

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

14. Dezember 2018
M134809/05 ELR/MNR

BHI GmbH Biomasseheizkraftwerk Ilmenau

Messbericht über die Durchführung von Emissionsmessungen 2018

Bericht Nr. M134809/05 Version 2

(ersetzt den ungültigen Bericht M134809/05 vom 07.11.2018)

Betreiber:	BHI GmbH Biomasse Heizkraftwerk Ilmenau Gewerbepark "Am Wald" 18 a 98693 Ilmenau
Standort:	Gewerbepark "Am Wald" 18 a 98693 Ilmenau
Bericht erstellt von:	Staatl. gepr. UTA Raphael Teuber
Datum der Messungen:	04.09. - 06.09.2018

Anmerkung: Bericht (Version 2) vom 14.12.2018 mit Ergänzung der Ergebnisse Einzelmetalle im Anhang

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 07.12.2019
Berichtsnummer	M134809/05
Datum	14. Dezember 2018
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	227-4500261919/1140
Auftragsdatum	24.03.2017
Messtermin	04.09. - 06.09.2018
Berichtsumfang	43 Seiten, davon 12 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

Messergebnisse

siehe nachfolgende Tabellen

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	0	2	-	Nennlast
Hg		mg/m ³	0,00	0,00	0,03	Nennlast
HF		mg/m ³	0	0	1	Nennlast
HCN		mg/m ³	0,00	0,00	-	Nennlast
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 a	mg/m ³	0,00	0,00	0,05	Nennlast
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 b	mg/m ³	0,0	0,0	0,5	Nennlast
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 c	mg/m ³	0,00	0,00	0,05	Nennlast
PCDD/F + dl-PCB	WHO-TEQ	1) ng/m ³	0,0	0,0	0,1	Nennlast
B(a)P		1) ng/m ³	0,0	0,0	-	Nennlast

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

Tabelle 0.2. Zusammenfassung der Messergebnisse - Massenströme.

Komponente		Einheit	Y_{\max}	U_P	$Y_{\max}-U_P^*)$	$Y_{\max}+U_P^*)$	Bestimmungsmethode
N ₂ O		g/h	0,00	67,0	0	67	indirekt
Hg		mg/h	44,93	58,86	0,0	103,8	indirekt
HF		kg/h	0,007	0,001	0,01	0,01	indirekt
HCN		g/h	0,00	0,00	0	0	indirekt
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 a	mg/h	24,73	3,94	20,8	28,7	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/h	141,72	15,01	126,7	156,7	indirekt
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 c	mg/h	24,73	3,94	20,8	28,7	indirekt
PCDD/F + dl-PCB	WHO-TEQ	1) mg/h	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt
B(a)P		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

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“.

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
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	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	30
6.4	Plausibilitätsprüfung	30
7	Anlagen	32

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

genehmigungsbedürftige Anlage gemäß 8.1 und 8.2 des Anhangs 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 04.09. - 06.09.2018

Datum der letzten Messung 11/2017

Datum der nächsten Messung 2019

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 fettgedruckten Komponenten werden über Einzelmessungen bestimmt. Die Komponenten a, b, c, d, f und g werden kontinuierlich gemessen.

Die Angaben beziehen sich trockenes Abgas im Normzustand (1013 hPa, 273 K).

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

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 dem Landratsamt Ilmenau, der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie und dem Auftraggeber am 01.08.2018 in Form eines Kurzmessplanes übermittelt.

1.11 An den Arbeiten beteiligte Personen

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

B. Sc. Christian Grunert

Anton Hofmann (BA-Student, fest angestellt)

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.Stoecklein@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 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 _D /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 Ventilatorckenndaten

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 im guten Zustand.

2.6.3 Einrichtung zur Kühlung des Abgases

Es sind keine Einrichtungen zur Kühlung der Abgase installiert.

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 24 m über Bodenniveau.

Zugang Treppe und Messbühne

Lage Messstrecke horizontal im Kamin

Länge Ein-/Auslaufstrecke 10 m/ 21 m

hydraulischer Durchmesser d_h 1,272 m

Erfüllung Empfehlungen nach DIN/EN 15259, Punkt 6.2.1 b) ja

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

Winkel zwischen Gasstrom und Mittelachse $< 15^\circ$ 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

Die Überprüfung der Strömungsverhältnisse im Messquerschnitt hat ergeben, dass die Anforderungen der DIN EN 15259 (siehe oben) erfüllt sind. Die an den einzelnen Messpunkten ermittelten Strömungsgeschwindigkeiten sind in den Strömungsprofilen in der Anlage 3 dargestellt.

3.2 Abmessungen des Messquerschnittes

geometrische Form kreisförmig, \varnothing 1,272 m

3.3 Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

Anzahl der Messachsen 2, um 90° zueinander versetzt

Anzahl der Messpunkte/Achse je 4

Gültige Homogenitätsprüfung

liegt vor

Datum der Homogenitätsprüfung 21.09.2009

Prüfbericht-Nr. M80773/3

Prüfinstitut Müller-BBM GmbH

Ergebnis der vorliegenden Homogenitätsprüfung Messung an einem beliebigen Punkt für gasförmige Komponenten
 Messung an einem repräsentativen Punkt
 Netzmessung erforderlich für partikelförmige Komponenten

3.4 Anzahl und Größe der Messöffnungen (Messstutzen)

Anzahl 4, um 90° zueinander versetzt

Größe \varnothing 3"

4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

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

Messverfahren

DKD-kalibriertes Prandtl'sches Staurohr
in Verbindung mit elektronischem Mikromanometer

Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)

siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente pdyn

Erfassung

durch Netzmessungen sowie kontinuierlich/quasikontinuierlich in einem repräsentativen Messpunkt mit elektronischer/handschriftlicher Dokumentation

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin

siehe Abschnitt 4.1.1

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

siehe Abschnitt 4.1.1 unter Verwendung eines Absolutdrucksensors

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

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 H₂O

Waage

siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente H₂O

4.1.6 Abgasdichte

berechnet gemäß VDI 2066, Blatt 1, Pos. 8.5 unter Berücksichtigung der Abgasbestandteile an

Sauerstoff (O₂), Kohlendioxid (CO₂)

Luftstickstoff (N₂)

Abgasfeuchte (Wasserdampfanteil im Abgas)

sowie der Abgastemperatur und der Druckverhältnisse im Kanal

4.1.7 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

16-1A04 (allgemein); 16-1A09 (CO, CO₂, N₂O); 16-1A10 (O₂)

4.2.3 Analysatoren

anorganische Gase

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

Arbeitstemperatur

20-30 °C

4.2.4 Eingestellter Messbereich

O₂

0... 25 Vol.-%

CO₂

0... 20 Vol.-%

N₂O

0... 600 ppm

4.2.5 Messplatzaufbau

anorganische Gase

Entnahmesonde

Edelstahl, beheizt auf Abgastemperatur, Länge 1 m

Partikelfilter

Keramikfilter, außenliegend, beheizt auf 180 °C

Probegasleitung vor Gasaufbereitung

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

Probegasleitung nach Gasaufbereitung

Länge ca. 5 m, PTFE-Leitung, unbeheizt

Werkstoff der gasführenden Teile

Edelstahl, Titan, PTFE, Glas

Messgasaufbereitung

Messgaskühler

Bauart

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

Temperatur geregelt auf

5° C

Trockenmittel

nicht vorhanden

Messgasdurchfluss

60 l/h

4.2.6 Überprüfung der Gerätekenlinie

Komponente	Konzentration	Toleranz	Hersteller	Herstelldatum	Seriennummer	Stabilität	Einhaltung Garantiezeit	letzte Überprüfung
Propan	81,5 ppm	± 2 %	Air Liquide	23.07.2018	D1G2FMP	36 Monate	ja	03.08.2018
N2O	101,9 ppm	± 2 %	Air Liquide	09.04.2018	D1WM6L4	36 Monate	ja	-
CO	101,3 ppm	± 2 %	Air Liquide	26.04.2018	D0PYG1C	36 Monate	ja	01.06.2018
NO	197,3 ppm	± 2 %	Air Liquide	26.04.2018	D0PYG1C	36 Monate	ja	01.06.2018
CO2	15,9 Vol.%	± 2 %	Air Liquide	26.04.2018	D0PYG1C	36 Monate	ja	01.06.2018
N ₂ 5.0		--	--	--	--			

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

4.2.8 Erfassung/Registrierung der Messwerte

Registrierung	kontinuierlich mit einem Datenerfassungs- und Auswertesystem
Hersteller/Typ	Kirsten Controlsystems GmbH, PC-gekoppelt mit 32-bit AD- Wandler
Software	Trendows

4.2.9 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Regelmäßige Durchführung von Funktionskontrollen nach DIN/EN 14181, Überprüfung der eingesetzten Prüfgase durch Vergleich mit DKD-zertifizierten Gasen, Qualitätssicherung nach DIN/EN15058, 14792, 14789 (Unsicherheitsbilanz), regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	druckfreie Prüfgasaufgabe an der Lanzenspitze Überwachung der Sauerstoffkonzentration Durchflusskontrolle
Messunsicherheit	siehe 6.3

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

Müller-BBM-Prüfanweisungen

16-1A02; 16-2A02

4.3.1.1.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung

Partikelabscheidung/beheizte Probenahme/zweistufige Absorption/Gasprobennehmer

Entnahmesonde

Quarzglas, beheizt auf 180 °C, Länge 1 m, mit beheizten Verteiler für weitere Messparameter

Partikelfilter

Quarzwatte gestopft in der Sondenöffnung innenliegend, beheizt auf Abgastemperatur, Material: Quarzfaser

Probegasleitung

entfällt

Werkstoff der gasführenden Teile

Titan, Glas

Ab-/Adsorptionseinrichtung

zwei Frittenwaschflaschen in Reihe, dritte Waschflasche als Tropfenfänger

Sorptionsmittel

0,1 n Natronlauge

Sorptionsmittelmenge

40 ml je Waschflasche

Probenahmesystem

siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente HF

eingestellter Durchfluss

ca. 0,12 m³/h

Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement

ca. 1,2 m

Probentransfer

ungekühlt in 50-ml-PE-Gefäßen

Standzeit der Proben

max.7 Tage (Analyse am 11.09.2018)

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 DX219/
Referenzelektrode Methrom 6.0750.100

Standards

Natriumfluorid-Lösung, Standardkalibrierverfahren

4.3.1.1.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit)

nur bei Anwesenheit größerer Mengen an Al³⁺ und Fe³⁺, ansonsten keine Querempfindlichkeiten

absolute Bestimmungsgrenze

0,003 mg/Probe

relative Bestimmungsgrenze

0,06 mg/m³ bei 0,05 Nm³ Probegasvolumen

Analysenunsicherheit

2 % 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

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 180 °C, Länge 1,0 m, mit beheizten Verteiler für weitere Messparameter
 Partikelfilter Quarzwatte gestopft in der Sondenöffnung innenliegend, beheizt auf Abgastemperatur, Material: Quarzfaser
 Probegasleitung entfällt
 Werkstoff der gasführenden Teile Edelstahl, Titan, Glas
 Ab-/Adsorptionseinrichtung zwei Frittenwaschflaschen in Reihe, dritte Waschflasche als Tropfenfänger
 Sorptionsmittel 0,1 n Natronlauge
 Sorptionsmittelmenge 40 ml je Waschflasche
 Probenahmesystem siehe Anlage 1, Prüfmittelkatalog, Messkomponente HF
 eingestellter Durchfluss ca. 0,12 m³/h
 Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement ca. 1,2 m
 Probentransfer ungekühlt in 50-ml-PE-Gefäßen
 Standzeit der Proben max. 6 Tage (Analyse am 10.09.2018)
 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

S:\IMP\PROJ\134\M134809\M134809_05_BER_2D.DOCX:14. 12. 2018

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 % 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	Durchflusskontrolle
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 180 °C, Länge 1 m, mit beheizten Verteiler für weitere Messparameter
Partikelfilter	Quarzwatte gestopft in der Sondenöffnung innenliegend, beheizt auf Abgastemperatur, Material: Quarzfaser
Probegasleitung	entfällt
Werkstoff der gasführenden Teile	Titan, Glas
Ab-/Adsorptionseinrichtung	zwei Müncke-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. 0,06 m ³ /h
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,2 m
Probentransfer	Planfilter in Rundbehältern aus PE, Absorptionlösungen ungekühlt in in 250-ml-Duranglas-Flaschen oder in 250-ml-PE-Flaschen
Standzeit der Proben	max. 2 Tage (Analyse am 07.09.2018)
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 HNO ₃ /H ₂ O ₂ und Flusssäure
Aufarbeitung der Absorptionslösungen	nach Entfärbung mit Hydroxylammoniumchlorid und Reduktion durch Zugabe von Zinn(II)-chloridlösung direkt zur Analyse
Analysengeräte (Typ/Hersteller)	Quecksilber-Analysator Typ RA-4300, Nippon Instruments Cooperation
Standards (Hg ²⁺)	Quecksilberchlorid-Lösung Standardkalibrierverfahren

4.3.1.3.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeit)	keine bekannt
absolute Bestimmungsgrenze	0,010 µg/Probe
relative Bestimmungsgrenze	0,2 µg/m ³ bei 0,05 Nm ³ (Absorptionslösung) 0,01 µg/m ³ bei 1 Nm ³ (Planfilter)
Analysenunsicherheit	4 % vom Messwert

4.3.1.3.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

<i>Doppelbestimmungen, Blindwertbestimmungen, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen</i>	
QM-System gemäß DIN EN ISO/IEC 17025, Kalibrierungen gemäß Qualitätsmanagement Müller-BBM	
Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	Durchflusskontrolle
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3.2 Partikelförmige Emissionen

4.3.2.1 Staubinhaltsstoffe und an Staub adsorbierte chemische Verbindungen (Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Nickel (Ni), Zinn (Sn)) 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

S:\IMP\PROJ\134\MM134809\MM134809_05_BER_2D.DOCX:14. 12. 2018

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 180 °C, Länge 2 m

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Partikelfilter	Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, innenliegend, beheizt auf Abgastemperatur, 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. 2,3 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. 15 Tage (Analyse am 12.09. bzw. 20.09.2018)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.2.1.3 Aufbereitung und Auswertung der Messfilter und der Absorptionslösungen

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

4.3.2.1.4 Verfahrenskenngrößen

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

4.3.2.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen

Element	Planfilter M422	Absorptionslösung BW A+B
Cd	< 0,0005 mg/l	< 0,0005 mg/l
Tl	< 0,0005 mg/	< 0,0005 mg/
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 O ₂ -Vergleichsmessung im Kamin und am Ende der Probenahmeapparatur
---	---

Messunsicherheit	siehe 6.3
------------------	-----------

S:\IMP\PROJ\134\M134809\M134809_05_BER_2D.DOCX:14. 12. 2018

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 m ³ /h (gemäß Isokinetik)
Abstand zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Sorptionsmittel	ca. 2,2 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. 7 Tage
Zeitraum der Analyse	11.09. – 28.09.2018
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 %

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

S:\M\PROJ\134\MM134809\05_BER_05_BER_2D.DOCX:14. 12. 2018

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

PCDD/F-Wiederfindungsraten

Messung (Datum/Uhrzeit) Standard	04.09.2018 11:57-17:57	05.09.2018 08:50-14:50	06.09.2018 09:06-15:06	Blindwert
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-PeCDF	94%	90 %	91 %	97 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-HxCDF	105 %	100 %	101 %	112 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	111 %	103 %	101 %	118 %

PCB-Wiederfindungsraten

Messung (Datum/Uhrzeit) Standard	04.09.2018 11:57-17:57	05.09.2018 08:50-14:50	06.09.2018 09:06-15:06	Blindwert
¹³ C ₁₂ -PCB 60	87 %	86 %	90 %	87 %
¹³ C ₁₂ -PCB 127	87 %	82 %	81 %	94 %
¹³ C ₁₂ -PCB 159	101 %	101 %	99 %	93 %

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 ₂ O, Toluol und Aceton
Probentransfer	lichtgeschützt, Kondensat und Spüllösung in Braunglasflaschen
Zeitraum zwischen Probenahme und Probenaufbereitung	max. 7 Tage
Zeitraum der Analyse	11.09. – 28.09.2018
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 Wiederfindungs-standard 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 Probenahmevolumen	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	Durchflusskontrolle
Messunsicherheit	siehe 6.3

4.3.4 Geruchsemissionen

entfällt

S:\M\PROJ\134\M134809\M134809_05_BER_2D.DOCX:14. 12. 2018

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

Datenbasis: Betreiberangaben und Erhebungen durch Müller-BBM

5.1 Produktionsanlage

Datum		04.09.2018	05.09.2018	06.09.2018
Messzeitraum	Uhrzeit	11:57 – 17:57	08:50 – 14:50	09:06 – 15:06
Betriebsweise		kontinuierlich	kontinuierlich	kontinuierlich
Betriebsart		Hochlast	Hochlast	Hochlast
Lastfall	%	95	95	95
Feuerraumtemperatur	°C	1100	1100	1100
Dampfmenge	t/h	22,5	22,5	22,5
Erdgasverbrauch Brenner	m³/h	0	0	0
O ₂ - Gehalt Rauchgas	Vol %	6,7	6,7	6,7
Abweichung von genehmigter Betriebsweise		nein	nein	nein
besondere Vorkommnisse		nein	nein	nein

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Gewebefilter

Datum		04.09.2018	05.09.2018	06.09.2018
Messzeitraum	Uhrzeit	11:57 – 17:57	08:50 – 14:50	09:06 – 15:06
Betriebsart		normal	normal	normal
Filterdruck	mbar	15	15	15
Austragstemperatur	°C	133	133	133
letzte Wartung		04/2018	04/2018	04/2018

Additivzugaben

Datum		14.11.2017	15.11.2017	16.11.2017
Messzeitraum	Uhrzeit	12:05 – 18:05	10:51 – 16:51	06.50 – 12:50
Kalkzugabe	%	0 - 20	0 - 20	0 - 20
Harnstoffzugabe	l/h	8 - 14	6 - 12	10 - 22

Abweichungen von genehmigter bzw. bestimmungs-gemäßer 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.

Datum	max. Leistung [t _D /h]	Ist- Leistung [t _D /h]
04.09.2018	23,5	22,5
05.09.2018	23,5	22,5
06.09.2018	23,5	22,5

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.
04.09.2018	11:57-17:57	953	13,3	143	13,9	5,2	60653	37424	32222
04.09.2018	14:32-15:02	953	13,5	142	13,9	5,3	61399	37976	32697
05.09.2018	08:50-14:50	953	13,1	144	14,1	7,9	59620	36698	31524
05.09.2018	09:04-09:34	953	13,2	142	13,9	8,0	60179	37221	32047
06.09.2018	09:06-15:06	953	12,9	144	13,8	8,0	58844	36221	31222
06.09.2018	09:19-09:49	953	13,0	143	14,1	7,9	59339	36613	31451
P	Druck			T	Temperatur		O ₂	Sauerstoff (Bezugswert)	
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	O ₂		N ₂ O	N ₂ O	Up	N ₂ O	Up
			mg/m ³	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	04.09.2018	11:57-17:57	-3,4	5,2		-2,1	< 5,0	1,3	< 254,04	67,0
2	05.09.2018	08:50-14:50	-6,6	7,9		-5,0	< 5,0	1,5	< 206,27	65,7
3	06.09.2018	09:06-15:06	-0,6	8,0		-0,5	< 5,0	1,5	< 203,06	64,9
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						2			67	
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		Hg								
Nr	Datum	Zeit	Hg	O ₂	Volumen	Hg	Hg	Up	Hg	Up
			mg/Probe	Vol.%	m ³ N	1)	1)3)	2)3)	3)	2)3)
						mg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/h	mg/h
1	04.09.2018	14:32-15:02	0,000	5,3	0,035	0,001	0,001	0,001	44,93	58,86
2	05.09.2018	09:04-09:34	0,000	8,0	0,055	0,000	< 0,0005	0,0004	< 16,023	13,76
3	06.09.2018	09:19-09:49	0,000	7,9	0,032	0,000	< 0,0005	0,0006	< 15,725	19,97
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)						0,0004			14,97	
Maximalwert						0,001			44,93	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit						0,00			0,0	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit						0,00			103,8	
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

Komponente		HF								
Nr	Datum	Zeit	HF	O ₂	Volumen	HF	HF	Up	HF	Up
			mg/Probe	Vol.%	m ³ N	1)	1)3)	2)3)	3)	2)3)
						mg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/m ³ N	kg/h	kg/h
1	04.09.2018	14:32-15:02	0,0	5,3	0,044	0,2	0,2	0,05	0,007	0,001
2	05.09.2018	09:04-09:34	0,0	8,0	0,042	0,1	0,1	0,03	0,004	0,001
3	06.09.2018	09:19-09:49	0,0	7,9	0,034	0,0	< 0,06	0,00	< 0,0018	0,0000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)						0,1			0,003	
Maximalwert						0,2			0,007	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit						0			0,01	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit						0			0,01	
Grenzwert						4			-	

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

S:\IMP\PROJ\134\IM134809\M134809_05_BER_2D.DOCX:14. 12. 2018

Komponente		HCN									
Nr	Datum	Zeit	HCN	O ₂	Volumen	HCN	HCN	Up	HCN	Up	
			mg/Probe	Vol. %	m ³ N	mg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/m ³ N	g/h	g/h	
1	04.09.2018	14:32-15:02	0,000	5,3	0,044	0,000	< 0,100	0,0000	< 3,26	0,00	
2	05.09.2018	09:04-09:34	0,000	8,0	0,042	0,000	< 0,100	0,0000	< 3,20	0,00	
3	06.09.2018	09:19-09:49	0,000	7,9	0,034	0,000	< 0,100	0,0000	< 3,14	0,00	
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		0		
Grenzwert							-		15		

- 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 Messmessbericht

Komponente		Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV										
Nr	Datum	Zeit	Summe nach Anlage 1	O ₂	Volumen	Düse	Absaugfehler	Summe nach Anlage 1	Summe nach Anlage 1	Up	Summe nach Anlage 1	Up
			µg/Probe	Vol. %	m ³ N	mm	%	µg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/h	mg/h
1	04.09.2018	14:32-15:02	0,0	5,3	0,720	8	11	0,0	0,0000	0,0000	0,000	0,000
2	05.09.2018	09:04-09:34	0,0	8,0	0,645	8	2	0,0	0,0000	0,0000	0,000	0,000
3	06.09.2018	09:19-09:49	0,5	7,9	0,622	8	0	0,8	0,0007	0,0001	24,73	3,94
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)									0,0002		8,24	
Maximalwert									0,0007		24,73	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit									0,00		20,8	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit									0,00		28,7	
Grenzwert									0,05		-	

- 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 Messmessbericht

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	Summe nach Anlage 1	O ₂	Volumen	Düse	Absaugfehler	Summe nach Anlage 1	Summe nach Anlage 1	Up	Summe nach Anlage 1	Up
			µg/Probe	Vol. %	m ³ N	mm	%	µg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/m ³ N	mg/h	mg/h
1	04.09.2018	14:32-15:02	3,1	5,3	0,720	8	11	4,3	0,004	0,000	141,48	14,83
2	05.09.2018	09:04-09:34	2,9	8,0	0,645	8	2	4,4	0,004	0,000	141,72	15,01
3	06.09.2018	09:19-09:49	2,4	7,9	0,622	8	0	3,9	0,003	0,000	121,66	12,90
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)									0,004		134,96	
Maximalwert									0,004		141,72	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit									0,0		126,7	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit									0,0		156,7	
Grenzwert									0,5		-	

- 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 Messmessbericht

S:\IMP\PROJ\134\IM134809\IM134809_05_BER_2D.DOCX:14. 12. 2018

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

Nr	Datum	Zeit	Summe nach Anlage 1		Volumen	Düse	Absaug- fehler	Summe nach Anlage 1		Up	Summe nach Anlage 1		Up
			µg/Probe	Vol. %				1)	2)3)		3)	2)3)	
1	04.09.2018	14:32-15:02	0,0	5,3	0,720	8	11	0,0	0,0000	0,0000	0,000	0,000	0,000
2	05.09.2018	09:04-09:34	0,5	8,0	0,645	8	2	0,7	0,0007	0,0001	22,77	3,75	
3	06.09.2018	09:19-09:49	0,5	7,9	0,622	8	0	0,8	0,0007	0,0001	24,73	3,94	
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)									0,0004		15,83		
Maximalwert									0,0007		24,73		
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit									0,00		20,8		
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit									0,00		28,7		
Grenzwert									0,05		-		

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 PCDD/F + dl-PCB

Nr	Datum	Zeit	WHO-TEQ		Volumen	Düse	Absaug- fehler	WHO-TEQ		Up	WHO-TEQ		Up
			ng/Probe	Vol. %				1)	2)3)		3)	2)3)	
1	04.09.2018	11:57-17:57	0,00	5,2	4,302	6	0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	05.09.2018	08:50-14:50	0,00	7,9	4,279	6	1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	06.09.2018	09:06-15:06	0,00	8,0	4,223	6	1	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

Komponente B(a)P

Nr	Datum	Zeit	B(a)P		Volumen	Düse	Absaug- fehler	B(a)P		Up	B(a)P		Up
			ng/Probe	Vol. %				1)	2)3)		3)	2)3)	
1	04.09.2018	11:57-17:57	0,00	5,2	4,302	6	0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	05.09.2018	08:50-14:50	0,00	7,9	4,279	6	1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	06.09.2018	09:06-15:06	0,00	8,0	4,223	6	1	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									-		-		

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 16-67PA, 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	0,00	1,5	0	2	indirekt
Hg		mg/m ³	0,001	0,001	0,00	0,00	indirekt
HF		mg/m ³	0,2	0,05	0	0	indirekt
HCN		mg/m ³	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	0,0007	0,0001	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	0,004	0,000	0,0	0,0	indirekt
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 c	mg/m ³	0,0007	0,0001	0,00	0,00	indirekt
PCDD/F + dl-PCB	WHO-TEQ	1) ng/m ³	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt
B(a)P	1)	ng/m ³	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		g/h	0,00	67,0	0	67	indirekt
Hg		mg/h	44,93	58,86	0,0	103,8	indirekt
HF		kg/h	0,007	0,001	0,01	0,01	indirekt
HCN		g/h	0,00	0,00	0	0	indirekt
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 a	mg/h	24,73	3,94	20,8	28,7	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/h	141,72	15,01	126,7	156,7	indirekt
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	Summe nach Anlage 1 c	mg/h	24,73	3,94	20,8	28,7	indirekt
PCDD/F + dl-PCB	WHO-TEQ	1) mg/h	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt
B(a)P	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

6.4 Plausibilitätsprüfung

Durch die Einhaltung der erforderlichen Verbrennungstemperaturen und den Betrieb offensichtlich funktionsfähiger Abgasreinigungsanlagen (vgl. Abschnitte 5.1 und 5.2) wurden Messergebnisse ermittelt, wie sie unter vergleichbaren Bedingungen zu erwarten waren und auch an anderen Anlagen dieser Bauart gemessen wurden.

Für den Inhalt des Berichtes zeichnen verantwortlich:



Staatl. gepr. UTA Raphael Teuber

Projektleiter

Telefon +49(3643)81189-15



Dipl.-Ing. (FH) Frank Stöcklein

Qualitätssicherung/ Fachlich Verantwortlicher

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.



Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

7 Anlagen

Anlage 1: Prüfmittelkatalog

Anlage 2: Messplan

Anlage 3: Mess- und Rechenwerte

Anlage 1: Prüfmittelkatalog

Messkomponente	Prüfmittel-Nr.	Hersteller	Typ	letzte Überprüfung	Prüfintervall	Eignungsbekanntgabe / Prüfbericht
pdyn	8111	Greisinger	GHM 3156	08. 2018	12 Monate	
T	8113	Greisinger	GMH 3210	07. 2018	12 Monate	
H2O	8114	kern	440-47N	06. 2018	12 Monate	
SIS	7262	Elster	BK-G4	01. 2018	12 Monate	
PCDD/F	9827	Müller-BBM	Iso1.1	07. 2018	12 Monate	
HF	9492	Ittron	G1,6	07. 2018	12 Monate	
Hg	10950	Ittron	G1,6	06. 2018	12 Monate	
O2/CO2	9316	ABB	EL 3020	01. 2018	12 Monate	BAnz. 2006, Nr. 194, S. 6715 vom 12.09.2006 TÜV Süddeutschland, Berichtsnummer 691317, 30.06.2006
N2O	7969	ABB	EL 3020	01. 2018	12 Monate	BAnz. 2006, Nr. 194, S. 6715 vom 12.09.2006 TÜV Süddeutschland, Berichtsnummer 691317, 30.06.2006
	9419	M&C Products Analysestechnik	CSS-VC1			

Anlage 2: Messplan

Die Messungen wurden gemäß dem Messplan vom 01.08.2018 wie folgt durchgeführt:

- Es werden mindestens 3 Einzelmessungen bei maximaler Anlagenauslastung durchgeführt.
- Die Messzeit je Einzelmessung beträgt gemäß TA Luft i. d. R. 30 Minuten bzw. 360 Minuten (PCDD/F).
- 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: 03.09. – 07.09.2018
- Messtermin: 04.09.- 06.09.2018

Anlage 3: Mess- und Rechenwerte

Projekt-Nr. M134809
Betreiber BHI_2018
Anlage BMHKW
Messstelle Rein

Brennstoff	Holzbrennstoffe		
Betriebszustand	Nennlast	WAF Pos. 10.4, EN16911-1	1,000
Datum	04.09.2018	Faktor Staudrucksonde	1,000
Luftdruck	hPa 953	O ₂ -Konzentration	Vol.% 5,2
statischer Druck	hPa -0,5	CO ₂ -Konzentration	Vol.% 12,4
Kanalform	kreisförmig	Abgastemperatur	°C 143,0
Kanaldurchmesser	m 1,27	Abgasfeuchte	Vol.% 13,9
		Abgasfeuchte	g/m ³ 129,8
Kanalfläche	m ² 1,267		
Anzahl der Messachsen	2	Dichte Betrieb	kg/m ³ 0,789
Anzahl der Messpunkte/Achse	4	Dichte N.,f.	kg/m ³ 1,279
Anzahl der Messpunkte/Ebene	8	Dichte N.,tr.	kg/m ³ 1,355
Teilfläche	m ³ 0,158		

Zeit	Teilfläche	Eintauchtiefe	dynamischer Druck	Geschwindigkeit Betrieb	dV/dt Betrieb	dV/dt N.,f.	dV/dt N.,tr.
hh:mm	(Achse/Nr.)	mm	hPa	m/s	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
11:57	1	85	0,77	13,9	7944	4902	4220
	1	318	0,61	12,4	7097	4379	3770
	1	953	0,74	13,7	7790	4806	4138
	1	1185	0,61	12,4	7097	4379	3770
	2	85	0,73	13,6	7751	4782	4118
	2	318	0,69	13,2	7552	4660	4012
	2	953	0,72	13,5	7711	4758	4097
17:57	2	1185	0,72	13,5	7711	4758	4097
Mittelwert			0,70	13,30			
Summe					60653	37424	32222

Projekt-Nr. M134809
Betreiber BHI_2018
Anlage BMHKW
Messstelle Rein

Brennstoff	Holzbrennstoffe		
Betriebszustand	Nennlast	WAF Pos. 10.4, EN16911-1	1,000
Datum	05.09.2018	Faktor Staudrucksonde	1,000
Luftdruck	hPa 953	O ₂ -Konzentration	Vol.% 7,9
statischer Druck	hPa -0,5	CO ₂ -Konzentration	Vol.% 12,6
Kanalform	kreisförmig	Abgastemperatur	°C 144,0
Kanaldurchmesser	m 1,27	Abgasfeuchte	Vol.% 14,1
		Abgasfeuchte	g/m ³ 131,9
Kanalfläche	m ² 1,267		
Anzahl der Messachsen	2	Dichte Betrieb	kg/m ³ 0,790
Anzahl der Messpunkte/Achse	4	Dichte N.,f.	kg/m ³ 1,283
Anzahl der Messpunkte/Ebene	8	Dichte N.,tr.	kg/m ³ 1,361
Teilfläche	m ³ 0,158		

Zeit	Teilfläche	Eintauchtiefe	dynamischer Druck	Geschwindigkeit Betrieb	dV/dt Betrieb	dV/dt N.,f.	dV/dt N.,tr.
hh:mm	(Achse/Nr.)	mm	hPa	m/s	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
08:50	1	85	0,74	13,7	7809	4807	4129
14:50	1	318	0,59	12,2	6976	4294	3688
	1	953	0,71	13,4	7657	4713	4049
	1	1185	0,59	12,2	6976	4294	3688
	2	85	0,71	13,4	7619	4690	4028
	2	318	0,67	13,0	7424	4570	3925
	2	953	0,70	13,3	7580	4666	4008
	2	1185	0,70	13,3	7580	4666	4008
Mittelwert			0,68	13,07			
Summe					59620	36698	31524

S:\IMP\PROJ\134\MM134809\05_BER_2D.DOCX:14. 12. 2018

Projekt-Nr. M134809
Betreiber BHI_2018
 Anlage BMHKW
 Messstelle Rein

Brennstoff	Holzbrennstoffe		
Betriebszustand	Nennlast	WAF Pos. 10.4, EN16911-1	1,000
Datum	06.09.2018	Faktor Staudrucksonde	1,000
Luftdruck	hPa 953	O ₂ -Konzentration	Vol.% 8,0
statischer Druck	hPa -0,5	CO ₂ -Konzentration	Vol.% 12,0
Kanalform	kreisförmig	Abgastemperatur	°C 144,0
Kanaldurchmesser	m 1,27	Abgasfeuchte	Vol.% 13,8
		Abgasfeuchte	g/m ³ 128,7
Kanalfläche	m ² 1,267		
Anzahl der Messachsen	2	Dichte Betrieb	kg/m ³ 0,788
Anzahl der Messpunkte/Achse	4	Dichte N.,f.	kg/m ³ 1,281
Anzahl der Messpunkte/Ebene	8	Dichte N.,tr.	kg/m ³ 1,357
Teilfläche	m ³ 0,158		

Zeit	Teilfläche	Eintauchtiefe	dynamischer Druck	Geschwindigkeit	dV/dt	dV/dt	dV/dt
hh:mm	(Achse/Nr.)	mm	hPa	Betrieb	Betrieb	N.,f.	N.,tr.
				m/s	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
09:06	1	85	0,72	13,5	7707	4744	4089
15:06	1	318	0,58	12,1	6885	4238	3653
	1	953	0,69	13,3	7557	4652	4010
	1	1185	0,58	12,1	6885	4238	3653
	2	85	0,69	13,2	7519	4629	3990
	2	318	0,65	12,9	7327	4510	3888
	2	953	0,68	13,1	7481	4605	3970
	2	1185	0,68	13,1	7481	4605	3970
		Mittelwert	0,66	12,90			
		Summe			58844	36221	31222

Komponente

Hg

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ	T GZ	p Luft	Probe	Analyse		Proben-bezeichn.
							A	B	
							mg/Probe	mg/Probe	
04.09.2018	14:32-15:02	0,992	0,042	32,4	953	0,035	0,00	0,00	1
05.09.2018	09:04-09:34	0,992	0,064	23,1	953	0,055	0,00	0,00	2
06.09.2018	09:19-09:49	0,992	0,037	25,0	948	0,032	0,00	0,00	3
				Blindwert			0,00	0,00	

Komponente

HF

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ	T GZ	p Luft	Probe	Analyse		Proben-bezeichn.
							A	B	
							mg/Probe	mg/Probe	
04.09.2018	14:32-15:02	0,996	0,053	34,0	953	0,044	0,01	0,00	1
05.09.2018	09:04-09:34	0,996	0,049	24,0	953	0,042	0,01	0,00	2
06.09.2018	09:19-09:49	0,996	0,040	26,5	948	0,034	0,00	0,00	3
				Blindwert			0,00	0,00	

Komponente

HCN

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ	T GZ	p Luft	Probe	Analyse		Proben-bezeichn.
							A	B	
							mg/Probe	mg/Probe	
04.09.2018	14:32-15:02	0,996	0,053	34,0	953	0,044	0,00	0,00	1
05.09.2018	09:04-09:34	0,996	0,049	24,0	953	0,042	0,00	0,00	2
06.09.2018	09:19-09:49	0,996	0,040	26,5	948	0,034	0,00	0,00	3
				Blindwert			0,00	0,00	

Komponente

SM

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m ³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m ³ N	Proben- bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
04.09.2018	14:32-15:02	1,026	0,815	25,4	953	0,720	1	8	11
05.09.2018	09:04-09:34	1,026	0,727	23,7	953	0,645	2	8	2
06.09.2018	09:19-09:49	1,026	0,711	26,6	948	0,622	3	8	0

Komponente		SM													
Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd partikulär µg/Probe	Tl partikulär µg/Probe	Sb partikulär µg/Probe	As partikulär µg/Probe	Pb partikulär µg/Probe	Cr partikulär µg/Probe	Co partikulär µg/Probe	Cu partikulär µg/Probe	Mn partikulär µg/Probe	Ni partikulär µg/Probe	V partikulär µg/Probe	Sn partikulär µg/Probe
1	04.09.2018	14:32-15:02	0,720	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3935	0,1153	0,0000	0,0000	0,0378	0,0420	0,0000	0,0000
2	05.09.2018	09:04-09:34	0,645	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4588	0,3050	0,4853	0,0000	0,0000	0,0000
3	06.09.2018	09:19-09:49	0,622	0,4892	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
BG															

BW

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

BG Bestimmungsgrenze

BW Blindwert

Komponente		SM													
Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd partikulär µg/m³	Tl partikulär µg/m³	Sb partikulär µg/m³	As partikulär µg/m³	Pb partikulär µg/m³	Cr partikulär µg/m³	Co partikulär µg/m³	Cu partikulär µg/m³	Mn partikulär µg/m³	Ni partikulär µg/m³	V partikulär µg/m³	Sn partikulär µg/m³
1	04.09.2018	14:32-15:02	0,720	<0,0300	<0,0300	<0,3000	<0,3000	0,5469	<0,3000	<0,3000	<0,3000	<0,3000	<0,3000	<0,3000	<0,3000
2	05.09.2018	09:04-09:34	0,645	<0,0300	<0,0300	<0,3000	<0,3000	<0,3000	<0,3000	0,7108	0,4725	0,7519	<0,3000	<0,3000	<0,3000
3	06.09.2018	09:19-09:49	0,622	0,7865	<0,0300	<0,3000	<0,3000	<0,3000	<0,3000	<0,3000	1,2872	<0,3000	<0,3000	<0,3000	<0,3000
BG				0,0300	0,0300	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
BW				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7312	0,0000	0,0000	0,4698	1,2558	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	Tl	Sb	As	Pb	Cr	Co	Cu	Mn	Ni	V	Sn	filtergängig µg/Probe								
1	04.09.2018	14:32-15:02	0,720	0,0103	0,0067	0,0000	0,0000	2,7200	0,0739	0,0000	0,2207	0,1371	0,1687	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	05.09.2018	09:04-09:34	0,645	0,0103	0,0067	0,0000	0,0000	1,6054	0,0739	0,0000	0,2207	0,1371	0,1687	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	06.09.2018	09:19-09:49	0,622	0,0103	0,0067	0,0000	0,0000	1,6054	0,0739	0,0000	0,2207	0,1371	0,1687	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

BG

BW

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

BG Bestimmungsgrenze

BW Blindwert

Komponente **SM**

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd	Tl	Sb	As	Pb	Cr	Co	Cu	Mn	Ni	V	Sn
				filtergänglich µg/m³											
1	04.09.2018	14:32-15:02	0,720	<0,0300	<0,0500	<1,0000	<1,0000	3,7803	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000
2	05.09.2018	09:04-09:34	0,645	<0,0300	<0,0500	<1,0000	<1,0000	2,4872	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000
3	06.09.2018	09:19-09:49	0,622	<0,0300	<0,0500	<1,0000	<1,0000	2,5814	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000	<1,0000
		BG		0,0300	0,0500	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
		BW		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,4999	0,0000	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 WHO-TEQ PCDD/F /B(a)P

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Proben- bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
04.09.2018	11:57-17:57	1,000	4,302	0,0	1013,25	4,302	1	6	0
05.09.2018	08:50-14:50	1,000	4,279	0,0	1013,25	4,279	2	6	1
06.09.2018	09:06-15:06	1,000	4,223	0,0	1013,25	4,223	3	6	1

Projekt 1301 181704 P01	M_BBM-Projekt M134 809 / B03						
	Probeneingang		11.09.2018		Vorlage der Ergebnisse : 28.09.2018		
mas-Proben-Nr.			18 1704 001	18 1704 002	18 1704 003	18 1704 004	
Original-Probenbezeichnung			M134 809 / BW	M134 809 / 1	M134 809 / 2	M134 809 / 3	
Einheit	Bestimmungs- grenze	relative Messunsicher- heit					
	ng/Probe	%	ng/Probe	ng/Probe	ng/Probe	ng/Probe	
PCCD 2378-Kongenerere							
2378-TetraCDD	0,001	26,7	nd	nd	nd	nd	
12378-PentaCDD	0,002	22,8	nd	nd	nd	nd	
123478-HexaCDD	0,003	34,1	nd	nd	nd	nd	
123678-HexaCDD	0,003	25,9	nd	nd	nd	nd	
123789-HexaCDD	0,003	21,6	nd	nd	nd	nd	
1234678-HeptaCDD	0,015	89,4	nd	nd	nd	nd	
12346789-OctaCDD	0,045	96,4	nd	nd	nd	nd	
PCDF 2378-Kongenerere							
2378-TetraCDF	0,001	27,0	nd	nd	nd	nd	
12378-PentaCDF	0,002	23,6	nd	nd	nd	nd	
23478-PentaCDF	0,002	28,6	nd	nd	nd	nd	
123478-HexaCDF	0,003	27,9	nd	nd	nd	nd	
123678-HexaCDF	0,003	21,7	nd	nd	nd	nd	
123789-HexaCDF	0,003	21,7	nd	nd	nd	nd	
234678-HexaCDF	0,003	21,8	nd	nd	nd	nd	
1234678-HeptaCDF	0,015	23,5	nd	nd	nd	nd	
1234789-HeptaCDF	0,015	24,8	nd	nd	nd	nd	
12346789-OctaCDF	0,045	25,7	nd	nd	nd	nd	
PCDD Summen							
Summe TCDD		26,7	nb	nb	0,00134	0,00152	
Summe PeCDD		22,8	nb	nb	nb	nb	
Summe HxCDD		22,2	nb	nb	nb	0,00350	
Summe HpCDD		89,4	nb	nb	nb	nb	
OCDD	0,045	96,4	nd	nd	nd	nd	
PCDF Summen							
Summe TCDF		27,0	nb	nb	nb	0,00146	
Summe PeCDF		25,0	nb	nb	nb	nb	
Summe HxCDF		22,1	nb	nb	nb	nb	
Summe HpCDF		23,4	nb	nb	nb	nb	
OCDF	0,045	25,7	nd	nd	nd	nd	
PCCD/F Summen							
Summe Tetra-bis OctaCDD		40,7	nb	nb	0,00134	0,00502	
Summe Tetra-bis OctaCDF		23,5	nb	nb	nb	0,00146	
Summe Tetra-bis OctaCDD/F		30,6	nb	nb	0,00134	0,00649	
TEQ-Werte							
I-TEQ exklusive BG ^a		23,9	nb	nb	nb	nb	
I-TEQ inklusive BG ^b	0,00584	23,9	0,00584	0,00584	0,00584	0,00584	
WHO-TEQ 2005 exklusive BG ^a		23,5	nb	nb	nb	nb	
WHO-TEQ 2005 inklusive BG ^b	0,00634	23,5	0,00634	0,00634	0,00634	0,00634	
Wiederfindung Probenahmestandard							
Wiederfindung 13C12-12378-PentaCDF [%]			97	94	90	91	
Wiederfindung 13C12-123789-HexaCDF [%]			112	105	100	101	
Wiederfindung 13C12-1234789-HeptaCDF [%]			118	111	103	101	

nd Wert unterhalb der angegebenen Bestimmungsgrenze (BG)
 nb Wert nicht berechnet, da keines der Kongenere oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) lag
 a TEQ-Wert berechnet unter Einbezug nur der quantifizierten Kongenere
 b TEQ-Wert berechnet unter Einbezug der vollen Bestimmungsgrenzen für Kongenere unterhalb der BG

S:\IMP\PROJ\134\134M134809\M134809_05_BER_2D.DOCX:14. 12. 2018

Projekt 1301 181704 P01		M_BBM-Projekt M134 809 / B03				Bestimmungsgrenze
mas-Proben-Nr.	18 1704 001	18 1704 002	18 1704 003	18 1704 004	ng/Probe	
MüllerBBM Proben-Nr.	M134 809 / BW	M134 809 / 1	M134 809 / 2	M134 809 / 3		
Dimension	ng/Probe		ng/Probe		ng/Probe	
Dioxin-ähnliche PCB (WHO-PCB)						
Non-ortho PCB						
PCB 77	nd	nd	nd	nd	0,1	
PCB 81	nd	nd	nd	nd	0,05	
PCB 126	nd	nd	nd	nd	0,025	
PCB 169	nd	nd	nd	nd	0,05	
Mono-ortho PCB						
PCB 105	nd	nd	nd	nd	0,5	
PCB 114	nd	nd	nd	nd	0,1	
PCB 118	nd	nd	nd	nd	1	
PCB 123	nd	nd	nd	nd	0,1	
PCB 156	nd	nd	nd	nd	0,1	
PCB 157	nd	nd	nd	nd	0,1	
PCB 167	nd	nd	nd	nd	0,1	
PCB 189	nd	nd	nd	nd	0,1	
TEQ-Werte						
WHO-TEQ 2005 exclusive BG ^a	nb	nb	nb	nb	0,00409	
WHO-TEQ 2005 inclusive BG ^b	0,00409	0,00409	0,00409	0,00409		
Wiederfindung Probenahmestandard						
Wiederfindung 13C12-PCB 60 [%]	87	87	86	90		
Wiederfindung 13C12-PCB 127 [%]	94	87	82	81		
Wiederfindung 13C12-PCB 159 [%]	93	101	101	99		

nd Wert unterhalb der angegeben Bestimmungsgrenze (BG)

nb Wert nicht berechnet, da keines der Kongenere oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) lag

a TEQ-Wert berechnet unter Einbezug nur der quantifizierten Kongenere

b TEQ-Wert berechnet unter Einbezug der vollen Bestimmungsgrenzen für Kongenere unterhalb der BG

Projekt 1301 181704 P01		M_BBM-Projekt M134 809 / B03				Bestimmungsgrenze
mas-Proben-Nr.	18 1704 001	18 1704 002	18 1704 003	18 1704 004	µg/Probe	
Original-Probenbezeichnung	M134 809 / BW	M134 809 / 1	M134 809 / 2	M134 809 / 3		
Dimension	µg/Probe		µg/Probe		µg/Probe	
PAK						
Benzo(a)pyren	nd	nd	nd	nd	0,01	

nd Wert unterhalb der angegeben Bestimmungsgrenze (BG)

nb Wert nicht berechnet, da keines der Kongenere oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) lag