MÜLLER-BBM

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Köln
Heinrich-Hertz-Straße 13
50170 Kerpen

[redacted]

www.MuellerBBM.de

[redacted]

17. November 2021
M163767/03 Version 1 BLO/scl

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen

Theo Steil GmbH

Kondirator (EQ2)

Bericht Nr. M163767/03

Betreiber:	Theo Steil GmbH Ostkai 6 54293 Trier
Standort:	Ostkai 6 54293 Trier
Bericht erstellt von:	[redacted]
Datum der Messungen:	23.09.2021

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

Geschäftsführer:

[redacted]

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX : 17.11.2021

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen

Name der nach § 29b BImSchG bekannt gegebenen Stelle	Müller-BBM GmbH
Befristung der Bekanntgabe nach § 29b BImSchG	Bekanntgabe durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU Bayern), gültig bis 05.12.2024
Berichtsnummer	M163767/03
Datum	**17. November 2021**
Betreiber	Theo Steil GmbH Ostkai 6 54293 Trier
Standort	Ostkai 6 54293 Trier
Art der Messung	Messung von gas- und partikelförmigen Emissionen
Auftragsnummer	[redacted]
Auftragsdatum	05.07.2021
Messtermin	23.09.2021
Berichtsumfang	64 Seiten, davon 29 Seiten Anlagen
Aufgabenstellung	wiederkehrende Messungen zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen gemäß Genehmigungsbescheid

Zusammenfassung

Anlage	Kondirator
Betriebszeiten	ganzjährig, täglich von 07:00 – 20:00 Uhr
Emissionsquelle	Kamin – Kondirator
Messkomponenten	Gesamtstaub, Arsen, Cadmium, Quecksilber, Thallium, Blei, Cobalt, Nickel, Selen, Tellur, Antimon, Chrom, Kupfer, Mangan, Vanadium, Zinn, wasserlösliche Cobalt-Verbindungen, Cyanide, Fluoride, Benzo(a)pyren, Benzol, Dioxine/Furane, Asbestfasern, biopersistente Keramik- und Mineralfasern, Gesamtkohlenstoff
Quellennummer	EQ2
Messergebnisse	siehe nachfolgende Tabelle(n)

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Tabelle 0.1. Zusammenfassung der Messergebnisse – Massenkonzentrationen.

Komponente			Einheit	Y_{max}-U_P *)	Y_{max}+U_P *)	Grenzwert	Betriebszustand
Benzol			mg/m³,N	0	0	1	135,4 t/h Mischschrotte
Staub			mg/m³,N	10	12	20	135,4 t/h Mischschrotte
C Ges			mgC/m³,N	18	24	50	135,4 t/h Mischschrotte
Hg	**Klasse I 5.2.2 TA Luft**		mg/m³,N	0,00	0,00	0,05	135,4 t/h Mischschrotte
Tl	**Klasse I 5.2.2 TA Luft**		mg/m³,N	0,00	0,00	0,05	135,4 t/h Mischschrotte
Summe Pb, Co, Ni, Se, Te	**Klasse II 5.2.2 TA Luft**		mg/m³,N	0,0	0,0	0,5	135,4 t/h Mischschrotte
Summe Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, CN, F	**Klasse III 5.2.2 TA Luft**		mg/m³,N	0	0	1	135,4 t/h Mischschrotte
Summe Hg, Tl, Pb, Co, Ni, Se, Te, Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, CN, F	**Klasse I-III 5.2.2 TA Luft**		mg/m³,N	0	0	1	135,4 t/h Mischschrotte
Summe As,B(a)P,Cd, Co (wasserl.)	**Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft**	1)	mg/m³,N	0,00	0,00	0,05	135,4 t/h Mischschrotte
PCDD/F	**I-TEQ**	1)	ng/m³,N	0,0	0,0	0,1	135,4 t/h Mischschrotte

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

Komponente	Einheit	Y_{max}	$Y_{max\ oEWB}$	Grenzwert	Betriebszustand
Asbestfasern	Fasern/m³,N	1737	9679	10.000	135 t/h Mischschrotte
Biopersistente Keramikfasern	Fasern/m³,N	1810	10084	15.000	135 t/h Mischschrotte
Biopersistente Mineralfasern	Fasern/m³,N	22366	38643	50.000	135 t/h Mischschrotte

Y_{max}: maximaler Messwert
oEWB: oberer Erwartungsbereich

Tabelle 0.2. Zusammenfassung der Messergebnisse – Massenströme.

Komponente			Einheit	Y_{max}-U_P *)	Y_{max}+U_P *)	Grenzwert	Betriebszustand
Benzol			g/h	4	9	-	135,4 t/h Mischschrotte
Staub			kg/h	1,0	1,2	-	135,4 t/h Mischschrotte
C Ges			kg/h	1,8	2,3	-	135,4 t/h Mischschrotte
Hg	**Klasse I 5.2.2 TA Luft**		g/h	0,31	0,40	0,25	135,4 t/h Mischschrotte
Tl	**Klasse I 5.2.2 TA Luft**		g/h	0,00	0,00	0,25	135,4 t/h Mischschrotte
Summe Pb, Co, Ni, Se, Te	**Klasse II 5.2.2 TA Luft**		g/h	2,0	2,5	2,5	135,4 t/h Mischschrotte
Summe Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, CN, F	**Klasse III 5.2.2 TA Luft**		g/h	3	4	5	135,4 t/h Mischschrotte
Summe Hg, Tl, Pb, Co, Ni, Se, Te, Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, CN, F	**Klasse I-III 5.2.2 TA Luft**		g/h	5,0	6,3	-	135,4 t/h Mischschrotte
Summe As,B(a)P,Cd, Co (wasserl.)	**Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft**	1)	g/h	0,15	0,20	0,15	135,4 t/h Mischschrotte
PCDD/F	**I-TEQ**	1)	µg/h	0,16	1,19	0,25	135,4 t/h Mischschrotte

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

Zeichenerklärung:

*): Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht
Y_{max}: maximaler Messwert
U_P: Messunsicherheit

Die angegebenen Massenkonzentrationen beziehen sich auf das trockene Abgas im Normzustand (273 K, 1013 hPa).

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Anmerkung:

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Inhaltsverzeichnis

1	**Formulierung der Messaufgabe**	**6**
1.1	Auftraggeber	**6**
1.2	Betreiber	**6**
1.3	Standort	**6**
1.4	Anlage	**6**
1.5	Messzeit (Datum)	**6**
1.6	Anlass der Messung	**6**
1.7	Aufgabenstellung	**6**
1.8	Messobjekte	**8**
1.9	Ortsbesichtigung vor Messdurchführung	**8**
1.10	Messplanabstimmung	**8**
1.11	An den Arbeiten beteiligte Personen	**8**
1.12	Beteiligung weiterer Institute	**8**
1.13	Fachlich Verantwortlicher	**8**
2	**Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe**	**9**
2.1	Art der Anlage	**9**
2.2	Beschreibung der Anlage	**9**
2.3	Beschreibung der Emissionsquelle	**9**
2.4	Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe	**9**
2.5	Betriebszeiten	**9**
2.6	Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen	**9**
3	**Beschreibung der Probenahmestelle**	**11**
3.1	Lage des Messquerschnittes	**11**
3.2	Abmessungen des Messquerschnittes	**11**
3.3	Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt	**11**
3.4	Anzahl und Größe der Messöffnungen (Messstutzen)	**11**
4	**Mess- und Analysenverfahren, Geräte**	**12**
4.1	Abgasrandbedingungen	**12**
4.2	Kontinuierliche Messverfahren	**13**
4.3	Diskontinuierliche Messverfahren	**14**
5	**Betriebszustand der Anlage während der Messungen**	**28**
5.1	Produktionsanlage	**28**
5.2	Abgasreinigungsanlagen	**28**
6	**Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion**	**29**
6.1	Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen	**29**
6.2	Messergebnisse	**29**
6.3	Messunsicherheiten	**33**
6.4	Plausibilitätsprüfung	**34**
7	**Anlagen**	**36**

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

1 Formulierung der Messaufgabe

1.1 Auftraggeber

Theo Steil GmbH
Ostkai 6
54293 Trier

1.2 Betreiber

Theo Steil GmbH
Ostkai 6
54293 Trier

Ansprechpartner	Herr Frank Eiden [redacted]
Betreiber-/Arbeitsstätten-Nr.	300-0200575

1.3 Standort

Ostkai 6
54293 Trier – Hafen
Gemarkung: Trier-Pfalzel, Flur: 18, Flurstück: 14/41

1.4 Anlage

Kondirator – Anlage zum Zerkleinern von Schrott durch Rotormühlen mit einer Nennleistung des Rotorantriebes von 500 Kilowatt oder mehr

genehmigungsbedürftig gemäß BImSchG i. V. mit 8.9.1.1 des Anhangs 1 zur 4. BImSchV, in der Fassung der Bekanntmachung vom 31.05.2017 (BGBl. I, Nr. 33, S. 1440 vom 08.06.2017)

1.5 Messzeit (Datum)

Datum der Messung	23.09.2021
Datum der letzten Messung	08.10. + 09.10.2018
Datum der nächsten Messung	2024

1.6 Anlass der Messung

wiederkehrende Messung zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen

1.7 Aufgabenstellung

Messung gemäß nachstehendem Genehmigungsbescheid

Genehmigungsbehörde	Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord
Genehmigungsbescheid	Az. 314-23-211-7/1975-02 Änderungsgenehmigung vom 20.12.2011 und nachträglicher Anordnung vom 31.10.2007
Überwachungsbehörde	Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

„II. Durchzuführende Maßnahmen / einzuhaltende Anforderungen

Die im Abgas des Abluftkamins der Schredderanlage enthaltenen staubförmigen Emissionen dürfen die Massenkonzentration von 20 mg/m³ im Normzustand (0 °C, 1013 mbar) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf nicht überschreiten.

Die Emissionen nachstehend genannter krebserzeugender Stoffe dürfen folgende Massenkonzentrationen im Normzustand (0 °C, 1013 mbar) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf nicht überschreiten:

a)	*Summe an* *Arsen und seinen Verbindungen,* *Benzo(a)pyren,* *Cadmium und seinen Verbindungen,* *wasserlösliche Cobaltverbindungen, angegeben als Co*	*0,05 mg/m³*
Die Emissionsbegrenzung gilt ab einem Massenstrom von		*0,15 g/h*
b)	*Benzol*	*1 mg/m³*
Die Emissionsbegrenzung gilt ab einem Massenstrom von		*2,5 g/h*
c)	*Asbestfasern*	*1 x 10^4 Fasern/m³*
	Biopersistente Keramikfasern	*1,5 x 10^4 Fasern/m³*
	Biopersistente Mineralfasern	*5 x 10^4 Fasern/m³*
d)	*Dioxine und Furane* *angegeben als Summenwert nach Anhang 5 TA Luft*	*0,1 ng/m³*
Die Emissionsbegrenzung gilt ab einem Massenstrom von		*0,25 µg/h*

Die Emissionen nachstehend genannter staubförmiger anorganischer Stoffe dürfen folgende Massenkonzentrationen im Normzustand (0 °C, 1013 mbar) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf nicht überschreiten:

a)	*Summe an* *Quecksilber und seinen Verbindungen* *Thallium und seinen Verbindungen*	*0,05 mg/m³*
Die Emissionsbegrenzung gilt ab einem Massenstrom von		*0,25 g/h*
b)	*Summe an* *Blei und seinen Verbindungen* *Cobalt und seinen Verbindungen* *Nickel und seinen Verbindungen* *Selen und seinen Verbindungen* *Tellur und seinen Verbindungen*	*0,5 mg/m³*
Die Emissionsbegrenzung gilt ab einem Massenstrom von		*2,5 g/h*
c)	*Summe an* *Antimon und seinen Verbindungen* *Chrom und seinen Verbindungen* *Kupfer und seinen Verbindungen* *Mangan und seine Verbindungen* *Vanadium und seinen Verbindungen* *Zinn und seinen Verbindungen* *Cyanide, leicht löslich, angegeben als CN* *Fluoride, leicht löslich, angegeben als F*	*1 mg/m³*
Die Emissionsbegrenzung gilt ab einem Massenstrom von		*5 g/h*

d) Die Emissionen der unter a) – c) genannten Stoffe im Abgas dürfen in Summe 1 mg/m³ nicht überschreiten.

Die Emissionen an organischen Stoffen dürfen die Massenkonzentration von 50 mg/m³, angegeben als Gesamt-C im Normzustand (0 °C, 1013 mbar) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf, nicht überschreiten.“

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

1.8 Messobjekte

Abgasrandbedingungen	Temperatur, Druck, Feuchte, Volumenstrom
gasförmige Emissionen	Benzol, Gesamtkohlenstoff
partikelförmige Emissionen	Gesamtstaub, Staubinhaltsstoffe (As, Cd, Co, Hg, Tl, Pb, Ni, Se, Te, Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn), Cyanide, Fluoride
faserförmige Emissionen	Asbest, biopersistente Keramik- und Mineralfasern
Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe	Dioxine und Furane, Benzo(a)pyren

1.9 Ortsbesichtigung vor Messdurchführung

keine Ortsbesichtigung durchgeführt

☒ da mit den vorherigen Messungen an dieser Anlage befasst

Messbedingungen entsprechend DIN EN 15259

☐ vorgefunden

☒ nicht vorgefunden (Maßnahmen siehe Abschnitt 3)

1.10 Messplanabstimmung

Die Messplanung wurde mit dem Auftraggeber abgestimmt und der zuständigen Aufsichtsbehörde am 08.09.2021 in Form einer Messmitteilung übermittelt.

1.11 An den Arbeiten beteiligte Personen

[redacted]

1.12 Beteiligung weiterer Institute

PCDD/F- und B(a)P-Analytik	mas münster analytical solutions gmbh Technologiepark Münster Wilhelm-Schickard-Str. 5 48149 Münster

1.13 Fachlich Verantwortlicher

Name

Telefon-Nr.

E-Mail-Adresse

[redacted]

Asbest und biopersistente Mineral- und Keramikfasern

Name

Telefon-Nr.

E-Mail-Adresse

[redacted]

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

2 Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

2.1 Art der Anlage

Kondirator – Anlage zum Zerkleinern von Schrott durch Rotormühlen mit einer Nennleistung des Rotorantriebes von 500 Kilowatt oder mehr

genehmigungsbedürftig gemäß BImSchG i. V. mit 8.9.1.1 des Anhangs 1 zur 4. BImSchV, in der Fassung der Bekanntmachung vom 31.05.2017 (BGBl. I, Nr. 33, S. 1440 vom 08.06.2017)

2.2 Beschreibung der Anlage

Die Fa. Theo Steil GmbH betreibt in ihrem Werk in Trier Anlagen zum Zerkleinern von Schrott.

Der Mischschrott wird nach Aufgabe durch einen Bagger mittels Zuführschurre der Kondiratoranlage zugeleitet. Ein Kondirator ist eine Rotormühle für höheren Schrottdurchsatz und kann auf die Schrottgüte bezogen, in der Rotordrehzahl geregelt werden. Das Zerkleinerungsgut wird solange in der Mühle den Hämmern ausgesetzt, bis es größenmäßig durch ein Rostsieb auf das weiterführende Band gelangt. Gleichzeitig wird in dem Sichter die flugfähige Leichtfraktion abgetrennt. Aus der verbleibenden Schwerfraktion wird an der Magnetstation der Eisen- und Stahlschrott abgezogen und einem weiterführenden Band zum nochmaligen manuellen Aussortieren aufgegeben. Die Entstaubung der Kondiratoranlage erfolgt über einen Venturi-Nasswäscher und einen Zyklon.

Technische Daten

Hersteller	Lindemann GmbH
Baujahr	2003
Leistung	ca. 100 – 150 t/h (Input) (laut Hersteller)

2.3 Beschreibung der Emissionsquelle

Emissionsquelle	Kamin
Höhe über Grund	35 m
Austrittsfläche	0,95 m²
Rechtswert/Hochwert	2550320/5517370
Bauausführung	Stahlkamin

2.4 Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

verschiedene Schrottsorten, Mischschrott, Autokarossen u. a.

2.5 Betriebszeiten

2.5.1 Gesamtbetriebszeit

ganzjährig, täglich von 07:00 – 20:00 Uhr

2.5.2 Emissionszeit nach Betreiberangaben

wie Gesamtbetriebszeit

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen

2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

2.6.1.1 Anlage zur Emissionserfassung

Die Anlagenteile werden direkt abgesaugt. Mittels eines Ventilators wird das Abgas über einen Zyklon und Venturiwäscher geleitet.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

2.6.1.2 Erfassungselement

angeschweißte bzw. angeflanschte Abgaskanäle

2.6.1.3 Ventilatorkenndaten

Fabrikat	Carduck
Typ	SGR85E1000 N3/KV
Druckdifferenz	5.380 Pa
Baujahr	2002
Volumenstrom	26,18 m³/s

2.6.1.4 Ansaugfläche

keine Angaben

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

Zyklonanlage

Hersteller / Typ	Metso Lindemann
Baujahr	2002
Anzahl der Einzelzyklone	1 (Mühlenentstaubung)
Nennleistung des Saugzugventilators	s. u.
Art des Staubaustrages	Zellenradschleuse
Gasvolumenstrom	s. u.
Wartungsintervalle	wöchentlich/nach Bedarf
letzte Wartung	17.09.2021

Nassabscheider 2 (Füllkörperkolonne)

Hersteller / Typ	Metso Lindemann
Baujahr	2003
Art der Waschflüssigkeit	Wasser
Arbeitsprinzip des Nassabscheiders	Venturiwäscher
Menge der frischen zugesetzten Waschflüssigkeit	Ersatz des Verlustes
Rhythmus der Waschflüssigkeitserneuerung	wöchentlich
pH-Wert	keine Anzeige
Temperatur der Waschflüssigkeit im Vorlagebehälter	ca. 20 °C
letzte Erneuerung der Waschflüssigkeit im Absetzbecken	wöchentlich
Bauart des nachgeschalteten Tropfenabscheiders	entfällt
Nennleistung des Saugzugventilators	93.600 m³/h
Wartungsintervalle	nach Bedarf
letzte Wartung	17.09.2021

2.6.3 Einrichtung zur Kühlung des Abgases

Es sind keine Einrichtungen zur Kühlung der Abgase installiert.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

3 Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Lage des Messquerschnittes

Die Messstelle liegt	☒ im Freien	☐ im Gebäude
	☐ vor Saugzug	☒ nach Saugzug
	☐ im Abgaskanal	☒ im Kamin
Die Probenahmestelle liegt	ca. 10 m	über Bodenniveau.
Zugang	Treppe, Steigleiter, und Messbühne	
Lage Messstrecke	vertikal im Kamin	
Länge Ein-/Auslaufstrecke	1,2 m / 0,3 m	
hydraulischer Durchmesser d_h	1,4 m	
Erfüllung Empfehlungen nach DIN/EN 15259, Punkt 6.2.1 b)	nein, Ein- und Auslaufstrecke zu kurz)	

Winkel zwischen Gasstrom und Mittelachse < 15°	ja
keine lokale negative Strömung	ja
Mindestgeschwindigkeit entsprechend Messverfahren	ja
Verhältnis höchste zu niedrigste Geschwindigkeit maximal 3 : 1	ja
Erfüllung Anforderungen nach DIN/EN 15259, Punkt 6.2.1 c)	ja

3.2 Abmessungen des Messquerschnittes

geometrische Form	kreisförmig, ∅ 1,4 m
Fläche	A = 1,54 m²

3.3 Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

Anzahl der Messachsen	2 um 90° zueinander versetzt
Anzahl der Messpunkte/Achse	je 6

Gemäß DIN EN 15259 wird zur Kompensation der zu kurzen Ein- und Auslaufstrecke das Messnetz im Kamin (Messpunkte pro m² für staubförmige Emissionen) verdichtet.

Die Ermittlung des Strömungsbildes der durchgeführten Messungen zeigt, dass die vorhandene Gestaltung der Messstelle unter o. g. Voraussetzung der Verdichtung des Messnetzes eine repräsentative Probenahme ermöglichte.

Die Lage der Messpunkte wird entsprechend der Richtlinie DIN EN 15259 ermittelt.

Gültige Homogenitätsprüfung

☒ liegt nicht vor	☐ Messquerschnitt < 0,1 m², Messung an einem Punkt zulässig, keine Homogenitätsprüfung erforderlich
	☐ nicht erforderlich, nur Staubmessungen (immer Netzmessungen)
	☒ nicht erforderlich, da alle Komponenten durch Netzmessungen erfasst werden

3.4 Anzahl und Größe der Messöffnungen (Messstutzen)

Anzahl	2
Größe	Ø 3“

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

Messverfahren	Prandtl'sches Staurohr in Verbindung mit elektronischem Mikromanometer
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente pdyn
Erfassung	durch Netzmessungen mit handschriftlicher Dokumentation

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin

Messverfahren	elektronisches Mikromanometer
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente pstat

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

Messverfahren	Digitalbarometer
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente patm

4.1.4 Abgastemperatur

Messverfahren	Thermowiderstand, Pt 1000
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente T
Erfassung	einmalig vor Beginn der Messung (Anlagenbetrieb mit gleichbleibenden Abgasrandbedingungen)

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

Messverfahren	kapazitive Feuchtemessung
alternatives Mesverfahren	Bestimmung der relativen Feuchte über den elektrischen Widerstand einer feuchteempfindlichen Polymerschicht
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1Z07
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente H_2O
Anmerkung	Die Anwendung des Messverfahrens ist möglich, da der Feuchtegehalt des Abgases außerhalb des validierten Messbereichs des Standardreferenzmessverfahren liegt (Wasserdampfkonzentrationen im feuchten Abgas < 29 g/m^3 bzw. > 250 g/m^3).

4.1.6 Abgasdichte

berechnet unter Berücksichtigung der natürlichen 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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

4.2 Kontinuierliche Messverfahren

4.2.1 Messobjekte

gasförmige organische Stoffe, angegeben als Gesamt-C

4.2.2 Messverfahren

Gesamt-C (Flammenionisationsdetektor (FID))	DIN EN 12619 (04 - 2013)
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1I02 (Gesamt-C)

4.2.3 Analysatoren

organische Gase

Gesamt-C (Hersteller/Typ/Nummer/…)	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Ges-C

4.2.4 Eingestellter Messbereich

Gesamt-C	0... 161 mgC/m³

4.2.5 Messplatzaufbau

organische Gase (FID)

Entnahmesonde	Edelstahl, beheizt auf Abgastemperatur, Länge 1,5 m
Partikelfilter	Quarzwatte gestopft im Filtergehäuse aus Titan, außenliegend, beheizt auf 180 °C
Probegasleitung zum FID	Länge ca. 25 m, PTFE-Leitung, beheizt auf 180 °C
Werkstoff der gasführenden Teile	Edelstahl, Titan, PTFE
Messgasaufbereitung	entfällt

4.2.6 Überprüfung der Gerätekennlinie

Prüfgas	**Propan C_3H_8**
Hersteller	Westfalen
Flaschennummer	504152039
Konzentration	129 mg/m³
Rest	synth. Luft
Analysentoleranz	± 2 %
zertifiziert	Hersteller
Datum	09.12.2019
Stabilitätsgarantie	24 Monate
Garantiezeit eingehalten	ja

Nullgas	synthetische Luft
Überprüfung des Zertifikates	mit DKD-zertifizierten Prüfgasen gemäß Müller-BBM Arbeitsanweisungen
Aufgabe durch das gesamte Probenahmesystem	ja

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

4.2.7 90 % Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

ca. 35 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 15058, 14792, 14789 (Unsicherheitsbilanz), regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	druckfreie Prüfgasaufgabe an der Lanzenspitze
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3 Diskontinuierliche Messverfahren

4.3.1 Gas- und dampfförmige Emissionen

4.3.1.1 Gasförmige organische Stoffe: Aktivkohleproben/GCMS (Benzol)

4.3.1.1.1 Messverfahren

VDI 2457, Blatt 1 (11 – 1997)	Messen gasförmiger Emissionen – Chromatographische Bestimmung organischer Verbindungen – Grundlagen
DIN CEN/TS 13649 (03 – 2015)	Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von gasförmigen organischen Einzelverbindungen – Sorptive Probenahme und Lösemittelextraktion oder thermische Desorption
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1I04; 16-2I04
	Die Probenahme erfolgt durch Anreicherung auf Aktivkohle. Im Labor werden die Analyten mit Lösemittel desorbiert und mittels Kapillar-GC/MS analysiert.

4.3.1.1.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Partikelabscheidung/beheizte Probenahme/Adsorption/Gasprobennehmer
Entnahmesonde	Titan, beheizt auf 180 °C, Länge 1,5 m
Partikelfilter	Quarzwatte gestopft in der Sondenöffnung innenliegend, beheizt auf Abgastemperatur, Material: Quarzfaser
Probegasleitung	entfällt
Werkstoff der gasführenden Teile	Titan, Glas

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Ab-/Adsorptionseinrichtung	Adsorptionsröhrchen, mit Aktivkohle gefüllt
Sorptionsmittel	Aktivkohle-Sorptionsröhrchen, Dräger Typ G
Sorptionsmittelmenge	Adsorptionsschicht 750 mg/Röhrchen, Nachschaltschicht 250 mg/Röhrchen
Probenahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Benzol
eingestellter Durchfluss	ca. 0,06 m³/h
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,6 m
Probentransfer	beidseitig verschlossene Röhrchen in gekühlter, dunkler Lagerung
Analysendatum	26.10.2021
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.1.1.3 Analytische Bestimmung

Beschreibung des Analysenverfahrens	Die Analyten werden mit Lösemittel desorbiert. Die Analyse erfolgt mittels Kapillar-GC/MS. Die Auswertung wird nach der Methode des internen Standards (Toluol d8) durchgeführt.
Aufarbeitung des Probenmaterials	Die Analyten werden mit 2 ml CS_2 eluiert.
Analysengeräte (Hersteller/Typ)	Gaschromatograph: Varian CP 3800 MS: Varian Saturn 2200 Kapillarsäule: VF-5 MS, 60 m x 0,32 mm x 0,25 µm
Analysenbedingungen	GC Temperaturen: 3 min isotherm bei 40 °C; Aufheizrate 5 °C/min auf 80 °C; 6 min halten; Aufheizrate 20 °C/min auf 250 °C, 5 min halten Injektion: split Trägergas: Helium MS Bedingungen: SCAN 40…200
Standards	jeweiliger Analyt als Reinsubstanz Toluol d8 als interner Standard

4.3.1.1.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit)	können weitgehend ausgeschlossen werden, da die Detektion der Einzelkomponenten durch deren charakteristische Massenfragmente und Retentionszeit erfolgt. Ähnliche Stellungsisomere werden als Summe angegeben.
absolute Bestimmungsgrenze	0,001 mg/Probe
relative Bestimmungsgrenze	0,03 mg/m³ bei 0,03 Nm³ Probegasvolumen
Analysenunsicherheit	4,0 % vom Messwert

4.3.1.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Doppelbestimmungen, Blindwertbestimmungen, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	Durchflusskontrolle
Messunsicherheit	siehe 6.3

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

4.3.2 Partikelförmige Emissionen

4.3.2.1 Gesamtstaub

4.3.2.1.1 Messverfahren

VDI 2066, Blatt 1 (05 – 2021)	Messen von Partikeln - Staubmessungen in strömenden Gasen - Gravimetrische Bestimmung der Staubbeladung
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-2D01 (Vorbehandlung und Wägung von Filtermaterialien) 16-1D01 (Staub in geringen Konzentrationen messen DIN 13284 und VDI 2066 Bl. 1)
Durchführung der Probenahme	isokinetische Entnahme eines staubbeladenen Teilgasvolumens aus dem Hauptvolumenstrom und Abscheidung des enthaltenen Staubes durch ein Rückhaltesystem, Gravimetrie

4.3.2.1.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Absaugdüse, Partikelfilter, Lanze, Kondensatgefäß mit Trockenturm, Pumpe mit Gasuhr und Temperaturfühler
Entnahmesonde	Titan, beheizt auf Abgastemperatur, Länge 1,5 m
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
Probenahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Staub
eingestellter Durchfluss	gemäß Isokinetik
Transport und Lagerung	Filter in Rundbehältern aus PE oder Polystyrol, Sondenspüllösung in dichten Glasgefäßen

4.3.2.1.3 Behandlung des Abscheidemediums und der Ablagerungen

Trocknungstemperatur vor und nach der Beaufschlagung	180 °C/160 °C
Trocknungszeit vor und nach der Beaufschlagung	≥ 1 h
Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Filter	mindestens 1-mal Spüllösung pro Messreihe und Tag
Behandlung der Spüllösungen	eindampfen, trocknen, abkühlen analog Planfilter
Äquilibrierung vor und nach der Beaufschlagung	24 h/24 h klimatisierter Wägeraum
Waage	
Typ/Hersteller/Prüfmittelnummer	Analysenwaage MSA225-100-DA/Sartorius/8033 bzw. Analysenwaage MSA225-100-DI/Sartorius/8034
letzte Überprüfung	arbeitstäglich sowie jährlich im Rahmen des Qualitätsmanagements Müller-BBM

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

4.3.2.1.4 Verfahrenskenngrößen

absolute Bestimmungsgrenze	0,3 mg (Planfilter) 0,3 mg (Spüllösung)
relative Bestimmungsgrenze	0,3 mg/m³ bei 1 m³ Probegasvolumen
Blindwertbestimmungen	Planfilter M499: 0,74 mg Spüllösung CH24: 1,2 mg Die Blindwerte wurden von den Analysewerten abgezogen.
Bestimmung der Ablagerungen	CH26: 1,2 mg
Analysenunsicherheit	0,3 mg (Planfilter) 0,3 mg (Spüllösung)

4.3.2.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

jährliche Wartung der Waage (Hersteller), vor jeder Wägeserie Überprüfung mit Gebrauchsnormal

Doppelbestimmungen, Blindwertbestimmungen, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	Durchflusskontrolle
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3.2.2 Staubinhaltstoffe und an Staub adsorbierte chemische Verbindungen (Metalle, Halbmetalle und ihre Verbindungen) einschließlich filtergängiger Anteile

4.3.2.2.1 Messverfahren

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

4.3.2.2.2 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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Abscheidemedium (Typ/Durchmesser/Hersteller)	Quarzfaser-Planfilter / Typ MK 360 Blattdurchmesser 45 mm Munktell Filter AB, Schweden ohne organische Bindemittel, hohe Schwermetallreinheit

Rückhaltesystem für filtergängige Stoffe

Absorptionseinrichtung	zwei parallele Waschflaschenstraßen mit je 2 Impinger-Waschflaschen und einem Tropfenabscheider in Reihe
Sorptionsmittel	verdünnte HNO_3-Lösung mit H_2O_2-Zusatz
Sorptionsmittelmenge	40 ml je Impingerwaschflasche
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,6 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; Sondenspüllösung und Absorptionslösungen ungekühlt in PE-Gefäßen
Probenahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente SIS
eingestellter Durchfluss	gemäß Isokinetik
Analysendatum	Filter 06.+07.10.2021 Lösung 28.09.2021
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.2.2.3 Aufbereitung und Auswertung der Messfilter und der Absorptionslösungen

Messfilter (Aufarbeitung des Probenmaterials)	Mikrowellendruckaufschluss mit HNO_3/H_2O_2 und Flusssäure
Messfilter (Co wasserlöslich)	Elution mit H_2O
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)
Analysebedingungen	Hot Plasma (ca. 8.000 K)
Standard	6-Punkt-Kalibrierung der Analyten mit geeignetem, massenabhängigem internen Standard (Rhodium, Scandium, Ruthenium, Germanium, Rhenium)

4.3.2.2.4 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/m³ weitere Elemente: 0,25 µg/m³ bei 50 ml Aufschlusslösung und 1 m³ Probegasvolumen bzw. Cd/Tl: 0,1 µg/m³ weitere Elemente: 1,0 µg/m³ bei 100 ml Absorptionslösung und 1 m³ Probegasvolumen

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Analysenunsicherheit	3,5 % (bestimmt aus Kontrollstandards und Doppelbestimmungen)

4.3.2.2.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen

Element	Planfilter M259	Absorptionslösung BW3
Cd	< 0,0005 mg/l	< 0,0005 mg/l
Tl	< 0,0005 mg/l	< 0,0005 mg/l
Sb	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
As	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Pb	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Cr	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Co	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Cu	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Mn	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Ni	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
V	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Sn	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l

Doppelbestimmungen, Blindwertbestimmungen, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	Durchflusskontrolle
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3.2.3 Quecksilber

4.3.2.3.1 Messverfahren

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

4.3.2.3.2 Messplatzaufbau

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Werkstoff der gasführenden Teile	Titan, Glas
Ab-/Adsorptionseinrichtung	zwei Muenke-Waschflaschen in Reihe, dritte Waschflasche als Tropfenfänger
Sorptionsmittel	schwefelsaure $KMnO_4$-Lösung
Sorptionsmittelmenge	40 ml je Waschflasche
Probenahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Hg
eingestellter Durchfluss	ca. 2 m³/h
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,6 m
Probentransfer	Planfilter in Rundbehältern aus PE; Absorptionslösungen ungekühlt in 250-ml-Duranglas-Flaschen oder in 250-ml-PE-Flaschen
Analysendatum	Filter 08.10.2021 Lösung 01.10.2021
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.2.3.3 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_2O_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

4.3.2.3.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit)	keine bekannt
absolute Bestimmungsgrenze	0,010 µg/Probe
relative Bestimmungsgrenze	0,2 µg/m³ bei 0,05 Nm³ (Absorptionslösung) 0,01 µg/m³ bei 1 Nm³ (Planfilter)
Analysenunsicherheit	4,0 % vom Messwert

4.3.2.3.5 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	Durchflusskontrolle
Messunsicherheit	siehe 6.3

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

4.3.2.4 Leichtlösliche Cyanide/Fluoride

4.3.2.4.1 Messverfahren

Hausverfahren IFA 6725 (11 – 2012)	Bestimmung des Cyanidgehaltes mittels ionensensitiver Elektrode
Hausverfahren VDI 2470, Blatt 1 (10 – 1975)	Bestimmung des Fluoridgehaltes mittels ionensensitiver Elektrode
Durchführung der Probenahme	isokinetische Entnahme eines staubbeladenen Teilgasvolumens aus dem Hauptvolumenstrom und Abscheidung des enthaltenen Staubes durch ein Rückhaltesystem
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1D01 (Staub geringe Konzentrationen messen DIN 13284 und VDI 2066 Bl. 1) 16-1A13; 16-2A1316-1A02; 16-2A02

4.3.2.4.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Absaugdüse, Partikelfilter, Kondensatgefäß mit Trockenturm, Pumpe mit Gasuhr und Temperaturfühler
Entnahmesonde	Titan, beheizt auf Abgastemperatur, Länge 1,5 m
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
Probentransfer	Filter in Rundbehältern aus PE oder Polystyrol, Sondenspüllösung in dichten Glasgefäßen
Probenahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Cyanide/Fluoride
eingestellter Durchfluss	gemäß Isokinetik
Analysendatum	07.10.2021 (Cyanide) 04.10.2021 (Fluoride)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.2.4.3 Aufbereitung und Auswertung der Messfilter

Messfilter (Aufarbeitung des Probenmaterials)	wässrige Extraktion des Filters
Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung des Cyanidgehaltes/Fluoridgehaltes mittels ionensensitiver Elektrode
Analysengeräte (Hersteller/Typ)	Cyanid-Elektrode Mettler Toledo perfectION pH-Elektrode Mettler Toledo InLab Micro Pro-ISM Fluorid-Elektrode Mettler Toledo perfectION pH-Elektrode Mettler Toledo InLab Micro Pro-ISM
Standard	Kaliumzinkcyanid-Lösung, Standardkalibrierverfahren Natriumfluorid-Lösung, Standardkalibrierverfahren

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

4.3.2.4.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeiten)	Sulfide (müssen vor der Analyse ausgefällt werden), einige Schwermetalle wie Cd, Zn, Ag, Ni, Cu, Fe und Hg komplexieren das Cyanid-Ion und können zu Minderbefunden führen.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	0,003 mg/m³ bei 1 Nm³ Probegasvolumen
Analysenunsicherheit	5,0 % vom Messwert (Cyaniden) 2,0 % vom Messwert (Fluoriden)

4.3.2.4.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Doppelbestimmungen, Blindwertbestimmungen, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	Durchflusskontrolle
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3.2.5 Faserförmige Emissionen (Asbestfasern, biopersistente Mineralfasern, biopersistente Keramikfasern)

4.3.2.5.1 Messverfahren

VDI 3861, Blatt 2 (01 – 2008)	Messen von Emissionen – Messen anorganischer faserförmiger Partikeln im strömenden Reingas; Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1M02; 19-23 16-1D01 (Staub geringe Konzentrationen messen DIN 13284 und VDI 2066 Bl. 1)
Durchführung der Probenahme	isokinetische Entnahme eines Teilgasvolumens aus dem Hauptvolumenstrom und Abscheidung der mit dem Staub auf dem Filter abgeschiedenen Fasern durch ein Rückhaltesystem

4.3.2.5.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Absaugdüse, Partikelfilter, Lanze, Kondensatgefäß mit Trockenturm, Pumpe mit Gasuhr und Temperaturfühler
Entnahmesonde	Titan, beheizt auf Abgastemperatur, Länge 1,5 m
Partikelfilter	Kernporenfilter im Filtergehäuse aus Titan, innenliegend, unbeheizt, parallel zur Strömungsrichtung positioniert
Abscheidemedium (Typ/Durchmesse/Hersteller)	goldbedampfter Feinstfilter/Kernporenfilter; Porenweite 0,8 µm
Probenahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Fasern
eingestellter Durchfluss	gemäß Isokinetik
Transport und Lagerung	Filter mit Filterhalter in Alufolie und Rundbehältern aus PE oder Polystyrol

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

4.3.2.5.3 Behandlung des Abscheidemediums

Filteraufbereitung vor der Beaufschlagung	Goldbedampfung (Glanzseite 40 nm Gold; Mattseite 20 nm Gold)
Filteraufbereitung nach der Beaufschlagung	Kaltveraschung
Veraschungszeit nach der Beaufschlagung	ca. 30 Minuten
Analysengeräte (Hersteller/Typ) (MUC)	Rasterelektronenmikroskop (REM) Carl Zeiss Microscopy GmbH/EVO MA 10; Serien-Nr. 35.22
	Energiedispersive Röntgenmikroanalyse (EDX) Oxford Instruments GmbH/x-act 10; Serien-Nr.: 76580
Analysenbedingungen	ausgewertete Filterfläche: 1 mm² Anzahl der Bildfelder: 320
letzte Überprüfung	vierteljährlich im Rahmen des Qualitätsmanagements Müller-BBM

4.3.2.5.4 Verfahrenskenngrößen

Nachweisgrenze	Die Nachweisgrenze des Verfahrens ist vom abgesaugten Probenahmevolumen sowie von der Anzahl der ausgezählten Bildfelder abhängig. Bei den durchgeführten Untersuchungen wurden Probenahme und Auswertung so gestaltet, dass der obere Erwartungswert bei 0 gezählten Fasern < 1000 Fasern/m³ beträgt.

4.3.2.5.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Doppelbestimmungen, Blindwertbestimmungen, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	Durchflusskontrolle

4.3.3 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe

4.3.3.1 Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/PCDF)

4.3.3.1.1 Messverfahren

DIN EN 1948-1 (06 – 2006)	Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxinähnlichen PCB - Teil 1: Probenahme von PCDD/PCDF
DIN EN 1948-4 (03-2014)	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxinähnlichen PCB - Teil 4: Probenahme und Analyse dioxinähnlicher 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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

4.3.3.1.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	wasserkühlbare Sonde; Kondensatgefäß; ggf. Tropfenabscheider; XAD-Kartusche; Pumpe; Gasuhr mit Temperaturfühler
Entnahmesonde	wassergekühlte Titansonde mit auswechselbarem Duranglas- bzw. Quarzglasrohr, Länge 1,5 m
Partikelfilter	Quarzfaserplanfilter vor der letzten Adsorptionsstufe
Absorptionseinrichtung	Kondensatgefäß mit Tauchrohr (1 … 3 Liter), Tropfenabscheider (bei hoher Abgasfeuchte und heißen Abgasen) und nachgeschalteter Kartusche mit Feststoffadsorbens
Sorptionsmittel und -menge	mindestens 30 g gereinigtes XAD-2, dotiert mit $^{13}C_{12}$-markiertem PCDD/F- und PCB-Probenahmestandard gemäß EN 1948-1 und -4
Probenahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente PCDD/F
eingestellter Durchfluss	ca. 1 m³/h (gemäß Isokinetik)
Abstand zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Sorptionsmittel	ca. 1,7 m

4.3.3.1.3 Probenahme und Nachbehandlung

Nachbehandlung	Auskochen bzw. Spülen der Probenahmeapparatur mit destilliertem H_2O, Toluol und Aceton
Probentransfer	lichtgeschützt, Kondensat und Spüllösung in Braunglasflaschen
Zeitraum zwischen Probenahme und Probenaufbereitung	max. 5 Tage
Zeitraum der Analyse	28.09.2021 – 13.10.2021
Beteiligung eines Fremdlabors	mas | münster analytical solutions gmbh, 48149 Münster

4.3.3.1.4 Analytische Bestimmung

Richtlinie	DIN EN 1948-2/-3/-4 (06 – 2006/06 – 2006/03-2014)
Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung der PCDD-/PCDF-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-Extraktionsstandards, Ausschütteln der flüssigen Phase mit Toluol; Trocknen und Einengen der vereinigten Toluollösungen; säulenchromatographische Reinigung unter Trennung von PCDD/F; Zugabe von $^{13}C_{12}$-markierten PCDD/F Wiederfindungsstandards zu den Messlösungen und Einengen auf geeignete Endvolumina
Auswertung	Getrennte Analyse der PCDD/F; jeweils Injektion am GC, Analyse mittels HRMS, Auswertung nach Retentionszeiten und Isotopenverhältnis-Vergleich, Angabe der PCDD/F als Konzentrationswerte und daraus berechnete Toxische Äquivalente (WHO-TEQ 2005), berechnet gemäß EN 1948 und 17. BImSchV

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Analysengeräte (Hersteller/Typ)	Kaltaufgabesystem (Thermo Scientific PTV) Gaschromatograph (Thermo Scientific Trace GC Ultra) Massenspektrometer (Thermo Scientific DFS oder MAT 95 XP)
Trennsäulen	60 m DB-5 MS/ggf. 60 m RTX 2330
Standards	$^{13}C_{12}$-Standards gemäß EN1948

4.3.3.1.5 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeiten)	wird durch Probenaufbereitung minimiert
Bestimmungsgrenze bei 10 m³ Probenahmevolumen	0,0001 ng/m³ für 2,3,7,8-TetraCDD 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 %

4.3.3.1.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen und Bestimmung von Wiederfindungsraten durch Standardzugabe

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

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	Durchflusskontrolle
Messunsicherheit	siehe 6.3

Nachfolgend werden die Wiederfindungsraten (nach DIN EN 1948) der internen PCDD/F-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**	**23.09.2021** **09:31-16:22**
$^{13}C_{12}$-1,2,3,7,8-PeCDF	89 %
$^{13}C_{12}$-1,2,3,7,8,9-HxCDF	92 %
$^{13}C_{12}$-1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	87 %

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

4.3.3.2 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

4.3.3.2.1 Messverfahren

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

4.3.3.2.2 Messplatzaufbau

siehe Abschnitt 4.3.3.1.2

4.3.3.2.3 Probenahme und Nachbehandlung

Nachbehandlung	Auskochen bzw. Spülen der Probenahmeapparatur mit destilliertem H_2O, Toluol und Aceton
Probentransfer	lichtgeschützt, Kondensat und Spüllösung in Braunglas-flaschen
Zeitraum zwischen Probenahme und Probenaufbereitung	max. 5 Tage
Zeitraum der Analyse	28.09.2021 – 13.10.2021
Beteiligung eines Fremdlabors	mas | münster analytical solutions gmbh, 48149 Münster (Probenaufbereitung, Extraktion und Analytik)

4.3.3.2.4 Analytische Bestimmung

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

4.3.3.2.5 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeiten)	wird durch Probenaufbereitung minimiert Die Methode ist hochselektiv, bei einigen PAK treten jedoch Co-Elutionen auf.
Bestimmungsgrenze bei 10 m³ Probenahmevolumen	für Benzo(a)pyren i.d.R. bei 0,001 µg/m³ (Phenanthren 0,005 µg/m³, Naphthalin 0,1 µg/m³)

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

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 % 16 EPA-PAK: 20,8 %

4.3.3.2.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen und Bestimmung von Wiederfindungsraten durch Standardzugabe

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

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	Durchflusskontrolle
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3.4 Geruchsemissionen

entfällt

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

Datenbasis: Betreiberangaben und Erhebungen durch Müller-BBM

5.1 Produktionsanlage

Betriebsweise	repräsentativer Betriebszustand
Durchsatz/Leistung	135,4 t/h
Einsatzstoffe	Mischschrotte
Produkte	Eisen (Fe) Schwer- / Leichtfraktion
charakteristische Betriebsgrößen	ca. 100 – 150 t/h (laut Hersteller), je nach Zusammensetzung der Fraktion
Abweichungen von genehmigter bzw. bestimmungsgemäßer Betriebsweise	keine
besondere Vorkommnisse	keine

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Absorbens	Wasser
Zusätze	keine
pH-Wert	keine Anzeige
Betriebstemperatur	ca. 20 °C
letzte Erneuerung des Absorbats	wöchentliche Erneuerung der Waschflüssigkeit; Verluste der Waschflüssigkeit während des Betriebes werden ersetzt
letzte Wartung	17.09.2021
Abweichungen von genehmigter bzw. bestimmungsgemäßer Betriebsweise	keine
besondere Vorkommnisse	keine

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Zum Zeitpunkt der Messungen wurde der Kondirator bestimmungsgemäß betrieben (vgl. Abschnitt 5.1). Unter diesen Bedingungen lag laut Betreiber eine repräsentative bis maximale Auslastung von ca. 90 % vor.

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

6.2 Messergebnisse

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

Tabelle 6.2.1. Messergebnisse Abgasrandbedingungen.

Datum	Zeit	P hPa	v m/s	T °C	H_2O Vol.%	O_2 Vol.%	dV/dt, Betrieb m³/h	dV/dt, N,f m³/h,N,f	dV/dt, N,tr m³/h,N,tr
23.09.2021	08:50-08:59	1005,8	20,0	24,0	1,9	20,9	110665	100982	99031

P	Druck	T	Temperatur	O_2	Sauerstoff		
v	Strömungsgeschwindigkeit	H_2O	Abgasfeuchte	dV/dt	Volumenstrom		

Tabelle 6.2.2. Messergebnisse C-Gesamt.

Komponente C Ges

Nr	Datum	Zeit	C Ges mgC/m³	H_2O Vol.%	C Ges 1) mgC/m³,N	C Ges 1)3) mgC/m³,N	Up 2)3) mgC/m³,N	C Ges 3) kg/h	Up 2)3) kg/h
1	23.09.2021	09:34-10:04	20,63	1,9	21,04	21,0	2,5	2,08	0,26
2	23.09.2021	10:37-11:07	15,28	1,9	15,58	15,5	2,5	1,54	0,25
3	23.09.2021	11:17-11:47	10,09	1,9	10,29	10,2	2,5	1,01	0,25
4	23.09.2021	12:46-13:16	13,14	1,9	13,40	13,4	2,5	1,32	0,25
5	23.09.2021	13:26-13:56	4,89	1,9	4,98	4,9	2,5	0,49	0,25
6	23.09.2021	14:09-14:39	4,50	1,9	4,59	4,5	2,5	0,45	0,25
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)						11,6		1,15	
Maximalwert						**21,0**		**2,08**	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit						**18**		**1,8**	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit						**24**		**2,3**	
Grenzwert						**50**		**-**	

1) keine O_2-Bezugswertrechnung
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Tabelle 6.2.3. Messergebnisse Benzol.

Komponente Benzol

Nr	Datum	Zeit	Benzol mg/Probe	Volumen m³N	Benzol 1) mg/m³,N	Benzol 1)3) mg/m³,N	Up 2)3) mg/m³,N	Benzol 3) g/h	Up 2)3) g/h
1	23.09.2021	10:37-11:07	0,000	0,036	0,000	< 0,0625	0,01	< 6,18	1,2
2	23.09.2021	12:46-13:16	0,002	0,032	0,068	0,06	0,02	6,7	2,4
3	23.09.2021	14:09-14:39	0,000	0,032	0,000	< 0,0625	0,01	< 6,18	1,2
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)						0,02		2,2	
Maximalwert						**0,06**		**6,7**	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit						**0**		**4**	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit						**0**		**9**	
Grenzwert						**1**		**-**	

1) keine O_2-Bezugswertrechnung
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Tabelle 6.2.4. Messergebnisse Gesamtstaub.

Komponente Staub

Nr	Datum	Zeit	Staub	Volumen	Düse	Absaug-fehler	Staub 1)	Staub 1)3)	Up 2)3)	Staub 3)	Up 2)3)
			mg/Probe	m³N	mm	%	mg/m³,N	mg/m³,N	mg/m³,N	kg/h	kg/h
1	23.09.2021	09:34-10:04	10,44	0,960	6	6	10,87	10,8	0,9	1,07	0,10
2	23.09.2021	11:17-11:47	8,21	0,949	6	4	8,65	8,6	0,7	0,85	0,08
3	23.09.2021	13:26-13:56	3,17	0,927	6	2	3,42	3,4	0,3	0,33	0,03
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								7,6		0,75	
Maximalwert								**10,8**		**1,07**	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit								**10**		**1,0**	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit								**12**		**1,2**	
Grenzwert								**20**		**-**	

1) keine O_2-Bezugswertrechnung
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Tabelle 6.2.5. Messergebnisse Klasse I, .5.2.2 TA Luft (Hg).

Komponente Hg

Nr	Datum	Zeit	Volumen	Düse	Absaug-fehler	Klasse I 5.2.2 TA Luft 1)	Klasse I 5.2.2 TA Luft 1)3)	Up 2)3)	Klasse I 5.2.2 TA Luft 3)	Up 2)3)
			m³N	mm	%	µg/m³,N	mg/m³,N	mg/m³,N	g/h	g/h
1	23.09.2021	09:34-10:04	0,945	6	4	3,61	0,003	0,0004	0,357	0,043
2	23.09.2021	11:17-11:47	0,932	6	2	2,64	0,002	0,0003	0,261	0,031
3	23.09.2021	13:26-13:56	0,909	6	0	1,16	0,001	0,0001	0,115	0,014
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,002		0,244	
Maximalwert							**0,003**		**0,357**	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit							**0,00**		**0,31**	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit							**0,00**		**0,40**	
Grenzwert							**0,05**		**0,25**	

1) keine O_2-Bezugswertrechnung
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Tabelle 6.2.6. Messergebnisse Klasse I, .5.2.2 TA Luft (Tl).

Komponente Tl

Nr	Datum	Zeit	Volumen	Düse	Absaug-fehler	Klasse I 5.2.2 TA Luft 1)	Klasse I 5.2.2 TA Luft 1)3)	Up 2)3)	Klasse I 5.2.2 TA Luft 3)	Up 2)3)
			m³N	mm	%	µg/m³,N	mg/m³,N	mg/m³,N	g/h	g/h
1	23.09.2021	09:34-10:04	0,945	6	4	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	23.09.2021	11:17-11:47	0,932	6	2	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	23.09.2021	13:26-13:56	0,909	6	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,0000		0,0000	
Maximalwert							**0,0000**		**0,0000**	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit							**0,00**		**0,00**	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit							**0,00**		**0,00**	
Grenzwert							**0,05**		**0,25**	

1) keine O_2-Bezugswertrechnung
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Tabelle 6.2.7. Messergebnisse Klasse II, 5.2.2 TA Luft (Pb, Co, Ni, Se, Te).

Komponente **Summe Pb, Co, Ni, Se, Te**

Nr	Datum	Zeit	Volumen	Düse	Absaug-fehler	Klasse II 5.2.2 TA Luft 1)	Klasse II 5.2.2 TA Luft 1)3)	Up 2)3)	Klasse II 5.2.2 TA Luft 3)	Up 2)3)
			m³N	mm	%	µg/m³,N	mg/m³,N	mg/m³,N	g/h	g/h
1	23.09.2021	09:34-10:04	0,945	6	4	22,83	0,02	0,002	2,26	0,26
2	23.09.2021	11:17-11:47	0,932	6	2	21,29	0,02	0,002	2,10	0,25
3	23.09.2021	13:26-13:56	0,909	6	0	10,57	0,01	0,001	1,04	0,12
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,01		1,80	
Maximalwert							**0,02**		**2,26**	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit							**0,0**		**2,0**	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit							**0,0**		**2,5**	
Grenzwert							**0,5**		**2,5**	

1) keine O_2-Bezugswertrechnung
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Tabelle 6.2.8. Messergebnisse Klasse III, 5.2.2 TA Luft (Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, CN, F).

Komponente **Summe Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, CN, F**

Nr	Datum	Zeit	Volumen	Düse	Absaug-fehler	Klasse III 5.2.2 TA Luft 1)	Klasse III 5.2.2 TA Luft 1)3)	Up 2)3)	Klasse III 5.2.2 TA Luft 3)	Up 2)3)
			m³N	mm	%	µg/m³,N	mg/m³,N	mg/m³,N	g/h	g/h
1	23.09.2021	09:34-10:04	0,945	6	4	30,77	0,03	0,00	3,0	0,3
2	23.09.2021	11:17-11:47	0,932	6	2	33,27	0,03	0,00	3,2	0,3
3	23.09.2021	13:26-13:56	0,909	6	0	18,00	0,01	0,00	1,7	0,2
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,02		2,7	
Maximalwert							**0,03**		**3,2**	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit							**0**		**3**	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit							**0**		**4**	
Grenzwert							**1**		**5**	

1) keine O_2-Bezugswertrechnung
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Tabelle 6.2.9. Messergebnisse Klasse I bis III, 5.2.2 TA Luft (Hg, Tl, Pb, Co, Ni, Se, Te, Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, CN, F).

Komponente **Summe Hg, Tl, Pb, Co, Ni, Se, Te, Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, CN, F**

Nr	Datum	Zeit	Volumen	Düse	Absaug-fehler	Klasse I-III 5.2.2 TA Luft 1)	Klasse I-III 5.2.2 TA Luft 1)3)	Up 2)3)	Klasse I-III 5.2.2 TA Luft 3)	Up 2)3)
			m³N	mm	%	µg/m³,N	mg/m³,N	mg/m³,N	g/h	g/h
1	23.09.2021	09:34-10:04	0,945	6	4	57,21	0,05	0,00	5,66	0,64
2	23.09.2021	11:17-11:47	0,932	6	2	57,21	0,05	0,00	5,66	0,65
3	23.09.2021	13:26-13:56	0,909	6	0	29,73	0,02	0,00	2,94	0,33
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,04		4,75	
Maximalwert							**0,05**		**5,66**	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit							**0**		**5,0**	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit							**0**		**6,3**	
Grenzwert							**1**		**-**	

1) keine O_2-Bezugswertrechnung
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Tabelle 6.2.10. Messergebnisse Klasse I, 5.2.7.1.1 TA Luft (As, B(a)P, Cd, Co (wasserlöslich), Cr(VI)).

Komponente **Summe As,B(a)P,Cd, Co (wasserl.)**

Nr	Datum	Zeit	Volumen	Düse	Absaug-fehler	Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft 1)	Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft 1)3)	Up 2)3)	Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft 3)	Up 2)3)
			m³N	mm	%	µg/m³,N	mg/m³,N	mg/m³,N	g/h	g/h
1	23.09.2021	09:34-10:04	0,945	6	4	1,76	0,001	0,0002	0,174	0,021
2	23.09.2021	11:17-11:47	0,932	6	2	1,68	0,001	0,0001	0,166	0,020
3	23.09.2021	13:26-13:56	0,909	6	0	0,86	0,0008	0,0001	0,085	0,012
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,001		0,142	
Maximalwert							**0,001**		**0,174**	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit							**0,00**		**0,15**	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit							**0,00**		**0,20**	
Grenzwert							**0,05**		**0,15**	

1) keine O_2-Bezugswertrechnung
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Tabelle 6.2.11. Messergebnisse Fasern.

Komponente **Asbestfasern**

Nr.	Datum	Zeit	Asbest	Volumen	Düse	Absaugfehler	Asbest 1)	Oberer Erwartungs-bereich
			Fasern/Probe	m³N	mm	%	Fasern/m³,N	Fasern/m³,N
1	23.09.2021	10:37-10:57	1	0,274	4	2	1737	9679
2	23.09.2021	12:46-13:06	0	0,266	4	-1	< 1789	5362
3	23.09.2021	14:09-14:29	0	0,263	4	-2	< 1810	5424
Maximalwert								9679
Grenzwert								**10000**

1) keine O_2-Bezugswertrechnung

Komponente **Biopersistente Keramikfasern (BPKF)**

Nr.	Datum	Zeit	BPKF	Volumen	Düse	Absaugfehler	BPKF 1)	Oberer Erwartungs-bereich
			Fasern/Probe	m³N	mm	%	Fasern/m³,N	Fasern/m³,N
1	23.09.2021	10:37-10:57	0	0,274	4	2	< 1737	5206
2	23.09.2021	12:46-13:06	0	0,266	4	-1	< 1789	5362
3	23.09.2021	14:09-14:29	1	0,263	4	-2	1810	10084
Maximalwert								10084
Grenzwert								**15000**

1) keine O_2-Bezugswertrechnung

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Komponente		Biopersistente Mineralfasern (BPMF)						
Nr.	Datum	Zeit	BPMF	Volumen	Düse	Absaugfehler	BPMF 1)	Oberer Erwartungs-bereich
			Fasern/Probe	m³N	mm	%	Fasern/m³,N	Fasern/m³,N
1	23.09.2021	10:37-10:57	9	0,274	4	2	15633	29677
2	23.09.2021	12:46-13:06	12,5	0,266	4	-1	22366	38643
3	23.09.2021	14:09-14:29	8,5	0,263	4	-2	15382	29726
Maximalwert								38643
Grenzwert								**50000**

1) keine O_2-Bezugswertrechnung

Tabelle 6.2.12. Messergebnisse Dioxine.

Komponente		PCDD/F									
Nr	Datum	Zeit	I-TEQ	Volumen	Düse	Absaug-fehler	I-TEQ 1)	I-TEQ 1)3)	Up 2)3)	I-TEQ 3)	Up 2)3)
			ng/Probe	m³N	mm	%	ng/m³,N	ng/m³,N	ng/m³,N	µg/h	µg/h
1	23.09.2021	09:31-16:22	0,052	7,581	5	0	0,007	0,006	0,005	0,675	0,519
Maximalwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								**0,006**		**0,675**	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit								**0,0**		**0,16**	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit								**0,0**		**1,19**	
Grenzwert								**0,1**		**0,25**	

1) keine O_2-Bezugswertrechnung
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 *)	Bestimmungs-methode
Benzol			mg/m³,N	0,06	0,02	0	0	indirekt
Staub			mg/m³,N	10,8	0,9	10	12	indirekt
C Ges			mgC/m³,N	21,0	2,5	18	24	indirekt
Hg	**Klasse I 5.2.2 TA Luft**		mg/m³,N	0,003	0,0004	0,00	0,00	indirekt
Tl	**Klasse I 5.2.2 TA Luft**		mg/m³,N	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
Summe Pb, Co, Ni, Se, Te	**Klasse II 5.2.2 TA Luft**		mg/m³,N	0,02	0,002	0,0	0,0	indirekt
Summe Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, CN, F	**Klasse III 5.2.2 TA Luft**		mg/m³,N	0,03	0,00	0	0	indirekt
Summe Hg, Tl, Pb, Co, Ni, Se, Te, Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, CN, F	**Klasse I-III 5.2.2 TA Luft**		mg/m³,N	0,05	0,00	0	0	indirekt
Summe As,B(a)P,Cd, Co (wasserl.)	**Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft**	1)	mg/m³,N	0,001	0,0002	0,00	0,00	indirekt
PCDD/F	**I-TEQ**	1)	ng/m³,N	0,006	0,005	0,0	0,0	indirekt

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Tabelle 6.3.2. Messunsicherheit Massenstrom.

Komponente			Einheit	Y_{max}	U_P	Y_{max}-U_P *)	Y_{max}+U_P *)	Bestimmungs-methode
Benzol			g/h	6,73	2,42	4,3	9,2	indirekt
Staub			kg/h	1,07	0,10	1,0	1,2	indirekt
C Ges			kg/h	2,08	0,26	1,8	2,3	indirekt
Hg	**Klasse I 5.2.2 TA Luft**		g/h	0,357	0,043	0,31	0,40	indirekt
Tl	**Klasse I 5.2.2 TA Luft**		g/h	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
Summe Pb, Co, Ni, Se, Te	**Klasse II 5.2.2 TA Luft**		g/h	2,26	0,26	2,0	2,5	indirekt
Summe Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, CN, F	**Klasse III 5.2.2 TA Luft**		g/h	3,2	0,3	3	4	indirekt
Summe Hg, Tl, Pb, Co, Ni, Se, Te, Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, CN, F	**Klasse I-III 5.2.2 TA Luft**		g/h	5,66	0,64	5,0	6,3	indirekt
Summe As,B(a)P,Cd, Co (wasserl.)	**Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft**	1)	g/h	0,174	0,021	0,15	0,20	indirekt
PCDD/F	**I-TEQ**	1)	µg/h	0,675	0,519	0,16	1,19	indirekt

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

1) Fremdanalytik (siehe 1.12)

Y_{max}: maximaler Messwert

U_P: Messunsicherheit

6.4 Plausibilitätsprüfung

Die Messergebnisse liegen im Auslegungsbereich vergleichbarer Anlagen und sind, auch im Hinblick auf die Mehrfachbestimmungen und im Vergleich zu vorherigen Messungen an dieser Anlage, als plausibel einzustufen.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Für den Inhalt des Berichtes zeichnen verantwortlich:

[redacted]

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

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

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

7 Anlagen

Anlage 1: Prüfmittelkatalog

Anlage 2: Messplan

Anlage 3: Mess- und Rechenwerte

Anlage 4: Graphische Darstellung des Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten

Anlage 5: Dioxinergebnisse mas

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Anlage 1: Prüfmittelkatalog

Messkomponente	Prüfmittel-Nr.	Hersteller	Typ	letzte Überprüfung	Prüfintervall	Eignungsbekanntgabe / Prüfbericht
p_{dyn}, p_{stat}	7536	Greisinger	GMH3156	01. 2021	12 Monate	
p_{atm}	7533	Greisinger	GDH12AN	01. 2021	12 Monate	
T, H_2O	7535	Greisinger	GMH3330	01. 2021	12 Monate	
SM, Hg	6944	Kromschröder	BK-G4	02. 2021	12 Monate	
Staub, Co wl, CN, F, Fasern	10911	Kromschröder	BK-G4 M	02. 2021	12 Monate	GMBl. 1996, Nr. 8, Seite 188 TÜV Rheinland, Berichtsnummer 936/803017/2, 28.03.1995
PCDD/F	9829	Müller-BBM	Iso1.1	11. 2020	12 Monate	
Hg	8726	ErsaTec	BBP1	05. 2021	12 Monate	
Benzol	11919	ErsaTec	BBP1	07. 2021	12 Monate	
Gesamt-C	7645	Bernath Atomic	3006	02. 2021	12 Monate	

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Anlage 2: Messplan

Die Messungen wurden gemäß dem Messplan vom 08.09.2021 wie folgt durchgeführt:

- Es wurden mindestens 3 Einzelmessungen je Komponente, 1 Einzelmessung Dioxine und Furane bei maximaler Anlagenauslastung durchgeführt.
- Die Messzeit je Einzelmessung betrug gemäß TA Luft max. 30 Minuten bzw. 6 Stunden bei Dioxinen und Furanen.
- Die erforderlichen Abgasrandparameter (Abgastemperatur, Feuchte, statischer und dynamischer Druck) werden durch Messung bestimmt.
- Es werden die vorhandenen Messstutzen zur Durchführung der Messungen genutzt.
- Die Messungen erfolgen an den nach Richtlinie DIN EN 15259 bestimmten Messpunkten.
- Die entsprechenden Angaben zu den Betriebszuständen werden durch den Betreiber zur Verfügung gestellt.
- Die Messergebnisse werden unter Bezug auf die Betriebsbedingungen dargestellt; es wird ein zusammenfassender Bericht entsprechend DIN EN 15259 angefertigt.
- Geplanter Messzeitraum: 21.09. – 24.09.2021; 28.09.2021 (mehrere Quellen)
- Messtermin: 23.09.2021

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Anlage 3: Mess- und Rechenwerte

Tabelle 7.3.1. Mess- und Rechenwerte Abgasrandbedingungen/Strömungsprofil.

Projekt-Nr.		**M163767**			
Betreiber		**Theo Steil**			
Anlage		EQ2			
Messstelle		Reingas			
Brennstoff		Umgebungsluft			
Betriebszustand		Nennlast	WAF Pos. 10.4, EN16911-1		1,000
Datum		23.09.2021	Faktor Staudrucksonde		1,000
Luftdruck	hPa	1006,0	O_2-Konzentration	Vol.%	20,9
statischer Druck	hPa	-0,2	CO_2-Konzentration	Vol.%	0,0
Kanalform		kreisförmig	Abgastemperatur	°C	24,0
Kanaldurchmesser	m	1,4	Abgasfeuchte	rF [%]	65,2
			Abgasfeuchte	g/m³	15,8
Kanalfläche	m²	1,539			
Anzahl der Messachsen		2	Dichte Betrieb	kg/m³	1,172
Anzahl der Messpunkte/Achse		4	Dichte N,f	kg/m³	1,284
Anzahl der Messpunkte/Ebene		8	Dichte N,tr	kg/m³	1,293
Teilfläche	m²	0,192			

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	m³/h	m³/h	m³/h
08:50	1	94	2,78	21,8	15100	13779	13513
	1	350	2,36	20,1	13914	12697	12452
	1	1050	3,01	22,7	15703	14329	14052
	1	1306	1,89	17,9	12432	11344	11125
	2	94	2,73	21,6	14964	13655	13391
	2	350	2,07	18,8	13012	11873	11644
	2	1050	3,38	24,0	16640	15184	14891
08:59	2	1306	0,97	12,8	8899	8120	7963
		Mittelwert	2,40	19,97			
		Summe			110665	100982	99031

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

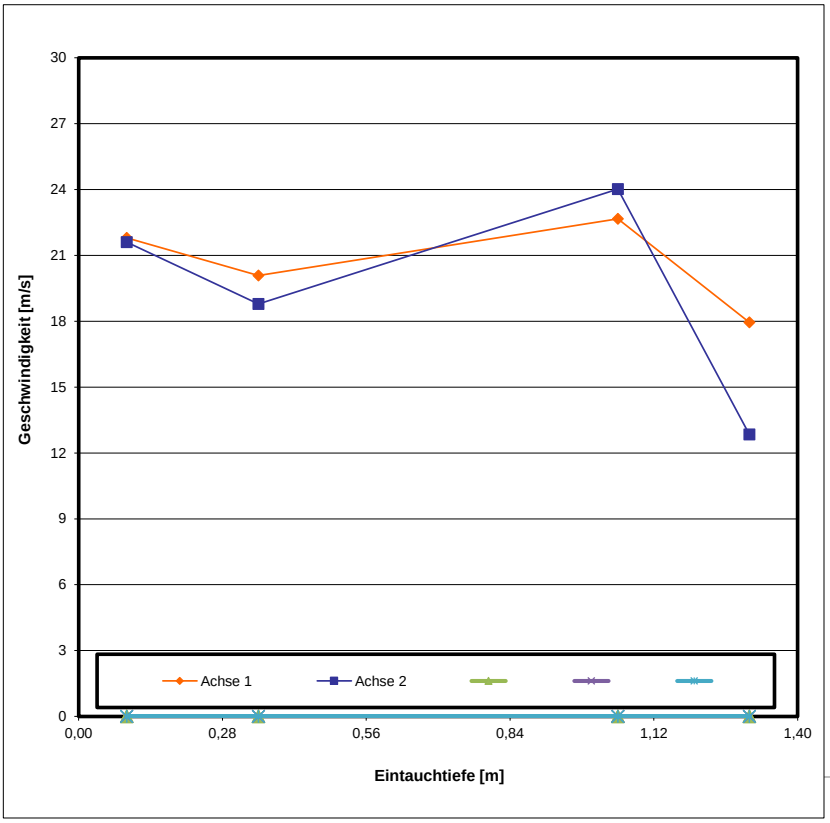
Auswertung Volumenstrommessung

Projekt-Nr.	**M163767**
Betreiber	**Theo Steil**
Anlage	EQ2
Messstelle	Reingas

Datum	**Datum**
Zeit	**08:50 - 08:59**
Kanalform	kreisförmig
Kanaldurchmesser	1,40 m
Anzahl der Messachsen	2
Anzahl der Messpunkte/Achse	4
mittlere Geschwindigkeit	**20,0 m/s**
Standardabweichung	3,5 m/s
relative Standardabweichung	17,5 %
Unsicherheit der Mittelwertbildung *)	1,2 m/s
Verhältnis max./min. Geschwindigkeit	**1,87 : 1**

Geschwindigkeit Betriebszustand Nennlast

Teilfläche	Eintauchtiefe m	Achse 1 m/s	Achse 2 m/s
1	0,094	21,8	
Mittelwert		20,6	19,3



*) entspricht dem Quotienten aus Standardabweichung und der Wurzel der Anzahl an Messungen

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Tabelle 7.3.2. Mess- und Rechenwerte kontinuierliche Messparameter.

Komponente	**C Ges**
PM-Nr. Monitor	7645
Messbereich C Ges	161 mgC/m³
Nullpunkt mit	syn. Luft
Art der MU Berechnung	indirekt

Driften C Ges	berechnet mit	Maximalwert	Toleranz	T Raum	T Raum
Datum	Nullpunkt	Referenzpunkt		(Abgleich)	°C
Prüfmittel	0,00	105,60	2,0%		20,0
					20,0
23.09.2021	0,09	105,60	mgC/m³	20,0 °C	20,0
23.09.2021	-0,05	103,02	mgC/m³	20,0 °C	20,0
Drift [%]	0	-2			20,0
					20,0

Tabelle 7.3.3. Mess- und Rechenwerte diskontinuierliche Messparameter.

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse mg/Probe	Benzol mg/m³	Proben-bezeichn.
23.09.2021	10:37-11:07	1,004	0,038	14,6	1006	0,036	0,000	0,0	M1
23.09.2021	12:46-13:16	1,004	0,035	20,8	1006	0,032	0,002	0,1	M2
23.09.2021	14:09-14:39	1,004	0,035	27,7	1006	0,032	0,000	0,0	M3
				Blindwert			0,00	0,0	

Tabelle 7.3.4. Mess- und Rechenwerte partikelförmige Messparameter.

Komponente **Staub**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse mg/Probe	Staub mg/m³	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
23.09.2021	09:34-10:04	1,030	0,972	9,7	1006	0,960	10,44	10,9	M279	6	6
23.09.2021	11:17-11:47	1,030	0,972	13,0	1006	0,949	8,21	8,7	M274	6	4
23.09.2021	13:26-13:56	1,030	0,974	20,5	1006	0,927	3,17	3,4	M261	6	2
				Blindwert			0,74	0,8			

Komponente **SM**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
23.09.2021	09:34-10:04	1,017	0,972	10,7	1006	0,945	M278, M7	6	4
23.09.2021	11:17-11:47	1,017	0,972	14,5	1006	0,932	M273, M8	6	2
23.09.2021	13:26-13:56	1,017	0,969	20,8	1006	0,909	M262, M9	6	0

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd partikulär µg/Probe	Tl partikulär µg/Probe	As partikulär µg/Probe	Sb partikulär µg/Probe	Pb partikulär µg/Probe	Cr partikulär µg/Probe	Co partikulär µg/Probe	Cu partikulär µg/Probe	Mn partikulär µg/Probe	Ni partikulär µg/Probe	V partikulär µg/Probe	Sn partikulär µg/Probe	Se partikulär µg/Probe	Te partikulär µg/Probe	Hg partikulär µg/Probe
1	23.09.2021	09:34-10:04	0,945	0,3468	0,0000	1,1954	0,9356	18,7865	4,7184	0,3172	10,7030	10,1566	2,4628	0,0000	2,5473	0,0000	0,0000	0,0295
2	23.09.2021	11:17-11:47	0,932	0,3563	0,0000	1,0939	0,8476	15,6191	3,7540	0,4011	9,8372	12,1583	2,6185	0,0000	2,3326	0,0000	0,0000	0,0313
3	23.09.2021	13:26-13:56	0,909	0,1782	0,0000	0,4889	0,3337	6,5342	2,0260	0,0000	5,0622	5,5453	1,5049	0,0000	1,2215	0,0000	0,0000	0,0000
		BG		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		BW		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2787	0,0000	0,0000	0,0000	0,2577	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Cd filtergängig µg/Probe	Tl filtergängig µg/Probe	As filtergängig µg/Probe	Sb filtergängig µg/Probe	Pb filtergängig µg/Probe	Cr filtergängig µg/Probe	Co filtergängig µg/Probe	Cu filtergängig µg/Probe	Mn filtergängig µg/Probe	Ni filtergängig µg/Probe	V filtergängig µg/Probe	Sn filtergängig µg/Probe	Se filtergängig µg/Probe	Te filtergängig µg/Probe
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,2049	0,0000	0,0000	2,0813	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,5727	0,0000	0,0000	1,4082	0,7696	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

MÜLLER-BBM

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Hg filtergängig µg/Probe
1	23.09.2021	10:37-11:07	0,053	0,1892
2	23.09.2021	12:46-13:16	0,053	0,1392
3	23.09.2021	14:09-14:39	0,052	0,0604
		BG		0,0051

Komponente **Cowl**

							Analyse			
Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	A mg/Probe	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
23.09.2021	09:34-10:04	1,030	0,972	9,7	1006	0,960	0,00	M279	6	6
23.09.2021	11:17-11:47	1,030	0,972	13,0	1006	0,949	0,00	M274	6	4
23.09.2021	13:26-13:56	1,030	0,974	20,5	1006	0,927	0,00	M261	6	2
				Blindwert			0,00			

Komponente **CNF**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
23.09.2021	09:34-10:04	1,030	0,972	9,7	1006	0,960	M279	6	6
23.09.2021	11:17-11:47	1,030	0,972	13,0	1006	0,949	M274	6	4
23.09.2021	13:26-13:56	1,030	0,974	20,5	1006	0,927	M261	6	2

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	CN partikulär mg/Probe	F partikulär mg/Probe
1	23.09.2021	09:34-10:04	0,960	0,0000	0,0000
2	23.09.2021	11:17-11:47	0,949	0,0000	0,0000
3	23.09.2021	13:26-13:56	0,927	0,0000	0,0000
		BG		0,0033	0,0033

Komponente **Fasern**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
23.09.2021	10:37-10:57	1,017	0,283	11,5	1006	0,274	N02	4	2
23.09.2021	12:46-13:06	1,017	0,280	17,5	1006	0,266	N55	4	-1
23.09.2021	14:09-14:29	1,017	0,286	26,5	1006	0,263	N59	4	-2

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Probenbezeichnung N02
Labor-Nr.: 2021-1566

Parameter	Größe	Einheit
Anzahl Bildfelder	300	
Bildfeldgröße	0,009700	mm²
effektive Filterfläche	1385	mm²
ausgewertete Filterfläche	2,91	mm²
Probenahmevolumen	0,274	m³
analytische Empfindlichkeit	1737	Fasern/m³

Faserart (WHO-Definition)	Zähl-ergebnis Anzahl	Zähl-ergebnis Anzahl (gewichtet)	Konzentration Fasern/m³	oberer Erwartungsbereich Fasern/m³
Amphibolasbest	0	0	< 1737	5206
Chrysotilasbest	1	1	1737	9679
Asbest gesamt	1	1	1737	9679
Gips	11	11	19107	--
Wollastonit	1	1	1737	--
sonstige anorganische Fasern	10	10	17370	31944
davon silikatische Fasern	9	9	15633	29677
davon keramische Fasern	0	0	< 1737	5206

Probenbezeichnung N55
Labor-Nr.: 2021-1567

Parameter	Größe	Einheit
Anzahl Bildfelder	300	
Bildfeldgröße	0,009700	mm²
effektive Filterfläche	1385	mm²
ausgewertete Filterfläche	2,91	mm²
Probenahmevolumen	0,266	m³
analytische Empfindlichkeit	1789	Fasern/m³

Faserart (WHO-Definition)	Zähl-ergebnis Anzahl	Zähl-ergebnis Anzahl (gewichtet)	Konzentration Fasern/m³	oberer Erwartungsbereich Fasern/m³
Amphibolasbest	0	0	< 1789	5362
Chrysotilasbest	0	0	< 1789	5362
Asbest gesamt	0	0	< 1789	5362
Gips	8	8	14314	--
Wollastonit	0	0	< 1789	--
sonstige anorganische Fasern	13	12,5	22366	38643
davon silikatische Fasern	12	12,5	22366	38643
davon keramische Fasern	0	0	< 1789	5362

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Probenbezeichnung	N59
Labor-Nr.:	2021-1568

Parameter	Größe	Einheit
Anzahl Bildfelder	300	
Bildfeldgröße	0,009700	mm²
effektive Filterfläche	1385	mm²
ausgewertete Filterfläche	2,91	mm²
Probenahmevolumen	0,263	m³
analytische Empfindlichkeit	1810	Fasern/m³

Faserart (WHO-Definition)	Zähl-ergebnis Anzahl	Zähl-ergebnis Anzahl (gewichtet)	Konzentration Fasern/m³	oberer Erwartungsbereich Fasern/m³
Amphibolasbest	0	0	< 1810	5424
Chrysotilasbest	0	0	< 1810	5424
Asbest gesamt	0	0	< 1810	5424
Gips	12	12	21716	--
Wollastonit	0	0	< 1810	--
sonstige anorganische Fasern	13	10,5	19002	34453
davon silikatische Fasern	11	8,5	15382	29726
davon keramische Fasern	1	1	1810	10084

Tabelle 7.3.5. Mess- und Rechenwerte besondere hochtoxische Messparameter.

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
23.09.2021	09:31-16:22	1,000	7,583	0,0	1013	7,581	M3	5	0

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	I-TEQ ng/Probe
1	23.09.2021	09:31-16:22	7,581	0,0517
		BG		0,0088

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	B(a)P µg/Probe
1	23.09.2021	09:31-16:22	7,581	0,9610
		BG		0,0100

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Anlage 4: Graphische Darstellung des Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten

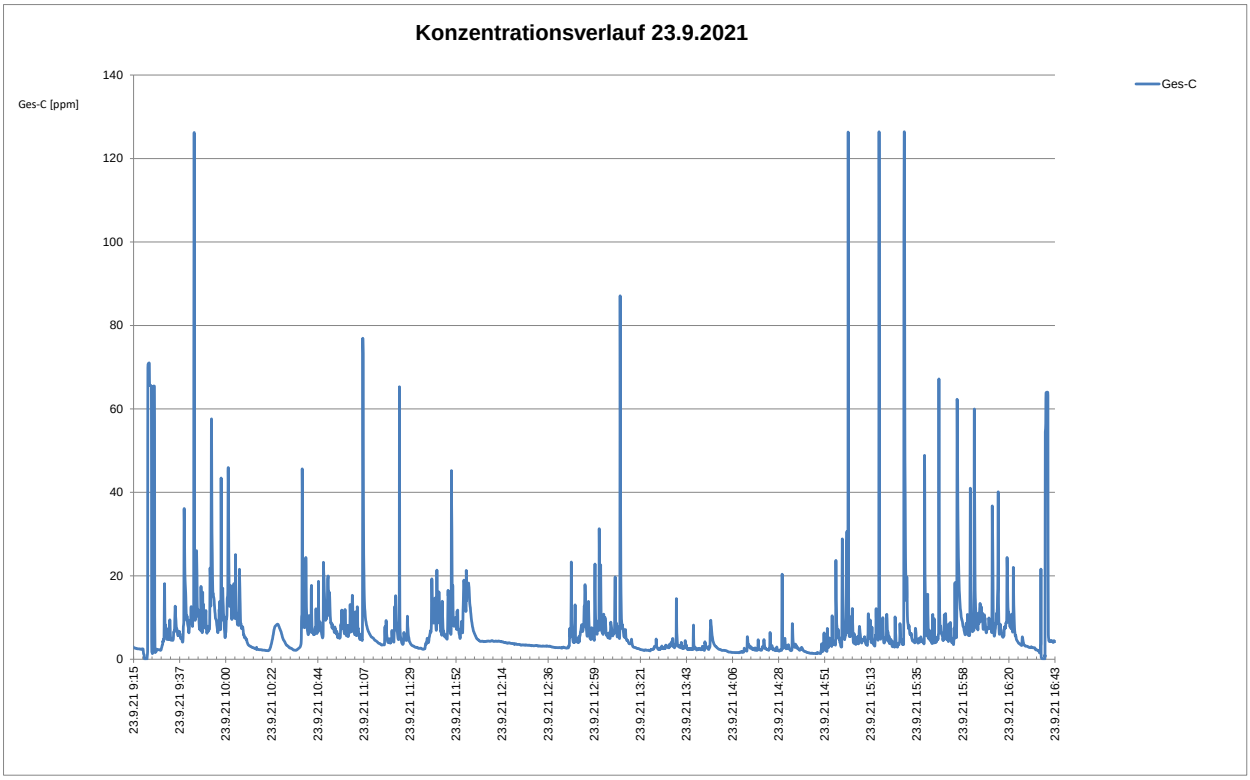


Abbildung 7.4.1. Graphischer Verlauf Gesamtkohlenstoff.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Anlage 5: Dioxinergebnisse mas

Prüfbericht Nr. 1301 21-1932 P01

Datum: 2021-10-19 • Seite: 1 von 18

mas
Ihr Labor - richtig präzise

Auftraggeber: **Müller-BBM GmbH**
Niederlassung Köln
Heinrich-Hertz-Str. 13
50170 Kerpen
[redacted]

mas-Ansprechpartner:
[redacted]

mas-Auftrag: 21-1932

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
M163 767 - PCDD/F-1	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kond.	21-1932-001
M163 767 - PCDD/F-2	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kond.	21-1932-002
M163 767 - PCDD/F-3	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kond.	21-1932-003
M163 767 - PCDD/F-4	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kond.	21-1932-004

Probeneingang: 28.09.2021

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

Prüfbeginn: 28.09.2021 **Prüfende:** 13.10.2021

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
- HCl-Aufschluß des Filters, Filtration des Kondensats, Trocknung des

ilac-MRA DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19582-01-00
Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

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.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

Filterrückstandes und des XAD-Harzes
- Zugabe von $^{13}C_{12}$-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 $^{13}C_{12}$-markierten PCDD/F- und PCB-Wiederfindungsstandards
- getrennte HRGC/HRMS Analyse auf PCDD/F und PCB
- Quantifizierung über die internen Standards (Isotopenverdünnungsmethode)

B[a]P-Analyse
- Zugabe von deuteriertem Benzo[a]pyren als internen Standard zu einem Aliquot des Extraktes
- säulenchromatographisches clean-up des Extraktes
- HRGC/LRMS-Analyse
- Quantifizierung über die internen deuterierten Standards (Isotopenverdünnungsmethode)

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 19.10.2021

[redacted]

Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

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.

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		**M163 767 - PCDD/F-1**		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		21-1932-001		
Parameter	**Einheit**	**Messwert**	**Best.-Grenze ***	**Prüfverfahren**
PCDD 2378-Kongenere				
2378-TetraCDD	ng/Probe	**nd**	0,00100	DIN EN 1948
12378-PentaCDD	ng/Probe	**nd**	0,00200	DIN EN 1948
123478-HexaCDD	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
123678-HexaCDD	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
123789-HexaCDD	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	**nd**	0,0150	DIN EN 1948
12346789-OctaCDD	ng/Probe	**nd**	0,0450	DIN EN 1948
PCDF 2378-Kongenere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	**nd**	0,00100	DIN EN 1948
12378-PentaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00200	DIN EN 1948
23478-PentaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00200	DIN EN 1948
123478-HexaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
123678-HexaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
123789-HexaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
234678-HexaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	**nd**	0,0150	DIN EN 1948
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	**nd**	0,0150	DIN EN 1948
12346789-OctaCDF	ng/Probe	**nd**	0,0450	DIN EN 1948
PCDD Summen				
Summe TetraCDD	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe PentaCDD	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe HexaCDD	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe HeptaCDD	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
OctaCDD	ng/Probe	**nd**	0,0450	DIN EN 1948
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe PentaCDF	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe HexaCDF	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe HeptaCDF	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
OctaCDF	ng/Probe	**nd**	0,0450	DIN EN 1948
PCDD/F Summen				
Summe Tetra- bis OctaCDD[a]	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDF[a]	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDD/F[a]	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG[a]	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
I-TEQ inklusive BG[b]	ng/Probe	**0,00584**	0,00584	DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG[a]	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG[b]	ng/Probe	**0,00634**	0,00634	DIN EN 1948
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	**90**		DIN EN 1948
WF-123789-HexaCDF-PS	%	**96**		DIN EN 1948
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	**98**		DIN EN 1948

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		**M163 767 - PCDD/F-1**		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		21-1932-001		
Parameter	**Einheit**	**Messwert**	**Best.-Grenze ***	**Prüfverfahren**
Non-ortho WHO-PCB				
PCB 77	ng/Probe	**1,06**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 81	ng/Probe	**0,0598**	0,0500	DIN EN 1948, 4
PCB 126	ng/Probe	**nd**	0,0250	DIN EN 1948, 4
PCB 169	ng/Probe	**nd**	0,0500	DIN EN 1948, 4
Mono-ortho WHO-PCB				
PCB 105	ng/Probe	**1,89**	0,500	DIN EN 1948, 4
PCB 114	ng/Probe	**0,262**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 118	ng/Probe	**6,75**	1,00	DIN EN 1948, 4
PCB 123	ng/Probe	**0,164**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 156	ng/Probe	**0,114**	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	**0,000400**		DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG[b]	ng/Probe	**0,00441**	0,00409	DIN EN 1948, 4
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF PCB 60	%	**88**		DIN EN 1948, 4
WF PCB 127	%	**102**		DIN EN 1948, 4
WF PCB 159	%	**103**		DIN EN 1948, 4

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		**M163 767 - PCDD/F-1**		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		21-1932-001		
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.

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		**M163 767 - PCDD/F-2**		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		21-1932-002		
Parameter	**Einheit**	**Messwert**	**Best.-Grenze** *	**Prüfverfahren**
PCDD 2378-Kongenere				
2378-TetraCDD	ng/Probe	**nd**	0,00100	DIN EN 1948
12378-PentaCDD	ng/Probe	**nd**	0,00200	DIN EN 1948
123478-HexaCDD	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
123678-HexaCDD	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
123789-HexaCDD	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	**nd**	0,0150	DIN EN 1948
12346789-OctaCDD	ng/Probe	**nd**	0,0450	DIN EN 1948
PCDF 2378-Kongenere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	**nd**	0,00100	DIN EN 1948
12378-PentaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00200	DIN EN 1948
23478-PentaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00200	DIN EN 1948
123478-HexaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
123678-HexaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
123789-HexaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
234678-HexaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	**nd**	0,0150	DIN EN 1948
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	**nd**	0,0150	DIN EN 1948
12346789-OctaCDF	ng/Probe	**nd**	0,0450	DIN EN 1948
PCDD Summen				
Summe TetraCDD	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe PentaCDD	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe HexaCDD	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe HeptaCDD	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
OctaCDD	ng/Probe	**nd**	0,0450	DIN EN 1948
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe PentaCDF	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe HexaCDF	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe HeptaCDF	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
OctaCDF	ng/Probe	**nd**	0,0450	DIN EN 1948
PCDD/F Summen				
Summe Tetra- bis OctaCDD[a]	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDF[a]	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDD/F[a]	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG[a]	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
I-TEQ inklusive BG[b]	ng/Probe	**0,00584**	0,00584	DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG[a]	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG[b]	ng/Probe	**0,00634**	0,00634	DIN EN 1948
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	**88**		DIN EN 1948
WF-123789-HexaCDF-PS	%	**94**		DIN EN 1948
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	**91**		DIN EN 1948

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		**M163 767 - PCDD/F-2**		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		21-1932-002		
Parameter	**Einheit**	**Messwert**	**Best.-Grenze ***	**Prüfverfahren**
Non-ortho WHO-PCB				
PCB 77	ng/Probe	**2,39**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 81	ng/Probe	**0,115**	0,0500	DIN EN 1948, 4
PCB 126	ng/Probe	**0,0317**	0,0250	DIN EN 1948, 4
PCB 169	ng/Probe	**nd**	0,0500	DIN EN 1948, 4
Mono-ortho WHO-PCB				
PCB 105	ng/Probe	**6,21**	0,500	DIN EN 1948, 4
PCB 114	ng/Probe	**0,511**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 118	ng/Probe	**14,4**	1,00	DIN EN 1948, 4
PCB 123	ng/Probe	**0,298**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 156	ng/Probe	**0,756**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 157	ng/Probe	**0,169**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 167	ng/Probe	**0,317**	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	**0,00412**		DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG[b]	ng/Probe	**0,00563**	0,00409	DIN EN 1948, 4
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF PCB 60	%	**89**		DIN EN 1948, 4
WF PCB 127	%	**72**		DIN EN 1948, 4
WF PCB 159	%	**83**		DIN EN 1948, 4

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

Tab. 06: **Ergebnisse der Analyse einer Emissionsprobe auf Benzo[a]pyren; Angaben bezogen auf die Gesamtprobe**

Probenbezeichnung Auftraggeber		**M163 767 - PCDD/F-2**		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		21-1932-002		
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.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		**M163 767 - PCDD/F-3**		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		21-1932-003		
Parameter	**Einheit**	**Messwert**	**Best.-Grenze ***	**Prüfverfahren**
PCDD 2378-Kongenere				
2378-TetraCDD	ng/Probe	**0,00180**	0,00100	DIN EN 1948
12378-PentaCDD	ng/Probe	**0,00627**	0,00200	DIN EN 1948
123478-HexaCDD	ng/Probe	**0,00423**	0,00300	DIN EN 1948
123678-HexaCDD	ng/Probe	**0,0158**	0,00300	DIN EN 1948
123789-HexaCDD	ng/Probe	**0,0158**	0,00300	DIN EN 1948
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	**0,172**	0,0150	DIN EN 1948
12346789-OctaCDD	ng/Probe	**0,774**	0,0450	DIN EN 1948
PCDF 2378-Kongenere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	**0,0756**	0,00100	DIN EN 1948
12378-PentaCDF	ng/Probe	**0,0299**	0,00200	DIN EN 1948
23478-PentaCDF	ng/Probe	**0,0478**	0,00200	DIN EN 1948
123478-HexaCDF	ng/Probe	**0,0308**	0,00300	DIN EN 1948
123678-HexaCDF	ng/Probe	**0,0187**	0,00300	DIN EN 1948
123789-HexaCDF	ng/Probe	**0,00374**	0,00300	DIN EN 1948
234678-HexaCDF	ng/Probe	**0,0155**	0,00300	DIN EN 1948
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	**0,0632**	0,0150	DIN EN 1948
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	**nd**	0,0150	DIN EN 1948
12346789-OctaCDF	ng/Probe	**0,0629**	0,0450	DIN EN 1948
PCDD Summen				
Summe TetraCDD	ng/Probe	**0,0410**		DIN EN 1948
Summe PentaCDD	ng/Probe	**0,0656**		DIN EN 1948
Summe HexaCDD	ng/Probe	**0,158**		DIN EN 1948
Summe HeptaCDD	ng/Probe	**0,323**		DIN EN 1948
OctaCDD	ng/Probe	**0,774**	0,0450	DIN EN 1948
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	**0,544**		DIN EN 1948
Summe PentaCDF	ng/Probe	**0,350**		DIN EN 1948
Summe HexaCDF	ng/Probe	**0,160**		DIN EN 1948
Summe HeptaCDF	ng/Probe	**0,110**		DIN EN 1948
OctaCDF	ng/Probe	**0,0629**	0,0450	DIN EN 1948
PCDD/F Summen				
Summe Tetra- bis OctaCDD[a]	ng/Probe	**1,36**		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDF[a]	ng/Probe	**1,23**		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDD/F[a]	ng/Probe	**2,59**		DIN EN 1948
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG[a]	ng/Probe	**0,0515**		DIN EN 1948
I-TEQ inklusive BG[b]	ng/Probe	**0,0517**	0,00584	DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG[a]	ng/Probe	**0,0439**		DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG[b]	ng/Probe	**0,0441**	0,00634	DIN EN 1948
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	**89**		DIN EN 1948
WF-123789-HexaCDF-PS	%	**92**		DIN EN 1948
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	**87**		DIN EN 1948

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		**M163 767 - PCDD/F-3**		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		21-1932-003		
Parameter	**Einheit**	**Messwert**	**Best.-Grenze ***	**Prüfverfahren**
Non-ortho WHO-PCB				
PCB 77	ng/Probe	**107**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 81	ng/Probe	**5,92**	0,0500	DIN EN 1948, 4
PCB 126	ng/Probe	**3,27**	0,0250	DIN EN 1948, 4
PCB 169	ng/Probe	**0,144**	0,0500	DIN EN 1948, 4
Mono-ortho WHO-PCB				
PCB 105	ng/Probe	**372**	0,500	DIN EN 1948, 4
PCB 114	ng/Probe	**29,8**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 118	ng/Probe	**810**	1,00	DIN EN 1948, 4
PCB 123	ng/Probe	**20,3**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 156	ng/Probe	**67,2**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 157	ng/Probe	**13,1**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 167	ng/Probe	**32,1**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 189	ng/Probe	**8,58**	0,100	DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ-Werte				
WHO-PCB-TEQ 2005 exkl. BG[a]	ng/Probe	**0,384**		DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG[b]	ng/Probe	**0,384**	0,00409	DIN EN 1948, 4
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF PCB 60	%	**92**		DIN EN 1948, 4
WF PCB 127	%	**81**		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.

Tab. 09: **Ergebnisse der Analyse einer Emissionsprobe auf Benzo[a]pyren; Angaben bezogen auf die Gesamtprobe**

Probenbezeichnung Auftraggeber		**M163 767 - PCDD/F-3**		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		21-1932-003		
Parameter	**Einheit**	**Messwert**	**Best.-Grenze** *	**Prüfverfahren**
PAK Komponenten				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	**0,961**	0,0100	VDI 3874

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		**M163 767 - PCDD/F-4**		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		21-1932-004		
Parameter	**Einheit**	**Messwert**	**Best.-Grenze ***	**Prüfverfahren**
PCDD 2378-Kongenere				
2378-TetraCDD	ng/Probe	**nd**	0,00100	DIN EN 1948
12378-PentaCDD	ng/Probe	**nd**	0,00200	DIN EN 1948
123478-HexaCDD	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
123678-HexaCDD	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
123789-HexaCDD	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	**0,0194**	0,0150	DIN EN 1948
12346789-OctaCDD	ng/Probe	**0,117**	0,0450	DIN EN 1948
PCDF 2378-Kongenere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	**0,00416**	0,00100	DIN EN 1948
12378-PentaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00200	DIN EN 1948
23478-PentaCDF	ng/Probe	**0,00317**	0,00200	DIN EN 1948
123478-HexaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
123678-HexaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
123789-HexaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
234678-HexaCDF	ng/Probe	**nd**	0,00300	DIN EN 1948
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	**nd**	0,0150	DIN EN 1948
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	**nd**	0,0150	DIN EN 1948
12346789-OctaCDF	ng/Probe	**nd**	0,0450	DIN EN 1948
PCDD Summen				
Summe TetraCDD	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
Summe PentaCDD	ng/Probe	**0,00512**		DIN EN 1948
Summe HexaCDD	ng/Probe	**0,00852**		DIN EN 1948
Summe HeptaCDD	ng/Probe	**0,0354**		DIN EN 1948
OctaCDD	ng/Probe	**0,117**	0,0450	DIN EN 1948
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	**0,0426**		DIN EN 1948
Summe PentaCDF	ng/Probe	**0,0224**		DIN EN 1948
Summe HexaCDF	ng/Probe	**0,00434**		DIN EN 1948
Summe HeptaCDF	ng/Probe	**nb**		DIN EN 1948
OctaCDF	ng/Probe	**nd**	0,0450	DIN EN 1948
PCDD/F Summen				
Summe Tetra- bis OctaCDD[a]	ng/Probe	**0,166**		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDF[a]	ng/Probe	**0,0693**		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDD/F[a]	ng/Probe	**0,235**		DIN EN 1948
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG[a]	ng/Probe	**0,00231**		DIN EN 1948
I-TEQ inklusive BG[b]	ng/Probe	**0,00685**	0,00584	DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG[a]	ng/Probe	**0,00159**		DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG[b]	ng/Probe	**0,00707**	0,00634	DIN EN 1948
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	**93**		DIN EN 1948
WF-123789-HexaCDF-PS	%	**102**		DIN EN 1948
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	**98**		DIN EN 1948

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		**M163 767 - PCDD/F-4**		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		21-1932-004		
Parameter	**Einheit**	**Messwert**	**Best.-Grenze** *	**Prüfverfahren**
Non-ortho WHO-PCB				
PCB 77	ng/Probe	**12,4**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 81	ng/Probe	**0,686**	0,0500	DIN EN 1948, 4
PCB 126	ng/Probe	**0,188**	0,0250	DIN EN 1948, 4
PCB 169	ng/Probe	**nd**	0,0500	DIN EN 1948, 4
Mono-ortho WHO-PCB				
PCB 105	ng/Probe	**29,8**	0,500	DIN EN 1948, 4
PCB 114	ng/Probe	**2,68**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 118	ng/Probe	**58,6**	1,00	DIN EN 1948, 4
PCB 123	ng/Probe	**1,35**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 156	ng/Probe	**4,59**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 157	ng/Probe	**0,850**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 167	ng/Probe	**1,89**	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 189	ng/Probe	**0,416**	0,100	DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ-Werte				
WHO-PCB-TEQ 2005 exkl. BG[a]	ng/Probe	**0,0232**		DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG[b]	ng/Probe	**0,0247**	0,00409	DIN EN 1948, 4
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF PCB 60	%	**99**		DIN EN 1948, 4
WF PCB 127	%	**94**		DIN EN 1948, 4
WF PCB 159	%	**101**		DIN EN 1948, 4

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		**M163 767 - PCDD/F-4**		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		21-1932-004		
Parameter	**Einheit**	**Messwert**	**Best.-Grenze** *	**Prüfverfahren**
PAK Komponenten				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	**0,115**	0,0100	VDI 3874

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

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)

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

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	Struktur-formel	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 %.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

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 %.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021

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

PAK-Komponente	Struktur-formel	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 %.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\MPROJ\163\M163767\M163767_03_BER_1D.DOCX:17. 11. 2021