017
- [8] Schornsteinhöhenberechnung nach VDI 3781 Blatt 4, P&K KFA, Petersen und Kade, Version 2.23 (2023)
- [9] Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung, Fachgespräch Ausbreitungsrechnung, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), 4. Juli 2023
- [10] BESMIN (1.0.1, IBJpluris 3.1.6), Ingenieurbüro Janicke vom Oktober 2021
- [11] Auslegungsfragen zur 44. BImSchV des LAI (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz) vom Januar 2022

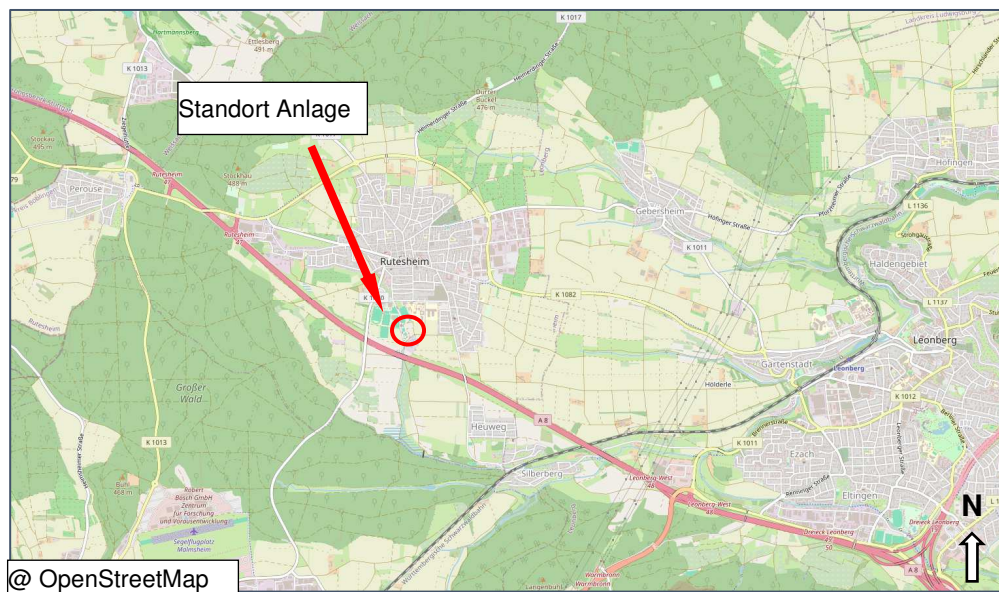
Es wurden folgende Unterlagen vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt:

- [12] Lageplan der Anlage
- [13] Technische Daten, Datenblätter

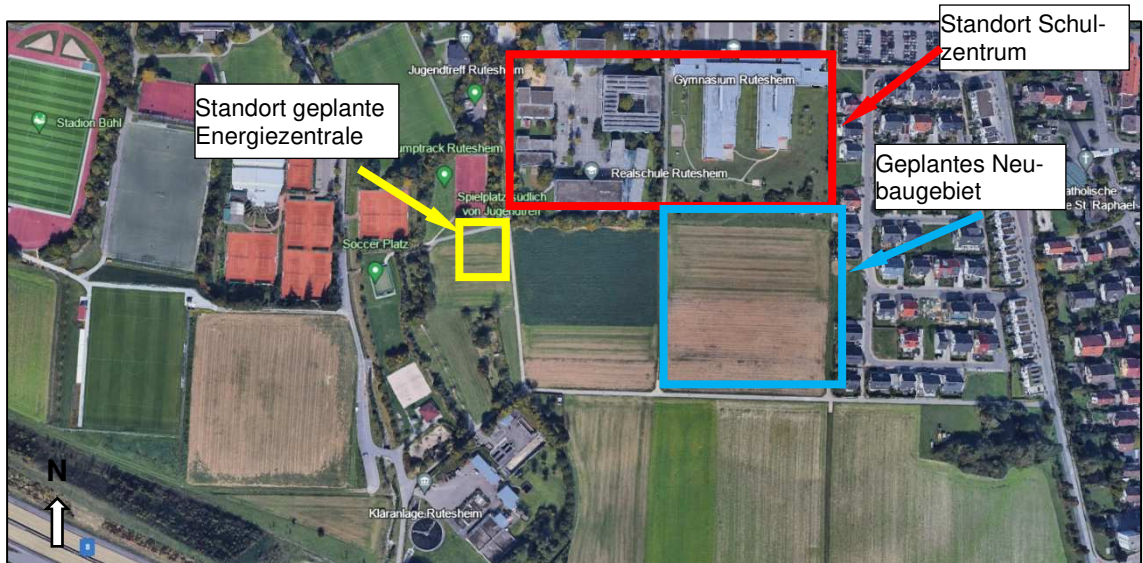
#### 4 Beschreibung der Örtlichkeiten

Der Standort der neuen Energiezentrale der Stadt Rutesheim befindet sich südlich vom Schulzentrum in 71277 Rutesheim im Landkreis Böblingen in Baden-Württemberg. Rutesheim liegt etwa 17 km westlich von Stuttgart. Das Gelände der geplanten Heizzentrale soll im Süden von Rutesheim auf einer freien Fläche zwischen dem Schulzentrum und der Kläranlage errichtet werden. Die Entfernung zum Schulzentrum beträgt ca. 80 m. In östlicher Richtung ist in ca. 100 m Entfernung das Neubaugebiet Spissen geplant. Jenseits der Kläranlage im Süden verläuft die Autobahn A 8. Der Standort der geplanten Energiezentrale und die angrenzenden Flächen weisen eine leichte Hanglage auf. Die Energiezentrale wird in Tallage auf einer Höhe von 432,5 m NN erbaut, westlich und östlich steigt das Gelände leicht auf ca. 480 m bzw. 450 m an. Das Gelände des Schulgebäudes (etwa 80 m entfernt) liegt bereits 5 m höher als das Gelände der Heizzentrale.

Abbildungen 4.1 bis 4.3 zeigen die Lage der Anlage sowie eine Ansicht mit dem benachbarten Schulgebäude.



**Abbildung 4.1: Lage der geplanten Energiezentrale der Stadtwerke Rutesheim**



**Abbildung 4.2: Lage der geplanten Energiezentrale mit Schulzentrum und geplantem Neubaugebiet (google earth).**



**Abbildung 4.3: Ansicht der geplanten Energiezentrale mit Schulzentrum im Hintergrund [12].**

## 5 Beschreibung der Anlage

Die Stadtwerke Rutesheim planen südlich des Schulzentrums in 71277 Rutesheim eine neue Heizzentrale. Es soll ein Holzkessel mit einer Feuerungswärmeleistung von 990 kW errichtet werden. Als Brennstoff sind naturbelassene Holzhackschnitzel geplant. Zukünftig sind unter Umständen weitere Feuerungsanlagen geplant. In der folgenden Tabelle 5.1 sind die Daten der geplanten Holzfeuerungsanlagen (Hackschnitzelkessel) aufgeführt.

**Tabelle 5.1: Technische Daten der geplanten Anlage [13]**

Technische Daten	Einheit	Heizkessel ohne Rauchgas-kondensation	Heizkessel mit Rauchgas-kondensation
Brennstoff		Hackschnitzel	
Betriebsstunden, max.	[h/a]	8.760	
Feuerungswärmeleistung	[kW]	990	
Abgasvolumenstrom (Norm, trocken)	[Nm³/h]	2.900	2.600
Abgasvolumenstrom (Betrieb)	[Nm³/h]	5.100	3.300
Abgastemperatur Volllast	[°C]	180	45-50
Schornstein Innendurchmesser	[m]	0,45	
Abgasgeschwindigkeit *	[m/s]	ca. 9	ca. 6
Geplante Schornsteinhöhe	[m]	20	

\* Bestimmt aus Verbrennungsrechnung

Nach VDI 3781 Bl. 4 [7] sollte eine Abgasgeschwindigkeit von 7 m/s angestrebt werden.

### **Ableitung der Emissionen und Emissionsminderung**

Die Holzfeuerungsanlage wird mit einem Zyklon- und Elektrofilter zur Verringerung der Staubfracht ausgerüstet. Weiterhin ist eine Rauchgaskondensation zur Emissionsminderung geplant. Tabelle 5.1 gibt trotzdem die Betriebszustände mit und ohne Rauchgaskondensation an.

### **Betriebszeiten**

Die gesamte Anlage ist für einen ganzjährigen Betrieb von maximal 8.760 Stunden ausgelegt, inklusive Reparatur- und Wartungsarbeiten.

Die detaillierten Planungen können dem Genehmigungsantrag entnommen werden.

## **5.1 Beurteilungskriterien – Emissionsgrenzwerte Luftschadstoffe**

Bei der Verbrennung von Biobrennstoffen sind als emissionsrelevante Parameter unter anderem Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>), Kohlenmonoxid und Gesamtstaub zu nennen. Die Höhe der entstehenden NO<sub>x</sub>-Konzentration wird im Wesentlichen durch die Menge des im Brennstoff gebundenen Stickstoffes bestimmt.

In der Tabelle 5.2 sind die Emissionsgrenzwerte der geplanten Anlage gemäß 1. BImSchV dargestellt. Auf Wunsch des Kunden wurden ebenfalls die Emissionsgrenzwerte der 44. BImSchV für den Fall berücksichtigt, dass die Heizzentrale erweitert wird und sie somit nach 4.BImSchV genehmigungsbedürftig wird.

**Tabelle 5.2: Emissionsgrenzwerte [6] und Bagatellmassenströme [2]**

Parameter	Emissionsgrenzwerte 1. BImSchV	Emissionsgrenzwerte 44. BImSchV	Bagatellmassenstrom TA Luft
<b>Anlage</b>	<b>Holzessel</b>		
Brennstoff	Naturbelassene Hackschnitzel		--
Paragraph, Nummer	§ 5	§ 10	Nr. 4.6.1.1
Sauerstoffbezug	13 %	6 %	-
Kohlenmonoxid (CO)	400 mg/m <sup>3</sup>	220 mg/m <sup>3</sup>	keine Angabe
Gesamtstaub	20 mg/m <sup>3</sup>	35 mg/m <sup>3</sup>	1,0 kg/h
NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub>	-	370 mg/m <sup>3</sup>	15 kg/h
Gesamt-C	-	10 mg/m <sup>3</sup>	keine Angabe

In 4.6.1.1 TA Luft, Tabelle 7 sind die Bagatellmassenströme bei einer Ableitung über gefasste Quellen angegeben (Tabelle 5.2). Der Luftschadstoffparameter Gesamt-Kohlenstoffe ist nicht für die Schornsteinhöhenberechnung heranzuziehen.

## 5.2 Emissionswerte und S-Werte

Aus den Betriebsdaten der Anlage (Tabelle 5.1) und den Emissionsgrenzwerten (Tabelle 5.2) ergeben sich folgende Emissionsmassenströme und Q/S-Verhältnisse (Tabelle 5.3 und 5.4) für die relevanten Parameter der Schornsteinhöhenberechnung. Zur Berechnung der Abgasmassenströme wird davon ausgegangen, dass im Abgas 90 % als Stickstoffmonoxid (NO) und 10 % als Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) vorliegen. Nach TA Luft [2] ist eine Umwandlungsrate von NO zu NO<sub>2</sub> auf dem Pfad von der Emission zur Immission von 60 % zu berücksichtigen.

**Tabelle 5.3: Emissionswerte gemäß der 1. BImSchV und S-Werte mit und ohne Rauchgaskondensation**

Anlage	Emissionswert [mg/m <sup>3</sup> ]	Abgasmassenstrom Q gesamt [kg/h]	Bagatellmassenstrom kg/h	S-Wert Anhang 7 TA Luft	Q/S [kg/h]
<b>Holzessel ohne Rauchgaskondensation – 2.900 Nm<sup>3</sup>/h Abgasvolumenstrom</b>					
Kohlenmonoxid	400	1,16	--	7,5	0,15
Gesamtstaub	20	0,058	1	0,08	<b>0,7</b>
<b>Holzessel mit Rauchgaskondensation – 2.600 Nm<sup>3</sup>/h Abgasvolumenstrom</b>					
Kohlenmonoxid	400	1,04	--	7,5	0,14
Gesamtstaub	20	0,052	1	0,08	<b>0,7</b>

1) Hinweis: Die Umwandlungsrate von NO zu NO<sub>2</sub> wurde berücksichtigt.



**Tabelle 5.4: Emissionswerte gemäß der 44. BImSchV und S-Werte mit und ohne Rauchgaskondensation**

Anlage	Emissionswert [mg/m <sup>3</sup> ]	Abgasmassenstrom Q gesamt [kg/h]	Bagatellmassenstrom kg/h	S-Wert Anhang 7 TA Luft	Q/S [kg/h]
<b>Holzessel ohne Rauchgaskondensation – 2.900 Nm<sup>3</sup>/h Abgasvolumenstrom</b>					
Kohlenmonoxid	220	0,638	--	7,5	< 1
NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub>	237 <sup>1)</sup> (370)	0,687 <sup>1)</sup> (1,07)	15	0,10	<b>6,9</b>
Gesamtstaub	35	0,102	1	0,08	1,2
Gesamt-C	10	0,029	-	0,1	0,3
<b>Holzessel mit Rauchgaskondensation – 2.600 Nm<sup>3</sup>/h Abgasvolumenstrom</b>					
Kohlenmonoxid	220	0,572	--	7,5	< 1
NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub>	237 <sup>1)</sup> (370)	0,616 <sup>1)</sup> (0,96)	15	0,10	<b>6,2</b>
Gesamtstaub	35	0,091	1	0,08	1,1
Gesamt-C	10	0,026	-	0,1	0,3

<sup>1)</sup> Hinweis: Die Umwandlungsrate von NO zu NO<sub>2</sub> wurde berücksichtigt.

Der Bagatellmassenstrom für Stickstoffdioxid und Gesamtstaub wird in allen vier Fällen weit unterschritten und somit ist in der Regel die Bestimmung der Immissionskenngrößen im Genehmigungsverfahren nach Ziff. 4.6.1.1 TA Luft für die emittierten Schadstoffe nicht erforderlich (Tabelle 5.2).

Für die Berechnungen der Schornsteinmindesthöhe nach TA Luft Ziffer 5.5.2 ist der Luftschadstoff Gesamtstaub (Tabelle 5.3, 1.BImSchV) bzw. Stickstoffdioxid (Tabelle 5.4, 44.BImSchV) mit dem höchsten Q/S-Verhältnis die bestimmende Größe.

## 6 Durchführung der Schornsteinhöhenberechnung

### 6.1 Allgemeines

Nach 5.5.1 der TA Luft [2] sind Abgase in der Regel so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung und eine ausreichende Verdünnung ermöglicht wird. In der Regel ist eine Ableitung über Schornsteine erforderlich.

Gemäß 5.5.2.1 soll die Lage und Höhe der Schornsteinmündung den Anforderungen der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017) [7] genügen. Nach der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 werden zwei Höhen für die Abgasmündung berechnet, die Höhe  $H_A$  für den ungestörten Abtransport und die Höhe  $H_E$  für die ausreichende Verdünnung.

Folgende Anforderungen werden an die Höhe der Schornsteinmündung gestellt:

- a) eine Mindesthöhe über Gelände von 10 m (Abschnitt 6.3.1.2).
- b) eine den Dachfirst um 3 m überragende Höhe  $H_U$  (Abschnitt 5.2). Bei einer Dachneigung von weniger als 20 Grad ist die Höhe des Dachfirstes unter Zugrundelegung einer Neigung von 20 Grad zu berechnen; die Schornsteinhöhe soll jedoch das Zweifache der Gebäudehöhe nicht übersteigen und
- c) die Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume (Bezugsniveau) in einem Umkreis  $R$  von 50 m (Abschnitt 6.3.2) um den additiven Term ( $H_B$ ) 5 m sind zu überragen (Abschnitt 6.3.4).

Darüber hinaus muss die Schornsteinhöhe die Anforderungen der Nummern 5.5.2.2 (Ausbreitungsrechnung mit BESMIN) und 5.5.2.3 (Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs sowie unebenem Gelände) erfüllen. Zur Berechnung der notwendigen Schornsteinhöhe nach Ziffer 5.5.2.2 der Neufassung der TA Luft mit Hilfe des Programms BESMIN werden die  $S$ -Werte (maximale bodennahe Konzentration) der emissionsrelevanten Schadstoffe gemäß Anhang 7 der TA Luft herangezogen. Weitere Parameter sind der Schornsteindurchmesser  $d$ , die Abgastemperatur  $T$  an der Schornsteinmündung, die Wasserbeladung  $x$  sowie der Abgasmassenstrom  $Q$ .

Bei mehreren Schornsteinen der Anlage ist die Einhaltung des  $S$ -Wertes mit dem Ausbreitungsprogramm BESMAX zu prüfen.

Bei Emissionsquellen mit geringen Emissionsmassenströmen sowie in Fällen, in denen nur innerhalb weniger Stunden aus Sicherheitsgründen Abgase emittiert werden, kann die erforderliche Schornsteinhöhe im Einzelfall festgelegt werden. Dabei sind eine ausreichende Verdünnung und ein ungestörter Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung anzustreben [2].

Die Bebauungs- und Bewuchshöhe ist innerhalb eines Kreises mit dem Radius der 15fachen Schornsteinhöhe, aber mindestens 150 m, strömungsmechanisch maßgeblich und entsprechend zu berücksichtigen.

Bei unebenen Geländeformen muss für die Berechnung der notwendigen Schornsteinhöhe die Geometrie der Geländeform berücksichtigt werden. Die Schornsteinmündung soll oberhalb der Kavitätszone des Tales liegen, um eine

Schadgasanreicherung innerhalb des Tales zu verhindern. Diese Zone lässt sich durch eine von der Taloberkante ausgehende Linie mit 15° Neigung gegen die Horizontale abgrenzen. Die nach der Nummer 5.5.2.2 bestimmte Schornsteinhöhe ist so weit zu erhöhen, bis die Schornsteinmündung diese Linie schneidet.

## 6.2 Berechnung der Schornsteinmindestbauhöhe

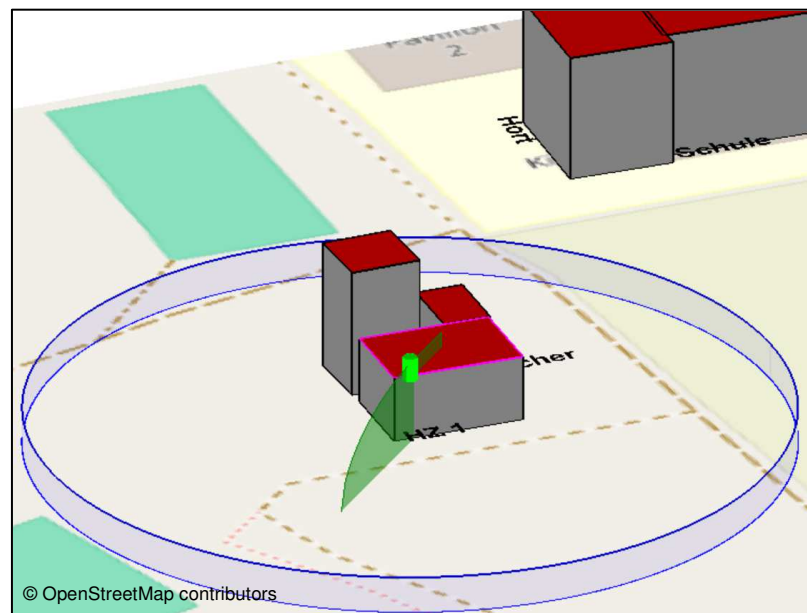
### 6.2.1 VDI-Richtlinie 3781 Bl. 4

Zunächst wird die erforderliche Mündungshöhe nach der VDI-Richtlinie 3781 Bl. 4 für den Schornstein bestimmt (die Dokumentation der Berechnungen ist im Anhang zu finden). Der additive Wert  $H_{\bar{U}}$  nimmt den Wert 1 m an (VDI 3781 Bl. 4 Tabelle 1), der Radius des Einwirkungsbereichs um die Schornsteinanlage beträgt 50 m und die Mündungshöhe  $H_B$  über Bezugsniveau 5 m (VDI 3781 Bl. 4 Tabelle 3).

#### Gebäude mit Schornsteinanlage

Der Schornstein ist an der Südseite der Heizzentrale (Breite 12,4 m, Firsthöhe 7 m) als freistehender Schornstein geplant. Die Mündungshöhe für den ungestörten Abtransport über der Firsthöhe beträgt

$$H_{A1} = H_{S1} + H_{\bar{U}} = 2,2 \text{ m} + 1 \text{ m} = 3,2 \text{ m} \quad (\text{VDI 3781 Bl. 4, Gl. 19})$$



**Abbildung 6.1: Schornstein (grüne Linie), Heizzentrale, Wärmespeicher, Dachflächen (rot), Einwirkungsbereich (doppelte blaue Linie), Rezirkulationszone (grüne Fläche) [8]**

### Vorgelagerte Einzelgebäude Höhe $H_{A2}$

Im Einwirkungsbereich des Schornsteinstandorts (Radius = 50 m) befindet sich der Wärmespeicher, welcher für eine ungestörte Abströmung berücksichtigt werden muss.

Die maximal berechnete Höhe  $H_{S2}$  aufgrund des Wärmespeichers (Höhe: 17 m) (VDI 3781 Bl. 4, Gl. 17) und die daraus resultierende erforderliche Mündungshöhe über First ergibt sich zu:

$$\text{Wärmespeicher:} \quad H_{S2} = -3,65 \text{ m}$$

$$H_{A2} = \max(H_{S2}) + H_{\text{Ü}} = -2,65 \text{ m} \quad (\text{VDI 3781 Bl. 4, Gl. 19})$$

### VDI 3781 Blatt 4 – Fenster-, Zuluftöffnungen Höhe $H_E$

Im Einwirkungsbereich befinden sich auf den Dachflächen der umgebenden Gebäude keine Fensteröffnungen oder Zuluftöffnungen für Frischluftansaugungen, welche zu berücksichtigen wären.

Die erforderliche Ableitungshöhe  $H_G$  nach VDI 3781 Blatt 4 im Einwirkungsbereich ist

$$H_G = H_{\text{First}} + \max(H_{S1}, H_{S2}, H_E) = 7 \text{ m} + \max(3,2 \text{ m}; -2,65 \text{ m}; 0 \text{ m})$$

$$\mathbf{H_G = 10,2 \text{ m}}$$

#### 6.2.2 TA Luft 5.5.2.2 - BESMIN, BESMAX

Laut TA Luft ist der Maßstab für eine ausreichende Verdünnung der Abgase die maximale bodennahe Konzentration eines emittierten Schadstoffes in einer stationären Ausbreitungssituation. Die Schornsteinhöhe ist so zu bestimmen, dass die bodennahe Schadstoffkonzentration einen vorgegebenen Wert (den S-Wert) nicht überschreitet.

Grundlage für die Bestimmung der Schornsteinhöhe nach TA Luft Nummer 5.5.2.2 sind Ausbreitungsrechnungen, die unter bestimmten Vereinfachungen und Festlegungen vorzunehmen sind. Die Festlegungen sind in der TA Luft Anhang 2, Abschnitt 14 dargestellt [2]. Das Umweltbundesamt stellt eine Referenzimplementierung der Bestimmungsvorschrift mit vorab berechneten Konzentrationsfahnen zur Verfügung [10]. Mit diesem Programm kann die erforderliche Schornsteinhöhe bestimmt werden.

In der Tabelle 6.1 sind die Eingangsdaten für das Ausbreitungsprogramm BESMIN aufgeführt. Bei der so ermittelten Schornsteinhöhe unterschreitet die maximale bodennahe Konzentration den S-Wert des betrachteten Stoffes; hier Stickstoffdioxid

bzw. Gesamtstaub mit dem höchsten Q/S-Verhältnis. Es werden vier Schornsteinhöhen für vier verschiedene Szenarien berechnet:

- A: Holzkessel ohne Rauchgaskondensation nach 1. BImSchV
- B: Holzkessel mit Rauchgaskondensation nach 1. BImSchV
- C: Holzkessel ohne Rauchgaskondensation nach 44. BImSchV
- D: Holzkessel mit Rauchgaskondensation nach 44. BImSchV

**Tabelle 6.1: Schornsteinhöhenberechnung 5.5.2.2 TA Luft**

Eingangsdaten		A	B	C	D
<i>d</i> Mündungsdurchmesser (fiktiv, äquivalent)	[m]	0,45			
<i>v</i> Abgasgeschwindigkeit *	[m/s]	9	6	9	6
<i>T</i> Abgastemperatur	[°C]	180	45	180	45
<i>X</i> Wasserbeladung **	[kg/kg <sub>tr</sub> ]	0,154	0,037	0,154	0,037
<i>Q</i> Emissionsmassenstrom (Gesamtstaub)	[kg/h]	0,058	-	0,052	-
<i>Q</i> Emissionsmassenstrom (Stickstoffdioxid)	[kg/h]		0,687		0,616
<i>S</i> -Wert Luft Gesamtstaub	[mg/m <sup>3</sup> ]	0,08			
<i>S</i> -Wert Luft Stickstoffdioxid	[mg/m <sup>3</sup> ]	0,1			
<b>BESMIN h<sub>min</sub></b>	<b>[m]</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6,7</b>	<b>7,6</b>

\* abgeschätzt aus Verbrennungsrechnung

\*\* technisches Datenblatt

Bei Anwendung von BESMIN wird für Szenario D (mit Rauchgaskondensation, Emissionswerte 44. BImSchV) die maximale Schornsteinmindesthöhe von 7,6 m berechnet, bei der der S-Wert für Stickstoffdioxid von 0,1 mg/m<sup>3</sup> eingehalten wird.

```

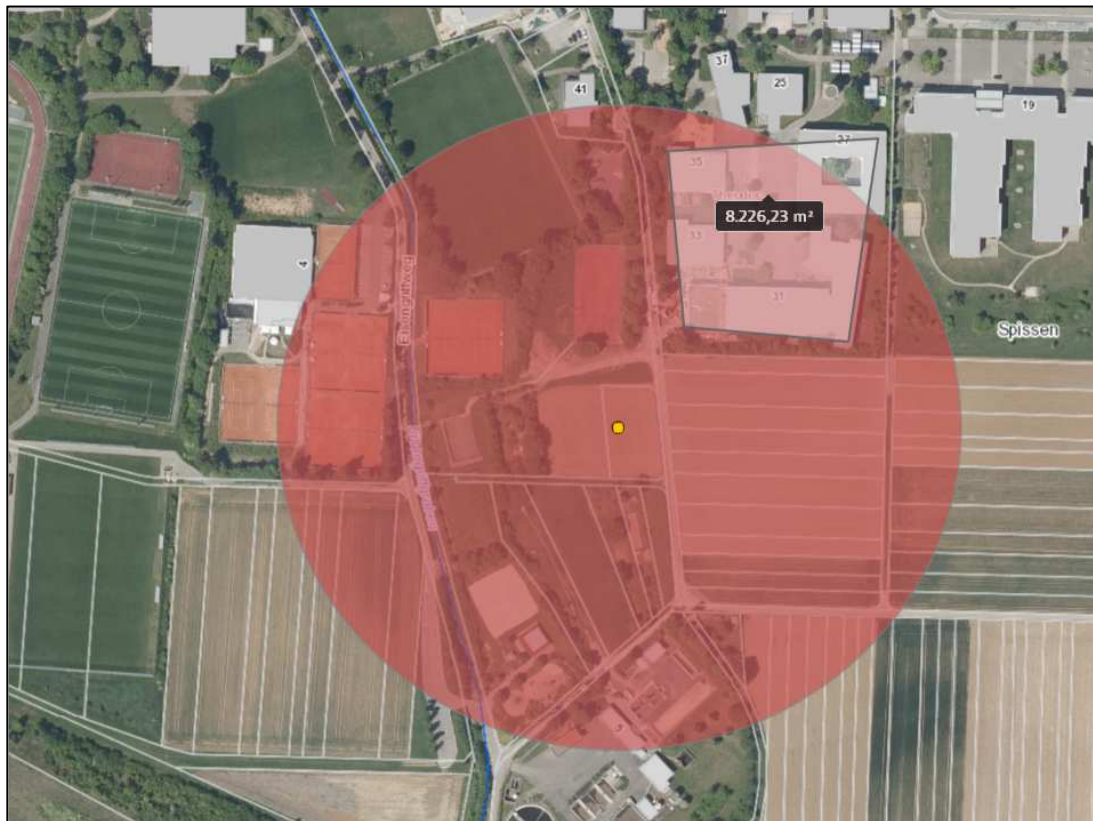
2023-12-15 13:22:39 BESMIN Version 1.0.1
IBJpluris Version 3.1.6
Berechnete Schornsteinhöhen hb (in m):

Stoff           S      eq    dq    vq    tq    zq    hb
Partikel        0,08  5,80E-02  0,5  9,0  180  0,1540  6,0
Partikel        0,08  5,20E-02  0,5  6,0  45  0,0370  6,0
Stickstoffdioxid  0,1  6,16E-01  0,5  6,0  45  0,0370  7,6
Stickstoffdioxid  0,1  6,87E-01  0,5  9,0  180  0,1540  6,7
    
```

**Abbildung 6.2: Ergebnisdatei BESMIN-Berechnungen**

### 6.2.3 TA Luft 5.5.2.3 – Bebauung und Bewuchs sowie unebenes Gelände

Gemäß TA Luft ist die mittlere Bebauungs- und Bewuchshöhe mit geschlossener Bebauung bzw. Bewuchs innerhalb einer Fläche der 15fachen Schornsteinhöhe (hier ca. 160 m) strömungsmechanisch maßgeblich. Der Standort der Anlage ist geprägt von Sportstätten, dem großen Schulgelände und landwirtschaftlichen Nutzflächen. Das Schulgelände besteht aus einzelnen Gebäuden, wird hier aber als geschlossene Bebauung mit einer Fläche von ca. 10 % berücksichtigt da es aufgrund der Karreebauweise und dem umgebenden Bewuchs zu einer Überströmung des gesamten Schulgeländes kommen kann. Hierbei wird eine mittlere Bauhöhe von 7 m angenommen. Hinzu kommt noch der Höhenunterschied zwischen dem Gelände der Heizzentrale und des Schulgebäudes von 5 m. Damit muss die Schornsteinhöhe um 12 m korrigiert werden.



**Abbildung 6.3: Kreis um den Schornstein (gelber Punkt) in welchem die mittlere Bebauungshöhe berücksichtigt werden muss [Daten- und Kartendienst der LUBW].**

Bei unebenen Geländeformen muss für die Berechnung der notwendigen Schornsteinhöhe die Geometrie der Geländeform berücksichtigt werden. Die Schornsteinmündung soll oberhalb der Kavitätszone des Tales liegen, um eine Schadgasanreicherung innerhalb des Tales zu verhindern. Diese Zone lässt sich durch eine von der Taloberkante ausgehende Linie mit 15° Neigung gegen die Horizontale abgrenzen. Die nach der Nummer 5.5.2.2 bestimmte Schornsteinhöhe ist so weit zu erhöhen, bis die Schornsteinmündung diese Linie schneidet.

Das umgebende Gelände weist eine leichte Hanglage auf.

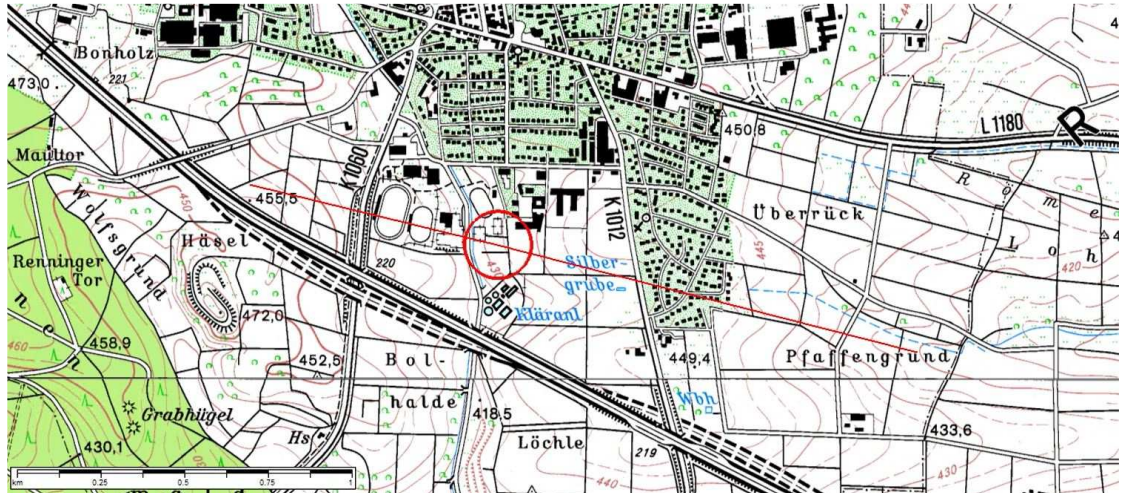


Abbildung 6.4: Höhenlinien um den Standort der Anlage (roter Kreis), rote Linie ist die Strecke des Höhenprofils aus Abb. 6.5

Die maximale Steigung in einem Umkreis von 1 km beträgt maximal 8%. Dies entspricht einem Steigungswinkel von weniger als 5%. Die Schornsteinmündung ist damit oberhalb der Kavitätszone und somit ist keine Korrektur nötig.

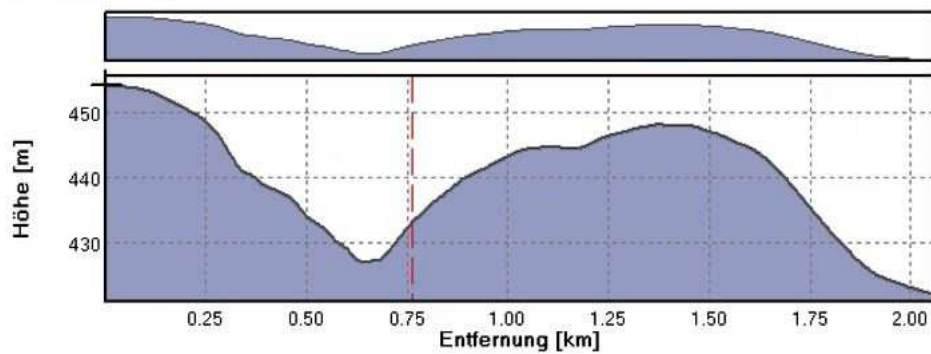


Abbildung 6.5: Höhenprofil, Lage der Anlage ist mit der roten gestrichelten Linie gekennzeichnet

In der nachfolgenden Tabelle 6.2 sind die Berechnungsschritte für die Bestimmung der Schornsteinmündungshöhe zusammengefasst.

**Tabelle 6.2: Ergebnis Schornsteinhöhenberechnung**

TA Luft Nr. 5.5 Berechnungsschritte	Höhen über Gelände
Nr. 5.5.2.1 Mindestanforderung: $H_{mn}$	10,0 m
Nr. 5.5.2.1 VDI 3781 Bl. 4: $H_G$	10,2 m
Nr. 5.5.2.2 BESMIN ,BESMAX: $h_b$	7,6 m
Nr. 5.5.2.3 mittlere Bebauungs- und Bewuchshöhe: $J'$	12 m
Geländekorrektur: $k$	0 m
Nr. 5.5.2.2 $H' = h_b + J' + k$	19,6 m
<b><math>H = \max(H_{min}; H_{Geb}; H')</math></b>	<b>19,6 m</b>

### 6.3 Fazit und Empfehlung

Die Stadtwerke Rutesheim planen südlich des Schulzentrums in 71277 Rutesheim eine neue Heizzentrale. Es soll ein Holzkessel mit einer Feuerungswärmeleistung von 990 kW errichtet werden. Als Brennstoff sind naturbelassene Holzhackschnitzel geplant.

Die Berechnungen wurden sowohl mit den Emissionswerten der 1. BImSchV als auch der 44. BImSchV durchgeführt.

Die Mindestmündungshöhe für den Schornstein der geplanten Heizzentrale Süd ergibt sich gemäß den Anforderungen der 1. BImSchV und der TA Luft (2021) zu

**H = 19,6 m über Grund.**

Bei dieser Mündungshöhe ist eine freie Abströmung und eine ausreichende Verdünnung der Abgase gewährleistet und der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sichergestellt.

Bei einer geplanten Erweiterung der Anlage und einer Gesamtfeuerungswärmeleistung > 1 MW werden die Anlagen in der Heizzentrale nach der 4. BImSchV genehmigungspflichtig und unterliegen den Anforderungen der 44. BImSchV (Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen).

Die Schornsteinhöhe von Quellen weiterer Feuerungsanlagen müssen aufgrund der derzeitigen Gebäudemaße mindestens 19,6 m über dem Gelände liegen, um eine ungestörte Abströmung der Abgase zu gewährleisten.

Vorausgesetzt, dass keine höheren Gebäude um die Heizzentrale errichtet werden (siehe Abschnitt 6.2.2). In diesem Fall müsste auch die Höhe des bestehenden Holzkessels überprüft und evtl. angepasst werden.



Des Weiteren ist die Höhe eines neuen Schornsteins bzw. Schornsteine mit den Ausbreitungsprogrammen BESMIN zu bestimmen (siehe Abschnitt 6.2.3). Mit dem Programm BESMAX werden dann die Abgasfahnen des bestehenden Holzkessels und der neu geplanten Anlagen überlagert und die Höhe des neuen Schornsteins (bzw. Schornsteine) bestimmt, bei der die maximale Gesamtzusatzbelastung  $0,1 \text{ mg/m}^3$  (S-Wert) unterschreitet. Die Emissionen des bestehenden Holzkessels werden dabei mit dem halben Emissionsmassenstrom berücksichtigt.

Die obigen Aussagen gelten für den Fall, dass weiterhin die 1. BImSchV, die VDI 3781 Blatt 4 und die TA Luft (2021) in der derzeitigen Fassung gültig sind.

## 7 Schlusswort

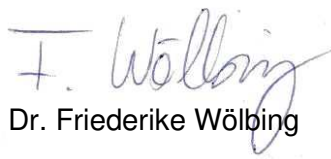
Eine abschließende immissionsschutzrechtliche Beurteilung bleibt der zuständigen Behörde vorbehalten.

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannte Anlage.

Berlin, den 15.01.2024

**DEKRA Automobil GmbH**  
**Industrie, Bau und Immobilien**

Projektleiterin



Dr. Friederike Wölbing

Sachverständiger



Dipl.- Met. Corinna Humpert-Zerulla

## **Anhang zum DEKRA Bericht 552507038-01/1**

Schornsteinhöhenberechnung nach VDI 3781 Blatt 4 (P&K KFA)

Lageplan Heizzentrale Süd Rutesheim

## Schornsteinhöhenberechnung nach VDI 3781 Blatt 4 P&K KFA, Petersen und Kade, 2020

### Berechnung für die Abgasableiteinrichtung 'S1'

Details für Ableitgebäude 'HZ 1' - Flachdach

Größe	Parameter	Wert
Bodenhöhe über Koordinatenursprung (Abschnitt 6.2.4, Bild 10)	$\Delta h$	0,00 m
Firsthöhe	$H_{\text{First}}$	9,00 m
Traufhöhe (Bild 4)	$H_{\text{Traufe}}$	9,00 m
Breite Gebäudeschmalseite (Abschnitt 6.2.1.2.6)	$b$	12,40 m
Höhe der Rezirkulationszone für ein Dachneigung von 0° (Gleichung 6)	$H_1, H_2, H_{S1}$ $= H_{\text{Dach}, 20^\circ}$	2,26 m
Horizontaler Ausdehnung der Rezirkulationszone (Gleichung 15, Bild 8)	$l_{\text{RZ}}$	23,49 m
Effektive Länge eines vorgelagerten Gebäudes (Gleichung 16, Bild 8)	$l_{\text{eff}}$	21,40 m
Winkel zwischen der Giebelseite des vorgelagerten Gebäudes und der Richtung zur Abgasableiteinrichtung (Abschnitt 6.2.2.1, Bild 8)	$\beta$	45,44 °
Horizontale Entfernung der Abgasableiteinrichtung vom vorgelagerten Gebäude (Bild 8)	$l_A$	1,40 m
Erforderliche Abgasableiteinrichtungshöhe bei vorgelagerten Gebäuden über First von 'HZ 1' (Gleichung 17, Bild 8)	$H_{S2}$	2,24 m

Details für Gebäude 'HZ 2' - Flachdach

Größe	Parameter	Wert
Bodenhöhe über Koordinatenursprung (Abschnitt 6.2.4, Bild 10)	$\Delta h$	0,00 m
Firsthöhe	$H_{\text{First}}$	9,00 m
Traufhöhe (Bild 4)	$H_{\text{Traufe}}$	9,00 m
Breite Gebäudeschmalseite (Abschnitt 6.2.1.2.6)	$b$	6,40 m
Höhe der Rezirkulationszone für ein Dachneigung von 0° (Gleichung 6)	$H_1, H_2, H_{S1}$ $= H_{\text{Dach}, 20^\circ}$	1,16 m
Horizontaler Ausdehnung der Rezirkulationszone (Gleichung 15, Bild 8)	$l_{\text{RZ}}$	14,74 m
Effektive Länge eines vorgelagerten Gebäudes (Gleichung 16, Bild 8)	$l_{\text{eff}}$	11,00 m
Winkel zwischen der Giebelseite des vorgelagerten Gebäudes und der Richtung zur Abgasableiteinrichtung (Abschnitt 6.2.2.1, Bild 8)	$\beta$	35,26 °
Horizontale Entfernung der Abgasableiteinrichtung vom vorgelagerten Gebäude (Bild 8)	$l_A$	17,10 m
Abgasableiteinrichtung ist außerhalb der Rezirkulationszone	$H_{S2}$	0,00 m

Details für Gebäude 'Wärmespeicher' - Flachdach

Größe	Parameter	Wert
Bodenhöhe über Koordinatenursprung (Abschnitt 6.2.4, Bild 10)	$\Delta h$	0,00 m
Firsthöhe	$H_{\text{First}}$	17,50 m
Traufhöhe (Bild 4)	$H_{\text{Traufe}}$	17,50 m
Breite Gebäudeschmalseite (Abschnitt 6.2.1.2.6)	$b$	9,50 m
Höhe der Rezirkulationszone für ein Dachneigung von 0° (Gleichung 6)	$H_1, H_2, H_{S1}$ $= H_{\text{Dach}, 20^\circ}$	1,73 m
Horizontaler Ausdehnung der Rezirkulationszone (Gleichung 15, Bild 8)	$l_{\text{RZ}}$	16,47 m
Effektive Länge eines vorgelagerten Gebäudes (Gleichung 16, Bild 8)	$l_{\text{eff}}$	10,87 m

Größe	Parameter	Wert
Winkel zwischen der Giebelseite des vorgelagerten Gebäudes und der Richtung zur Abgasableiteinrichtung (Abschnitt 6.2.2.1, Bild 8)	$\beta$	80,96 °
Horizontale Entfernung der Abgasableiteinrichtung vom vorgelagerten Gebäude (Bild 8)	$l_A$	15,82 m
Erforderliche Abgasableiteinrichtungshöhe bei vorgelagerten Gebäuden über First von 'HZ 1' (Gleichung 17, Bild 8)	$H_{S2}$	-3,65 m

Höhe der Rezirkulationszonen vorgelagerter Gebäude an der Ableiteinrichtung 'S1' über First 'HZ 1'

Name des Gebäudes	Höhe der Rezirkulationszone $H_{S2}$
HZ 2	--
Wärmespeicher	-3,65 m

Berechnung für die Abgasableiteinrichtung 'S1' am Gebäude 'HZ 1'  
Alle Höhen über First

Größe	Wert
<b>Parameter für festen Brennstoff. Nennwärmeleistung: 990 kW</b>	
Additiver Term $H_{\dot{U}}$ (Tabelle 1)	1,00 m
Mindesthöhe über Bezugsniveau $H_B$ (Tabelle 3)	5,00 m
Radius des Einwirkungsbereichs $R$ (Tabelle 3)	50,00 m
<b>Ableitgebäude</b>	
Erforderliche Ableithöhe für das Ableitgebäude $H_{A1}=H_{S1}+H_{\dot{U}}$ (Gleichung 4)	3,24 m
Begrenzung der Mündungshöhe für Flachdach $H_{A1,F,8}$ (Gleichung 8)	6,62 m
Begrenzung auf die doppelte Gebäudehöhe für Flachdach $H_{A1,F,d}$ (Abschnitt 6.2.1.2.3)	18,00 m
Reduzierte Ableithöhe für das Ableitgebäude $H_{A1}=\min(H_{A1},H_{A1,F,8},H_{A1,F,d})$	3,24 m
<b>Vorgelagerte Gebäude</b>	
Höchste Rezirkulationszone von dem vorgelagerten Gebäude 'Wärmespeicher' $H_{A2}=H_{S2}+H_{\dot{U}}$ (Gleichung 19)	-2,65 m
Erforderliche Ableithöhe für ungestörten Abtransport $H_A=\max(H_{A1},H_{A2})$ (Bild 2)	3,24 m
<b>Einwirkungsbereich</b>	
Keine Zuluftöffnung im Einwirkungsbereich $R$ $H_E=0$	
Erforderliche Ableithöhe für ausreichende Verdünnung $H_E=\max(H_E,H_{E1})$ (Abschnitt 6.3.1.1)	1,00 m
<b>Höhe der Abgasableiteinrichtung <math>H_M=\max(H_A,H_E)</math> über dem First</b>	<b>3,2 m</b>

