

Hamburg, 14.10.2022 TNUC-N / Wei

Ermittlung der Schornsteinhöhe für das Biomasseheizwerk der Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eG Ihlsol 11a in 24211 Preetz

Auftraggeber: Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eG

Ihlsol 11a 24211 Preetz

TÜV-Auftrags-Nr.: 8000682651/122IPG124

Umfang des Berichtes: 21 Seiten

Bearbeiter: Peter Weidmann

Susann Zickler, M. Sc. Tel.: 040/8557-2651 Mobil: 0160 8882651

E-Mail: pweidmann@tuev-nord.de



Inhal	tsverzeichnis Seite
1	Zusammenfassung3
2	Aufgabenstellung4
2.1	Ausgangssituation4
2.2	Vorgehensweise
3	Anlage und Umgebungsverhältnisse5
3.1	Anlage5
3.2	Umgebungsverhältnisse5
4	Beurteilungsgrundlagen7
5	Ermittlung der Schornsteinhöhe7
5.1	Berechnungen nach VDI 3781 Blatt 47
5.1.1	Pyrolyseanlage8
5.1.2	Holzhackschnitzelkessel9
5.2	Schornsteinhöhe nach TA Luft 202111
5.2.1	Berechnung der Schornsteinhöhe nach Pkt. 5.5.2.2 TA Luft
5.2.2	Bestimmung der Verdrängungshöhe nach Pkt. 5.5.2.3 TA Luft
5.3	Zusammenfassung der Schornsteinhöhen
6	Quellenverzeichnis17
7	Anhang18
Verz	eichnis der Abbildungen
Abbild	ung 1: Umgebung des BMHW mit Schornsteinstandort6
Abbild	ung 2: Illustration des BMHW6
Abbild	ung 3: Rezirkulationszone (aus /7/)8
Abbild	ung 4: Rezirkulationszonen von Pufferkessel und BMHKW für den Schornstein der Pyrolyseanlage (VG=vorgelagerte Gebäude), blauer Kreis = 50 Radius10
Abbild	ung 5: Rezirkulationszonen von Pufferkessel und BMHKW für den Schornstein der HHS-Kessel (VG=vorgelagerte Gebäude), blauer Kreis = 50 Radius11
Abbild	ung 6: 150 m-Radius um die Emissionsquellen
Verz	eichnis der Tabellen
Tabell	e 1: Technische Daten der HHS-Kessel und der Pyrolyseanlage /3/5
Tabell	e 2: Emissionsgrenzwerte für die Heizkessel (Holz) nach § 10 der 44. BlmSchV /5/7
	e 3: Q/S-Verhältnisse für drei HHS-Kessel13
	e 4: Q/S-Verhältnisse für drei HHS-Kessel und zwei Pyrolyseanlagen14

TÜV-Auftrags-Nr.:8000682651/122IPG12414.10.2022TextteilProjekt/Kunde:Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eGSeite 2 von 21



1 Zusammenfassung

Die Preetzer Bürger Energie Genossenschaft (PreBEG) plant die Errichtung eines Biomasseheizwerkes (BMHW) in 24211 Preetz.

Es ist geplant, drei Holzhackschnitzel (HHS) – Kessel mit einer Feuerungswärmeleistung (FWL) von je 2,4 MW innerhalb des BMHW aufzustellen. Die Abgase der Aggregate sollen über einen dreizügigen Schornstein ins Freie geleitet werden.

Außerdem soll die BMHW mit zwei Pyrolyseanlagen, die ebenfalls mit HHS versorgt werden, versehen werden. Die vorgesehene Heizleistung beträgt 520 kW. Die Abgase der Pyrolyseanlage sollen über einen separaten Schornstein abgeleitet werden.

Die PreBEG beauftragte uns mit der Ermittlung der Ableithöhen nach den Bestimmungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG).

Mit einer Feuerungswärmeleistung der HHS-Kessel von insgesamt rund 7,2 MW sind die HHS-Kessel genehmigungsbedürftig. Die Emissionsgrenzwerte richten sich nach der 44. BlmSchV.

Die zwei Pyrolyseanlagen, mit einer FWL von 520 kW, sind nicht Teil des BImSchG-Antrages. Die Abgase der Pyrolyseanlage sollen über einen separaten zweizügigen Schornstein abgeleitet werden.

Die Schornsteinhöhenberechnung für die Pyrolyseanlage erfolgt nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4.

Die Schornsteinhöhenberechnung für die HHS-Kessel erfolgt gemäß den Vorgaben des § 19 der 44. BlmSchV, Nr. 5.5.2.2 und 5.5.2.3 der TA Luft sowie der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4. Ausschlaggebend ist jeweils die größte ermittelte Schornsteinhöhe.

Die erforderliche Schornsteinhöhe für die HHS-Kessel beträgt 19,9 m, gerundet 20 m. Die für die Pyrolyseanlage erforderliche Schornsteinhöhe beträgt 13,2 m, gerundet 13 m.

Sachverständiger der TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG

TÜV-Auftrags-Nr.:8000682651/122IPG12414.10.2022TextteilProjekt/Kunde:Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eGSeite 3 von 21



2 Aufgabenstellung

2.1 Ausgangssituation

Die Preetzer Bürger Energie Genossenschaft (PreBEG) plant die Errichtung eines Biomasseheizwerkes (BMHW) in 24211 Preetz. Eine entsprechende Schornsteinhöhenberechnung wurde von der TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG im März 2021 erstellt /1/. Im Zuge des Projektes haben sich die Wärmeerzeuger gravierend geändert. Eine Anpassung des Gutachtens ist erforderlich.

Aktuell ist geplant drei Holzhackschnitzel (HHS) – Kessel mit einer Feuerungswärmeleistung (FWL) von je 2,4 MW innerhalb des BMHW aufzustellen. Die Abgase der HHS-Kessel sollen über einen dreizügigen Schornstein ins Freie geleitet werden.

Des Weiteren soll das BMHW mit zwei Pyrolyseanlagen, die ebenfalls mit HHS versorgt werden, versehen werden. Die vorgesehene Heizleistung beträgt 520 kW. Die Abgase der Pyrolyseanlage sollen über einen separaten Schornstein abgeleitet werden. Gemäß dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) ist die Pyrolyseanlage nicht Teil des BImSchG-Antrages. Die Schornsteinhöhenberechnung erfolgt hier nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4, Ableitbedingungen für Abgase - Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen, /7/.

Gebäudehöhen und Entfernungen zu den bestehenden Gebäuden sowie zu dem umliegenden Bewuchs bleiben unverändert, sodass die örtlichen Gegebenheiten aus dem TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG vom 22.03.2021 /1/ entnommen werden.

Die PreBEG beauftragte uns mit der Ermittlung der Ableithöhe nach den Bestimmungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG /2/).

Die erforderlichen Unterlagen wurden uns mit Stand Mitte September 2022 zur Verfügung gestellt /3/. Die in // gestellten Ziffern beziehen sich auf das Kapitel "Quellenverzeichnis".

2.2 Vorgehensweise

Zur Ermittlung der Schornsteinhöhe wird folgendermaßen vorgegangen:

- Festlegung des Rechenweges in Abhängigkeit von den Leistungen der HHS-Kessel und der Pyrolyseanlage, den Emissionen und den Umgebungsverhältnissen,
- Durchführung der Berechnung und Prüfung, ob wegen der spezifischen Situation des vorliegenden Falles weitere Ermittlungen erforderlich sind,
- Ggf. Durchführung der weiteren Ermittlungen,
- Festlegung der erforderlichen Schornsteinhöhe für die HHS-Kessel und für die Pyrolyseanlage.

TÜV-Auftrags-Nr.:8000682651/122IPG12414.10.2022TextteilProjekt/Kunde:Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eGSeite 4 von 21



3 Anlage und Umgebungsverhältnisse

3.1 Anlage

Das BMHW ist Teil eines regenerativen Nahwärmeversorgungssystems, dass das Preetzer Wohnquartier Glindskoppel/Wunder`sche Koppel mit rund 3.200 Einwohnern in ca. 1.000 Wohneinheiten mit nahezu 100 % regenerativer Wärme versorgen soll. Das Modellprojekt sieht eine multivariante Wärmeerzeugungsanlage vor.

Derzeit ist u.a. geplant, drei HHS-Kessel mit einer FWL von je 2,4 MW sowie zwei Pyrolyseanlagen mit einer FWL von je 520 kW, die ebenfalls mit HHS betrieben werden, zu installieren.

Die Abgase der HHS-Kessel sowie die Abgase der Pyrolyseanlage sollen über zwei getrennte Schornsteine abgeleitet werden. Die Pyrolyseanlage soll mit einem zweizügigen Schornstein betrieben werden.

Die für die Schornsteinhöhenberechnung relevanten technischen Daten der HHS-Kessel und sowie der Pyrolyseanlage sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1: Technische Daten der HHS-Kessel und der Pyrolyseanlage /3/

	Einheit	HHS - Kessel	Pyrolyseanlage
Anzahl	-	3	2
Feuerungswärmeleistung ca.	kW	2.400	520
Brennstoff	-	Holzhackschnitzel	Holzhackschnitzel
Holzverbrauch (H _u = 4,03 kWh/kg)	kg/h	595	111
Lamda λ	-	1,86	-
Betriebssauerstoffgehalt	%	-	11
Abgasmenge im Betrieb, trocken feucht	m³ _n /h m³ _n /h	3.700 5.300	960 1.280
Abgastemperatur an der Mündung	°C	165	150
Abgasaustrittsfläche Mündungsdurchmesser	m² mm	0,196 500	0,049 250
Abgasaustrittsgeschwindigkeit	m/s	12,0	11,2

3.2 Umgebungsverhältnisse

Das geplante BMHW soll in Pohnsdorf, ca. 1 km nordöstlich der geschlossenen Ortschaft an der Preetzer Landstraße errichtet werden. Die Lage des Betriebsgeländes mit seiner nahen Nachbarschaft zeigt Abbildung 1.

TÜV-Auftrags-Nr.: 8000682651/122IPG124 14.10.2022 Textteil
Projekt/Kunde: Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eG Seite 5 von 21





Abbildung 1: Umgebung des BMHW mit Schornsteinstandort



Abbildung 2: Illustration des BMHW

TÜV-Auftrags-Nr.: Projekt/Kunde: 8000682651/122IPG124 14.10.2022



4 Beurteilungsgrundlagen

Anlagen zur Erzeugung von Strom, Dampf, Warmwasser, Prozesswärme oder erhitztem Abgas durch den Einsatz von naturbelassenem Holz mit einer Feuerungswärmeleistung von 1 MW oder mehr sind nach Nr. 1.2.1 der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BlmSchV) /4/genehmigungsbedürftig.

Mit einer Feuerungswärmeleistung der HHS-Kessel von insgesamt rund 7,2 MW sind die HHS-Kessel genehmigungsbedürftig.

Die Emissionsgrenzwerte für die HHS-Kesselanlage richten sich nach der 44. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen – 44. BImSchV /5/).

Die Emissionsbegrenzungen der 44. BlmSchV /5/ sind in Tabelle 2 gelistet.

Die zwei Pyrolyseanlagen, mit einer FWL von jeweils 520 kW sind nicht Teil des BImSchG-Antrages. Die Abgase der Pyrolyseanlage sollen über einen separaten Schornstein abgeleitet werden. Die Schornsteinhöhenberechnung erfolgt hier nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 /7/.

Tabelle 2: Emissionsgrenzwerte für die Heizkessel (Holz) nach § 10 der 44. BlmSchV /5/

	Einheit	Motor
Bezugssauerstoffgehalt	%	6,0
Kohlenmonoxid	g/m³	0,22
Gesamtstaub	mg/m³	35
Stickoxidkonzentration, gerechnet als NO ₂	g/m³	0,37
Gesamtkohlenstoff	mg/m³	10

5 Ermittlung der Schornsteinhöhe

5.1 Berechnungen nach VDI 3781 Blatt 4

Die Ermittlung der Schornsteinhöhe erfolgt für die HHS-Kessel nach § 19 der 44. BImSchV /5/. Danach sind bei genehmigungsbedürftigen Anlagen sowie nicht genehmigungsbedürftigen Öl- und Gasfeueranlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von 10 bis 20 Megawatt die Ableitungshöhen anhand der Anforderungen der TA Luft /6/ in der jeweils zum Zeitpunkt der Errichtung der Anlage geltenden Fassung zu ermitteln. Die Anforderungen an die Ableitbedingungen sind in der Genehmigung festzulegen.

Allgemein gilt nach Nr. 5.5.2.1 Absatz 1 TA Luft 2021 /6/, dass die Lage und die Höhe der Schornsteinmündung den Anforderungen der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017) /7/ genügen muss. Darüber hinaus muss die Schornsteinhöhe der HHS-Kessel den Anforderungen der Nr. 5.5.2.3 der TA Luft genügen.

TÜV-Auftrags-Nr.:8000682651/122IPG12414.10.2022TextteilProjekt/Kunde:Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eGSeite 7 von 21



Die Pyrolyseanlage ist nicht genehmigungsbedürftig. Die Berechnung der Schornsteinhöhe für die Pyrolyseanlage ist gemäß der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 /7/ durchzuführen.

Nachfolgend erfolgt zunächst die Prüfung auf einen ungestörten Abtransport mit der freien Luftströmung gemäß Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 für den Schornstein der Pyrolyseanlage und für den Schornstein der HHS-Kessel.

Befinden sich in der Umgebung eines Schornsteins höhere Gebäude oder höherer Bewuchs können sie die freie Abgasabströmung behindern, da sich an ihrer windabgewandten Seite eine Nachlaufzone (Leewirbel) ausbildet (Abbildung 3).

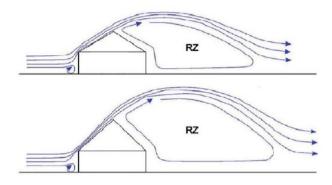


Abbildung 3: Rezirkulationszone (aus /7/)

Abgase, die innerhalb dieser Nachlaufzone emittiert werden, werden in Richtung Boden transportiert, so dass die Schadstoffkonzentration in der Nachlaufzone deutlich höher sein kann, als sie bei ungehinderter Abgasabströmung bei gleicher Quellentfernung wäre. Die Schornsteinmündung soll daher aus der Rezirkulationszone herausragen.

5.1.1 Pyrolyseanlage

Die Berandung der Rezirkulationszone ist keine scharfe Linie im Vertikalschnitt und keine scharfe Grenzfläche im Raum, sondern hat aufgrund der sich einstellenden turbulenten Scherschicht eine gewisse Dicke. Dies wird bei der Berechnung der Mündungshöhen durch einen additiven Term Hüberücksichtigt.

Der Wert von H₀ wird nach /7**Fehler! Textmarke nicht definiert.**/ als Konvention festgelegt. Für die Pyrolyseanlage wird H₀ mit 3,0 m festgelegt.

Die Berechnungen werden mit dem Programm WinSTACC /8/ durchgeführt.

Der Schornstein für die Pyrolsyseanlage befindet sich auf der nördlichen Seite des Heizwerks. Der freistehende Schornstein wurde auf einem fiktiven Einzelgebäude mit den Abmessungen 1 m x 1 m x 1 m (L x B x H) modelliert, da im Programm WinSTACC keine freistehenden Schornsteine vorgesehen sind.

In der Umgebung des Schornsteins befindet sich das Biomasseheizwerk und die geplanten Pufferspeicher (VG2 und VG3 in den Abb. 4 und 5). Die Pfufferspeicher haben eine Höhe von 12,6 m. Das Heizwerk wird mit den Maßen 60 m Länge, 20 m Breite und 7,5 m Höhe in die Berechnung eingestellt.

TÜV-Auftrags-Nr.: 8000682651/122IPG124 14.10.2022 Textteil
Projekt/Kunde: Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eG Seite 8 von 21



In der Abb. 4 sind die modellierten Gebäude mit den Rezirkulationszonen (Ellipsen) dargestellt. Die log-Datei ist dem Anhang zu entnehmen.

Für die ungehinderte Abströmung des Abgases mit der freien Luftströmung ergibt sich aufgrund der Bebauung eine Schornsteinhöhe H_{A1} von 12,2 m über Dach des 1 m hohen fiktiven Einzelgebäudes. Dies führt zu einer Schornsteinhöhe über Flur von:

$$H = 12,2 m + 1 m = 13,2 m$$
,

gerundet H = 13 m über Flur.

5.1.2 Holzhackschnitzelkessel

Die Umgebung des Schornsteins für die Holzhackschnitzelkessel entsprechen den vorstehend genannten Angaben für die Pyrolyseanlage. Die Position des Schornsteinsteins befindet sich in den Rezirkulationszonen eines Pufferspeichers und des Biomasseheizkraftwerks.

In der Abb. 5 sind die modellierten Gebäude mit den Rezirkulationszonen (Ellipsen) dargestellt. Die log-Datei ist dem Anhang zu entnehmen.

Für die ungehinderte Abströmung des Abgases mit der freien Luftströmung ergibt sich aufgrund der Bebauung eine Schornsteinhöhe H_{A1} von 16,0 m über Dach des 1 m hohen fiktiven Einzelgebäudes. Dies führt zu einer Schornsteinhöhe über Flur von:

$$H = 16.0 m + 1 m = 17.0 m$$
,

gerundet H = 17 m über Flur.

Um eine ausreichende Verdünnung der Abgase bis zur benachbarten Bebauung zu erzielen, muss der Schornstein nach Nr. 6.3.2 der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 /7/ das Bezugsniveau in einem Umkreis um den Schornstein (Einwirkbereich) um eine Mindesthöhe überragen. Bei dem zu betrachtenden Schornstein mit einer FWL von insgesamt 7.200 kW beträgt der Einwirkungsbereich 50 m.

Die höchste Oberkante von Zuluftöffnungen (Lüftungsöffnungen) sowie von Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume im Einwirkungsbereich der Abgasableiteinrichtungen definiert das Bezugsniveau. H_F ist die Höhe des Bezugsniveaus über der für die Abgasableiteinrichtung maßgeblichen Geländeoberfläche.

Die Mündung der Abgasableiteinrichtung muss das Bezugsniveau mindestens um die Höhe H_B überragen, die bei Feuerungsanlagen als Funktion der Brennstoffart und der Nennwärmeleistung bestimmt wird. Gemäß Tabelle 4 und Bild 14 in der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 /7/ beträgt im vorliegenden Fall H_B = 5 m.

Im Einwirkbereich des Schornsteins liegt das BMHW mit einer maximalen Höhe von 7,5 m. Dieses Bezugsniveau ist um 5 m zu überragen, was eine Mindesthöhe von 12,5 m ergibt. Die gebäudebedingte Schornsteinhöhe liegt mit 17 m über Flur deutlich darüber, so dass sich aus dem Nr. 6.3.2 der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 /7/ keine zusätzliche Anforderung für die Schornsteinhöhe ergibt.

TÜV-Auftrags-Nr.:8000682651/122IPG12414.10.2022TextteilProjekt/Kunde:Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eGSeite 9 von 21



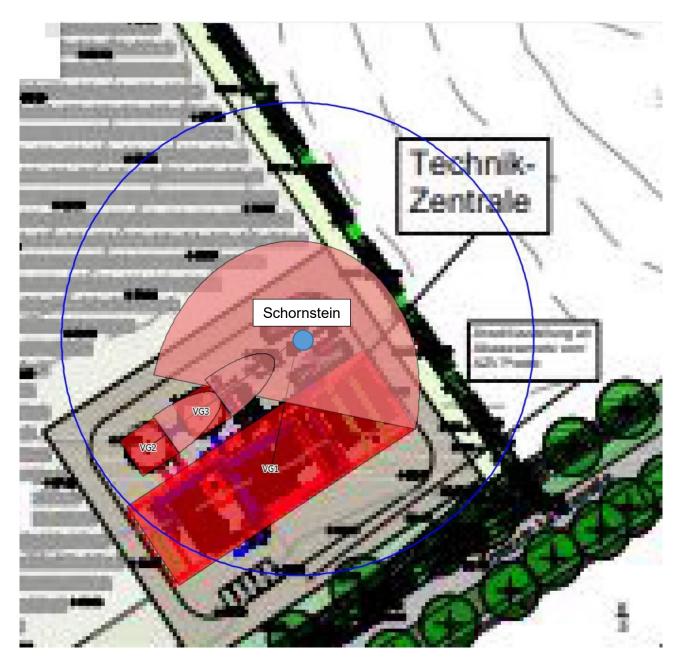


Abbildung 4: Rezirkulationszonen von Pufferkessel und BMHKW für den Schornstein der Pyrolyseanlage (VG=vorgelagerte Gebäude), blauer Kreis = 50 Radius

TÜV-Auftrags-Nr.:8000682651/122IPG12414.10.2022TextteilProjekt/Kunde:Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eGSeite 10 von 21



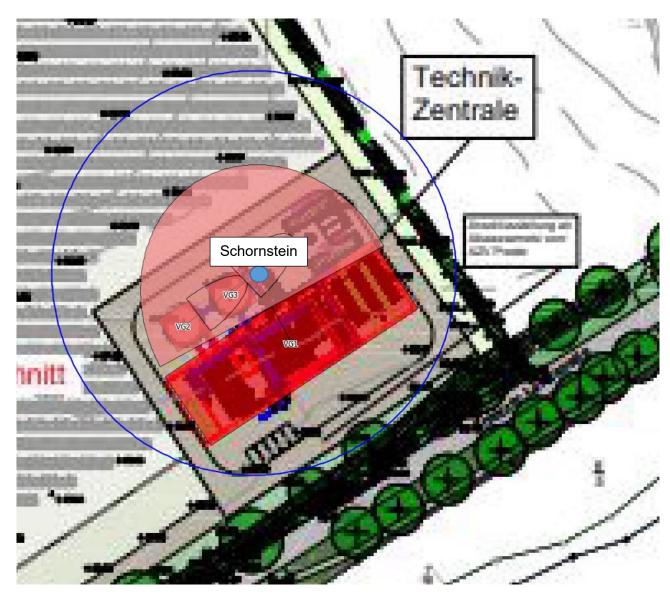


Abbildung 5: Rezirkulationszonen von Pufferkessel und BMHKW für den Schornstein der HHS-Kessel (VG=vorgelagerte Gebäude), blauer Kreis = 50 Radius

5.2 Schornsteinhöhe nach TA Luft 2021

Die Berechnung der Schornsteinhöhe nach TA Luft erfolgt ausschließlich für den Schornstein der HHS-Kessel.

5.2.1 Berechnung der Schornsteinhöhe nach Pkt. 5.5.2.2 TA Luft

Nach Nr. 5.5.2.2 der TA Luft 2021 /6/ wird zur Bestimmung der Schornsteinhöhe als Maßstab für eine ausreichende Verdünnung der Abgase die maximale bodennahe Konzentration (S-Wert) jedes emittierten, in Anhang 6 der TA Luft aufgeführten Stoffes in einer stationären Ausbreitungssituation betrachtet. Die Schornsteinhöhe ist demnach so zu bestimmen, dass diese Konzentration den jeweiligen S-Wert nicht überschreitet.

TÜV-Auftrags-Nr.: 8000682651/122IPG124 14.10.2022 Textteil
Projekt/Kunde: Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eG Seite 11 von 21



Bei mehreren Schornsteinen der Anlage ist die Einhaltung des S-Wertes gemäß Nr. 5.5.2.2 durch Überlagerung der Konzentrationsfahnen der Schornsteine zu prüfen. Bestehende Schornsteine der Anlage sind bei der Überlagerung mit dem halben Emissionsmassenstrom zu berücksichtigen.

Die Berechnung erfolgt mit dem Programmsystem BESTAL, in dem das Programm BESMIN /9/ integriert ist. Das Programm BESMIN (Bestimmung der minimalen Schornsteinhöhe) bestimmt die Bauhöhe eines einzelnen Schornsteins so, dass für jede Wettersituation der Maximalwert der bodennahen Konzentration die durch den S-Wert vorgegebene Konzentration (Zahlenwert in mg/m³) gerade nicht überschritten wird. Dabei wird auf die Ergebnisse von Ausbreitungsrechnungen zurückgegriffen, die für jede der in Betracht zu ziehenden Wettersituationen und ein Spektrum von effektiven Quellhöhen für eine Punktquelle in ebenem Gelände und ohne Gebäudeeinfluss durchgeführt worden sind.

In Tabelle 3 sind die Emissionsmassenströme und das Verhältnis des Emissionsmassenstroms Q zu dem entsprechenden S-Wert des Anhangs 6 der TA Luft dargestellt. Das höchste Q/S-Verhältnis bildet der Schadstoff Stickstoffdioxid (NO₂). Das bedeutet, dass die Schornsteinhöhe so zu bestimmen ist, dass die bodennahe Konzentration von Stickstoffdioxid den S-Wert nicht überschreiten darf.

Die drei HHS-Kessel werden über einen dreizügigen Schornstein ins Freie geleitet.

Abgas kann aufgrund von Temperatur (thermischer Auftrieb), Austrittsgeschwindigkeit (mechanischer Impuls) und/oder Feuchte (thermischer Auftrieb durch Freiwerden latenter Wärme) über den Austrittsquerschnitt (Mündung) eines Schornsteins hinaus nach oben transportiert werden. Dieser Aufstieg der Abgasfahne wird als Abgasfahnenüberhöhung bezeichnet. Diese hängt sowohl von den Quelleigenschaften als auch von den Eigenschaften der Umgebungsluft ab. Mit der VDI-Richtlinie 3782 Blatt 3 /10/ liegt ein überarbeiteter Ansatz zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung vor. Gemäß VDI-Richtlinie 3782 Blatt 3 /10/ wurden für die Kessel und die Pyrolyseanlage Äquivalenzparameter bestimmt.

Die Kenngrößen der Abgasableitung für die Pyrolyseanlage wurden verwendet, um die Überlagerung der Abgasfahnen zu berücksichtigen. Da das höchste Q/S-Verhältnis der Schadstoff Stickstoffdioxid bildet, erfolgt die Berechnung hinsichtlich dieses Schadstoffs.

Die Eingangsdaten für die in BESMIN durchgeführten Berechnungen sind in Tabelle 3, die in BESMAX in Tabelle 4 dargestellt. Die Ausgabedateien sind dem Anhang zu entnehmen.

Die nach BESMIN ermittelte Schornsteinhöhe für die Ableitung der Abgase aus den Holzhackschnitzelkesseln beträgt:

H = 7,9 m über Grund.

Die Prüfung auf Überlagerung der Abgasfahnen aus Holzhackschnitzelkessel und Pyrolyseanlage erfolgt mit dem Programm BESMAX. Für die Pyrolyseanlage wird die gemäß Nr. 14 Anhang 2 TA Luft mindestens anzusetzende rechnerische Höhe von 6 m eingesetzt.

Mit einer Schornsteinhöhe gemäß Nr. 5.5.2.1 TA Luft für die HHS-Kessel von 7,9 m und 6 m für die Pyrolyseanlage wird der S-Wert von 0,1 mg/m³ eingehalten. Die Eingabegrößen und das Ergebnis sind im Anhang als Screenshot dargestellt.

TÜV-Auftrags-Nr.:8000682651/122IPG12414.10.2022TextteilProjekt/Kunde:Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eGSeite 12 von 21



Tabelle 3: Q/S-Verhältnisse für drei HHS-Kessel

	Einheit	HHS - Kessel
Anzahl		3
Max. Feuerungswärmeleistung	MW	2,4
Bezugssauerstoffgehalt	%	6,0
Innendurchmesser	m	0,866**
Abgasgeschwindigkeit	m/s	12**
Temperatur des Abgases	°C	165**
Wasserbeladung	kg/kg	0,254**
Bezugs-Abgasvolumen, trocken	m³ _n /h	8.373**
Emissionsgrenzwert CO	g/m³	0,22
Emissionsmassenstrom CO	kg/h	1,84
S-Wert für CO	mg/m³	7,5
Q / S für CO	m³/h	0,25 * 10 ⁶
Gesamtstaub***	mg/m³	35
Emissionsmassenstrom Gesamtstaub***	kg/h	0,293
S-Wert für Partikel (PM ₁₀)	mg/m³	0,08
Q / S für Gesamtstaub***	m³/h	3,66* 10 ⁶
Emissionsgrenzwert NO ₂	g/m³	0,37
Emissionsmassenstrom NO ₂ *	kg/h	1,983
S-Wert für NO ₂	mg/m³	0,1
Q / S für NO ₂	m³/h	19,83* 10 ⁶
Emissionsgrenzwert Summe C	mg/m³	10
Emissionsmassenstrom Summe C	kg/h	0,084
S-Wert für Summe C	mg/m³	0,1
Q / S für Summe C	m³/h	0,84 * 10 ⁶

^{*} NO₂-Anteil nach 5.5.3 TA Luft errechnet aus

TÜV-Auftrags-Nr.: 8000682651/122IPG124 14.10.2022 Textteil Projekt/Kunde: Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eG Seite 13 von 21

^{10 %} Direktanteil bei der Verbrennung im Kessel und Umwandlung von 60 % des NO zu NO₂,
** Äquivalenzwerte nach VDI-Richtlinie 3782 Blatt 3E /10/
*** Gesamtstaub wird als PM₁₀ betrachtet



Tabelle 4: Q/S-Verhältnisse für drei HHS-Kessel und zwei Pyrolyseanlagen

	Einheit	HHS - Kessel	Pyrolyse
Anzahl		3	2
Max. Feuerungswärmeleistung	MW	jeweils 2,4	jeweils 0,52
Bezugssauerstoffgehalt	%	6,0	11
Innendurchmesser	m	0,866**	0,433**
Abgasgeschwindigkeit	m/s	12**	11,2**
Temperatur des Abgases	°C	165**	150**
Wasserbeladung	kg/kg	0,254	0,2
Bezugs-Abgasvolumen, trocken	m³ _n /h	8.373	1280
Emissionsgrenzwert CO	g/m³	0,22	0,02
Emissionsmassenstrom CO	kg/h	1,84	0,026
S-Wert für CO	mg/m³	7,5	7,5
Q / S für CO	m³/h	0,25 * 10 ⁶	0,003*10 ⁶
Gesamtstaub***	mg/m³	35	20
Emissionsmassenstrom Gesamtstaub***	kg/h	0,293	0,026
S-Wert für Partikel (PM ₁₀)	mg/m³	0,08	0,08
Q / S für Gesamtstaub***	m³/h	3,66* 10 ⁶	0,3*10 ⁶
Emissionsgrenzwert NO ₂	g/m³	0,37	0,25
Emissionsmassenstrom NO ₂ *	kg/h	1,983	0,20
S-Wert für NO ₂	mg/m³	0,1	
Q / S für NO ₂	m³/h	19,83* 10 ⁶	2,0*10 ⁶
Emissionsgrenzwert Summe C	mg/m³	10	10
Emissionsmassenstrom Summe C	kg/h	0,084	0,013
S-Wert für Summe C	mg/m³	0,1	0,1
Q / S für Summe C	m³/h	0,84 * 10 ⁶	0,13*10 ⁶

TÜV-Auftrags-Nr.: 8000682651/122IPG124 14.10.2022 Textteil Projekt/Kunde: Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eG Seite 14 von 21

^{*} NO₂-Anteil nach 5.5.3 TA Luft errechnet aus 10 % Direktanteil bei der Verbrennung im Kessel und Umwandlung von 60 % des NO zu NO₂, ** Äquivalenzwerte nach VDI-Richtlinie 3782 Blatt 3E /10/ *** Gesamtstaub wird als PM₁₀ betrachtet



5.2.2 Bestimmung der Verdrängungshöhe nach Pkt. 5.5.2.3 TA Luft

Die Bestimmung der Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 /6/ setzt voraus, dass das Windfeld bei der Anströmung des Schornsteins nicht wesentlich durch geschlossene Bebauung oder geschlossenen Bewuchs nach oben verdrängt wird und dass die Schornsteinmündung nicht in einer geländebedingten Kavitätszone des Windfeldes liegt.

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 Nr. 5.5.2.2, mindestens aber mit dem Radius 150 m. Im vorliegenden Fall beträgt der Radius 150 m.

Innerhalb dieses Kreises ist der Bereich mit geschlossener vorhandener oder nach einem Bebauungsplan zulässiger Bebauung oder geschlossenen 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 Nr. 5.5.2.2 bestimmte Schornsteinhöhe um diese Höhe zu erhöhen.



Abbildung 6: 150 m-Radius um die Emissionsquellen

TÜV-Auftrags-Nr.:8000682651/122IPG12414.10.2022TextteilProjekt/Kunde:Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eGSeite 15 von 21



Abbildung 6 zeigt den 150 m-Radius zur Bestimmung der Verdrängungshöhe. Innerhalb dieses Kreises liegen westlich des geplanten Biomasseheizkraftwerks Hallen der Bioenergie Hörnsee GmbH & Co. Südlich der Anlage stehen in ca. 60 m bis 80 m Entfernung Laubbäume, die zwischen ca. 15 m bis 20 m hoch sind.

Geschlossene Bebauung oder geschlossener Bewuchs liegen unabhängig von der Flächendeckung der Gebäude und der Bewuchselemente erst dann vor, wenn durch diese eine Verdrängung des Windfelds und die Ausbildung einer oberflächenspezifischen internen Grenzschicht stattfindet, die über die Um- und Überströmung einzelner Objekte (die im Falle von Gebäuden über die Schornsteinhöhenbestimmung gemäß VDI 3781 Blatt 4 berücksichtigt wird) oder auch linearer Strukturen deutlich hinausgehen. Ein einzelnes freistehendes oder hohes Gebäude, ebenso wie eine kleine Gebäudegruppe oder eine Baumreihe oder ein schmaler Gehölzstreifen sind somit in der Regel nicht als geschlossene Bebauung oder geschlossener Bewuchs im Sinne der Nummer 5.5.2.3 TA Luft anzusehen, selbst dann, wenn sie mehr als fünf Prozent insbesondere eines kleineren Beurteilungsgebiets einnehmen.

Die Verdrängungshöhe wird in Anlehnung an /1/ mit 12 m angesetzt.

In unebenen Gelände wird der Schornstein mit der nach Nr. 5.5.2.2 bestimmten, ggf. um die Bebauung und Bewuchs korrigierten Schornsteinhöhe betrachtet. 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 soweit erhöht werden, bis dieser Winkler kleiner oder gleich 15 Grad ist.

Der Landschaftshorizont wurde gemäß Nr. 5.5.2.3 Absatz 5 TA Luft geprüft, eine Korrektur ist nicht erforderlich.

Die nach BESMIN bestimmte Schornsteinhöhe ist um die bestimmte Verdrängungshöhe zu erhöhen.

Damit ergibt sich eine nach 5.5.2.2 und 5.5.2.3 TA Luft ermittelte Schornsteinhöhe für den Schornstein der HHS-Kessel von:

H = 7.9 m + 12 m = 19.9 m über Flur, gerundet H = 20 m über Flur

5.3 Zusammenfassung der Schornsteinhöhen

Für die HHS-Kessel ist jeweils die höchste ermittelte Schornsteinhöhe ausschlaggebend. Die höchste ermittelte Schornsteinhöhe für die HHS-Kessel beträgt 19,9 m, gerundet 20 m.

Die für die Pyrolyseanlage erforderliche Schornsteinhöhe beträgt gemäß den Anforderungen zur freien Abströmung nach der VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4 13,2 m, gerundet 13 m.

TÜV-Auftrags-Nr.:8000682651/122IPG12414.10.2022TextteilProjekt/Kunde:Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eGSeite 16 von 21



6 Quellenverzeichnis

- 1 TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG. Ermittlung der Schornsteinhöhe für das Biomassenheizkraftwerk der Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eG Ihlsol 11a in 24211 Preetz. Nr.: 8000673693/120IPG031-Rev.1 vom 22.03.2021
- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG) "Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBI. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBI. I S. 1362) geändert worden ist"
- 3 Unterlagen der PreBEG und der IPP ESN Power Engineering GmbH, Stand Mitte September 2022
- Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen 4. BImSchV)
 "Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBI. I S. 1440), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Januar 2021 (BGBI. I S. 69) geändert worden ist"
- Vierundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über mittelgroße Feuerungs- Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen 44. BImSchV) "Verordnung über mittelgroße Feuerungs- Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen vom 13. Juni 2019 (BGBI. I S. 804), die durch Artikel 3 Absatz 1 der Verordnung vom 6. Juli 2021 (BGBI. I S. 2514) geändert worden ist
- 6 Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 18. August 2021 GMBI. Ausgabe 48-54, Seite 1050; ausgegeben am 14. September 2021
- 7 VDI-Richtlinie 3781 Blatt 4: Ableitbedingungen für Abgase Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen, Juli 2017
- 8 WinSTACC softwaretechnische Umsetzung der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 Programmversion 1.0.6.0
- 9 BESTAL Schornsteinhöhe nach TA Luft 2021, Version 1.0.1, Stand: 11.10.2021, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau; Ingenieurbüro Janicke, Überlingen.
- 10 VDI-Richtlinie 3782 Blatt 3– Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung, September 2022

TÜV-Auftrags-Nr.:8000682651/122IPG12414.10.2022TextteilProjekt/Kunde:Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eGSeite 17 von 21



7 Anhang

```
Programmversion
                                       = 1.0.7.0
                                       = 1.0.4.6
 dll-Version
[Start]
 Datum Rechnung
                                       = 12.10.2022 13:44
                                       = C:\LOHMEYER\WinSTACC\VDI Input.ini
  Steuerdatei
                                       = Meter
 Längenangaben
 Winkelangaben
                                       = Grad
 Leistungsangaben
                                       = Kilowatt
[EmittierendeAnlage]
                                       = Keine Feuerungsanlage
 Anlagentyp
 Input_R
                                       = 50
 Input_H_B
Input_H_Ue
                                       = 5
                                       = 3
[Einzelgebäude]
                                       = 1
 Länge l
 Breite b
                                       = 1
                                       = 1
 Traufhöhe_H_Traufe
 Firsthöhe_H_First
                                       = 1
 Dachform
                                       = Flachdach
 HorizontalerAbstandMündungFirst_a
[VorgelagertesGebäude1]
  Länge l
                                       = 60
  Breite b
                                       = 20
 Traufhöhe H Traufe
                                       = 7.5
                                       = 7.5
 Firsthöhe H First
 Dachform
                                       = Flachdach
                                      = nein
  H 2V mit H A1F begrenzen
 HöheObersteFensterkante H F
                                       = 0
 WinkelGebäudeMündung_beta
                                      = 45
                                       = 13.6
 AbstandGebäudeMündung_l_A
 Hanglage
                                       = nein
 HöhendifferenzZumEinzelgebäude Delta h
 GeschlosseneBauweise
                                       = nein
[VorgelagertesGebäude2]
                                       = 9
 Länge 1
 Breite b
                                       = 12.6
 Traufhöhe_H_Traufe
 Firsthöhe_H_First
                                       = 12.6
                                       = Flachdach
  Dachform
  H 2V mit H A1F begrenzen
                                       = nein
 HöheObersteFensterkante H F
 WinkelGebäudeMündung_beta
                                       = 3
                                       = 34.4
 AbstandGebäudeMündung_l_A
                                       = nein
 Hanglage
  HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h
                                      = 0
 GeschlosseneBauweise
                                       = nein
[VorgelagertesGebäude3]
 Länge l
                                       = 9
 Breite b
                                       = 12.6
 Traufhöhe_H_Traufe
                                       = 12.6
 Firsthöhe H First
                                       = Flachdach
 Dachform
 H 2V mit H A1F begrenzen
                                       = nein
 {\tt H\"{o}heObersteFensterkante\_H\_F}
                                       = 0
 WinkelGebäudeMündung beta
                                       = 20.8
 AbstandGebäudeMündung 1 A
                                       = nein
  Hanglage
 \verb|H\"{o}h\'{e}nd\~{i}fferenzZumEinzelgeb\"{a}ude\_Delta\_h
                                      = 0
 GeschlosseneBauweise
                                       = nein
```

TÜV-Auftrags-Nr.: 8000682651/122IPG124 14.10.2022 Anhang
Projekt/Kunde: Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eG Seite 18 von 21



```
[Ergebnis]
freistehender Schornstein (Firsthöhe kleiner oder gleich 1 m)!
 ---- Mündungshöhe über Grund = 13.2
******************************
HHS-Anlage-Berechnung der gebäudebedingten Schornsteinhöhe
= 1.0.7.0 \\
= 1.0.4.6
 Programmversion
 dll-Version
[Start]
                                      = 12.10.2022 15:42
 Datum Rechnung
                                      = C:\LOHMEYER\WinSTACC\VDI Input.ini
 Steuerdatei
 Längenangaben
                                     = Meter
                                      = Grad
 Winkelangaben
 Leistungsangaben
                                     = Kilowatt
[EmittierendeAnlage]
 Anlagentyp
                                     = Feuerungsanlage
                                      = fest
 Brennstoff
 Nennwärmeleistung Q N
                                     = 5800
                                      = 7200
 Feuerungswärmeleistung_Q_F
[Einzelgebäude]
                                     = 1
 Länge l
 Breite b
                                     = 1
 Traufhöhe H Traufe
                                     = 1
 Firsthöhe_H_First
                                     = 1
 Dachform
                                      = Flachdach
 HorizontalerAbstandMündungFirst a
                                     = 0.5
[VorgelagertesGebäude1]
                                      = 60
 Länge 1
 Breite b
                                      = 20
                                     = 7.5
 Traufhöhe H Traufe
                                     = 7.5
 Firsthöhe_H_First
                                     = Flachdach
 Dachform
 H 2V mit H A1F begrenzen
                                     = nein
 HöheObersteFensterkante H F
                                     = 0
                                     = 85
 WinkelGebäudeMündung beta
 {\tt AbstandGeb\"{a}udeM\"{u}ndung\_l\_A}
                                     = 9.2
 Hanglage
                                     = nein
 HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h
                                    = 0
 GeschlosseneBauweise
                                      = nein
[VorgelagertesGebäude2]
                                      = 9
 Länge_l
 Breite b
                                     = 9
 Traufhöhe H Traufe
                                     = 12.6
                                     = 12.6
 Firsthöhe H First
                                     = Flachdach
 Dachform
 H 2V mit H_A1F_begrenzen
                                     = nein
 {\tt H\"{o}heObersteFensterkante\_H\_F}
                                     = 0
 WinkelGebäudeMündung beta
                                     = 5
                                     = 16.8
 AbstandGebäudeMündung_l_A
                                     = nein
 Hanglage
 HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h
                                     = 0
 GeschlosseneBauweise
                                      = nein
[VorgelagertesGebäude3]
                                      = 9
 Länge_l
 Breite b
                                     = 9
 Traufhöhe H Traufe
                                     = 12.6
                                     = 12.6
 Firsthöhe H First
 Dachform
                                     = Flachdach
 H 2V mit H A1F begrenzen
                                     = nein
 HöheObersteFensterkante_H_F
                                     = 0
 WinkelGebäudeMündung beta
                                     = 14
 {\tt AbstandGeb\"{a}udeM\"{u}ndung\_l\_A}
                                      = 2.9
                                      = nein
 Hanglage
```



```
HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0
GeschlosseneBauweise = nein

[Ergebnis]

freistehender Schornstein (Firsthöhe kleiner oder gleich 1 m)!
----- Mündungshöhe über Grund = 17
```

Berechnung der emissionsbedingten Schornsteinhöhe für die HHS-Kessel



TÜV-Auftrags-Nr.:8000682651/122IPG12414.10.2022AnhangProjekt/Kunde:Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eGSeite 20 von 21



Berechnung der emissionsbedingten Schornsteinhöhe für die HHS-Kessel unter Berücksichtigung der Pyrolyseanlage

BESMAX - Version 1.	0.1	10516	- 0		- D X
Maximale bod	ennahe k	Konzen	tratio	n nac	h Nr. 5.5.2.1 TA Luft (2021)
Bezeichnung der Quelle	nq	HHS	Pyr	olyse	+
Emissionsmassenstrom	eq 1	1,983		0,1	kg/h
x-Koordinate	xq 58	32365	5	82378	m
y-Koordinate	yq 600	11495	60	11501	m
Schornsteinbauhöhe	hb	7,9		6	m
Innendurchmesser	dq (0,866	1	0,354	m
Austrittsgeschwindigkeit	vq	12,0		11,2	m/s
Austrittstemperatur	tq	165		150	°C
Wasserbeladung	zq (,254		0,2	kg/(kg tr)
	Ma	ximale K	onzent	ration be	erechnen
Maximale bodennahe	Konzentr:	ation:			(A. 0.0.0.18)
Maximaler Konzentration		1,204	e-04	g/m³	
Unsicherheit des Maxima	alwertes dm		0,3	%	
x-Koordinate des Maxima	alwertes xm	5823	92,8	m	
y-Koordinate des Maximalwertes ym		60115	07,8	B m	
Stabilitätsklasse			3,1	KM	
Windgeschwindigkeit	ua		9,0	m/s	
Windrichtung	ra	2	50,0	Grad	
Emissionsquellen und berechnete Konzentration abspeichern					
KI, Ua: 3,1 9,0 → Ra: 250 Tick: 30,000 Cref: 1,204e-04 Grafik					

TÜV-Auftrags-Nr.:8000682651/122IPG12414.10.2022AnhangProjekt/Kunde:Schornsteinhöhe BMHW | Preetzer Bürger Energie Genossenschaft eGSeite 21 von 21