

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Nürnberg
Fürther Straße 35
90513 Zirndorf

Telefon +49(911)600445 0
Telefax +49(911)600445 11

www.mbbm-ind.com

Dipl.-Ing. (FH) Frank Ellner-Schuberth
Telefon +49(911)600445 15
frank.ellner-schuberth@mbbm-ind.com

12. Dezember 2024
M175121/05 Version 1 ELR/MNR

BHI GmbH

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen

Biomasseheizkraftwerk Ilmenau

Bericht Nr. M175121/05

Betreiber:	BHI GmbH Biomasse Heizkraftwerk Ilmenau Gewerbepark "Am Wald" 18 a 98693 Ilmenau
Standort:	Gewerbepark "Am Wald" 18 a 98693 Ilmenau
Anlage:	Biomasseheizkraftwerk
Datum der Messung:	25.-27.09.2024
Berichtsumfang:	insgesamt 57 Seiten inkl. 27 Seiten Anlagen

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Nürnberg
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner,
Manuel Männel,
Dr. Alexander Ropertz

Zusammenfassung

Emissionsquelle

Kamin des Biomasseheizkraftwerks

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

Tabelle 0.1. Zusammenfassung der Messergebnisse - Massenkonzentrationen.

Komponente	Einheit	$Y_{\max-U_p^*}$	$Y_{\max+U_p^*}$	Grenzwert	Vertrauensgrenze ^{**})	Betriebszustand
Hg	mg/m ³ ,N	0,00	0,00	0,01	0,00	Dampfmenge 23 - 25 t/h
HCN	mg/m ³ ,N	0	0	-	0	
HF	mg/m ³ ,N	0,0	0,0	0,9	0,0	
N ₂ O	mg/m ³ ,N	0	36	-	18	
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	mg/m ³ ,N	0,00	0,00	0,02	0,00	
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	mg/m ³ ,N	0,0	0,0	0,3	0,0	
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	2)	mg/m ³ ,N	0,00	0,00	0,05	
PCDD/F + dl-PCB	1)	ng/m ³ ,N	0,00	0,00	0,08	0,00

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

***) obere Vertrauensgrenze, berechnet auf Grundlage des 50%-Vertrauensniveaus des Maximalwertes $f_{\max,50}$

1) Fremdanalytik (siehe 1.12)

2) teilw eise Fremdanalytik (Benzo(a)pyren) (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	Vertrauensgrenze ^{**})	Betriebszustand	
Hg	g/h	0,01	0,02	-	0,02	Dampfmenge 23 - 25 t/h	
HCN	g/h	0	0	15	0		
HF	g/h	0	0	-	0		
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	g/h	0,0	0,0	-	0,0		
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	g/h	0,2	0,3	-	0,4		
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	2)	g/h	0,0	0,0	-		0,0
PCDD/F + dl-PCB	1)	mg/h	0,0	0,0	-		0,0

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

***) obere Vertrauensgrenze, berechnet auf Grundlage des 50%-Vertrauensniveaus des Maximalwertes $f_{\max,50}$

1) Fremdanalytik (siehe 1.12)

2) teilw eise Fremdanalytik (Benzo(a)pyren) (siehe 1.12)

Y_{\max} : maximaler Messwert

U_p : Messunsicherheit

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“).

Anmerkung: (für Anlagen der 17. BImSchV)

Gemäß §18 Absatz 3 der 17. BImSchV vom 13.02.2024 sind die periodischen Einzelmessungen nur einmal jährlich durchzuführen, wenn der Maximalwert der periodischen Messungen mit einem Vertrauensniveau von 50 % (nach der Richtlinie VDI 2448 Blatt 2, 07/1997) den jeweiligen Emissionsgrenzwert nicht überschreitet.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

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	5
1.9	Ortsbesichtigung vor Messdurchführung	5
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	8
2.5	Betriebszeiten nach Betreiberangaben	8
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	Messverfahren und Messeinrichtungen	12
4.1	Abgasrandbedingungen	12
4.2	Automatische Messverfahren	13
4.3	Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen	14
4.4	Messverfahren für partikelförmige Emissionen	18
4.5	Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe (PCDD/PCDF u. Ä.)	20
4.6	Geruchsemission	23
5	Betriebszustand der Anlage während der Messungen	24
5.1	Produktionsanlage	24
5.2	Abgasreinigungsanlagen	24
6	Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	25
6.1	Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen	25
6.2	Messergebnisse	25
6.3	Messunsicherheiten	29
6.4	Plausibilitätsprüfung	30
7	Anlagen	31

1 Formulierung der Messaufgabe

1.1 Auftraggeber

BHI GmbH
 Biomasse Heizkraftwerk Ilmenau
 Gewerbepark "Am Wald" 18 a
 98693 Ilmenau

1.2 Betreiber

BHI GmbH
 Biomasse Heizkraftwerk Ilmenau
 Gewerbepark "Am Wald" 18 a
 98693 Ilmenau

Ansprechpartner	Herr Vogeler Tel. +49(3677)641310
Betreiber-/Arbeitsstätten-Nr.	nicht bekannt

1.3 Standort

BHI GmbH
 Biomasse Heizkraftwerk Ilmenau
 Gewerbepark "Am Wald" 18 a
 98693 Ilmenau
 Flur 9/10, Flurstücke 1257/1, 1274/1, 1258/1, 1259, 1303/2, 1400/45, 1400/49 und 1930/2

1.4 Anlage

Anlage zur Verwertung fester Abfälle mit brennbaren Bestandteilen durch thermische Verfahren, insbesondere Verbrennung
 genehmigungsbedürftig gemäß BImSchG i. V. mit Nr. 8.1 und 8.2 des Anhangs 1 zur 4. BImSchV, in der aktuellen Fassung

Anlagen-Nr.	01
-------------	----

1.5 Datum der Messung

Datum der Messung	25.-27.09.2024
Datum der letzten Messung	09/2023
Datum der nächsten Messung	2025

1.6 Anlass der Messung

wiederkehrende Messung zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen

1.7 Aufgabenstellung

Messung gemäß nachstehendem Genehmigungsbescheid	
Genehmigungsbehörde	Thüringer Landesverwaltungsamt Weimar
Genehmigungsbescheid	Az.: 76/01 und 76/01/N vom 26.03.2003
Überwachungsbehörde	Landratsamt Ilmkreis

Emissionsbegrenzungen gemäß Ziffer 2.2 des o. g. Genehmigungsbescheids bzw. gemäß 17.BImSchV:

Buchstabe	Schadstoff	Tagesmittelwert in mg/Nm ³	Halbstundenwert in mg/Nm ³
a)	Gesamtstaub	5	20
b)	Kohlenmonoxid	50	100
c)	Gesamtkohlenstoff	10	20
d)	Chlorwasserstoff	8	40
e)	Fluorwasserstoff ¹⁾	0,9	4
f)	Schwefeldioxid	40	200
g)	Stickstoffdioxid	150	400
h)	Quecksilber ²⁾	0,01	0,035
i)	Cd, Tl	--	0,02
j)	Sb....Sn (17. BImSchV)	--	0,3
k)	As, Benzo(a)pyren, Cd, Co, Cr	--	0,05
l)	Ammoniak	10	15
m)	Cyanwasserstoff	--	15 g/h
n)	PCDD/F + dl-PCB (gemäß 17. BImSchV, Anlage 2)	0,08 ng I-TEq/Nm³	--
Sauerstoff- Bezugswert		11,0 Vol.-%	11,0 Vol.-%

¹⁾ Auf die kontinuierliche Messung kann verzichtet werden, wenn die Grenzwerteinhaltung (< 60 %) sicher nachgewiesen wurde.

²⁾ Auf die kontinuierliche Messung von Quecksilber kann verzichtet werden, wenn die Messergebnisse unter 20 % des Grenzwertes liegen.

Die **hervorgehobenen** Komponenten werden über Einzelmessungen bestimmt. Die Komponenten a), b), c), d), f) und g) werden kontinuierlich seitens des Betreibers überwacht.

Die Angaben beziehen sich auf trockenes Abgas im Normzustand (1013 hPa, 273 K) und den angegebenen Bezugs-sauerstoffgehalt.

1.8 Messkomponenten und Messgrößen

Abgasrandbedingungen	Sauerstoff O ₂ , Kohlendioxid CO ₂ , Temperatur, Druck, Feuchte, Volumenstrom
gasförmige Emissionen	Fluorwasserstoff, Cyanwasserstoff, Distickstoffoxid, Quecksilber
partikelförmige Emissionen	staub- und gasförmige Schwermetalle nach 17. BImSchV (Cd, Tl, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)
Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe	PCDD/F + dl-PCB (gemäß 17. BImSchV, Anlage 2), 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 dem Landratsamt Ilmenau, der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie und dem Auftraggeber am 02.09.2024 in Form eines Kurzmessplanes übermittelt.

1.11 An den Arbeiten beteiligte Personen

Dipl.-Ing. (FH) Frank Ellner-Schuberth

Projektleiter

B. Eng. Jakob Fischer

Messingenieur

1.12 Beteiligung weiterer Institute

mas münster analytical solutions gmbh
Technologiepark Münster
Wilhelm-Schickard-Str. 5
48149 Münster oder

PCDD/F-, dl-PCB- und PAH-Analytik

1.13 Fachlich Verantwortlicher

Name

Dipl.-Ing. (FH) Stephan Hempfling

Telefon-Nr.

+49(89)85602-0

E-Mail-Adresse

Stephan.Hempfling@mbbm-ind.com

2 Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

2.1 Bezeichnung der Anlage

Anlage zur Verwertung fester Abfälle mit brennbaren Bestandteilen durch thermische Verfahren, insbesondere Verbrennung

genehmigungsbedürftig gemäß BImSchG i. V. mit Nr. 8.1 und 8.2 des Anhangs 1 zur 4. BImSchV, in der aktuellen Fassung

2.2 Beschreibung der Anlage

Die Firma Biomasseheizkraftwerk Ilmenau GmbH betreibt im Gewerbepark Am Wald 18a in Ilmenau eine Anlage zur Verwertung fester Abfälle mit brennbaren Bestandteilen durch thermische Verfahren, insbesondere Verbrennung.

In einem Kessel werden Hackschnitzel aus naturbelassenem Holz und Rinde sowie Altholz der Kategorien A I, A II, und A III als Brennstoffe eingesetzt. Als Brennstoff für die Zünd- und Zusatzfeuerung wird Erdgas verwendet.

Die Rauchgasreinigungsanlage besteht aus einer Harnstoffzugabe in der Nachbrennkammer, einem vorgeschalteten Zyklon, einer Kalk-Additiv-Zugabe und einem 4-Kammer-Gewebefilter.

Das gereinigte Abgas wird über einen 45 m über Grund hohen Kamin in die Atmosphäre emittiert.

Technische Daten des Dampferzeugers

Anlagenleistung	23,5 t/h bei 47 bar und 450 °C Dampfleistung
Hersteller	Fa. Bertsch GmbH – Österreich
Baujahr	2005
Hersteller-Nr.	12.351
zulässiger Betriebsüberdruck	55 bar
Heizfläche	2.255 m ²
Wasserinhalt	34.230 l
Kesselbauart	Eintrommel-Naturumlaufkessel
Beheizungsart	Rostfeuerung

Technische Daten des Stützbrenners/ Anfahrerbrenner

Hersteller	Fa. Weishaupt GmbH
Baujahr	2004
Bauart/ Ausführung	ZM-NR
Brennstoff	Erdgas
Typ	G 40/Z-A
Leistung	3.000 kW
Anzahl	2

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben

Bezeichnung der Emissionsquelle	Kamin
Höhe über Grund	45 m
Austrittsfläche	1,27 m ²
UTM-Koordinaten	32 U 637092 / 5618046
Bauausführung	freistehender einzügiger Stahlkamin

2.4 Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

Hackschnitzel aus den folgenden Holzkategorien:

- naturbelassenes Holz oder Rinde aus der Land- und Forstwirtschaft
- Altholz der Kategorien A I, A II, und A III
- Erdgas als Brennstoff für die Zündfeuerung

2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben

max. 8.760 h/a, abzüglich Revisionszeiten

tägliche Betriebszeit	24 Stunden
wöchentliche Betriebszeit	7 Tage

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 folgender Anlagenteile wird durch festinstallierte Rohrleitungen über eine Filterentstaubung der Atmosphäre zugeführt:

- Kesselabsaugungen
- Nachverbrennung mit Stützfeuerung
- Harnstoffzugabe (SNCR- Anlage)
- Zyklon
- Kalkhydratzugabe
- Gewebefilter
- Abgasventilator
- Kamin

2.6.1.2 Ventilatorckenndaten

Fabrikat	Radialventilator
Hersteller	Reitz
Typ	KXE080-180015-00
Baujahr	2020
Volumenstrom	126.410 m³/h
Motorleistung	315 kW

2.6.1.3 Ansaugfläche

entfällt

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

Zyklonanlage

Hersteller:	Fa. SCHEUCH – Österreich
Baujahr:	2023
Type:	Zp-5-2500 links/rechts
Einzelzyklone:	2
Schaltung/Bauart:	parallel
letzte Wartung:	2023
Abreinigung:	Schnecke und Zellradschleuse

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

SNCR-Anlage

Hersteller:	Fa. Mehldau & Steinfath
Baujahr:	2004
Type:	ohne
Zudosierung:	Harnstofflösung, ca. 45 Gew.% (NOxAMID45)
Zugabemenge:	30 – 40 Liter/h bei Vollast
Ort der Zugabe:	Nachbrennkammer

Gewebefilter

Hersteller:	Fa. SCHEUCH – Österreich
Baujahr:	2023
Bauart:	Mehrkammerfilter
Anzahl der Kammern	4
Anzahl der Schläuche je Kammer:	150
Filtermaterial:	PTFE-Nadelfilz/PTFE-Stützgewebe
Filterfläche:	1.866 m ²
Filterflächenbelastung:	0,94 m ³ /m ² x min
Abreinigung:	Druckluftimpulse
Abreinigungsrythmus:	differenzdruckgesteuert
letzter Filterwechsel:	Erstbestückung nach Umbau

Das Additivsilos ist mit einem Siloaufsatzfilter zur Verminderung der Emissionen ausgerüstet.

Hersteller:	Fa. SCHEUCH – Österreich
Fabrik-Nr.	F11114/04
Baujahr:	2004
Anzahl der Schläuche:	36
Filtermaterial:	PTFE-Nadelfilz/PTFE-Stützgewebe
Filterfläche:	19 m ²
Filterflächenbelastung:	78 m ³ /m ² x h
Abreinigung:	Druckluftimpulse
Abreinigungsrythmus:	5 min.

2.6.3 Einrichtung zur Verdünnung des Abgases

Es sind keine Einrichtungen zur Verdünnung der Abgase installiert.

3 Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Messstrecke und Messquerschnitt

3.1.1 Lage und Abmessungen

Die Messstelle liegt	<input checked="" type="checkbox"/> im Freien	<input type="checkbox"/> im Gebäude
	<input type="checkbox"/> vor Saugzug	<input checked="" type="checkbox"/> nach Saugzug
	<input checked="" type="checkbox"/> im Kamin	<input type="checkbox"/> im horizontalen Abgaskanal.
Kanalgeometrie	rund	
Kanalabmessungen	Ø 1,27 m	
hydraulischer Durchmesser D_h	Ø 1,27 m	
Länge Ein-/Auslaufstrecke	10 m/ 21 m	
Empfehlung ≥ 5· D_h Einlauf und 2· D_h Auslauf (5· D_h vor Mündung)	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt	<input type="checkbox"/> nicht erfüllt

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	Treppe
Arbeitsbereich/ Messbühne	Messbühne ohne Einhausung
Traversierfläche	Tiefe: ca. 1 m, Breite: 360° um den Kamin
zusätzliche Arbeitsfläche	Ausreichend vorhanden auf dem Flachdach

3.1.3 Messöffnungen

Anzahl	3
Anordnung	um 90° versetzt
Größe	3"

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	keine erforderlich	

3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

3.2.1 Darstellung der Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

Messquerschnitt	1,27 m ²
gewählte Anzahl Messachsen	2
gewählte Anzahl Messpunkte	4
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	21.09.2009
Berichts-Nr.	M80773/3
Prüfinstitut	Müller-BBM GmbH
Ergebnis der Homogenitätsprüfung (für gasförmige Verbindungen)	<input checked="" type="checkbox"/> Messung an einem beliebigen Punkt <input type="checkbox"/> Messung an einem repräsentativen Punkt: Messachse x, Messpunkt x <input type="checkbox"/> Netzmessung

3.2.3 Komponentenspezifische Darstellung

Messkomponente	Anzahl der Messachsen	Anzahl der Messpunkte je Messachse	Homogenitätsprüfung durchgeführt	beliebiger Messpunkt	repräsentativer Messpunkt	Netzmessung
O ₂ , N ₂ O	1	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HF, HCN, Hg	1	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwermetalle	2	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PCDD/F, dl-PCB, B(a)p	2	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

4 Messverfahren und Messeinrichtungen

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 sowie kontinuierlich in einem repräsentativen Messpunkt mit elektronischer 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 patm

4.1.4 Abgastemperatur

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

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

Messverfahren	gravimetrische Differenzmethode
DIN EN 14790 (2017-05)	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 Abgasdichte

berechnet unter Berücksichtigung der Abgasbestandteile an	Sauerstoff (O ₂), Kohlendioxid (CO ₂) Luftstickstoff (N ₂) Abgasfeuchte (Wasserdampfanteil im Abgas) sowie der Abgastemperatur und der Druckverhältnisse im Kanal
---	--

4.1.7 Abgasverdünnung

entfällt

4.2 Automatische Messverfahren

4.2.1 Messobjekte

Sauerstoff (O₂)

Distickstoffmonoxid (N₂O)

4.2.2 Messverfahren

O₂

magnetische Suszeptibilität, DIN EN 14789 (2017-05)

N₂O

NDIR-Spektrometrie, DIN EN 21258 (2010-10)

Müller-BBM-Prüfanweisungen

16-1A09 (N₂O); 16-1A10 (O₂)

4.2.3 Analysatoren

O₂ (Hersteller/Typ/Nummer/...)

siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente O₂

N₂O (Hersteller/Typ/Nummer/...)

siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente N₂O

4.2.4 Eingestellter Messbereich

O₂

0... 25 Vol.-%

N₂O

0... 600 ppm / 0... 1178 mg/m³

4.2.5 Messplatzaufbau

Entnahmesonde

Edelstahl, beheizt auf Abgastemperatur, Länge 0,5 m

Partikelfilter

Sintermetallfilter, innenliegend, beheizt auf Abgastemperatur

Probegasleitung vor Gasaufbereitung

Länge 20 m, PTFE-Leitung, beheizt auf 180 °C

Probegasleitung nach Gasaufbereitung

Länge ca. 1 m, PTFE-Leitung, unbeheizt

Werkstoff der gasführenden Teile

Edelstahl, PTFE, Glas

Messgasaufbereitung

Messgaskühler

Bauart

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

Temperatur geregelt auf

4 °C

Trockenmittel

nicht vorhanden

Messgasdurchfluss

0,12 m³/h

4.2.6 Überprüfung der Gerätekenlinie

Prüfgas

Hersteller

Air Liquide

Flaschennummer

D49UTKG

Konzentration

147,8 ppm / 290,1 mg/m³

Rest

N₂

Analysentoleranz

± 2 %

zertifiziert

Hersteller

Datum

18.10.2022

Stabilitätsgarantie

36 Monate

Garantiezeit eingehalten

ja

Distickstoffoxid N₂O

Nullgas	Stickstoff
Prüfgas O ₂	Umgebungsluft (20,95 Vol.-%)
Aufgabe durch das gesamte Probenahmesystem	ja

4.2.7 90 % Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

< 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	Kirsten Controlsystems GmbH, PC-gekoppelt mit 32-bit AD-Wandler
Software	Trendows

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 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
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen

4.3.1 Gasförmige anorganische Fluorverbindungen (angegeben als HF)

4.3.1.1 Messverfahren

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

4.3.1.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Partikelabscheidung/beheizte Probenahme/zweistufige Absorption/Gasprobennehmer
Entnahmesonde	Titan, beheizt auf 180 °C, Länge 1,5 m, mit beheiztem Verteiler für weitere Messparameter
Partikelfilter	Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, innenliegend, beheizt auf Abgastemperatur, Material: Quarzfaser
Probegasleitung	entfällt

Werkstoff der gasführenden Teile	Titan, Quarz, Glas
Ab-/Adsorptionseinrichtung	zwei Muenke-Waschflaschen in Reihe, dritte Waschflasche als Tropfenfänger
Sorptionsmittel	0,1 n Natronlauge
Sorptionsmittelmenge	30 ml je Waschflasche
Probenahmesystem	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente HF
eingestellter Durchfluss	ca. 0,12 m ³ /h
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,8 m
Probentransfer	ungekühlt in 50-ml-PE-Gefäßen
Standzeit der Proben	max. 14 Tage (Analyse am 09.10.2024)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.1.3 Analytische Bestimmung

Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung des Fluoridgehaltes mittels ionensensitiver Elektrode
Aufarbeitung des Probenmaterials	Einstellung pH 5-6 mittels Salzsäure, Zugabe von Citratpufferlösung (pH 5,8)
Analysengeräte (Hersteller/Typ)	Fluorid-Elektrode Mettler Toledo perfectION pH-Elektrode Mettler Toledo InLab Micro Pro-ISM
Standards	Natriumfluorid-Lösung, Standardkalibrierverfahren

4.3.1.4 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	2 % vom Messwert

4.3.1.5 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	Bestimmung der Leckrate bei verschlossener Sondenöffnung
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3.2 Cyanwasserstoff (angegeben als HCN)

4.3.2.1 Messverfahren

IFA 6725 (2012-11)	Absorptionsverfahren, Bestimmung des Cyanidgehaltes mittels ionensensitiver Elektrode
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1A13; 16-2A13

4.3.2.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Siehe 4.3.1.2
Standzeit der Proben	max. 21 Tage (Analyse am 16.10.2024)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.2.3 Analytische Bestimmung

Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung des Cyanidgehaltes mittels ionensensitiver Elektrode
Aufarbeitung des Probenmaterials	nicht erforderlich, Analytik direkt aus der Probe
Analysengeräte (Hersteller/Typ)	Cyanid-Elektrode WTW CN 500/ Referenzelektrode Methrom 6.0750.100
Standards	Kaliumzinkcyanid-Lösung, Standardkalibrierverfahren

4.3.2.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit)	Sulfide (müssen vor der Analyse ausgefällt werden)
absolute Bestimmungsgrenze	0,003 mg/Probe
relative Bestimmungsgrenze	0,05 mg/m ³ bei 0,06 Nm ³ Probegasvolumen
Analysenunsicherheit	5 % vom Messwert

4.3.2.5 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	Bestimmung der Leckrate bei verschlossener Sondenöffnung
Messunsicherheit	siehe 6.3

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\175M\175121\NM175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

4.3.3 Quecksilber

4.3.3.1 Messverfahren

DIN EN 13211 (2001-06)	Emissionen aus stationären Quellen – Manuelles Verfahren zur Bestimmung der Gesamtquecksilber-Konzentration
DIN EN 13211 (2005-06)	
Berichtigung zu DIN EN 13211:2001-06	
DIN EN 1483 (1997-08)	Referenzverfahren AnalytikUV-Fotometrie
DIN EN ISO 12846 (2012-08)	
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1D04; 16-2D04

4.3.3.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Siehe 4.3.1.2
Durchführung der Probenahme	nicht isokinetisch, da Hg partikelförmig < 1 µg/m³ (Nachweis siehe Anhang)
Sorptionsmittel	schwefelsaure KMnO ₄ -Lösung
Sorptionsmittelmenge	30 ml je Waschflasche
Probenahmesystem	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Hg
eingestellter Durchfluss	ca. 0,12 m³/h
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,8 m
Probentransfer	Planfilter in Rundbehältern aus PE Absorptionslösungen ungekühlt in 250-ml-Duranglas-Flaschen
Standzeit der Proben	Lösungen: max. 14 Tage (Analyse am 09.10.2024) Filter: max. 16 Tage (Analyse am 11.10.2024)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.3.3 Analytische Bestimmung

Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung des Hg-Gehaltes mittels UV-Fotometrie mit Mess- und Referenzstrahl zur Lampenregelung
Aufarbeitung der Filter	Mikrowellendruckaufschluss mit HNO ₃ /H ₂ O ₂ und Flußsäure
Aufarbeitung der Absorptionslösungen	nach Entfärbung mit Hydroxylammoniumchlorid und Reduktion durch Zugabe von Zinn(II)-chloridlösung direkt zur Analyse
Analysengeräte (Typ/Hersteller)	Quecksilber-Analysator Typ RA-4300, Nippon Instruments Cooperation
Standards (Hg ²⁺)	Quecksilberchlorid-Lösung, Standardkalibrierverfahren

4.3.3.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit)	keine bekannt
absolute Bestimmungsgrenze	0,01 µg/Probe
relative Bestimmungsgrenze	0,2 µg/m³ bei 0,05 Nm³ (Absorptionslösung) 0,025 µg/m³ bei 1 Nm³ (Planfilter)
Analysenunsicherheit	4 % vom Messwert

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

4.3.3.5 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 Bestimmung der Leckrate bei verschlossener Sondenöffnung
 Messunsicherheit siehe 6.3

4.4 Messverfahren für partikelförmige Emissionen

4.4.1 Staubinhalstoffe und an Staub adsorbierte chemische Verbindungen (Metalle, Halbmetalle und ihre Verbindungen) einschließlich filtergängiger Anteile

4.4.1.1 Messverfahren

DIN EN 14385 (2004-05) 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

4.4.1.2 Messplatzaufbau

Probenahme nach dem Hauptstromverfahren

Aufbau der Probenahmeeinrichtung Absaugdüse, Partikelfilter, beheizte Lanze, 2-stufige Absorption, Kondensatgefäß mit Trockenturm, Pumpe mit Gasuhr und Temperaturfühler
 Entnahmesonde Titan, beheizt auf 180 °C, Länge 1,5 m

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Partikelfilter Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, innenliegend, beheizt auf Abgastemperatur, parallel zur Strömungsrichtung positioniert
 Abscheidemedium (Typ/Durchmesser/Hersteller) Quarzfaser-Planfilter / Typ MK 360
 Blattdurchmesser 45 mm
 Munktell Filter AB, Schweden
 ohne organische Bindemittel, hohe Schwermetallreinheit

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

Rückhaltesystem für filtergängige Stoffe

Absorptionseinrichtung	zwei parallele Waschflaschenstraßen mit je 2 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
Probenahmesystem	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente SIS
eingestellter Durchfluss	gemäß Isokinetik
Standzeit der Proben	Lösungen: max. 13 Tage (Analyse am 08.10.2024) Filter: max. 33 Tage (Analyse am 28.10.2024)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.4.1.3 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/ ICAP RQ) (PMV11478)
Analysebedingungen	Hot Plasma (ca. 8.000 K)
Standard	6-Punkt-Kalibrierung der Analyten mit geeignetem, massen-abhängigem internen Standard (Rhodium, Scandium, Ruthenium, Germanium, Rhenium)

4.4.1.4 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)

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

4.4.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen

Doppelbestimmungen, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung Bestimmung der Leckrate bei verschlossener Sondenöffnung

Messunsicherheit siehe 6.3

4.5 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe (PCDD/PCDF u. Ä.)

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

4.5.1.1 Messverfahren

DIN EN 1948-1 (2006-06) Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB - Teil 1: Probenahme von PCDD/PCDF

DIN EN 1948-4 (2014-03) 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 A

Durchführung der Probenahme Probenahme mit gekühltem Absaugrohr; isokinetische Absaugung eines Teilstromes; Abkühlung des Abgases und Kondensation der Abgasfeuchte; Abscheidung von Aerosolen und Partikeln auf einem Planfilter und Adsorption organischer Verbindungen an XAD

4.5.1.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung wasserkühlbare Sonde; Kondensatgefäß; XAD-Kartusche; Pumpe; Massendurchflussmesser mit Temperaturfühler

Entnahmesonde wassergekühlte Titansonde mit auswechselbarem Quarzglasrohr, Länge 1,5 m

Partikelfilter Quarzfaserplanfilter vor der letzten Adsorptionsstufe

Absorptionseinrichtung Kondensatgefäß mit Tauchrohr (2 Liter) und nachgeschalteter Kartusche mit Feststoffadsorbens

Sorptionsmittel und -menge mindestens 30 g gereinigtes XAD-2, dotiert mit ¹³C₁₂-markiertem PCDD/F- und PCB-Probenahmestandard gemäß EN 1948-1 und -4

Probenahmesystem siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente PCDD/F

eingestellter Durchfluss ca. 1,3 m³/h (gemäß Isokinetik)

Abstand zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Sorptionsmittel ca. 1,7 m

4.5.1.3 Probenahme und Nachbehandlung

Nachbehandlung Auskochen bzw. Spülen der Probenahmeapparatur mit destilliertem H₂O, Toluol und Aceton

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M\175121\M\175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

Probentransfer	lichtgeschützt, Kondensat und Spüllösung in Braunglasflaschen
Zeitraum zwischen Probenahme und Probenaufbereitung	max. 12 Tage
Zeitraum der Analyse	07.10.2024 – 21.10.2024
Beteiligung eines Fremdlabors	mas münster analytical solutions gmbh, 48149 Münster

4.5.1.4 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

4.5.1.5 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 %

4.5.1.6 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 Bestimmung der Leckrate bei verschlossener Sondenöffnung

Messunsicherheit siehe 6.3

Nachfolgend werden 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.

PCDD/F-Wiederfindungsraten

Messung (Datum/Uhrzeit) Standard	25.09.2024 09:52 – 16:40	26.09.2024 11:28 – 16:03	27.09.2024 08:23 – 12:57	Blindwert
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-PeCDF	91 %	95 %	98 %	86 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-HxCDF	102 %	96 %	94 %	96 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	109 %	97 %	100 %	98 %

PCB-Wiederfindungsraten

Messung (Datum/Uhrzeit) Standard	25.09.2024 09:52 – 16:40	26.09.2024 11:28 – 16:03	27.09.2024 08:23 – 12:57	Blindwert
¹³ C ₁₂ -PCB 60	91 %	91 %	93 %	90 %
¹³ C ₁₂ -PCB 127	109 %	100 %	100 %	98 %
¹³ C ₁₂ -PCB 159	87 %	91 %	86 %	85 %

4.5.2 Benzo(a)pyren

4.5.2.1 Messverfahren

DIN EN 1948-1 (2006-06)	Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB - Teil 1: Probenahme von PCDD/PCDF
VDI 3874 (2006-12)	Messen von Emissionen - Messen von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) - GC/MS-Verfahren
MAS_PA016 (2016-09)	Bestimmung der Massenkonzentration von PAK sowie Dibenzofuran und Dibenzodioxin in Emissionsproben
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-2I01

4.5.2.2 Messplatzaufbau

siehe Abschnitt 4.5.1.2

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\175\M\175121\M\175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

4.5.2.3 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. 12 Tage
Zeitraum der Analyse	07.10.2024 – 21.10.2024
Beteiligung eines Fremdlabors	mas münster analytical solutions gmbh, 48149 Münster (Probenaufbereitung, Extraktion und Analytik)

4.5.2.4 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

4.5.2.5 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)
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 %. Benzo(a)pyren: 24,0 %

4.5.2.6 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	Bestimmung der Leckrate bei verschlossener Sondenöffnung
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.6 Geruchsemission

entfällt

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M\175121\M\175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

Datenbasis: Betreiberangaben und Erhebungen durch Müller-BBM

5.1 Produktionsanlage

Datum		25.09.2024	26.09.2024	27.09.2024
Messzeitraum	Uhrzeit	09 – 18 Uhr	09 – 18 Uhr	08 – 13 Uhr
Betriebsart		Volllast	Volllast	Volllast
Lastfall	%	95 – 106	95 – 106	95 - 106
Feuerraumtemperatur	°C	1150	1160	1060
Dampfmenge	t/h	23 – 25	23 – 25	23 - 25
Erdgasverbrauch Brenner	m³/h	0	0	0
Abweichung von genehmigter Betriebsweise		keine	keine	keine
besondere Vorkommnisse		keine	keine	keine

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Gewebefilter

Datum		25.09.2024	26.09.2024	27.09.2024
Messzeitraum	Uhrzeit	09 – 18 Uhr	09 – 18 Uhr	08 – 13 Uhr
Betriebsart		Normal	Normal	Normal
Filterdruck	mbar	14	14	14
Austragstemperatur	°C	130	130	130
letzte Wartung		06/2024	06/2024	06/2024

Additivzugaben

Datum		25.09.2024	26.09.2024	27.09.2024
Messzeitraum	Uhrzeit	09 – 18 Uhr	09 – 18 Uhr	08 – 13 Uhr
Kalkzugabe	%	0 – 20	0 – 20	0 - 20
Harnstoffzugabe	l/h	15 - 25	15 - 25	15 – 25
Abweichung von genehmigter Betriebsweise		keine	keine	keine
besondere Vorkommnisse		keine	keine	keine

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Zum Zeitpunkt der Messungen wurde die Anlage bestimmungsgemäß betrieben. Die Durchführung der Messungen erfolgte bei den unter Abschnitt 5.1 aufgeführten Betriebsgrößen (Volllastbetrieb). 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).

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“).

Anmerkung: (für Anlagen der 17. BImSchV)

Gemäß §18 Absatz 3 der 17. BImSchV vom 13.02.2024 sind die periodischen Einzelmessungen nur einmal jährlich durchzuführen, wenn der Maximalwert der periodischen Messungen mit einem Vertrauensniveau von 50 % (nach der Richtlinie VDI 2448 Blatt 2, 07/1997) den jeweiligen Emissionsgrenzwert nicht überschreitet.

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
25.09.2024	09:52-16:40	944,4	12,0	137,8	14,6	6,2	54724	33903	28951
26.09.2024	11:28-16:03	936,4	12,9	142,4	16,2	6,2	58922	35793	30002
27.09.2024	08:23-12:57	938,4	13,9	138,4	15,0	6,3	63551	39063	33193
25.09.2024	17:19-17:49	944,4	12,0	138,4	14,6	6,2	54506	33716	28798
26.09.2024	16:57-17:27	936,4	11,6	139,2	15,6	6,2	52702	32261	27224
27.09.2024	07:56-08:26	938,4	11,9	142,6	15,6	6,2	54362	33074	27928
25.09.2024	11:07-11:37	944,4	12,1	138,3	14,4	6,1	55303	34220	29307
25.09.2024	12:12-12:42	944,4	12,1	137,1	14,5	6,1	55384	34371	29388
26.09.2024	11:25-11:55	936,4	13,2	146,2	16,5	6,3	60329	36317	30326
26.09.2024	12:31-13:01	936,4	13,4	145,7	16,7	6,4	60987	36758	30631
27.09.2024	09:28-09:58	938,4	12,9	137,1	14,6	6,3	58659	36171	30876
27.09.2024	10:32-11:02	938,4	14,2	137,6	14,9	6,3	64940	39999	34020
P	Druck			T	Temperatur		O ₂	Sauerstoff	
v	Strömungsgeschwindigkeit			H ₂ O	Abgasfeuchte		dV/dt	Volumenstrom	

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

Tabelle 6.2.2. Messergebnisse kontinuierliche Messparameter.

Komponente		N ₂ O					
Nr	Datum	Zeit	N ₂ O	O ₂	N ₂ O	N ₂ O	Up
			mg/m ³	Vol.%	1)	1)3)	2)3)
					mg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N
1	25.09.2024	09:30-10:00	17,11	6,3	11,61	11,6	24,2
2	25.09.2024	10:00-10:30	15,57	6,3	10,56	10,5	22,2
3	25.09.2024	10:30-11:00	12,46	6,2	8,39	8,3	17,9
4	25.09.2024	11:00-11:30	13,89	6,1	9,30	9,3	19,7
5	25.09.2024	11:30-12:00	15,17	6,2	10,23	10,2	21,5
6	25.09.2024	12:00-12:30	13,83	6,1	9,26	9,2	19,6
7	25.09.2024	12:30-13:00	13,68	6,1	9,16	9,1	19,4
8	25.09.2024	14:30-15:00	13,82	6,1	9,27	9,2	19,6
9	26.09.2024	11:30-12:00	11,69	6,4	7,98	7,9	17,2
10	26.09.2024	12:00-12:30	11,08	6,3	7,53	7,5	16,3
11	26.09.2024	12:30-13:00	13,11	6,4	8,99	8,9	19,1
12	26.09.2024	13:00-13:30	14,92	6,3	10,12	10,1	21,3
13	26.09.2024	13:30-14:00	14,57	6,3	9,93	9,9	20,9
14	26.09.2024	14:00-14:30	11,59	6,1	7,80	7,7	16,8
15	26.09.2024	14:30-15:00	12,76	6,1	8,57	8,5	18,3
16	26.09.2024	15:00-15:30	12,45	6,1	8,38	8,3	17,9
17	27.09.2024	08:00-08:30	6,84	6,3	4,64	< 5,0	11,0
18	27.09.2024	08:30-09:00	4,92	6,2	3,33	< 5,0	8,9
19	27.09.2024	09:00-09:30	1,41	6,3	0,96	< 5,0	6,1
20	27.09.2024	09:30-10:00	2,89	6,4	1,98	< 5,0	7,1
21	27.09.2024	10:00-10:30	4,74	6,1	3,18	< 5,0	8,6
22	27.09.2024	10:30-11:00	4,58	6,3	3,12	< 5,0	8,6
23	27.09.2024	11:00-11:30	-0,14	6,1	-0,09	< 5,0	5,8
24	27.09.2024	11:30-12:00	0,93	6,2	0,63	< 5,0	5,9
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)					6,1		
Maximalwert					11,6		
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit					0		
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit					36		
Grenzwert					-		
##					18		

1) bezogen auf 11 Vol.% O₂

2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt

3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Tabelle 6.2.3. Messergebnisse diskontinuierliche Messparameter.

Komponente		Hg								
Nr	Datum	Zeit	Hg	O ₂	Volumen	Hg	Hg	Up	Hg	Up
			µg/Probe	Vol.%	m ³ N	1)	1)3)	2)3)	3)	2)3)
						µg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N	g/h	g/h
1	25.09.2024	11:07-11:37	0,02	6,1	0,047	0,47	0,0004	0,0000	0,013	0,002
2	25.09.2024	12:12-12:42	0,01	6,1	0,046	0,28	0,0002	0,0000	0,008	0,001
3	26.09.2024	11:25-11:55	0,01	6,3	0,046	0,30	0,0002	0,0000	0,009	0,001
4	26.09.2024	12:31-13:01	0,00	6,4	0,045	0,00	< 0,00024	0,0000	< 0,0073	0,001
5	27.09.2024	09:28-09:58	0,01	6,3	0,051	0,29	0,0002	0,0000	0,008	0,001
6	27.09.2024	10:32-11:02	0,01	6,3	0,050	0,21	< 0,00024	0,0000	< 0,0081	0,001
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)					0,0002			0,006		
Maximalwert					0,0004			0,013		
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit					0,00			0,01		
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit					0,00			0,02		
Grenzwert					0,01			-		
Vertrauensgrenze (50%; Faktor 1,65)					0,00			0,02		

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

2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt

3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Komponente HCN

Nr	Datum	Zeit	HCN		Volumen m³N	HCN	HCN	Up	HCN	Up
			mg/Probe	Vol.%		1) mg/m³,N	1)3) mg/m³,N	2)3) mg/m³,N	3) g/h	2)3) g/h
1	25.09.2024	11:07-11:37	0,00	6,1	0,049	0,00	< 0,06	0,01	< 1,75	0,3
2	25.09.2024	12:12-12:42	0,00	6,1	0,050	0,00	< 0,06	0,01	< 1,76	0,3
3	26.09.2024	11:25-11:55	0,00	6,3	0,053	0,00	< 0,06	0,01	< 1,81	0,3
4	26.09.2024	12:31-13:01	0,00	6,4	0,052	0,00	< 0,06	0,01	< 1,83	0,3
5	27.09.2024	09:28-09:58	0,00	6,3	0,051	0,00	< 0,06	0,01	< 1,85	0,3
6	27.09.2024	10:32-11:02	0,00	6,3	0,051	0,00	< 0,06	0,01	< 2,04	0,4
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						-		15		
Vertrauensgrenze (50%; Faktor 1,65)						0		0		

- 1) bezogen auf Vol.% O₂ nur bei Überschreitung des Bezugssauerstoffgehaltes von Vol.% O₂
- 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
- 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Komponente HF

Nr	Datum	Zeit	HF		Volumen m³N	HF	HF	Up	HF	Up
			mg/Probe	Vol.%		1) mg/m³,N	1)3) mg/m³,N	2)3) mg/m³,N	3) g/h	2)3) g/h
1	25.09.2024	11:07-11:37	0,000	6,1	0,049	0,000	< 0,06	0,01	< 1,75	0,3
2	25.09.2024	12:12-12:42	0,000	6,1	0,050	0,000	< 0,06	0,01	< 1,76	0,3
3	26.09.2024	11:25-11:55	0,000	6,3	0,053	0,000	< 0,06	0,01	< 1,81	0,3
4	26.09.2024	12:31-13:01	0,000	6,4	0,052	0,000	< 0,06	0,01	< 1,83	0,3
5	27.09.2024	09:28-09:58	0,000	6,3	0,051	0,000	< 0,06	0,01	< 1,85	0,3
6	27.09.2024	10:32-11:02	0,000	6,3	0,051	0,000	< 0,06	0,01	< 2,04	0,4
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)						0,000		0,00		
Maximalwert						0,000		0,00		
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit						0,0		0		
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit						0,0		0		
Grenzwert						0,9		-		
Vertrauensgrenze (50%; Faktor 1,65)						0,0		0		

- 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

Tabelle 6.2.4. Messergebnisse partikelförmige Messparameter.

Komponente Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV

Nr	Datum	Zeit	O ₂ Vol.%	Volumen m³N	Düse mm	Absaugfehler %	Summe nach	Summe nach	Up	Summe nach	Up
							Anlage 1 a 1) µg/m³,N	Anlage 1 a 1)3) mg/m³,N	2)3) mg/m³,N	Anlage 1 a 3) g/h	2)3) g/h
1	25.09.2024	17:19-17:49	6,2	0,567	8	-1	0,00	0,0000	0,0000	0,000	0,000
2	26.09.2024	16:57-17:27	6,2	0,564	8	4	0,00	0,0000	0,0000	0,000	0,000
3	27.09.2024	07:56-08:26	6,2	0,630	8	14	0,00	0,0000	0,0000	0,000	0,000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,0000		0,000	
Maximalwert								0,0000		0,000	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit								0,00		0,0	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit								0,00		0,0	
Grenzwert								0,02		-	
Vertrauensgrenze (50%; Faktor 1,8)								0,00		0,0	

- 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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

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 m ³ N	Düse mm	Absaugfehler %	Summe nach Anlage 1 b		Up 2)3) mg/m ³ N	Summe nach Anlage 1 b	
			Vol. %					1) µg/m ³ N	1)3) mg/m ³ N		3) g/h	2)3) g/h
1	25.09.2024	17:19-17:49	6,2		0,567	8	-1	8,38	0,008	0,000	0,24	0,02
2	26.09.2024	16:57-17:27	6,2		0,564	8	4	3,23	0,003	0,000	0,08	0,009
3	27.09.2024	07:56-08:26	6,2		0,630	8	14	1,09	0,001	0,000	0,03	0,003
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)									0,004		0,11	
Maximalwert									0,008		0,24	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit									0,0		0,2	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit									0,0		0,3	
Grenzwert									0,3		-	
Vertrauensgrenze (50%; Faktor 1,8)									0,0		0,4	

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 Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV

Nr	Datum	Zeit	O ₂		Volumen m ³ N	Düse mm	Absaugfehler %	Summe nach Anlage 1 c		Up 2)3) mg/m ³ N	Summe nach Anlage 1 c	
			Vol. %					1) µg/m ³ N	1)3) mg/m ³ N		3) g/h	2)3) g/h
1	25.09.2024	17:19-17:49	6,2		0,567	8	-1	0,00	0,0000	0,0000	0,000	0,000
2	26.09.2024	16:57-17:27	6,2		0,564	8	4	0,00	0,0000	0,0000	0,000	0,000
3	27.09.2024	07:56-08:26	6,2		0,630	8	14	0,00	0,0000	0,0000	0,000	0,000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)									0,0000		0,000	
Maximalwert									0,0000		0,000	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit									0,00		0,0	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit									0,00		0,0	
Grenzwert									0,05		-	
Vertrauensgrenze (50%; Faktor 1,8)									0,00		0,0	

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

Tabelle 6.2.5. Messergebnisse besondere hochtoxische Messparameter.

Komponente PCDD/F + dl-PCB

Nr	Datum	Zeit	WHO-TEQ		Volumen m ³ N	Düse mm	Absaugfehler %	WHO-TEQ		Up 2)3) ng/m ³ N	WHO-TEQ	
			ng/Probe	Vol. %				1) ng/m ³ N	1)3) ng/m ³ N		3) mg/h	2)3) mg/h
1	25.09.2024	09:52-16:40	0,0000	6,2	7,586	8	3	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000
2	26.09.2024	11:28-16:03	0,0000	6,2	5,706	8	5	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000
3	27.09.2024	08:23-12:57	0,0000	6,3	6,176	8	3	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)									0,0000		0,000	
Maximalwert									0,0000		0,000	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit									0,00		0,0	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit									0,00		0,0	
Grenzwert									0,08		-	
Vertrauensgrenze (50%; Faktor 1,8)									0,00		0,0	

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
Hg	mg/m ³ ,N	0,0004	0,0000	0,00	0,00	indirekt
HCN	mg/m ³ ,N	0,00	0,01	0	0	indirekt
HF	mg/m ³ ,N	0,000	0,01	0,0	0,0	indirekt
N ₂ O	mg/m ³ ,N	11,6	24,2	0	36	indirekt
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	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	mg/m ³ ,N	0,008	0,000	0,0	0,0	indirekt
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	2) mg/m ³ ,N	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
PCDD/F + dl-PCB	1) ng/m ³ ,N	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

***) Maximalwertes f_{max,50}

1) Fremdanalytik (siehe 1.12)

2) teilweise Fremdanalytik (Benzo(a)pyren) (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 *)	Y _{max} +U _P *)	Bestimmungsmethode
Hg	g/h	0,013	0,002	0,01	0,02	indirekt
HCN	g/h	0,00	0,3	0	0	indirekt
HF	g/h	0,00	0,3	0	0	indirekt
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	g/h	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	g/h	0,24	0,02	0,2	0,3	indirekt
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	2) g/h	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt
PCDD/F + dl-PCB	1) mg/h	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

***) Maximalwertes f_{max,50}

1) Fremdanalytik (siehe 1.12)

2) teilweise Fremdanalytik (Benzo(a)pyren) (siehe 1.12)

Y_{max}: maximaler Messwert

U_P: Messunsicherheit

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_ID.DOCX:12. 12. 2024

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.

Für den Inhalt des Berichtes zeichnen verantwortlich:



Dipl.-Ing. (FH) Frank Ellner-Schuberth
 Projektleitung Berichterstellung
 Telefon +49(911)600445-15



Staatl. gepr. UTA Raphael Teuber
 Qualitätssicherung, Stellv. Fachl. Verantwortlich
 Telefon +49(3643)81189-0

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.



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 4: Einzelergebnisse PCDD/F, dl-PCB und B(a)p

Anlage 1: Mess- und Rechenwerte

Tabelle 7.1.1. Mess- und Rechenwerte Abgasrandbedingungen/Strömungsprofil.

Projekt-Nr.	M175121		
Betreiber	BHI		
Anlage	EMI_2024		
Messstelle			
Brennstoff	Holzbrennstoffe		
Betriebszustand	Nennlast	WAF Pos. 10.4, EN16911-1	1,000
Datum	25.09.2024	Faktor Staudrucksonde	0,989
Luftdruck	hPa 945,0	O ₂ -Konzentration	Vol.% 6,2
statischer Druck	hPa -0,6	CO ₂ -Konzentration	Vol.% 14,1
Kanalform	kreisförmig	Abgastemperatur	°C 145,0
Kanaldurchmesser	m 1,27	Abgasfeuchte	Vol.% 15,5
		Abgasfeuchte	g/m ³ 147,4
Kanalfläche	m ² 1,267		
Anzahl der Messachsen	2	Dichte Betrieb	kg/m ³ 0,780
Anzahl der Messpunkte/Achse	4	Dichte N,f	kg/m ³ 1,282
Anzahl der Messpunkte/Ebene	8	Dichte N,tr	kg/m ³ 1,369
Teilfläche	m ² 0,158		

Zeit	Teilfläche	Eintauchtiefe	dynamischer Druck	Geschwindigkeit Betrieb	dV/dt Betrieb	dV/dt N,f	dV/dt N,tr
hh:mm	(Achse/Nr.)	mm	hPa	m/s	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
08:38	1	85	0,51	11,3	6446	3924	3316
	1	318	0,55	11,8	6714	4088	3454
	1	953	0,71	13,3	7605	4630	3913
	1	1185	0,69	13,2	7497	4565	3857
	2	85	0,77	13,9	7903	4812	4066
	2	318	0,85	14,6	8321	5066	4281
	2	953	0,85	14,6	8338	5076	4290
	2	1185	0,77	13,9	7937	4833	4084
08:54			Mittelwert	0,71	13,32		
			Summe			60762	36995

Tabelle 7.1.2. Mess- und Rechenwerte kontinuierliche Messparameter.

Driften N2O	berechnet mit	Maximalwert	Toleranz
Datum	Nullpunkt	Referenzpunkt	
Prüfmittel	0,0	290,1	2,0%
25.09.2024	0,2	290,5	mg/m ³
25.09.2024	-1,2	288,9	mg/m ³
Drift [%]	-0,5	-0,1	
26.09.2024	-2,2	288,5	mg/m ³
26.09.2024	-2,4	288,9	mg/m ³
Drift [%]	-0,1	0,2	
27.09.2024	-2,6	288,5	mg/m ³
27.09.2024	-2,0	287,1	mg/m ³
Drift [%]	0,2	-0,7	

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

Driften O2	berechnet mit	Maximalwert	Toleranz
Datum	Nullpunkt	Referenzpunkt	
Prüfmittel	0,00	20,95	0,5%
25.09.2024	-0,02	20,82	Vol.%
25.09.2024	0,00	20,73	Vol.%
Drift [%]	0,1	-0,5	
26.09.2024	0,01	20,80	Vol.%
26.09.2024	-0,03	20,65	Vol.%
Drift [%]	-0,2	-0,5	
27.09.2024	-0,02	20,69	Vol.%
27.09.2024	0,00	20,81	Vol.%
Drift [%]	0,1	0,5	

Komponente O₂

Nr	Datum	Zeit	O ₂ Vol.%	O ₂	O ₂	Up
				1) Vol.%,N	1)3) Vol.%,N	2)3) Vol.%,N
1	25.09.2024	09:52-16:40	6,23	6,23	6,2	0,2
2	26.09.2024	11:28-16:03	6,24	6,24	6,2	0,2
3	27.09.2024	08:23-12:57	6,26	6,26	6,2	0,2
4	25.09.2024	17:19-17:49	6,18	6,18	6,1	0,2
5	26.09.2024	16:57-17:27	6,17	6,17	6,1	0,2
6	27.09.2024	07:56-08:26	6,22	6,22	6,2	0,2
7	25.09.2024	11:07-11:37	6,07	6,07	6,0	0,2
8	25.09.2024	12:12-12:42	6,08	6,08	6,0	0,2
9	26.09.2024	11:25-11:55	6,32	6,32	6,3	0,2
10	26.09.2024	12:31-13:01	6,39	6,39	6,3	0,2
11	27.09.2024	09:28-09:58	6,25	6,25	6,2	0,2
12	27.09.2024	10:32-11:02	6,30	6,30	6,3	0,2

1) keine O₂-Bezugswertrechnung

2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt

3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Tabelle 7.1.3. Mess- und Rechenwerte diskontinuierliche Messparameter.

Komponente Hg

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m ³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m ³ N	Analyse µg/Probe	Hg µg/m ³	Proben- bezeichn.
25.09.2024	11:07-11:37	0,976	0,054	14,5	945	0,047	0,02	0,47	1
25.09.2024	12:12-12:42	0,976	0,053	17,0	945	0,046	0,01	0,28	2
26.09.2024	11:25-11:55	0,976	0,055	16,5	937	0,046	0,01	0,30	3
26.09.2024	12:31-13:01	0,976	0,053	17,5	937	0,045	0,00	0,00	4
27.09.2024	09:28-09:58	0,976	0,058	12,5	939	0,051	0,01	0,29	5
27.09.2024	10:32-11:02	0,976	0,058	14,0	939	0,050	0,01	0,21	6
Blindwert							0,00	0,08	
Bestimmungsgrenze							0,01	0,24	

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\175\M175121\05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

Komponente Hg part

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse µg/Probe	Hg part µg/m³	Proben- bezeichn.
25.09.2024	10:33-17:00	1,000	1,089	0,0	1013,25	1,089	0,000	0,00	M168
26.09.2024	08:59-16:34	1,000	0,973	0,0	1013,25	0,973	0,000	0,00	M44
27.09.2024	08:55-13:34	1,000	0,714	0,0	1013,25	0,714	0,000	0,00	F252
Blindwert							0,000	0,00	
Bestimmungsgrenze							0,025	0,04	

Komponente HCN

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse mg/Probe	HCN mg/m³	Proben- bezeichn.
25.09.2024	11:07-11:37	0,994	0,056	14,5	945	0,049	0,000	0,0	1
25.09.2024	12:12-12:42	0,994	0,057	16,5	945	0,050	0,000	0,0	2
26.09.2024	11:25-11:55	0,994	0,061	16,0	937	0,053	0,000	0,0	3
26.09.2024	12:31-13:01	0,994	0,060	17,0	937	0,052	0,000	0,0	4
27.09.2024	09:28-09:58	0,994	0,058	12,5	939	0,051	0,000	0,0	5
27.09.2024	10:32-11:02	0,994	0,059	13,5	939	0,051	0,000	0,0	6
Blindwert							0,000	0,0	
Bestimmungsgrenze							0,003	0,1	

Komponente HF

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse mg/Probe	HF mg/m³	Proben- bezeichn.
25.09.2024	11:07-11:37	0,994	0,056	14,5	945	0,049	0,000	0,0	1
25.09.2024	12:12-12:42	0,994	0,057	16,5	945	0,050	0,000	0,0	2
26.09.2024	11:25-11:55	0,994	0,061	16,0	937	0,053	0,000	0,0	3
26.09.2024	12:31-13:01	0,994	0,060	17,0	937	0,052	0,000	0,0	4
27.09.2024	09:28-09:58	0,994	0,058	12,5	939	0,051	0,000	0,0	5
27.09.2024	10:32-11:02	0,994	0,059	13,5	939	0,051	0,000	0,0	6
Blindwert							0,000	0,0	
Bestimmungsgrenze							0,003	0,1	

Tabelle 7.1.4. Mess- und Rechenwerte partikelförmige Messparameter.

Komponente SM_17BImSchV

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd filtergänglich µg/Probe	Tl filtergänglich µg/Probe	Sb filtergänglich µg/Probe	As filtergänglich µg/Probe	Pb filtergänglich µg/Probe	Cr filtergänglich µg/Probe
1	25.09.2024	17:19-17:49	0,567	0,0584	0,0000	0,0000	0,0000	2,9580	0,3260
2	26.09.2024	16:57-17:27	0,564	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,4580	0,0000
3	27.09.2024	07:56-08:26	0,630	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0600	0,4040
BG				0,1360	0,1360	1,3620	1,3620	1,3620	1,3620
BW				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

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

BG Bestimmungsgrenze

BW Blindwert

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

Komponente SM_17BlmSchV

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Co	Cu	Mn	Ni	V	Sn
				filtergängig µg/Probe	filtergängig µg/Probe	filtergängig µg/Probe	filtergängig µg/Probe	filtergängig µg/Probe	filtergängig µg/Probe
1	25.09.2024	17:19-17:49	0,567	0,0000	1,7940	1,0850	0,5500	0,0000	0,0000
2	26.09.2024	16:57-17:27	0,564	0,0000	0,8680	0,5980	0,0000	0,0000	0,0000
3	27.09.2024	07:56-08:26	0,630	0,0000	0,5530	0,8330	0,4880	0,0000	0,0000
		BG		1,3620	1,3620	1,3620	1,3620	1,3620	1,3620
		BW		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

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

Komponente SM_17BlmSchV

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd	Tl	Sb	As	Pb	Cr
				partikulär µg/Probe	partikulär µg/Probe	partikulär µg/Probe	partikulär µg/Probe	partikulär µg/Probe	partikulär µg/Probe
1	25.09.2024	17:19-17:49	0,567	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	26.09.2024	16:57-17:27	0,564	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	27.09.2024	07:56-08:26	0,630	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4070	0,0000
		BG		0,0250	0,0250	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
		BW		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

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

Komponente SM_17BlmSchV

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Co	Cu	Mn	Ni	V	Sn
				partikulär µg/Probe	partikulär µg/Probe	partikulär µg/Probe	partikulär µg/Probe	partikulär µg/Probe	partikulär µg/Probe
1	25.09.2024	17:19-17:49	0,567	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	26.09.2024	16:57-17:27	0,564	0,0000	0,0000	0,3620	0,0000	0,0000	0,0000
3	27.09.2024	07:56-08:26	0,630	0,0000	0,0000	0,2820	0,0000	0,0000	0,0000
		BG		0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
		BW		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

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

Komponente SM_17BlmSchV

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd	Tl	Sb	As	Pb	Cr
				filtergängig µg/m³	filtergängig µg/m³	filtergängig µg/m³	filtergängig µg/m³	filtergängig µg/m³	filtergängig µg/m³
1	25.09.2024	17:19-17:49	0,567	<0,2410	<0,2410	<2,4138	<2,4138	5,2164	<2,4138
2	26.09.2024	16:57-17:27	0,564	<0,2410	<0,2410	<2,4138	<2,4138	2,5839	<2,4138
3	27.09.2024	07:56-08:26	0,630	<0,2410	<0,2410	<2,4138	<2,4138	<2,4138	<2,4138
		BG		0,2410	0,2410	2,4138	2,4138	2,4138	2,4138
		BW		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

Komponente SM_17BImSchV

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Co filtergänglich µg/m³	Cu filtergänglich µg/m³	Mn filtergänglich µg/m³	Ni filtergänglich µg/m³	V filtergänglich µg/m³	Sn filtergänglich µg/m³
1	25.09.2024	17:19-17:49	0,567	<2,4138	3,1637	<2,4138	<2,4138	<2,4138	<2,4138
2	26.09.2024	16:57-17:27	0,564	<2,4138	<2,4138	<2,4138	<2,4138	<2,4138	<2,4138
3	27.09.2024	07:56-08:26	0,630	<2,4138	<2,4138	<2,4138	<2,4138	<2,4138	<2,4138
		BG		2,4138	2,4138	2,4138	2,4138	2,4138	2,4138
		BW		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

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

Komponente SM_17BImSchV

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
1	25.09.2024	17:19-17:49	0,567	<0,0443	<0,0443	<0,4431	<0,4431	<0,4431	<0,4431
2	26.09.2024	16:57-17:27	0,564	<0,0443	<0,0443	<0,4431	<0,4431	<0,4431	<0,4431
3	27.09.2024	07:56-08:26	0,630	<0,0443	<0,0443	<0,4431	<0,4431	0,6465	<0,4431
		BG		0,0443	0,0443	0,4431	0,4431	0,4431	0,4431
		BW		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

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

Komponente SM_17BImSchV

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	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	25.09.2024	17:19-17:49	0,567	<0,4431	<0,4431	<0,4431	<0,4431	<0,4431	<0,4431
2	26.09.2024	16:57-17:27	0,564	<0,4431	<0,4431	0,6415	<0,4431	<0,4431	<0,4431
3	27.09.2024	07:56-08:26	0,630	<0,4431	<0,4431	0,4479	<0,4431	<0,4431	<0,4431
		BG		0,4431	0,4431	0,4431	0,4431	0,4431	0,4431
		BW		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175M\175121\NM175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

Tabelle 7.1.5. Mess- und Rechenwerte besondere hochtoxische Messparameter.

Komponente WHO-TEQ PCDD/F /B(a)P						
Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m ³ N	PCDD/F ng/Probe	B(a)P ng/Probe	dl-PCB ng/Probe
1	25.09.2024	09:52-16:40	7,586	0,0003	0,00	0,0000
2	26.09.2024	11:28-16:03	5,706	0,0006	0,00	0,0000
3	27.09.2024	08:23-12:57	6,176	0,0002	0,00	0,0000
		BG		0,0063	10,00	0,0036
		BW		0,0000	0,00	0,0000

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

Komponente WHO-TEQ PCDD/F /B(a)P						
Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m ³ N	PCDD/F ng/m ³	B(a)P ng/m ³	dl-PCB ng/m ³
1	25.09.2024	09:52-16:40	7,586	<0,0011	<1,7526	<0,0006
2	26.09.2024	11:28-16:03	5,706	<0,0011	<1,7526	<0,0006
3	27.09.2024	08:23-12:57	6,176	<0,0011	<1,7526	<0,0006
		BG		0,0011	1,7526	0,0006
		BW		0,0000	0,0000	0,0000

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

Anlage 2: Graphische Darstellung des Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten

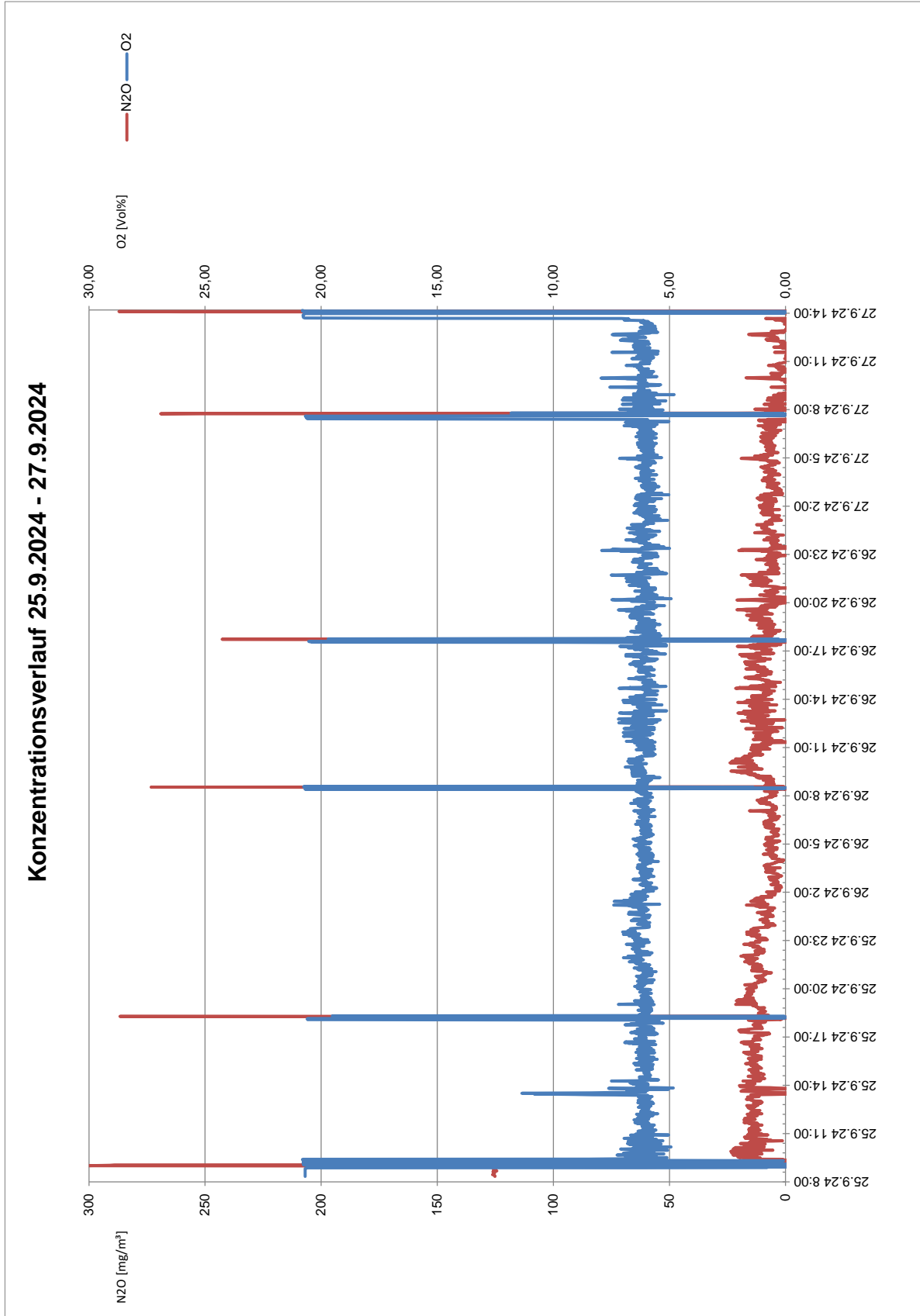


Abbildung 7.2.1. Graphischer Verlauf.

Anlage 3: Prüfmittelkatalog

Messkomponente	Prüfmittel-Nr.	Hersteller	Typ	letzte Überprüfung	Prüfintervall	Eignungsbekanntgabe / Prüfbericht
T	6068	Greisinger	GMH3251	06. 2024	12 Monate	
pdyn, pstat	12444	Greisinger	GMH 3156	06. 2024	12 Monate	
patm	13157	Greisinger	GMH3181-12	09. 2024	12 Monate	
H2O	7296	Sartorius	LC4200	08. 2024	12 Monate	
SIS	8038	Kromschroder	BK-G4	05. 2024	12 Monate	
PCDDF	9831	Müller-BBM	Iso1.1	07. 2025	12 Monate	
H2O	10899	Ittron	G1,6	10. 2023	12 Monate	
Hg	10234	Ittron	G1,6	07. 2024	12 Monate	
HF	10951	Ittron	G1,6	02. 2024	12 Monate	
N2O	7969	ABB	EL3020	02. 2024	12 Monate	BAnz. 2006, Nr. 194, S. 6715 vom 12.09.2006; TÜV Süddeutschland, Berichtsnummer 691317, 30.06.2006
O2, CO2	12486	Horiba	PG-350EDR	01. 2024	12 Monate	BAnz. AT 2013, Heft B10, S. 7; BAnz. AT 2017, Heft B12, S. 13; TÜV Rheinland, Berichtsnummer 936/21217617/A vom 05.10.2012

Anlage 4: Einzelergebnisse PCDD/F, dl-PCB und B(a)p

Prüfbericht Nr. 1301 24-2598 P01
 Datum: 2024-10-22 • Seite: 1 von 18



Auftraggeber: Müller-BBM Industry Solutions GmbH
 Niederlassung Nürnberg
 Fürther Str. 35
 90513 Zirndorf

Tel.: 0911 600445-0
 Fax: 0911 600445-11
 E-Mail: frank.ellner-schuberth@mabbm-ind.com

Auftrag / Projekt: M 175 121 / B02

mas-Ansprechpartner:
 Stefanie Görkes
 Wilhelm-Schickard-Straße 5
 48149 Münster

Tel.: +49 (0) 251 384415-11
 Fax: +49 (0) 251 384415-01
 E-Mail: s.goerkes@mas-tp.com

mas-Auftrag: 24-2598

Prüfung: Analyse von Abgasproben auf polychlorierte Dibenzo(p)dioxine (**PCDD**) und polychlorierte Dibenzofurane (**PCDF**), auf polychlorierte Biphenyle (hier: **WHO-PCB**) sowie auf Benzo[a]pyren (**B[a]P**)

Prüfgegenstand:

Probenbezeichnung Auftraggeber	Probenart	Proben-Ansicht	mas-Probennummer
M175121 - 1	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kondensat	24-2598-001
M175121 - 2	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kondensat	24-2598-002
M175121 - 3	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kondensat	24-2598-003
M175121 - BW	Blindprobe Abgas	2 Kartuschen + Kondensat	24-2598-004

Probeneingang: 04.10.2024

Probenahme: Die Proben wurden der mas gmbh vom Auftraggeber zugesandt.

Prüfbeginn: 07.10.2024 **Prüfende:** 21.10.2024

Prüfverfahren: D/F:DIN EN 1948, Blatt 2/3:2006-06 in Verbindung mit MAS_PA031:2020-11.
 PCB:DIN EN 1948, Blatt 4:2014-03 in Verbindung mit MAS_PA031:2020-11.
 B[a]P:VDI 3874:2006-12 in Verbindung mit MAS_PA046:2013-09.
 Die wichtigsten Analysenschritte lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Probenvorbereitung und Extraktion

 Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018	<p>Hinweise: Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die hier analysierten Proben. Der vorliegende Prüfbericht darf ohne schriftliche Zustimmung der mas gmbh nicht auszugsweise vervielfältigt werden.</p>
---	--

Prüfbericht Nr. 1301 24-2598 P01

Datum: 2024-10-22 • Seite: 2 von 18



- HCl-Aufschluß des Filters, Filtration des Kondensats, Trocknung des Filtrerrückstandes und des XAD-Harzes
- Zugabe von $^{13}\text{C}_{12}$ -markierten PCDD/F- und PCB-Quantifizierungsstandards
- Soxhlet-Extraktion der Kompartimente mit Toluol/Aceton
- Teilung des Gesamtextraktes zur Analyse auf die verschiedenen Parameter

PCDD/F- und PCB-Analyse

- mehrstufiges Extrakt clean-up
- Zugabe von $^{13}\text{C}_{12}$ -markierten PCDD/F- und PCB-Wiederfindungsstandards
- getrennte GC/HRMS Analyse auf PCDD/F und PCB
- Quantifizierung über die internen Standards

B[a]P-Analyse

- Zugabe von deuteriertem Benzo[a]pyren als internen Standard zu einem Aliquot des Extraktes
- säulenchromatographisches clean-up des Extraktes
- Zugabe des D_{12} -markierten Perylens als Wiederfindungsstandard
- HRGC/LRMS-Analyse
- Quantifizierung über die internen deuterierten Standards

Bemerkungen: Die Prüfergebnisse sind den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen. Die Angaben wurden jeweils auf die Gesamtprobe bezogen.

Die Toxizitätsäquivalent-Faktoren (TE-Faktoren) nach NATO/CCMS (I-TEF) und WHO (WHO-TEF), sowie Angaben zur Messunsicherheit der analytischen Bestimmung für die hier untersuchten Parameter, sind im Anhang aufgeführt.

Kommentare: Eine Einordnung oder Bewertung der Analysenergebnisse bleibt dem Auftraggeber vorbehalten.

Münster, den 22.10.2024

Dieser Prüfbericht wurde von Dr. Peter Luthardt freigegeben.
Der Prüfbericht ist auch ohne Unterschrift gültig.

	<p>Hinweise: Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die hier analysierten Proben. Der vorliegende Prüfbericht darf ohne schriftliche Zustimmung der mas gmbh nicht auszugsweise vervielfältigt werden.</p>
--	--

mas | münster analytical solutions gmbh · Technologiepark Münster · Wilhelm-Schickard-Straße 5 · 48149 Münster · Internet: www.mas-tp.com

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024



Tab. 01: Ergebnisse der Analyse einer Emissionsprobe auf PCDD/F; Angaben bezogen auf die Gesamtprobe

Probenbezeichnung Auftraggeber		M175121 - 1		
Probenart mas-Probennummer		Abgasprobe 24-2598-001		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PCDD 2378-Kongenere				
2378-TetraCDD	ng/Probe	nd	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDD	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	0,0156	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF 2378-Kongenere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	0,00158	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
23478-PentaCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
234678-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD Summen				
Summe TetraCDD	ng/Probe	0,0117		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDD	ng/Probe	0,0168		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDD	ng/Probe	0,0297		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDD	ng/Probe	0,0390		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	0,0320		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDF	ng/Probe	0,0161		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDF	ng/Probe	0,00331		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDF	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F Summen				
Summe Tetra- bis OctaCDD ^a	ng/Probe	0,0973		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDF ^a	ng/Probe	0,0514		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a	ng/Probe	0,149		DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG ^a	ng/Probe	0,000314		DIN EN 1948, 2/3
I-TEQ inklusive BG ^b	ng/Probe	0,00590	0,00584	DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	0,000314		DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00640	0,00634	DIN EN 1948, 2/3
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	91		DIN EN 1948, 2/3
WF-123789-HexaCDF-PS	%	102		DIN EN 1948, 2/3
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	109		DIN EN 1948, 2/3

Die Erläuterungen zu den Indizes entnehmen sie bitte der Legende im Anschluss an die Ergebnistabellen.

Prüfbericht Nr. 1301 24-2598 P01

Datum: 2024-10-22 • Seite: 4 von 18

**Tab. 02: Ergebnisse der Analyse einer Abgasprobe auf PCB; Angaben bezogen auf die Gesamtprobe**

Probenbezeichnung Auftraggeber		M175121 - 1		
Probenart mas-Probennummer		Abgasprobe 24-2598-001		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
Non-ortho WHO-PCB				
PCB 77	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 81	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4
PCB 126	ng/Probe	nd	0,0200	DIN EN 1948, 4
PCB 169	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4
Mono-ortho WHO-PCB				
PCB 105	ng/Probe	nd	0,500	DIN EN 1948, 4
PCB 114	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 118	ng/Probe	nd	1,00	DIN EN 1948, 4
PCB 123	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 156	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 157	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 167	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 189	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ-Werte				
WHO-PCB-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00359	0,00359	DIN EN 1948, 4
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF PCB 60	%	91		DIN EN 1948, 4
WF PCB 127	%	109		DIN EN 1948, 4
WF PCB 159	%	87		DIN EN 1948, 4

Die Erläuterungen zu den Indizes entnehmen sie bitte der Legende im Anschluss an die Ergebnistabellen.

mas | münster analytical solutions gmbh · Technologiepark Münster · Wilhelm-Schickard-Straße 5 · 48149 Münster · Internet: www.mas-tp.com

Prüfbericht Nr. 1301 24-2598 P01

Datum: 2024-10-22 • Seite: 5 von 18

**Tab. 03: Ergebnisse der Analyse einer Emissionsprobe auf Benzo[a]pyren;
Angaben bezogen auf die Gesamtprobe**

Probenbezeichnung Auftraggeber		M175121 - 1		
Probenart mas-Probennummer		Abgasprobe 24-2598-001		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PAK Komponenten				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	nd	0,0100	VDI 3874

Die Erläuterungen zu den Indizes entnehmen sie bitte der Legende im Anschluss an die Ergebnistabellen.

mas | münster analytical solutions gmbh · Technologiepark Münster · Wilhelm-Schickard-Straße 5 · 48149 Münster · Internet: www.mas-tp.com



Tab. 04: Ergebnisse der Analyse einer Emissionsprobe auf PCDD/F; Angaben bezogen auf die Gesamtprobe

Probenbezeichnung Auftraggeber		M175121 - 2		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		24-2598-002		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PCDD 2378-Kongenere				
2378-TetraCDD	ng/Probe	nd	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDD	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDD	ng/Probe	0,00303	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF 2378-Kongenere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	0,00264	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
23478-PentaCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
234678-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD Summen				
Summe TetraCDD	ng/Probe	0,0164		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDD	ng/Probe	0,0198		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDD	ng/Probe	0,0361		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDD	ng/Probe	0,0206		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	0,0426		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDF	ng/Probe	0,0192		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDF	ng/Probe	0,00422		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDF	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F Summen				
Summe Tetra- bis OctaCDD ^a	ng/Probe	0,0929		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDF ^a	ng/Probe	0,0660		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a	ng/Probe	0,159		DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG ^a	ng/Probe	0,000566		DIN EN 1948, 2/3
I-TEQ inklusive BG ^b	ng/Probe	0,00601	0,00584	DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	0,000566		DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00650	0,00634	DIN EN 1948, 2/3
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	95		DIN EN 1948, 2/3
WF-123789-HexaCDF-PS	%	96		DIN EN 1948, 2/3
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	97		DIN EN 1948, 2/3

Die Erläuterungen zu den Indizes entnehmen sie bitte der Legende im Anschluss an die Ergebnistabellen.

Prüfbericht Nr. 1301 24-2598 P01

Datum: 2024-10-22 • Seite: 7 von 18

**Tab. 05: Ergebnisse der Analyse einer Abgasprobe auf PCB; Angaben bezogen auf die Gesamtprobe**

Probenbezeichnung Auftraggeber		M175121 - 2		
Probenart mas-Probennummer		Abgasprobe 24-2598-002		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
Non-ortho WHO-PCB				
PCB 77	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 81	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4
PCB 126	ng/Probe	nd	0,0200	DIN EN 1948, 4
PCB 169	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4
Mono-ortho WHO-PCB				
PCB 105	ng/Probe	nd	0,500	DIN EN 1948, 4
PCB 114	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 118	ng/Probe	nd	1,00	DIN EN 1948, 4
PCB 123	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 156	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 157	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 167	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 189	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ-Werte				
WHO-PCB-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00359	0,00359	DIN EN 1948, 4
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF PCB 60	%	91		DIN EN 1948, 4
WF PCB 127	%	100		DIN EN 1948, 4
WF PCB 159	%	90		DIN EN 1948, 4

Die Erläuterungen zu den Indizes entnehmen sie bitte der Legende im Anschluss an die Ergebnistabellen.

mas | münster analytical solutions gmbh · Technologiepark Münster · Wilhelm-Schickard-Straße 5 · 48149 Münster · Internet: www.mas-tp.com

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

Prüfbericht Nr. 1301 24-2598 P01

Datum: 2024-10-22 • Seite: 8 von 18

**Tab. 06: Ergebnisse der Analyse einer Emissionsprobe auf Benzo[a]pyren;
Angaben bezogen auf die Gesamtprobe****Probenbezeichnung Auftraggeber****M175121 - 2**Probenart
mas-ProbennummerAbgasprobe
24-2598-002

Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PAK Komponenten				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	nd	0,0100	VDI 3874

Die Erläuterungen zu den Indizes entnehmen sie bitte der Legende im Anschluss an die Ergebnistabellen.

mas | münster analytical solutions gmbh · Technologiepark Münster · Wilhelm-Schickard-Straße 5 · 48149 Münster · Internet: www.mas-tp.com

Prüfbericht Nr. 1301 24-2598 P01

Datum: 2024-10-22 • Seite: 9 von 18



Tab. 07: Ergebnisse der Analyse einer Emissionsprobe auf PCDD/F; Angaben bezogen auf die Gesamtprobe

Probenbezeichnung Auftraggeber		M175121 - 3		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		24-2598-003		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PCDD 2378-Kongenere				
2378-TetraCDD	ng/Probe	nd	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDD	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF 2378-Kongenere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	0,00189	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
23478-PentaCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
234678-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD Summen				
Summe TetraCDD	ng/Probe	0,0102		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDD	ng/Probe	0,0147		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDD	ng/Probe	0,0255		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDD	ng/Probe	0,0162		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	0,0274		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDF	ng/Probe	0,00876		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDF	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDF	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F Summen				
Summe Tetra- bis OctaCDD ^a	ng/Probe	0,0666		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDF ^a	ng/Probe	0,0362		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a	ng/Probe	0,103		DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG ^a	ng/Probe	0,000189		DIN EN 1948, 2/3
I-TEQ inklusive BG ^b	ng/Probe	0,00593	0,00584	DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	0,000189		DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00643	0,00634	DIN EN 1948, 2/3
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	98		DIN EN 1948, 2/3
WF-123789-HexaCDF-PS	%	94		DIN EN 1948, 2/3
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	100		DIN EN 1948, 2/3

Die Erläuterungen zu den Indizes entnehmen sie bitte der Legende im Anschluss an die Ergebnistabellen.

mas | münster analytical solutions gmbh · Technologiepark Münster · Wilhelm-Schickard-Straße 5 · 48149 Münster · Internet: www.mas-tp.com

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\175M175121\175M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024

Prüfbericht Nr. 1301 24-2598 P01

Datum: 2024-10-22 • Seite: 10 von 18

**Tab. 08: Ergebnisse der Analyse einer Abgasprobe auf PCB; Angaben bezogen auf die Gesamtprobe**

Probenbezeichnung Auftraggeber		M175121 - 3		
Probenart mas-Probennummer		Abgasprobe 24-2598-003		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
Non-ortho WHO-PCB				
PCB 77	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 81	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4
PCB 126	ng/Probe	nd	0,0200	DIN EN 1948, 4
PCB 169	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4
Mono-ortho WHO-PCB				
PCB 105	ng/Probe	nd	0,500	DIN EN 1948, 4
PCB 114	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 118	ng/Probe	nd	1,00	DIN EN 1948, 4
PCB 123	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 156	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 157	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 167	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 189	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ-Werte				
WHO-PCB-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00359	0,00359	DIN EN 1948, 4
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF PCB 60	%	93		DIN EN 1948, 4
WF PCB 127	%	100		DIN EN 1948, 4
WF PCB 159	%	86		DIN EN 1948, 4

Die Erläuterungen zu den Indizes entnehmen sie bitte der Legende im Anschluss an die Ergebnistabellen.

mas | münster analytical solutions gmbh · Technologiepark Münster · Wilhelm-Schickard-Straße 5 · 48149 Münster · Internet: www.mas-tp.com

Prüfbericht Nr. 1301 24-2598 P01

Datum: 2024-10-22 • Seite: 11 von 18

**Tab. 09: Ergebnisse der Analyse einer Emissionsprobe auf Benzo[a]pyren;
Angaben bezogen auf die Gesamtprobe****Probenbezeichnung Auftraggeber****M175121 - 3**Probenart
mas-ProbennummerAbgasprobe
24-2598-003

Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PAK Komponenten				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	nd	0,0100	VDI 3874

Die Erläuterungen zu den Indizes entnehmen sie bitte der Legende im Anschluss an die Ergebnistabellen.

mas | münster analytical solutions gmbh · Technologiepark Münster · Wilhelm-Schickard-Straße 5 · 48149 Münster · Internet: www.mas-tp.com

Tab. 10: Ergebnisse der Analyse einer Emissionsprobe auf PCDD/F; Angaben bezogen auf die Gesamtprobe

Probenbezeichnung Auftraggeber		M175121 - BW		
Probenart mas-Probennummer		Blindprobe Abgas 24-2598-004		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PCDD 2378-Kongenerere				
2378-TetraCDD	ng/Probe	nd	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDD	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF 2378-Kongenerere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	nd	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
23478-PentaCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
234678-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD Summen				
Summe TetraCDD	ng/Probe	0,00221		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDD	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDD	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDD	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	0,00556		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDF	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDF	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDF	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F Summen				
Summe Tetra- bis OctaCDD ^a	ng/Probe	0,00221		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDF ^a	ng/Probe	0,00556		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a	ng/Probe	0,00777		DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG ^a	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
I-TEQ inklusive BG ^b	ng/Probe	0,00584	0,00584	DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00634	0,00634	DIN EN 1948, 2/3
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	86		DIN EN 1948, 2/3
WF-123789-HexaCDF-PS	%	96		DIN EN 1948, 2/3
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	98		DIN EN 1948, 2/3

Die Erläuterungen zu den Indizes entnehmen sie bitte der Legende im Anschluss an die Ergebnistabellen.

Prüfbericht Nr. 1301 24-2598 P01

Datum: 2024-10-22 • Seite: 13 von 18

**Tab. 11: Ergebnisse der Analyse einer Abgasprobe auf PCB; Angaben bezogen auf die Gesamtprobe**

Probenbezeichnung Auftraggeber		M175121 - BW		
Probenart mas-Probennummer		Blindprobe Abgas 24-2598-004		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
Non-ortho WHO-PCB				
PCB 77	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 81	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4
PCB 126	ng/Probe	nd	0,0200	DIN EN 1948, 4
PCB 169	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4
Mono-ortho WHO-PCB				
PCB 105	ng/Probe	nd	0,500	DIN EN 1948, 4
PCB 114	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 118	ng/Probe	nd	1,00	DIN EN 1948, 4
PCB 123	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 156	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 157	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 167	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 189	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ-Werte				
WHO-PCB-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00359	0,00359	DIN EN 1948, 4
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF PCB 60	%	90		DIN EN 1948, 4
WF PCB 127	%	98		DIN EN 1948, 4
WF PCB 159	%	85		DIN EN 1948, 4

Die Erläuterungen zu den Indizes entnehmen sie bitte der Legende im Anschluss an die Ergebnistabellen.

mas | münster analytical solutions gmbh · Technologiepark Münster · Wilhelm-Schickard-Straße 5 · 48149 Münster · Internet: www.mas-tp.com

Prüfbericht Nr. 1301 24-2598 P01
 Datum: 2024-10-22 • Seite: 14 von 18



**Tab. 12: Ergebnisse der Analyse einer Emissionsprobe auf Benzo[a]pyren;
 Angaben bezogen auf die Gesamtprobe**

Probenbezeichnung Auftraggeber

M175121 - BW

Probenart
 mas-Probennummer

Blindprobe Abgas
 24-2598-004

Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PAK Komponenten				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	nd	0,0100	VDI 3874

Die Erläuterungen zu den Indizes entnehmen sie bitte der Legende im Anschluss an die Ergebnistabellen.

mas | münster analytical solutions gmbh · Technologiepark Münster · Wilhelm-Schickard-Straße 5 · 48149 Münster · Internet: www.mas-tp.com

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\175\M175121\M175121_05_BER_1D.DOCX:12. 12. 2024


















Prüfbericht Nr. 1301 24-2598 P01
Datum: 2024-10-22 • Seite: 15 von 18



Legende













- * Die Nachweisgrenzen sind in der Regel jeweils um Faktor 3 niedriger als die angegebenen Bestimmungsgrenzen
- nd nicht detektiert oberhalb der angegebenen Bestimmungsgrenze (BG)
- nb Wert nicht berechnet, da keines der Kongenere oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) lag
- a Summen- oder TEQ-Wert berechnet unter Einbezug nur der quantifizierten Kongenere (Konzentrationsuntergrenze)
- b Summen- oder TEQ-Wert berechnet unter Einbezug der vollen Bestimmungsgrenze (BG) für nicht quantifizierte Kongenere (Konzentrationsobergrenze)

TE-Faktoren nach NATO/CCMS (I-TEF) und WHO 2005 (WHO-TEF) sowie Angaben zur relativen erweiterten Messunsicherheit der analytischen Bestimmung der PCDD/F

PCDD/F Kongenere	Strukturformel	TE-Faktoren		Relative Messunsicherheit %
		NATO/CCMS 1988	WHO 2005	
2378-TetraCDD		1,0	1,0	26,7
12378-PentaCDD		0,5	1,0	22,8
123478-HexaCDD		0,1	0,1	34,1
123678-HexaCDD		0,1	0,1	25,9
123789-HexaCDD		0,1	0,1	21,6
1234678-HeptaCDD		0,01	0,01	89,4
OctaCDD		0,001	0,0003	96,4
2378-TetraCDF		0,1	0,1	27,0
12378-PentaCDF		0,05	0,03	23,6
23478-PentaCDF		0,5	0,3	28,6
123478-HexaCDF		0,1	0,1	27,9
123678-HexaCDF		0,1	0,1	21,7
123789-HexaCDF		0,1	0,1	21,7
234678-HexaCDF		0,1	0,1	21,8
1234678-HeptaCDF		0,01	0,01	23,5
1234789-HeptaCDF		0,01	0,01	24,8
OctaCDF		0,001	0,0003	25,7
I-TEQ				23,9
WHO-TEQ 2005				23,5


Die Messunsicherheit wurde nach DIN ISO 11352:2013-03 abgeleitet. Sie stellt die erweiterte Unsicherheit dar und wurde mit einem Erweiterungsfaktor von k=2 erhalten. Dies entspricht einem Vertrauensniveau von ungefähr 95 %.

TE-Faktoren nach WHO 2005 (WHO-TEF) sowie Angaben zur relativen erweiterten Messunsicherheit der analytischen Bestimmung der dl-PCB (WHO-PCB)

PCB Kongener	Strukturformel	WHO 2005	Relative Messunsicherheit %
non-ortho PCB			
PCB 77		0,0001	29,3
PCB 81		0,0003	27,7
PCB 126		0,1	29,5
PCB 169		0,03	30,4
mono-ortho PCB			
PCB 105		0,00003	37,3
PCB 114		0,00003	30,7
PCB 118		0,00003	34,2
PCB 123		0,00003	50,4
PCB 156		0,00003	34,3
PCB 157		0,00003	31,4
PCB 167		0,00003	27,5
PCB 189		0,00003	34,7
WHO-TEQ 2005			28,6

Die Messunsicherheit wurde nach DIN ISO 11352:2013-03 abgeleitet. Sie stellt die erweiterte Unsicherheit dar und wurde mit einem Erweiterungsfaktor von k=2 erhalten. Dies entspricht einem Vertrauensniveau von ungefähr 95 %.

Relative erweiterte Messunsicherheit für die Bestimmung von Benzo[a]pyren mittels HRGC/LRMS unter Verwendung eines internen deuterierten Benzo[a]pyren-Standards

PAK-Komponente	Strukturformel	Relative Messunsicherheit %
Benzo[a]pyren		24,0

Die Messunsicherheit wurde nach DIN ISO 11352:2013-03 abgeleitet. Sie stellt die erweiterte Unsicherheit dar und wurde mit einem Erweiterungsfaktor von $k=2$ erhalten. Dies entspricht einem Vertrauensniveau von ungefähr 95 %.