

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Frankfurt
Kleinbahnweg 4
63589 Linsengericht

Telefon +49(6051)6183 0
Telefax +49(6051)6183 11

www.mbbm-ind.com



21. Dezember 2023
M161768/11 Version 1 FRF/HGM

OIE AG

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen am Biomasseheizkraftwerk

BMHKW Neubrücke 2023

Bericht Nr. M161768/11

| | |
|---------------------------|--|
| Betreiber: | OIE AG Hauptstraße 189 55743 Idar-Oberstein |
| Standort: | BMHKW Neubrücke Harald-Fissler-Straße 5 55768 Hoppstädten Weiersbach |
| Anlage: | Biomasseheizkraftwerk |
| Datum der Messung: | 07. - 09.11.2023 |
| Berichtsumfang: | insgesamt 64 Seiten inkl. 5 Anlagen |

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

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

Zusammenfassung

Emissionsquelle

Freistehender Stahlkamin

Tabelle 0.1. Zusammenfassung der Messergebnisse - Massenkonzentrationen.

| Komponente | Einheit | $Y_{\max}-U_p^*)$ | $Y_{\max}+U_p^*)$ | Grenzwert | Vertrauensniveau**) | Betriebszustand | |
|--|-----------------------|----------------------|-------------------|-----------|---------------------|-----------------|-----------------|
| HF | mg/m ³ ,N | 0 | 0 | 1 | 0 | | |
| Hg | µg/m ³ ,N | 1 | 1 | 30 | 2 | | |
| PCDD/F + dl-PCB | WHO-TEQ | ng/m ³ ,N | 0,0 | 0,0 | 0,1 | repräsentativer | |
| Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV | Summe nach Anlage 1 a | mg/m ³ ,N | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | |
| Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV | Summe nach Anlage 1 b | mg/m ³ ,N | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | Volllastbetrieb |
| Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV | Summe nach Anlage 1 c | mg/m ³ ,N | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,01 | |

*) 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 | |
|--|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------|---------------------|-----------------|-----------------|
| HF | g/h | 0 | 1 | - | 0 | | |
| Hg | g/h | 0 | 0 | - | 0 | | |
| PCDD/F + dl-PCB | WHO-TEQ | mg/h | 0,0 | 0,0 | - | 0,0 | repräsentativer |
| Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV | Summe nach Anlage 1 a | g/h | 0,0 | 0,0 | - | 0,0 | |
| Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV | Summe nach Anlage 1 b | g/h | 2,6 | 3,3 | - | 5,0 | Volllastbetrieb |
| Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV | Summe nach Anlage 1 c | g/h | 0,1 | 0,2 | - | 0,3 | |

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

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

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, 1.013 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 | 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 | 5 |
| 1.12 | Beteiligung weiterer Institute | 5 |
| 1.13 | Fachlich Verantwortlicher | 5 |
| 2 | Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe | 6 |
| 2.1 | Bezeichnung der Anlage | 6 |
| 2.2 | Beschreibung der Anlage | 6 |
| 2.3 | Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben | 6 |
| 2.4 | Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe | 6 |
| 2.5 | Betriebszeiten nach Betreiberangaben | 6 |
| 2.6 | Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen | 7 |
| 3 | Beschreibung der Probenahmestelle | 9 |
| 3.1 | Messstrecke und Messquerschnittes | 9 |
| 3.2 | Lage der Messpunkte im Messquerschnitt | 10 |
| 4 | Messverfahren und Messeinrichtungen | 11 |
| 4.1 | Abgasrandbedingungen | 11 |
| 4.2 | Automatische Messverfahren | 12 |
| 4.3 | Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen | 14 |
| 4.4 | Messverfahren für partikelförmige Emissionen | 17 |
| 4.5 | Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe | 20 |
| 4.6 | Geruchsemissionen | 24 |
| 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 | Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen | 26 |
| 6.2 | Messergebnisse | 26 |
| 6.3 | Messunsicherheiten | 28 |
| 6.4 | Plausibilitätsprüfung | 29 |
| 7 | Anlagen | 30 |

1 Formulierung der Messaufgabe

1.1 Auftraggeber

OIE AG
Hauptstraße 189
55743 Idar-Oberstein

1.2 Betreiber

OIE AG
Hauptstraße 189
55743 Idar-Oberstein

Ansprechpartner



Betreiber-/Arbeitsstätten-Nr.

07-02-2411074

1.3 Standort

BMHKW Neubrücke
Harald-Fissler-Straße 5, 55768 Hoppstädten-Weiersbach
Flur 17, Flurstück-Nr. 121/8, 153/11, 153/12, 153/13, 160/3, 160/4, 172/12, 172/19, 240/60, 240/62

1.4 Anlage

Anlage zur Verwertung fester Abfälle: Biomasseheizkraftwerk
genehmigungsbedürftig gemäß § 4 BImSchG in Verbindung mit Nr. 8.1.1 des Anhangs 1 zur 4. BImSchV, in der
aktuellen Fassung

Die Anlage unterliegt dem Regelungsbereich der 17. BImSchV.

Anlagen-Nr.

nicht bekannt

1.5 Datum der Messung

Datum der Messung

07. - 09.11.2023

Datum der letzten Messung

25. - 27.10.2022

Datum der nächsten Messung

voraussichtlich 2024

1.6 Anlass der Messung

wiederkehrende Messung zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen

1.7 Aufgabenstellung

Messung gemäß nachstehender Genehmigungsbescheide

Genehmigungsbehörde

Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Koblenz

Genehmigungsbescheid

Az.: 314-23-134-5/2002 vom 14.01.2004

Änderung

vom 14.11.2005

Änderung

vom 28.11.2007

nachträgliche Anordnung

vom 13.04.2015

Überwachungsbehörde

Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Koblenz

Einzelmessungen gemäß der 17. BImSchV und nach Genehmigung:

Der Messumfang umfasst die nachfolgend aufgeführten Komponenten jeweils verteilt über drei Messtage.

| | |
|--|-------------|
| Schwermetalle | (3 x 1 h) |
| Quecksilber | (3 x 0,5 h) |
| Benzo(a)pyren | (3 x 6 h) |
| Dioxine und Furane | (3 x 6 h) |
| dl-PCB | (3 x 6 h) |
| gasförmige anorganische Fluorverbindungen als HF | (3 x 0,5 h) |

1.8 Messkomponenten und Messgrößen

| | |
|--|---|
| Abgasrandbedingungen | Sauerstoff O ₂ , Kohlendioxid CO ₂ , Temperatur, Druck, Feuchte, Volumenstrom |
| gasförmige Emissionen | Fluorwasserstoff HF, Benzo(a)pyren, Quecksilber Hg |
| partikelförmige Emissionen | |
| Schwermetalle nach 17. BImSchV (filtergängig und partikelgebunden) | As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Tl und V |
| Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe | polychlorierte Dibenzodioxine und Furane PCDD/F, dl-PCB |

1.9 Ortsbesichtigung vor Messdurchführung

- durchgeführt am
- nicht durchgeführt, weil mit den vorherigen Messungen an der Anlage befasst

1.10 Messplanabstimmung

Die Messplanung wurde mit dem Auftraggeber abgestimmt und der zuständigen Aufsichtsbehörde, Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Referat 62 - Immissionen und Emissionen Luft, Herrn Nils Friedrich, am 17.10.2023 in Form eines Messplanes übermittelt.

1.11 An den Arbeiten beteiligte Personen

| | |
|--------------------------------|---------------|
| Dipl.-Ing. (FH) Martin Heirich | Projektleiter |
| B. Eng. Joern Peters | Messingenieur |
| Dr. rer. nat. Fabian Frank | 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 B(a)p-Analytik |
|--|-------------------------------------|

1.13 Fachlich Verantwortlicher

| | |
|----------------|------------|
| Name | [REDACTED] |
| Telefon-Nr. | [REDACTED] |
| E-Mail-Adresse | [REDACTED] |

2 Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

2.1 Bezeichnung der Anlage

Anlage zur Verwertung fester Abfälle: Biomasseheizkraftwerk

genehmigungsbedürftig gemäß § 4 BImSchG in Verbindung mit Nr. 8.1.1 des Anhangs 1 zur 4. BImSchV, in der aktuellen Fassung

Die Anlage unterliegt dem Regelungsbereich der 17. BImSchV.

2.2 Beschreibung der Anlage

Biomassekraftwerk mit einer Feuerungswärmeleistung von 30 MW.

Die OIE AG betreibt die Biomasse-Feuerungsanlage BMHKW Neubrücke, die mit Altholz der Klassen A I bis A IV gemäß Altholzverordnung betrieben wird. Erdgasbrenner werden als Zünd- und Stützbrenner eingesetzt.

Das BMHKW befindet sich auf dem Gelände der OIE AG in 55768 Hoppstädten-Weiersbach.

Technische Daten der Anlage

Feuerungsanlage (Betriebsbezeichnung)

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| Hersteller | SES |
| Herstellnummer | 2518 |
| Baujahr | 2002 |
| Bauart | Wasserrohrkessel |
| Feuerung | Wirbelschicht (Sand) |
| zul. Dampferzeugung | 41 t/h |
| zul. Betriebsüberdruck | 75 bar |
| zul. Heißdampftemperatur | 465 °C |
| Heizfläche | 3.011 m ² |
| Wasserinhalt | 29 m ³ |
| Brennstoffart | Altholz Klasse A I bis A IV / Erdgas |
| max. Feuerungswärmeleistung | 31 MW |

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben

| | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Bezeichnung der Emissionsquelle | Kamin |
| Höhe über Grund | 30 m |
| UTM-Koordinaten | 32 U 367895 5496178 |
| Bauausführung | freistehender einzügiger Stahlkamin |

2.4 Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

| | |
|------------------------|--|
| Regelbrennstoff | Altholz Kategorie A I bis A IV gemäß Altholzverordnung |
| Zünd- und Stützbrenner | Erdgas |

2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben

kontinuierlich (365 Tage im Jahr)

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen

2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

2.6.1.1 Art der Emissionserfassung

Sämtliche Rauchgase werden in einem geschlossenen System über die vorhandenen Reinigungsanlagen geführt und über den Kamin abgeleitet.

2.6.1.2 Ventilator肯daten

| | |
|-------------------|---------------------------|
| Hersteller | Venti Oelde |
| Typ | HRV 56 N – 1120 / K |
| Baujahr | 2002 |
| Nennleistung | 147.980 m ³ /h |
| Temperatur max. | 170 °C |
| Dichte | 0,71 kg/m ³ |
| Pressung Δp | 6.500 Pa |
| Motorleistung el. | 309 kW |

2.6.1.3 Ansaugfläche

entfällt

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

Zyklonanlage

| | |
|--------------------------|---------------------------|
| Hersteller, Typ | Lühr Staubtechnik |
| Baujahr | 2002 |
| Anzahl der Einzelzyklone | 2 |
| Abscheidegrad | 70 % |
| Durchsatz max. | 147.980 m ³ /h |

Additiveindüsung und Rezirkulation

| | |
|----------------------|---|
| Feststoffzudosierung | Sprühabsorber |
| Feststoffe | Asche (Rezirkulat), Kalk, HOK oder Sorbalit |
| Dosiermenge Kalk | nach Anforderung der Regelung |
| Dosiermenge HOK | 3 %-Anteil in Kalk |

Gewebefilter

| | |
|---------------------------------------|---|
| Hersteller | Fa. Heimbach |
| Typ | Z08Z02-197-K/0 |
| Abreinigung | on-line jet (alle 30 – 50 sek, je nach Druckverlust des Filters) |
| Anzahl der Filterkammern | 3 |
| Abmessung der Filterschläuche (Länge) | 2.850 mm |
| Filtermaterial | Polyamid (P84) |
| Wirksame Filterfläche | 1,848 m ² |
| Wartungsintervall | Filtertausch nach ca. 4 - 6 Jahren |

Stickstoffoxidminderungsanlage

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Entstickungsanlage | SNCR |
| Hersteller | heat |
| Baujahr | 2002 |
| Reduktionsmittel | Ammoniakwasser 25 % |
| Temperaturbereich | 800 – 850 °C |
| Verbrauch NH ₃ -Lösung | nach Anforderung der Regelung |

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 Messquerschnittes

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 type="checkbox"/> nach Saugzug |
| | <input checked="" type="checkbox"/> im Kamin | <input type="checkbox"/> im horizontalen Abgaskanal. |
| Kanalgeometrie | rund | |
| hydraulischer Durchmesser D_h | Ø 1,3 m | |
| Länge Ein-/Auslaufstrecke | 7 m / ca. 12 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 |

3.1.2 Arbeitsfläche und Messbühne

| | |
|----------------------------|----------------------------------|
| Die Probenahmestelle liegt | 12 m über Bodenniveau. |
| Zugang | Aufzug und Treppen zur Messbühne |
| Arbeitsbereich/ Messbühne | Messbühne ohne Einhausung |
| Traversierfläche | ca. 1 m Rund um den Kamin |
| zusätzliche Arbeitsfläche | Abstellflächen im Filtergebäude |

3.1.3 Messöffnungen

| | |
|-----------|------------------------|
| Anzahl | 4 |
| Anordnung | um 90° versetzt |
| Größe | Ø 135 mm, kein Gewinde |

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 | 1,33 m ² |
| Anzahl der Messachsen | 2 |
| Anzahl der Messpunkte/Achse | 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

liegt vor

| | |
|---|---|
| Datum der Homogenitätsprüfung | 2013 |
| Berichts-Nr. | 1652242_OIE_Neubrücke_KAL_2013 |
| Prüfinstitut | TÜV Süd |
| Ergebnis der Homogenitätsprüfung (für gasförmige Verbindungen) | <input checked="" type="checkbox"/> Messung an einem beliebigen Punkt <input type="checkbox"/> Messung an einem repräsentativen Punkt: <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 | 1 | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| CO ₂ | 1 | 1 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| HF *) | 1 | 1 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 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 | 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-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\161M161768M161768_11_BER_1D.DOCX:21. 12. 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 und handschriftlicher Dokumentation |

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin

siehe Abschnitt 4.1.1

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

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

4.1.4 Abgastemperatur

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

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

| | |
|----------------------------|---|
| Messverfahren | gravimetrische Differenzmethode |
| DIN EN 14790 (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)

Kohlendioxid (CO₂)

4.2.2 Messverfahren

O₂

magnetische Suszeptibilität, DIN EN 14789 (05 - 2017)

CO₂

NDIR-Spektrometrie, in Anlehnung an DIN EN 15058 (05 - 2017); DIN CEN/TS 17405 (11 - 2020)

Müller-BBM-Prüfanweisungen

16-1A09 (CO₂); 16-1A10 (O₂)

4.2.3 Analysatoren

anorganische Gase

O₂ (Hersteller/Typ/Nummer/...)

siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente O₂

CO₂ (Hersteller/Typ/Nummer/...)

siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente CO₂

4.2.4 Eingestellter Messbereich

O₂

0... 25 Vol.-%

CO₂

0... 20 Vol.-%

4.2.5 Messplatzaufbau

anorganische Gase

Entnahmesonde

Edelstahl, beheizt auf Abgastemperatur, Länge 0,5 m

Partikelfilter

Quarzwatte gestopft in der Sondenöffnung
innenliegend, beheizt auf Abgastemperatur

Probegasleitung vor Gasaufbereitung

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

Probegasleitung nach Gasaufbereitung

Länge ca. 50 m, PTFE-Leitung, unbeheizt

Werkstoff der gasführenden Teile

Edelstahl, PTFE, Glas

Messgasaufbereitung

Messgaskühler

Bauart

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

Temperatur geregelt auf

4 °C

Trockenmittel

nicht vorhanden

Messgasdurchfluss

0,06 m³/h

4.2.6 Überprüfung der Gerätekenlinie

| Prüfgas | Gasgemisch CO ₂ |
|--------------------------|----------------------------|
| Hersteller | Air Liquide |
| Flaschennummer | D6247NK |
| Konzentration | 14,03 % |
| Rest | N ₂ |
| Analysentoleranz | ± 2 % |
| zertifiziert | Hersteller |
| Datum | 20.10.2022 |
| 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 1,5 m, mit beheiztem Verteiler für weitere Messparameter (Hg) |
| Partikelfilter | Quarzwatte gestopft in der Sondenöffnung innenliegend, beheizt auf Abgastemperatur, 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 | 40 ml je Waschflasche |
| Probenahmesystem | siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente HF |
| eingestellter Durchfluss | ca. 0,12 m ³ /h |
| Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement | ca. 1,1 m |
| Probentransfer | ungekühlt in 50-ml-PE-Gefäßen |
| Standzeit der Proben | Analyse am 15.11.2023 |
| 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 | Durchflusskontrolle |
| Messunsicherheit | siehe 6.3 |

4.3.2 Quecksilber (Hg)

4.3.2.1 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 |

4.3.2.2 Messplatzaufbau

| | |
|----------------------------------|--|
| Aufbau der Probenahmeeinrichtung | Partikelabscheidung/beheizte Probenahme/zweistufige Absorption/Gasprobennehmer |
| Durchführung der Probenahme | nicht isokinetisch, da Hg partikelförmig < 1 µg/m ³ (Nachweis über eine isokinetische Probenahme: siehe Anlage 1) |
| Entnahmesonde | siehe 4.3.1.1.2 |
| Partikelfilter | siehe 4.3.1.1.2 |
| Probegasleitung | siehe 4.3.1.1.2 |
| Werkstoff der gasführenden Teile | Titan, Glas |
| Ab-/Adsorptionseinrichtung | zwei Muenke-Waschflaschen in Reihe, dritte Waschflasche als Tropfenfänger |
| Sorptionsmittel | schwefelsaure KMnO ₄ -Lösung |
| Sorptionsmittelmenge | 40 ml je Waschflasche |
| Probenahmesystem | siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Hg |
| eingestellter Durchfluss | ca. 0,12 m ³ /h |

| | |
|--|---|
| Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement | ca. 1,1 m |
| Probentransfer | Absorptionslösungen ungekühlt in 250-ml-Duranglas-Flaschen oder in 250-ml-PE-Flaschen |
| Standzeit der Proben | Analyse am 16.11.2023 |
| Beteiligung eines Fremdlabors | keine |

4.3.2.3 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 |

4.3.2.4 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) |
| Analysenunsicherheit | 4 % 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 | Durchflusskontrolle |
| 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, beheizte Lanze, beheizter Partikelfilter, 2-stufige Absorption, Kondensatgefäß mit Trockenturm, Pumpe mit Gasuhr und Temperaturfühler (out-stack-Anordnung) |
|----------------------------------|---|

| | |
|---------------|--|
| Entnahmesonde | Titan, beheizt auf 180 °C, Länge 1,5 m |
|---------------|--|

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

| | |
|--|--|
| Partikelfilter | Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, außenliegend, beheizt auf 180 °C (Messung mit Schwannenhalsdüse) (out-stack-Anordnung) |
| 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; Sondenspüllösung und Absorptionslösungen ungekühlt in PE-Gefäßen |
| Probenahmesystem | siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente SIS |
| eingestellter Durchfluss | gemäß Isokinetik |
| Standzeit der Proben | Analyse am 14.11.2023 (filtergängig) Analyse am 20.-21.11.2023 (partikulär) |
| Beteiligung eines Fremdlabors | keine |

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ161M161768M161768_11_BER_1D.DOCX:21. 12. 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 | 3,5 % (bestimmt aus Kontrollstandards und Doppelbestimmungen) |

4.4.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen

| Element | Planfilter M59 | Absorptionslösung BW |
|---------|----------------|----------------------|
| Cd | < 0,0005 mg | < 0,0005 mg/l |
| Tl | < 0,0005 mg | < 0,0005 mg/l |
| Sb | < 0,005 mg | < 0,005 mg/l |
| As | < 0,005 mg | < 0,005 mg/l |
| Pb | < 0,005 mg | < 0,005 mg/l |
| Cr | < 0,005 mg | < 0,005 mg/l |
| Co | < 0,005 mg | < 0,005 mg/l |
| Cu | < 0,005 mg | < 0,005 mg/l |
| Mn | < 0,005 mg | < 0,005 mg/l |
| Ni | < 0,005 mg | < 0,005 mg/l |
| V | < 0,005 mg | < 0,005 mg/l |
| Sn | < 0,005 mg | < 0,005 mg/l |

Doppelbestimmungen, Blindwertbestimmungen, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung

Durchflusskontrolle

Messunsicherheit

siehe 6.3

4.5 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe

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; Gasuhr mit Temperaturfühler |
| Entnahmesonde | wassergekühlte Titansonde mit auswechselbarem Duranglas- bzw. Quarzglasrohr, Länge 1,3 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 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente PCDD/F |
| eingestellter Durchfluss | ca. 1 - 2 m ³ /h (gemäß Isokinetik) |
| Abstand zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Sorptionsmittel | ca. 1,6 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 der Analyse | 17.11. – 01.12.2023 |
| Beteiligung eines Fremdlabors | mas münster analytical solutions gmbh, 48149 Münster |

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\161M\161768M\161768_11_BER_1D.DOCX:21. 12. 2023

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

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ161M161768M161768_11_BER_1D.DOCX:21. 12. 2023

4.5.2 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) (Probenahme mit PCDD/F und PCB)

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 | 16-2I01 |

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 der Analyse | 17.11. – 01.12.2023 |
| Beteiligung eines Fremdlabors | mas münster analytical solutions gmbh, 48149 Münster (Probenaufbereitung, Extraktion und Analytik) |

4.5.2.4 Analytische Bestimmung

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

4.5.2.5 Verfahrenskenngrößen

| | |
|--|--|
| Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeiten) | wird durch Probenaufbereitung minimiert Die Methode ist hochselektiv, bei einigen PAK treten jedoch Co-Elutionen auf. |
| Bestimmungsgrenze bei 10 m ³ Probenahmevervolumen | 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 % |

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\161M\161768M\161768_11_BER_1D.DOCX:21. 12. 2023

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

Durchflusskontrolle

Messunsicherheit

siehe 6.3

4.6 Geruchsemissionen

entfällt

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

Datenbasis: Betreiberangaben und Erhebungen durch Müller-BBM. Eine grafische Aufarbeitung der Betriebsdaten ist in den Anlagen beigefügt.

5.1 Produktionsanlage

| Betriebsweise | | repräsentativer Betriebszustand | |
|------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Messtag/Zeitraum | | Frischdampfmenge [t/h] | Brennstoffwärmeleistung [MW] |
| 07.11.2023 | 08:00 – 17:00 Uhr | 37,1 | 30,1 |
| 08.11.2023 | 08:00 – 17:00 Uhr | 37,6 | 30,4 |
| 09.11.2023 | 08:00 – 17:00 Uhr | 38,0 | 30,6 |

Abweichungen von genehmigter bzw. bestimmungs-
gemäßer Betriebsweise

keine

besondere Vorkommnisse

keine

5.2 Abgasreinigungsanlagen

| Betriebsweise | | repräsentativer Betriebszustand | |
|----------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| charakteristische Betriebsgrößen | | Ammoniakmenge [l/h] | Kalkdosierung Schnecke [%] |
| 07.11.2023 | 08:00 – 17:00 Uhr | 2,4 | 3,6 |
| 08.11.2023 | 08:00 – 17:00 Uhr | 0,5 | 4,5 |
| 09.11.2023 | 08:00 – 17:00 Uhr | 21,1 | 11,2 |

Abweichungen von genehmigter bzw. bestimmungs-
gemäßer Betriebsweise

keine

besondere Vorkommnisse

keine

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Zum Zeitpunkt der Messung wurde das BMHKW bestimmungsgemäß betrieben (vgl. Abschnitt 5.1). Im Durchschnitt betrug die Wärmeleistung im Messzeitraum 30,4 MW, was der maximalen Feuerungswärmeleistung entspricht. Unter diesen Bedingungen lag eine repräsentative und maximale Auslastung der Anlage vor.

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

6.2 Messergebnisse

Nachfolgend werden die wichtigsten Messergebnisse zusammengefasst. Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich alle Konzentrationen auf das trockene Abgas im Normzustand (273 K, 1013 hPa) und einen Bezugssauerstoffgehalt von 11 Vol.-%.

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 |
|------------|--------------------------|----------|----------|------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 07.11.2023 | 08:33-08:43 | 968,8 | 17,2 | 132,2 | 15,9 | 7,0 | 82029 | 52851 | 44448 |
| 08.11.2023 | 08:40-08:53 | 974,4 | 16,3 | 132,6 | 16,0 | 5,9 | 77727 | 50319 | 42268 |
| 09.11.2023 | 08:30-08:45 | 966,4 | 19,7 | 127,8 | 19,2 | 6,6 | 94357 | 61309 | 49538 |
| P | Druck | | | T | Temperatur | | O ₂ | Sauerstoff | |
| v | Strömungsgeschwindigkeit | | | H ₂ O | Abgasfeuchte | | dV/dt | Volumenstrom | |

Tabelle 6.2.2. Messergebnisse kontinuierliche Messparameter.

entfällt

Tabelle 6.2.3. Messergebnisse diskontinuierliche Messparameter.

| Komponente | | HF | | | | | | | | | |
|--|------------|-------------|----------|----------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------|------------|--|
| Nr | Datum | Zeit | HF | O ₂ | Volumen | HF 1) | HF 1)3) | Up 2)3) | HF 3) | Up 2)3) | |
| | | | mg/Probe | Vol. % | m ³ N | mg/m ³ ,N | mg/m ³ ,N | mg/m ³ ,N | g/h | g/h | |
| 1 | 07.11.2023 | 10:07-10:37 | 0,00 | 7,1 | 0,042 | 0,00 | < 0,06 | 0,01 | < 2,66 | 0,5 | |
| 2 | 07.11.2023 | 11:21-11:51 | 0,00 | 6,6 | 0,044 | 0,00 | < 0,06 | 0,01 | < 2,66 | 0,5 | |
| 3 | 08.11.2023 | 10:04-10:34 | 0,00 | 6,3 | 0,042 | 0,00 | < 0,06 | 0,01 | < 2,53 | 0,5 | |
| 4 | 08.11.2023 | 11:18-11:48 | 0,00 | 6,4 | 0,042 | 0,00 | < 0,06 | 0,01 | < 2,53 | 0,5 | |
| 5 | 09.11.2023 | 09:44-10:14 | 0,00 | 6,8 | 0,039 | 0,00 | < 0,06 | 0,01 | < 2,97 | 0,5 | |
| 6 | 09.11.2023 | 10:56-11:26 | 0,00 | 6,8 | 0,041 | 0,00 | < 0,06 | 0,01 | < 2,97 | 0,5 | |
| 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 | | | 1 | | |
| 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

Fortsetzung Tabelle 6.2.3. Messergebnisse diskontinuierliche Messparameter.

| Komponente | | Hg | | | | | | | | | |
|--|------------|-------------|----------|--------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------|--|
| Nr | Datum | Zeit | Hg | | Volumen m³N | Hg | Hg | Up | Hg | Up | |
| | | | µg/Probe | Vol. % | | 1) µg/m³,N | 1)3) µg/m³,N | 2)3) µg/m³,N | 3) g/h | 2)3) g/h | |
| 1 | 07.11.2023 | 10:07-10:37 | 0,07 | 7,1 | 0,054 | 1,20 | 1,1 | 0,1 | 0,05 | 0,00 | |
| 2 | 07.11.2023 | 11:21-11:51 | 0,03 | 6,6 | 0,057 | 0,54 | 0,5 | 0,09 | 0,02 | 0,00 | |
| 3 | 08.11.2023 | 10:04-10:34 | 0,02 | 6,3 | 0,054 | 0,45 | 0,4 | 0,08 | 0,01 | 0,00 | |
| 4 | 08.11.2023 | 11:18-11:48 | 0,03 | 6,4 | 0,054 | 0,59 | 0,5 | 0,1 | 0,02 | 0,00 | |
| 5 | 09.11.2023 | 09:44-10:14 | 0,04 | 6,8 | 0,054 | 0,73 | 0,7 | 0,1 | 0,03 | 0,00 | |
| 6 | 09.11.2023 | 10:56-11:26 | 0,01 | 6,8 | 0,052 | 0,28 | 0,2 | 0,06 | 0,01 | 0,00 | |
| Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt) | | | | | | 0,6 | | 0,02 | | 0,02 | |
| Maximalwert | | | | | | 1,1 | | 0,05 | | 0,05 | |
| Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit | | | | | | 1 | | 0 | | 0 | |
| Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit | | | | | | 1 | | 0 | | 0 | |
| Grenzwert | | | | | | 30 | | - | | - | |
| Vertrauensniveau (50%; Faktor 1,65) | | | | | | 2 | | 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 Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV

| Nr | Datum | Zeit | O ₂ | | Volumen m³N | Düse mm | Absaugfehler % | Summe nach | Summe nach | Up | Summe nach | Up |
|--|------------|-------------|----------------|--|----------------|------------|-------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|--------------|
| | | | Vol. % | | | | | 1) µg/m³,N | 1)3) mg/m³,N | 2)3) mg/m³,N | 3) g/h | 2)3) g/h |
| 1 | 07.11.2023 | 11:21-11:51 | 6,6 | | 0,872 | 8 | 4 | 0,15 | 0,0001 | 0,0000 | 0,006 | 0,000 |
| 2 | 08.11.2023 | 10:04-10:34 | 6,3 | | 0,811 | 8 | 1 | 0,17 | 0,0001 | 0,0000 | 0,007 | 0,000 |
| 3 | 08.11.2023 | 11:18-11:48 | 6,4 | | 0,822 | 8 | 3 | 0,19 | 0,0001 | 0,0000 | 0,008 | 0,000 |
| 4 | 09.11.2023 | 09:44-10:14 | 6,8 | | 0,939 | 8 | 0 | 0,09 | 0,0000 | 0,0000 | 0,004 | 0,000 |
| 5 | 09.11.2023 | 10:56-11:26 | 6,8 | | 0,964 | 8 | 3 | 0,09 | 0,0000 | 0,0000 | 0,004 | 0,000 |
| Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt) | | | | | | | | 0,0001 | | 0,006 | | 0,006 |
| Maximalwert | | | | | | | | 0,0001 | | 0,008 | | 0,008 |
| Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit | | | | | | | | 0,00 | | 0,0 | | 0,0 |
| Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit | | | | | | | | 0,00 | | 0,0 | | 0,0 |
| Grenzwert | | | | | | | | 0,05 | | - | | - |
| Vertrauensniveau (50%; Faktor 1,7) | | | | | | | | 0,00 | | 0,0 | | 0,0 |

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

2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt

3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

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 m³N | Düse mm | Absaugfehler % | Summe nach | Summe nach | Up | Summe nach | Up |
|--|------------|-------------|----------------|--|----------------|------------|-------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|-------------|
| | | | Vol. % | | | | | 1) µg/m³,N | 1)3) mg/m³,N | 2)3) mg/m³,N | 3) g/h | 2)3) g/h |
| 1 | 07.11.2023 | 11:21-11:51 | 6,6 | | 0,872 | 8 | 4 | 66,63 | 0,06 | 0,007 | 2,96 | 0,35 |
| 2 | 08.11.2023 | 10:04-10:34 | 6,3 | | 0,811 | 8 | 1 | 51,96 | 0,05 | 0,006 | 2,19 | 0,26 |
| 3 | 08.11.2023 | 11:18-11:48 | 6,4 | | 0,822 | 8 | 3 | 65,53 | 0,06 | 0,007 | 2,76 | 0,33 |
| 4 | 09.11.2023 | 09:44-10:14 | 6,8 | | 0,939 | 8 | 0 | 32,55 | 0,03 | 0,003 | 1,61 | 0,19 |
| 5 | 09.11.2023 | 10:56-11:26 | 6,8 | | 0,964 | 8 | 3 | 28,78 | 0,02 | 0,003 | 1,42 | 0,16 |
| Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt) | | | | | | | | 0,04 | | 2,19 | | 2,19 |
| Maximalwert | | | | | | | | 0,06 | | 2,96 | | 2,96 |
| Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit | | | | | | | | 0,1 | | 2,6 | | 2,6 |
| Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit | | | | | | | | 0,1 | | 3,3 | | 3,3 |
| Grenzwert | | | | | | | | 0,5 | | - | | - |
| Vertrauensniveau (50%; Faktor 1,7) | | | | | | | | 0,1 | | 5,0 | | 5,0 |

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

I:\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\161M161768M161768_11_BER_1D.DOCX:21. 12. 2023

Fortsetzung Tabelle 6.2.3. Messergebnisse diskontinuierliche Messparameter.

| Komponente | | Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV | | | | | | | | | |
|--|------------|---|----------------|------------------|------|--------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------|
| Nr | Datum | Zeit | O ₂ | Volumen | Düse | Absaugfehler | Summe nach Anlage 1 c | Summe nach Anlage 1 c | Up | Summe nach Anlage 1 c | Up |
| | | | Vol. % | m ³ N | mm | % | µg/m ³ ,N | mg/m ³ ,N | mg/m ³ ,N | g/h | g/h |
| 1 | 07.11.2023 | 11:21-11:51 | 6,6 | 0,872 | 8 | 4 | 3,20 | 0,003 | 0,0003 | 0,14 | 0,01 |
| 2 | 08.11.2023 | 10:04-10:34 | 6,3 | 0,811 | 8 | 1 | 2,98 | 0,002 | 0,0003 | 0,12 | 0,01 |
| 3 | 08.11.2023 | 11:18-11:48 | 6,4 | 0,822 | 8 | 3 | 3,61 | 0,003 | 0,0004 | 0,15 | 0,01 |
| 4 | 09.11.2023 | 09:44-10:14 | 6,8 | 0,939 | 8 | 0 | 2,01 | 0,002 | 0,0002 | 0,09 | 0,01 |
| 5 | 09.11.2023 | 10:56-11:26 | 6,8 | 0,964 | 8 | 3 | 1,76 | 0,001 | 0,0002 | 0,08 | 0,01 |
| Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt) | | | | | | | | 0,002 | | 0,12 | |
| Maximalwert | | | | | | | | 0,003 | | 0,15 | |
| Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit | | | | | | | | 0,00 | | 0,1 | |
| Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit | | | | | | | | 0,00 | | 0,2 | |
| Grenzwert | | | | | | | | 0,05 | | - | |
| Vertrauensniveau (50%; Faktor 1,7) | | | | | | | | 0,01 | | 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

Tabelle 6.2.4. Messergebnisse besondere hochtoxische Messparameter.

| Komponente | | PCDD/F + dl-PCB | | | | | | | | | | |
|--|------------|-----------------|----------|----------------|------------------|------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------|-------|
| Nr | Datum | Zeit | WHO-TEQ | O ₂ | Volumen | Düse | Absaugfehler | WHO-TEQ | WHO-TEQ | Up | WHO-TEQ | Up |
| | | | ng/Probe | Vol. % | m ³ N | mm | % | ng/m ³ ,N | ng/m ³ ,N | ng/m ³ ,N | mg/h | mg/h |
| 1 | 25.10.2022 | 09:31-15:31 | 0,015 | 7,1 | 8,967 | 8 | 0 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,000 | 0,000 |
| 2 | 26.10.2022 | 08:43-14:43 | 0,014 | 7,3 | 9,425 | 8 | 0 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 3 | 27.10.2022 | 08:28-14:28 | 0,014 | 7,3 | 8,919 | 8 | 1 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt) | | | | | | | | 0,001 | | 0,000 | | |
| Maximalwert | | | | | | | | 0,001 | | 0,000 | | |
| Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit | | | | | | | | 0,0 | | 0,0 | | |
| Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit | | | | | | | | 0,0 | | 0,0 | | |
| Grenzwert | | | | | | | | 0,1 | | - | | |
| Vertrauensniveau (50%; Faktor 1,8) | | | | | | | | 0,0 | | 0,0 | | |

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

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 | |
|--|-----------------------|----------------------|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|----------|
| HF | mg/m ³ ,N | 0,00 | 0,01 | 0 | 0 | indirekt | |
| Hg | µg/m ³ ,N | 1,1 | 0,1 | 1 | 1 | indirekt | |
| PCDD/F + dl-PCB | WHO-TEQ | ng/m ³ ,N | 0,006 | 0,005 | 0,0 | 0,0 | indirekt |
| Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV | Summe nach Anlage 1 a | 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 | Summe nach Anlage 1 b | mg/m ³ ,N | 0,06 | 0,007 | 0,1 | 0,1 | indirekt |
| Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV | Summe nach Anlage 1 c | mg/m ³ ,N | 0,003 | 0,0004 | 0,00 | 0,00 | indirekt |

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

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

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 | |
|--|-----------------------|-----------|-------|------------------|------------------|--------------------|----------|
| HF | g/h | 0,00 | 0,5 | 0 | 1 | indirekt | |
| Hg | g/h | 0,05 | 0,00 | 0 | 0 | indirekt | |
| PCDD/F + dl-PCB | WHO-TEQ | mg/h | 0,000 | 0,000 | 0,0 | 0,0 | indirekt |
| Schwermetalle (Cd, Tl) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 a der 17. BImSchV | Summe nach Anlage 1 a | g/h | 0,008 | 0,000 | 0,0 | 0,0 | indirekt |
| Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) nach § 8 (1) 3, Anlage 1 b der 17. BImSchV | Summe nach Anlage 1 b | g/h | 2,96 | 0,35 | 2,6 | 3,3 | indirekt |
| Stoffe nach § 8 (1) 3, Anlage 1 c der 17. BImSchV | Summe nach Anlage 1 c | g/h | 0,15 | 0,01 | 0,1 | 0,2 | indirekt |

*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

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

1) Fremdanalytik (siehe 1.12)

Y_{max} : maximaler Messwert

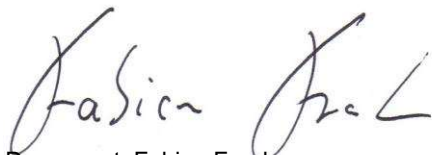
U_p : Messunsicherheit

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 erste Probenahme der Staubinhalstoffe (07.11.2023 10:07 Uhr – 10:37 Uhr) wurde als unplausibel verworfen. Es ist davon auszugehen, dass die ermittelten Konzentrationen nicht dem Realprozess entstammen, sondern aus Ablagerungen im Reingaskanal. Eine Überprüfung der Filteranlage ist zu empfehlen.

Für den Inhalt des Berichtes zeichnen verantwortlich:



Dr. rer. nat. Fabian Frank

Berichtersteller

[Redacted]



B. Eng. Jörn Peters

Qualitätssicherung

[Redacted]



Dipl.-Ing. (FH) Martin Heirich

Stellvertretender Fachlich Verantwortlicher

[Redacted]

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



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

7 Anlagen

Anlage 1: Mess- und Rechenwerte

Anlage 2: Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten

Anlage 3: Prüfmittelkatalog

Anlage 4: Betriebsdaten aus dem Leitstand

Anlage 5: Analysenprotokolle PCDD/F, PCB und BaP (mas)

Anlage 1: Mess- und Rechenwerte

Tabelle 7.1.1. Mess- und Rechenwerte Abgasrandbedingungen/Strömungsprofil.

| Komponente | O ₂ |
|-----------------------|----------------|
| PM-Nr. Monitor | 9466 |
| Messbereich O2 | 25 Vol.% |
| Art der MU Berechnung | indirekt |

| Driften O2 Datum | berechnet mit Nullpunkt | Maximalwert Referenzpunkt | Toleranz | T Raum (Abgleich) | T Raum °C |
|---------------------|----------------------------|------------------------------|----------|----------------------|--------------|
| Prüfmittel | 0,00 | 20,95 | 0,5% | | 20,0 20,0 |
| 07.11.2023 | 0,19 | 21,10 | Vol.% | 20,0 °C | 20,0 |
| 07.11.2023 | 0,12 | 20,99 | Vol.% | 20,0 °C | 20,0 |
| Drift [%] | -0,3 | -0,2 | | | 20,0 |
| 08.11.2023 | 0,11 | 21,00 | Vol.% | 20,0 °C | 20,0 |
| 09.11.2023 | 0,13 | 21,00 | Vol.% | 20,0 °C | 20,0 |
| Drift [%] | 0,1 | -0,1 | | | 20,0 |
| 09.11.2023 | 0,13 | 21,00 | Vol.% | 20,0 °C | 20,0 |
| 10.11.2023 | 0,15 | 21,00 | Vol.% | 20,0 °C | 20,0 |
| Drift [%] | 0,1 | -0,1 | | | 20,0 |

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\161M\161768M\161768_11_BER_1D.DOCX:21. 12. 2023

Auswertung Volumenstrommessung

Projekt-Nr. M161768
Betreiber OIE AG
Anlage Neubrücke
Messstelle Rein

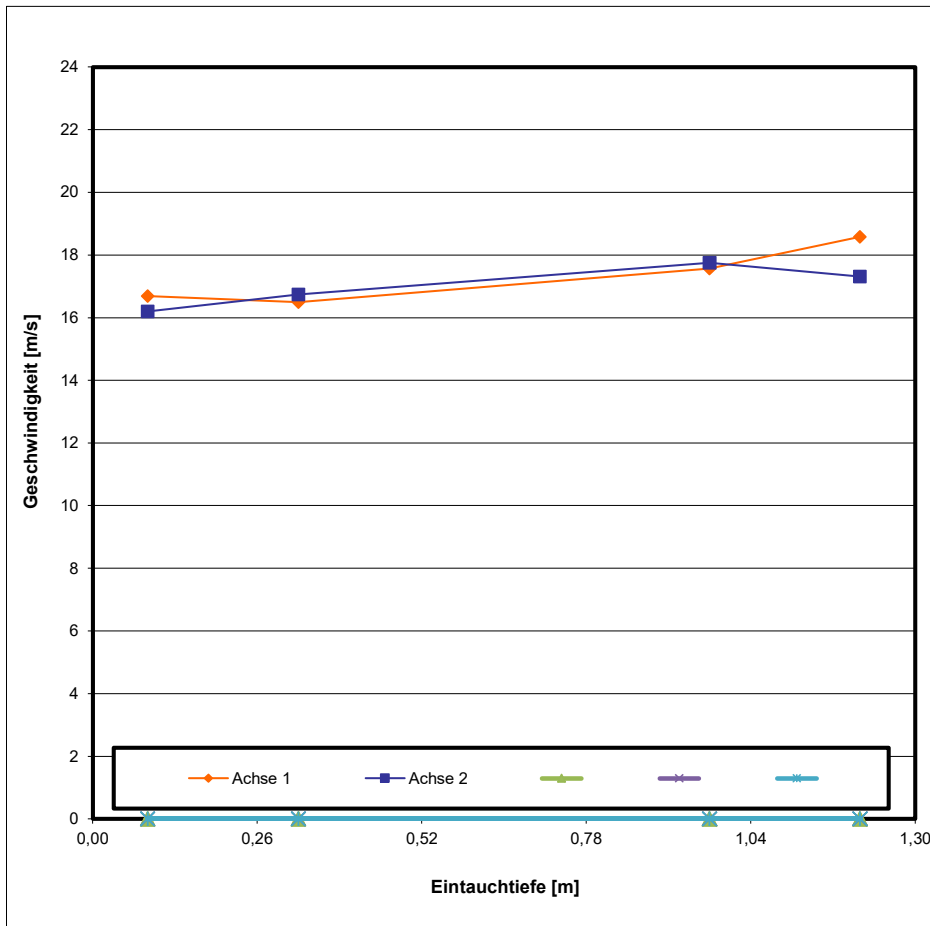
Datum 07.11.2023
Zeit 08:33 - 08:43
Kanalform kreisförmig
Kanaldurchmesser 1,30 m

Anzahl der Messachsen 2
Anzahl der Messpunkte/Achse 4

mittlere Geschwindigkeit 17,2 m/s
Standardabweichung 0,8 m/s
relative Standardabweichung 4,6 %
Unsicherheit der Mittelwertbildung *) 0,3 m/s
Verhältnis max./min. Geschwindigkeit 1,15 : 1

Geschwindigkeit Betriebszustand Nennlast

| Teilfläche | Eintauchtiefe m | Achse | |
|------------|--------------------|----------|----------|
| | | 1 m/s | 2 m/s |
| 1 | 0,087 | 16,7 | |
| 2 | 0,325 | 16,5 | |
| 3 | 0,975 | 17,6 | |
| 4 | 1,213 | 18,6 | |
| 5 | 0,087 | | 16,2 |
| 6 | 0,325 | | 16,7 |
| 7 | 0,975 | | 17,8 |
| 8 | 1,213 | | 17,3 |
| Mittelwert | | 17,3 | 17,0 |



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

Projekt-Nr. M161768
Betreiber OIE AG
Anlage Neubrücke
Messstelle Rein

| | | | |
|-----------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Brennstoff | Holzbrennstoffe | WAF Pos. 10.4, EN16911-1 | 1,000 |
| Betriebszustand | Nennlast | Faktor Staudrucksonde | 1,000 |
| Datum | 07.11.2023 | O ₂ -Konzentration | Vol.% 7,0 |
| Luftdruck | hPa 969,0 | CO ₂ -Konzentration | Vol.% 13,6 |
| statischer Druck | hPa -0,2 | Abgastemperatur | °C 132,2 |
| Kanalform | kreisförmig | Abgasfeuchte | Vol.% 15,9 |
| Kanaldurchmesser | m 1,3 | Abgasfeuchte | g/m ³ 152,0 |
| Kanalfläche | m ² 1,327 | Dichte Betrieb | kg/m ³ 0,823 |
| Anzahl der Messachsen | 2 | Dichte N,f | kg/m ³ 1,277 |
| Anzahl der Messpunkte/Achse | 4 | Dichte N,tr | kg/m ³ 1,367 |
| Anzahl der Messpunkte/Ebene | 8 | | |
| Teilfläche | m ² 0,166 | | |

| 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 |
| 08:33 | 1 | 87 | 1,15 | 16,7 | 9970 | 6424 | 5402 |
| | 1 | 325 | 1,12 | 16,5 | 9854 | 6349 | 5339 |
| | 1 | 975 | 1,27 | 17,6 | 10493 | 6760 | 5686 |
| | 1 | 1213 | 1,42 | 18,6 | 11095 | 7149 | 6012 |
| | 2 | 87 | 1,08 | 16,2 | 9676 | 6234 | 5243 |
| | 2 | 325 | 1,15 | 16,7 | 9999 | 6442 | 5418 |
| | 2 | 975 | 1,30 | 17,8 | 10602 | 6831 | 5745 |
| | 2 | 1213 | 1,23 | 17,3 | 10340 | 6662 | 5603 |
| 08:43 | 2 | 1213 | 1,23 | 17,3 | 10340 | 6662 | 5603 |
| | | Mittelwert | 1,22 | 17,17 | | | |
| | | Summe | | | 82029 | 52851 | 44448 |

Auswertung Volumenstrommessung

Projekt-Nr. M161768
Betreiber OIE AG
Anlage Neubrücke
Messstelle Rein

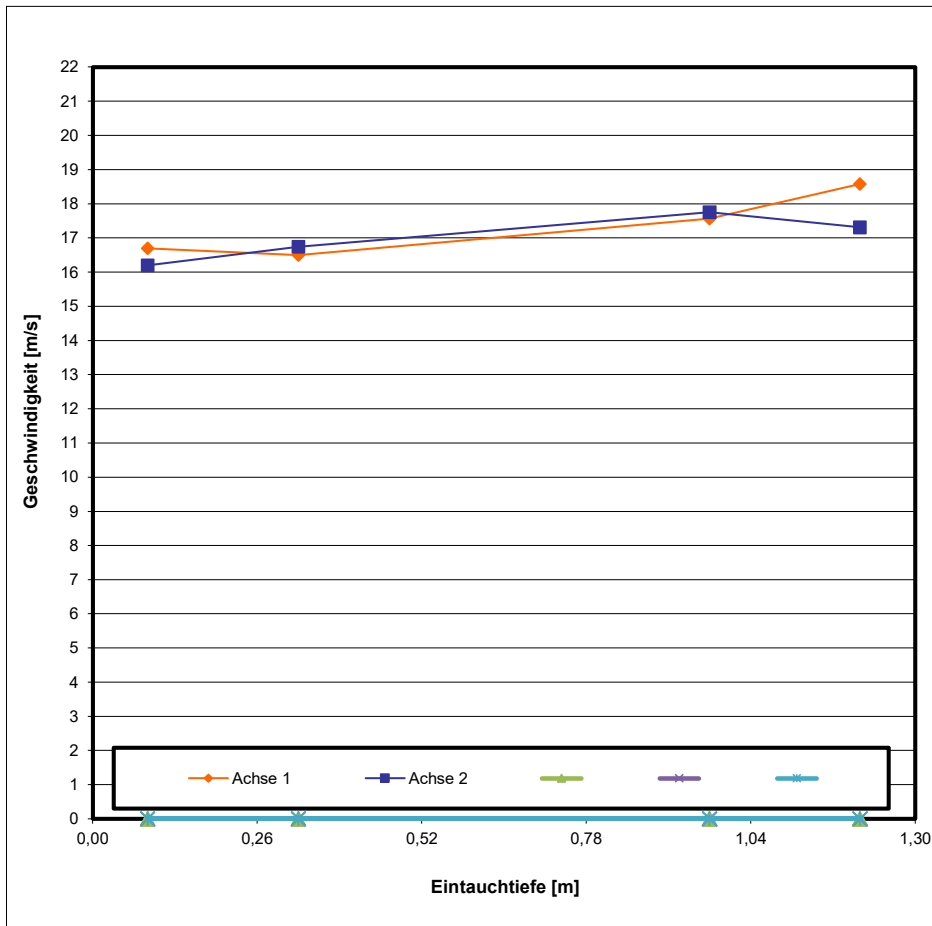
Datum 08.11.2023
Zeit 08:40 - 08:53
Kanalform kreisförmig
Kanaldurchmesser 1,30 m

Anzahl der Messachsen 2
Anzahl der Messpunkte/Achse 4

mittlere Geschwindigkeit 16,3 m/s
Standardabweichung 0,6 m/s
relative Standardabweichung 3,6 %
Unsicherheit der Mittelwertbildung *) 0,2 m/s
Verhältnis max./min. Geschwindigkeit 1,12 : 1

Geschwindigkeit Betriebszustand Nennlast

| Teilfläche | Eintauchtiefe m | Achse 1 | Achse 2 |
|------------|--------------------|---------|---------|
| | | m/s | m/s |
| 1 | 0,087 | 16,6 | |
| 2 | 0,325 | 15,8 | |
| 3 | 0,975 | 15,5 | |
| 4 | 1,213 | 17,3 | |
| 5 | 0,087 | | 15,7 |
| 6 | 0,325 | | 16,3 |
| 7 | 0,975 | | 16,4 |
| 8 | 1,213 | | 16,6 |
| Mittelwert | | 16,3 | 16,3 |



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

Projekt-Nr. M161768
Betreiber OIE AG
Anlage Neubrücke
Messstelle Rein

| | | | |
|-----------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Brennstoff | Holzbrennstoffe | WAF Pos. 10.4, EN16911-1 | 1,000 |
| Betriebszustand | Nennlast | Faktor Staudrucksonde | 1,000 |
| Datum | 08.11.2023 | O ₂ -Konzentration | Vol.% 5,9 |
| Luftdruck | hPa 975,0 | CO ₂ -Konzentration | Vol.% 14,6 |
| statischer Druck | hPa -0,6 | Abgastemperatur | °C 132,6 |
| Kanalform | kreisförmig | Abgasfeuchte | Vol.% 16,0 |
| Kanaldurchmesser | m 1,3 | Abgasfeuchte | g/m ³ 153,1 |
| Kanalfläche | m ² 1,327 | Dichte Betrieb | kg/m ³ 0,830 |
| Anzahl der Messachsen | 2 | Dichte N,f | kg/m ³ 1,281 |
| Anzahl der Messpunkte/Achse | 4 | Dichte N,tr | kg/m ³ 1,372 |
| Anzahl der Messpunkte/Ebene | 8 | | |
| Teilfläche | m ² 0,166 | | |

| Zeit | Teilfläche (Achse/Nr.) | Eintauchtiefe mm | dynamischer Druck hPa | Geschwindigkeit Betrieb m/s | dV/dt Betrieb m ³ /h | dV/dt N,f m ³ /h | dV/dt N,tr m ³ /h |
|-------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 08:40 | 1 | 87 | 1,14 | 16,6 | 9888 | 6401 | 5377 |
| | 1 | 325 | 1,03 | 15,8 | 9428 | 6103 | 5127 |
| | 1 | 975 | 0,99 | 15,5 | 9243 | 5984 | 5027 |
| | 1 | 1213 | 1,24 | 17,3 | 10327 | 6686 | 5616 |
| | 2 | 87 | 1,02 | 15,7 | 9382 | 6074 | 5102 |
| | 2 | 325 | 1,10 | 16,3 | 9742 | 6307 | 5298 |
| | 2 | 975 | 1,11 | 16,4 | 9786 | 6335 | 5322 |
| | 2 | 1213 | 1,15 | 16,6 | 9931 | 6429 | 5401 |
| 08:53 | 2 | 1213 | 1,15 | 16,6 | 9931 | 6429 | 5401 |
| | Mittelwert | | 1,10 | 16,27 | | | |
| | Summe | | | | 77727 | 50319 | 42268 |

Auswertung Volumenstrommessung

Projekt-Nr. M161768
Betreiber OIE AG
Anlage Neubrücke
Messstelle Rein

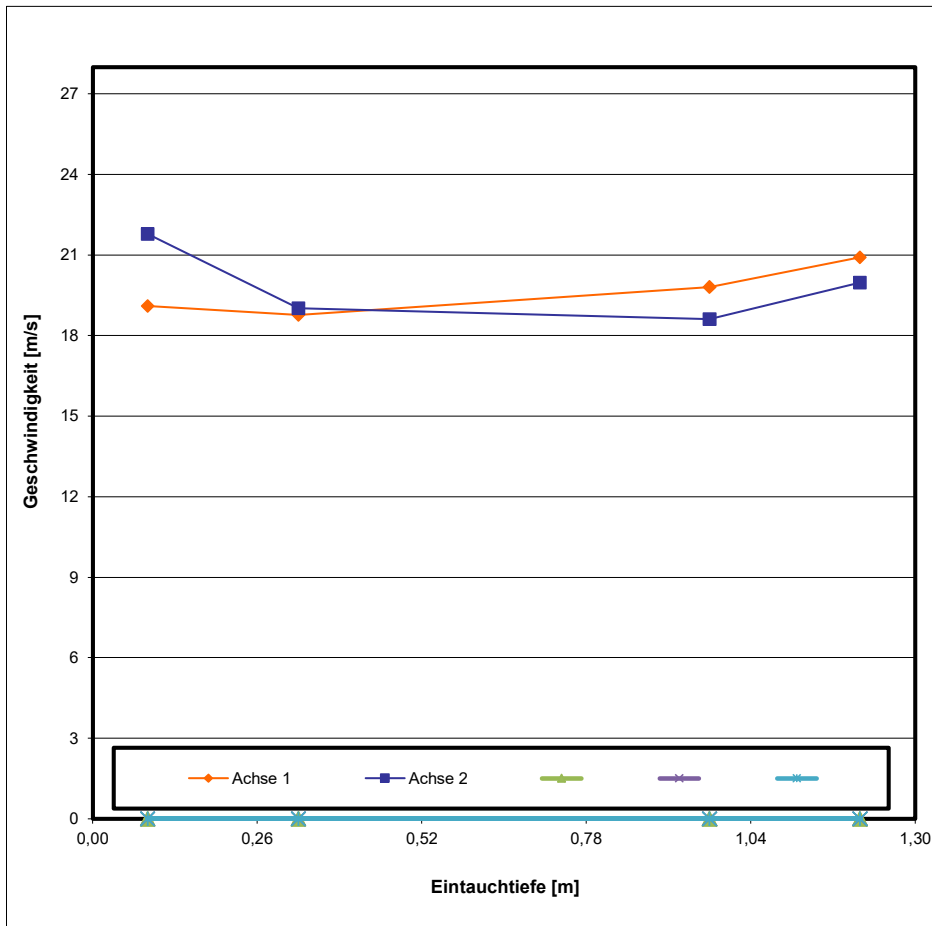
Datum 09.11.2023
Zeit 08:30 - 08:45
Kanalform kreisförmig
Kanaldurchmesser 1,30 m

Anzahl der Messachsen 2
Anzahl der Messpunkte/Achse 4

mittlere Geschwindigkeit 19,7 m/s
Standardabweichung 1,1 m/s
relative Standardabweichung 5,7 %
Unsicherheit der Mittelwertbildung *) 0,4 m/s
Verhältnis max./min. Geschwindigkeit 1,17 : 1

Geschwindigkeit Betriebszustand Nennlast

| Teilfläche | Eintauchtiefe m | Achse | |
|------------|--------------------|----------|----------|
| | | 1 m/s | 2 m/s |
| 1 | 0,087 | 19,1 | |
| 2 | 0,325 | 18,8 | |
| 3 | 0,975 | 19,8 | |
| 4 | 1,213 | 20,9 | |
| 5 | 0,087 | | 21,8 |
| 6 | 0,325 | | 19,0 |
| 7 | 0,975 | | 18,6 |
| 8 | 1,213 | | 20,0 |
| Mittelwert | | 19,6 | 19,8 |



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

Projekt-Nr. M161768
Betreiber OIE AG
Anlage Neubrücke
Messstelle Rein

| | | | |
|-----------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Brennstoff | Holzbrennstoffe | WAF Pos. 10.4, EN16911-1 | 1,000 |
| Betriebszustand | Nennlast | Faktor Staudrucksonde | 1,000 |
| Datum | 09.11.2023 | O ₂ -Konzentration | Vol.% 6,6 |
| Luftdruck | hPa 967,0 | CO ₂ -Konzentration | Vol.% 14,3 |
| statischer Druck | hPa -0,6 | Abgastemperatur | °C 127,8 |
| Kanalform | kreisförmig | Abgasfeuchte | Vol.% 19,2 |
| Kanaldurchmesser | m 1,3 | Abgasfeuchte | g/m ³ 191,0 |
| Kanalfläche | m ² 1,327 | Dichte Betrieb | kg/m ³ 0,820 |
| Anzahl der Messachsen | 2 | Dichte N,f | kg/m ³ 1,262 |
| Anzahl der Messpunkte/Achse | 4 | Dichte N,tr | kg/m ³ 1,371 |
| Anzahl der Messpunkte/Ebene | 8 | | |
| Teilfläche | m ² 0,166 | | |

| 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 |
| 08:30 | 1 | 87 | 1,50 | 19,1 | 11410 | 7414 | 5990 |
| | 1 | 325 | 1,44 | 18,8 | 11205 | 7281 | 5883 |
| | 1 | 975 | 1,61 | 19,8 | 11834 | 7689 | 6213 |
| | 1 | 1213 | 1,79 | 20,9 | 12490 | 8115 | 6557 |
| | 2 | 87 | 1,95 | 21,8 | 13013 | 8455 | 6832 |
| | 2 | 325 | 1,48 | 19,0 | 11359 | 7381 | 5964 |
| | 2 | 975 | 1,42 | 18,6 | 11114 | 7221 | 5835 |
| | 2 | 1213 | 1,64 | 20,0 | 11932 | 7753 | 6264 |
| 08:45 | 2 | 1213 | 1,64 | 20,0 | 11932 | 7753 | 6264 |
| | Mittelwert | | 1,60 | 19,75 | | | |
| | Summe | | | | 94357 | 61309 | 49538 |

Tabelle 7.1.2. Mess- und Rechenwerte diskontinuierliche Messparameter.

Komponente HF

| Datum | Zeit | Faktor GZ | GZ | T GZ | p Luft | Probe | Analyse | HF | Proben- |
|------------|-------------|-----------|----------------|-------------------|--------|------------------|----------|-------------------|-----------|
| | | | m ³ | °C | hPa | m ³ N | mg/Probe | mg/m ³ | bezeichn. |
| 07.11.2023 | 10:07-10:37 | 0,985 | 0,047 | 14,4 | 969 | 0,042 | 0,00 | 0,0 | 1 |
| 07.11.2023 | 11:21-11:51 | 0,985 | 0,049 | 15,6 | 969 | 0,044 | 0,00 | 0,0 | 2 |
| 08.11.2023 | 10:04-10:34 | 0,985 | 0,047 | 15,7 | 973 | 0,042 | 0,00 | 0,0 | 3 |
| 08.11.2023 | 11:18-11:48 | 0,985 | 0,047 | 16,9 | 973 | 0,042 | 0,00 | 0,0 | 4 |
| 09.11.2023 | 09:44-10:14 | 0,985 | 0,043 | 15,6 | 967 | 0,039 | 0,00 | 0,0 | 5 |
| 09.11.2023 | 10:56-11:26 | 0,985 | 0,046 | 17,5 | 967 | 0,041 | 0,00 | 0,0 | 6 |
| | | | | Blindwert | | | 0,000 | 0,0 | |
| | | | | Bestimmungsgrenze | | | 0,002 | 0,1 | |

Komponente Hg

| Datum | Zeit | Faktor GZ | GZ | T GZ | p Luft | Probe | Analyse | Hg | Proben- |
|------------|-------------|-----------|----------------|-------------------|--------|------------------|----------|-------------------|-----------|
| | | | m ³ | °C | hPa | m ³ N | µg/Probe | µg/m ³ | bezeichn. |
| 07.11.2023 | 10:07-10:37 | 0,975 | 0,062 | 16,7 | 969 | 0,054 | 0,07 | 1,2 | 1 |
| 07.11.2023 | 11:21-11:51 | 0,975 | 0,065 | 18,9 | 969 | 0,057 | 0,03 | 0,5 | 2 |
| 08.11.2023 | 10:04-10:34 | 0,975 | 0,062 | 20,0 | 973 | 0,054 | 0,02 | 0,5 | 3 |
| 08.11.2023 | 11:18-11:48 | 0,975 | 0,063 | 22,9 | 973 | 0,054 | 0,03 | 0,6 | 4 |
| 09.11.2023 | 09:44-10:14 | 0,975 | 0,063 | 19,1 | 967 | 0,054 | 0,04 | 0,7 | 5 |
| 09.11.2023 | 10:56-11:26 | 0,975 | 0,061 | 24,3 | 967 | 0,052 | 0,01 | 0,3 | 6 |
| | | | | Blindwert | | | 0,00 | 0,0 | |
| | | | | Bestimmungsgrenze | | | 0,01 | 0,2 | |

Tabelle 7.1.3. Mess- und Rechenwerte partikelförmige Messparameter.

Komponente Hg (partikulär)

| Datum | Zeit | Faktor GZ | GZ m³ | T GZ °C | p Luft hPa | Probe m³N | Analyse mg/Probe | Hg (partikulär) mg/m³ | Proben- bezeichn. | Düse mm | Absaugfehler % |
|-------------------|-------------|-----------|----------|------------|---------------|--------------|---------------------|--------------------------|----------------------|------------|-------------------|
| 10.11.2023 | 12:28-12:58 | 1,000 | 0,946 | 0,0 | 1013 | 0,946 | 0,00 | 0,0 | 1 | 8 | 1 |
| Blindwert | | | | | | | 0,00 | 0,0 | | | |
| Bestimmungsgrenze | | | | | | | 0,95 | 1,0 | | | |

Komponente SM_17BlmSchV

| Datum | Zeit | Faktor GZ | GZ m³ | T GZ °C | p Luft hPa | Probe m³N | Proben- bezeichn. | Düse mm | Absaugfehler % |
|------------|-------------|-----------|----------|------------|---------------|--------------|----------------------|------------|-------------------|
| 07.11.2023 | 10:07-10:37 | 1,000 | 0,853 | 0,0 | 1013 | 0,853 | 1 | 8 | 1 |
| 07.11.2023 | 11:21-11:51 | 1,000 | 0,872 | 0,0 | 1013 | 0,872 | 2 | 8 | 4 |
| 08.11.2023 | 10:04-10:34 | 1,000 | 0,811 | 0,0 | 1013 | 0,811 | 3 | 8 | 1 |
| 08.11.2023 | 11:18-11:48 | 1,000 | 0,822 | 0,0 | 1013 | 0,822 | 4 | 8 | 3 |
| 09.11.2023 | 09:44-10:14 | 1,000 | 0,940 | 0,0 | 1013 | 0,939 | 5 | 8 | 0 |
| 09.11.2023 | 10:56-11:26 | 1,000 | 0,964 | 0,0 | 1013 | 0,964 | 6 | 8 | 3 |

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\161M161768M161768_11_BER_1D.DOCX:21. 12. 2023

Komponente SM_17BImSchV

| Probe Nr | Datum | Zeit | Probe 1 m³N | Cd | Tl | Sb | As | Pb | Cr | Co | Cu | Mn | Ni | V | filtergängig µg/Probe | Sn |
|----------|------------|-------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|--------|
| 1 | 07.11.2023 | 10:07-10:37 | 0,853 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0880 | 0,0000 | 0,0000 | 3,2070 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 2 | 07.11.2023 | 11:21-11:51 | 0,872 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,6080 | 0,0000 | 0,0000 | 2,4350 | 2,7130 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3 | 08.11.2023 | 10:04-10:34 | 0,811 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,3030 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 4 | 08.11.2023 | 11:18-11:48 | 0,822 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 5 | 09.11.2023 | 09:44-10:14 | 0,939 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 6 | 09.11.2023 | 10:56-11:26 | 0,964 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,3060 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| | | | BG | 0,0203 | 0,0203 | 0,2028 | 0,2028 | 0,2028 | 0,2028 | 0,2028 | 0,2028 | 0,2028 | 0,2028 | 0,2028 | 0,2028 | 0,2028 |

| 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 | Summe 1 | | | Summe 2 | | | Summe 3 | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| | | | | | | | | | | | | Anlage 1 a µg/m³ | Anlage 1 b µg/m³ | Anlage 1 c µg/m³ | Anlage 1 a µg/Probe | Anlage 1 b µg/Probe | Anlage 1 c µg/Probe | Anlage 1 a µg/m³ | Anlage 1 b µg/m³ | Anlage 1 c µg/m³ | Anlage 1 a µg/Probe | Anlage 1 b µg/Probe |
| 2,6965 | 0,0791 | 7,9490 | 2,0980 | 4,16,0740 | 55,9680 | 4,6300 | 295,2990 | 432,2310 | 28,5610 | 9,5060 | 12,9570 | 2,766 | 3,241 | 1269,859 | 1488,367 | 64,734 | 75,872 | 3,200 | 2,980 | 3,610 | 2,059 | 1,738 |
| 0,1329 | 0,0000 | 0,4020 | 0,0000 | 17,4660 | 2,6580 | 0,0000 | 12,5300 | 14,9740 | 2,4410 | 0,3700 | 0,5130 | 0,133 | 0,152 | 58,110 | 66,626 | 66,626 | 2,791 | 3,200 | 2,980 | 3,610 | 2,059 | 1,738 |
| 0,1800 | 0,0000 | 0,3720 | 0,0000 | 13,7910 | 2,2820 | 0,0000 | 9,7290 | 12,3910 | 1,5640 | 0,0000 | 0,7790 | 0,167 | 0,185 | 42,151 | 51,961 | 51,961 | 2,417 | 2,980 | 3,610 | 2,059 | 1,738 | |
| 0,3340 | 0,0000 | 0,4240 | 0,0000 | 6,6050 | 2,8080 | 0,0000 | 13,1640 | 17,2900 | 1,9390 | 0,2610 | 0,9710 | 0,160 | 0,185 | 53,875 | 65,534 | 65,534 | 2,968 | 3,610 | 3,610 | 2,059 | 1,738 | |
| 0,0825 | 0,0000 | 0,2450 | 0,0000 | 8,9760 | 1,8930 | 0,0000 | 6,1100 | 11,8940 | 1,8940 | 0,0000 | 0,3720 | 0,089 | 0,109 | 30,974 | 36,974 | 36,974 | 1,884 | 2,059 | 2,059 | 1,738 | | |
| 0,0203 | 0,0203 | 0,2028 | 0,2028 | 0,2028 | 0,2028 | 0,2028 | 4,4670 | 9,2680 | 1,6720 | 0,0000 | 0,3720 | 0,088 | 0,108 | 27,741 | 28,764 | 28,764 | 1,885 | 1,738 | 1,738 | | | |

Tabelle 7.1.4. Mess- und Rechenwerte besondere hochtoxische Messparameter.**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 % |
|------------|-------------|-----------|----------|------------|---------------|--------------|----------------------|------------|-------------------|
| 07.11.2023 | 09:07-15:07 | 1,000 | 10,259 | 0,0 | 1013 | 10,256 | 1 | 8 | 2 |
| 08.11.2023 | 08:37-14:37 | 1,000 | 9,672 | 0,0 | 1013 | 9,670 | 2 | 8 | 1 |
| 09.11.2023 | 08:37-14:37 | 1,000 | 11,055 | 0,0 | 1013 | 11,052 | 3 | 8 | -2 |

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\161M161768M161768_11_BER_1D.DOCX:21. 12. 2023

| Komponente | | WHO-TEQ PCDD/F /B(a)P | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------------|-----------------------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|-------|-------|---------|---------|
| 1 | | WHO-TEQ PCDD/F | | | | | Summe 1 | | | | | Summe 2 | | | | |
| Probe Nr | Datum | Zeit | Probe 1 | PCDD/F | B(a)P | di-PCB | WHO-TEQ | WHO-TEQ | WHO-TEQ | WHO-TEQ | WHO-TEQ | B(a)P | B(a)P | B(a)P | B(a)P | B(a)P |
| | | | m³N | ng/Probe | ng/Probe | ng/Probe | ng/Probe | ng/m³ | ng/m³ | ng/m³ | ng/m³,N | ng/Probe | ng/m³ | ng/m³ | ng/m³,N | ng/m³,N |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 07.11.2023 | 09:07-15:07 | 10,256 | 0,0348 | 0,0000 | 0,0000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2 | 08.11.2023 | 08:37-14:37 | 9,670 | 0,0605 | 0,0000 | 0,0028 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 3 | 09.11.2023 | 08:37-14:37 | 11,052 | 0,0760 | 0,0000 | 0,0000 | 0,076 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| BG | | | | 0,0613 | 0,0967 | 0,0395 | | | | | | | | | | |

Anlage 2: Graphische Darstellung des Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten

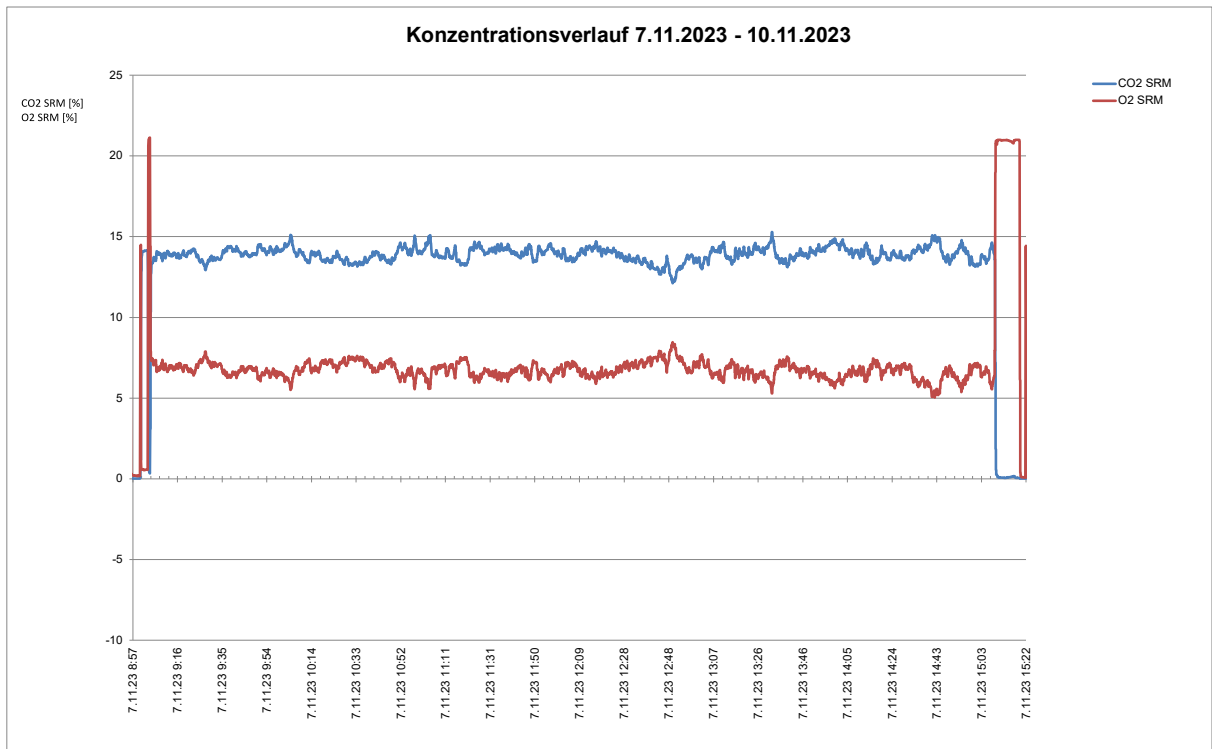


Abbildung 7.2.1. Graphischer Verlauf O₂ und CO₂ am 07.11.2023.

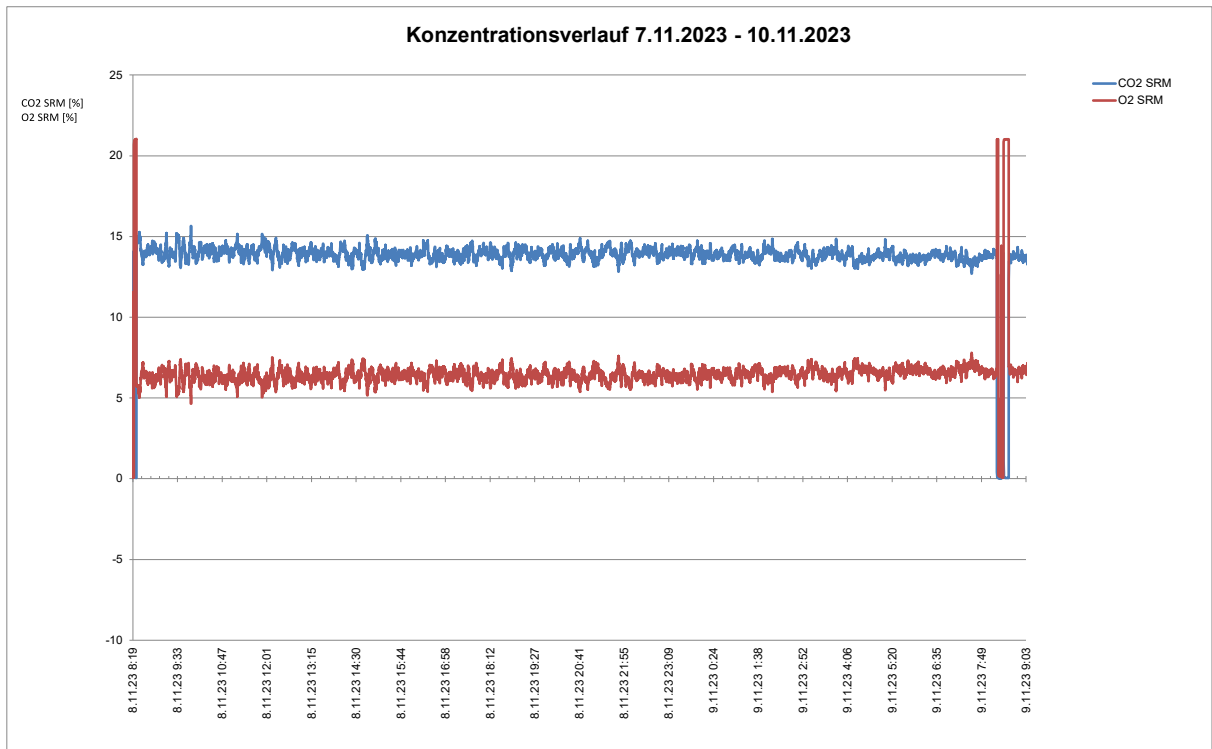


Abbildung 7.2.2. Graphischer Verlauf O₂ und CO₂ am 08.11.2023.

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ\161M\161768M\161768_11_BER_1D.DOCX:21. 12. 2023

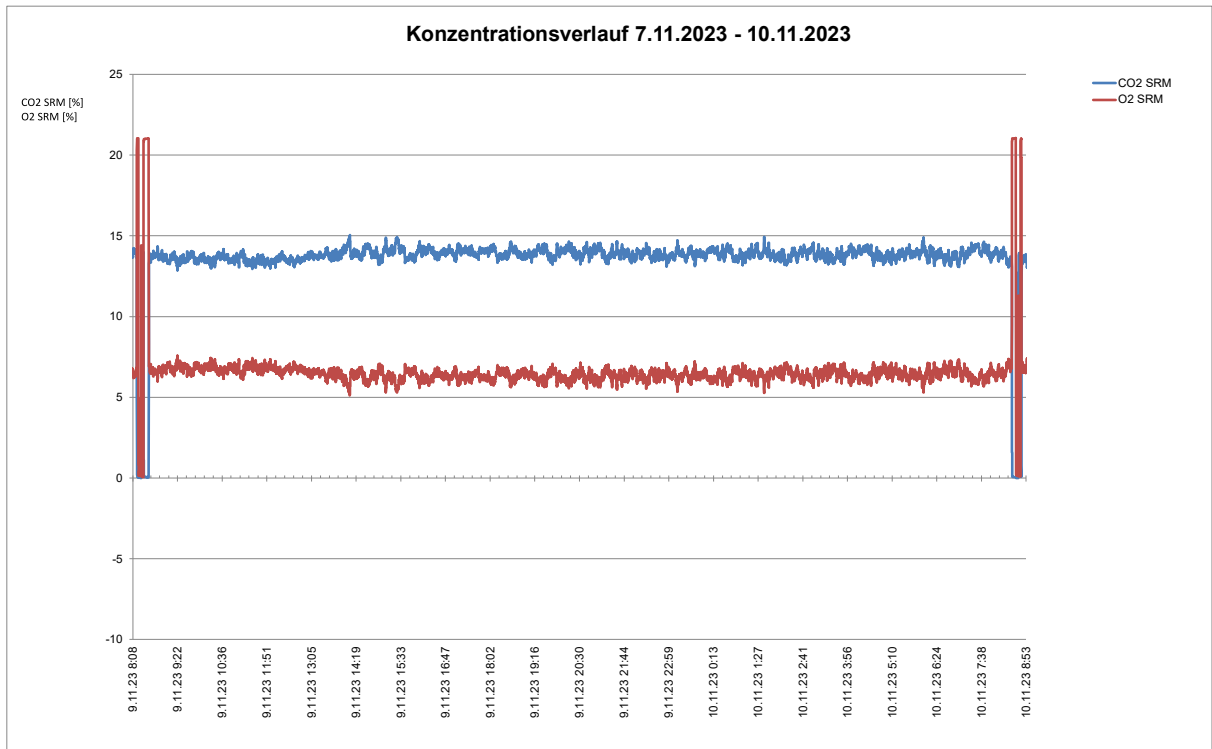


Abbildung 7.2.3. Graphischer Verlauf O₂ und CO₂ am 09.11.2023.

Anlage 3: Prüfmittelkatalog

| Messkomponente | Prüfmittel-Nr. | Hersteller | Typ | letzte Überprüfung | Prüfintervall Monate | Eignungsbekanntgabe / Prüfbericht |
|-------------------------|----------------|------------------|----------|--------------------|-------------------------|--|
| HF | 9498 | Ittron | G1 | 03.02.2023 | 12 | |
| Hg | 9499 | Ittron | G1 | 04.09.2023 | 12 | |
| PCDD/F | 9833 | Müller-BBM | Iso 1.1 | 26.07.2023 | 12 | |
| SIS | 9832 | Müller-BBM | Iso 1.1 | 23.05.2023 | 12 | |
| O ₂ | 9466 | ABB | EL 3020 | 14.11.2023 | 12 | BAnz. 2006, Nr. 194, S. 6715 vom 12.09.2006; TÜV Süddeutschland, Berichtsnummer 691317, 30.06.2006 |
| P _{dynam} stat | 12381 | Airflow Lufttech | PVM620 | 08.08.2023 | 12 | |
| P _{arm} | 9139 | Greisinger | GFTB 100 | 20.10.2023 | 12 | |
| T | 12816 | Greisinger | GMH 3251 | 26.09.2023 | 12 | |

Anlage 4: Betriebsdaten aus dem Leitstand

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\161768\M161768\11_BER_11_DOCX\21_12_2023

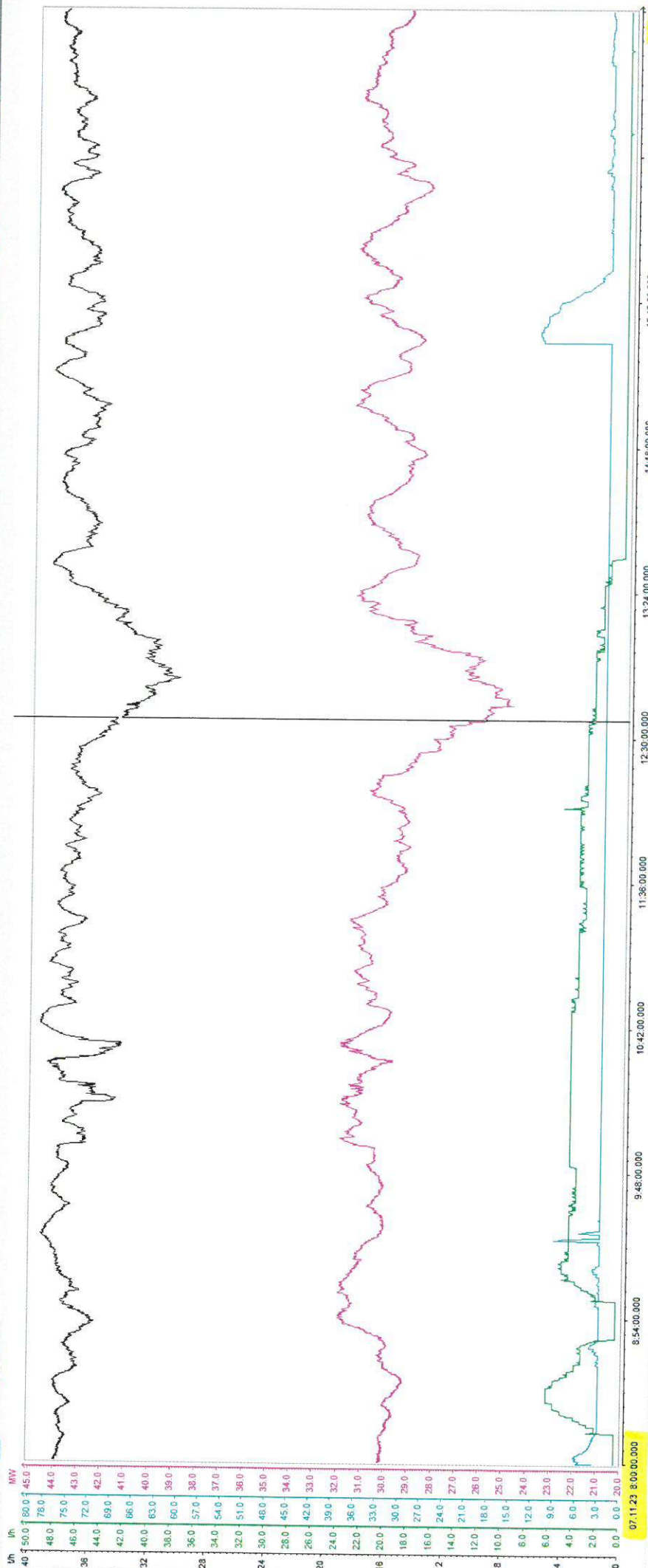
Steuerung: Rauchgas, Kessel, Kurven, Biomassekessel

Nebenanlage: Turbine, Leistungsvorgaben, Luftkondensator, MRL SRL

HKW Anlagen: Entschung, Dampf_Kondensat, Schaltanlage, Unterstationen

Heizwerk: Loos Kessel, Bosch Kessel

Müller BEM



Müller BEM

| Kurve | Wert | Datum/Zeit |
|------------------------|-------|-----------------------|
| FD-Menge | 34.44 | 07.11.23 12:36:52.314 |
| Ammoniakmenge | 2.8 | 07.11.23 12:36:44.314 |
| Kalkulierung | 3.0 | 07.11.23 12:36:54.314 |
| Brennstoffwärmeküstura | 26.1 | 07.11.23 12:36:58.314 |

Variablesanbindung

- SystemArchive_Z0LBA1DCF001/1 V
- Ammoniak_Sig_AmmoniakKCD91CG001 V
- SystemArchive_Z0HRA2QAF001/FU.SP.INT
- SystemArchive_Z0LBA10DF001/10.LMN

Navigation icons: KKS, printer, search, etc.



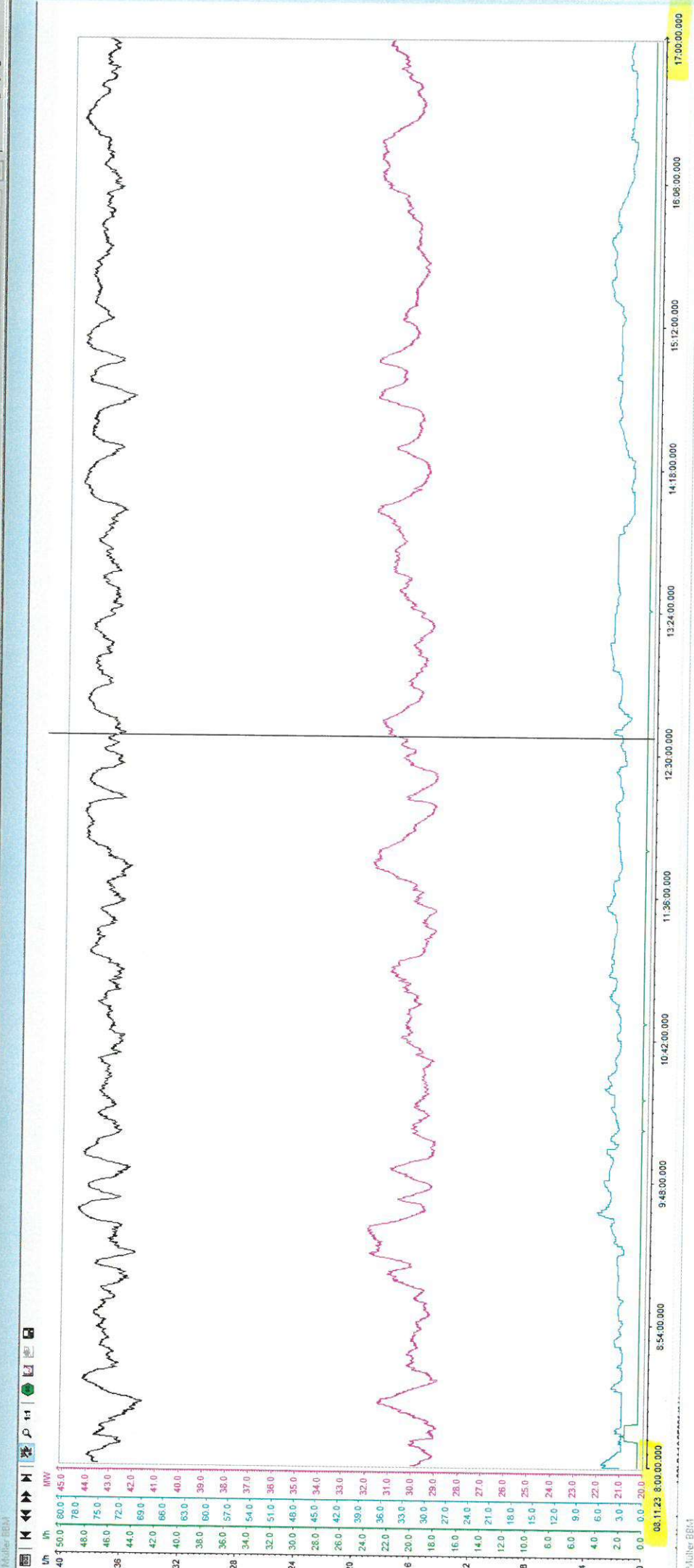
Steuerung: Nebenanlage: IHKW Anlagen: Heizwerk:

Rauchgas: Kessel: Kurven: Biomassekessel:

Entschung: Dampf_Kondensat: Schaltanlage: Unterstationen:

Turbine: Leistungsvorgaben: Luftkondensator: MRL SRL:

Loos Kessel: Bosch Kessel:



| Kurve | Wert | Datum/Zeit |
|-------------------------|-------|-----------------------|
| FD Menge | 36.83 | 08.11.23 12:36:52.314 |
| Ammoniakmenge | 0.5 | 08.11.23 12:36:44.314 |
| K&K-Gabezeit | 4.2 | 08.11.23 12:36:54.314 |
| Brennstoffwarmeleistung | 31.0 | 08.11.23 12:36:50.314 |

Müller B&K

KKS

Anlage 5: Analysenprotokolle PCDD/F, PcB und BaP (mas)

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\161768\M\161768M\161768_11_BER_1D.DOCX:21. 12. 2023

Auftraggeber: Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Frankfurt
Kleinbahnweg 4
63589 Linsengericht



Auftrag / Projekt: M161 768 / B01

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



mas-Auftrag: 23-2555

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 |
|--------------------------------|------------|--------------------------|------------------|
| M161768 PCDD/F 1 (X329 / F123) | Abgasprobe | 2 Kartuschen/Spül./Kond. | 23-2555-001 |
| M161768 PCDD/F 2 (X264 / F502) | Abgasprobe | 2 Kartuschen/Spül./Kond. | 23-2555-002 |
| M161768 PCDD/F 3 (X376 / F278) | Abgasprobe | 2 Kartuschen/Spül./Kond. | 23-2555-003 |

Probeneingang: 16.11.2023


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

Prüfbeginn: 17.11.2023 **Prüfende:** 01.12.2023

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

Probenvorbereitung und Extraktion

- HCl-Aufschluß des Filters, Filtration des Kondensats, Trocknung des Filtrerrückstandes und des XAD-Harzes
- Zugabe von ¹³C₁₂-markierten PCDD/F- und PCB-Quantifizierungsstandards

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

- 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 04.12.2023

Dieser Prüfbericht wurde von Stefanie Görkes freigegeben.
Der Prüfbericht ist auch ohne Unterschrift gültig.



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 | | M161768 PCDD/F 1 (X329 / F123) | | |
|---|----------|-----------------------------------|----------------|------------------|
| Probenart | | Abgasprobe | | |
| mas-Probennummer | | 23-2555-001 | | |
| Parameter | Einheit | Messwert | Best.-Grenze * | Prüfverfahren |
| PCDD 2378-Kongenerere | | | | |
| 2378-TetraCDD | ng/Probe | 0,00193 | 0,00100 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 12378-PentaCDD | ng/Probe | 0,00792 | 0,00200 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123478-HexaCDD | ng/Probe | 0,0118 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123678-HexaCDD | ng/Probe | 0,0550 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123789-HexaCDD | ng/Probe | 0,0176 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 1234678-HeptaCDD | ng/Probe | 0,305 | 0,0150 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 12346789-OctaCDD | ng/Probe | 0,532 | 0,0450 | DIN EN 1948, 2/3 |
| PCDF 2378-Kongenerere | | | | |
| 2378-TetraCDF | ng/Probe | 0,0113 | 0,00100 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 12378-PentaCDF | ng/Probe | 0,0100 | 0,00200 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 23478-PentaCDF | ng/Probe | 0,0188 | 0,00200 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123478-HexaCDF | ng/Probe | 0,0134 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123678-HexaCDF | ng/Probe | 0,0171 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123789-HexaCDF | ng/Probe | nd | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 234678-HexaCDF | ng/Probe | 0,0238 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 1234678-HeptaCDF | ng/Probe | 0,0425 | 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 | 0,334 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe PentaCDD | ng/Probe | 0,568 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe HexaCDD | ng/Probe | 0,885 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe HeptaCDD | ng/Probe | 0,669 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| OctaCDD | ng/Probe | 0,532 | 0,0450 | DIN EN 1948, 2/3 |
| PCDF Summen | | | | |
| Summe TetraCDF | ng/Probe | 0,458 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe PentaCDF | ng/Probe | 0,264 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe HexaCDF | ng/Probe | 0,201 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe HeptaCDF | ng/Probe | 0,0797 | | 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 | 2,99 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe Tetra- bis OctaCDF ^a | ng/Probe | 1,00 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a | ng/Probe | 3,99 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| PCDD/F-TEQ-Werte | | | | |
| I-TEQ exklusive BG ^a | ng/Probe | 0,0348 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| I-TEQ inklusive BG ^b | ng/Probe | 0,0353 | 0,00584 | DIN EN 1948, 2/3 |
| WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a | ng/Probe | 0,0344 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b | ng/Probe | 0,0349 | 0,00634 | DIN EN 1948, 2/3 |
| Wiederfindung Probenahmestandard | | | | |
| WF-12378-PentaCDF-PS | % | 92 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| WF-123789-HexaCDF-PS | % | 92 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| WF-1234789-HeptaCDF-PS | % | 94 | | 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 | | M161768 PCDD/F 1 (X329 / F123) | | |
|---|----------|-----------------------------------|----------------|----------------|
| Probenart mas-Probennummer | | Abgasprobe 23-2555-001 | | |
| Parameter | Einheit | Messwert | Best.-Grenze * | Prüfverfahren |
| Non-ortho WHO-PCB | | | | |
| PCB 77 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 81 | ng/Probe | nd | 0,0500 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 126 | ng/Probe | nd | 0,0250 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 169 | ng/Probe | nd | 0,0500 | DIN EN 1948, 4 |
| Mono-ortho WHO-PCB | | | | |
| PCB 105 | ng/Probe | nd | 0,500 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 114 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 118 | ng/Probe | nd | 1,00 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 123 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 156 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 157 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 167 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 189 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| WHO-PCB-TEQ-Werte | | | | |
| WHO-PCB-TEQ 2005 exkl. BG ^a | ng/Probe | nb | | DIN EN 1948, 4 |
| WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG ^b | ng/Probe | 0,00409 | 0,00409 | DIN EN 1948, 4 |
| Wiederfindung Probenahmestandard | | | | |
| WF PCB 60 | % | 114 | | DIN EN 1948, 4 |
| WF PCB 127 | % | 87 | | DIN EN 1948, 4 |
| WF PCB 159 | % | 101 | | DIN EN 1948, 4 |

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

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

| | | | | |
|---------------------------------------|---|-----------------|-----------------------|----------------------|
| Probenbezeichnung Auftraggeber | M161768 PCDD/F 1 (X329 / F123) | | | |
| Probenart | Abgasprobe | | | |
| mas-Probennummer | 23-2555-001 | | | |
| 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 | | M161768 PCDD/F 2 (X264 / F502) | | |
|---|----------|-----------------------------------|----------------|------------------|
| Probenart | | Abgasprobe | | |
| mas-Probennummer | | 23-2555-002 | | |
| Parameter | Einheit | Messwert | Best.-Grenze * | Prüfverfahren |
| PCDD 2378-Kongenerere | | | | |
| 2378-TetraCDD | ng/Probe | 0,00236 | 0,00100 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 12378-PentaCDD | ng/Probe | 0,0114 | 0,00200 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123478-HexaCDD | ng/Probe | 0,0167 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123678-HexaCDD | ng/Probe | 0,0644 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123789-HexaCDD | ng/Probe | 0,0242 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 1234678-HeptaCDD | ng/Probe | 0,266 | 0,0150 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 12346789-OctaCDD | ng/Probe | 0,323 | 0,0450 | DIN EN 1948, 2/3 |
| PCDF 2378-Kongenerere | | | | |
| 2378-TetraCDF | ng/Probe | 0,0161 | 0,00100 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 12378-PentaCDF | ng/Probe | 0,0215 | 0,00200 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 23478-PentaCDF | ng/Probe | 0,0447 | 0,00200 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123478-HexaCDF | ng/Probe | 0,0310 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123678-HexaCDF | ng/Probe | 0,0367 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123789-HexaCDF | ng/Probe | 0,00707 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 234678-HexaCDF | ng/Probe | 0,0551 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 1234678-HeptaCDF | ng/Probe | 0,0922 | 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 | 0,395 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe PentaCDD | ng/Probe | 0,630 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe HexaCDD | ng/Probe | 0,871 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe HeptaCDD | ng/Probe | 0,580 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| OctaCDD | ng/Probe | 0,323 | 0,0450 | DIN EN 1948, 2/3 |
| PCDF Summen | | | | |
| Summe TetraCDF | ng/Probe | 0,677 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe PentaCDF | ng/Probe | 0,527 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe HexaCDF | ng/Probe | 0,365 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe HeptaCDF | ng/Probe | 0,144 | | 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 | 2,80 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe Tetra- bis OctaCDF ^a | ng/Probe | 1,71 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a | ng/Probe | 4,51 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| PCDD/F-TEQ-Werte | | | | |
| I-TEQ exklusive BG ^a | ng/Probe | 0,0605 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| I-TEQ inklusive BG ^b | ng/Probe | 0,0607 | 0,00584 | DIN EN 1948, 2/3 |
| WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a | ng/Probe | 0,0567 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b | ng/Probe | 0,0568 | 0,00634 | DIN EN 1948, 2/3 |
| Wiederfindung Probenahmestandard | | | | |
| WF-12378-PentaCDF-PS | % | 88 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| WF-123789-HexaCDF-PS | % | 96 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| WF-1234789-HeptaCDF-PS | % | 93 | | 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 | | M161768 PCDD/F 2 (X264 / F502) | | |
|---|----------|-----------------------------------|----------------|----------------|
| Probenart mas-Probennummer | | Abgasprobe 23-2555-002 | | |
| Parameter | Einheit | Messwert | Best.-Grenze * | Prüfverfahren |
| Non-ortho WHO-PCB | | | | |
| PCB 77 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 81 | ng/Probe | nd | 0,0500 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 126 | ng/Probe | 0,0276 | 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 | 0,00276 | | DIN EN 1948, 4 |
| WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG ^b | ng/Probe | 0,00434 | 0,00409 | DIN EN 1948, 4 |
| Wiederfindung Probenahmestandard | | | | |
| WF PCB 60 | % | 108 | | DIN EN 1948, 4 |
| WF PCB 127 | % | 88 | | DIN EN 1948, 4 |
| WF PCB 159 | % | 104 | | DIN EN 1948, 4 |

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

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

| | | | | |
|---------------------------------------|---|-----------------|-----------------------|----------------------|
| Probenbezeichnung Auftraggeber | M161768 PCDD/F 2 (X264 / F502) | | | |
| Probenart | Abgasprobe | | | |
| mas-Probennummer | 23-2555-002 | | | |
| 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 | | M161768 PCDD/F 3 (X376 / F278) | | |
|---|----------|-----------------------------------|----------------|------------------|
| Probenart | | Abgasprobe | | |
| mas-Probennummer | | 23-2555-003 | | |
| Parameter | Einheit | Messwert | Best.-Grenze * | Prüfverfahren |
| PCDD 2378-Kongenerere | | | | |
| 2378-TetraCDD | ng/Probe | 0,00422 | 0,00100 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 12378-PentaCDD | ng/Probe | 0,0179 | 0,00200 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123478-HexaCDD | ng/Probe | 0,0231 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123678-HexaCDD | ng/Probe | 0,112 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123789-HexaCDD | ng/Probe | 0,0488 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 1234678-HeptaCDD | ng/Probe | 0,559 | 0,0150 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 12346789-OctaCDD | ng/Probe | 0,928 | 0,0450 | DIN EN 1948, 2/3 |
| PCDF 2378-Kongenerere | | | | |
| 2378-TetraCDF | ng/Probe | 0,0363 | 0,00100 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 12378-PentaCDF | ng/Probe | 0,0268 | 0,00200 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 23478-PentaCDF | ng/Probe | 0,0442 | 0,00200 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123478-HexaCDF | ng/Probe | 0,0211 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123678-HexaCDF | ng/Probe | 0,0317 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 123789-HexaCDF | ng/Probe | 0,00452 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 234678-HexaCDF | ng/Probe | 0,0425 | 0,00300 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 1234678-HeptaCDF | ng/Probe | 0,0680 | 0,0150 | DIN EN 1948, 2/3 |
| 1234789-HeptaCDF | ng/Probe | 0,0156 | 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 | 0,476 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe PentaCDD | ng/Probe | 0,911 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe HexaCDD | ng/Probe | 1,57 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe HeptaCDD | ng/Probe | 1,21 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| OctaCDD | ng/Probe | 0,928 | 0,0450 | DIN EN 1948, 2/3 |
| PCDF Summen | | | | |
| Summe TetraCDF | ng/Probe | 0,908 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe PentaCDF | ng/Probe | 0,509 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe HexaCDF | ng/Probe | 0,336 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe HeptaCDF | ng/Probe | 0,130 | | 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 | 5,10 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe Tetra- bis OctaCDF ^a | ng/Probe | 1,88 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| Summe Tetra- bis OctaCDD/F ^a | ng/Probe | 6,98 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| PCDD/F-TEQ-Werte | | | | |
| I-TEQ exklusive BG ^a | ng/Probe | 0,0760 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| I-TEQ inklusive BG ^b | ng/Probe | 0,0760 | 0,00584 | DIN EN 1948, 2/3 |
| WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG ^a | ng/Probe | 0,0749 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG ^b | ng/Probe | 0,0749 | 0,00634 | DIN EN 1948, 2/3 |
| Wiederfindung Probenahmestandard | | | | |
| WF-12378-PentaCDF-PS | % | 93 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| WF-123789-HexaCDF-PS | % | 89 | | DIN EN 1948, 2/3 |
| WF-1234789-HeptaCDF-PS | % | 92 | | 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 | | M161768 PCDD/F 3 (X376 / F278) | | |
|---|----------|-----------------------------------|----------------|----------------|
| Probenart mas-Probennummer | | Abgasprobe 23-2555-003 | | |
| Parameter | Einheit | Messwert | Best.-Grenze * | Prüfverfahren |
| Non-ortho WHO-PCB | | | | |
| PCB 77 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 81 | ng/Probe | nd | 0,0500 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 126 | ng/Probe | nd | 0,0250 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 169 | ng/Probe | nd | 0,0500 | DIN EN 1948, 4 |
| Mono-ortho WHO-PCB | | | | |
| PCB 105 | ng/Probe | nd | 0,500 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 114 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 118 | ng/Probe | nd | 1,00 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 123 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 156 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 157 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 167 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| PCB 189 | ng/Probe | nd | 0,100 | DIN EN 1948, 4 |
| WHO-PCB-TEQ-Werte | | | | |
| WHO-PCB-TEQ 2005 exkl. BG ^a | ng/Probe | nb | | DIN EN 1948, 4 |
| WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG ^b | ng/Probe | 0,00409 | 0,00409 | DIN EN 1948, 4 |
| Wiederfindung Probenahmestandard | | | | |
| WF PCB 60 | % | 99 | | DIN EN 1948, 4 |
| WF PCB 127 | % | 79 | | DIN EN 1948, 4 |
| WF PCB 159 | % | 92 | | 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 | M161768 PCDD/F 3 (X376 / F278) | | | |
| Probenart | Abgasprobe | | | |
| mas-Probennummer | 23-2555-003 | | | |
| 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.

Legende


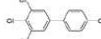
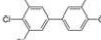
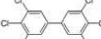
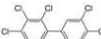
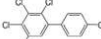
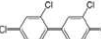
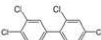
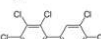
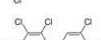
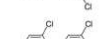
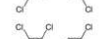
- * Die Nachweisgrenzen sind in der Regel jeweils um Faktor 3 niedriger als die angegebenen Bestimmungsgrenzen
- nd nicht detektiert oberhalb der angegebenen Bestimmungsgrenze (BG)
- nb Wert nicht berechnet, da keines der Kongenere oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) lag
- a Summen- oder TEQ-Wert berechnet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