

Müller-BBM Industry Solutions 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

15. Februar 2023
M158037/13 Version 1 ELR/TKI

BHI GmbH

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen im Jahr 2022

Biomasseheizkraftwerk Ilmenau

Bericht Nr. M158037/13

Betreiber:	BHI GmbH Biomasse Heizkraftwerk Ilmenau Gewerbepark "Am Wald" 18 a 98693 Ilmenau
Standort:	Gewerbepark "Am Wald" 18 a 98693 Ilmenau
Anlage:	Biomasseheizkraftwerk
Datum der Messung:	23.-25.11.2022
Berichtsumfang:	insgesamt 58 Seiten inkl. 28 Seiten Anlagen

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

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz

Zusammenfassung

Emissionsquelle

Kamin des Biomasseheizkraftwerks

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

Tabelle 0.1. Zusammenfassung der Messergebnisse - Massenkonzentrationen.

Komponente	Einheit	$Y_{\max-U_P^*}$	$Y_{\max+U_P^*}$	Grenzwert	Vertrauensniveau**)	Betriebszustand
N ₂ O	mg/m ³ ,N	8	28	-		
HF	mg/m ³ ,N	0	0	1	0	
Hg	mg/m ³ ,N	0,00	0,00	0,03	0,00	
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	mg/m ³ ,N	0,00	0,00	0,05	0,00	Dampfmenge 23 - 25 t/h
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	mg/m ³ ,N	0,0	0,0	0,5	0,0	
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	1) mg/m ³ ,N	0,00	0,00	0,05	0,00	
PCDD/F + dl-PCB	1) ng/m ³ ,N	0,0	0,0	0,1	0,0	

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

***) 50%-Vertrauensniveau des Maximalwertes $f_{\max,50}$

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	Vertrauensniveau**)	Betriebszustand
HCN	g/h	4	7	15	8	Dampfmenge 23 - 25 t/h

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

***) 50%-Vertrauensniveau des Maximalwertes $f_{\max,50}$

Y_{\max} : maximaler Messwert

U_P : Messunsicherheit

Anmerkung:

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

Anmerkung: (für Anlagen der 17. BImSchV)

Gemäß §18 Absatz 3 der durch Artikel 2 der BImSchV13NG vom 06.07.2021 geänderten 17. BImSchV sind die periodischen Einzelmessungen nur einmal jährlich durchzuführen, wenn der Maximalwert der periodischen Messungen mit einem Vertrauensniveau von 50 % (nach der Richtlinie VDI 2448 Blatt 2, 07/1997) den jeweiligen Emissionsgrenzwert nicht überschreitet.

Inhaltsverzeichnis

1	Formulierung der Messaufgabe	4
1.1	Auftraggeber	4
1.2	Betreiber	4
1.3	Standort	4
1.4	Anlage	4
1.5	Datum der Messung	4
1.6	Anlass der Messung	4
1.7	Aufgabenstellung	4
1.8	Messkomponenten und Messgrößen	5
1.9	Ortsbesichtigung vor Messdurchführung	5
1.10	Messplanabstimmung	5
1.11	An den Arbeiten beteiligte Personen	6
1.12	Beteiligung weiterer Institute	6
1.13	Fachlich Verantwortlicher	6
2	Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe	7
2.1	Bezeichnung der Anlage	7
2.2	Beschreibung der Anlage	7
2.3	Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben	7
2.4	Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe	8
2.5	Betriebszeiten nach Betreiberangaben	8
2.6	Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen	8
3	Beschreibung der Probenahmestelle	10
3.1	Messstrecke und Messquerschnitt	10
3.2	Lage der Messpunkte im Messquerschnitt	11
4	Messverfahren und Messeinrichtungen	12
4.1	Abgasrandbedingungen	12
4.2	Automatische Messverfahren	13
4.3	Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen	14
4.4	Messverfahren für partikelförmige Emissionen	18
4.5	Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe (PCDD/PCDF u. Ä.)	20
4.6	Geruchsemission	23
5	Betriebszustand der Anlage während der Messungen	24
5.1	Produktionsanlage	24
5.2	Abgasreinigungsanlagen	24
6	Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	25
6.1	Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen	25
6.2	Messergebnisse	25
6.3	Messunsicherheiten	29
6.4	Plausibilitätsprüfung	30
7	Anlagen	31

1 Formulierung der Messaufgabe

1.1 Auftraggeber

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

1.2 Betreiber

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

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

1.3 Standort

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

1.4 Anlage

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

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

1.5 Datum der Messung

Datum der Messung	23. - 25.11.2022
Datum der letzten Messung	10. – 12.11.2021
Datum der nächsten Messung	2023

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 Bezugs-sauerstoffgehalt.

1.8 Messkomponenten und Messgrößen

Abgasrandbedingungen	Sauerstoff O ₂ , Kohlendioxid CO ₂ , Temperatur, Druck, Feuchte, Volumenstrom
gasförmige Emissionen	Fluorwasserstoff, Cyanwasserstoff, Distickstoffdioxid, 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

nicht durchgeführt weil mit den vorherigen Messungen an der Anlage befasst

1.10 Messplanabstimmung

Die Messplanung wurde mit dem Auftraggeber abgestimmt und dem Landratsamt Ilmenau, der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie und dem Auftraggeber am 08.11.2022 in Form eines Kurzmessplanes übermittelt.

1.11 An den Arbeiten beteiligte Personen

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

Projektleiter

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Schwab

Messingenieur

M. Eng. Maximilian Leitl

Messingenieur

1.12 Beteiligung weiterer Institute

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

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

1.13 Fachlich Verantwortlicher

Name

Dipl.-Ing. (FH) 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 Bezeichnung der Anlage

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

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

2.2 Beschreibung der Anlage

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

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

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

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

Technische Daten des Dampferzeugers

Anlagenleistung	23,5 t _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 Emissionsquellen nach Betreiberangaben

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

2.4 Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

Hackschnitzel aus den folgenden Holzkategorien:

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

2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben

max. 8.760 h/a, abzüglich Revisionszeiten

tägliche Betriebszeit 24 Stunden

wöchentliche Betriebszeit 7 Tage

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen

2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

2.6.1.1 Art der Emissionserfassung

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

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

2.6.1.2 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

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

Gewebefilter

Hersteller:	Fa. SCHEUCH – Österreich
Baujahr:	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
Abreinigungsrhythmus:	differenzdruckgesteuert
letzter Filterwechsel:	04/2018

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

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

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

2.6.3 Einrichtung zur Verdünnung des Abgases

Es sind keine Einrichtungen zur Verdünnung der Abgase installiert.

3 Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Messstrecke und Messquerschnitt

3.1.1 Lage und Abmessungen

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

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

3.1.2 Arbeitsfläche und Messbühne

Die Probenahmestelle liegt	24 m über Bodenniveau.
Zugang	Treppe
Arbeitsbereich/ Messbühne	Messbühne ohne Einhausung
Traversierfläche	Tiefe: ca. 1 m, Breite: 360° um den Kamin
zusätzliche Arbeitsfläche	Ausreichend vorhanden auf dem Flachdach

3.1.3 Messöffnungen

Anzahl	3
Anordnung	um 90° versetzt
Größe	3"

3.1.4 Strömungsbedingungen im Messquerschnitt

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

3.1.5 Zusammenfassende Beurteilung der Messbedingungen

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

3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

3.2.1 Darstellung der Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

Messquerschnitt	1,27 m ²
gewählte/mögliche Anzahl Messachsen	2
gewählte/mögliche Anzahl Messpunkte	4
Verteilung der Messpunkte im Messquerschnitt	Die Festlegung der Messpunkte im Kanalquerschnitt zur Durchführung einer Netzmessung erfolgt nach den Vorgaben der DIN EN 15259. (siehe Strömungsprofil im Kapitel 7, Anlage 1)

3.2.2 Homogenitätsprüfung

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

Datum der Homogenitätsprüfung	21.09.2009
Berichts-Nr.	M80773/3
Prüfinstitut	Müller-BBM GmbH
Ergebnis der Homogenitätsprüfung (für gasförmige Verbindungen)	<input checked="" type="checkbox"/> Messung an einem beliebigen Punkt <input type="checkbox"/> Messung an einem repräsentativen Punkt: Messachse x, Messpunkt x <input type="checkbox"/> Netzmessung

3.2.3 Komponentenspezifische Darstellung

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

*) Als Analogieschluss aus der durchgeführten Homogenitätsprüfung für **O2** werden alle gasförmigen Verbindungen an einem beliebigen Messpunkt beprobt.

S:\WP\Proj\158\M158037\M158037_13_Ber_1D.DOCX:15. 02. 2023

4 Messverfahren und Messeinrichtungen

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

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

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin

siehe Abschnitt 4.1.1

Erfassung	einmalig vor Beginn der Messung (Anlagenbetrieb mit gleichbleibenden Abgasrandbedingungen)
-----------	--

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

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

4.1.4 Abgastemperatur

Messverfahren	Thermospannung, NiCr-Ni-Thermoelement
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente T
Erfassung	stichpunktartige Messung aufgrund des konstanten Temperaturverlaufes während jeder Messung, sowie Übernahme der Daten der betreibereigenen Messeinrichtung

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

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

4.1.6 Abgasdichte

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

4.1.7 Abgasverdünnung

entfällt

4.2 Automatische Messverfahren

4.2.1 Messobjekte

Sauerstoff (O₂)

Distickstoffmonoxid (N₂O)

4.2.2 Messverfahren

O₂

magnetische Suszeptibilität, DIN EN 14789 (05 - 2017)

N₂O

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

Müller-BBM-Prüfanweisungen

16-1A09 (N₂O); 16-1A10 (O₂)

4.2.3 Analysatoren

O₂ (Hersteller/Typ/Nummer/...)

siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente O₂

N₂O (Hersteller/Typ/Nummer/...)

siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente N₂O

4.2.4 Eingestellter Messbereich

O₂

0... 25 Vol.-%

N₂O

0... 200 ppm (0... 392 mg/m³)

4.2.5 Messplatzaufbau

Entnahmesonde

Edelstahl, abgasbeheizt, Länge 0,8 m

Partikelfilter

Sintermetallfilter, außenliegend, beheizt auf 180 °C

Probegasleitung vor Gasaufbereitung

Länge 5 m, PTFE-Leitung, beheizt auf 180 °C

Probegasleitung nach Gasaufbereitung

Länge ca. 2 m, PTFE-Leitung, unbeheizt

Werkstoff der gasführenden Teile

Edelstahl, PTFE, Glas

Messgasaufbereitung

Messgaskühler

Bauart

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

Temperatur geregelt auf

3 °C

Trockenmittel

nicht vorhanden

Messgasdurchfluss

0,12 m³/h

4.2.6 Überprüfung der Gerätekenlinie

Prüfgas	Distickstoffoxid N₂O
Hersteller	Air Liquide
Flaschennummer	D3RLUCN
Konzentration	156,0 ppm
Rest	N ₂
Analysentoleranz	± 2 %
zertifiziert	Hersteller

S:\M\Proj\158\M158037\M158037_13_Ber_1D.DOCX:15. 02. 2023

Datum	12.12.2019
Stabilitätsgarantie	36 Monate
Garantiezeit eingehalten	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	druckfreie Prüfgasaufgabe an der Lanzenspitze Überwachung der Sauerstoffkonzentration Durchflusskontrolle
---	---

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

4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen

4.3.1 Gasförmige anorganische Fluorverbindungen (angegeben als HF)

4.3.1.1 Messverfahren

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

4.3.1.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Partikelabscheidung/beheizte Probenahme/zweistufige Absorption/Gasprobennehmer
----------------------------------	--

Entnahmesonde	Titan, beheizt auf 180 °C, Länge 0,6 m, mit beheiztem Verteiler für weitere Messparameter
Partikelfilter	Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, innenliegend, abgasbeheizt 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 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente HF
eingestellter Durchfluss	ca. 0,12 m ³ /h
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,0 m
Probentransfer	ungekühlt in 50-ml-PE-Gefäßen
Standzeit der Proben	max. 9 Tage (Analyse am 02.12.2022)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.1.3 Analytische Bestimmung

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

4.3.1.4 Verfahrenskenngrößen

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

4.3.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

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

4.3.2 Cyanwasserstoff (angegeben als HCN)

4.3.2.1 Messverfahren

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

4.3.2.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Siehe 4.3.1.2
Standzeit der Proben	max. 8 Tage (Analyse am 01.12.2022)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.2.3 Analytische Bestimmung

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

4.3.2.4 Verfahrenskenngrößen

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

4.3.2.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

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

4.3.3 Quecksilber

4.3.3.1 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 Analytik UV-Fotometrie
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1D04; 16-2D04

4.3.3.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Siehe 4.3.1.2
----------------------------------	---------------

S:\WP\Proj\158\M158037\M158037_13_Ber_1D.DOCX:15. 02. 2023

Durchführung der Probenahme	isokinetisch (partikelförmiger Anteil)
Sorptionsmittel	schwefelsaure KMnO_4 -Lösung
Sorptionsmittelmenge	30 ml je Waschflasche
Probenahmesystem	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Hg
eingestellter Durchfluss	ca. 0,12 m ³ /h
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,0 m
Probentransfer	Planfilter in Rundbehältern aus PE; Absorptionslösungen ungekühlt in 250-ml-Duranglas-Flaschen
Standzeit der Proben	max. 20 Tage (Analyse am 13.12.2022)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

4.3.3.3 Analytische Bestimmung

Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung des Hg-Gehaltes mittels UV-Fotometrie mit Mess- und Referenzstrahl zur Lampenregelung
Aufarbeitung der Filter	Mikrowellendruckaufschluss mit $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ 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

4.3.3.4 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

4.3.3.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

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

4.4 Messverfahren für partikelförmige Emissionen

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

4.4.1.1 Messverfahren

DIN EN 14385 (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

4.4.1.2 Messplatzaufbau

Probenahme nach dem Hauptstromverfahren

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

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Partikelfilter	Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, innenliegend, abgasbeheizt, parallel zur Strömungsrichtung positioniert (Messung mit Schwanenhalsdüse)
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. 1,7 m
Spüllösung	5-%ige HNO ₃ (zur Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Partikelfilter und von filtergängigen Anteilen zwischen Partikelfilter und erster Absorptionsstufe)
Probentransfer	Planfilter in Rundbehältern aus PE oder Polystyrol; Sonden-spüllösung und Absorptionslösungen ungekühlt in PE-Gefäßen
Probenahmesystem	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente SIS
eingestellter Durchfluss	gemäß Isokinetik
Standzeit der Proben	max. 6 Tage (Analyse am 29.11.2022) (Lösungen) max. 27 Tage (Analyse am 20.12.2022) (Filter)
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

S:\M\Proj\158\M158037\M158037_13_Ber_1D.DOCX:15. 02. 2023

4.4.1.3 Aufbereitung und Auswertung der Messfilter und der Absorptionslösungen

Messfilter (Aufarbeitung des Probenmaterials)	Mikrowellendruckaufschluss mit HNO ₃ /H ₂ O ₂ und Flusssäure
Absorptionslösung	getrennte Vermessung der Absorptionslösungen (ohne weitere Probenaufbereitung) und der Filteraufschlüsse (Teilstrom- oder 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)

4.4.1.4 Verfahrenskenngrößen

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

4.4.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen

Element	Planfilter N29	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	0,006 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	0,006 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:\M\Proj\158\M158037\M158037_13_Ber_1D.DOCX:15. 02. 2023

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

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

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

4.5.1.1 Messverfahren

DIN EN 1948-1 (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

4.5.1.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	wasserkühlbare Sonde; Kondensatgefäß; ggf. Tropfenabscheider; XAD-Kartusche; Pumpe; Massendurchflussmesser mit Temperaturfühler
Entnahmesonde	wassergekühlte Titansonde mit auswechselbarem Duranglas- bzw. Quarzglasrohr, Länge 1,5 m
Partikelfilter	Quarzfaserplanfilter vor der letzten Adsorptionsstufe
Absorptionseinrichtung	Kondensatgefäß mit Tauchrohr (2 Liter) und nachgeschalteter Kartusche mit Feststoffadsorbens
Sorptionsmittel und -menge	mindestens 30 g gereinigtes XAD-2, dotiert mit ¹³ C ₁₂ -markiertem PCDD/F- und PCB-Probenahmestandard gemäß EN 1948-1 und -4
Probenahmesystem	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente PCDD/F
eingestellter Durchfluss	ca. 0,8 m ³ /h (gemäß Isokinetik)
Abstand zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Sorptionsmittel	ca. 1,7 m

4.5.1.3 Probenahme und Nachbehandlung

Nachbehandlung	Auskochen bzw. Spülen der Probenahmeapparatur mit destilliertem H ₂ O, Toluol und Aceton
----------------	---

Probentransfer	lichtgeschützt, Kondensat und Spüllösung in Braunglasflaschen
Zeitraum zwischen Probenahme und Probenaufbereitung	max. 10 Tage
Zeitraum der Analyse	03. – 20.12.2022
Beteiligung eines Fremdlabors	mas münster analytical solutions gmbh, 48149 Münster

4.5.1.4 Analytische Bestimmung

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

4.5.1.5 Verfahrenskenngrößen

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

4.5.1.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen und Bestimmung von Wiederfindungsraten durch Standardzugabe

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

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung Bestimmung der Leckrate bei verschlossener Sondenöffnung

Messunsicherheit siehe 6.3

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

PCDD/F-Wiederfindungsraten

Messung (Datum/Uhrzeit) Standard	23.11.2022 10:44-16:44	24.11.2022 09:16-15:16	25.11.2022 05:50-11:55	Blindwert
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-PeCDF	91 %	90 %	87 %	86 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-HxCDF	117 %	112 %	116 %	103 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	99 %	98 %	98 %	103 %

PCB-Wiederfindungsraten

Messung (Datum/Uhrzeit) Standard	23.11.2022 10:44-16:44	24.11.2022 09:16-15:16	25.11.2022 05:50-11:55	Blindwert
¹³ C ₁₂ -PCB 60	111 %	115 %	114 %	114 %
¹³ C ₁₂ -PCB 127	89 %	88 %	91 %	93 %
¹³ C ₁₂ -PCB 159	113 %	108 %	110 %	115 %

4.5.2 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) (hier: Benzo(a)pyren)

4.5.2.1 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	16-2101

4.5.2.2 Messplatzaufbau

siehe Abschnitt 4.5.1.2

4.5.2.3 Probenahme und Nachbehandlung

Nachbehandlung	Auskochen bzw. Spülen der Probenahmeapparatur mit destilliertem H ₂ O, Toluol und Aceton
Probentransfer	lichtgeschützt, Kondensat und Spüllösung in Braunglasflaschen
Zeitraum zwischen Probenahme und Probenaufbereitung	max. 10 Tage
Zeitraum der Analyse	03. – 20.12.2022

Beteiligung eines Fremdlabors

mas | münster analytical solutions gmbh, 48149 Münster
(Probenaufbereitung, Extraktion und Analytik)

4.5.2.4 Analytische Bestimmung

Beschreibung des Analyseverfahrens

Bestimmung des PAK-Gehaltes mittels niedrigauflösender GC/LRMS

Aufarbeitung des Probenmaterials

Ein Teil des Toluol-Extraktes (i.d.R. 10 %) der Probe wird nach Zugabe von internen deuterierten Standards an Kieselgel gereinigt. Zugabe eines weiteren deuterierten PAK als Wiederfindungsstandard und Einengen auf das geeignete Endvolumen

Analysengeräte (Hersteller/Typ)

Thermo Scientific/DSQ (GC/LRMS)

Trennsäulen

DB-5MS (60 m; 0,25 mm ID; 0,25 µm Filmdicke)

Standards

Lösung der 16 PAK als Kalibrierstandard
Lösung der 16 PAK deuteriert als interner Standard

4.5.2.5 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeiten)

wird durch Probenaufbereitung minimiert
Die Methode ist hochselektiv, bei einigen PAK treten jedoch Co-Elutionen auf.

Bestimmungsgrenze bei 10 m³ Probenahmevolumen

für Benzo(a)pyren i.d.R. bei 0,001 µg/m³ (Phenanthren 0,005 µg/m³, Naphthalin 0,1 µg/m³)

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 %

4.5.2.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen und Bestimmung von Wiederfindungsraten durch Standardzugabe

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

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung

Bestimmung der Leckrate bei verschlossener Sondenöffnung

Messunsicherheit

siehe 6.3

4.6 Geruchsemission

entfällt

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

Datenbasis: Betreiberangaben und Erhebungen durch Müller-BBM

5.1 Produktionsanlage

Datum		23.11.2022	24.11.2022	25.11.2022
Messzeitraum	Uhrzeit	10:00 – 19:00	09:00 – 16:00	05:00 – 12:00
Betriebsart		Volllast	Volllast	Volllast
Lastfall	%	95 – 106	95 – 106	95 - 106
Feuerraumtemperatur	°C	1080	1075	1070
Dampfmenge	t/h	23 – 25	23 – 25	23 - 25
Erdgasverbrauch Brenner	m³/h	0	0	0
Abweichung von genehmigter Betriebsweise		Keine	Keine	Keine
besondere Vorkommnisse		Keine	Keine	Keine

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Gewebefilter

Datum		23.11.2022	24.11.2022	25.11.2022
Messzeitraum	Uhrzeit	10:00 – 19:00	09:00 – 16:00	05:00 – 12:00
Betriebsart		Normal	Normal	Normal
Filterdruck	mbar	18	18	18
Austragstemperatur	°C	115	116	117
letzte Wartung		10/2022	10/2022	10/2022

Additivzugaben

Datum		23.11.2022	24.11.2022	25.11.2022
Messzeitraum	Uhrzeit	10:00 – 19:00	09:00 – 16:00	05:00 – 12:00
Kalkzugabe	%	0 – 15	0 – 15	0 - 15
Harnstoffzugabe	l/h	8 - 13	8 - 13	8 - 13
Abweichung von genehmigter Betriebsweise		Keine	Keine	Keine
besondere Vorkommnisse		Keine	Keine	Keine

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Zum Zeitpunkt der Messungen wurde die Anlage bestimmungsgemäß betrieben. Die Durchführung der Messungen erfolgte bei den unter Abschnitt 5.1 aufgeführten Betriebsgrößen. Pausenzeiten blieben unberücksichtigt. Unter diesen Bedingungen lag zum Messzeitpunkt sowohl eine repräsentative wie auch eine maximale Auslastung (Dampfmenge 23 – 25 t/h) der Anlage vor.

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

6.2 Messergebnisse

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

Für alle Komponenten außer N₂O darf die Umrechnung der Messwerte auf den Bezugssauerstoffgehalt nur für die Zeiten erfolgen, in denen der gemessene Sauerstoffgehalt über dem Bezugswert liegt.

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

Anmerkung: (für Anlagen der 17. BImSchV)

Gemäß §18 Absatz 3 der durch Artikel 2 der BImSchV13NG vom 06.07.2021 geänderten 17. BImSchV sind die periodischen Einzelmessungen nur einmal jährlich durchzuführen, wenn der Maximalwert der periodischen Messungen mit einem Vertrauensniveau von 50 % (nach der Richtlinie VDI 2448 Blatt 2, 07/1997) den jeweiligen Emissionsgrenzwert nicht überschreitet.

Tabelle 6.2.1. Messergebnisse Abgasrandbedingungen.

Datum	Zeit	P hPa	v m/s	T °C	H ₂ O Vol. %	O ₂ Vol. %	dV/dt, Betrieb m ³ /h	dV/dt, N,f m ³ /h,N,f	dV/dt, N,tr m ³ /h,N,tr
23.11.2022	10:10-10:23	944	13,4	120	13,6	9,0	61158	39600	34214
23.11.2022	10:44-16:44	944	14,0	124	13,6	8,8	63677	40815	35257
24.11.2022	09:16-15:16	951	14,2	123	13,8	9,1	64848	41980	36180
25.11.2022	05:50-11:50	956	14,9	123	14,3	9,0	68173	44364	38017
23.11.2022	18:31-19:01	944	13,2	124	10,2	8,8	60080	38509	34582
24.11.2022	09:21-09:52	951	14,6	123	14,8	9,3	66659	43152	36744
25.11.2022	09:32-10:02	956	15,1	124	14,8	8,8	68893	44720	38079
23.11.2022	11:56-12:26	944	13,9	124	14,1	8,8	63201	40510	34814
23.11.2022	13:08-13:38	944	14,0	125	13,5	8,8	63992	40914	35372
24.11.2022	10:11-10:41	951	14,2	124	13,9	9,0	64663	41754	35935
24.11.2022	11:00-11:30	951	14,2	123	13,8	9,0	64946	42043	36256
25.11.2022	07:41-08:11	956	14,8	123	14,0	9,0	67565	43968	37807
25.11.2022	08:22-08:52	956	15,2	124	15,8	9,0	69131	44874	37803
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	O ₂	N ₂ O	N ₂ O	Up	N ₂ O	Up	
			mg/m ³	Vol.%	mg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N	kg/h	kg/h	
1	23.11.2022	11:56-12:26	19,5	8,8	15,9	15,9	9,2	0,68	0,40	
2	23.11.2022	13:08-13:38	19,8	8,8	16,3	16,2	9,3	0,71	0,41	
3	24.11.2022	10:11-10:41	20,3	9,0	16,9	16,9	9,6	0,73	0,42	
4	24.11.2022	11:00-11:30	21,9	9,0	18,3	18,3	10,1	0,80	0,44	
5	25.11.2022	07:41-08:11	14,8	9,0	12,4	12,4	8,3	0,56	0,37	
6	25.11.2022	08:22-08:52	13,9	9,0	11,6	11,5	8,0	0,52	0,37	
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)						15,2		0,67		
Maximalwert						18,3		0,80		
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit						8		0,4		
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit						28		1,2		
Grenzwert						-		-		
Vertrauensniveau (50%; Faktor 1,65)										

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		HF								
Nr	Datum	Zeit	HF	O ₂	Volumen	HF	HF	Up	HF	Up
			mg/Probe	Vol.%	m ³ N	mg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N	mg/m ³ ,N	g/h	g/h
1	23.11.2022	11:56-12:26	0,00	8,8	0,055	0,00	< 0,05	0,01	< 1,76	0,3
2	23.11.2022	13:08-13:38	0,00	8,8	0,054	0,00	< 0,05	0,01	< 1,79	0,3
3	24.11.2022	10:11-10:41	0,00	9,0	0,055	0,00	< 0,05	0,01	< 1,81	0,3
4	24.11.2022	11:00-11:30	0,00	9,0	0,054	0,00	< 0,05	0,01	< 1,83	0,3
5	25.11.2022	07:41-08:11	0,00	9,0	0,055	0,00	< 0,05	0,01	< 1,90	0,3
6	25.11.2022	08:22-08:52	0,00	9,0	0,055	0,00	< 0,05	0,01	< 1,90	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		-		
Vertrauensniveau (50%; Faktor 1,65)										
						0		0		

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

2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt

3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Komponente HCN

Nr	Datum	Zeit	HCN		O ₂	Volumen m ³ N	HCN	HCN	Up	HCN	Up
			mg/Probe	Vol. %			1) mg/m ³ ,N	1)3) mg/m ³ ,N	2)3) mg/m ³ ,N	3) g/h	2)3) g/h
1	23.11.2022	11:56-12:26	0,00	8,8		0,055	0,00	< 0,05	0,01	< 1,76	0,3
2	23.11.2022	13:08-13:38	0,00	8,8		0,054	0,00	< 0,05	0,01	< 1,79	0,3
3	24.11.2022	10:11-10:41	0,00	9,0		0,055	0,07	0,07	0,02	2,6	0,9
4	24.11.2022	11:00-11:30	0,01	9,0		0,054	0,14	0,1	0,03	5,1	1,4
5	25.11.2022	07:41-08:11	0,00	9,0		0,055	0,09	0,08	0,02	3,2	1,0
6	25.11.2022	08:22-08:52	0,00	9,0		0,055	0,06	0,06	0,02	2,4	0,8
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,06		2,2	
Maximalwert								0,1		5,1	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit								0		4	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit								0		7	
Grenzwert								-		15	
Vertrauensniveau (50%; Faktor 1,65)								0		8	

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) µg/m ³ ,N	1)3) mg/m ³ ,N	2)3) mg/m ³ ,N	3) g/h	2)3) g/h
1	23.11.2022	11:56-12:26	0,00	8,8		0,051	0,07	< 0,0002	0,0000	< 0,007	0,001
2	23.11.2022	13:08-13:38	0,00	8,8		0,043	0,00	< 0,0002	0,0000	< 0,007	0,001
3	24.11.2022	10:11-10:41	0,00	9,0		0,053	0,00	< 0,0002	0,0000	< 0,007	0,001
4	24.11.2022	11:00-11:30	0,00	9,0		0,051	0,00	< 0,0002	0,0000	< 0,007	0,001
5	25.11.2022	07:41-08:11	0,01	9,0		0,053	0,22	0,0002	0,0000	0,008	0,002
6	25.11.2022	08:22-08:52	0,00	9,0		0,048	0,00	< 0,0002	0,0000	< 0,007	0,001
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,0000		0,001	
Maximalwert								0,0002		0,008	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit								0,00		0,0	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit								0,00		0,0	
Grenzwert								0,03		-	
Vertrauensniveau (50%; Faktor 1,65)								0,00		0,0	

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

2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt

3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Tabelle 6.2.4. Messergebnisse partikelförmige Messparameter.

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

Nr	Datum	Zeit	O ₂	Volumen m ³ N	Düse mm	Absaugfehler %	Summe nach	Summe nach	Up	Summe nach	Up
							Anlage 1 a 1) µg/m ³ ,N	Anlage 1 a 1)3) mg/m ³ ,N	2)3) mg/m ³ ,N	Anlage 1 a 3) g/h	2)3) g/h
1	23.11.2022	18:31-19:01	8,8	0,695	8	0	0,07	0,0000	0,0000	0,0025	0,0002
2	24.11.2022	09:21-09:52	9,3	0,779	8	3	0,12	0,0001	0,0000	0,0044	0,0004
3	25.11.2022	09:32-10:02	8,8	0,754	8	-1	0,06	0,0000	0,0000	0,0023	0,0002
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,0000		0,0031	
Maximalwert								0,0001		0,0044	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit								0,00		0,004	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit								0,00		0,005	
Grenzwert								0,05		-	
Vertrauensniveau (50%; Faktor 1,8)								0,00		0,008	

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:\M\Proj\158\M158037\M158037_13_Ber_1D.DOCX:15. 02. 2023

Komponente Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV

Nr	Datum	Zeit	O ₂		Volumen m ³ N	Düse mm	Absaugfehler %	Summe nach Anlage 1 b		Up 2)3) mg/m ³ N	Summe nach Anlage 1 b	
			Vol. %					1) µg/m ³ N	1)3) mg/m ³ N		3) g/h	2)3) g/h
1	23.11.2022	18:31-19:01	8,8		0,695	8	0	7,77	0,007	0,000	0,27	0,02
2	24.11.2022	09:21-09:52	9,3		0,779	8	3	12,75	0,01	0,001	0,47	0,04
3	25.11.2022	09:32-10:02	8,8		0,754	8	-1	7,95	0,007	0,000	0,30	0,03
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)									0,009		0,34	
Maximalwert									0,01		0,47	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit									0,0		0,4	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit									0,0		0,5	
Grenzwert									0,5		-	
Vertrauensniveau (50%; Faktor 1,8)									0,0		0,8	

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

2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt

3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

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

Nr	Datum	Zeit	O ₂		Volumen m ³ N	Düse mm	Absaugfehler %	Summe nach Anlage 1 c		Up 2)3) mg/m ³ N	Summe nach Anlage 1 c	
			Vol. %					1) µg/m ³ N	1)3) mg/m ³ N		3) g/h	2)3) g/h
1	23.11.2022	18:31-19:01	8,8		0,695	8	0	0,07	0,0000	0,0000	0,002	0,0002
2	24.11.2022	09:21-09:52	9,3		0,779	8	3	0,60	0,0006	0,0000	0,022	0,002
3	25.11.2022	09:32-10:02	8,8		0,754	8	-1	0,76	0,0007	0,0000	0,029	0,003
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)									0,0004		0,018	
Maximalwert									0,0007		0,029	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit									0,00		0,03	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit									0,00		0,03	
Grenzwert									0,05		-	
Vertrauensniveau (50%; Faktor 1,8)									0,00		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

Tabelle 6.2.5. Messergebnisse besondere hochtoxische Messparameter.

Komponente PCDD/F + dl-PCB

Nr	Datum	Zeit	WHO- TEQ		Volumen m ³ N	Düse mm	Absaugfehler %	WHO- TEQ		Up 2)3) ng/m ³ N	WHO- TEQ	
			ng/Probe	Vol. %				1) ng/m ³ N	1)3) ng/m ³ N		3) µg/h	2)3) µg/h
1	23.11.2022	10:44-16:44	0,015	8,8	4,948	6	3	0,003	0,003	0,003	0,10	0,10
2	24.11.2022	09:16-15:16	0,021	9,1	4,976	6	2	0,004	0,004	0,003	0,15	0,13
3	25.11.2022	05:50-11:50	0,009	9,0	5,315	6	4	0,002	0,001	0,002	0,06	0,08
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)									0,002		0,10	
Maximalwert									0,004		0,15	
Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit									0,0		0,0	
Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit									0,0		0,3	
Grenzwert									0,1		-	
Vertrauensniveau (50%; Faktor 1,8)									0,0		0,3	

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
N₂O	mg/m ³ ,N	18,3	10,1	8	28	indirekt
HF	mg/m ³ ,N	0,00	0,01	0	0	indirekt
HCN	mg/m ³ ,N	0,1	0,03	0	0	indirekt
Hg	mg/m ³ ,N	0,0002	0,0000	0,00	0,00	indirekt
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	mg/m ³ ,N	0,0001	0,0000	0,00	0,00	indirekt
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	mg/m ³ ,N	0,01	0,001	0,0	0,0	indirekt
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	1) mg/m ³ ,N	0,0007	0,0000	0,00	0,00	indirekt
PCDD/F + dl-PCB	1) ng/m ³ ,N	0,004	0,003	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
N₂O	kg/h	0,79	0,44	0,3	1,2	indirekt
HF	g/h	0,00	0,3	0	0	indirekt
HCN	g/h	5,1	1,4	4	7	indirekt
Hg	g/h	0,008	0,001	0,0	0,0	indirekt
Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV	g/h	0,0044	0,0004	0,004	0,005	indirekt
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV	g/h	0,46	0,04	0,4	0,5	indirekt
Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV	1) g/h	0,029	0,003	0,03	0,03	indirekt
PCDD/F + dl-PCB	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 oder ähnlicher Bauart gemessen wurden. Die Ergebnisse sind daher insgesamt als plausibel einzustufen.

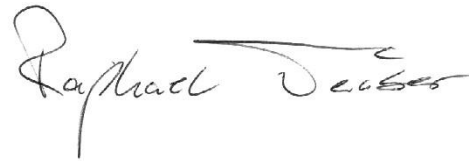
Für den Inhalt des Berichtes zeichnen verantwortlich:



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

Projektleitung

Telefon +49(911)600445-15



Staatl. gepr. UTA Raphael Teuber

Qualitätssicherung

Telefon +49(3643)81189-15



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.



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

7 Anlagen

Anlage 1: Mess- und Rechenwerte

Anlage 2: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten

Anlage 3: Prüfmittelkatalog

Anlage 1: Mess- und Rechenwerte

Tabelle 7.1.1. Mess- und Rechenwerte Abgasrandbedingungen/Strömungsprofil.

Projekt-Nr.	M158037		
Betreiber	BHI		
Anlage	EMI_2022		
Messstelle			
Brennstoff	Holzbrennstoffe		
Betriebszustand	Nennlast	WAF Pos. 10.4, EN16911-1	1,000
Datum	23.11.2022	Faktor Staudrucksonde	0,989
Luftdruck	hPa 945,0	O ₂ -Konzentration	Vol.% 9,0
statischer Druck	hPa -0,7	CO ₂ -Konzentration	Vol.% 11,3
Kanalform	kreisförmig	Abgastemperatur	°C 120,0
Kanaldurchmesser	m 1,27	Abgasfeuchte	Vol.% 13,6
		Abgasfeuchte	g/m ³ 126,5
Kanalfläche	m ² 1,267		
Anzahl der Messachsen	2	Dichte Betrieb	kg/m ³ 0,828
Anzahl der Messpunkte/Achse	4	Dichte N,f	kg/m ³ 1,279
Anzahl der Messpunkte/Ebene	8	Dichte N,tr	kg/m ³ 1,354
Teilfläche	m ² 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
10:10	1	85	0,54	11,3	6438	4169	3602
	1	318	0,65	12,4	7081	4585	3962
	1	953	0,80	13,7	7820	5063	4375
	1	1185	0,75	13,3	7604	4924	4254
	2	85	0,87	14,3	8172	5291	4572
	2	318	0,89	14,5	8281	5362	4632
	2	953	0,86	14,2	8109	5250	4536
	2	1185	0,76	13,4	7654	4956	4282
10:23	2	1185	0,76	13,4	7654	4956	4282
		Mittelwert	0,77	13,41			
		Summe			61158	39600	34214

Tabelle 7.1.2. Mess- und Rechenwerte kontinuierliche Messparameter.

Komponente		O ₂				
Nr	Datum	Zeit	O ₂	O ₂	O ₂	Up
			Vol.%	1)	1)3)	2)3)
				Vol.%,N	Vol.%,N	Vol.%,N
1	23.11.2022	10:44-16:44	8,82	8,82	8,8	0,4
2	24.11.2022	09:16-15:16	9,09	9,09	9,0	0,4
3	25.11.2022	05:50-11:50	9,04	9,04	9,0	0,4
4	23.11.2022	18:31-19:01	8,76	8,76	8,7	0,4
5	24.11.2022	09:21-09:52	9,28	9,28	9,2	0,4
6	25.11.2022	09:32-10:02	8,80	8,80	8,8	0,4
7	23.11.2022	11:56-12:26	8,77	8,77	8,7	0,4
8	23.11.2022	13:08-13:38	8,80	8,80	8,8	0,4
9	24.11.2022	10:11-10:41	8,98	8,98	8,9	0,4
10	24.11.2022	11:00-11:30	9,04	9,04	9,0	0,4
11	25.11.2022	07:41-08:11	9,03	9,03	9,0	0,4
12	25.11.2022	08:22-08:52	8,97	8,97	8,9	0,4

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

Tabelle 7.1.3. Mess- und Rechenwerte diskontinuierliche Messparameter.

Komponente HF

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m ³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m ³ N	Analyse mg/Probe	HF mg/m ³	Proben- bezeichn.
23.11.2022	11:56-12:26	0,981	0,062	7,5	945	0,055	0,000	0,00	1
23.11.2022	13:08-13:38	0,981	0,061	9,0	945	0,054	0,000	0,00	2
24.11.2022	10:11-10:41	0,981	0,061	8,5	952	0,055	0,000	0,00	3
24.11.2022	11:00-11:30	0,981	0,060	10,0	952	0,054	0,000	0,00	4
25.11.2022	07:41-08:11	0,981	0,060	5,0	957	0,055	0,000	0,00	5
25.11.2022	08:22-08:52	0,981	0,061	7,0	957	0,055	0,000	0,00	6
Blindwert							0,000	0,00	
Bestimmungsgrenze							0,003	0,05	

Komponente HCN

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m ³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m ³ N	Analyse mg/Probe	HCN mg/m ³	Proben- bezeichn.
23.11.2022	11:56-12:26	0,981	0,062	7,5	945	0,055	0,000	0,00	1
23.11.2022	13:08-13:38	0,981	0,061	9,0	945	0,054	0,000	0,00	2
24.11.2022	10:11-10:41	0,981	0,061	8,5	952	0,055	0,004	0,07	3
24.11.2022	11:00-11:30	0,981	0,060	10,0	952	0,054	0,008	0,14	4
25.11.2022	07:41-08:11	0,981	0,060	5,0	957	0,055	0,005	0,09	5
25.11.2022	08:22-08:52	0,981	0,061	7,0	957	0,055	0,004	0,06	6
Blindwert							0,000	0,00	
Bestimmungsgrenze							0,003	0,05	

Komponente Hg

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m ³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m ³ N	Analyse µg/Probe	Hg µg/m ³	Proben- bezeichn.
23.11.2022	11:56-12:26	0,969	0,058	8,0	945	0,051	0,00	0,1	1
23.11.2022	13:08-13:38	0,969	0,049	10,0	945	0,043	0,00	0,0	2
24.11.2022	10:11-10:41	0,991	0,059	9,0	952	0,053	0,00	0,0	3
24.11.2022	11:00-11:30	0,991	0,057	10,0	952	0,051	0,00	0,0	4
25.11.2022	07:41-08:11	0,991	0,057	5,5	957	0,053	0,01	0,2	5
25.11.2022	08:22-08:52	0,991	0,053	6,5	957	0,048	0,00	0,0	6
Blindwert							0,00	0,0	
Bestimmungsgrenze							0,01	0,2	

S:\WP\Proj\158\M158037\M158037_13_Ber_1D.DOCX:15. 02. 2023

Tabelle 7.1.4. Mess- und Rechenwerte partikelförmige Messparameter.

Komponente			SM_17BlmSchV						
Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd filtergänglich µg/Probe	Tl filtergänglich µg/Probe	Sb filtergänglich µg/Probe	As filtergänglich µg/Probe	Pb filtergänglich µg/Probe	Cr filtergänglich µg/Probe
1	23.11.2022	18:31-19:01	0,69498	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	24.11.2022	09:21-09:52	0,77861	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	25.11.2022	09:32-10:02	0,75396	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		BG		0,10	0,10	0,96	0,96	0,96	0,96
		BW		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

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

Komponente			SM_17BlmSchV						
Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Co filtergänglich µg/Probe	Cu filtergänglich µg/Probe	Mn filtergänglich µg/Probe	Ni filtergänglich µg/Probe	V filtergänglich µg/Probe	Sn filtergänglich µg/Probe
1	23.11.2022	18:31-19:01	0,69498	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	24.11.2022	09:21-09:52	0,77861	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	25.11.2022	09:32-10:02	0,75396	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		BG		0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
		BW		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

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

Komponente			SM_17BlmSchV						
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
1	23.11.2022	18:31-19:01	0,69498	0,05	0,00	0,50	0,00	3,19	0,21
2	24.11.2022	09:21-09:52	0,77861	0,09	0,00	1,08	0,00	5,71	0,37
3	25.11.2022	09:32-10:02	0,75396	0,05	0,00	0,43	0,00	3,23	0,53
		BG		0,02	0,02	0,25	0,25	0,25	0,25
		BW		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33

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

Komponente			SM_17BlmSchV						
Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	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	23.11.2022	18:31-19:01	0,69498	0,00	0,30	1,10	0,05	0,00	0,32
2	24.11.2022	09:21-09:52	0,77861	0,00	0,50	1,82	0,09	0,00	0,45
3	25.11.2022	09:32-10:02	0,75396	0,00	0,28	1,24	0,29	0,00	0,00
		BG		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
		BW		0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00

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

S:\WP\Proj\158\MI158037\MI158037_13_Ber_1D.DOCX:15. 02. 2023

Komponente		Hg_part									
Nr	Datum	Zeit	Hg_part	O ₂	Volumen	Düse	Absaugfehler	Hg_part	Hg_part	Up	
			µg/Probe	Vol. %	m ³ N	mm	%	1) µg/m ³ ,N	1)3) µg/m ³ ,N	2)3) µg/m ³ ,N	
1	23.11.2022	18:31-19:01	0,00	8,8	0,695	8	1	0,00	< 0,036	0,00	
2	24.11.2022	09:21-09:52	0,00	9,3	0,779	8	4	0,00	< 0,036	0,00	
3	25.11.2022	09:32-10:02	0,00	8,8	0,754	8	0	0,00	< 0,036	0,00	

- 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

Tabelle 7.1.5. Mess- und Rechenwerte besondere hochtoxische Messparameter.

Komponente		WHO-TEQ PCDD/F /B(a)P				
Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1	PCDD/F	B(a)P	dl-PCB
			m ³ N	ng/Probe	ng/Probe	ng/Probe
1	23.11.2022	10:44-16:44	4,948	0,0150	0,0000	0,0000
2	24.11.2022	09:16-15:16	4,976	0,0206	0,0000	0,0000
3	25.11.2022	05:50-11:50	5,315	0,0095	0,0000	0,0000
		BG		0,0073	10,0000	0,0041
		BW		0,0035	0,0000	0,0000

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

S:\WP\Proj\158\M158037\M158037_13_Ber_1D.DOCX:15. 02. 2023

Anlage 2: Graphische Darstellung des Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten

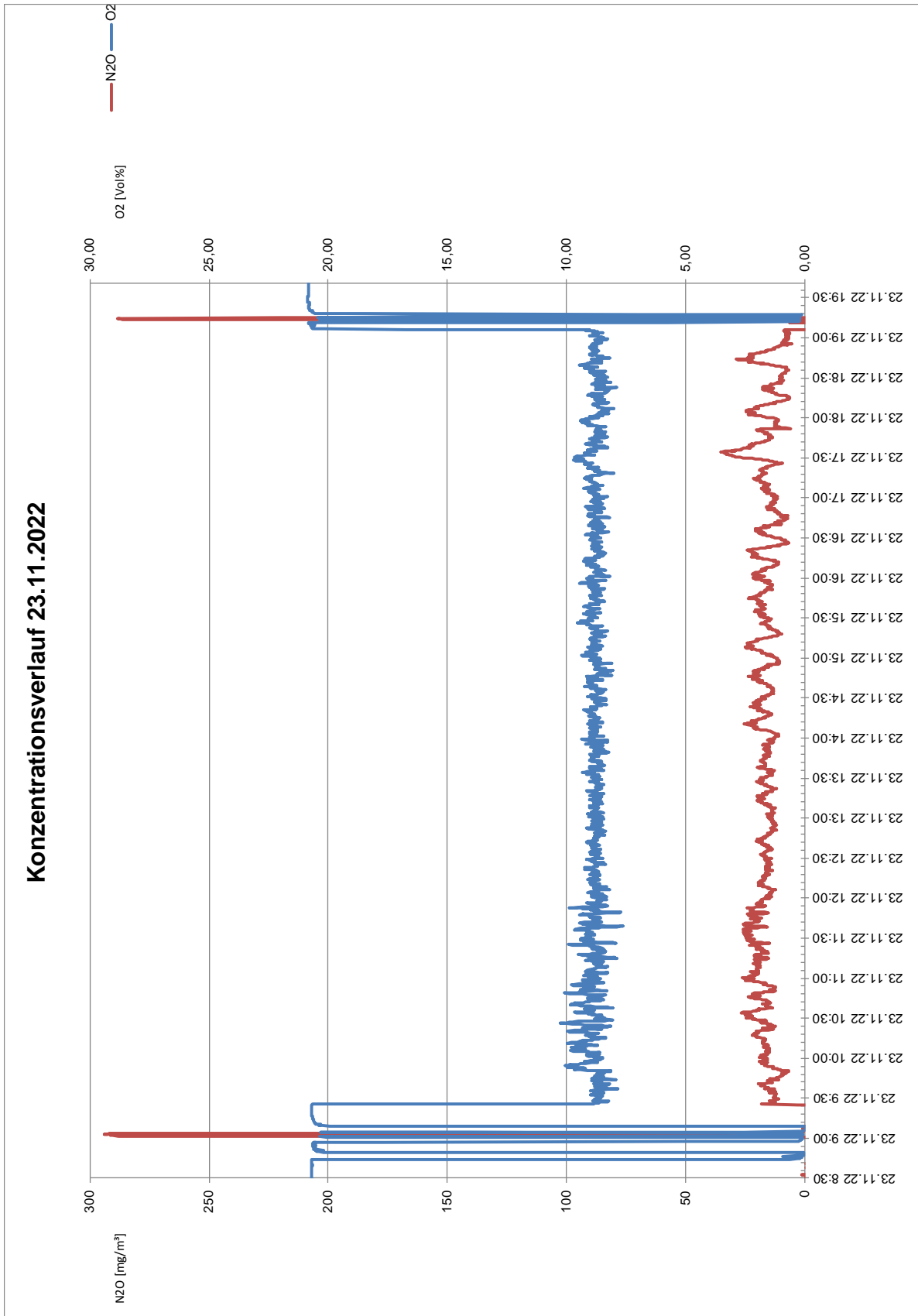


Abbildung 7.2.1. Graphischer Verlauf.

S:\M\Proj\158\M158037\M158037_13_Ber_1D.DOCX:15. 02. 2023

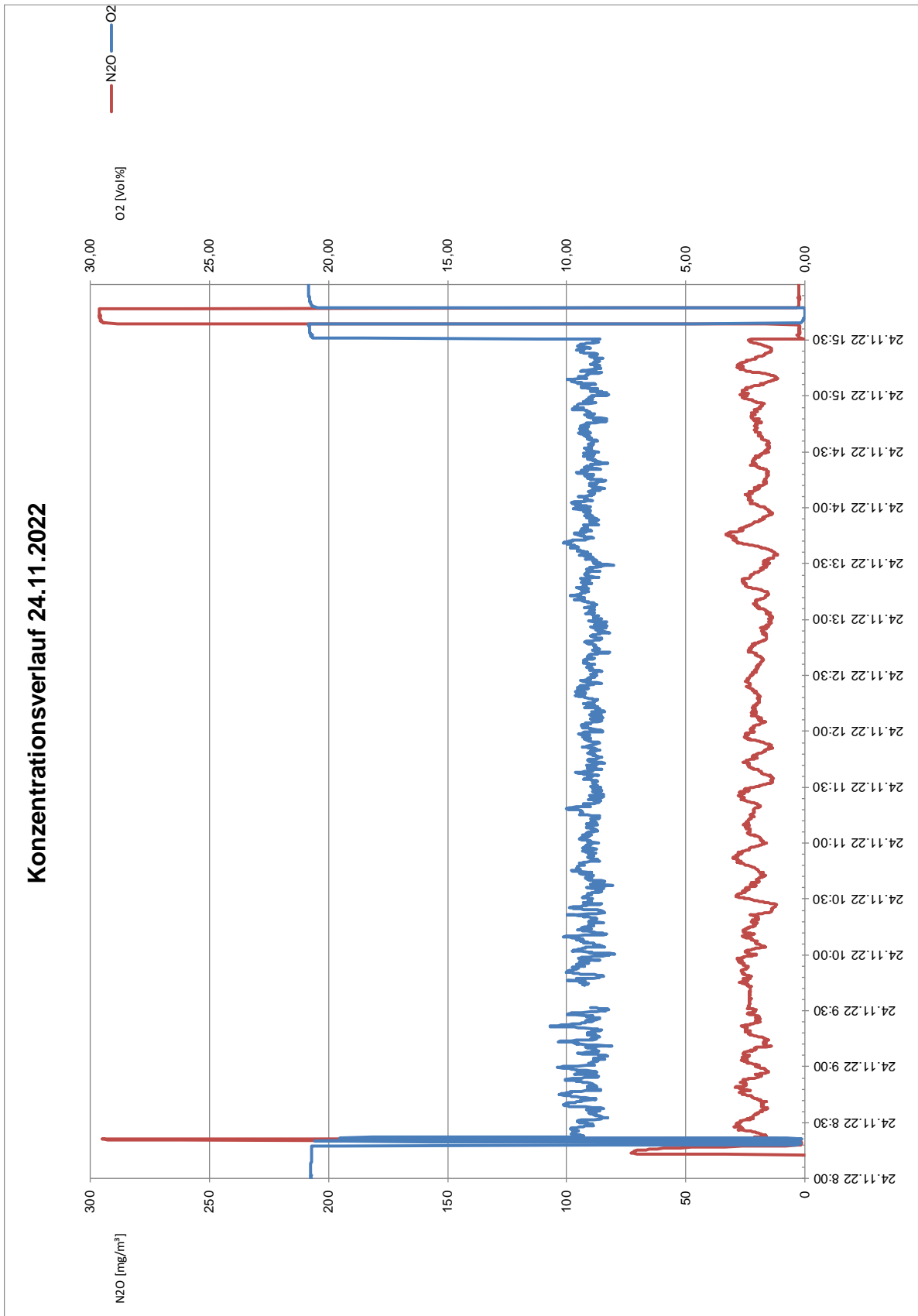


Abbildung 7.2.2. Graphischer Verlauf.

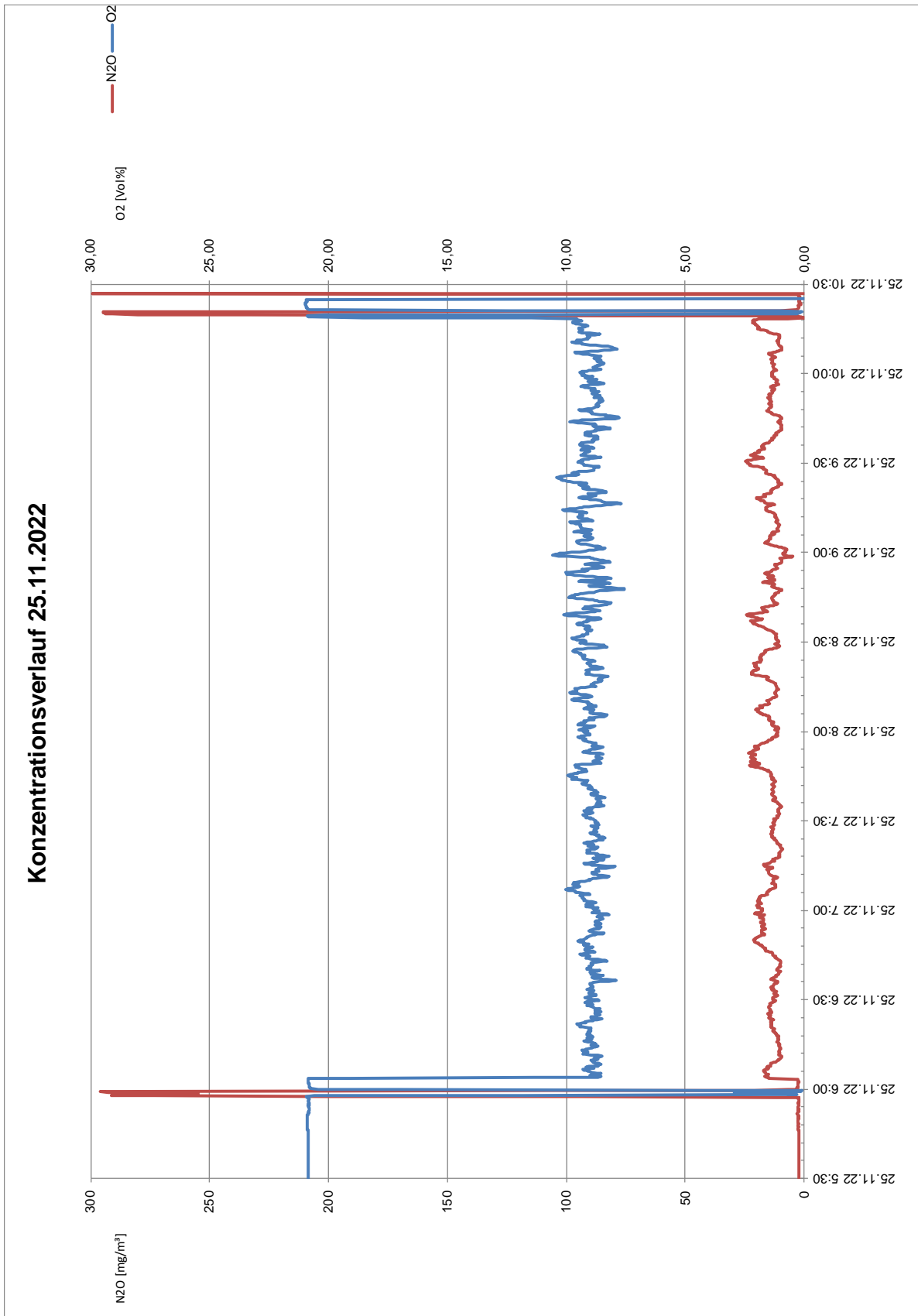


Abbildung 7.2.3. Graphischer Verlauf.

Anlage 3: Prüfmittelkatalog

Messkomponente	Prüfmittel-Nr.	Hersteller	Typ	letzte Überprüfung	Prüfintervall	Eignungsbekanntgabe / Prüfbericht
T	6068	Greisinger	GMH3210	05. 2022	12 Monate	
pdyn	12444	Greisinger	GMH 3156	05. 2022	12 Monate	
patm	8336	Greisinger	GDH12AN	05. 2022	12 Monate	
H2O	7296	Sartorius	LC4200	08. 2022	12 Monate	
SIS	8038	Kromschröder	BK-G4	12. 2021	12 Monate	
Hg	10233	ltron	G1,6	01. 2022	12 Monate	
Hg, H2O	10234	ltron	G1,6	05. 2022	12 Monate	
HF, HCN	10235	ltron	G1,6	05. 2022	12 Monate	
PCDD_F	9831	Müller-BBM	Isol.1	12. 2021	12 Monate	
O2	7297	Horiba	PG-250 SRM	02. 2022	12 Monate	BAnz. 2008, Heft 133, S. 3245, Rundschreiben vom 12.08.2008 BAnz. 2009, Heft 38, S. 903, Rundschreiben vom 19.02.2009 TÜV Rheinland, Berichtsnr. 936/212 06693/A vom 06.03.2008
N2O	12154	SICK	GMS 810	02. 2022	12 Monate	BAnz. AT 2010, Heft 111, S. 2598, TÜV Rheinland, Berichtsnummer 936/212111670/B vom 26.03.2017 Anz. 2012, Nr. 36, S. 920, TÜV Rheinland, Berichtsnummer 936/21217568/AB vom 18.10.2011

Anlage 4: Einzelergebnisse PCDD/F, dl-PCB, Benzo(a)pyren

S:\M\Proj\158\M158037\M158037_13_Ber_1D.DOCX:15. 02. 2023

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

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

Auftrag / Projekt: M158 037 / B04

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: 22-2681

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
M158037 - 1	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kond.	22-2681-001
M158037 - 2	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kond.	22-2681-002
M158037 - 3	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kond.	22-2681-003
M158037 - BW	Blindprobe Abgas	2 Kartuschen + Kond.	22-2681-004

Probeneingang: 02.12.2022

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

Prüfbeginn: 03.12.2022

Prüfende: 20.12.2022

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

Probenvorbereitung und Extraktion



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.

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

PCDD/F- und PCB-Analyse

- mehrstufiges Extrakt clean-up
- Zugabe von $^{13}\text{C}_{12}$ -markierten PCDD/F- und PCB-Wiederfindungsstandards
- getrennte 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
- Zugabe des D_{12} -markierten Perylens als Wiederfindungsstandard
- 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 Analyseergebnisse bleibt dem Auftraggeber vorbehalten.

Münster, den 28.12.2022

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



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-19582-01-00

Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158037 - 1		
Probenart mas-Probennummer		Abgasprobe 22-2681-001		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PCDD 2378-Kongenere				
2378-TetraCDD	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDD	ng/Probe	0,00437	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDD	ng/Probe	0,00324	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDD	ng/Probe	0,00765	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDD	ng/Probe	0,00487	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	0,0485	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDD	ng/Probe	0,0708	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF 2378-Kongenere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	0,0118	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDF	ng/Probe	0,0123	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
23478-PentaCDF	ng/Probe	0,0107	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDF	ng/Probe	0,0158	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDF	ng/Probe	0,0106	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
234678-HexaCDF	ng/Probe	0,00891	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	0,0265	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD Summen				
Summe TetraCDD	ng/Probe	0,0423		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDD	ng/Probe	0,0497		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDD	ng/Probe	0,0738		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDD	ng/Probe	0,0867		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDD	ng/Probe	0,0708	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	0,289		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDF	ng/Probe	0,157		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDF	ng/Probe	0,0773		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDF	ng/Probe	0,0265		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F Summen				
Summe Tetra- bis OctaCDD ^a	ng/Probe	0,323		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDF ^a	ng/Probe	0,551		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a	ng/Probe	0,874		DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG ^a	ng/Probe	0,0152		DIN EN 1948, 2/3
I-TEQ inklusive BG ^b	ng/Probe	0,0177	0,00684	DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	0,0150		DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,0175	0,00734	DIN EN 1948, 2/3
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	91		DIN EN 1948, 2/3
WF-123789-HexaCDF-PS	%	117		DIN EN 1948, 2/3
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	99		DIN EN 1948, 2/3

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158037 - 1		
Probenart mas-Probennummer		Abgasprobe 22-2681-001		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
Non-ortho WHO-PCB				
PCB 77	ng/Probe	0,107	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	0,0000107		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	%	111		DIN EN 1948, 4
WF PCB 127	%	89		DIN EN 1948, 4
WF PCB 159	%	113		DIN EN 1948, 4

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber	M158037 - 1			
Probenart	Abgasprobe			
mas-Probennummer	22-2681-001			
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PAK Komponenten				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	nd	0,0100	VDI 3874

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158037 - 2		
Probenart mas-Probennummer		Abgasprobe 22-2681-002		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PCDD 2378-Kongenerere				
2378-TetraCDD	ng/Probe	0,00274	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDD	ng/Probe	0,00600	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDD	ng/Probe	0,00429	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDD	ng/Probe	0,00968	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDD	ng/Probe	0,00745	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	0,0607	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDD	ng/Probe	0,0856	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF 2378-Kongenerere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	0,0133	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDF	ng/Probe	0,0134	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
23478-PentaCDF	ng/Probe	0,0116	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDF	ng/Probe	0,0152	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDF	ng/Probe	0,0111	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
234678-HexaCDF	ng/Probe	0,00982	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	0,0262	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD Summen				
Summe TetraCDD	ng/Probe	0,0457		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDD	ng/Probe	0,0592		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDD	ng/Probe	0,0917		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDD	ng/Probe	0,106		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDD	ng/Probe	0,0856	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	0,276		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDF	ng/Probe	0,148		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDF	ng/Probe	0,0718		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDF	ng/Probe	0,0262		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F Summen				
Summe Tetra- bis OctaCDD ^a	ng/Probe	0,388		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDF ^a	ng/Probe	0,522		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a	ng/Probe	0,910		DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG ^a	ng/Probe	0,0203		DIN EN 1948, 2/3
I-TEQ inklusive BG ^b	ng/Probe	0,0207	0,00684	DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	0,0206		DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,0211	0,00734	DIN EN 1948, 2/3
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	90		DIN EN 1948, 2/3
WF-123789-HexaCDF-PS	%	112		DIN EN 1948, 2/3
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	98		DIN EN 1948, 2/3

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158037 - 2		
Probenart mas-Probennummer		Abgasprobe 22-2681-002		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
Non-ortho WHO-PCB				
PCB 77	ng/Probe	0,142	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	0,156	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	0,0000189		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	%	115		DIN EN 1948, 4
WF PCB 127	%	88		DIN EN 1948, 4
WF PCB 159	%	108		DIN EN 1948, 4

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber	M158037 - 2			
Probenart	Abgasprobe			
mas-Probennummer	22-2681-002			
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PAK Komponenten				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	nd	0,0100	VDI 3874

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158037 - 3		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		22-2681-003		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PCDD 2378-Kongenerere				
2378-TetraCDD	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDD	ng/Probe	0,00315	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDD	ng/Probe	0,00387	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDD	ng/Probe	0,00327	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	0,0276	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF 2378-Kongenerere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	0,00704	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDF	ng/Probe	0,00801	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
23478-PentaCDF	ng/Probe	0,00662	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDF	ng/Probe	0,0107	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDF	ng/Probe	0,00642	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
234678-HexaCDF	ng/Probe	0,00511	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	0,0188	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD Summen				
Summe TetraCDD	ng/Probe	0,0237		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDD	ng/Probe	0,0295		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDD	ng/Probe	0,0398		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDD	ng/Probe	0,0489		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	0,172		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDF	ng/Probe	0,0841		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDF	ng/Probe	0,0454		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDF	ng/Probe	0,0188		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F Summen				
Summe Tetra- bis OctaCDD ^a	ng/Probe	0,142		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDF ^a	ng/Probe	0,320		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a	ng/Probe	0,462		DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG ^a	ng/Probe	0,00939		DIN EN 1948, 2/3
I-TEQ inklusive BG ^b	ng/Probe	0,0122	0,00684	DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	0,00948		DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,0123	0,00734	DIN EN 1948, 2/3
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	87		DIN EN 1948, 2/3
WF-123789-HexaCDF-PS	%	116		DIN EN 1948, 2/3
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	98		DIN EN 1948, 2/3

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158037 - 3		
Probenart mas-Probennummer		Abgasprobe 22-2681-003		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
Non-ortho WHO-PCB				
PCB 77	ng/Probe	0,263	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	0,112	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	0,0000297		DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00410	0,00409	DIN EN 1948, 4
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF PCB 60	%	114		DIN EN 1948, 4
WF PCB 127	%	91		DIN EN 1948, 4
WF PCB 159	%	110		DIN EN 1948, 4

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber	M158037 - 3			
Probenart	Abgasprobe			
mas-Probennummer	22-2681-003			
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PAK Komponenten				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	nd	0,0100	VDI 3874

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158037 - BW		
Probenart mas-Probennummer		Blindprobe Abgas 22-2681-004		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
PCDD 2378-Kongenerere				
2378-TetraCDD	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDD	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	0,0204	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF 2378-Kongenerere				
2378-TetraCDF	ng/Probe	0,00356	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDF	ng/Probe	0,00512	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
23478-PentaCDF	ng/Probe	0,00467	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDF	ng/Probe	0,00563	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDF	ng/Probe	0,00405	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
234678-HexaCDF	ng/Probe	0,00393	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD Summen				
Summe TetraCDD	ng/Probe	0,0106		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDD	ng/Probe	0,0107		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDD	ng/Probe	0,0271		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDD	ng/Probe	0,0423		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDF Summen				
Summe TetraCDF	ng/Probe	0,134		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDF	ng/Probe	0,0714		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDF	ng/Probe	0,0255		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDF	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F Summen				
Summe Tetra- bis OctaCDD ^a	ng/Probe	0,0906		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDF ^a	ng/Probe	0,231		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a	ng/Probe	0,322		DIN EN 1948, 2/3
PCDD/F-TEQ-Werte				
I-TEQ exklusive BG ^a	ng/Probe	0,00451		DIN EN 1948, 2/3
I-TEQ inklusive BG ^b	ng/Probe	0,00910	0,00684	DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a	ng/Probe	0,00347		DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b	ng/Probe	0,00900	0,00734	DIN EN 1948, 2/3
Wiederfindung Probenahmestandard				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	86		DIN EN 1948, 2/3
WF-123789-HexaCDF-PS	%	103		DIN EN 1948, 2/3
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	103		DIN EN 1948, 2/3

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M158037 - BW		
Probenart mas-Probennummer		Blindprobe Abgas 22-2681-004		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
Non-ortho WHO-PCB				
PCB 77	ng/Probe	0,106	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	0,0000106		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	%	93		DIN EN 1948, 4
WF PCB 159	%	115		DIN EN 1948, 4

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

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


















Probenbezeichnung Auftraggeber	M158037 - BW			
Probenart	Blindprobe Abgas			
mas-Probennummer	22-2681-004			
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.

Legende

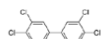
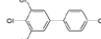
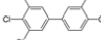
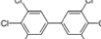
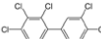
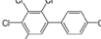
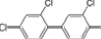
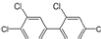
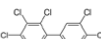
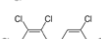
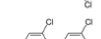
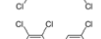
- * Die Nachweisgrenzen sind in der Regel jeweils um Faktor 3 niedriger als die angegebenen Bestimmungsgrenzen
- nd nicht detektiert oberhalb der angegebenen Bestimmungsgrenze (BG)
- nb Wert nicht berechnet, da keines der Kongenere oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) lag
- a Summen- oder TEQ-Wert berechnet 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 %.