

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Berlin
Körnerstraße 48c
12157 Berlin

Telefon +49(30)217975 0
Telefax +49(30)217975 35

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Ing. Philipp Kiltz
Telefon +49(30)217975 40
Philipp.Kiltz@mabbm.com

03. Februar 2022
M163951/02 Version 1 KTZ/REC

ALBA TAV Betriebs GmbH

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen (2021) im Reingas der thermischen Abfallverwertungsanlage in 19288 Ludwigslust

Bericht Nr. M163951/02

Betreiber:	ALBA TAV Betriebs GmbH Am Alten Flugplatz 1 19288 Ludwigslust
Standort:	ALBA TAV Betriebs GmbH Am Alten Flugplatz 1 19288 Ludwigslust
Anlage:	Thermische Abfallverwertungsanlage
Datum der Messung:	15. bis 17.11.2021
Berichtsumfang:	insgesamt 41 Seiten, davon 11 Seiten Anlage

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Berlin
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Zusammenfassung

Reingaskamin

Tabelle 0.1. Zusammenfassung der Messergebnisse - Massenkonzentrationen.

Komponente	Einheit	Y _{max} -U _p *)	Y _{max} +U _p *)	Grenzwert	Betriebszustand	
HF	mg/m ³ ,N	0	0	1	Nennlast	
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 a	mg/m ³ ,N	0,00	0,00	0,05	Nennlast
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 b	mg/m ³ ,N	0,0	0,0	0,5	Nennlast
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 c	mg/m ³ ,N	0,00	0,00	0,05	Nennlast
PCDD/F + dl-PCB	WHO-TEQ 1)	ng/m ³ ,N	0,0	0,0	0,1	Nennlast
B(a)P		ng/m ³ ,N	0,0	0,0	-	Nennlast

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht
 1) Fremdanalytik (siehe 1.12)
 Y_{max}: maximaler Messwert
 U_p: Messunsicherheit

Tabelle 0.2. Zusammenfassung der Messergebnisse - Massenströme.

Komponente	Einheit	Y _{max} -U _p *)	Y _{max} +U _p *)	Grenzwert	Betriebszustand	
HF	g/h	0	0	-	Nennlast	
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 a	mg/h	2,7	3,3	-	Nennlast
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 b	mg/h	153,5	189,1	-	Nennlast
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 c	mg/h	15,7	19,3	-	Nennlast
PCDD/F + dl-PCB	WHO-TEQ 1)	mg/h	0,0	0,0	-	Nennlast
B(a)P		mg/h	0,0	0,0	-	Nennlast

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht
 1) Fremdanalytik (siehe 1.12)
 Y_{max}: maximaler Messwert
 U_p: Messunsicherheit

Die angegebenen Massenkonzentrationen beziehen sich auf das trockene Abgas im Normzustand (273 K, 1013 hPa) und einen Sauerstoffbezugswert von 11 Vol.% (bei Überschreitung des Bezugssauerstoffwertes).

Anmerkung:

Bei den Summenbildungen bleiben Einzelstoffe (Metalle, PCDD/F- und dl-PCB-Kongenere, Benzo(a)pyren), deren Konzentrationen unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze liegen, unberücksichtigt (für den Fall, dass alle in der Summe enthaltenen Einzelkomponenten unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze liegen, ergibt sich demzufolge für den Summenwert der Zahlenwert „Null“).

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\W163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Formulierung der Messaufgabe	4
1.1	Auftraggeber	4
1.2	Betreiber	4
1.3	Standort	4
1.4	Anlage	4
1.5	Datum der Messung	4
1.6	Anlass der Messung	4
1.7	Aufgabenstellung	4
1.8	Messkomponenten und Messgrößen	6
1.9	Ortsbesichtigung vor Messdurchführung	6
1.10	Messplanabstimmung	6
1.11	An den Arbeiten beteiligte Personen	6
1.12	Beteiligung weiterer Institute	6
1.13	Fachlich Verantwortlicher	6
2	Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe	7
2.1	Bezeichnung der Anlage	7
2.2	Beschreibung der Anlage	7
2.3	Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben	7
2.4	Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe	7
2.5	Betriebszeiten nach Betreiberangaben	7
2.6	Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen	8
3	Beschreibung der Probenahmestelle	10
3.1	Messstrecke und Messquerschnitt	10
3.2	Lage der Messpunkte im Messquerschnitt	11
4	Mess- und Analysenverfahren, Geräte	12
4.1	Abgasrandbedingungen	12
4.2	Kontinuierliche Messverfahren	13
4.3	Diskontinuierliche Messverfahren	15
5	Betriebszustand der Anlage während der Messungen	25
5.1	Produktionsanlage	25
5.2	Abgasreinigungsanlagen	25
6	Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	26
6.1	Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen	26
6.2	Messergebnisse	26
6.3	Messunsicherheiten	29
6.4	Plausibilitätsprüfung	30
7	Anlagen	31
	Anlage 1: Mess- und Rechenwerte	32
	Anlage 2: Graphische Darstellung des Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten	37
	Anlage 3: Prüfmittelkatalog	41

1 Formulierung der Messaufgabe

1.1 Auftraggeber

ALBA TAV Betriebs GmbH
Thermische Abfallverwertungsanlage
Am Alten Flugplatz 1
19288 Ludwigslust

1.2 Betreiber

ALBA TAV Betriebs GmbH
Thermische Abfallverwertungsanlage
Am Alten Flugplatz 1
19288 Ludwigslust

Ansprechpartner

Herr Rosemann
Tel. +49(3874)2507 20

Betreiber-/Arbeitsstätten-Nr.

--

1.3 Standort

19288 Ludwigslust, Am Alten Flugplatz 1,
Gemarkung Ludwigslust, Flur 25

1.4 Anlage

Thermische Abfallverwertungsanlage
genehmigungsbedürftig gemäß BImSchG i. V. mit Nr. 8.1.2.2 des Anhanges der 4. BImSchV sowie § 1 der
17. BImSchV in der Fassung der Bekanntgabe vom 31.05.2017 (BGBl. I, Nr. 33, S. 1440 vom 08.06.2017)

Anlagen-Nr.

keine Angabe vorhanden

1.5 Datum der Messung

Datum der Messung

15. bis 17.11.2021

Datum der letzten Messung

16. bis 18.11.2020

Datum der nächsten Messung

2022

1.6 Anlass der Messung

wiederkehrende Messung zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen

1.7 Aufgabenstellung

Messung gemäß nachstehendem Genehmigungsbescheid

Genehmigungsbehörde

StAUN Schwerin

Genehmigungsbescheid

Az.: SN 410-5711.0.801a-5404069/40.088.00/02
vom 10.03.2003

Überwachungsbehörde

Staatliche Ämter für Landwirtschaft und Umwelt
Westmecklenburg, Dienststelle Schwerin

Emissionsbegrenzungen gemäß Ziffer des o. g. Genehmigungsbescheids.

Tabelle 1.7.1. Emissionsbegrenzungen.

Komponente	Einheit	Grenzwert 1) TMW/HMW
HF	mg/Nm ³	1/4
Summe Cd, Tl (nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV)	mg/Nm ³	0,05
Summe Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn (nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV)	mg/Nm ³	0,5
Summe As, Cd, Co, Cr, Benzo(a)pyren (nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV)	mg/Nm ³	0,05
Summe PCDD/F und di-PCB	ng WHO-TEQ /Nm ³	0,1

Legende zu Tabelle 1.7.1

HF	gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff
Summe Cd, Tl (nach § 8 (1) 3 Anlage 1 a der 17. BImSchV)	Cadmium und seine Verbindungen, angegeben als Cd, Thallium und seine Verbindungen, angegeben als TI- insgesamt
Summe Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn (nach § 8 (1) 3 Anlage 1 a der 17. BImSchV)	Antimon und seine Verbindungen, angegeben als Sb, Arsen und seine Verbindungen, angegeben als As, Blei und seine Verbindungen, angegeben als Pb, Chrom und seine Verbindungen, angegeben als Cr, Cobalt und seine Verbindungen, angegeben als Co, Kupfer und seine Verbindungen, angegeben als Cu, Mangan und seine Verbindungen, angegeben als Mn, Nickel und seine Verbindungen, angegeben als Ni, Vanadium und seine Verbindungen, angegeben als V, Zinn und seine Verbindungen, angegeben als Sn
Summe As, Cd, Co, Cr, Benzo(a)pyren (nach § 8 (1) 3 Anlage 1 c der 17. BImSchV)	Arsen und seine Verbindungen, angegeben als As, Cadmium und seine Verbindungen, angegeben als Cd, Cobalt und seine Verbindungen, angegeben als Co, Chrom und seine Verbindungen, angegeben als Cr, Benzo(a)pyren
Summe PCDD/F und di-PCB	polychlorierte Dibenzodioxine und -furane und dioxin-ähnliche PCB, angegeben als Summenwert der Berechnung des WHO 2005-TEQ-Werts unter Einbeziehung nur der quantifizierten Kongenere
TMW/HMW	Tagesmittelwert/Halbstundenmittelwert

1) Wenn keine Differenzierung in TMW und HMW angegeben ist, ist der Mittelwert über die jeweilige Probenahmezeit angeführt.

Die Emissionsgrenzwerte beziehen sich auf das Abgasvolumen im Normzustand (0 °C, 1013 hPa) nach Abzug des Volumengehaltes an Wasserdampf und auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 11 vom Hundert (Bezugssauerstoffgehalt).

1.8 Messkomponenten und Messgrößen

Abgasrandbedingungen	Sauerstoff O ₂ , Kohlendioxid CO ₂ , Temperatur, Druck, Feuchte, Volumenstrom
gasförmige Emissionen	gasförmige anorganische Fluorverbindungen angegeben als Fluorwasserstoff (HF)
partikelförmige Emissionen	Metalle (partikelförmige und filtergängige) gemäß 17. BImSchV)
Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe	PCDD/PCDF, di-PCB, Benzo(a)pyren
Geruch	

1.9 Ortsbesichtigung vor Messdurchführung

- durchgeführt am
- nicht durchgeführt weil mit den vorherigen Messungen an der Anlage befasst

1.10 Messplanabstimmung

Die Messplanung wurde mit dem Auftraggeber abgestimmt und der zuständigen Aufsichtsbehörde am 13.10.2021 in Form einer Messmitteilung übermittelt.

1.11 An den Arbeiten beteiligte Personen

Dipl.-Ing. Philipp Kiltz	Projektleiter
Tino Pecorelli	technisches Personal

1.12 Beteiligung weiterer Institute

mas münster analytical solutions gmbh Technologiepark Münster Wilhelm-Schickard-Str. 5 48149 Münster	PCDD/F-, dl-PCB- und PAH-Analytik
---	-----------------------------------

1.13 Fachlich Verantwortlicher

Name	Dipl.-Ing. (FH) Frank Stöcklein
Telefon-Nr.	+49(911)600445-0
E-Mail-Adresse	Frank.Stoeklein@mbbm.com

2 Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

2.1 Bezeichnung der Anlage

Thermische Abfallverwertungsanlage

genehmigungsbedürftig gemäß BImSchG i. V. mit Nr. 8.1.2.2 des Anhanges der 4. BImSchV sowie § 1 der 17. BImSchV in der Fassung der Bekanntgabe vom 31.05.2017 (BGBl. I, Nr. 33, S. 1440 vom 08.06.2017)

2.2 Beschreibung der Anlage

Die Anlage besteht im Wesentlichen aus den Anlagenteilen Brennstofflagerung und -zuführung, Feuerung, Dampfkessel und Luftkondensator, Speisewassersystem, Rauchgasreinigungsanlage sowie den Nebenanlagen.

Technische Daten der Anlage

Hersteller	SES
Bauart	Dreizug-Naturumlauf-Dampferzeuger
Baujahr	2004
Fabr.-Nr.	2526
Dampferzeugung, max.	18,1 t/h
Frischdampf-Betriebsdruck	40 bar
Genehmigungsdruck	54,3 bar
Frischdampftemperatur	400 °C
Feuerungsart	Vorschubrost
Feuerungswärmeleistung	16 MW

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben

Emissionsquelle	Kamin
Höhe über Grund	40 m
Austrittsfläche	1,13 m ²
Rechtswert/Hochwert	4467885/5908094
Bauausführung	einzügiger Stahlkamin mit Isolierung

2.4 Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

festen Abfälle, Hausmüll, hausmüllähnliche Stoffe

2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben

24 h/Tag, 365 Tage pro Jahr, abzüglich Stillstands- und Wartungsarbeiten

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen

2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

2.6.1.1 Art der Emissionserfassung

Das Abgas wird durch festinstallierte Rohrleitungen über eine Filterentstaubung der Atmosphäre zugeführt:

2.6.1.2 Ventilatorckenndaten

Hersteller	Rotamil
Typ	Ro 48.1-150-AD
Baujahr	2004
Volumenstrom	1489 m ³ /min
Motorleistung	126 kW

2.6.1.3 Ansaugfläche

entfällt

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

Die Rauchgasreinigungsanlage besteht aus folgenden Komponenten:

- DeNO_x-SNCR-Anlage,
- Rückstromwirbler,
- Gewebefilter.

Stickstoffoxidminderungsmaßnahmen (SNCR)

Reagenz	25 %-ige NH ₄ OH-Lösung
Anzahl Ebenen	1
Anzahl Düsen je Einbauort	8
Förderpumpen	2 Stück
max. Dosierleistung	50 l/h
letzte Wartung	keine Angabe vorhanden

Rückstromwirbler

Reagenz	97 % Kalkhydrat 3 % Herdofenkoks
Fördermenge	40 bis 240 kg/h

Gewebefilter

Hersteller	Von Roll
Bauart	Schlauchfilter
Typ	11
Baujahr	2004
Anzahl der Filterkammern	1
Anzahl der Filterschläuche	336
Filterfläche	1096 m ²
Filtermaterial	PPS/PI
Art der Abreinigung	pneumatisch über Differenzdruck und Zeitsteuerung ($\Delta p_{\max} = 18 \text{ hPa}$)

2.6.3 Einrichtung zur Verdünnung des Abgases

Es sind keine Einrichtungen zur Verdünnung oder Kühlung der Abgase installiert.

3 Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Messstrecke und Messquerschnitt

3.1.1 Lage und Abmessungen

Die Messstelle liegt	<input type="checkbox"/> im Freien	<input checked="" type="checkbox"/> im Gebäude
	<input type="checkbox"/> vor Saugzug	<input checked="" type="checkbox"/> nach Saugzug
	<input type="checkbox"/> im Abgaskanal	<input checked="" type="checkbox"/> im Kamin
Die Probenahmestelle liegt	24 m über Bodenniveau	
Zugang	Aufzug und Messbühne	
Lage Messstrecke	vertikal im Abgaskanal vor Kamin	
Länge Ein-/Auslaufstrecke	10 m/17 m	
hydraulischer Durchmesser d_h	1,2 m	

Bei Ein- und Auslaufstrecken, die wie im vorliegenden Fall den Empfehlungen der DIN EN 15259 entsprechen, sind im Allgemeinen homogene Strömungsverhältnisse zu erwarten.

3.1.2 Arbeitsfläche und Messbühne

Die Probenahmestelle liegt	24 m über Bodenniveau
Zugang	Aufzug und Messbühne
Arbeitsbereich/ Messbühne	vertikal im Abgaskanal vor Kamin
Traversierfläche	Tiefe: 3 m, Breite: 3 m, Fläche: ca. 8 m ²
zusätzliche Arbeitsfläche	nicht zutreffend

3.1.3 Messöffnungen

Anzahl	4
Anordnung	um 90° versetzt
Größe	3" (Außengewinde) und 1" (Außengewinde)

3.1.4 Strömungsbedingungen im Messquerschnitt

Winkel des Gasstroms zu Mittelachse des Abgaskanals < 15°	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt	<input type="checkbox"/> nicht erfüllt
keine lokale negative Strömung	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt	<input type="checkbox"/> nicht erfüllt
Verhältnis von höchster zu niedrigster Geschwindigkeit im Messquerschnitt < 3 : 1	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt	<input type="checkbox"/> nicht erfüllt
Mindestgeschwindigkeit (in Abhängigkeit vom verwendeten Messverfahren)	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt	<input type="checkbox"/> nicht erfüllt

3.1.5 Zusammenfassende Beurteilung der Messbedingungen

Messbedingungen nach DIN EN 15259	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt	<input type="checkbox"/> nicht erfüllt
ergriffene Maßnahmen	keine erforderlich	
zu erwartende Auswirkungen auf das Messergebnis	keine	
Empfehlungen und Hinweise zur Verbesserung der Messbedingungen	Nutzbarmachung der verstellten Traversierfläche	

3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

3.2.1 Darstellung der Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

Messquerschnitt	1,131 m ²
gewählte/mögliche Anzahl Messachsen	2
gewählte/mögliche Anzahl Messpunkte	8
Verteilung der Messpunkte im Messquerschnitt	Die Festlegung der Messpunkte im Kanalquerschnitt zur Durchführung einer Netzmessung erfolgt nach den Vorgaben der DIN EN 15259. (siehe Strömungsprofil im Kapitel 7, Anlage 1)

3.2.2 Homogenitätsprüfung

- durchgeführt, siehe Ergebnisse in Abschnitt 6
- nicht durchgeführt, weil
- Fläche Messquerschnitt < 0,1 m²
- Netzmessungen
- liegt vor

Datum der Homogenitätsprüfung 12.12.2013
 Berichts-Nr. M112053/03
 Prüfinstitut Müller-BBM

- Ergebnis der Homogenitätsprüfung (für gasförmige Verbindungen)
- Messung an einem beliebigen Punkt
 - Messung an einem repräsentativen Punkt:
Messachse x, Messpunkt x
 - Netzmessung

3.2.3 Komponentenspezifische Darstellung

Tabelle 3.2.3.1. Probenahmeart.

Messkomponente	Anzahl der Messachsen	Anzahl der Messpunkte je Messachse	Homogenitätsprüfung durchgeführt	beliebiger Messpunkt	repräsentativer Messpunkt
CO ₂ /O ₂	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwermetalle	2	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HF	1	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PCDD/F	2	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\W163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

Messverfahren	Prandtl'sches Staurohr in Verbindung mit elektronischem Mikromanometer
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente pdyn
Erfassung	durch Netzmessungen mit handschriftlicher Dokumentation

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin

siehe Abschnitt 4.1.1

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

Messverfahren	Digitalbarometer
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Luftdruck

4.1.4 Abgastemperatur

Messverfahren	Thermospannung, NiCr-Ni-Thermoelement
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Temperatur
Erfassung	kontinuierlich in einem repräsentativen Messpunkt mit elektronischer Dokumentation

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

Messverfahren	gravimetrische Differenzmethode
DIN EN 14790 (05-2017)	Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung von Wasserdampf in Kanälen – Standardreferenzverfahren
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1Z04
Probenahme	Partikelabscheidung/beheizte Probenahme/Kondensation mit gekühltem destilliertem Wasser und Adsorption an Silikagel/Gasprobennehmer
Probenahmesystem	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente H ₂ O
Waage	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente H ₂ O

4.1.6 Sauerstoff

Messverfahren	paramagnetische Drehwaage
magnetische Suszeptibilität	Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Volumenkonzentration von Sauerstoff – Standardreferenzverfahren: Paramagnetismus
DIN EN 14789 (05-2017)	
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1A10
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente O ₂

4.1.7 Abgasdichte

berechnet unter Berücksichtigung der Abgasbestandteile an

Sauerstoff (O₂), Kohlendioxid (CO₂)
Luftstickstoff (N₂)
Abgasfeuchte (Wasserdampfanteil im Abgas) sowie der Abgastemperatur und der Druckverhältnisse im Kanal

4.1.8 Abgasverdünnung

entfällt

4.2 Kontinuierliche Messverfahren

4.2.1 Messobjekte

Sauerstoff (O₂)

Kohlendioxid (CO₂)

4.2.2 Messverfahren

O₂

magnetische Suszeptibilität, DIN EN 14789 (05-2017)

CO₂

NDIR-Spektrometrie, in Anlehnung an DIN EN 15058 (05-2017)

Müller-BBM-Prüfanweisungen

16-1A09 (CO₂); 16-1A10 (O₂)

4.2.3 Analysatoren

anorganische Gase

O₂ (Hersteller/Typ/Nummer/...)

siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente O₂

CO₂ (Hersteller/Typ/Nummer/...)

siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente CO₂

4.2.4 Eingestellter Messbereich

O₂

0 bis 25 Vol.%

CO₂

0 bis 20 Vol.%

4.2.5 Messplatzaufbau

anorganische Gase

Entnahmesonde

Edelstahl, beheizt auf Abgastemperatur, Länge 1 m

Partikelfilter

Keramikfilter, außenliegend, beheizt auf 180 °C

Probegasleitung vor Gasaufbereitung

Länge 10 m, PTFE-Leitung, beheizt auf 180 °C

Probegasleitung nach Gasaufbereitung

Länge ca. 1,5 m, PTFE-Leitung, unbeheizt

Werkstoff der gasführenden Teile

Edelstahl, PTFE, Glas

Messgasaufbereitung

Messgaskühler

Bauart

Kompressorkühler (Bauart M+C Products) mit Feinstaubfilter und Feuchteüberwachung

Temperatur geregelt auf

4 °C

Trockenmittel

nicht vorhanden

Messgasdurchfluss

150 l/h

4.2.6 Überprüfung der Gerätekennlinie

Tabelle 4.2.6.1. Prüfgase.

Prüfstandards Müller-BBM

Komponente	Konzentration	Toleranz	Hersteller	Herstelldatum	Seriennummer	Stabilität	Einhaltung Garantiezeit	letzte Überprüfung
CO	160,2 ppm	± 2 %	Air Liquide	15.07.2021	D24HP22	12 Monate	ja	02.07.2021
NO	219,4 ppm	± 2 %	Air Liquide	15.07.2021	D24HP22	12 Monate	ja	02.07.2021
CO ₂	12,0 Vol.%	± 2 %	Air Liquide	15.07.2021	D24HP22	12 Monate	ja	02.07.2021
N ₂ 5.0		--	Air Liquide	--	D3X5738			
Synth. Luft	21,33 Vol.%	± 1 %	Air Liquide	--	D3A6P0H			31.08.2021

Aufgabe durch das gesamte Probenahmesystem ja

4.2.7 90 % Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

ca. 60 s (ermittelt durch druckfreie Aufgabe von Prüfgas an der Entnahmesonde)

4.2.8 Erfassung/Registrierung der Messwerte

Registrierung kontinuierlich mit einem Datenerfassungs- und Auswertesystem
 (Hersteller/Typ/Nummer/...) siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Logger

4.2.9 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Regelmäßige Durchführung von Funktionskontrollen nach DIN EN 14181, Überprüfung der eingesetzten Prüfgase durch Vergleich mit DKD-zertifizierten Gasen, Qualitätssicherung nach DIN EN 15058, 14792, 14789 (Unsicherheitsbilanz), regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen

QM-System gemäß DIN EN ISO/IEC 17025, Kalibrierungen gemäß Qualitätsmanagement Müller-BBM

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung druckfreie Prüfgasaufgabe an der Lanzenspitze
 Überwachung der Sauerstoffkonzentration
 Durchflusskontrolle

Messunsicherheit siehe 6.3

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\W163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

4.3 Diskontinuierliche Messverfahren

4.3.1 Gas- und dampfförmige Emissionen

4.3.1.1 Gasförmige anorganische Fluorverbindungen (angegeben als HF)

4.3.1.1.1 Messverfahren

VDI 2470, Blatt 1 (10-1975)	Messung gasförmiger Emissionen; Messen gasförmiger Fluorverbindungen; Absorptions-Verfahren
DIN CEN/TS 17340 (01-2021)	Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration fluorierter Verbindungen, angegeben als HF – Standardreferenzverfahren
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1A02; 16-2A01

4.3.1.1.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Partikelabscheidung/beheizte Probenahme/zweistufige Absorption/Gasprobennehmer
Entnahmesonde	Edelstahl, beheizt auf 180 °C, Länge 1,0 m
Partikelfilter	Keramikfilter, außenliegend, beheizt auf 180 °C
Probegasleitung	Länge 5 m, PTFE-Leitung, beheizt auf 180 °C Entnahme eines Teilgasstroms mittels beheiztem T-Stück vor der Gasaufbereitung
Werkstoff der gasführenden Teile	Edelstahl, PTFE, Glas
Ab-/Adsorptionseinrichtung	zwei Muenke-Waschflaschen in Reihe, dritte Waschflasche als Tropfenfänger
Sorptionsmittel	destilliertes Wasser
Sorptionsmittelmenge	40 ml je Waschflasche
Probenahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente HF
eingestellter Durchfluss	ca. 0,12 m ³ /h
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 6,7 m
Probentransfer	ungekühlt in 250-ml-PE-Gefäßen
Standzeit der Proben	Analyse am 07.12.2021
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\M163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

4.3.1.1.3 Analytische Bestimmung

Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung des Fluoridgehaltes mittels Ionenchromatographie
Aufarbeitung des Probenmaterials	nicht erforderlich, Analytik direkt aus der Probe
Analysengeräte (Hersteller/Typ)	761 Compact IC in Verbindung mit 837 IC Eluent Degasser, 766 IC Sample Processor und PC-gestützte Auswertesoftware; Hersteller Metrohm
Analysenbedingungen	Eluent: 2,7 mMol Na ₂ CO ₃ /0,3 mMol NaHCO ₃ Fluss: 1,5 ml/min
Standards	Fluorid-Standardlösung 1000 mg/l, Verdünnungsstufen 0,05 – 10 mg/l, Standardkalibrierverfahren

4.3.1.1.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit)	Einige Schwermetalle wie Cd, Zn, Ag, Ni, Cu, Fe und Hg komplexieren das Fluorid-Ion und können zu Minderbefunden führen.
absolute Bestimmungsgrenze	0,003 mg/Probe
relative Bestimmungsgrenze	0,06 mg/m ³ bei 0,05 Nm ³ Probegasvolumen
Analysenunsicherheit	3 % vom Messwert

4.3.1.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Doppelbestimmungen, Blindwertbestimmungen, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen	
QM-System gemäß DIN EN ISO/IEC 17025, Kalibrierungen gemäß Qualitätsmanagement Müller-BBM	
Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	Durchflusskontrolle O ₂ -Vergleichsmessung im Kamin und am Ende der Probenahmeapparatur
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3.2 Partikelförmige Emissionen

4.3.2.1 Staubinhaltsstoffe und an Staub adsorbierte chemische Verbindungen (Metalle, Halbmetalle und ihre Verbindungen) einschließlich filtergängiger Anteile

4.3.2.1.1 Messverfahren

DIN EN 14385 (05-2004)	Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Gesamtemission von As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl und V
VDI 2268, Blatt 1 – 4	Beschreibung des Aufschlussverfahrens
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1D03; 16-2D03
Durchführung der Probenahme	isokinetische Entnahme eines staubbeladenen Teilgasvolumens aus dem Hauptvolumenstrom und Abscheidung des enthaltenen Staubes und filtergängiger Anteile durch Rückhaltesysteme

4.3.2.1.2 Messplatzaufbau

Probenahme nach dem Hauptstromverfahren

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Absaugdüse, beheizte Lanze, beheizter Partikelfilter, 2-stufige Absorption, Kondensatgefäß mit Trockenturm, Pumpe mit Gasuhr und Temperaturfühler (out-stack-Anordnung)
Entnahmesonde	Glas, beheizt auf 180 °C, Länge 1,5 m

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Partikelfilter	Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, außenliegend, beheizt auf 180 °C (Messung mit Schwanenhalsdüse) (out-stack-Anordnung)
Abscheidemedium (Typ/Durchmesser/Hersteller)	Quarzfaser-Planfilter / Typ MK 360 Blattdurchmesser 45 mm Munktell Filter AB, Schweden ohne organische Bindemittel, hohe Schwermetallreinheit

Rückhaltesystem für filtergängige Stoffe

Absorptionseinrichtung	Waschflaschenstraßen mit 3 Impinger-Waschflaschen und einem Tropfenabscheider in Reihe
Sorptionsmittel	verdünnte HNO ₃ -Lösung mit H ₂ O ₂ -Zusatz
Sorptionsmittelmenge	40 ml je Impingerwaschflasche
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,8 m
Spüllösung	5%ige HNO ₃ (zur Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Partikelfilter und von filtergängigen Anteilen zwischen Partikelfilter und erster Absorptionsstufe)
Probentransfer	Planfilter in Rundbehältern aus PE oder Polystyrol; Sonden-spüllösung und Absorptionslösungen ungekühlt in PE-Gefäßen

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\W163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

Probennahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Staubinhaltsstoffe
eingestellter Durchfluss	ca. 1,33 m ³ /h (gemäß Isokinetik)
Standzeit der Proben	Absorptionslsg.: Analyse am 07.12.2021 QF-Planfilter: Analyse am 15.12.2021
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.2.1.3 Aufbereitung und Auswertung der Messfilter und der Absorptionslösungen

Messfilter (Aufarbeitung des Probenmaterials)	Mikrowellendruckaufschluss mit HNO ₃ /H ₂ O ₂ und Flusssäure
Absorptionslösung	getrennte Vermessung der Absorptionslösungen (ohne weitere Probenaufbereitung) und der Filteraufschlüsse
Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung von Schwermetallen mittels ICP und MS-Detektion
Analysengeräte (Hersteller/Typ)	ICP-MS (Thermo/XseriesII) (PMV6411)
Analysebedingungen	Hot Plasma (ca. 8.000 K)
Standard	6-Punkt-Kalibrierung der Analyten mit geeignetem, massenabhängigem internen Standard (Rhodium, Scandium, Ruthenium, Germanium, Rhenium)

4.3.2.1.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeiten)	Da die Detektion der Elemente durch deren charakteristische Massen erfolgt, können Querempfindlichkeiten weitgehend ausgeschlossen werden.
absolute Bestimmungsgrenze	Cd/Tl: 0,0005 mg/l weitere Elemente 0,005 mg/l
relative Bestimmungsgrenze	Cd/Tl: 0,025 µg/m ³ weitere Elemente: 0,25 µg/m ³ bei 50 ml Aufschlusslösung und 1 m ³ Probegasvolumen bzw. Cd/Tl: 0,1 µg/m ³ weitere Elemente: 1,0 µg/m ³ bei 100 ml Absorptionslösung und 1 m ³ Probegasvolumen
Analysenunsicherheit	4 % (bestimmt aus Kontrollstandards und Doppelbestimmungen)

4.3.2.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Tabelle 4.3.2.1.5.1 Blindwertbestimmungen.

Element	Planfilter	Absorptionslösung
	15.11.21 TAV SM-Filter BW [µg/Probe]	15.11.21 TAV SM BW A [µg/Probe]
Cd	< 0,005	< 0,0093
Tl	< 0,005	< 0,0093
Sb	< 0,050	< 0,0930
As	< 0,050	< 0,0930
Pb	0,168	< 0,0930
Cr	0,361	< 0,0930
Co	< 0,050	< 0,0930
Cu	0,147	< 0,0930
Mn	0,215	< 0,0930
Ni	0,306	< 0,0930
V	< 0,050	< 0,0930
Sn	0,058	< 0,0930

Doppelbestimmungen, Blindwertbestimmungen, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen

QM-System gemäß DIN EN ISO/IEC 17025, Kalibrierungen gemäß Qualitätsmanagement Müller-BBM

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung Durchflusskontrolle
 O₂-Vergleichsmessung im Kamin und am Ende der
 Probenahmeapparatur

Messunsicherheit siehe 6.3

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

4.3.3 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe

4.3.3.1 Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/PCDF) und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (dl-PCB)

4.3.3.1.1 Messverfahren

DIN EN 1948-1 (06-2006)	Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB - Teil 1: Probenahme von PCDD/PCDF
DIN EN 1948-4 (03-2014)	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB - Teil 4: Probenahme und Analyse dioxin-ähnlicher PCB
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1M01; Variante B (Filter-Kühler-Methode)
Durchführung der Probenahme	Probenahme nach der Filter-Kühler-Methode; isokinetische Absaugung eines Teilstromes, Abscheidung der an Partikel gebundenen PCDD/F und PCB auf einem außenliegenden beheizbaren Filter, Kondensation und Adsorption der gas- und aerosolförmigen PCDD/F- und PCB-Fractionen auf XAD-2 (Filter-Kühler-Methode)

4.3.3.1.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung (Filter-Kühler-Methode)	beheizte Sonde, beheizter Partikelfilter, Intensivkühler, Kondensatgefäß; ggf. Tropfenabscheider; XAD-Kartusche; Pumpe; Gasuhr mit Temperaturfühler (ggf. Massendurchflussmesser mit Temperaturfühler)
Entnahmesonde	beheizte Titansonde mit auswechselbarem Duranglas- bzw. Borsilikatglasrohr, Länge 1,5 m
Material	gesamte Probenahmeapparatur aus Borsilikatglas, ausgenommen Düse und Krümmer aus Titan
Partikelfilter	Fingerfilter aus Glasfaser Beheizung: Taupunkt + 20 °C/< 125 °C
Absorptionseinrichtung	Kartusche mit Feststoffadsorbens Kondensatsammelbehälter
Sorptionsmittel und -menge	mindestens 30 g gereinigtes XAD-2, dotiert mit ¹³ C ¹² -markiertem PCDD/F- und PCB-Probenahmestandard gemäß EN 1948-1 und -4
Probenahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente PCDD/F
eingestellter Durchfluss	ca. 0,85 m³/h (gemäß Isokinetik)
Abstand zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Sorptionsmittel	ca. 1,8 m

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\W163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

4.3.3.1.3 Probenahme und Nachbehandlung

Nachbehandlung	Auskochen bzw. Spülen der Probenahmeapparatur mit destilliertem H ₂ O, Toluol und Aceton
Probentransfer	lichtgeschützt, Kondensat und Spüllösung in Braunglasflaschen
Zeitraum zwischen Probenahme und Probenaufbereitung	max. 21 Tage
Zeitraum der Analyse	07.12.2021 bis 27.12.2021
Beteiligung eines Fremdlabors	mas münster analytical solutions gmbh, 48149 Münster

4.3.3.1.4 Analytische Bestimmung

Richtlinie	DIN EN 1948-2/-3/-4 (06–2006/06–2006/03–2014)
Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung der PCDD-/PCDF- und dl-PCB-Gehalte mittels hochauflösender HRGC/HRMS
Aufarbeitung des Probenmaterials	Extraktion der festen Phasen (XAD-2 nach Trocknung, Quarzwatte und Planfilter nach HCl-Behandlung und Trocknung) mit Toluol/Aceton; nach Zugabe von ¹³ C ₁₂ -markierten PCDD-/PCDF- und PCB-Extraktionsstandards, Ausschütteln der flüssigen Phase mit Toluol; Trocknen und Einengen der vereinigten Toluollösungen; säulenchromatographische Reinigung unter Trennung von PCDD/F und PCB; Zugabe von ¹³ C ₁₂ -markierten PCDD/F und PCB Wiederfindungsstandards zu den Messlösungen und Einengen auf geeignete Endvolumina
Auswertung	Getrennte Analyse der PCDD/F und PCB; jeweils Injektion am GC, Analyse mittels HRMS, Auswertung nach Retentionszeiten und Isotopenverhältnis-Vergleich, Angabe der PCDD/F und dl-PCB als Konzentrationswerte und daraus berechnete Toxische Äquivalente (WHO-TEQ 2005), berechnet gemäß EN 1948 und 17. BImSchV
Analysengeräte (Hersteller/Typ)	Kaltaufgabesystem (Thermo Scientific PTV) Gaschromatograph (Thermo Scientific Trace GC Ultra) Massenspektrometer (Thermo Scientific DFS oder MAT 95 XP)
Trennsäulen	60 m DB-5 MS/ggf. 60 m RTX 2330
Standards	¹³ C ₁₂ -Standards gemäß EN1948

4.3.3.1.5 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeiten)	wird durch Probenaufbereitung minimiert
Bestimmungsgrenze bei 10 m ³ Probenahmenvolumen	0,0001 ng/m ³ für 2,3,7,8-TetraCDD und 0,0025 ng/m ³ für das PCB 126 bei den vorliegenden Probenahmerandbedingungen und der verwendeten Analytik
relative erweiterte Messunsicherheit	Die Messunsicherheiten für die o. g. analytischen Verfahren wurden nach DIN ISO 11352_2013-03 abgeleitet. Sie stellen jeweils die erweiterte Unsicherheit dar und wurden mit einem Erweiterungsfaktor von k = 2 erhalten. Dies entspricht einem Vertrauensniveau von ungefähr 95 %.
	PCDD/F (I-TEQ): 23,9 % PCDD/F (WHO2005-TEQ): 23,5 % PCB (WHO2005-TEQ): 28,6 % PCDD/F-PCB (WHO2005-TEQ): 37,0 %

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

4.3.3.1.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen und Bestimmung von Wiederfindungsraten durch Standardzugabe

QM-System gemäß DIN EN ISO/IEC 17025, Kalibrierungen gemäß Qualitätsmanagement Müller-BBM

Akkreditierung des Labors, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen für die o. g. Parameter

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung

Durchflusskontrolle

O₂-Vergleichsmessung im Kamin und am Ende der Probenahmeapparatur

Messunsicherheit

siehe 6.3

Im Anhang sind die Wiederfindungsraten (nach DIN EN 1948) der internen PCDD/F- und PCB-Standards aufgeführt, mit welchen die XAD-Adsorptionsstufe gespikt wurde. Bei korrekter Probenahme müssen die Wiederfindungsraten größer 50 % liegen, andernfalls sind die Proben zu verwerfen.

4.3.3.2 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK: B(a)P)

4.3.3.2.1 Messverfahren

DIN EN 1948-1 (06-2006)	Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB - Teil 1: Probenahme von PCDD/PCDF
VDI 3874 (12-2006)	Messen von Emissionen - Messen von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) - GC/MS-Verfahren
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-2I01

4.3.3.2.2 Messplatzaufbau

siehe Abschnitt 4.3.3.1.2

4.3.3.2.3 Probenahme und Nachbehandlung

Nachbehandlung	Auskochen bzw. Spülen der Probenahmeapparatur mit destilliertem H ₂ O, Toluol und Aceton
Probentransfer	lichtgeschützt, Kondensat und Spüllösung in Braunglasflaschen
Zeitraum zwischen Probenahme und Probenaufbereitung	max. 21 Tage
Zeitraum der Analyse	07.12.2021 bis 27.12.2021
Beteiligung eines Fremdlabors	mas münster analytical solutions gmbh, 48149 Münster (Probenaufbereitung, Extraktion und Analytik)

4.3.3.2.4 Analytische Bestimmung

Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung des PAK-Gehaltes mittels niedrigauflösender GC/LRMS
Aufarbeitung des Probenmaterials	Ein Teil des Toluol-Extraktes (i. d. R. 10 %) der Probe wird nach Zugabe von internen deuterierten Standards an Kieselgel gereinigt. Zugabe eines weiteren deuterierten PAK als Wiederfindungsstandard und Einengen auf das geeignete Endvolumen
Analysengeräte (Hersteller/Typ)	Thermo Scientific/DSQ (GC/LRMS)
Trennsäulen	DB-5MS (60 m; 0,25 mm ID; 0,25 µm Filmdicke)
Standards	Lösung der 16 PAK als Kalibrierstandard Lösung der 16 PAK deuteriert als interner Standard

4.3.3.2.5 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeiten)	wird durch Probenaufbereitung minimiert Die Methode ist hochselektiv, bei einigen PAK treten jedoch Co-Elutionen auf.
Bestimmungsgrenze bei 10 m ³ Probenahmenvolumen	für Benzo(a)pyren i. d. R. bei 0,001 µg/m ³ (Phenanthren 0,005 µg/m ³ , Naphthalin 0,1 µg/m ³)

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\M163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

4.3.3.2.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen und Bestimmung von Wiederfindungsraten durch Standardzugabe

QM-System gemäß DIN EN ISO/IEC 17025, Kalibrierungen gemäß Qualitätsmanagement Müller-BBM

Akkreditierung des Labors, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen für die o. g. Parameter

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung

Durchflusskontrolle

O₂-Vergleichsmessung im Kamin und am Ende der Probenahmeapparatur

Messunsicherheit

siehe 6.3

4.3.4 Geruchsemissionen

entfällt

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

Datenbasis: Betreiberangaben und Erhebungen durch Müller-BBM

5.1 Produktionsanlage

Betriebsweise	repräsentativer Betriebszustand
Einsatzstoffe	Hausmüll bzw. hausmüllähnliche Stoffe
Produkte	Strom und Frischdampf

Tabelle 5.1.1 Betriebsdaten Frischdampf, Müllmenge (Kranwaage), T_{NBZ} .

Datum	Zeit	Frischdampf [t/h]	Müllmenge [t/h]	CT011 [°C]	CT012 [°C]	CT902 [°C]
15.11.2021	11:00 bis 18:00	17,7	5,99	814,2	808,2	903,6
16.11.2021	08:00 bis 18:00	17,6	6,78	810,2	802,1	900,7
17.11.2021	08:00 bis 18:00	18,8	6,51	810,1	809,7	889,1

Abweichungen von genehmigter oder bestimmungsgemäßer Betriebsweise	keine
besondere Vorkommnisse	keine

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Tabelle 5.2.1 Betriebsdaten.

Datum	Zeit	NH3 [kg/h]	Kalk [%]
15.11.2021	11:00 bis 18:00	12,3	29,7
16.11.2021	08:00 bis 18:00	14,2	21,5
17.11.2021	08:00 bis 18:00	16,0	12,7

Abweichungen von bestimmungsgemäßer Betriebsweise	keine
besondere Vorkommnisse	keine

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Bei einer maximal möglichen Dampferzeugung von 18,1 t/h und der tatsächlichen Dampferzeugung von im Mittel ca. 18 t/h (in Spitzen größer 20 t/h) sowie einer verarbeiteten Müllmenge von ca. 6,5 t/h, kann von einem Regelbetrieb mit dem Zustand maximaler Emissionen ausgegangen werden.

Zum Zeitpunkt der Messungen wurde die Anlage bestimmungsgemäß betrieben. Die Durchführung der Messungen erfolgte bei den unter Abschnitt 5.1 aufgeführten Betriebsgrößen. Unter diesen Bedingungen lag zum Messzeitpunkt sowohl eine repräsentative wie auch eine maximale Auslastung der Anlage vor.

Die Vorgabe der Ziffer 5.3.2.2 TA Luft nach Betriebsbedingungen mit höchster Emission war erfüllt.

6.2 Messergebnisse

Nachfolgend werden die wichtigsten Messergebnisse zusammengefasst. Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich alle Konzentrationen auf das trockene Abgas im Normzustand (273 K, 1013 hPa)

Tabelle 6.2.1. Messergebnisse Abgasrandbedingungen.

Datum	Zeit	P hPa	v m/s	T °C	H ₂ O Vol. %	O ₂ Vol. %	dV/dt, Betrieb m ³ /h	dV/dt, N,f m ³ /h,N,f	dV/dt, N,tr m ³ /h,N,tr
15.11.2021	10:45-11:00	1019,3	16,2	147,0	22,0	8,0	66107	43233	33721
16.11.2021	08:48-09:02	1014,4	15,5	148	21,5	9,0	63068	40950	32146
17.11.2021	08:57-09:06	1007,4	15,8	148	21,5	9,0	64431	41547	32614
P	Druck			T	Temperatur		O ₂	Sauerstoff	
v	Strömungsgeschwindigkeit			H ₂ O	Abgasfeuchte		dV/dt	Volumenstrom	

Tabelle 6.2.2. Messergebnisse diskontinuierliche Messparameter.

Komponente		HF		O ₂		Volumen		HF		Up		HF		Up	
Nr	Datum	Zeit	HF	O ₂	Volumen	HF	HF	Up	HF	Up	HF	Up	HF	Up	
			mg/Probe	Vol. %	m ³ N	mg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/m ³ N	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h	
1	15.11.2021	14:43-15:13	0,00	9,5	0,039	0,00	< 0,06	0,01	< 2,02	0,4					
2	16.11.2021	09:58-10:28	0,00	9,8	0,070	0,00	< 0,06	0,01	< 1,92	0,3					
3	17.11.2021	10:34-11:04	0,00	9,1	0,074	0,00	< 0,06	0,01	< 1,95	0,3					
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,00		0,00					
Maximalwert								0,00		0,00					
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit								0		0					
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit								0		0					
Grenzwert								1		-					

1) keine O₂-Bezugswertrechnung

2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt

3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Messmessbericht

Tabelle 6.2.3. Messergebnisse partikelförmige Messparameter.

Komponente		Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV									
Nr	Datum	Zeit	O ₂	Volumen	Düse	Absaug- fehler	Summe nach Anlage 1	Summe nach Anlage 1	Up	Summe nach Anlage 1	Up
			Vol. %	m ³ N	mm	%	µg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/h	mg/h
1	15.11.2021	13:38-14:08	9,8	0,614	7	7	0,09	0,0000	0,0000	2,86	0,29
2	16.11.2021	09:58-10:28	9,5	0,582	7	6	0,09	0,0000	0,0000	3,03	0,31
3	17.11.2021	10:04-10:34	9,0	0,597	7	8	0,08	0,0000	0,0000	2,71	0,28
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,0000		2,87	
Maximalwert								0,0000		3,03	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit								0,00		2,7	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit								0,00		3,3	
Grenzwert								0,05		-	
1) bezogen auf 11 Vol. % O ₂ nur bei Überschreitung des Bezugssauerstoffgehaltes von 11 Vol. % O ₂											
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt											
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht											

Komponente		Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV									
Nr	Datum	Zeit	O ₂	Volumen	Düse	Absaug- fehler	Summe nach Anlage 1	Summe nach Anlage 1	Up	Summe nach Anlage 1	Up
			Vol. %	m ³ N	mm	%	µg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/h	mg/h
1	15.11.2021	13:38-14:08	9,8	0,614	7	7	5,08	0,005	0,000	171,28	17,80
2	16.11.2021	09:58-10:28	9,5	0,582	7	6	2,40	0,002	0,000	76,99	8,00
3	17.11.2021	10:04-10:34	9,0	0,597	7	8	3,78	0,003	0,000	123,14	12,77
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,003		123,80	
Maximalwert								0,005		171,28	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit								0,0		153,5	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit								0,0		189,1	
Grenzwert								0,5		-	
1) bezogen auf 11 Vol. % O ₂ nur bei Überschreitung des Bezugssauerstoffgehaltes von 11 Vol. % O ₂											
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt											
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht											

Komponente		Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV									
Nr	Datum	Zeit	O ₂	Volumen	Düse	Absaug- fehler	Summe nach Anlage 1	Summe nach Anlage 1	Up	Summe nach Anlage 1	Up
			Vol. %	m ³ N	mm	%	µg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/h	mg/h
1	15.11.2021	13:38-14:08	9,8	0,614	7	7	0,09	0,0000	0,0000	2,86	0,29
2	16.11.2021	09:58-10:28	9,5	0,582	7	6	0,09	0,0000	0,0000	3,03	0,31
3	17.11.2021	10:04-10:34	9,0	0,597	7	8	0,54	0,0005	0,0000	17,50	1,81
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,0002		7,80	
Maximalwert								0,0005		17,50	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit								0,00		15,7	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit								0,00		19,3	
Grenzwert								0,05		-	
1) bezogen auf 11 Vol. % O ₂ nur bei Überschreitung des Bezugssauerstoffgehaltes von 11 Vol. % O ₂											
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt											
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht											

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

Tabelle 6.2.4. Messergebnisse besondere hochtoxische Messparameter.

Komponente		PCDD/F + dl-PCB										
Nr	Datum	Zeit	WHO-TEQ	O ₂	Volumen m ³ N	Düse mm	Absaug- fehler %	WHO-TEQ 1)	WHO-TEQ 1)3)	Up 2)3)	WHO-TEQ 3)	Up 2)3)
			ng/Probe	Vol.%				ng/m ³ ,N	ng/m ³ ,N	ng/m ³ ,N	mg/h	mg/h
1	15.11.2021	11:00-17:00	0,004	10,1	5,184	6	2	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000
2	16.11.2021	09:15-15:15	0,004	9,6	4,992	6	4	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000
3	17.11.2021	09:20-15:20	0,004	9,5	5,134	6	5	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)									0,000	0,000	0,000	0,000
Maximalwert									0,000	0,000	0,000	0,000
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit									0,0	0,0	0,0	0,0
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit									0,0	0,0	0,0	0,0
Grenzwert									0,1	-	-	-

1) bezogen auf 11 Vol.% O₂ nur bei Überschreitung des Bezugssauerstoffgehaltes von 11 Vol.% O₂

2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt

3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Komponente		B(a)P										
Nr	Datum	Zeit	B(a)P	O ₂	Volumen m ³ N	Düse mm	Absaug- fehler %	B(a)P 1)	B(a)P 1)3)	Up 2)3)	B(a)P 3)	Up 2)3)
			ng/Probe	Vol.%				ng/m ³ ,N	ng/m ³ ,N	ng/m ³ ,N	mg/h	mg/h
1	15.11.2021	11:00-17:00	0,000	10,1	5,184	6	2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	16.11.2021	09:15-15:15	0,000	9,6	4,992	6	4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	17.11.2021	09:20-15:20	0,000	9,5	5,134	6	5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)									0,000	0,000	0,000	0,000
Maximalwert									0,000	0,000	0,000	0,000
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit									0,0	0,0	0,0	0,0
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit									0,0	0,0	0,0	0,0
Grenzwert									-	-	-	-

1) bezogen auf 11 Vol.% O₂ nur bei Überschreitung des Bezugssauerstoffgehaltes von 11 Vol.% O₂

2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt

3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

6.3 Messunsicherheiten

Die Messunsicherheiten wurden entsprechend der Müller-BBM-Prüfanweisung PA16-1Z06, basierend auf der Richtlinie VDI 4219, mittels indirekten Ansatzes berechnet.

Als Grundlage des Berechnungsverfahrens dient das Fehlerfortpflanzungsgesetz nach Gauß. Die Messunsicherheiten sind für den Maximalwert in den nachfolgenden Ergebnistabellen aufgeführt.

Tabelle 6.3.1. Messunsicherheit Massenkonzentration.

Komponente	Einheit	Y_{max}	U_P	$Y_{max}-U_P$ *)	$Y_{max}+U_P$ *)	Bestimmungsmethode	
HF	mg/m ³ ,N	0,00	0,01	0	0	indirekt	
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 a	mg/m ³ ,N	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 b	mg/m ³ ,N	0,005	0,000	0,0	0,0	indirekt
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 c	mg/m ³ ,N	0,0005	0,0000	0,00	0,00	indirekt
PCDD/F + dl-PCB	WHO-TEQ 1)	ng/m ³ ,N	0,000	0,001	0,0	0,0	indirekt
B(a)P		ng/m ³ ,N	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

1) Fremdanalytik (siehe 1.12)

Y_{max} : maximaler Messwert

U_P : Messunsicherheit

Tabelle 6.3.2. Messunsicherheit Massenstrom.

Komponente	Einheit	$Y_{max}-U_P$ *)	$Y_{max}+U_P$ *)	Grenzwert	Betriebszustand	
HF	g/h	0	0	-	Nennlast	
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 a	mg/h	2,7	3,3	-	Nennlast
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 b	mg/h	153,5	189,1	-	Nennlast
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 c	mg/h	15,7	19,3	-	Nennlast
PCDD/F + dl-PCB	WHO-TEQ 1)	mg/h	0,0	0,0	-	Nennlast
B(a)P		mg/h	0,0	0,0	-	Nennlast

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

1) Fremdanalytik (siehe 1.12)

Y_{max} : maximaler Messwert

U_P : Messunsicherheit

6.4 Plausibilitätsprüfung

Durch die Einhaltung der erforderlichen Verbrennungstemperaturen und den Betrieb offensichtlich funktionsfähiger Abgasreinigungsanlagen (vgl. Abschnitte 5.1 und 5.2) wurden Messergebnisse ermittelt, wie sie unter vergleichbaren Bedingungen zu erwarten waren und auch an anderen Anlagen dieser oder ähnlicher Bauart gemessen wurden. Die Ergebnisse sind daher insgesamt als plausibel einzustufen.

Ein Vergleich der Messergebnisse mit in den im letzten Jahr ermittelten Werten (siehe Bericht M156403/02 vom 06. Januar 2021) zeigt, dass die Messwerte weiterhin auf einem niedrigeren Niveau liegen.

Für den Inhalt des Berichtes zeichnen verantwortlich:



Dipl.-Ing. P. Kiltz

Projektleitung

Telefon +49(30)217975-40



Dipl.-Chem. W. Sünderhauf

Qualitätssicherung

Telefon +49(30)217975-32



Dipl.-Ing. C. Gohlke

Stellvertretend Fachlich Verantwortlich

Telefon +49(30)217975-44

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-01
D-PL-14119-01-02
D-PL-14119-01-03
D-PL-14119-01-04

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

7 Anlagen

Anlage 1: Mess- und Rechenwerte

Anlage 2: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten

Anlage 3: Prüfmittelkatalog

Anlage 1: Mess- und Rechenwerte

Tabelle 7.1.1. Mess- und Rechenwerte Abgasrandbedingungen/Strömungsprofil.

Projekt-Nr.	M163951		
Betreiber	ALBA		
Anlage	TAV		
Messstelle	Reingas		
Brennstoff	Hausmüll		
Betriebszustand	Nennlast	WAF Pos. 10.4, EN16911-1	1,000
Datum	15.11.2021	Faktor Staudrucksonde	1,000
Luftdruck	hPa 1020,0	O ₂ -Konzentration	Vol.% 8,0
statischer Druck	hPa -0,7	CO ₂ -Konzentration	Vol.% 11,0
Kanalform	kreisförmig	Abgastemperatur	°C 147,0
Kanaldurchmesser	m 1,2	Abgasfeuchte	Vol.% 22,0
		Abgasfeuchte	g/m ³ 226,7
Kanalfläche	m ² 1,131		
Anzahl der Messachsen	2	Dichte Betrieb	kg/m ³ 0,804
Anzahl der Messpunkte/Achse	4	Dichte N,f	kg/m ³ 1,230
Anzahl der Messpunkte/Ebene	8	Dichte N,tr	kg/m ³ 1,350
Teilfläche	m ² 0,141		

Zeit hh:mm	Teilfläche (Achse/Nr.)	Eintauchtiefe mm	dynamischer	Geschwindigkeit	dV/dt	dV/dt	dV/dt
			Druck hPa	Betrieb m/s	Betrieb m ³ /h	N,f m ³ /h	N,tr m ³ /h
10:45	1	80	1,09	16,5	8379	5480	4274
	1	300	1,10	16,6	8430	5513	4300
	1	900	1,11	16,6	8455	5530	4313
	1	1120	1,08	16,4	8353	5463	4261
	2	80	0,91	15,0	7642	4998	3898
	2	300	1,03	16,0	8158	5335	4161
	2	900	1,04	16,1	8171	5344	4168
	2	1120	1,13	16,7	8519	5571	4345
	Mittelwert		1,06	16,24			
	Summe				66107	43233	33721

Projekt-Nr.	M163951		
Betreiber	ALBA		
Anlage	TAV		
Messstelle	Reingas		
Brennstoff	Hausmüll		
Betriebszustand	Nennlast	WAF Pos. 10.4, EN16911-1	1,000
Datum	16.11.2021	Faktor Staudrucksonde	1,000
Luftdruck	hPa 1015,0	O ₂ -Konzentration	Vol.% 9,0
statischer Druck	hPa -0,6	CO ₂ -Konzentration	Vol.% 10,0
Kanalform	kreisförmig	Abgastemperatur	°C 148,0
Kanaldurchmesser	m 1,2	Abgasfeuchte	Vol.% 21,5
		Abgasfeuchte	g/m ³ 220,1
Kanalfläche	m ² 1,131		
Anzahl der Messachsen	2	Dichte Betrieb	kg/m ³ 0,798
Anzahl der Messpunkte/Achse	4	Dichte N,f	kg/m ³ 1,228
Anzahl der Messpunkte/Ebene	8	Dichte N,tr	kg/m ³ 1,345
Teilfläche	m ² 0,141		

Zeit hh:mm	Teilfläche (Achse/Nr.)	Eintauchtiefe mm	dynamischer	Geschwindigkeit	dV/dt	dV/dt	dV/dt
			Druck hPa	Betrieb m/s	Betrieb m ³ /h	N,f m ³ /h	N,tr m ³ /h
08:48	1	80	1,01	15,9	8113	5268	4135
	1	300	1,03	16,0	8166	5302	4162
	1	900	1,03	16,0	8166	5302	4162
	1	1120	0,78	14,0	7118	4622	3628
	2	80	0,88	14,9	7575	4918	3861
	2	300	1,00	15,8	8059	5233	4108
	2	900	1,02	16,0	8126	5276	4142
	2	1120	0,92	15,2	7744	5028	3947
	Mittelwert		0,96	15,49			
	Summe				63068	40950	32146

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\M163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

Projekt-Nr. M163951
Betreiber ALBA
Anlage TAV
Messstelle Reingas

Brennstoff	Hausmüll		
Betriebszustand	Nennlast	WAF Pos. 10.4, EN16911-1	1,000
Datum	17.11.2021	Faktor Staudrucksonde	1,000
Luftdruck	hPa 1008,0	O ₂ -Konzentration	Vol.% 9,0
statischer Druck	hPa -0,6	CO ₂ -Konzentration	Vol.% 10,0
Kanalform	kreisförmig	Abgastemperatur	°C 148,0
Kanaldurchmesser	m 1,2	Abgasfeuchte	Vol.% 21,5
		Abgasfeuchte	g/m ³ 220,1
Kanalfläche	m ² 1,131		
Anzahl der Messachsen	2	Dichte Betrieb	kg/m ³ 0,792
Anzahl der Messpunkte/Achse	4	Dichte N,f	kg/m ³ 1,228
Anzahl der Messpunkte/Ebene	8	Dichte N,tr	kg/m ³ 1,345
Teilfläche	m ² 0,141		

Zeit	Teilfläche	Eintauchtiefe	dynamischer Druck	Geschwindigkeit	dV/dt	dV/dt	dV/dt
hh:mm	(Achse/Nr.)	mm	hPa	Betrieb	Betrieb	N,f	N,tr
				m/s	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
08:57	1	80	1,01	15,9	8114	5232	4107
	1	300	0,97	15,7	7965	5136	4032
	1	900	0,99	15,8	8033	5180	4066
	1	1120	0,88	14,9	7572	4883	3833
	2	80	1,06	16,4	8340	5378	4221
	2	300	1,06	16,3	8313	5361	4208
	2	900	1,00	15,9	8101	5224	4101
	2	1120	0,98	15,7	7992	5154	4046
Mittelwert			0,99	15,82			
Summe					64431	41547	32614

Tabelle 7.1.2. Mess- und Rechenwerte diskontinuierliche Messparameter.

Komponente

HF

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ	T GZ	p Luft	Probe	Analyse	HF	Proben-
			m ³	°C	hPa	m ³ N	mg/Probe	mg/m ³	bezeichn.
15.11.2021	14:43-15:13	0,972	0,045	31,5	1020	0,039	0,00	0,0	1
16.11.2021	09:58-10:28	0,962	0,081	31,2	1015	0,070	0,00	0,0	2
17.11.2021	10:34-11:04	0,962	0,086	30,6	1008	0,074	0,00	0,0	3
Blindwert							0,00	0,0	

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\W163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

Tabelle 7.1.3. Mess- und Rechenwerte partikelförmige Messparameter.

Komponente

SM

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
15.11.2021	13:38-14:08	1,013	0,667	29,6	1020	0,614	1	7	7
16.11.2021	09:58-10:28	1,013	0,635	29,3	1015	0,582	2	7	6
17.11.2021	10:04-10:34	1,013	0,655	28,6	1008	0,597	3	7	8

Komponente

SM

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd filtergängig µg/Probe	Tl filtergängig µg/Probe	Sb filtergängig µg/Probe	As filtergängig µg/Probe	Pb filtergängig µg/Probe	Cr filtergängig µg/Probe	Co filtergängig µg/Probe	Cu filtergängig µg/Probe	Mn filtergängig µg/Probe	Ni filtergängig µg/Probe	V filtergängig µg/Probe	Sn filtergängig µg/Probe
1	15.11.2021	13:38-14:08	0,614	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1130	0,0000	0,2470	0,0860	0,1610	0,0000	0,0000
2	16.11.2021	09:58-10:28	0,582	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4070	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	17.11.2021	10:04-10:34	0,597	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1710	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

BG

BW

Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt

BG Bestimmungsgrenze

BW Blindwert

Komponente

SM

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd partikulär µg/Probe	Tl partikulär µg/Probe	Sb partikulär µg/Probe	As partikulär µg/Probe	Pb partikulär µg/Probe	Cr partikulär µg/Probe	Co partikulär µg/Probe	Cu partikulär µg/Probe	Mn partikulär µg/Probe	Ni partikulär µg/Probe	V partikulär µg/Probe	Sn partikulär µg/Probe
1	15.11.2021	13:38-14:08	0,614	0,0522	0,0000	0,1800	0,0000	0,8110	0,0940	0,0000	0,8120	0,8870	0,2290	0,0000	0,1980
2	16.11.2021	09:58-10:28	0,582	0,0550	0,0000	0,1290	0,0620	0,8080	0,0710	0,0000	0,5860	0,1470	0,1040	0,0000	0,1060
3	17.11.2021	10:04-10:34	0,597	0,0497	0,0000	0,1540	0,1510	0,8490	0,2710	0,0000	0,6310	0,1890	0,3160	0,0000	0,1070

BG

BW

Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt

BG Bestimmungsgrenze

BW Blindwert

Komponente

SM

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd filtergängig µg/m³	Tl filtergängig µg/m³	Sb filtergängig µg/m³	As filtergängig µg/m³	Pb filtergängig µg/m³	Cr filtergängig µg/m³	Co filtergängig µg/m³	Cu filtergängig µg/m³	Mn filtergängig µg/m³	Ni filtergängig µg/m³	V filtergängig µg/m³	Sn filtergängig µg/m³
1	15.11.2021	13:38-14:08	0,614	<0,0300	<0,0500	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000
2	16.11.2021	09:58-10:28	0,582	<0,0300	<0,0500	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000
3	17.11.2021	10:04-10:34	0,597	<0,0300	<0,0500	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000

BG

BW

Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt

BG Bestimmungsgrenze

BW Blindwert

Komponente

SM

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd partikulär µg/m³	Tl partikulär µg/m³	Sb partikulär µg/m³	As partikulär µg/m³	Pb partikulär µg/m³	Cr partikulär µg/m³	Co partikulär µg/m³	Cu partikulär µg/m³	Mn partikulär µg/m³	Ni partikulär µg/m³	V partikulär µg/m³	Sn partikulär µg/m³
1	15.11.2021	13:38-14:08	0,614	0,0851	<0,0300	0,2933	<0,3000	1,3216	<0,3000	<0,3000	1,3232	1,4454	0,3732	<0,3000	0,3226
2	16.11.2021	09:58-10:28	0,582	0,0945	<0,0300	<0,3000	<0,3000	1,3883	<0,3000	<0,3000	1,0068	<0,3000	<0,3000	<0,3000	<0,3000
3	17.11.2021	10:04-10:34	0,597	0,0832	<0,0300	<0,3000	<0,3000	1,4210	0,4536	<0,3000	1,0561	0,3163	0,5289	<0,3000	<0,3000

BG

BW

Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt

BG Bestimmungsgrenze

BW Blindwert

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\W163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

Tabelle 7.1.4. Mess- und Rechenwerte besondere hochtoxische Messparameter.

Komponente WHO-TEQ PCDD/F /B(a)P

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Proben- bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
15.11.2021	11:00-17:00	0,993	5,768	30,7	1020	5,184	1	6	2
16.11.2021	09:15-15:15	0,993	5,546	28,7	1015	4,992	2	6	4
17.11.2021	09:20-15:20	0,993	5,775	30,3	1008	5,134	3	6	5

Blindwert

Projekt: M163951_B01 = TAV Ludwigslust				
Probe Nr.:	21B4488	21B4489	21B4490	21B4487
Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F)	15.11.21 TAV Dio 1	16.11.21 TAV Dio 2	17.11.21 TAV Dio 3	17.11.21 TAV Dio BW
Probenahmevolumen [Nm³]:	5,184 [ng/Nm³]	4,992 [ng/Nm³]	5,134 [ng/Nm³]	5,00 [ng/Nm³]
Summe TetraCDD	0,0240	0,0259	0,0285	0,0006
Summe PentaCDD	0,0376	0,0358	0,0430	n.b.
Summe HexaCDD	0,0795	0,0852	0,0913	n.b.
Summe HeptaCDD	0,0625	0,0693	0,0750	n.b.
OctaCDD	0,0751	0,0813	0,0855	< 0,009
Summe PCDD	0,2787	0,2975	0,3233	0,0006
Summe TetraCDF	0,0329	0,0343	0,0329	0,0002
Summe PentaCDF	0,0191	0,0188	0,0198	n.b.
Summe HexaCDF	0,0100	0,0107	0,0115	n.b.
Summe HeptaCDF	n.b.	0,0031	0,0035	n.b.
OctaCDF	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Summe PCDF	0,062	0,0669	0,0677	0,0002
Summe PCDD+PCDF	0,3407	0,3644	0,391	0,0008
I-TEQ excl. BG 1)	0,00272	0,00285	0,00298	n.b.
I-TEQ incl. BG 2)	0,00305	0,00315	0,00328	0,00117
WHO (2005)-TEQ excl. BG 1)	0,00275	0,00283	0,00293	n.b.
WHO (2005)-TEQ incl. BG 2)	0,00307	0,00312	0,00322	0,00127
2378-TetraCDD	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
12378-PentaCDD	0,0008	0,0007	0,0007	< 0,0004
123478-HexaCDD	0,0009	0,0010	0,0011	< 0,0006
123678-HexaCDD	0,0043	0,0047	0,0050	< 0,0006
123789-HexaCDD	0,0018	0,0022	0,0016	< 0,0006
1234678-HeptaCDD	0,0298	0,0335	0,0366	< 0,003
OctaCDD	0,0751	0,0813	0,0855	< 0,009
2378-TetraCDF	0,0007	0,0008	0,0007	< 0,0002
12378/12348-PentaCDF	0,0010	0,0009	0,0010	< 0,0004
23478-PentaCDF	0,0015	0,0015	0,0016	< 0,0004
123478/123479-HexaCDF	0,0010	0,0011	0,0012	< 0,0006
123678-HexaCDF	0,0013	0,0012	0,0014	< 0,0006
123789-HexaCDF	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
234678-HexaCDF	0,0015	0,0016	0,0019	< 0,0006
1234678-HeptaCDF	< 0,003	0,0031	0,0035	< 0,003
1234789-HeptaCDF	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Wiederfindungsraten				
WFR Spike EN:PF	98%	96%	96%	99%
WFR Spike EN:HxP	109%	106%	100%	109%
WFR Spike EN:HpF	99%	98%	93%	100%
WFR Analytik TD	89%	93%	92%	93%

- 1) : Berechnung des TEQ-Werts unter Einbezug nur der quantifizierten Kongenere
 - 2) : Berechnung des TEQ-Werts unter Einbezug der vollen Bestimmungsgrenze (BG) für nicht quantifizierte Kongenere
- n.b. = nicht bestimmt, da keines der entsprechenden Kongenere oberhalb der BG lag

Die Analyse der PCDD/F erfolgte durch das nach §29b BImSchG notifizierte Labor mas – münster analytical solutions GmbH, 48149 Münster
 Analysenbeginn: 07.12.21 Analysenende: 27.12.21
 geprüft durch Suenderhauf, Wolfgang am 11.01.2022 / 15:41:05

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\02_Ber_1D.DOCX:07.02.2022

Projekt: TAV Ludwigslust				
Projekt-Nr.: M163951_B01				
Probe Nr.:	21B4488	21B4489	21B4490	21B4487
Probenahmenvolumen [Nm ³]	5,184	4,992	5,134	5,000
Benzo(a)pyren	15.11.21 TAV Dio 1 ng/Nm ³	16.11.21 TAV Dio 2 ng/Nm ³	17.11.21 TAV Dio 3 ng/Nm ³	17.11.21 TAV Dio BW ng/Nm ³
Benzo(a)pyren	< 1,9	< 2	< 1,9	< 2

Die Analyse der PAK erfolgte durch das nach §29b BImSchG
notifizierte Labor mas – münster analytical solutions GmbH, 48149 Münster

Datum der Analyse: 7.-27.12.21
geprüft sdf: 11.01.2022

Projekt: TAV Ludwigslust				
Projekt-Nr.: M163951_B01				
Probe Nr.:	21B4488	21B4489	21B4490	21B4487
Probenahmenvolumen [Nm ³]:	5,184	4,992	5,134	5,000
Dioxin-ähnliche PCB (WHO-PCB)	15.11.21 TAV Dio 1 ng/Nm ³	16.11.21 TAV Dio 2 ng/Nm ³	17.11.21 TAV Dio 3 ng/Nm ³	17.11.21 TAV Dio BW ng/Nm ³
Non-ortho PCB				
PCB 77	< 0,019	< 0,02	< 0,019	< 0,02
PCB 81	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 126	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
PCB 169	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Mono-ortho PCB				
PCB 105	< 0,096	< 0,1	< 0,097	< 0,1
PCB 114	< 0,019	< 0,02	< 0,019	< 0,02
PCB 118	< 0,193	< 0,2	< 0,195	< 0,2
PCB 123	< 0,019	< 0,02	< 0,019	< 0,02
PCB 156	< 0,019	< 0,02	< 0,019	< 0,02
PCB 157	< 0,019	< 0,02	< 0,019	< 0,02
PCB 167	< 0,019	< 0,02	< 0,019	< 0,02
PCB 189	< 0,019	< 0,02	< 0,019	< 0,02
WHO-TEQ 2005 exclusive BG	nb	nb	nb	nb
WHO-TEQ 2005 inclusive BG	0,00079	0,00082	0,00080	0,00082

WFR Probenahmestandard in [%]:				
12C12-PCB 60	100	99	112	107
13C12-PCB 127	94	97	97	102
13C12-PCB 159	106	99	108	107

- nb Wert nicht berechnet, da keines der Kongenere oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) lag
- a TEQ-Wert berechnet unter Einbezug nur der quantifizierten Kongenere
- b TEQ-Wert berechnet unter Einbezug der vollen Bestimmungsgrenzen für Kongenere unterhalb der BG
- c Die Nachweisgrenzen sind in der Regel jeweils um Faktor 3 niedriger als die angegebenen BG

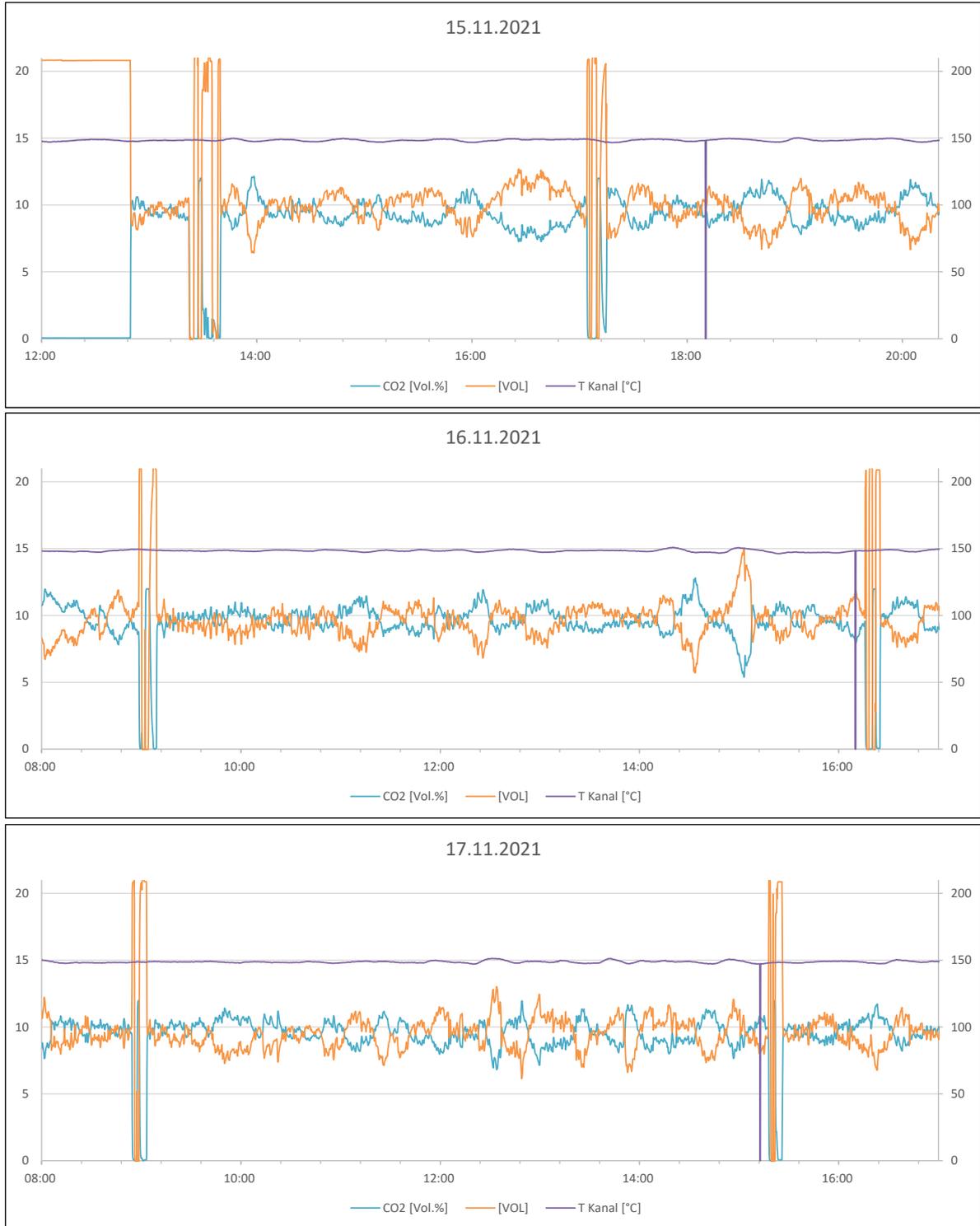
Die Analytik der PCB erfolgte durch
mas – münster analytical solutions GmbH, 48149 Münster

geprüft sdf: 11.01.2022
Analysenbeginn: 07.12.2021 Ende: 27.12.2021

\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\163951_02_Ber_1D.DOCX:07.02.2022

Anlage 2: Graphische Darstellung des Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten

Abbildung 7.3.1. Graphischer Verlauf (Kanaltemperatur/Sauerstoff gemessen durch Müller-BBM)



\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\163M163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

Abbildung 7.3.2. Graphischer Verlauf (T_{NBZ}, Frischdampf, Ammoniak, Kalk, Müllmenge - Betreibermessung)



\\S-ber-fs01\allefirmen\MPProj\163M163951\02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

Abbildung 7.3.2. Graphischer Verlauf (T_{NBZ}, Frischdampf, Ammoniak, Kalk, Müllmenge - Betreibermessung)



\\S-ber-fs01\allefirmen\MProj\163M163951\M163951_02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

Abbildung 7.3.2. Graphischer Verlauf (T_{NBZ}, Frischdampf, Ammoniak, Kalk, Müllmenge - Betreibermessung)



\\S-ber-fs01\allefirmen\MPProj\163M163951\02_Ber_1D.DOCX:07. 02. 2022

Anlage 3: Prüfmittelkatalog

Messkomponente	Prüfmittelnummer	Hersteller	Typ	letzte Überprüfung	Prüfintervall	Eignungsbekanntgabe/Prüfbericht
CO	7913	ABB	EL3020	12/2020	12 Monate	BAnz. vom 12.09.2006, Heft 194, Seite 6715 TÜV-Rh Berichtsnummer 936/212 06693/A vom 06.03.2008
CO ₂						
O ₂						
pdyn	10632	Greisinger	GMH3156	08/2021	12 Monate	
pstat	10632	Greisinger	GMH3156	08/2021	12 Monate	
Luftdruck	11563	ExTech	Piezikeramik	04/2021	12 Monate	
Stauraohr	11956	Gothe	200/30 S	im Vorfeld der Messungen		
Temperatur	9128	Conatex	Typ K (NiCr-Ni)	01/2021	12 Monate	
Messgasleitung	8638	Kletti	10 m KM-RD 1002	07/2021	12 Monate	
Datenlogger	7637	Agilent	34970A	01/2021	12 Monate	
HF	8792	Müller-BBM	PK, Bauart trocken	01/2021	12 Monate	
H ₂ O	8792	Müller-BBM	PK, Bauart trocken	01/2021	12 Monate	
PCDD/F	11637	Müller-BBM	PN, Bauart trocken	12/2021	12 Monate	
Staubinhaltsstoffe	6546	Müller-BBM	PN, Bauart trocken	06/2021	12 Monate	
Waage	7595	Sartorius	AW-4202	01/2021	12 Monate	