Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

- Ihr Spezialist in den Bereichen Umweltberatung, Genehmigungsverfahren und Schallschutz -

Bericht Nr.: 601.10583-1/23 **Datum:** 05.01.2023

Schornsteinhöhenberechnung und Emissionsprognose

Für die Errichtung eines Blockheizkraftwerkes

in 71665 Vaihingen an der Enz

Betreiber: VAI Energie GmbH i.G.
Nebensteigle 21
71665 Vaihingen an der Enz

Standort der Anlage: Nebensteigle 21
71665 Vaihingen an der Enz

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Regina Haubold

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

Aufgabenstellung:	Schornsteinhöhenberechnung für die Errichtung eines Blockheizkraftwerkes in 71665 Vaihingen Enz
Auftraggeber:	Daniel [D] Industriemotoren In der Seite 24 71665 Vaihingen an der Enz
Auftragsnummer:	601.10583-1/23
Auftragsdatum:	09.11.2022
Bericht erstellt am:	05.01.2023
Textteil:	13 Seiten
Anlagen:	1 (15 Seiten)

Vervielfältigungen und Veröffentlichungen dieses Untersuchungsberichtes (auch auszugsweise) durch Dritte sind nur mit schriftlicher Genehmigung der Ingenieurbüro Ulbricht GmbH gestattet.

Dipl.-Ing. St. Ulbricht
(Geschäftsführer)

Dipl.-Ing. (FH) Regina Haubold
(Bearbeiterin)

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	**Aufgabenstellung**	**4**
2	**Schornsteinhöhenberechnung**	**5**
2.1	Anlagenbeschreibung	5
2.2	Allgemeines	5
2.3	Betrachtete Kamine	5
2.4	Schadstoffbedingte Schornsteinhöhe	6
2.4.1	Ermittlung Schonsteinmindesthöhe mit BESMIN	6
2.4.2	Berechnung der maximalen bodennahen Konzentrationen mit BESMAX	7
2.4.3	Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs	7
2.5	Berücksichtigung von unebenem Gelände	8
2.6	Schornsteinhöhe nach der VDI 3781 Bl. 4	8
2.7	Resultierende Schornsteinhöhe	8
3	**Emissionsprognose**	**9**
3.1	Notwendigkeit der Ausbreitungsrechnung	9
3.2	Erforderlichkeit der Ermittlung der Immissionskenngrößen	10
4	**Zusammenfassung**	**12**
5	**Literaturverzeichnis**	**13**

Anlagen

1 Schornsteinhöhenberechnung

1 Aufgabenstellung

Die VAI Energie GmbH i.G. beantragt derzeit die Errichtung und den Betrieb von 2 BKHW am Standort Nebensteigle 21 in 71665 Vaihingen an der Enz.

Im Rahmen des Genehmigungsantrages wurde eine Schornsteinhöhenberechnung und eine Emissionsprognose nach TA Luft erstellt.

Aufgrund der Änderung der TA Luft [1] ist eine Neuberechnung der Schornsteinhöhen und eine Neubewertung der Emissionen erforderlich.

Die Ingenieurbüro Ulbricht GmbH wurde daraufhin mit der Überarbeitung des bestehenden Gutachtens [2] beauftragt.

Die Berechnung der Schornsteinhöhe erfolgt nach Punkt 5.5 der TA Luft 2021 in Verbindung mit den Programmmodulen BESMIN [3] und BESMAX [4]. Die Bewertung der Emissionen erfolgt nach Punkt 4.6.1.1 der TA Luft (Bagatellmassenströme).

2 Schornsteinhöhenberechnung

2.1 Anlagenbeschreibung

Bei den beantragten Anlagen handelt es sich um zwei baugleiche BHKW vom Typ MTU BHKW 16V4000L62 mit 1562 kW_{el} und 3745 kW Feuerungsleistung der Firma onsite energy [5].

Die Gesamt-Feuerungswärmeleistung für beide BHKW zusammen ist mit 7 490 kW geplant.

Als Brennstoff wird Gas aus der öffentlichen Gasversorgung eingesetzt.

Die Anlage soll ganzjährig von 00:00 bis 24:00 Uhr betrieben werden.

2.2 Allgemeines

Die Abgase müssen so abgeleitet werden, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht und eine ausreichende Verdünnung der Abgase gewährleistet wird.

Nach Nummer 5.5.2.1 der TA Luft [1] muss die Lage und Höhe der Schornsteinmündung den Anforderungen der Richtlinie VDI 3781 Bl. 4 (07/2017) [6] genügen.

Danach muss der Schornstein in der Regel mindestens

a) eine Höhe von zehn Metern über Grund,

b) eine den Dachfirst um drei Meter überragende Höhe haben und

c) die Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume in einem Umkreis von 50 m um fünf m überragen.

Bei einer Dachneigung von weniger als 20 Grad ist die Höhe des Dachfirstes unter Zugrundelegung einer Neigung von 20 Grad zu berechnen; die gebäudebedingte Schornsteinhöhe soll jedoch das Zweifache der Gebäudehöhe nicht übersteigen.

Darüber hinaus ist die Schornsteinhöhe gemäß den Nummern 5.5.2.2 und 5.5.2.3 der TA Luft festzulegen.

Maßgebend ist dann die höchste ermittelte Schornsteinhöhe.

2.3 Betrachtete Kamine

Die Schornsteinhöhenberechnung ist für die folgenden neuen Kamine durchzuführen:

Tabelle 1: zu betrachtende Kamine

Kamin	Emissionsbereich
E 1	BHKW 1
E 2	BHKW 2

2.4 Schadstoffbedingte Schornsteinhöhe

Die schadstoffbezogene Schornsteinhöhenberechnung nach 5.5.2.2 der TA Luft wird anhand der maximalen bodennahen Konzentration eines Schadstoffes ermittelt. Die für dieses Verfahren eingeführten Berechnungsprogramme sind BESMIN [3] und BESMAX [4]. Die Programmemodule sind in Softwarepaket AUSTAL View™ 10.2.12 der Firma Argusoft [7] implementiert.

2.4.1 Ermittlung der Schornsteinmindesthöhe mit BESMIN

Folgende Eingangsparameter wurden zur Berechnung der Schornsteinhöhe aus der Abluftfracht verwendet:

Tabelle 2: Randbedingungen

Parameter		**E1 und E2**
Volumenstrom des Abgases (bezogen auf 273 K, 1013 mbar, trocken, 6 % Sauerstoff)	*R* in m³/h	5916
Innendurchmesser der Schornsteine an der Mündung	*d* in m	0,3
Geschwindigkeit des Abgases an der Mündung	*v* in m/s	33,9
Temperatur des Abgases an der Mündung	*T* in °C	125
Wasserbeladung (kg Wasserdampf und Flüssig-wasser pro kg trockener Luft) des Abgases an der Mündung	*x* in kg/kg	0 Die Berechnung erfolgt für trockenes Abgas.

Die geplante Anlage unterliegt der TA Luft und der 44. BImSchV [8]. Aus den Grenzwerten der §§ 9 und 16 der 44. BImSchV ergeben sich die folgenden Emissionsmassenströme, die bei der Berechnung der Schornsteinhöhe zu berücksichtigen sind.

Tabelle 3: Massenkonzentration und Massenströme - Kamine E1 und E2

Stoff	**Massenkonzentration c in mg/m³**	**Massenstrom je Kamin Q in kg/h**
Kohlenmonoxid	250	1,48
NOx als NO_2	100	0,38**
Schwefeloxide	9	0,05
Formaldehyd	20	0,12
Ammoniak	30	0,18

** gemäß Nummer 5.5.2.2 TA Luft ist bei der Emission von Stickstoffmonoxid ein Umwandlungsgrad von 60 % zu Stickstoffdioxid zugrunde gelegt

Die Berechnung der Emissionsmassenströme ist in der Anlage 1.1 zusammengefasst.

Mit den Vorgaben der TA Luft 2021 ergibt sich die berechnete Schornsteinhöhe nach Anlage 1.2 (Protokoll „BESMIN") zu:

E 1 und E 2: $h_{b^*} = 6\ m$

2.4.2 Berechnung der maximalen bodennahen Konzentrationen mit BESMAX

Mit der nach BESMIN berechneten Schornsteinmindesthöhe ist mit dem Programm BESMAX zu prüfen, ob die maximalen bodennahen Konzentrationen die S-Werte der Luftschadstoffe nach Anhang 6, Tabelle 21 unterschreiten. Ist dies nicht der Fall, so ist die nach BESMIN berechnete Kaminhöhe iterativ zu erhöhen.

Nach Anlage 1.3 ergeben sich die folgenden bodennahen Konzentrationen:

Tabelle 4: Maximale bodennahe Konzentration - S-Wert

Stoff	S-Wert in mg/m³	Konzentration in mg/m³	Konzentration < S-Wert
Formaldehyd	0,025	0,018	Ja
Kohlenmonoxid	7,5	0,2	Ja
Schwefeloxide	0,14	0,01	Ja
Stickstoffdioxid	0,1	0,1	Ja

Die S-Werte für die bodennahe Konzentration für die relevanten Schadstoffe werden unterschritten. Die nach 5.5.2.2 der TA Luft berechnete Mindesthöhe $h_{b^*} = 6\ m$ ist nicht zu erhöhen.

2.4.3 Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs

Bei der Bestimmung der Schonsteinhöhe nach 5.5.2.2 der TA Luft ist zusätzlich nach Nummer 5.5.2.3 zu prüfen, ob das Windfeld bei der Anströmung des Schonsteins nicht wesentlich durch geschlossene Bebauung oder geschlossenen Bewuchs nach oben verdrängt wird. Maßgeblich für die Verdrängung des Windfeldes durch Bebauung oder Bewuchs ist das Innere eines Kreises um den Schornstein mit dem Radius der 15-fachen Schornsteinhöhe gemäß Nummer 5.5.2.2, mindestens aber mit dem Radius 150 m. Innerhalb dieses Kreises ist der Bereich mit geschlossener vorhandener oder nach einem Bebauungsplan zulässiger Bebauung oder geschlossenem Bewuchs zu ermitteln, der fünf Prozent der Fläche des genannten Kreises umfasst und in dem die Bebauung oder der Bewuchs die größte mittlere Höhe über Grund aufweist. Einzelstehende höhere Objekte werden hierbei nicht berücksichtigt. Soweit ein solcher Bereich vorliegt, ist die in Nummer 5.5.2.2 bestimmte Schornsteinhöhe um diese Höhe zu erhöhen.

Im Ergebnis wird festgestellt, dass der Anteil der geschlossenen Bebauung kleiner als fünf Prozent der Fläche des zu betrachtenden Kreises ist. Es ist somit keine Erhöhung der nach

5.5.2.2 der TA Luft berechneten Schornsteinmindesthöhe $h_b°$= 6 m notwendig. Die Bewertung von Bebauung und Bewuchs nach 5.5.2.3 der TA Luft ist in Anlage 1.4 enthalten.

2.5 Berücksichtigung von unebenem Gelände

Es ist zu prüfen, ob die Schornsteinmündung nicht in einer geländebedingten Kavitätszone des Windfeldes liegt. Liegt der Landschaftshorizont, von der Mündung des Schornsteins aus betrachtet, über der Horizontalen und ist sein Winkel zur Horizontalen in einem mindestens 20 Grad breiten Richtungssektor größer als 15 Grad, soll die Schornsteinhöhe so weit erhöht werden, bis dieser Winkel kleiner oder gleich 15 Grad ist.

Für die Betrachtung wird die nach den Vorgaben der TA Luft berechnete Schonsteinhöhe verwendet:

E 1 und E2 Kamine BHKW: H_{min} = 6 m

In der Anlage 1.4 werden die Sektoreneinteilung und die sich ergebenden Steigungswinkel dargestellt. Die Auswertung der Geländeschnitte [9] ergab, dass in keinem Richtungssektor Zonen vorliegen, die die Erhöhung der berechneten Schornsteine notwendig machen.

2.6 Schornsteinhöhe nach der VDI 3781 Bl. 4

Nach den Vorgaben der VDI 3781 Blatt 4 wurde die Mündungshöhe mit der Software WinSTACC [10] unter Berücksichtigung vorgelagerter Gebäudeteile und Höhenunterschiede berechnet [2].

Für den Kamin ergibt sich eine Mündungshöhe über Grund: H = 14,9 m.

2.7 Resultierende Schornsteinhöhe

Nach Nummer 5.5.2.1 der TA Luft [1] muss die Lage und Höhe der Schornsteinmündung den Anforderungen der Richtlinie VDI 3781 Bl. 4 (07/2017) [6] genügen. Darüber hinaus ist die Schornsteinhöhe gemäß den Nummern 5.5.2.2 und 5.5.2.3 TA Luft festzulegen. Maßgebend ist dann die höchste ermittelte Schonsteinhöhe.

Für die beiden Kamine ergeben sich nach den durchgeführten Berechnungen die folgenden Mindestbauhöhen:

E 1 und E2 Kamine BHKW: **H = 14,9 m**

Mit dieser Höhe sind eine ausreichende Verdünnung der Abgase und ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung sichergestellt und die Anforderungen nach § 19 der 44. BImSchV werden erfüllt.

3 Emissionsprognose

3.1 Notwendigkeit der Ausbreitungsrechnung

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [11] fordert von Betreibern genehmigungsbedürftiger Anlagen, dass durch den Betrieb von Anlagen „*schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können*".

Schädliche Umwelteinwirkungen nach BImSchG „sind Immissionen, die ... geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen ... herbeizuführen".

Immissionen im Sinne des BImSchG und der TA Luft [1] „*sind ... einwirkende Luftverunreinigungen ...*".

Luftverunreinigungen im Sinne des BImSchG „sind Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe oder Geruchsstoffe".

Die Bestimmung der Immissions-Kenngrößen im Genehmigungsverfahren ist nach Nr. 4.6.1 TA Luft für den jeweils emittierten Schadstoff nicht erforderlich, wenn

a) die nach Nummer 5.5 TA Luft abgeleiteten Emissionen (Massenströme) die festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten

und

b) die nicht nach Nummer 5.5 TA Luft abgeleiteten Emissionen (diffuse Emissionen) 10 vom Hundert der festgelegten Bagatellmassenströme nicht überschreiten,

soweit sich nicht wegen der besonderen örtlichen Lage oder besonderer Umstände etwas anderes ergibt.

Bei der Ermittlung der Massenströme sind Emissionen der gesamten Anlage einzubeziehen.

3.2 Erforderlichkeit der Ermittlung der Immissionskenngrößen

Für den betrachteten Fall ist die Ermittlung der Immissionskenngrößen nicht erforderlich, wenn die abgeleiteten Emissionen die folgenden Massenströme nicht übersteigen:

Tabelle 5: Bagatellmassenstrom nach Nummer 4.6.1.1 der TA Luft

Schadstoffe	**Bagatell-massenstrom**	**Anlagen-emissionen**
	in kg/h	
Bagatellmassenströme nach 4.6.1.1 der TA Luft 2021 - geführte Quellen		
Schwefeloxide, angegeben als SO2	15	0,1
Stickstoffoxide angegeben als NO2	15	1
Ammoniakemission, unabhängig von Ableitbedingungen (Anhang 1 und 9)		
Ammoniak	0,1	0,35
weitere Stoffe (Nr. 4.8 der TA Luft)		
Kohlenmonoxid	*fiktiv: 11*	*3*
Formaldehyd	*fiktiv: 0,86*	*0,24*

Stoffe nach 4.6.1.1 der TA Luft Tabelle 7

Die Bagatellmassenströme für geführte Quellen für Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid nach 4.6.1.1 der TA Luft werden unterschritten.

Eine Ausbreitungsrechnung für diese Schadstoffe zur Bewertung von Gefahren für die menschliche Gesundheit ist nach 4.6.1.1 der TA Luft nicht erforderlich.

Ammoniak

Bei der Prüfung, ob der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch die Einwirkung von Ammoniak gewährleistet ist, sind Anhang 1 und Anhang 9 der TA Luft heranzuziehen.

Für Ammoniak wird nach Anhang 9 der TA Luft der Bagatellmassenstrom überschritten. Ergibt eine Prüfung, dass sich im Einwirkungsbereich der Anlage (50fache Schornsteinbauhöhe) empfindliche Pflanzen und Ökosysteme befinden, so ist für Ammoniak eine Ausbreitungsrechnung nach Anhang 2 der TA Luft durchzuführen.

Für die Berechnung des Mindestabstandes gilt die folgende Gleichung, wobei F den Wert 60.000 (m²a)/Mg einnimmt und Q die jährliche Ammoniakemission in Mg/a angibt:

$$X_{min} = \sqrt{F \cdot Q}$$

Die in Anhang 1 der TA Luft dargestellte Gleichung zur Berechnung des Mindestabstandes ist für bodennahe Quelle abgeleitet und berücksichtigt eine mögliche Verminderung der Immissionskonzentration durch Ableitung der Abgase über Schornsteine nicht. Mit der Gleichung nach Anhang 1 berechnet sich ein Mindestabstand zu empfindlichen Pflanzen und Ökosystemen von X_{min} = 432 m um die Kamine.

Nach der Recherche im Daten- und Kartendienst der LUBW - Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg [12] sind im Einwirkungsbereich (R = 1000 m) keine empfindliche Pflanzen und Ökosysteme vorhanden. Ein FFH-Gebiet mit schutzwürdigen Biotopen ist ebenfalls nicht vorhanden.

Eine Ausbreitungsrechnung für Ammoniak ist somit nicht erforderlich.

Weitere Stoffe

Für Kohlenmonoxid und Formaldehyd sind in der TA Luft 2021 keine Immissionswerte und keine Bagatellmassenströme angegeben. Somit wäre nach Nr. 4.8 der TA Luft eine Sonderfallprüfung vorzunehmen, wenn hinreichende Anhaltspunkte für das Vorliegen schädlicher Umwelteinwirkungen bestehen.

Für Stoffe, für die keine Bagatellgrenzen in der TA Luft festgelegt sind, ist ein hinreichender Anhaltspunkt für eine Sonderfallprüfung dann nicht gegeben, wenn u. a. ein durch die Multiplikation eines zulässigen Grenzwerts gebildeter fiktiver Bagatellmassenstrom unterschritten wird. Nach der TA Luft 2002 ergab sich für die mit Nr. 5.2 festgelegten Konzentrationen ein Abgasvolumenstrom von 50 000 m³/h. Aus dem Bagatellmassenströmen nach der TA Luft 2021 berechnet sich mit der Konzentration für Stoffe nach 5.2.4 der TA Luft Klasse IV (Stickstoffoxide) ein maximaler Volumenstrom von 42850 m³/h zur Berechnung der fiktiven Bagatellmassenströme.

Für Kohlenmonoxid ergibt sich damit ein fiktiver Bagatellmassenstrom von 11 kg/h. Die neuen BHKW erreichen diesen Wert nicht.

Für Formaldehyd ergibt sich ein fiktiver Bagatellmassenstrom von 0,86 kg/h. Dieser wird durch die Anlage unterschritten.

Für Kohlenmonoxid und Formaldehyd liegen somit keine hinreichenden Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung vor, da keine unzulässig hohen Emissionen auftreten. Es sind keine weiteren Prüfungen nach Nr. 4.8 der TA Luft erforderlich.

4 Zusammenfassung

Die VAI Energie GmbH i.G. beantragt derzeit die Errichtung und den Betrieb von 2 BKHW am Standort Nebensteigle 21 in 71665 Vaihingen an der Enz.

Im Ramen des Genehmigungsantrages wurde eine Schornsteinhöhenberechnung und eine Emissionsprognose nach der TA Luft erstellt.

Aufgrund der Änderung der TA Luft [1] ist eine Neuberechnung der Schornsteinhöhen und eine Neubewertung der Emissionen erforderlich.

Die Ingenieurbüro Ulbricht GmbH wurde daraufhin mit der Überarbeitung des bestehenden Gutachtens [2] beauftragt.

Die Berechnung der Schornsteinhöhe erfolgt nach Punkt 5.5 der TA Luft 2021 in Verbindung mit den Programmmodulen BESMIN [3] und BESMAX [4]. Die Bewertung der Emissionen erfolgt nach Punkt 4.6.1.1 der TA Luft (Bagatellmassenströme).

Die Ergebnisse stellen sich wie folgt dar:

Für die Kamine ergibt sich eine Mündungshöhe über Grund von H = 14,9 m.

Mit dieser Höhe sind eine ausreichende Verdünnung der Abgase und ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung sichergestellt und die Anforderungen nach § 19 der 44. BImSchV werden erfüllt.

Die Bagatellmassenströme für Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid für geführte Quellen werden unterschritten. Im Einwirkungsbereich der Kamine sind keine empfindlichen Pflanzen und Ökosysteme zur Bewertung der Ammoniakimmission vorhanden. Es liegen keine erhöhten Emissionen für Kohlenmonoxid oder Formaldehyd vor. Eine Ausbreitungsrechnung und die Bestimmung der Immissionskenngrößen sind im Genehmigungsverfahren für diese Schadstoffe somit nicht erforderlich.

Ingenieurbüro Ulbricht GmbH

5 Literaturverzeichnis

[1] *TA-Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz,* (GMBl. Nr. 48-52 vom 14.09.2021 S. 1050) Gl.-Nr. IG I 2 - 5025/005, 18. August 2021.

[2] *Bericht-Nr. 601.10583/21 "Schornsteinhöhenberechnung und Emissionsprognose für Errichtung eines Blockheizkraftwerkes in 71665 Vaihingen an der Enz",* Ingenieurbüro Ulbricht GmbH, 18.02.2021.

[3] *Schornsteinhöhe nach TA Luft - BESMIN V1.0.1,* 11.10.2021.

[4] *Schornsteinhöhe nach TA Luft - BESMAX V1.0.1,* 10.10.2021.

[5] *Technisches Datenblatt BHKW AoE 16V4000L62,* onsite energy.

[6] *VDI 3781 Blatt 4 - Umweltmeteorologie, Ableitbedingungen für Abgase, Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen,* VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss, Juli 2017.

[7] *AUSTAL View TM 10.2.12,* Argusoft GmbH & Co. KG.

[8] *44. BImSchV - Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen,* Fassung vom 13.06.2019.

[9] *Geländedaten WGS84 - SRTM1/SRTM3,* http://www.webgis.com - Copyright © 2002-2009 Lakes Enviornmental Software.

[10] Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, *Software WinSTACC, Programmversion 1.0.6.0.*

[11] *Bundes-Immissionsschutzgesetz, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnlichen Vorgängen,* vom 17.05.2013, zuletzt geändert 19.10.2022.

[12] *Datenrecherche Schutzgebiete - Daten- und Kartendienst des LUBW - http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de,* wie am 05.01.2023 verfügbar.