TÜV Thüringen Anlagentechnik GmbH & Co. KG

Service Center Mittelthüringen

Ichtershäuser Straße 32 99310 Arnstadt Tel. 03628 -598 300 Fax. 03628 -598 451 F-Mail: umwelt@trev-thueringer



E-Mail: <u>umwelt@tuev-thueringen.de</u> web: <u>www.tuev-thueringen.de</u>

Schornsteinhöhengutachten (SST)

Errichtung einer Holzvergaseranlage HKA70 im VBP der Biorecycling Spezialerdenproduktion und Vertriebs GmbH Mühlberg Revision 00

Standort: 99869 Mühlberg, Haarhäuser Straße

Flur 8, FS 84/3, 84/2, 84/1, 371/83, 370/83, 80/2

Veranlassung: Immissionsschutz/Lärm

Baugenehmigung Holzvergaseranlage HKA70

Auftraggeber (AG): Biorecycling Spezialerdenproduktion und Vertriebs GmbH

OT Mühlberg Haarhäuser Str. 99869 Drei Gleichen Tel.: 036256 - 80443 Fax: 03625 6 - 22831

web: www.biorecycling-muehlberg.de

Ansprechpartner AG: Karsten Ullrich / Geschäftsführer

mobil: 0172 - 3612663

mail: kullrich@biorecycling-muehlberg.de

Planungsbüro (PB) planungsgruppe 91 Ingenieurgesellschaft, Jägerstr. 7,

99867 Gotha, www.planungsgruppe91.de

Ansprechpartner PB Jutta Schlier, Projektbearbeiterin Tel.: 03621 – 29159

E-Mail: j.schlier@planungsgruppe91.de

Ausgestellt am: 12.06.2019

Umfang: 13 Seiten (Text), 8 Anhänge (17 Blatt): gesamt 30 Seiten

TÜV-Registratur: 8121/021/19 **Auftrags-Nr.:** 2AU-20507

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Evelyn Schwarz

Tel: 03628 / 598 422; Mobil: 0151 - 2033 2125 mail: evelyn.schwarz@tuev-thueringen.de



Inh	alt	Seite
1	Aufgabe	nstellung und Anlagendaten3
2	Beurteil	ungsgrundlagen5
3		chreibung der Geländelage6
4	Ermittlu	ng der Schornsteinhöhe7
	I.1 Allg	emeines7
4		ssionsbedingte Schornsteinhöhe8
	4.2.1	Ermittlung der Emissionen8
		Ermittlung der Abluftfracht10
	4.2.3	Schornsteinhöhe nach gesonderten Regelungen12
5	Zusamn	nenfassung13
Ab	bildungs	verzeichnis
Ab	bildung 1:	Lage Biorecycling Spezialerdenprod. Mühlberg, Luftbild (© GeoProxy Th) 3
Ab	bildung 1:	Lage Schornsteine über Dach des Containers4
Tal	bellenver	zeichnis
Tal	belle 1:	Feuerungsanlagen Holzvergaseranlage5
	belle 1:	Koordinaten Mittelpunkt des Betriebsgeländes7
	pelle 1:	Zusammensetzung Holzgas10
	pelle 4:	Grenzwerte Holzgas-BHKW [13]10
An	hänge	
1	I agenlan	/ LK Karte mit Immissionsorten (1 Blatt)
2	Lage VBI	· · ·
3		nsbeschreibung (4 Blatt)
4		bung HKA70 (3 Blatt)
5		tt BHKW (5 Blatt)
6		nungsrechnung (1 Blatt)
7		sermittlung (1 Blatt)
8		g der Mindestschornsteinhöhe nach Nomogramm (1 Blatt)
_		g are minaretterneterneterneterneterneterneterne



1 Aufgabenstellung und Anlagendaten

Die Biorecycling Spezialerdenproduktion und -Vertriebs GmbH Mühlberg plant am Standort Mühlberg, Haarhäuser Straße, den Neubau einer Holzvergaser-Anlage, bestehend aus zwei Holzvergasern HKA70 und zwei BHKWs in einem Container, Holzbunker, Technikcontainer, Trockner- Container. Später soll eventuell noch eine weitere Halle südlich der Anlage errichtet werden.

Am Standort befindet sich bereits ein genehmigter Anlagenbestand bestehend aus einer Anlage zur Herstellung und Zwischenlagerung von Erdstoffmischungen, Kompost und Rindenmulch. Die 2011 geplante Biogasanlage wurde nicht errichtet, stattdessen soll jetzt die Holzvergaseranlage errichtet werden. Die neue Anlage soll über ein Baugenehmigungsverfahren realisiert werden.

Der Anlagenstandort befindet sich östlich der Ortslage Mühlberg. Zufahrten zur Anlage erfolgen über die Haarhäuser Straße.



Abbildung 1: Lage Biorecycling Spezialerdenprod. Mühlberg, Luftbild (© GeoProxy Th)

LAGE PLANGEBIET

Das Betriebsgelände der Biorecycling Spezialerden befindet sich im Geltungsbereich des Vorhabenbezogenen Bebauungsplans (VBP) für das Sondergebiet "Betriebsgelände der Firma Biorecycling Spezialerden-Produktion und –Vertriebs GmbH, Gemeinde Drei Gleichen, Ortsteil Mühlberg, M 1:500, Vorentwurf Januar 2019 [27] (siehe Anhang 2).

Im VBP [14] sind ausschließlich die immissionsschutzrechtliche Ordnung der B-Planflächen geregelt. Es sind Sondergebietsflächen (SO) nach BauNVO [6]

Datum: 12.06.2019 Bericht 8121/021/19 Seite 3 von 13



ausgewiesen, wobei die Flächen SO1 bis SO3 Bestandsanlagen der Biorecycling Spezialerden beinhalten und auf Fläche SO4 die Neuanlage errichtet werden soll.

Sondergebiet (SO) 4: Errichtung von 2 Holzvergasern mit ca. 70 kW Elektrisch und 130 kW thermisch (siehe Anhang 05) in Containerbauweise mit Energie-Nutz-Zentrale und zugehörigem Vorratsbauwerk für Hackschnitzellagerung und 2 Standplätzen für Container-Trocknung

GENEHMIGUNGSRECHTLICHE ANFORDERUNGEN

Die geplante Holzvergaseranlage (2 x HKA70 mit 2 x BHKW) ist eine Feuerungsanlage die aufgrund ihrer Feuerungswärmeleistung (FWL < 20 MW) nicht unter die Regelungen der 4. BlmSchV [3]. Die Schadstoffemission unterliegt damit nicht den Anforderungen / Grenzwerten der TA Luft [4].

Es handelt sich um eine nicht genehmigungsbedürftige Anlage nach § 22 BlmSchG [1] die über ein Baugenehmigungsverfahren realisiert werden soll.

Die Feuerungsanlagen unterliegt aufgrund ihrer Feuerungswärmeleistung (FWL_{gesamt} \approx 420 kW) genehmigungsrechtlich den Regelungen der 1. BlmSchV [2].

AUFGABENSTELLUNG

Die TÜV Thüringen Anlagentechnik GmbH & Co. KG wurde mit der Ermittlung der erforderlichen Schornsteinhöhe für die Holzvergaseranlage beauftragt.

TECHNISCHEN AUSGANGSDATEN

Die technischen Ausgangsdaten für die relevanten Emissionsquellen wurden vom Auftraggeber basierend auf Herstellerangaben [13] bereitgestellt. Die Parameter der Feuerungsanlagen enthält Tabelle 1.



Abbildung 2: Lage Schornsteine über Dach des Containers

Datum: 12.06.2019 Bericht 8121/021/19 Seite 4 von 13



Tabelle 1: Feuerungsanlagen Holzvergaseranlage

Anlage	Holzgas-BHKW	zusammengef. 2 Holzgas-BHKW
BHKW-Modul (s. Anhang 5)	BHKW 70 kW V1.0,	2 x BHKW 70 kW V1.0,
	Typ TBD 226B	Typ TBD 226B
Hersteller	Re ² GmbH	Re ² GmbH
Bauart	Reihenmotor	Reihenmotor
Arbeitsverfahren	4-Takt Otto	4-Takt Otto
Zylinderzahl	(R) 6	(R) 6
Hubraum	6,2 l	6,2
Nenndrehzahl	1500 1/min	1500 1/min
Leistung elektrisch P _{el.}	ca. 68 kW	2 x 68 kW = 136 kW
Leistung thermisch P _{th}	ca. 105 kW	2 x 105 kW = 210 kW
Gesamtleistung / Feuerungs-	ca. 173 kW	2 x 173 kW = 346 kW
wärmeleistung (FWL)		
Brennstoff	(Holzhackschnitzel ->) Holzgas	(Holzhackschnitzel ->) Holzgas
Heizwert H _u [MJ/kg]	$5,6 \text{ MJ/Nm}^3 = 1,55 \text{ kWh/Nm}^3 \text{ (in)}$	$5,6 \text{ MJ/Nm}^3 = 1,55 \text{ kWh/Nm}^3 \text{ (in)}$
(Anhang 3 bzw. 5)	Normbedingung)	Normbedingung)
Sauerstoffbezug (O ₂)	5 Vol%	5 Vol%
Normvolumenstrom Abgas	ca.132 Nm³/h	ca.2 x 132 Nm ³ /h = 263 Nm ³ /h
(Betriebszust., Herstellerang.)		
Normvolumenstrom	262 m ³ /h	$2 \times 262 \text{ m}^3/\text{h} = 524 \text{ m}^3/\text{h}$
Abgas trocken ¹		
Verbrauch B ² [m ³]	111	111
Ø Abgasrohr / Abgasleitung	ca. 50 mm /	$d_{fikt} = 71 \text{ mm}$
	Bypass ca. 30 mm	Bypass d _{fikt} = ca. 42 mm
Abgastemperatur (nach WT)	ca. 120 °C / Bypass ca. 450 °C	ca. 120 °C / Bypass ca. 450 °C

Die Daten der baugleichen Holzgas-BHKW-Anlage wurden aufgrund der Nähe der Schornsteine zueinander zusammengefasst.

2 Beurteilungsgrundlagen

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG) vom 26. September 2002, (BGBI. I Nr. 71 vom 04.10.2002) GI.-Nr.: 2129-8 in der aktuell geltenden Fassung
- [2] 1. BImSchV Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen; Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 26. Januar 2010 (BGBI. I Nr. 4 vom 01.02.2010) in der aktuell geltenden Fassung
- [3] 4. BImSchV Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen, Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 2. Mai 2013 (BGBI. I Nr. 21 vom 02.05.2013), GI.-Nr.: 2129-8-4-3, in der aktuell geltenden Fassung
- [4] TA Luft⁰² Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft; Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 24. Juli 2002 (GMBI. Nr. 25 - 29 vom 30.7. 2002), in der aktuell geltenden Fassung

Datum: 12.06.2019 Bericht 8121/021/19 Seite 5 von 13

¹ Der Normvolumenstrom Abgas trocken bei Bezugssauerstoffgehalt 5 Vol.-% wurde über eine Verbrennungsrechnung (λ = 1,02) ermittelt. Die Werte sind plausibel.

² Der Verbrauch wurde anhand der FWL über eine Verbrennungsrechnung bei Bezugssauerstoffgehalt 5 Vol.-% ermittelt (siehe Anhang 5). Die Angaben sind plausibel



- [5] VDI 3781 Blatt 2: Technische Regel, Ausgabe 1980-08; Ausbreitung luftfremder Stoffe in der Atmosphäre Schornsteinhöhen unter Berücksichtigung unebener Geländeformen
- [6] VDI 3781 Blatt 4: Technische Regel, Ausgabe 2017-07 Umweltmeteorologie Ableitbedingungen bei Abgasanlagen Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen
- [7] VDI 3782 Blatt 3: Technische Regel, Ausgabe 1985-06; Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre; Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung
- [8] VDI 3783 Blatt 10: Technische Regel, Ausgabe 2010-03; Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäudeund Hindernisumströmung
- [9] Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft TA Luft, TA Luft mit Erläuterungen; Kalmbach; 5., vollständig neue bearbeitete und erweiterte Auflage 2004, Erich Schmidt Verlag, ISBN 3 503 06677 2
- [10] LAI-Auslegungshinweise zur TA Luft, LAI Unterausschüsse, Luft/Technik und Luft/Überwachung, Auslegungsfragen zur TA Luft, Stand: 27. August 2004 Beratungsunterlage für die 108. Sitzung des Länderausschusses für Immissionsschutz vom 21. bis 22.09. 2004 in Leipzig, VÖ: Mai 2005 LVI, in Chemie aktuell, Nr. 2/11 04.05.05
- [11] Emissionen von Holzgasmotoren und Möglichkeiten zur Minderung, Informationsblatt Bayerisches Landesamt für Umwelt (www.lfu.bayern.de), Stand März 2009
- [12] Merkblatt Schornsteinhöhen, Herausgeber Fachgespräch Ausbreitungs-rechnung, 09.09.2010, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)
- [13] Standzeiten von Oxidationskatalysatoren, Emissionsminderung bei Holzgasmotoren kleiner Leistung, Informationsblatt Bayerisches Landesamt für Umwelt (www.lfu.bayern.de), Stand August 2014
- [14] Vollzugsempfehlung Formaldehyd, Stand 09.12.2015; Veröffentlichung Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), www.lai-immissionsschutz.de
- [15] Vorhabenbezogener Bebauungsplan für das Sondergebiet "Betriebsgelände der Firma Biorecycling Spezialerden-Produktion und –Vertriebs GmbH, Gemeinde Drei Gleichen, Ortsteil Mühlberg, M 1:500, Vorentwurf Januar 2019, Planverfasser: planungsgruppe 91 Ingenieurgesellschaft, Jägerstr. 7, 99867 Gotha, Bearbeiterin: Jutta Schlier (E-Mail: j.schlier@planungsgruppe91.de, Tel.: 03621 29159)
- [16] Ortsbesichtigung, Projektbesprechung und orientierende Schallmessungen am 06.06.2019 in Mühlberg, Teilnehmer: Herr Karsten Ullrich/Biorecycling Mühlberg, Frau Evelyn Schwarz / TÜV Thüringen Anlagentechnik GmbH & Co. KG
- [17] Technische Angaben, digitale Pläne, Karten und Beschreibungen zur Anlage vom Planungsbüro bzw. AG, Stand Juni 2019

3 Kurzbeschreibung der Geländelage

Datum: 12.06.2019 Bericht 8121/021/19 Seite 6 von 13



Der Standort der Holzvergaseranlage (Container) befindet sich am östlichen Ortsrand der Gemeinde Drei Gleichen OT Mühlberg. Die unmittelbare Umgebung des Standortes ist als flach und eben einzuschätzen. Nach Südwesten hin steigt das Gelände zur ca. 240 m entfernten Mühlburg von 271 m ü. NN auf ca. 372 m ü. NN an. Die Lage ist aus Anhang 1 und Abbildung 1 ersichtlich.

Das Betriebsgelände wird begrenzt:

- Im Norden durch die Haarhäuser Straße, daran anschließend landwirtschaftliche Flächen (Felder, Wiesen)
- Im Osten landwirtschaftliche Flächen (Felder, Wiesen)
- Im Süden durch Wiesen und Felder und ein Gehöft (FS 110/1), daran anschießend bewaldete Flächen
- Im Südosten durch bewaldete Flächen, darin eingebettet die Mühlburg und Radegundis-Kapelle (ca. 240 m SO, Höhe ü. NN ca. 372 m)
- Im Osten durch Wiesen und Felder und bewaldete Flächen, getrennt durch die Haarhäuser Straße, daran anschließend am östlichen Ortsrand von Mühlberg Wohnhaus, Mühlen Straße 1 (Entfernung ca. 260 m zum östlichen Betriebsgeländerand / Bürogebäude, ca. 420 m zur geplanten Holzvergaser-Anlage)

Im Umfeld befindet sich lediglich in östlicher Richtung Bebauung – 2-geschossige Wohnhäuser des Ortsrades Mühlberg)

Die Hauptwindrichtung (HWR) ist Südwest.

Die Koordinaten des Betriebsgeländes sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 2: Koordinaten Mittelpunkt des Betriebsgeländes

Koordinatensystem	x-Koordinate	y-Koordinate	Höhe NN
Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989	Ostwert:	Nordwert:	
ETRS89 / UTM (Universal Transverse Mercator) Zone 33	6 29 242 E	56 37 020 N	271 m
Gauß-Krüger	Rechtswert	Hochwert	
(GK 4, DHDN, Erdellipsoid Bessel, PD 83)	44 18 225	56 37 870	271 m

4 Ermittlung der Schornsteinhöhe

4.1 Allgemeines

Um schädliche Umwelteinwirkungen zu minimieren, müssen die bei Verbrennungsvorgängen entstehenden Abgase über Schornsteine so abgeleitet werden, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird.

Zentraler Aspekt bei der Planung von Schornsteinen ist der ungestörte Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung.

Dabei müssen i. d. R. auch benachbarte Gebäude bzw. der Bewuchs berücksichtigt werden, da sich bei der Luftanströmung von Gebäuden auf der windabgewandten Seite (Lee) eine "Rezirkulationszone" (Verwirbelungen) ausbildet. Gelangen die Abgasfahne



oder Teile von ihr in diese Zone, so kann es zu erhöhten Schadstoffkonzentrationen im Bereich von Öffnungen (Türen, Fenster, Zuluft) am Gebäude selbst oder in der Nachbarschaft kommen. Um dies zu verhindern, muss ein Schornstein diese Rezirkulationszone deutlich überragen.

Trotz der umfangreichen Regelungen zur Beurteilung der Ableitbedingungen von Abgasen kommt es in der Praxis immer wieder zu Konstellationen, die durch die vorhandenen Regelungen nicht oder nur unvollständig abgedeckt werden. Daher kann in speziellen Fällen eine Einzelfallprüfung erforderlich sein.

Die Ermittlung der Schornsteinhöhe erfolgt im Regelfall nach TA Luft [4] Nummer 5.5 Ableitung von Abgasen. Allgemein gilt, dass Abgase so abzuleiten sind, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird (Nummer 5.5.1 TA Luft [4]).

Die Ermittlung der Schornsteinhöhe erfolgt aufgrund:

- I. des Schadstoffausstoßes (emissionsbedingte Schornsteinhöhe) nach Nummer 5.5.3 TA Luft [4]
- II. der Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs sowie der Geländeform nach Nummer 5.5.4 TA Luft [4]
- III. der Berücksichtigung von benachbarten Gebäuden (gebäudebedingte Schornsteinhöhe) nach Nummer 5.5.2 TA Luft [4]

Die größte auf diesen Wegen bestimmte Schornsteinhöhe ist ausschlaggebend.

4.2 Emissionsbedingte Schornsteinhöhe

Für die Ermittlung der erforderlichen Schornsteinhöhe sind nach Nummer 5.5.4 TA Luft [4] die bei bestimmungsgemäßem Betrieb für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen zugrunde zu legen.

Die Berechnung erfolgt auf Basis des Volllastbetriebes der Anlage mit dem Brennstoff Erdgas.

4.2.1 Ermittlung der Emissionen

Für die Anlage werden normalerweise die Emissionsgrenzwerte der TA Luft [4] angesetzt. Die Grenzwerte sind auf Tagesmittelwerte (TMW) gemäß Nr. 2.7 TA Luft [4] bezogen.

BEZUGSGRÖßE

Die Emissionswerte für die BHKW beziehen sich auf einen Volumengehalt an Sauerstoff (O₂) im Abgas von 5 Vol.-% vom Hundert.

VERBRENNUNGSRECHNUNG

Eine Verbrennungsrechnung zur Ermittlung des Volumenstroms, trocken im Normzustand, wurde für den Bezugs-O₂ von 5 Vol.-% durchgeführt. Die angegebenen Volumenströme (siehe Tabelle 1 und Anhang 6) sind plausibel.



NO2-EMISSION

Bei der Ermittlung der NO₂-Emissionen ist erfahrungsgemäß davon auszugehen, dass 10% der entstehenden Stickoxide (NOx) direkt als NO2 gebildet werden (NO:NO₂ Verhältnis des Rauchgases am Schornsteinkopf von 90:10). Bei der Emission von Stickstoffmonoxid ist ein Umwandlungsgrad von 60% NO zu NO₂ in der Atmosphäre zugrunde zu legen (Nr. 5.5.3 TA Luft [4]). Damit ergibt sich ein Faktor NOx (NO₂) zu NO₂ - "immissionswirksam" von 0,64.

ORGANISCHE STOFFE / FORMALDEHYD - CH₂O-EMISSION

In der TA Luft [4] wird Formaldehyd (CH₂O) allgemein als organischer Stoff der Klasse I eingeordnet und die Emissionen der Stoffe der Klasse I dürfen gemäß Nummer 5.2.5 TA Luft [4] eine Massenkonzentration von 20 mg/m³ oder einen Massenstrom von 0,1 kg/h im Abgas nicht überschreiten. Für Verbrennungsmotoren gelten jedoch besondere Regelungen.

Gemäß TA Luft [4] Nr. 5.4.1.4 haben Verbrennungsmotoren einen anlagenspezifischen Grenzwert: Die Emissionen an Formaldehyd im Abgas dürfen die Massenkonzentration von 60 mg/m³ nicht überschreiten. Die Massenstrom-Begrenzungen der Nr. 5.2 TA Luft [4] sind unter 5.4.1.4 TA Luft TA Luft [4] explizit ausgenommen. Für die Emissionen an sonstigen organischen Stoffen finden die Anforderungen der Nummer 5.2.5 TA Luft [4] keine Anwendung. Die Möglichkeiten, die Emissionen an organischen Stoffen durch motorische und andere dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen, weiter zu vermindern, sind auszuschöpfen (Dynamisierungsklausel).

Formaldehyd ist bisher als organischer Stoff der Klasse I nach Nr. 5.2.5 (Anhang 4) der TA Luft [4] eingestuft. Für einzelne Anlagenarten werden in Nr. 5.4 TA Luft TA Luft [4] abweichende Emissionsbegrenzungen zugelassen. Diese Einstufung ist durch die Neueinstufung der EU nicht mehr aktuell. Gemäß Nr. 5.2.7.1.1 T TA Luft [4] sind karzinogene Stoffe, die nicht namentlich aufgeführt sind, den Klassen zuzuordnen, deren Stoffen sie in ihrer Wirkungsstärke am nächsten stehen. Durch die neue Einstufung von Formaldehyd war zu prüfen, welcher Klasse der karzinogenen Stoffe Formaldehyd zugeordnet werden kann. Dabei hat sich bei der Bewertung der Wirkung herausgestellt, dass Formaldehyd ein karzinogener Stoff mit besonderen Eigenschaften ist. Für ihn wird eine für Karzinogene untypische Wirkschwelle angenommen. Deshalb kann Formaldehyd keiner der Klassen der Nr. 5.2.7.1.1 der TA Luft [4] zugeordnet werden. Für Formaldehyd sollte künftig aufgrund der vermuteten Wirkschwelle und der nachgewiesenen Wirkungsstärke ein separater allgemeiner Emissionswert eingeführt werden [16].

Im Dezember 2015 hat der LAI die Vollzugsempfehlung Formaldehyd [16] veröffentlicht. Als Emissionswert für Formaldehyd im Abgas der BHKW wird dort auf 30 mg/Nm³ empfohlen. Ab 01.01.2020 gelten 20 mg/Nm³

Für die neuen BHKW-Module wird ein Grenzwert für Formaldehyd von 30 mg/m³ beantragt (gängige Praxis).

EMISSIONSERMITTLUNG HOLZGAS

Holzgas hat nach Herstellerangaben (siehe Anhang 3 und Anhang 5) folgende Zusammensetzung (Messung bei 8% Holzfeuchte):



Tabelle 3: Zusammensetzung Holzgas

Zusammensetzung	CO 17–20%
	H ₂ 13-16%
	CH ₄ 1–5%
	CO ₂ 7–12%
	$C_nH_n 0,1-0,5\%$
	N ₂ Rest
Teergehalt	< 100 mg/Nm³
Heizwert	5,6 MJ/Nm ³ = 1,55 kWh/Nm ³ (in Normbedingung)
Volumenstrom, ca.	132 Nm³/h

Zur Begrenzung der Emissionen von Holzgas-BHKW nach dem Stand der Technik empfiehlt das LfU [13] die Anforderungen der TA Luft [4] Nr. 5.2.1 (Staub), Nr. 5.2.71 (krebserzeugende Stoffe: Benzol) und hilfsweise der Nr. 5.4.1.4 für Biogasmotoren (CO, NOx, Formaldehyd) für Gas-Ottomotoren folgende Schadstoffe/Grenzwerte heranzuziehen.

Tabelle 4: Grenzwerte Holzgas-BHKW [13]

Schadstoff	TA Luft [4] Nr.	Emissions-Grenzwert (bezogen auf 5 V% O ₂)
— Kohlenmonoxid CO	5.4.1.4 a)	0,65 g/m ³ (bei FWL < 3 MW 1,0 g
 Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, 	5.4.1.4	0,5 g/m ³
angegeben als Stickstoffdioxid NO ₂	b) bb)	
— Staub	5.2.1	20 mg/m ³
— Benzol	5.2.7.1	1 mg/m ³
— Benzo(a)pryren	5.2.7.1	50 μg/m ³
 — organische Stoffe: Formaldehyd CH₂O 	(5.4.1.4)	(60 mg/m ³) [13]
	Vollzugsempf.	30 mg/m³ [16]
	Formaldehyd [16]	

Abgaswerte aus Messbetrieb betragen (Anhang 5):

 $CO < 650 \text{ mg/m}^3$

 $NOX < 500 \text{ mg/m}^3$

Staub < 30 mg/m³

Benzol < 1 mg/m³

4.2.2 Ermittlung der Abluftfracht

Gemäß Nr. 5.5.3 der TA Luft [4] wird die Schornsteinhöhe H' anhand eines Nomogramms bestimmt. Dazu ist die Ermittlung und Prüfung des gewichteten Massenstroms Q/S erforderlich.³ Quellen, die auf Grund geringer Q/S-Verhältnissen (< 10 kg/h) vom Nomogramm der TA Luft [4] Nr. 5.5.3 nicht mehr erfasst werden [14], müssen gesondert betrachtet werden.

Für die Prüfung sind folgende Eingangsdaten notwendig:

Datum: 12.06.2019 Bericht 8121/021/19 Seite 10 von 13

 $^{^3}$ Faktor Q/S: gewichteter Massenstrom, Emissionsmassenstrom Q bezogen auf den stoffspezifischen Faktor S (Konvention) der TA [4].



d in m Innendurchmesser des Schornsteins oder äquivalenter

Innendurchmesser der Querschnittsfläche

t in °C Temperatur des Abgases an der Schornsteinmündung

R in m³/h Volumenstrom des Abgases im Normzustand nach Abzug des

Feuchtgehaltes an Wasserdampf

Q in kg/h Emissionsmassenstrom des emittierten luftverunreinigenden Stoffes aus

der Emissionsquelle

S Faktor für die Schornsteinhöhenbestimmung; für S sind in der Regel die

in Anhang 7 der TA Luft [4] festgelegten Werte einzusetzen

Ergeben sich mehrere etwa gleich hohe Schornsteine mit gleichartigen Emissionen, so ist zu prüfen, inwieweit diese Emissionen bei der Bestimmung der Schornsteinhöhe zusammenzufassen sind. Dies gilt insbesondere, wenn der horizontale Abstand zwischen den einzelnen Schornsteinen nicht mehr als das 1,4-fache der Schornsteinhöhe (H) beträgt oder soweit zur Vermeidung von Überlagerungen der Abgasfahnen verschieden hohe Schornsteine erforderlich sind (TA Luft [4] Nr. 5.5.2).

Schornsteine, deren Abstand d zueinander größer als das 1,4 x H Kriterium ist, brauchen nicht berücksichtigt zu werden.

Nr. 5.5.2. der TA Luft [4] lässt prinzipiell zwei Möglichkeiten für die Zusammenfassung der Abgase bei der Schornsteinhöhenbestimmung zu:

- 1. rechnerische Zusammenfassung der Emissionsmassenströme der benachbarten Einzelquellen und Beibehaltung der übrigen Daten
- rechnerische Zusammenfassung der Emissionsmassenströme der Schornsteine wie zu einem mehrzügigen Schornstein; Addition der Massen- und der Volumenströme, Annahme eines äquivalenten Schornsteindurchmessers

Nach Kalmbach [10] sind die Kriterien für die Zusammenfassung der Quellen:

Schornsteinabstand 1,4 x H bis 5 D (H = Schornsteinhöhe)

Methode 1: Addition der Emissionsströme aller Einzelquellen unter

Beibehaltung aller übrigen Daten (technischen Parameter)

einer zu berechnenden Einzelquelle

Schornsteinabstand < 5 D (D = Durchmesser Zug)

Methode 2: Behandlung wie mehrzügige Schornsteine, also Addition der

Massen- und Volumenströme und Bildung eines fiktiven

äquivalenten Schornsteindurchmessers dfiktiv

Bei identischen Einzelquellen kann die Zusammenfassung zu deutlich höheren Schornsteinen führen. Je näher die Einzelquellen zusammenrücken, desto mehr überlagern sich die Abgasfahnen. Der Extremfall ist die Zusammenfassung der Quellen in einem gemeinsamen Schornstein. Dieser Fall wird durch Methode 2 beschrieben [11]. Der Schornstein des Holzgas-BHKW 1 liegt ca. 1 m vom Schornstein des Holzgas BHKW 2 entfernt und führt 2 m über Dach des BHKW-Containers.

Datum: 12.06.2019 Bericht 8121/021/19 Seite 11 von 13



Der Emissionsmassenströme sind auch nach Zusammenfassung beider Schornsteine sehr gering.

Im Allgemeinen wird von geringen Emissionsmassenströmen ausgegangen, wenn der Q/S-Wert kleiner als 10 kg/h ist.

4.2.3 Schornsteinhöhe nach gesonderten Regelungen

TA Luft [4] Nr. 5.5.2 letzter Absatz besagt, dass die allgemeinen Forderungen des Absatz 1 (s. o.) TA Luft [4] Nr. 5.5.2 keine Anwendung bei geringen Emissionsmassenströmen finden:

Vollzitat:

"Absatz 1 findet bei anderen als Feuerungsanlagen keine Anwendung bei geringen Emissionsmassenströmen sowie in den Fällen, in denen nur innerhalb weniger Stunden des Jahres aus Sicherheitsgründen Abgase emittiert werden; in diesen Fällen sind die in der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe November 1980) oder in der Richtlinie VDI 2280 Abschnitt 3 (Ausgabe August 1977)⁴ angegebenen Anforderungen sinngemäß so anzuwenden, dass eine ausreichende Verdünnung und ein ungestörter Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung sichergestellt sind."

Als Maß für die Geringfügigkeit der Emissionsmassenströme und damit zur Klärung der Frage, ob weitergehende Anforderungen zu treffen sind, wird der Faktor Q/S (gewichteter Massenstrom) herangezogen.

Quellen mit geringen Q/S-Verhältnissen (< 10 kg/h) führen zu Ergebnissen, die vom Nomogramm der TA Luft [4] Nr. 5.5.3 nicht mehr erfasst werden [11].

Für den Leitschadstoff NO_x beträgt der Faktor Q/S 1,7 kg/h für beide Schornsteine zusammengefasst. D. h. für jeden einzelnen Schornstein ist Q/S < 1 kg/h.

Bei diesen geringen Q/S-Faktor braucht weder das Immissionsniveau noch unebene Geländeformen oder Schornsteinhöhe nach baulichen Regeln berücksichtigt werden. Die formale Ermittlung der Schornsteinhöhe nach Nomogramm TA Luft [4] ergibt eine Mindestschornsteinhöhe von H = 2,10 m.

Für die Bypass-Schornsteine ist aufgrund der höheren Abgastemperatur eine geringere Mindestschornsteinhöhe erforderlich. Dies wird aufgrund der Irrelevanz nicht weiter betrachtet.

Für die beiden Schornsteine der Holzgas-BHKW erfolgt daher die sinngemäße Anwendung der VDI 3781 Blatt 4 [6].

Der Schornstein führen jeweils 2 m über Dach des Containers. Die Feuerungswärme pro Holzvergaser BHKW beträgt FWL = 173 kW, d. h. zusammen 346 kW. In unmittelbarer Nähe (im Bereich der Rezirkulationzone) zum BHKW-Container befinden sich keine Wohn- oder Bürohäuser mit Fenstern, so dass kein höheres Bezugsniveau anzusetzen ist. Die Abgasmündung sollte zu Vereinfachung des Betrachtungen mindesten 1,5 m über Dach (H = 3 m) geführt werden, d.h. Mündungshöhe beträgt ca. ca. 4,5 m.

Datum: 12.06.2019 Bericht 8121/021/19 Seite 12 von 13

⁴ Anmerkung: aktuelle Ausgabe der VDI <u>2280 ist August 2005 [5].</u>



5 Zusammenfassung

Für die geplante Errichtung von Schornsteinen für 2 Holzgas-BHKW über Dach des Holzgas-Containers (2 x FWL wurde die erforderliche Schornsteinhöhe nach geltendem Regelwerk ermittelt: Die Abgasmündung sollte zur Vereinfachung der Betrachtungen mindesten 1,5 m über Dach (H = 3 m) geführt werden, d. h. Mündungshöhe ca. 4,5 m.

Die zu errichtende Anlage hat für beide Schornsteine eine Mündungshöhe von ca. 5 m Das ist ausreichend für die Immissionssituation.

Die durch die Anlage werden keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftschadstoffe, Eintrag von Schadstoffen in die Umgebung der Holzvergaseranlage verursacht.

Es sind keine Festlegungen hinsichtlich Luftschadstoffe und Schornsteinhöhen für die neue Holzvergaseranlage in den textlichen Festsetzungen des Vorhabenbezogenen Bebauungsplans (VBP) für das Sondergebiet "Betriebsgelände der Firma Biorecycling Spezialerden-Produktion und –Vertriebs GmbH, Gemeinde Drei Gleichen, Ortsteil Mühlberg [27] erforderlich.

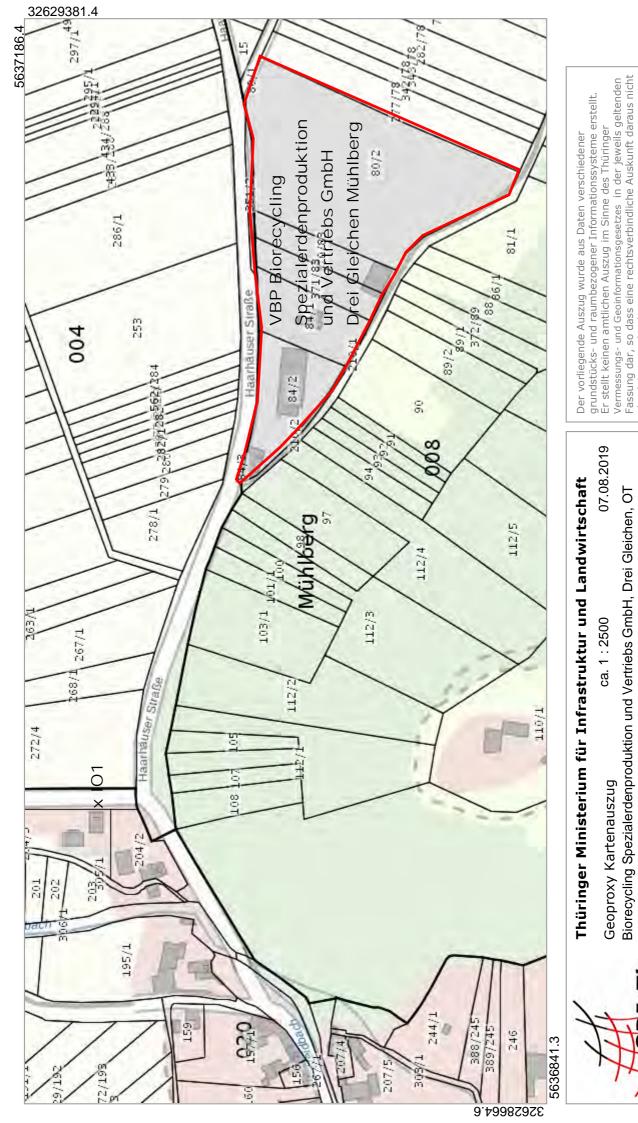
Die Entscheidung über die erforderliche Schornsteinhöhe obliegt jedoch im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens der zuständigen Behörde.

Dipl.-Ing Evelyn Schwarz

Sachverständige (Nr.105)

TÜV Thüringen

Anlagentechnik GmbH & Co. KG



Bericht 8121/021/19

abgeleitet werden kann.

Biorecycling Spezialerdenproduktion und Vertriebs GmbH, Drei Gleichen, OT

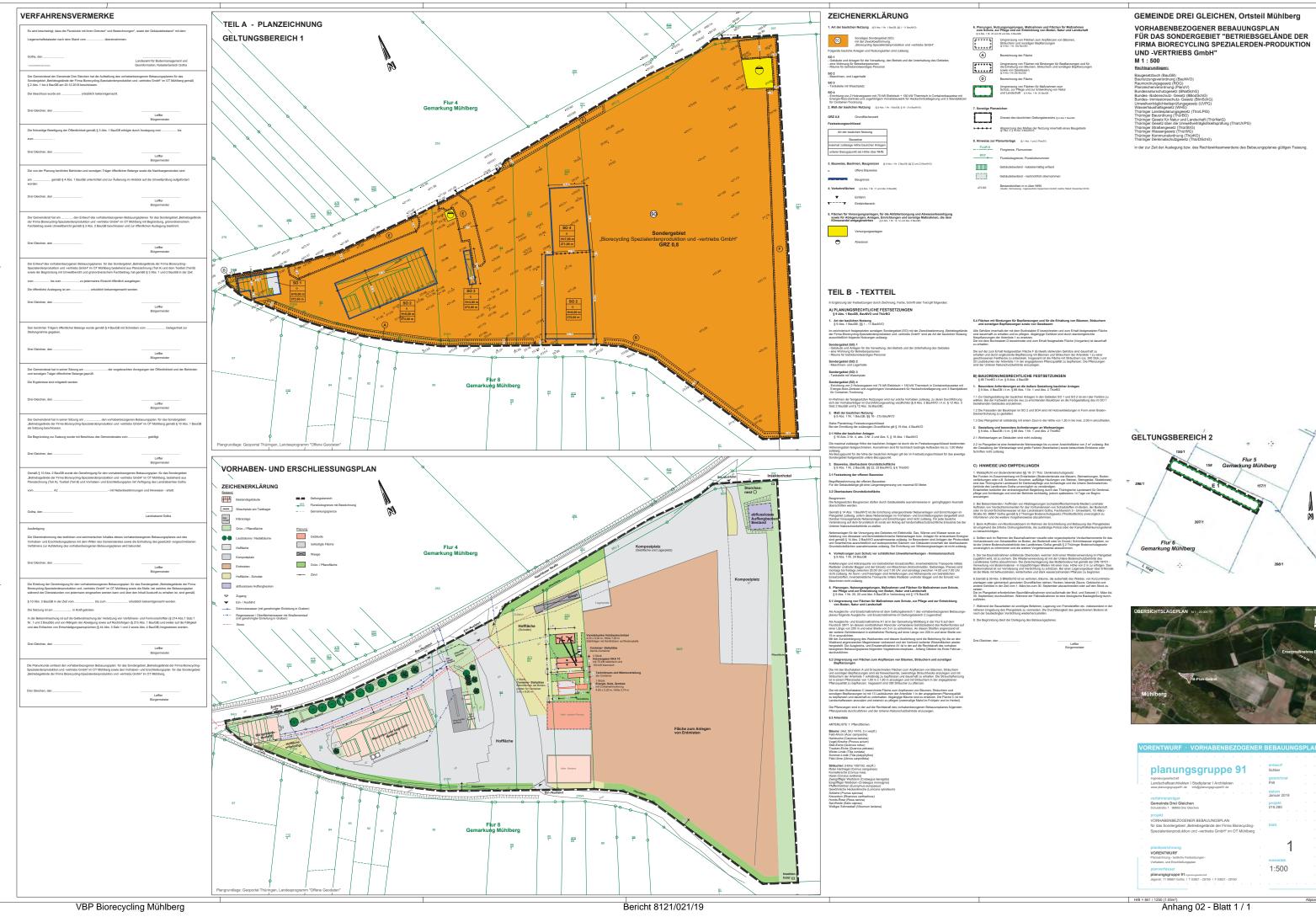
Geoproxy Kartenauszug

Mühlberg

GDI-Th

Thüringen Lageplan / Flurkarte

Anhang 1 - Blatt 1 / 1



VBP Biorecycling Mühlberg Bericht 8121/021/19



Anlagen- und Verfahrensbeschreibung

Zusammenfassung: Die Holzvergasungsanlage erzeugt Generatorgas aus naturbelassenen Holzhackschnitzeln. Dieses erzeugte Generatorgas wird über einen Filtereinrichtung gereinigt und in einem BHKW verbrannt. Der erzeugte elektrische Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist, die Abwärme wird vorwiegend zu Heizzwecken genutzt.



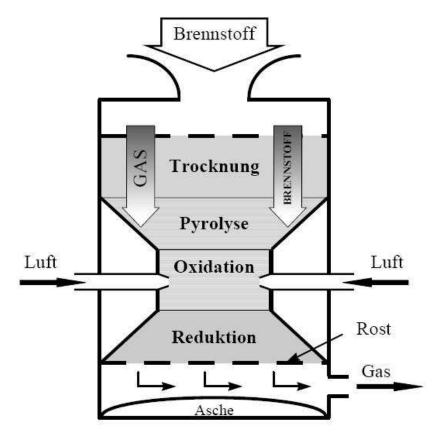
Die Holzvergasungsanlage arbeitet mit naturbelassenen Holzhackschnitzeln. Die Zuführung der Holzhackschnitzel erfolgt über eine Förderlogistik, durch welche die Holzhackschnitzel vom Vorratsbehälter zum Beschicker transportiert werden. Der Beschicker besteht aus zwei übereinander angeordneten und luftdicht schließenden Klappen sowie einem entsprechend dimensionierten Zwischenraum. Die Holzhackschnitzel fallen diskontinuierlich in den durch die untere Klappe abgeriegelten Raum des Beschickers. Wenn dieser Raum mit Holzhackschnitzeln gefüllt ist, wird die obere Klappe geschlossen und die untere Klappe öffnet sich. Die so von der Umgebung isolierten Holzhackschnitzel werden mittels einer Steigschnecke dem Reformer, also dem eigentlichen Vergaser, zugeführt.

Die Hackschnitzel fallen innerhalb des Reformers von oben auf ein dort vorhandenes Festbett. Das Festbett wird unten im Reformer durch einen Rost gehalten und bildet sich als Schüttung darüber aus.

In den Reformer wird seitlich über entsprechende Zuleitungen auf einer definierten Höhe Luft eingeblasen. Im Reformer findet der Vergasungsprozess statt, d.h. das Holz wird in Generatorgas und ein Asche-Kohle-Gemisch umgewandelt.



Aufgrund des inneren Reformeraufbaus bildet sich dabei in der Höhe eine Schichtung aus, so dass sich im Reaktor verschiedene Zonen unterscheiden lassen. Dies ist in Abb.1 dargestellt.



Der Brennstoff wird oben aufgegeben und wandert im Prozess langsam nach unten auf den Rost zu.

Während der Brennstoff nach unten in Richtung der Oxidationszone wandert, steigt die Temperatur des Brennstoffes an. Der Vergaser arbeitet im Gleichstrombetrieb, dies bedeutet, dass die Bewegung der Holzhackschnitzel und des Holzgases in gleicher Richtung erfolgen. Durch den räumlich hochgelegenen Eintrag der Holzhackschnitzel und den im unteren Bereich des Reformers befindlichen Drehrosts bildet sich die Schichtung der Holzhackschnitzel - das schon erwähnte Festbett - innerhalb des Reformers aus. Die Holzhackschnitzel durchlaufen somit während ihrer Verweilzeit im Reaktor die verschiedenen Zonen des Vergasers.

In der ersten Zone erfolgt eine Trocknung der Holzhackschnitzel. Bei ca. 200 °C beginnt die Pyrolysezone (200 °C - 500 °C), in der sich die Holzhackschnitzel zersetzten und sich Schwelgase bilden. Im Anschluss an die Pyrolysezone wandern die zu großen Teilen in Kohlenstoff umgewandelten Holzhackschnitzel in die Oxidationszone. Hier wird ein Teil des Kohlenstoffs mit der zugeführten Luft bei ca. 1200 °C verbrannt. Bei diesem Vergaser befindet sich das Glutbett der Oxidationszone im eingeschnürten Bereich des



Reformerraumes. Bei der Verbrennung entsteht Kohlendioxid, welches in der daran anschließenden Reduktionszone mit dem aus der Holzfeuchte stammenden Wasserdampf zu Kohlenmonoxid und Wasserstoff umgesetzt wird. Die Gase werden durch das heiße Glutbett (Oxidationszone) geleitet, hier werden die für die Gasverwertung problematischen Teere und Kohlenwasserstoffe in CO, CO2 und H2 gespalten. Das somit entstehende Generatorgas zeichnet sich durch niedrigen Teergehalt aus.

Reaktionen in der Oxidationszone:

 $C + O_2 \rightarrow CO_2$ $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO$ $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$

Reaktionen in der Reduktionszone:

 $C + CO_2 \leftrightarrow 2 CO$ (Boudouard-Reaktion) $C + H_2O \leftrightarrow CO + H_2$ (Wassergasreaktion) $C + 2 H_2 \leftrightarrow CH_4$ (Methanreaktion)

Das Holzgas verlässt den Reformer an der Unterseite mit 800 °C. Asche und unverbrannte Holzkohlekoks werden mit dem Holzgas ausgetragen. Das Holzgas wird zum Holzgaswärmetauscher geführt und auf 120 °C herab gekühlt. Anschließend durchläuft es den Filter (Nomex), wo das Holzgas von Asche und unverbranntem Holzkohlekoks gereinigt wird.

Der Kohlestaub wird über die Reststoffschleuse in den Nachreformer eingebracht und durch die obere und untere Schnecke durch den Nachreformer gefördert. In der Brennkammer wird der Kohlestaub selbstständig auf der heißen Oberfläche des durchgeführten Gasrohres entzündet. Die für die Verbrennung notwendige Luft wird über die Sperr- und Brennkammerluft eingebracht. Die bei der Verbrennung entstehenden Abgase werden in Richtung des Kohleinfalls abgesaugt und durch den Filter von der Staubfracht gereinigt, die an dieser Stelle dem System wieder zugeführt wird. Die Abgase werden über das Druckgebläse in die Holz-Kraft-Anlage zurückgeführt. Die bei der Verbrennung entstehende Abwärme wird über den Wärmetauscher der Vergasungsluft zugeführt.

Das anfallende Asche-Kohle-Gemisch wird mit der Asche über ein Schleusensystem ausgetragen und in einem Behälter (z. B. Bigbag) gelagert. Das Schleusensystem besteht aus einer Klappe und einem Schieber, die mit Endschaltern versehen sind und so vom Prozessleitsystem (PLS) gesteuert wird, dass ein gleichzeitiges Offenstehen ausgeschlossen ist.

Das Holzgas hat folgende Zusammensetzung (Messung bei 8% Holzfeuchte):

CO: 17 - 20 Vol.-% 19 Vol.-% H₂: 13 - 16 Vol.-% 14 Vol.-% CH₄: 1 - 4 Vol.-% 2,5 Vol.-% 0,1 - 0,5 Vol.-% 8 - 12 Vol.-% C_nH_m : - Vol.-% CO₂: 10,5 Vol.-% N₂: 53.5 Vol.-%

Mit ca. 60-70 °C verlässt das Holzgas den Filter und passiert den Notfilter. Dieser dient als



Motorschutz für den Fall, dass Stäube bei einem Filterdefekt im gereinigten Holzgas enthalten sind oder dass eine erhöhte Teerfracht wegen Störungen auftritt. Bei 60°C kondensieren die meisten Teere aus und der Filter setzt sich zu, was über die Differenzdrucküberwachung erkannt wird.

Das Gas wird nach dem Notfilter am Gasmischer mit Luft vermischt und dem BHKW mit ca. 40 °C zugeführt. Der untere Heizwert Hu liegt bei ca. 4,5 MJ/m³ (~ 1,4 kWh/m³).

Die Motorabgase des BHKW werden über ein Abgasrohr abgeführt.

Das BHKW erzeugt 30 kW bzw. 45 kW elektrische Leistung, die in das öffentliche Stromversorgungsnetz eingespeist wird.

Sämtliche oben genannte Verfahrensschritte laufen in Anlagenteilen ab, die gasdicht miteinander verbunden sind. Dieser Bereich wird mit einem Druckluftgebläse auf bis zu 100 mbar gehalten. Die Prozessluft tritt am Reformer in das geschlossene System ein. Wegen der gasdichten Ausführung ist ein Holzgasaustritt weder beim Hackschnitzeleintrag (zwei Klappen) noch beim Ascheaustrag (Klappe und Schieber) möglich. Das Holzgas aus dem geschlossenen System kann nur über das BHKW abgeführt werden und wird hier verbrannt. Die Gasleistung des Vergasers wird über die abgesaugte Gasmenge gesteuert. Für den Fall eines BHKW-Defektes schaltet die Anlage ab und alle Klappen schließen. Eine Abfackelung überschüssigen Gases ist nicht notwendig.

Man kann das Holzgas auch über eine Fackel abbrennen, dies dient nur zur visuellen Beurteilung der Holzgasqualität.

Die bei den verschiedenen Verfahrensschritten anfallende Abwärme wird von zwei wassergefüllten Heizkreisen aufgenommen. In dem Holzgaskreislauf wird das Wasser zuerst durch den Gas-Wasser-Wärmetauscher geschickt und anschließend zum Filter, um diesen auf Temperatur zu bringen. Über einen Plattenwärmetauscher wird das System zum Wasserkreislauf des BHKW gekoppelt. Dieser dient als Kühlwasserkreislauf zur Motorkühlung, wobei die Wärme auch aus dem Abgaswärmetauscher gezogen wird. Von dort geht es zum Plattenwärmetauscher zur Wärmeabnahme. Das so auf 95 °C erwärmte Heizkreiswasser (Heizwärmeleistung 60 bzw. 90 kW) gibt die Wärme an ein extern angeschlossenes System (z. B. Heizungswasserversorgung, Betrieb, etc.) ab.

...Die neue Generation der Holzvergasertechnik

HKA 70 - BHKW mit Synchrongenerator.



Mehr Leistung, niedrigerer



Brennstoffbedarf und eine neue, intelligente Regelungssoftware: die innovative Holz-Kra Anlage "HKA 70" ist der erste Vertreter der neuen Generation holzbasierter KWK-Anlager von Re².

Mit einem turbogeladenen Diesel-Motor, einer erhöhten Wärmenutzung und einem speziellen Kühlungsverfahren wurde die bewährte Holz-Kraft-Technik hocheffizient weiterentwickelt. Standardmäßig wird bei der HKA 70 ein Synchrongenerator verbaut, somit erfolgt der Anlagenstart mittels Holzgas und nicht mehr stromgeführt. Das spart Kosten und sorgt auch bei weniger stabilen Netzen für einen sicheren Anlagenbetrieb.

Das innovative Re² Regelungssystem steuert den kompletten Anlagenbetrieb und optimiert die Laufzeitstabilität. Die Menüstruktur ist auf das Wesentliche reduziert, was den Bedienkomfort erhöht und das Regelungssystem besonders nutzerfreundlich mach

Die Leistung der innovativen KWK-Anlage liegt bei ca. 68 kW_{el} und 123 kW_{th} . Nach aktuellem EEG können mit der HKA 70 bei über 8.000 Betriebsstunden jährlich ca. 74.000 Euro Stromeinnahmen generiert werden. On Top kommt der Wärmeerlös sowie die Nutzung des Stroms im Eigenbereich – wodurch man die Wirtschaftlichkeit um bis zu weitere 30.000 Euro im Jahr erhöhen kann.

Durch die modulare Bauweise ist die HKA 70 – wie die "kleineren" Holz-Kraft-Anlagen von Re² – zur Leistungssteigerung kombinierbar und es können mehrere Anlagen in Kaskade

HKA 70 - BHKW mit Synchrongenerator

Bericht 8121/021/19

Anhang 04 - Blatt 1 / 3

geschalten werden.

HKA 70 - in der Übersicht:

- Auch nach aktuellem EEG sehr wirtschaftlich
- Amortisationszeit von 3 9 Jahren
- Elektrische Wirkungsgradsteigerung auf rund 30 %
- > Erhöhte Wärmeausbeute durch Reduzierung der Abgastemperaturen
- Gesteigerte Brennstoffeffizienz
- \(\Omega\) Leistungsstarker turbogeladener Diesel-Motor
- Standardmäßig verbauter Synchrongenerator
- > Vollautomatisches, intelligentes Regelungssoftware mit reduzierter Menüführung

Für wen ist die Holz-Kraft-Anlage HKA 70 geeignet?

- Forst- und landwirtschaftlichen Betriebe
- Holzver- und bearbeitende Unternehmen
- Lohntrocknungsunternehmen
- Heizwerke
- Hotels mit Wellnessbereichen
- Nahwärmenetze
- Industriebetriebe



Brennstoffe, mit denen unsere Kunden über 8.000 Betriebsstunden im Jahr erreichen. Finden Sie hier weitere Informationen zum Brennstoff, der im Holzvergaser und Blockheizkraftwerk (BHKW) eingesetzt werden kann.

Sie haben einen guten Zugang zum Brennstoff Holz oder sind selbst Waldbesitzer? Dazu

HKA 70 - BHKW mit Synchrongenerator

Bericht 8121/021/19

Anhang 04 - Blatt 2 / 3

sind Sie technisch interessiert? Dann nehmen Sie Ihre Energieversorgung künftig selbst in die Hand.

Technische Daten zur HKA 70

Bezeichnung	HKA 70
Elektrische Leistung	68 kW _{el}
Thermische Leistung	123 kW _{th}
Brennstoff	Naturbelassenes Holz Wassergehalt < 13% Max. Feinanteil (< 4 mm Körnung) 30%
Brennstoffverbrauch*	0,8 kg/kWh _{el}
Vorlauftemperatur	85°C
Rücklauftemperatur	65°C

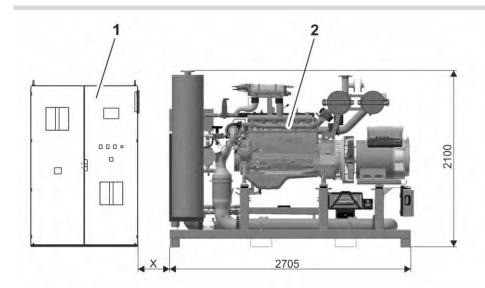
^{*}Brennstoffverbrauch abhängig von der Qualität der eingesetzten Hackschnitzel. Stand 03/2018. Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

HKA 70 - BHKW mit Synchrongenerator

Bericht 8121/021/19

Anhang 04 - Blatt 3 / 3

Blockheizkraftwerk BHKW 70 V1.0



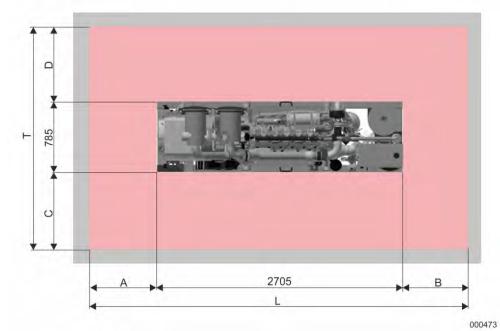


Abb. 1: Abmessungen und Platzbedarf des Blockheizkraftwerks						
	Schaltschrank (gemeinsam für Holzvergaser und BHKW) Blockheizkraftwerk					
Mindestmaß empfohlen	A 500 750	B 250 750	C 750 750	D 750 900	L 3350 4200	T 2174 2400
	Wartungsfrei	raum				



Hinweis

- Die Freiflächen des Holzvergasers und des Blockheizkraftwerks dürfen sich überschneiden.
- Zum Ausbau des Motors muss ein ausreichender Freiraum von mindestens 750 mm vorhanden sein.

Aufbau Verwindungssteifer Grundrahmen aus Profilstahl. Motor und Generator durch einen

Zwischenflansch und einer drehelastischen Kupplung direkt gekoppelt und elastisch

auf dem Grundrahmen gelagert.

Kühlwasserwärmetauscher, Turbolader, Abgaswärmetauscher und Motor komplett bis an die Heizungs- und Abgasanschlüsse verrohrt und soweit erforderlich isoliert. Abgaswärmetauscher ist liegend und Schalldämpfer stehend montiert. Elektrische

Ausrüstung komplett verdrahtet bis zum zentralen Klemmenkasten.

Aggregatkühlung Zweikreiskühlsystem mit elektrischer Wasserpumpe, Druckausdehnungsgefäß,

Überdruckventil und Entleerungshähne.

Wärmeübertragung vom Aggregatkühlkreis auf das Heizungssystem durch einen

Plattenwärmetauscher.

Anschluss an Niederspannungsnetz

Netzschutzfunktion muss nach VDE-AR-N 4105 ausgeführt werden.

Diese Norm beschreibt:

Zentraler NA-Schutz (Auswertung) am zentralen Zählerplatz

Das BHKW Spanner Re² verfügt über internen Kuppelschalter (ein Fehler sicher). Dieser interne Kuppelschalter kann über den zentralen NA-Schutz betrieben werden (es können auch mehrere BHKWs) über einen zentralen NA-Schutz betrieben

werden.

Netzschutzfunktionen Netzüberwachung durch eine dreiphasige, selbsttätige Freischaltstelle, Typ ZIEHL

UFR 1081E.

Das Gerät überwacht die Spannung, Frequenz und Impedanz des Netzes. Ein Prüfzertifikat von der Berufsgenossenschaft Feinmechanik und Elektrotechnik auf

Basis der E DIN VDE-AR-N 4105 liegt vor.

Eine frei zugängliche Schaltstelle ist durch unseren NA-Schutz nicht mehr

erforderlich.

Schutzeinrichtungen Überlastungsschutz, Generatorschutzschalter, Leistungsüberwachung,

Stromüberwachung

Blindstromkompensation Die Phasenverschiebung ist durch den synchronen Stromgenerator geregelt.

Motorregelung Lambdaregelung, Leistungsregelung

Heizkreis Konstante Vorlauftemperatur durch eine integrierte Vorlauftemperaturregelung.

Schaltschrank Ein gemeinsamer Schaltschrank für Holzvergaser und BHKW.

Schaltschrank mit Sockel, Farbe lichtgrau RAL 7035, Kabeleinführung von unten.

Abmessung: Höhe 2000 mm, Breite 1200 mm, Tiefe 405 mm.

Abmessungen und Gewichte	
Anlage (Länge x Breite x Höhe)	2705 x 785 x 2100 mm
Schaltschrank (Länge x Breite x Höhe)	1200 x 405 x 2000 mm
Raumgröße (empfohlen)	4200 x 2400 x 2500 mm
Kabellänge (wahlweise)	7 m Standard (andere Längen optional)
Gewicht	ca. 1800 kg
Gewicht Schaltschrank (für	300 kg
Holzvergaser und BHKW)	
Bodenbelastung	500 daN/m²

Anschlüsse		
Heizkreis	DN40 (1 ½") bei 6 m³/h bis max. 10 m³/h	
Vorlauftemperatur	80–85 °C, max. 90 °C	
Rücklauftemperatur	max. 65 °C	
Gasleitung	DN65 (2 ½"), DIN 2633	
Abgasleitung	DN65	

Elektrische Daten	
Elektrischer Anschluss	400 V ac, 50 Hz
Nennleistungsfaktor cosφ	einstellbar (Werkseinstellung cos phi = 1)
Nennleistung	68 kVA = 68 kW bei cos phi =1 1)
Nennstrom	98,15 A
Leistungsabschaltung nach 10 Sek.	> 75 kW (parametrierbar)
Leistungsabschaltung nach 10 Min.	> 74 kW (parametrierbar)
Schutzart	IP 23 – IEC 60529
Schutzklasse I	EN61140
Absicherung	> 160 A
Elektrischer Anschluss	TN-Netz
	TT Netz mit FI/RCD Typ B (Allstromsensitiv, 300 mA)
Steuerung	SPS (Sigmatek)
Steuerspannung	24 V DC
Bedienung	7"-Touch-Farbbildschirm
Eigenstrombedarf	ca. 3 kW

¹⁾ Bei einer Aufstellhöhe von 200 m über NN und 27°C Umgebungstemperatur, Leistungsdaten gemäß DIN ISO 3046-1, Leistungstoleranz: ±5%, Leistungsreduzierung bei T>40°C: 10%/10K, Leistungsreduzierung je 100m Aufstellhöhe: bis zu 0,8 kW/100m.

Referenzbedingungen: 25°C Lufteinlasstemperatur, Luftdruck 100 kPa, relative Luftfeuchtigkeit 30%, Holzgas mit einem Heizwert von 1,55 kWh/Nm³. Toleranz für den Kraftstoffverbrauch +7%, Toleranz für die Wärmeleistung +/-7%.

Generator (synchron)			
Kühlung	luftgekühlt		
Spannung	400 V		
Kurzschlussstrom	2038 A		
Frequenz	50 Hz		
Betriebsart	S1		
Schutzart	IP 23		
Überlast -Minderlastüberwachung	Sigmatek		
Generatorschutzschalter	Siemens		
Anlaufstrom	0–50 A		
Start/Anlaufverhalten	Holzgasstart		

Motor	BHKW 70 kW	
Тур	TBD 226B	
Bauart	Reihenmotor	
Arbeitsverfahren	4-Takt Otto	
Zylinderzahl	(R) 6	
Hubraum	6,2 I	·
Nenndrehzahl	1500 1/min	

Holzgas	
Zusammensetzung	CO 17–20%
_	H ₂ 13-16%
	CH ₄ 1–5%
	CO ₂ 7–12%
	C _n H _n 0,1–0,5%
	N ₂ Rest
Teergehalt	< 100 mg/Nm³
Heizwert	5,6 MJ/Nm³ = 1,55 kWh/Nm³ (in Normbedingung)
Volumenstrom, ca.	132 Nm³/h

Leistungsmerkmale BHKW ²⁾		
Heizleistung Holzgas bei 200 m über NN	205,3 kW	
Thermische Leistung	105 kW	
Elektrische Leistung	68 kW	
Gesamtleistung	173 kW	
Thermischer Wirkungsgrad	51,2 %	
Elektrischer Wirkungsgrad	33,1 %	
Gesamtwirkungsgrad	84,3 %	

Betriebsbedingungen	
relative Luftfeuchtigkeit	< 75 %, nicht kondensierend
Raumtemperatur	10 – 40 °C
Raum	Geschlossen, trocken, Feuerwiderstandsklasse F90

Emissionswerte			
Schalldruckpegel			
- BHKW bei 1 m Abstand	< 90 dBA		
 Abgasmündung in 1 m Abstand 	< 55 dBA		
Luftwechsel im Raum	25-fach		
Kohlenstoffmonoxid (CO)	CO-Warnsystem ist notwendig		
Ex-Schutz	Anlage wird mit einem explosionsfähigen Gas betrieben		
Abgas ²⁾	CO	< 650 mg/m³	
	NOx	< 500 mg/m³	
	Staub	< 30 mg/m³	
	Benzol	< 1 mg/m³	

²⁾ Abgaswerte aus Messbetrieb

Ergänzung:

Leistungsmerkmale der Spanner-Gesamtanlage (Holz-Kraft-Anlage) bezogen auf den Energiegehalt der Holzhackschnitzel mit 9% Wassergehalt 1)

BHKW + Holzvergaser	
Energiegehalt der Holzhackschnitzel	
mit 9 % Wassergehalt,	4,5 kWh/kg
entspricht 10 % Feuchte	
Feuerungswärmeleistung	236,5 kW
bei 200 m über NN	
Thermische Leistung BHKW	105 kW
Thermische Leistung Holzvergaser	18 kW
Thermische Leistung gesamt	123 kW
Elektrische Leistung	68 kW
Gesamtleistung	191 kW
Thermischer Wirkungsgrad	52,0 %
Elektrischer Wirkungsgrad	28,8 %
Gesamtwirkungsgrad	80.8 %

¹⁾ Bei einer Aufstellhöhe von 200 m über NN und 27°C Umgebungstemperatur, Leistungsdaten gemäß DIN ISO 3046-1, Leistungstoleranz: ±5%, Leistungsreduzierung bei T>40°C: 10%/10K, Leistungsreduzierung je 100m Aufstellhöhe: bis zu 0,8 kW/100m. Referenzbedingungen: 25°C Lufteinlasstemperatur, Luftdruck 100 kPa, relative Luftfeuchtigkeit 30%, Holzgas mit einem Heizwert von 1,55 kWh/Nm³. Toleranz für den Kraftstoffverbrauch +7%, Toleranz für die Wärmeleistung +/-7%.



Verbrennungsrechnung

Holzgas

Eingaben:	BHKW HKA70 Mühlberg		
	BHKW 1	BHKW2	
Heizwert in kJ/m3:	5.600	5.600	
Verbrauch in m³:	111	111	
O2 in V-Anteilen:	0,05	0,05	
Lambda:	1,02	1,02	
tats. Lambda:	1,1	1,1	

Rechnung für Holzgas

Abgasvolumenstrom in m³/h:				
mit Heizwert/Lambda:	279	279		
mit Heizwert/O2:	205	205		
mit Heizwert/tats. Lambda	300	300		
Mittelwert:	262	262		

3



Emissionen Holzgas-BHKW

Abgas-Schornstein SST 1 und 2 BHKW zus. gelgt / Holzgas (2 x 262)	Vtr [Nm³/h]	524		
Schadstoff	Massen- konzentration Emissions- grenzwert [mg/m³]	Emissions- massenstrom [kg/h]	S-Wert	Q/S [kg/h]
Nr. 5.2:1 TA Luft				
— Gesamtstaub	20	0,0105	0,08	0,1
Klasse IV				
 Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid), angegeben als 				
Stickstoffdioxid [b) cc)]	500	0,2620	0,1	2,6
- davon anrechenbar als NO ₂		0,1677	0,1	1,7
— Kohlenmonoxid CO	1000	0,5240	7,5	0,1
Nummer 5.2.5 TA Luft Organische Stoffe				
Nummer 5.2.7.1.1 Klasse I				
— Benzo(a)pyren	0,05	0,0000262	0,00005	0,52
Nummer 5.2.7.1.1 Klasse III (Benzol)	1	0,000524	0,005	0,10
- Formaldehyd (Nr 5.2.5 TA Luft Klasse 1)	60	0,03144	0,05	0,63



Kaminhöhe nach TA Luft 5.5 Programmversion V2.1

Abgasmenge [m³/h Ntr]: 524
Temperatur an der Mündung [°C]: 120

Wärmestrom [MW]: 0,022
Abgasgeschwindigkeit [m/s]: 52,9
Mündungsdurchmesser [m]: 0,07
Immissionsniveau [m]: 0
Emissionszahl [m²/s]: 16,59

Mindesthöhe (Nomogramm) [m]: 2,1

Schwebstaub

Projekt: Holzvergaser

•	E-Konz.[mg/m³]	•	
0,08000	+ 19,084	0,10	'

Kohlenmonoxid CO

	E-Konz.[mg/m³]	_		•
7,50000	1000,000	524,00	0,10	0,1

Stickstoffoxide als NO2

	E-Konz.[mg/m³]	_		'
0,10000	 318,702	 167,70	+ 1,70	2,1

Stoffe 5.2.5 Klasse I

	E-Konz.[mg/m³]	_	
0,05000	+ 28,626	 15,72	0,4

Stoffe 5.2.7 Klasse I

	E-Konz.[mg/m³]			•
0,00005	0,050	0,03	0,50	'

Stoffe 5.2.7 Klasse III

	E-Konz.[mg/m³]	_		
0,00500	1,000	0,52	0,10	0,1