

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Nürnberg
Fürther Straße 35
90513 Zirndorf

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

www.MuellerBBM.de

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

27. November 2020
M158037/02 Version 1 ELR/MNR

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen im Jahr 2020

BHI GmbH

Biomasseheizkraftwerk Ilmenau

Bericht Nr. M158037/02

Betreiber:	BHI GmbH Biomasse Heizkraftwerk Ilmenau Gewerbepark "Am Wald" 18 a 98693 Ilmenau
Standort:	Gewerbepark "Am Wald" 18 a 98693 Ilmenau
Bericht erstellt von:	M. Sc. Stefan Hartmann
Datum der Messungen:	22. bis 24.09.2020

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

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

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	M158037/02
Datum	27. November 2020
Betreiber	BHI GmbH Biomasse Heizkraftwerk Ilmenau Gewerbepark "Am Wald" 18 a 98693 Ilmenau
Standort	Gewerbepark "Am Wald" 18 a 98693 Ilmenau
Art der Messung	Messung von gas- und partikelförmigen Emissionen
Auftragsnummer	013-4500349681/11440
Auftragsdatum	27.08.2020
Messtermin	22. bis 24.09.2020
Berichtsumfang	57 Seiten, davon 27 Seiten Anlagen
Aufgabenstellung	wiederkehrende Messungen zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen gemäß Genehmigungsbescheid

Zusammenfassung

Anlage	Anlage zur Verwertung fester Abfälle mit brennbaren Bestandteilen durch thermische Verfahren, insbesondere Verbrennung
Betriebszeiten	max. 8.760 h/a, abzüglich Revisionszeiten
Emissionsquelle	1 Abgaskamin
Messkomponenten	Fluorwasserstoff (HF), Cyanwasserstoff (HCN), Distickstoffoxid (N ₂ O), Benzo(a)pyren, PCDD/F + dl-PCB (gemäß 17. BImSchV, Anlage 2), Quecksilber, Metalle gemäß 17. BImSchV
Quellennummer	01

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IPROJ\158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

Messergebnisse

Tabelle 0.1. Zusammenfassung der Messergebnisse – Massenkonzentration.

Komponente	Einheit	$Y_{\max}-U_P^*)$	$Y_{\max}+U_P^*)$	Grenzwert	Betriebszustand	
N ₂ O	mg/m ³ ,N	0	31	-		
HF	mg/m ³ ,N	0	0	1		
Hg	mg/m ³ ,N	0,00	0,00	0,03		
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 a	mg/m ³ ,N	0,00	0,00	0,05	siehe 5.1
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 b	mg/m ³ ,N	0,0	0,0	0,5	
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 c	1) mg/m ³ ,N	0,01	0,01	0,05	
PCDD/F + dl-PCB	WHO-TEQ	1) ng/m ³ ,N	0,0	0,0	0,1	

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

Tabelle 0.2. Zusammenfassung der Messergebnisse – Massenströme.

Komponente	Einheit	$Y_{\max}-U_P^*)$	$Y_{\max}+U_P^*)$	Grenzwert	Betriebszustand
HCN	g/h	6	10	15	siehe 5.1

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

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

Anmerkung:

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

Inhaltsverzeichnis

1	Formulierung der Messaufgabe	5
1.1	Auftraggeber	5
1.2	Betreiber	5
1.3	Standort	5
1.4	Anlage	5
1.5	Messzeit (Datum)	5
1.6	Anlass der Messung	5
1.7	Aufgabenstellung	5
1.8	Messobjekte	6
1.9	Ortsbesichtigung vor Messdurchführung	6
1.10	Messplanabstimmung	7
1.11	An den Arbeiten beteiligte Personen	7
1.12	Beteiligung weiterer Institute	7
1.13	Fachlich Verantwortlicher	7
2	Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe	8
2.1	Art der Anlage	8
2.2	Beschreibung der Anlage	8
2.3	Beschreibung der Emissionsquelle	8
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
4	Mess- und Analysenverfahren, Geräte	12
4.1	Abgasrandbedingungen	12
4.2	Kontinuierliche Messverfahren	13
4.3	Diskontinuierliche Messverfahren	15
5	Betriebszustand der Anlage während der Messungen	25
5.1	Produktionsanlage	25
5.2	Abgasreinigungsanlagen	25
6	Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	26
6.1	Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen	26
6.2	Messergebnisse	26
6.3	Messunsicherheiten	29
6.4	Plausibilitätsprüfung	30
7	Anlagen	31

1 Formulierung der Messaufgabe

1.1 Auftraggeber

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

1.2 Betreiber

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

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

1.3 Standort

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

1.4 Anlage

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

genehmigungsbedürftig gemäß BImSchG i. V. mit Nr. 8.1 und 8.2 des Anhangs 1 zur 4. BImSchV, in der Fassung der Bekanntmachung vom 31.05.2017 (BGBl. I, Nr. 33, S. 1440 vom 08.06.2017)

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

1.5 Messzeit (Datum)

Datum der Messung	22. bis 24.09.2020
Datum der letzten Messung	13. bis 15.11.2019 06.02.2020 (Nachmessung Komponente HCN)
Datum der nächsten Messung	2021

1.6 Anlass der Messung

wiederkehrende Messung zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen

1.7 Aufgabenstellung

Messung gemäß nachstehendem Genehmigungsbescheid

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

Emissionsbegrenzungen gemäß Ziffer 2.2 des o. g. Genehmigungsbescheids:

Buchstabe	Schadstoff	Tagesmittelwert in mg/Nm ³	Halbstundenwert in mg/Nm ³
a)	Gesamtstaub	5	20
b)	Kohlenmonoxid	50	100
c)	Gesamtkohlenstoff	10	20
d)	Chlorwasserstoff	10	60
e)	Fluorwasserstoff ¹⁾	1	4
f)	Schwefeldioxid	50	200
g)	Stickstoffdioxid	150	400
h)	Quecksilber ²⁾	0,03	0,05
i)	Cd, Tl	--	0,05
j)	Sb....Sn (17.BImSchV)	--	0,5
k)	As, Benzo(a)pyren, Cd, Co, Cr	--	0,05
l)	Ammoniak	10	15
m)	Cyanwasserstoff	--	15 g/h
n)	PCDD/F + dl-PCB (gemäß 17. BImSchV, Anlage 2)	0,1 ng I-TEq/Nm³	--
Sauerstoff- Bezugswert		11,0 Vol.-%	11,0 Vol.-%

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

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

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

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

1.8 Messobjekte

Abgasrandbedingungen	Sauerstoff O ₂ , Kohlendioxid CO ₂ , Temperatur, Druck, Feuchte, Volumenstrom
gasförmige Emissionen	Fluorwasserstoff, Cyanwasserstoff, Distickstoffoxid, Quecksilber
partikelförmige Emissionen	staub- und gasförmige Schwermetalle nach 17. BImSchV (Cd, Tl, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)
Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe	PCDD/F + dl-PCB (gemäß 17. BImSchV, Anlage 2), Benzo(a)pyren

1.9 Ortsbesichtigung vor Messdurchführung

keine Ortsbesichtigung durchgeführt	<input checked="" type="checkbox"/> da mit den vorherigen Messungen an dieser Anlage befasst
	Messbedingungen entsprechend DIN EN 15259
	<input checked="" type="checkbox"/> vorgefunden
	<input type="checkbox"/> nicht vorgefunden (Maßnahmen siehe Abschnitt 3)

1.10 Messplanabstimmung

Die Messplanung wurde mit dem Auftraggeber abgestimmt und dem Landratsamt Ilmenau, der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie und dem Auftraggeber am 17.09.2020 in Form eines Kurzmessplanes übermittelt.

1.11 An den Arbeiten beteiligte Personen

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

M. Sc. Stefan Hartmann

1.12 Beteiligung weiterer Institute

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

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

1.13 Fachlich Verantwortlicher

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

2 Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

2.1 Art der Anlage

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

genehmigungsbedürftige Anlage gemäß 8.1 und 8.2 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 Firma Biomasseheizkraftwerk Ilmenau GmbH betreibt im Gewerbepark Am Wald 18a in Ilmenau eine Anlage zur Verwertung fester Abfälle mit brennbaren Bestandteilen durch thermische Verfahren, insbesondere Verbrennung.

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

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

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

Technische Daten des Dampferzeugers

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

Technische Daten des Stützbrenners/ Anfahrerbrenner

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

2.3 Beschreibung der Emissionsquelle

Emissionsquelle	Kamin
Höhe über Grund	45 m
Austrittsfläche	1,27 m ²
Rechtswert/Hochwert	4425407/5618470
Bauausführung	freistehender einzügiger Stahlkamin

2.4 Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

Hackschnitzel aus folgenden Holzkategorien:

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

2.5 Betriebszeiten

2.5.1 Gesamtbetriebszeit

max. 8.760 h/a, abzüglich Revisionszeiten

tägliche Betriebszeit 24 Stunden

wöchentliche Betriebszeit 7 Tage

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

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

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

2.6.1.2 Erfassungselement

angeschweißte bzw. angeflanschte Abgaskanäle

2.6.1.3 Ventilator肯ndaten

Fabrikat	Radialventilator
Typ	Scheuch-Vkd50 0900-hc 14
Druckdifferenz	10.830 Pa
Baujahr	2004
Volumenstrom	96.000 m ³ /min
Motorleistung	250 kW

2.6.1.4 Ansaugfläche

entfällt

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

Zyklonanlage

Hersteller:	Fa. SCHEUCH – Österreich
Baujahr:	2004
Type:	Zp 5 – 2000 links/rechts
Einzelzyklone:	1
Schaltung/Bauart:	parallel
Durchmesser (mm):	2.000
Druckdifferenz (Pa):	ca. 2.500
letzte Wartung:	04/2018
Abreinigung:	Schnecke und Zellradschleuse

SNCR-Anlage

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

Gewebefilter

Hersteller:	Fa. SCHEUCH – Österreich
Baujahr:	2004
Bauart:	Mehrkammerfilter
Anzahl der Schläuche:	480
Filtermaterial:	PTFE-Nadelfilz/PTFE-Stützgewebe
Filterfläche:	1.400 m ²
Filterflächenbelastung:	1,14 m ³ /m ² x min
Abreinigung:	Druckluftimpulse
Abreinigungsrythmus:	differenzdruckgesteuert
letzter Filterwechsel:	04/2018

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

Gewebefilter

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

Beim Betrieb des Siloaufsatzfilters wurden durch Müller-BBM keine Staubemissionen festgestellt. Der Filter ist in gutem Zustand.

2.6.3 Einrichtung zur Kühlung des Abgases

Es sind keine Einrichtungen zur Kühlung der Abgase installiert.

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 p_{dyn}
Erfassung	durch Netzmessungen sowie kontinuierlich in einem repräsentativen Messpunkt mit elektronischer/handschriftlicher Dokumentation
DIN EN ISO 16911-1 (06 - 2013)	Manuelle und automatische Bestimmung der Geschwindigkeit und des Volumenstromes in Abgaskanälen – Manuelles Referenzverfahren
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1Z02

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin

siehe Abschnitt 4.1.1

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

Messverfahren	Digitalbarometer
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente p_{atm}

4.1.4 Abgastemperatur

Messverfahren	Thermospannung, NiCr-Ni-Thermoelement
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente T
Erfassung	kontinuierlich in einem repräsentativen Messpunkt mit elektronischer Dokumentation

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

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

4.1.6 Abgasdichte

berechnet gemäß VDI 2066, Blatt 1, Pos. 8.5 unter Berücksichtigung der Abgasbestandteile an	Sauerstoff (O ₂), Kohlendioxid (CO ₂) Luftstickstoff (N ₂) Abgasfeuchte (Wasserdampfanteil im Abgas) sowie der Abgastemperatur und der Druckverhältnisse im Kanal
---	--

4.1.7 Abgasverdünnung

entfällt

4.2 Kontinuierliche Messverfahren

4.2.1 Messobjekte

Sauerstoff (O₂)

Kohlendioxid (CO₂)

Distickstoffmonoxid (N₂O)

4.2.2 Messverfahren

O₂

magnetische Suszeptibilität, DIN EN 14789 (05 - 2017)

CO₂

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

N₂O

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

Müller-BBM-Prüfanweisungen

16-1A09 (CO₂, N₂O); 16-1A10 (O₂)

4.2.3 Analysatoren

O₂ (Hersteller/Typ/Nummer/...)

siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente O₂

CO₂ (Hersteller/Typ/Nummer/...)

siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente CO₂

N₂O (Hersteller/Typ/Nummer/...)

siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente N₂O

4.2.4 Eingestellter Messbereich

O₂

0... 30 Vol.-%

CO₂

0... 20 Vol.-%

N₂O

0... 600 ppm

4.2.5 Messplatzaufbau

Entnahmesonde

Edelstahl, beheizt auf Abgastemperatur, Länge 0,5 m

Partikelfilter

Quarzwatte gestopft im Filtergehäuse aus Titan, innenliegend, abgasbeheizt

Probegasleitung vor Gasaufbereitung

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

Probegasleitung nach Gasaufbereitung

Länge ca. 1 m, PTFE-Leitung, unbeheizt

Werkstoff der gasführenden Teile

Edelstahl, Titan, PTFE, Glas

Messgasaufbereitung

Messgaskühler

Bauart

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

Temperatur geregelt auf

4 °C

Trockenmittel

nicht vorhanden

Messgasdurchfluss

0,06 m³/h

4.2.6 Überprüfung der Gerätekenlinie

Prüfgas	Kohlendioxid CO ₂	Distickstoffoxid N ₂ O
Hersteller	Air Liquide	Air Liquide
Flaschennummer	D0WGLWM	D3RLUCN
Konzentration	15,02 Vol.-%	156 ppm
Rest	N ₂	synth. Luft
Analysentoleranz	± 2 %	± 2 %
zertifiziert	Hersteller	Hersteller
Datum	10.01.2020	12.12.2019
Stabilitätsgarantie	36 Monate	36 Monate
Garantiezeit eingehalten	ja	ja
Nullgas	Stickstoff	
Prüfgas O ₂	Umgebungsluft (20,95 Vol.-%)	
Überprüfung des Zertifikates	mit DKD-zertifizierten Prüfgasen gemäß Müller-BBM Arbeitsanweisungen	
Aufgabe durch das gesamte Probenahmesystem	ja	

4.2.7 90 % Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

ca. 40 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	Überwachung der Sauerstoffkonzentration Durchflusskontrolle
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3 Diskontinuierliche Messverfahren

4.3.1 Gas- und dampfförmige Emissionen

4.3.1.1 Gasförmige anorganische Fluorverbindungen (angegeben als HF)

4.3.1.1.1 Messverfahren

VDI 2470, Blatt 1 (10 – 1975)	Messung gasförmiger Emissionen; Messen gasförmiger Fluorverbindungen; Absorptions-Verfahren
DIN EN 17340 (E) (12 – 2018)	Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration fluorierter Verbindungen, angegeben als HF – Standardreferenzverfahren
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1A02; 16-2A02

4.3.1.1.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Partikelabscheidung/beheizte Probenahme/zweistufige Absorption/Gasprobennehmer
Entnahmesonde	Titan, beheizt auf 190 °C, Länge 1,2 m, mit beheiztem Verteiler für weitere Messparameter
Partikelfilter	Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, außenliegend, beheizt auf 190 °C, Material: Quarzfaser
Probegasleitung	entfällt
Werkstoff der gasführenden Teile	Titan, Glas
Ab-/Adsorptionseinrichtung	zwei Muenke-Waschflaschen in Reihe, dritte Waschflasche als Tropfenfänger
Sorptionsmittel	0,1 n Natronlauge
Sorptionsmittelmenge	30 ml je Waschflasche
Probenahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente HF
eingestellter Durchfluss	ca. 0,12 m ³ /h
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,4 m
Probentransfer	ungekühlt in 50-ml-PE-Gefäßen
Standzeit der Proben	max. 6 Tage (Analyse am 28.09.2020)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.1.1.3 Analytische Bestimmung

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

4.3.1.1.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit)	Einige Schwermetalle wie Cd, Zn, Ag, Ni, Cu, Fe und Hg komplexieren das Fluorid-Ion und können zu Minderbefunden führen.
absolute Bestimmungsgrenze	0,003 mg/Probe
relative Bestimmungsgrenze	0,06 mg/m ³ bei 0,05 Nm ³ Probegasvolumen
Analysenunsicherheit	2,0 % 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	Bestimmung der Leckrate bei verschlossener Sondenöffnung
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3.1.2 Cyanwasserstoff (angegeben als HCN)**4.3.1.2.1 Messverfahren**

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

4.3.1.2.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Partikelabscheidung/beheizte Probenahme/zweistufige Absorption/Gasprobennehmer
Entnahmesonde	Titan, beheizt auf 190 °C, Länge 1,2 m, mit beheiztem Verteiler für weitere Messparameter
Partikelfilter	Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, außenliegend, beheizt auf 190 °C, Material: Quarzfaser
Probegasleitung	entfällt
Werkstoff der gasführenden Teile	Edelstahl, Titan, Glas
Ab-/Adsorptionseinrichtung	zwei Muenke-Waschflaschen in Reihe, dritte Waschflasche als Tropfenfänger
Sorptionsmittel	0,1 n Natronlauge
Sorptionsmittelmenge	30 ml je Waschflasche
Probenahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente HCN
eingestellter Durchfluss	ca. 0,12 m ³ /h
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,4 m
Probentransfer	ungekühlt in 50-ml-PE-Gefäßen
Standzeit der Proben	max. 10 Tage (Analyse am 02.10.2020)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.1.2.3 Analytische Bestimmung

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

4.3.1.2.4 Verfahrenskenngrößen

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

4.3.1.2.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Doppelbestimmungen, Blindwertbestimmungen, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen	
QM-System gemäß DIN EN ISO/IEC 17025, Kalibrierungen gemäß Qualitätsmanagement Müller-BBM	
Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	Überprüfung der Leckrate bei verschlossener Sondenöffnung
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3.1.3 Quecksilber**4.3.1.3.1 Messverfahren**

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

4.3.1.3.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Partikelabscheidung/beheizte Probenahme/zweistufige Absorption/Gasprobennehmer
Durchführung der Probenahme	nicht isokinetisch, da Hg partikelförmig < 1 µg/m ³
Entnahmesonde	Titan, beheizt auf 190 °C, Länge 1,2 m, mit beheiztem Verteiler für weitere Messparameter
Partikelfilter	Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, außenliegend, beheizt auf 190 °C, Material: Quarzfaser
Probegasleitung	entfällt
Werkstoff der gasführenden Teile	Titan, Glas

Ab-/Adsorptionseinrichtung	zwei Muenke-Waschflaschen in Reihe, dritte Waschflasche als Tropfenfänger
Sorptionsmittel	schwefelsaure KMnO_4 -Lösung
Sorptionsmittelmenge	30 ml je Waschflasche
Probenahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Hg
eingestellter Durchfluss	ca. 0,12 m^3/h
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,4 m
Probentransfer	Planfilter in Rundbehältern aus PE Absorptionslösungen ungekühlt in 250-ml-Duranglas-Flaschen
Standzeit der Proben	max. 8 Tage (Analyse am 30.09.2020)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.1.3.3 Analytische Bestimmung

Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung des Hg-Gehaltes mittels UV-Fotometrie mit Mess- und Referenzstrahl zur Lampenregelung
Aufarbeitung der Filter	Mikrowellendruckaufschluss mit $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ und Flusssäure
Aufarbeitung der Absorptionslösungen	nach Entfärbung mit Hydroxylammoniumchlorid und Reduktion durch Zugabe von Zinn(II)-chloridlösung direkt zur Analyse
Analysengeräte (Typ/Hersteller)	Quecksilber-Analysator Typ RA-4300, Nippon Instruments Cooperation
Standards (Hg^{2+})	Quecksilberchlorid-Lösung, Standardkalibrierverfahren

4.3.1.3.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit)	keine bekannt
absolute Bestimmungsgrenze	0,010 $\mu\text{g}/\text{Probe}$
relative Bestimmungsgrenze	0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 0,05 Nm^3 (Absorptionslösung) 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 1 Nm^3 (Planfilter)
Analysenunsicherheit	4,0 % vom Messwert

4.3.1.3.5 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	Überprüfung der Leckrate bei verschlossener Sondenöffnung
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3.2 Partikelförmige Emissionen

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

4.3.2.1.1 Messverfahren

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

4.3.2.1.2 Messplatzaufbau

Probenahme nach dem Hauptstromverfahren

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Absaugdüse, Partikelfilter, beheizte Lanze, 2-stufige Absorption, Kondensatgefäß mit Trockenturm, Pumpe mit Gasuhr und Temperaturfühler
Entnahmesonde	Titan, beheizt auf 190 °C, Länge 1,2 m

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Partikelfilter	Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, innenliegend, abgasbeheizt, entgegen der Strömungsrichtung positioniert
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 ₂ O ₂ -Zusatz
Sorptionsmittelmenge	40 ml je Impingerwaschflasche
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,4 m
Spüllösung	5-%ige HNO ₃ (zur Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Partikelfilter und von filtergängigen Anteilen zwischen Partikelfilter und erster Absorptionsstufe)
Probentransfer	Planfilter in Rundbehältern aus PE oder Polystyrol; Sonden-spüllösung und Absorptionslösungen ungekühlt in PE-Gefäßen
Probenahmesystem	siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente SIS
eingestellter Durchfluss	gemäß Isokinetik
Standzeit der Proben	max. 13 Tage (Analyse am 01. und 05.10.2020)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

4.3.2.1.3 Aufbereitung und Auswertung der Messfilter und der Absorptionslösungen

Messfilter (Aufarbeitung des Probenmaterials)	Mikrowellendruckaufschluss mit HNO ₃ /H ₂ O ₂ und Flußsäure
Absorptionslösung	Vereinigung der Absorptionslösungen (ohne weitere Probenaufbereitung) mit den Filteraufschlüssen und anschließende Vermessung der Proben (Hauptstromverfahren)
Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung von Schwermetallen mittels ICP und MS-Detektion
Analysengeräte (Hersteller/Typ)	ICP-MS (Thermo / ICAP RQ) (PMV11478)
Analysebedingungen	Hot Plasma (ca. 8.000 K)
Standard	6-Punkt-Kalibrierung der Analyten mit geeignetem, massenabhängigem internen Standard (Rhodium, Scandium, Ruthenium, Germanium, Rhenium)

4.3.2.1.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeiten)	Da die Detektion der Elemente durch deren charakteristische Massen erfolgt, können Querempfindlichkeiten weitgehend ausgeschlossen werden.
absolute Bestimmungsgrenze	Cd/Tl: 0,0005 mg/l weitere Elemente 0,005 mg/l
relative Bestimmungsgrenze	Cd/Tl: 0,025 µg/m ³ weitere Elemente: 0,25 µg/m ³ bei 50 ml Aufschlusslösung und 1 m ³ Probegasvolumen bzw. Cd/Tl: 0,1 µg/m ³ weitere Elemente: 1,0 µg/m ³ bei 100 ml Absorptionslösung und 1 m ³ Probegasvolumen
Analysenunsicherheit	3,9 % (bestimmt aus Kontrollstandards und Doppelbestimmungen)

4.3.2.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen

Element	Planfilter M407	Absorptionslösung BW A
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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27. 11. 2020

Doppelbestimmungen, Blindwertbestimmungen, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen	
QM-System gemäß DIN EN ISO/IEC 17025, Kalibrierungen gemäß Qualitätsmanagement Müller-BBM	
Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	Überprüfung der Leckrate bei verschlossener Sondenöffnung
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3.3 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe

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

4.3.3.1.1 Messverfahren

DIN EN 1948-1 (06 – 2006)	Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB - Teil 1: Probenahme von PCDD/PCDF
DIN EN 1948-4 (03-2014)	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB - Teil 4: Probenahme und Analyse dioxin-ähnlicher PCB
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1M01; Variante A
Durchführung der Probenahme	Probenahme mit gekühltem Absaugrohr; isokinetische Absaugung eines Teilstromes; Abkühlung des Abgases und Kondensation der Abgasfeuchte; Abscheidung von Aerosolen und Partikeln auf einem Planfilter und Adsorption organischer Verbindungen an XAD

4.3.3.1.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	wasserkühlbare Sonde; Kondensatgefäß; ggf. Tropfenabscheider; XAD-Kartusche; Pumpe; Gasuhr mit Temperaturfühler
Entnahmesonde	wassergekühlte Titansonde mit auswechselbarem Duranglas- bzw. Quarzglasrohr, Länge 2 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. 1,3 m ³ /h (gemäß Isokinetik)
Abstand zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Sorptionsmittel	ca. 2 m

4.3.3.1.3 Probenahme und Nachbehandlung

Nachbehandlung	Auskochen bzw. Spülen der Probenahmeapparatur mit destilliertem H ₂ O, Toluol und Aceton
Probentransfer	lichtgeschützt, Kondensat und Spüllösung in Braunglasflaschen
Zeitraum zwischen Probenahme und Probenaufbereitung	max. 9 Tage
Zeitraum der Analyse	01. bis 13.10.2020
Beteiligung eines Fremdlabors	mas münster analytical solutions gmbh, 48149 Münster

4.3.3.1.4 Analytische Bestimmung

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

4.3.3.1.5 Verfahrenskenngrößen

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27. 11. 2020

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 Bestimmung der Leckrate bei verschlossener Probenahmeapparatur

Messunsicherheit siehe 6.3

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

PCDD/F-Wiederfindungsraten

Messung (Datum/Uhrzeit) Standard	22.09.2020 10:19-16:19	23.09.2020 10:30-16:30	24.09.2020 08:50-14:50	Blindwert
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-PeCDF	97 %	104 %	103 %	104 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-HxCDF	98 %	107 %	96 %	111 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	92 %	99 %	94 %	106 %

PCB-Wiederfindungsraten

Messung (Datum/Uhrzeit) Standard	22.09.2020 10:19-16:19	23.09.2020 10:30-16:30	24.09.2020 08:50-14:50	Blindwert
¹³ C ₁₂ -PCB 60	110 %	114 %	104 %	103 %
¹³ C ₁₂ -PCB 127	73 %	70 %	72 %	77 %
¹³ C ₁₂ -PCB 159	102 %	104 %	100 %	97 %

4.3.3.2 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) Benzo(a)pyren

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27. 11. 2020

4.3.3.2.3 Probenahme und Nachbehandlung

Nachbehandlung	Auskochen bzw. Spülen der Probenahmeapparatur mit destilliertem H ₂ O, Toluol und Aceton
Probentransfer	lichtgeschützt, Kondensat und Spüllösung in Braunglasflaschen
Zeitraum zwischen Probenahme und Probenaufbereitung	max. 9 Tage
Zeitraum der Analyse	01. bis 13.10.2020
Beteiligung eines Fremdlabors	mas münster analytical solutions gmbh, 48149 Münster (Probenaufbereitung, Extraktion und Analytik)

4.3.3.2.4 Analytische Bestimmung

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

4.3.3.2.5 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeiten)	wird durch Probenaufbereitung minimiert Die Methode ist hochselektiv, bei einigen PAK treten jedoch Co-Elutionen auf.
Bestimmungsgrenze bei 10 m ³ Probenahmenvolumen	für Benzo(a)pyren i.d.R. bei 0,001 µg/m ³ (Phenanthren 0,005 µg/m ³ , Naphthalin 0,1 µg/m ³)
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	Bestimmung der Leckrate bei verschlossener Probenahmeapparatur
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3.4 Geruchsemissionen

entfällt

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27. 11. 2020

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

Datenbasis: Betreiberangaben und Erhebungen durch Müller-BBM

5.1 Produktionsanlage

Datum		22.09.2020	23.09.2020	24.09.2020
Messzeitraum	Uhrzeit	10:00 – 17:00	10.00 – 17:00	8.00 – 15.00
Betriebsweise		kontinuierlich	kontinuierlich	kontinuierlich
Betriebsart		Volllast	Volllast	Volllast
Lastfall	%	95 - 106	95 - 106	95 - 106
Feuerraumtemperatur	°C	1200	1192	1197
Dampfmenge	t/h	23 – 24	23 – 24	23 – 24
Erdgasverbrauch Brenner	m³/h	0	0	0
O ₂ - Gehalt Rauchgas	Vol %	8,2	8,15	8,2
Abweichung von genehmigter Betriebsweise		nein	nein	nein
besondere Vorkommnisse		nein	nein	nein

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Gewebefilter

Datum		22.09.2020	23.09.2020	24.09.2020
Messzeitraum	Uhrzeit	10:00 – 17:00	10.00 – 17:00	8.00 – 15.00
Betriebsart		normal	normal	normal
Filterdruck	mbar	17	17	17
Austragstemperatur	°C	125	125	130
letzte Wartung		05/2020	05/2020	05/2020

Additivzugaben

Datum		22.09.2020	23.09.2020	24.09.2020
Messzeitraum	Uhrzeit	10:00 – 17:00	10.00 – 17:00	8.00 – 15.00
Kalkzugabe	%	0 - 15	0 - 15	0 - 15
Harnstoffzugabe	l/h	12	15	15

Abweichungen von genehmigter bzw. bestimmungsgemäßer Betriebsweise

keine

besondere Vorkommnisse

keine

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen

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

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

6.2 Messergebnisse

Nachfolgend werden die wichtigsten Messergebnisse zusammengefasst. Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich alle Konzentrationen auf das trockene Abgas im Normzustand.

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

Tabelle 6.2.1. Messergebnisse Abgasrandbedingungen.

Datum	Zeit	P hPa	v m/s	T °C	H ₂ O Vol. %	O ₂ Vol. %	dV/dt, Betrieb m ³ /h	dV/dt, N,f m ³ /h,N,f	dV/dt, N,tr m ³ /h,N,tr
22.09.2020	08:45-09:00	955,4	13,9	130	13,6	8,4	63798	40758	35234
22.09.2020	10:19-16:19	955,4	13,6	128	13,2	8,2	61990	39779	34528
22.09.2020	12:04-12:36	955,4	13,0	128	12,9	8,3	59577	38241	33308
22.09.2020	14:32-15:02	955,4	13,6	129	12,9	8,2	62002	39732	34607
23.09.2020	10:30-16:30	950,4	14,4	129	13,3	8,9	65814	41951	36371
23.09.2020	12:12-12:44	950,4	14,2	127	12,6	8,3	65039	41591	36351
23.09.2020	12:01-12:31	950,4	14,1	120	12,6	8,2	64286	41922	36640
24.09.2020	08:50-14:50	948,4	14,4	135	13,8	8,4	65989	41311	35610
24.09.2020	09:08-09:40	948,4	14,3	137	13,4	8,4	65351	40699	35246
24.09.2020	09:39-10:09	948,4	14,3	137	13,4	8,4	65491	40778	35314
P	Druck			T	Temperatur		O ₂	Sauerstoff	
v	Strömungsgeschwindigkeit			H ₂ O	Abgasfeuchte		dV/dt	Volumenstrom	

Tabelle 6.2.2. Messergebnisse kontinuierliche Messparameter.

Komponente		N ₂ O								
Nr	Datum	Zeit	N ₂ O mg/m ³	O ₂ Vol. %	N ₂ O 1) mg/m ³ ,N	N ₂ O 1)3) mg/m ³ ,N	Up 2)3) mg/m ³ ,N	N ₂ O 3) kg/h	Up 2)3) kg/h	
1	22.09.2020	14:32-15:02	5,3	8,2	4,2	< 12,0	21,8	< 0,53	0,9	
2	23.09.2020	12:01-12:31	14,0	8,2	10,9	< 12,0	30,8	< 0,56	1,4	
3	24.09.2020	09:39-10:09	3,2	8,4	2,5	< 12,0	20,9	< 0,53	0,9	
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)						0,00		0,00		
Maximalwert						0,00		0,00		
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit						0		0		
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit						31		1		
Grenzwert						-		-		

1) bezogen auf 11 Vol. % O₂

2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt

3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Tabelle 6.2.3. Messergebnisse diskontinuierliche Messparameter.

Komponente		HCN								
Nr	Datum	Zeit	HCN	O ₂	Volumen m ³ N	HCN	HCN	Up	HCN	Up
			mg/Probe	Vol. %		1)	1)3)	2)3)	3)	2)3)
						mg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N	g/h	g/h
1	22.09.2020	14:32-15:02	0,00	8,2	0,052	0,05	< 0,05	0,01	< 2,21	0,7
2	23.09.2020	12:01-12:31	0,00	8,2	0,052	0,06	0,05	0,02	2,7	0,9
3	24.09.2020	09:39-10:09	0,01	8,4	0,052	0,18	0,1	0,04	7,9	1,9
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)						0,07			3,5	
Maximalwert						0,1			7,9	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit						0			6	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit						0			10	
Grenzwert						-			15	

- 1) bezogen auf 11 Vol.% O₂
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Komponente		HF								
Nr	Datum	Zeit	HF	O ₂	Volumen m ³ N	HF	HF	Up	HF	Up
			mg/Probe	Vol. %		1)	1)3)	2)3)	3)	2)3)
						mg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N	g/h	g/h
1	22.09.2020	14:32-15:02	0,00	8,2	0,052	0,00	< 0,05	0,01	< 1,73	0,3
2	23.09.2020	12:01-12:31	0,00	8,2	0,052	0,00	< 0,05	0,01	< 1,83	0,3
3	24.09.2020	09:39-10:09	0,00	8,4	0,052	0,00	< 0,05	0,01	< 1,76	0,3
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)						0,00			0,00	
Maximalwert						0,00			0,00	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit						0			0	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit						0			0	
Grenzwert						1			-	

- 1) bezogen auf 11 Vol.% O₂ nur bei Überschreitung des Bezugssauerstoffgehaltes von 11 Vol.% O₂
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Komponente		Hg								
Nr	Datum	Zeit	Hg	O ₂	Volumen m ³ N	Hg	Hg	Up	Hg	Up
			µg/Probe	Vol. %		1)	1)3)	2)3)	3)	2)3)
						µg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N	mg/h	mg/h
1	22.09.2020	14:32-15:02	0,00	8,2	0,048	0,00	< 0,0002	0,0000	< 6,92	1,3
2	23.09.2020	12:01-12:31	0,00	8,2	0,052	0,00	< 0,0002	0,0000	< 7,32	1,4
3	24.09.2020	09:39-10:09	0,00	8,4	0,053	0,00	< 0,0002	0,0000	< 7,06	1,4
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)						0,0000			0,00	
Maximalwert						0,0000			0,00	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit						0,00			0	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit						0,00			1	
Grenzwert						0,03			-	

- 1) bezogen auf 11 Vol.% O₂ nur bei Überschreitung des Bezugssauerstoffgehaltes von 11 Vol.% O₂
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

Tabelle 6.2.4. Messergebnisse partikelförmige Messparameter.

Komponente Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV												
Nr	Datum	Zeit	O ₂	Volumen	Düse	Absaug- fehler	Summe nach Anlage 1 1)	Summe nach Anlage 1 1)3)	Up 2)3)	Summe nach Anlage 1 3)	Up 2)3)	
1	22.09.2020	12:04-12:36	8,3	0,745	8	7	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000
2	23.09.2020	12:12-12:44	8,3	0,820	8	8	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000
3	24.09.2020	09:08-09:40	8,4	0,782	8	5	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,0000			0,000	
Maximalwert								0,0000			0,000	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit								0,00			0,0	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit								0,00			0,0	
Grenzwert								0,05			-	
1) bezogen auf 11 Vol.% O ₂ nur bei Überschreitung des Bezugssauerstoffgehaltes von 11 Vol.% O ₂												
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt												
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht												

Komponente Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV												
Nr	Datum	Zeit	O ₂	Volumen	Düse	Absaug- fehler	Summe nach Anlage 1 1)	Summe nach Anlage 1 1)3)	Up 2)3)	Summe nach Anlage 1 3)	Up 2)3)	
1	22.09.2020	12:04-12:36	8,3	0,745	8	6	10,4	0,01	0,000	0,34	0,02	
2	23.09.2020	12:12-12:44	8,3	0,820	8	7	4,1	0,004	0,000	0,15	0,01	
3	24.09.2020	09:08-09:40	8,4	0,782	8	5	4,1	0,004	0,000	0,14	0,01	
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,006			0,21	
Maximalwert								0,01			0,34	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit								0,0			0,3	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit								0,0			0,4	
Grenzwert								0,5			-	
1) bezogen auf 11 Vol.% O ₂ nur bei Überschreitung des Bezugssauerstoffgehaltes von 11 Vol.% O ₂												
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt												
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht												

Komponente Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV												
Nr	Datum	Zeit	O ₂	Volumen	Düse	Absaug- fehler	Summe nach Anlage 1 1)	Summe nach Anlage 1 1)3)	Up 2)3)	Summe nach Anlage 1 3)	Up 2)3)	
1	22.09.2020	12:04-12:36	8,3	0,745	8	7	6,3	0,006	0,0005	0,20	0,01	
2	23.09.2020	12:12-12:44	8,3	0,820	8	8	0,0	0,0000	0,0000	0,000	0,000	
3	24.09.2020	09:08-09:40	8,4	0,782	8	5	0,0	0,0000	0,0000	0,000	0,000	
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,002			0,06	
Maximalwert								0,006			0,20	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit								0,01			0,2	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit								0,01			0,2	
Grenzwert								0,05			-	
1) bezogen auf 11 Vol.% O ₂ nur bei Überschreitung des Bezugssauerstoffgehaltes von 11 Vol.% O ₂												
2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt												
3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht												

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27. 11. 2020

Tabelle 6.2.5. Messergebnisse besondere hochtoxische Messparameter.

Komponente		PCDD/F + dl-PCB											
Nr	Datum	Zeit	WHO-TEQ	O ₂	Volumen	Düse	Absaugfehler	WHO-TEQ	WHO-TEQ	Up	WHO-TEQ	Up	
			ng/Probe	Vol. %	m ³ N	mm	%	1)	1)3)	2)3)	3)	2)3)	
									ng/m ³ ,N	ng/m ³ ,N	ng/m ³ ,N	mg/h	mg/h
1	22.09.2020	10:19-16:19	0,00	8,2	4,735	6	3	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	23.09.2020	10:30-16:30	0,00	8,9	4,984	6	3	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	24.09.2020	08:50-14:50	0,00	8,4	4,907	6	3	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)									0,000			0,000	
Maximalwert									0,000			0,000	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit									0,0			0,0	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit									0,0			0,0	
Grenzwert									0,1			-	

- 1) bezogen auf 11 Vol.% O₂ nur bei Überschreitung des Bezugssauerstoffgehaltes von 11 Vol.% O₂
- 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
- 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

6.3 Messunsicherheiten

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

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

Tabelle 6.3.1. Messunsicherheit Massenkonzentration.

Komponente	Einheit	Y _{max}	U _P	Y _{max-U_P*)}	Y _{max+U_P*)}	Bestimmungsmethode	
N ₂ O	mg/m ³ ,N	0,00	30,8	0	31	indirekt	
HF	mg/m ³ ,N	0,00	0,01	0	0	indirekt	
HCN	mg/m ³ ,N	0,1	0,04	0	0	indirekt	
Hg	mg/m ³ ,N	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt	
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 a	mg/m ³ ,N	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 b	mg/m ³ ,N	0,01	0,000	0,0	0,0	indirekt
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 c	1) mg/m ³ ,N	0,006	0,0005	0,01	0,01	indirekt
PCDD/F + dl-PCB	WHO-TEQ	1) ng/m ³ ,N	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt

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

Tabelle 6.3.2. Messunsicherheit Massenstrom.

Komponente	Einheit	Y _{max}	U _P	Y _{max-U_P*)}	Y _{max+U_P*)}	Bestimmungsmethode	
N ₂ O	kg/h	0,00	0,9	0	1	indirekt	
HF	g/h	0,00	0,3	0	0	indirekt	
HCN	g/h	7,9	1,9	6	10	indirekt	
Hg	mg/h	0,00	1,3	0	1	indirekt	
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 a	g/h	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 b	g/h	0,34	0,02	0,3	0,4	indirekt
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 c	1) g/h	0,20	0,01	0,2	0,2	indirekt
PCDD/F + dl-PCB	WHO-TEQ	1) mg/h	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt

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

\\IS-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27. 11. 2020

6.4 Plausibilitätsprüfung

Die Messwerte liegen im selben Bereich wie die Ergebnisse der vergangenen Jahre und sind damit als plausibel einzustufen. Während der Probenahme traten keine Auffälligkeiten diesbezüglich auf.

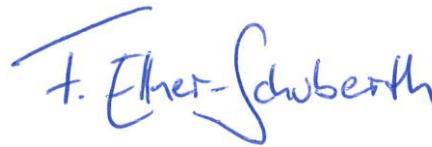
Für den Inhalt des Berichtes zeichnen verantwortlich:



M. Sc. Stefan Hartmann

Berichterstellung

Telefon +49(911)600445-29



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

Qualitätssicherung

Telefon +49(911)600445-15



Dipl.-Ing. (FH) Frank Stöcklein

Fachlich Verantwortlich

Telefon +49(911)600445-0

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



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

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

7 Anlagen

Anlage 1: Prüfmittelkatalog

Anlage 2: Messplan

Anlage 3: Mess- und Rechenwerte

Anlage 4: Graphische Darstellung des Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten

Anlage 1: Prüfmittelkatalog

Messkomponente	Prüfmittel-Nr.	Hersteller	Typ	letzte Überprüfung	Prüfintervall	Eignungsbekanntgabe / Prüfbericht
T	6068	Greisinger	GMH3210	08. 2020	12 Monate	
P _{dyn}	6974	Greisinger	GMH3156	08. 2020	12 Monate	
P _{atm}	8336	Greisinger	GDH12AN	03. 2020	12 Monate	
H ₂ O	7296	Sartorius	LC4200	08. 2020	12 Monate	
H ₂ O, HF, HCN	10234	Ittron	G1,6	01. 2020	12 Monate	
Hg	10236	Ittron	G1,6	08. 2020	12 Monate	
PCDD/F	9831	Müller-BBM	Is01.1	01. 2020	12 Monate	
SIS	9338	Müller-BBM	Is01.1	08. 2020	12 Monate	
O ₂ , CO ₂	11526	Horiba	PG-350E	04. 2020	12 Monate	BAnz. AT 05.03.2013 B10 TÜV Rheinland, Berichtsnummer 936/21217617/A vom 05.10.2012 BAnz. 2006, Nr. 194, S. 6715 vom 12.09.2006
N ₂ O	7969	ABB	EL3020	04. 2020	12 Monate	TÜV Süddeutschland, Berichtsnummer 691317, 30.06.2006

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\IMPROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27. 11. 2020

Anlage 2: Messplan

Die Messungen wurden gemäß folgender Messplanung durchgeführt:

- Es werden 3 Einzelmessungen bei repräsentativer Anlagenauslastung durchgeführt.
- Die Messzeit je Einzelmessung beträgt gemäß TA Luft i. d. R. 30 Minuten.
- 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 Messtermin: 22. bis 24.09.2020
- Messtermin: 22. bis 24.09.2020

Anlage 3: Mess- und Rechenwerte

Tabelle 7.3.1. Mess- und Rechenwerte Abgasrandbedingungen/Strömungsprofil.

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
08:45	1	85	0,85	14,4	8240	5264	4551
	1	318	0,89	14,7	8432	5387	4657
	1	954	0,70	13,0	7460	4766	4120
	1	1187	0,72	13,3	7601	4856	4198
	2	85	0,75	13,5	7740	4945	4275
	2	318	0,85	14,4	8256	5274	4560
	2	954	0,83	14,3	8159	5212	4506
	2	1187	0,78	13,8	7910	5054	4369
09:00	Mittelwert		0,80	13,95			
	Summe				63798	40758	35234

mittlere Geschwindigkeit 13,9 m/s
 Standardabweichung 0,6 m/s
 relative Standardabweichung 4,4 %
 Unsicherheit der Mittelwertbildung *) 0,2 m/s
Verhältnis max./min. Geschwindigkeit 1,13 : 1

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

Tabelle 7.3.2. Mess- und Rechenwerte kontinuierliche Messparameter.

Komponente O₂

Nr	Datum	Zeit	O ₂ Vol.%	O ₂	O ₂	Up
				1) Vol.%,N	1)3) Vol.%,N	2)3) Vol.%,N
1	22.09.2020	10:19-16:19	8,2	8,2	8,2	0,3
2	22.09.2020	12:04-12:36	8,3	8,3	8,2	0,3
3	22.09.2020	14:32-15:02	8,2	8,2	8,1	0,3
4	23.09.2020	10:30-16:30	8,9	8,9	8,9	0,3
5	23.09.2020	12:12-12:44	8,3	8,3	8,3	0,3
6	23.09.2020	12:01-12:31	8,2	8,2	8,1	0,3
7	24.09.2020	08:50-14:50	8,4	8,4	8,3	0,3
8	24.09.2020	09:08-09:40	8,4	8,4	8,4	0,3
9	24.09.2020	09:39-10:09	8,4	8,4	8,3	0,3

- 1) keine O₂-Bezugswertrechnung
- 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
- 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Tabelle 7.3.3. Mess- und Rechenwerte diskontinuierliche Messparameter.

Komponente HF

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse mg/Probe	HF mg/m³	Proben- bezeichn.
22.09.2020	14:32-15:02	0,997	0,061	26,0	956	0,052	< BG	< BG	1
23.09.2020	12:01-12:31	0,997	0,060	24,5	951	0,052	< BG	< BG	2
24.09.2020	09:39-10:09	0,997	0,059	17,5	949	0,052	< BG	< BG	3
Blindwert							< BG		
Bestimmungsgrenze							0,003	0,05	

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27. 11. 2020

Komponente Hg

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse µg/Probe	Hg µg/m³	Proben- bezeichn.
22.09.2020	14:32-15:02	0,986	0,057	26,5	956	0,048	< BG	< BG	1
23.09.2020	12:01-12:31	0,986	0,062	24,0	951	0,052	< BG	< BG	2
24.09.2020	09:39-10:09	0,986	0,061	18,0	949	0,053	< BG	< BG	3
Blindwert							< BG		
Bestimmungsgrenze							0,01	0,2	

Komponente HCN

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse mg/Probe	HCN mg/m³	Proben- bezeichn.
22.09.2020	14:32-15:02	0,997	0,061	26,0	956	0,052	0,003	0,06	1
23.09.2020	12:01-12:31	0,997	0,060	24,5	951	0,052	0,004	0,07	2
24.09.2020	09:39-10:09	0,997	0,059	17,5	949	0,052	0,012	0,23	3
Blindwert							< BG		
Bestimmungsgrenze							0,003	0,05	

Tabelle 7.3.4. Mess- und Rechenwerte partikelförmige Messparameter.

Komponente SM

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd µg/Probe	Tl µg/Probe	As µg/Probe	Sb µg/Probe	Pb µg/Probe	Cr µg/Probe
1	22.09.2020	12:04-12:36	0,745	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1287	4,6598
2	23.09.2020	12:12-12:44	0,820	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,2435	1,4015
3	24.09.2020	09:08-09:40	0,782	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1848	1,3352
		BG		0,1780	0,1780	1,7802	1,7802	1,7802	1,7802
		BW		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

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

Komponente SM

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Co µg/Probe	Cu µg/Probe	Mn µg/Probe	Ni µg/Probe	V µg/Probe	Sn µg/Probe
1	22.09.2020	12:04-12:36	0,745	0,0000	1,2895	0,6716	3,0866	0,0000	0,0000
2	23.09.2020	12:12-12:44	0,820	0,0000	0,1736	0,7400	3,4007	0,0000	0,0000
3	24.09.2020	09:08-09:40	0,782	0,0000	0,1654	0,7050	3,2399	0,0000	0,0000
		BG		1,7802	1,7802	1,7802	1,7802	1,7802	1,7802
		BW		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

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

Komponente SM

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd µg/m³	Tl µg/m³	As µg/m³	Sb µg/m³	Pb µg/m³	Cr µg/m³
1	22.09.2020	12:04-12:36	0,745	<0,2390	<0,2390	<2,3904	<2,3904	<2,3904	6,2572
2	23.09.2020	12:12-12:44	0,820	<0,2390	<0,2390	<2,3904	<2,3904	<2,3904	<2,3904
3	24.09.2020	09:08-09:40	0,782	<0,2390	<0,2390	<2,3904	<2,3904	<2,3904	<2,3904
		BG		0,2390	0,2390	2,3904	2,3904	2,3904	2,3904
		BW		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

Komponente SM									
Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m ³ N	Co µg/m ³	Cu µg/m ³	Mn µg/m ³	Ni µg/m ³	V µg/m ³	Sn µg/m ³
1	22.09.2020	12:04-12:36	0,745	<2,3904	<2,3904	<2,3904	4,1446	<2,3904	<2,3904
2	23.09.2020	12:12-12:44	0,820	<2,3904	<2,3904	<2,3904	4,1446	<2,3904	<2,3904
3	24.09.2020	09:08-09:40	0,782	<2,3904	<2,3904	<2,3904	4,1446	<2,3904	<2,3904
			BG	2,3904	2,3904	2,3904	2,3904	2,3904	2,3904
			BW	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

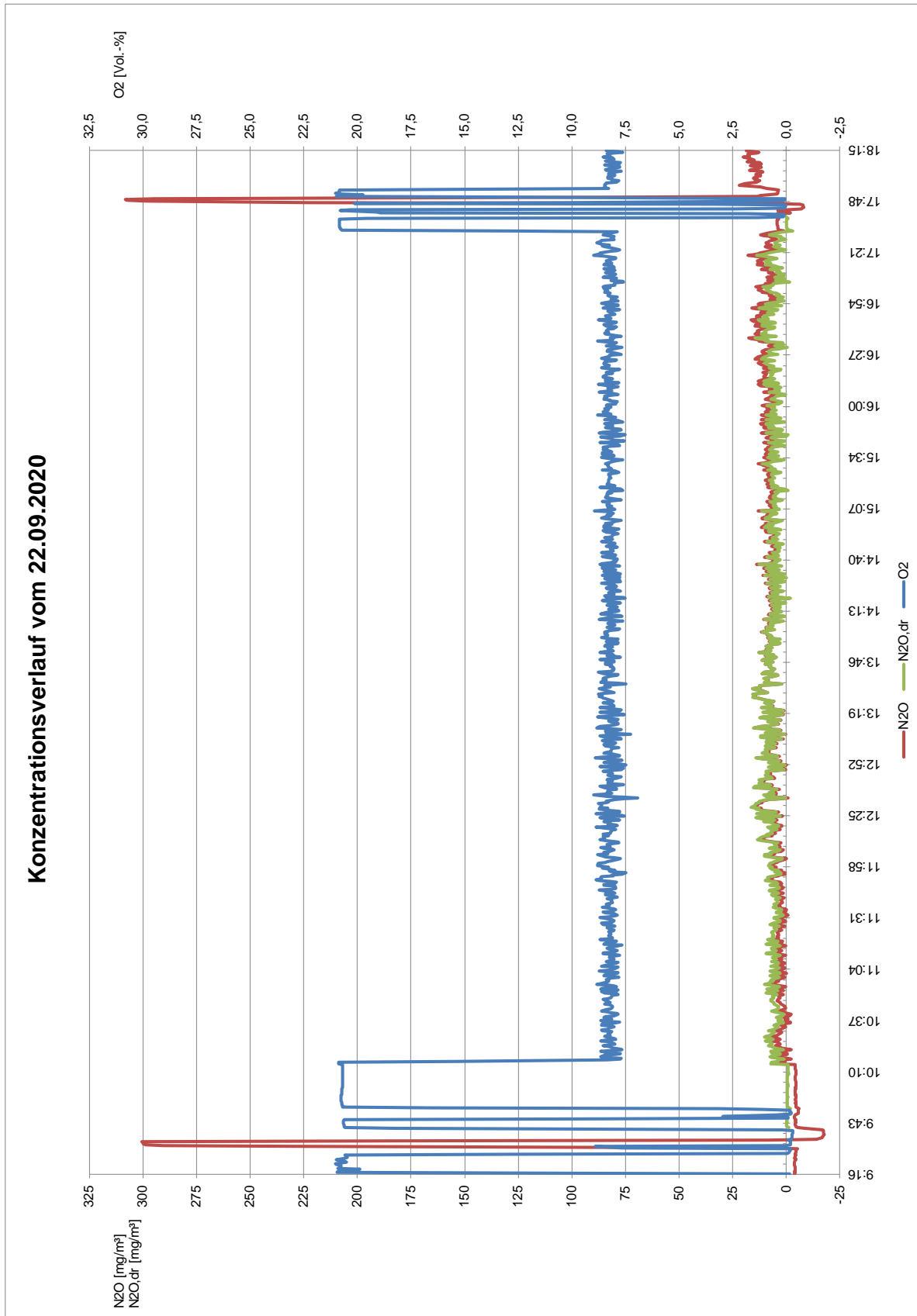
Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt
 BG Bestimmungsgrenze
 BW Blindwert

Tabelle 7.3.5. Mess- und Rechenwerte besondere hochtoxische Messparameter.

Komponente WHO-TEQ PCDD/F /B(a)P							
Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m ³ N	PCDD/F ng/Probe	PCDD/F ng/m ³	dl-PCB ng/Probe	dl-PCB ng/m ³
1	22.09.2020	10:19-16:19	4,735	0,0005	<0,001	0,0000	<0,001
2	23.09.2020	10:30-16:30	4,984	0,0000	<0,001	0,0000	<0,001
3	24.09.2020	08:50-14:50	4,907	0,0035	<0,001	0,0000	<0,001
			BG		0,0014		0,0009
			BW		0,0009		0,0000

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

Anlage 4: Graphische Darstellung des Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten



Anmerkung zu N₂O,dr: Driftkorrigierte Messwerte der N₂O-Messung resultierend aus einer zulässigen Drift am 22.09.2020

Abbildung 7.4.1. Graphischer Verlauf der kontinuierlich gemessenen Parameter vom 22.09.2020.

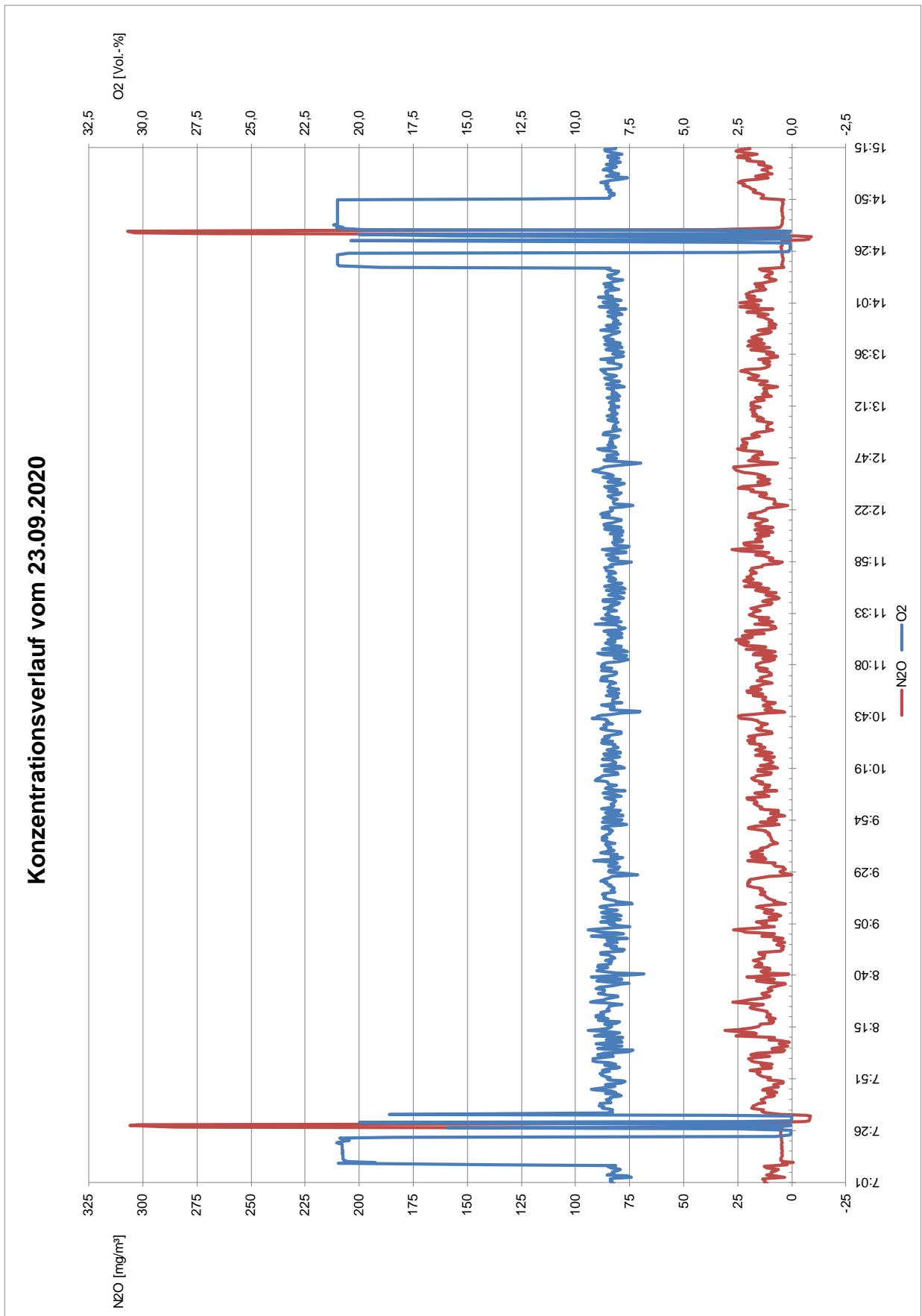
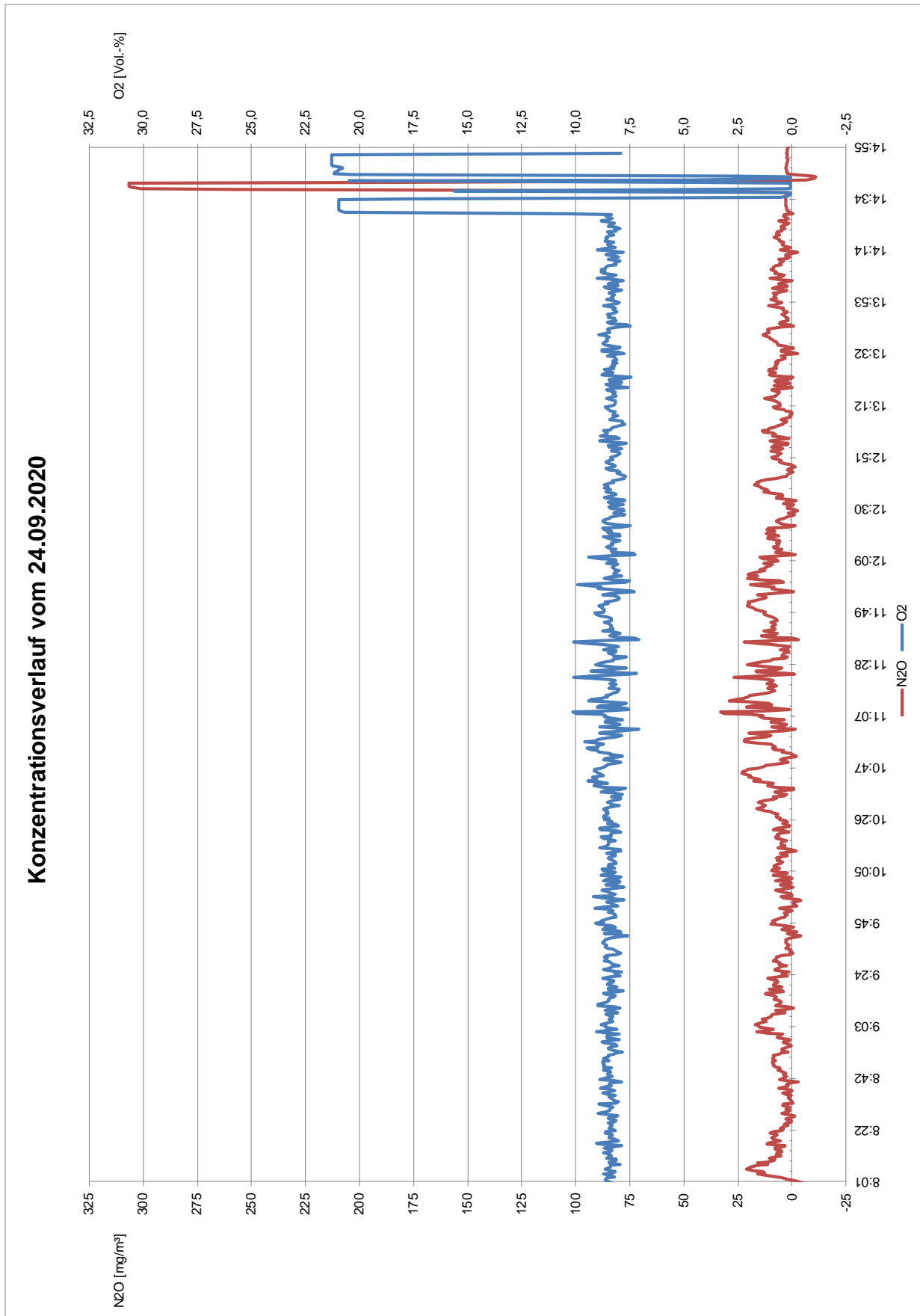


Abbildung 7.4.2. Graphischer Verlauf der kontinuierlich gemessenen Parameter vom 23.09.2020.



Anmerkung: Zur Überprüfung des Driftverhaltens am 24.09.2020 wurden die Messergebnisse vom Vortag mitverwendet.

Abbildung 7.4.3. Graphischer Verlauf der kontinuierlich gemessenen Parameter vom 24.09.2020.

Anlage 5: Einzelergebnisse PCDD/F, dl-PCB und Benzo(a)pyren

Prüfbericht Nr. 1301 20-1990 P01
 Datum: 2020-10-14 • Seite: 1 von 18



Auftraggeber: **Müller-BBM GmbH**
 Niederlassung Nürnberg
 Fürther Str. 35
 90513 Zirndorf
 Tel.: 0911 600445-0
 Fax: 0911 600445-11
 E-Mail: frank.ellner-schuberth@mbbm.com
 Auftrag / Projekt: M158 037 / B01

mas-Ansprechpartner:
 Dr. Peter Luthardt
 Wilhelm-Schickard-Straße 5
 48149 Münster
 Tel.: +49 (0) 251 384415-15
 Fax: +49 (0) 251 384415-01
 E-Mail: p.luthardt@mas-tp.com
 mas-Auftrag: 20-1990

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
M158 037 - 1	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kond.	20-1990-001
M158 037 - 2	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kond.	20-1990-002
M158 037 - 3	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kond.	20-1990-003
M158 037 - BW	Blindprobe Abgas	2 Kartuschen + Kond.	20-1990-004

Probeneingang: 01.10.2020

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

Prüfbeginn: 01.10.2020 **Prüfende:** 13.10.2020

Prüfverfahren: PCDD/F: DIN EN 1948, Blatt 2/3:2006-06.
 PCB: DIN EN 1948, Blatt 4:2014-03
 B[a]P: VDI 3874:2006-12
 Die wichtigsten Analysenschritte lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Probenvorbereitung und Extraktion

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

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

\\IS-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

Prüfbericht Nr. 1301 20-1990 P01

Datum: 2020-10-14 • Seite: 2 von 18



Filterrückstandes und des XAD-Harzes

- Zugabe von $^{13}\text{C}_{12}$ -markierten PCDD/F- und PCB-Quantifizierungsstandards
- Soxhlet-Extraktion der Kompartimente mit Toluol/Aceton
- Teilung des Gesamtextraktes zur Analyse auf die verschiedenen Parameter

PCDD/F- und PCB-Analyse

- mehrstufiges Extrakt clean-up
- Zugabe von $^{13}\text{C}_{12}$ -markierten PCDD/F- und PCB-Wiederfindungsstandards
- getrennte 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 14.10.2020

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

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

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

Prüfbericht Nr. 1301 20-1990 P01

Datum: 2020-10-14 • Seite: 3 von 18



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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158 037 - 1		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		20-1990-001		
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	0,0151	0,0150	DIN EN 1948
12346789-OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948
PCDF 2378-Kongenere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	nd	0,00200	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	0,00379	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	0,00261		DIN EN 1948
Summe PentaCDD	ng/Probe	0,00250		DIN EN 1948
Summe HexaCDD	ng/Probe	0,0151		DIN EN 1948
Summe HeptaCDD	ng/Probe	0,0151		DIN EN 1948
OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	0,0294		DIN EN 1948
Summe PentaCDF	ng/Probe	0,0260		DIN EN 1948
Summe HexaCDF	ng/Probe	0,0126		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	0,0352		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDF ^a	ng/Probe	0,0680		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a	ng/Probe	0,103		DIN EN 1948
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG ^a	ng/Probe	0,000530		DIN EN 1948
I-TEQ inklusive BG ^b	ng/Probe	0,00602	0,00594	DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	0,000530		DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00652	0,00644	DIN EN 1948
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	97		DIN EN 1948
WF-123789-HexaCDF-PS	%	98		DIN EN 1948
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	92		DIN EN 1948

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

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158 037 - 1			
Probenart mas-Probennummer		Abgasprobe 20-1990-001			
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren	
Non-ortho WHO-PCB					
PCB 77	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 81	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4	
PCB 126	ng/Probe	nd	0,0250	DIN EN 1948, 4	
PCB 169	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4	
Mono-ortho WHO-PCB					
PCB 105	ng/Probe	nd	0,500	DIN EN 1948, 4	
PCB 114	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 118	ng/Probe	nd	1,00	DIN EN 1948, 4	
PCB 123	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 156	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 157	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 167	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 189	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
WHO-PCB-TEQ-Werte					
WHO-PCB-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 4	
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00409	0,00409	DIN EN 1948, 4	
Wiederfindung Probenahmestandard					
WF PCB 60	%	110		DIN EN 1948, 4	
WF PCB 127	%	73		DIN EN 1948, 4	
WF PCB 159	%	102		DIN EN 1948, 4	

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

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

\\IS-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

Prüfbericht Nr. 1301 20-1990 P01
 Datum: 2020-10-14 • Seite: 5 von 18



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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158 037 - 1		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		20-1990-001		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PAK Komponenten				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	nb	0,0100	VDI 3874

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

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

Prüfbericht Nr. 1301 20-1990 P01

Datum: 2020-10-14 • Seite: 6 von 18



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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158 037 - 2		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		20-1990-002		
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	0,00200	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	0,00418		DIN EN 1948
Summe PentaCDD	ng/Probe	0,0122		DIN EN 1948
Summe HexaCDD	ng/Probe	0,0167		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	0,0425		DIN EN 1948
Summe PentaCDF	ng/Probe	0,0226		DIN EN 1948
Summe HexaCDF	ng/Probe	0,0129		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	0,0332		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDF ^a	ng/Probe	0,0780		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a	ng/Probe	0,111		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	0,00594	0,00594	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	0,00644	0,00644	DIN EN 1948
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	104		DIN EN 1948
WF-123789-HexaCDF-PS	%	107		DIN EN 1948
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	99		DIN EN 1948

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

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

Prüfbericht Nr. 1301 20-1990 P01

Datum: 2020-10-14 • Seite: 7 von 18

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158 037 - 2			
Probenart mas-Probennummer		Abgasprobe 20-1990-002			
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren	
Non-ortho WHO-PCB					
PCB 77	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 81	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4	
PCB 126	ng/Probe	nd	0,0250	DIN EN 1948, 4	
PCB 169	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4	
Mono-ortho WHO-PCB					
PCB 105	ng/Probe	nd	0,500	DIN EN 1948, 4	
PCB 114	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 118	ng/Probe	nd	1,00	DIN EN 1948, 4	
PCB 123	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 156	ng/Probe	0,117	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	0,00000352		DIN EN 1948, 4	
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00409	0,00409	DIN EN 1948, 4	
Wiederfindung Probenahmestandard					
WF PCB 60	%	114		DIN EN 1948, 4	
WF PCB 127	%	70		DIN EN 1948, 4	
WF PCB 159	%	104		DIN EN 1948, 4	

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

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

\\IS-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27. 11. 2020

Prüfbericht Nr. 1301 20-1990 P01
 Datum: 2020-10-14 • Seite: 8 von 18



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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158 037 - 2		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		20-1990-002		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PAK Komponenten				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	nb	0,0100	VDI 3874

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

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

\\S-MUC-FS01\ALLE\FIRMEN\PROJ\158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27. 11. 2020

Prüfbericht Nr. 1301 20-1990 P01

Datum: 2020-10-14 • Seite: 9 von 18



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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158 037 - 3		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		20-1990-003		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PCDD 2378-Kongenerere				
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	0,00375	0,00300	DIN EN 1948
123789-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	0,0289	0,0150	DIN EN 1948
12346789-OctaCDD	ng/Probe	0,0865	0,0450	DIN EN 1948
PCDF 2378-Kongenerere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948
12378-PentaCDF	ng/Probe	0,00228	0,00200	DIN EN 1948
23478-PentaCDF	ng/Probe	0,00273	0,00200	DIN EN 1948
123478-HexaCDF	ng/Probe	0,00336	0,00300	DIN EN 1948
123678-HexaCDF	ng/Probe	0,00473	0,00300	DIN EN 1948
123789-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948
234678-HexaCDF	ng/Probe	0,00857	0,00300	DIN EN 1948
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	0,0287	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	0,00509		DIN EN 1948
Summe PentaCDD	ng/Probe	0,0102		DIN EN 1948
Summe HexaCDD	ng/Probe	0,0255		DIN EN 1948
Summe HeptaCDD	ng/Probe	0,0557		DIN EN 1948
OctaCDD	ng/Probe	0,0865	0,0450	DIN EN 1948
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	0,0159		DIN EN 1948
Summe PentaCDF	ng/Probe	0,0218		DIN EN 1948
Summe HexaCDF	ng/Probe	0,0348		DIN EN 1948
Summe HeptaCDF	ng/Probe	0,0287		DIN EN 1948
OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948
PCDD/F Summen				
Summe Tetra- bis OctaCDD ^a	ng/Probe	0,183		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDF ^a	ng/Probe	0,101		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a	ng/Probe	0,284		DIN EN 1948
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG ^a	ng/Probe	0,00418		DIN EN 1948
I-TEQ inklusive BG ^b	ng/Probe	0,00748	0,00594	DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	0,00353		DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00779	0,00644	DIN EN 1948
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	103		DIN EN 1948
WF-123789-HexaCDF-PS	%	96		DIN EN 1948
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	94		DIN EN 1948

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

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158 037 - 3			
Probenart mas-Probennummer		Abgasprobe 20-1990-003			
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren	
Non-ortho WHO-PCB					
PCB 77	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 81	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4	
PCB 126	ng/Probe	nd	0,0250	DIN EN 1948, 4	
PCB 169	ng/Probe	nd	0,0500	DIN EN 1948, 4	
Mono-ortho WHO-PCB					
PCB 105	ng/Probe	nd	0,500	DIN EN 1948, 4	
PCB 114	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 118	ng/Probe	nd	1,00	DIN EN 1948, 4	
PCB 123	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 156	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 157	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 167	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 189	ng/Probe	nd	0,100	DIN EN 1948, 4	
WHO-PCB-TEQ-Werte					
WHO-PCB-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 4	
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00409	0,00409	DIN EN 1948, 4	
Wiederfindung Probenahmestandard					
WF PCB 60	%	104		DIN EN 1948, 4	
WF PCB 127	%	72		DIN EN 1948, 4	
WF PCB 159	%	100		DIN EN 1948, 4	

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

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

\\IS-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27. 11. 2020

Prüfbericht Nr. 1301 20-1990 P01
 Datum: 2020-10-14 • Seite: 11 von 18



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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158 037 - 3		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		20-1990-003		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PAK Komponenten				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	nb	0,0100	VDI 3874

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

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

\\S-MUC-FS01\ALLE\FIRMEN\PROJ\158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

Prüfbericht Nr. 1301 20-1990 P01

Datum: 2020-10-14 • Seite: 12 von 18

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158 037 - BW		
Probenart mas-Probennummer		Blindprobe Abgas 20-1990-004		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PCDD 2378-Kongenere				
2378-TetraCDD	ng/Probe	0,00133	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	0,0110	0,00300	DIN EN 1948
123789-HexaCDD	ng/Probe	0,00529	0,00300	DIN EN 1948
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	0,0372	0,0150	DIN EN 1948
12346789-OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948
PCDF 2378-Kongenere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948
12378-PentaCDF	ng/Probe	0,00212	0,00200	DIN EN 1948
23478-PentaCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948
123478-HexaCDF	ng/Probe	0,00317	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	0,00346	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	0,0924		DIN EN 1948
Summe PentaCDD	ng/Probe	0,0508		DIN EN 1948
Summe HexaCDD	ng/Probe	0,0706		DIN EN 1948
Summe HeptaCDD	ng/Probe	0,0577		DIN EN 1948
OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	0,0743		DIN EN 1948
Summe PentaCDF	ng/Probe	0,0282		DIN EN 1948
Summe HexaCDF	ng/Probe	0,0168		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	0,272		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDF ^a	ng/Probe	0,119		DIN EN 1948
Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a	ng/Probe	0,391		DIN EN 1948
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG ^a	ng/Probe	0,00410		DIN EN 1948
I-TEQ inklusive BG ^b	ng/Probe	0,00759	0,00594	DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	0,00406		DIN EN 1948
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00809	0,00644	DIN EN 1948
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	104		DIN EN 1948
WF-123789-HexaCDF-PS	%	111		DIN EN 1948
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	106		DIN EN 1948

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

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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

Prüfbericht Nr. 1301 20-1990 P01

Datum: 2020-10-14 • Seite: 13 von 18

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158 037 - BW			
Probenart mas-Probennummer		Blindprobe Abgas 20-1990-004			
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren	
Non-ortho WHO-PCB					
PCB 77	ng/Probe	nb	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 81	ng/Probe	nb	0,0500	DIN EN 1948, 4	
PCB 126	ng/Probe	nb	0,0250	DIN EN 1948, 4	
PCB 169	ng/Probe	nb	0,0500	DIN EN 1948, 4	
Mono-ortho WHO-PCB					
PCB 105	ng/Probe	nb	0,500	DIN EN 1948, 4	
PCB 114	ng/Probe	nb	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 118	ng/Probe	nb	1,00	DIN EN 1948, 4	
PCB 123	ng/Probe	nb	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 156	ng/Probe	nb	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 157	ng/Probe	nb	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 167	ng/Probe	nb	0,100	DIN EN 1948, 4	
PCB 189	ng/Probe	nb	0,100	DIN EN 1948, 4	
WHO-PCB-TEQ-Werte					
WHO-PCB-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 4	
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00409	0,00409	DIN EN 1948, 4	
Wiederfindung Probenahmestandard					
WF PCB 60	%	103		DIN EN 1948, 4	
WF PCB 127	%	77		DIN EN 1948, 4	
WF PCB 159	%	97		DIN EN 1948, 4	

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

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

\\IS-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

Prüfbericht Nr. 1301 20-1990 P01
 Datum: 2020-10-14 • Seite: 14 von 18



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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158 037 - BW		
Probenart		Blindprobe Abgas		
mas-Probennummer		20-1990-004		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PAK Komponenten				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	nd	0,0100	VDI 3874

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


















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

\\S-MUC-FS01\ALLE\FIRMEN\PROJ158\M158037\M158037_02_BER_1D.DOCX:27.11.2020

Legende













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

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

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


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

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

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

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

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

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

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