

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

Telefon +49(2273)59280 0  
Telefax +49(2273)59280 11

www.mbbm-ind.com

Dipl.-Ing. (FH) Daniela Bubalo  
Telefon +49(2273)59280 27  
daniela.bubalo@mbbm-ind.com

21. November 2023  
M163767/24 Version 1 BLO/ORD

## **Theo Steil GmbH**

### **Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen**

### **Schredder (EQ9 und EQ10)**

**Bericht Nr. M163767/24**

Betreiber:	Theo Steil GmbH Ostkai 6 54293 Trier
Standort:	Ostkai 6 54293 Trier
Anlage:	Schredder – Anlage zum Zerkleinern von Schrott durch Rotormühlen mit einer Nennleistung des Rotorantriebes von 500 Kilowatt oder mehr
Datum der Messung:	26. und 27.09.2023
Berichtsumfang:	insgesamt 59 Seiten inkl. 23 Seiten Anlagen

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

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

**Zusammenfassung**

Emissionsquelle

EQ9 und EQ10

**Tabelle 0.1.** Zusammenfassung der Messergebnisse EQ9 - Massenkonzentrationen.

Komponente		Einheit	$Y_{\max}-U_p$ *)	$Y_{\max}+U_p$ *)	Grenzwert	Betriebszustand
<b>Staub</b>		mg/m <sup>3</sup> ,N	2	3	5	Alu, 16 t/h
<b>C Ges</b>		mgC/m <sup>3</sup> ,N	12	20	30	Alu, 16 t/h
<b>Hg</b>	Klasse I 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,00	0,00	0,05	Alu, 16 t/h
<b>TI</b>	Klasse I 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,00	0,00	0,05	Alu, 16 t/h
<b>Summe Pb,Co,Ni,Se,Te</b>	Klasse II 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,0	0,0	0,5	Alu, 16 t/h
<b>Summe Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F</b>	Klasse III 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0	0	1	Alu, 16 t/h
<b>Summe Hg,TI,Pb,Co,Ni,Se,Te,Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F</b>	Klasse I-III 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0	0	1	Alu, 16 t/h
<b>As,B(a)P,Cd,CowI,CrVI</b>	Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft	1) mg/m <sup>3</sup> ,N	0,00	0,00	0,05	Alu, 16 t/h
<b>PCDD/F</b>	I-TE/Q	1) ng/m <sup>3</sup> ,N	0,0	0,0	0,1	Alu, 16 t/h

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

**Tabelle 0.2.** Zusammenfassung der Messergebnisse EQ10 - Massenkonzentrationen.

Komponente		Einheit	$Y_{\max}-U_p$ *)	$Y_{\max}+U_p$ *)	Grenzwert	Betriebszustand
<b>Staub</b>		mg/m <sup>3</sup> ,N	1	1	5	Alu, 15,6 t/h
<b>C Ges</b>		mgC/m <sup>3</sup> ,N	0	1	30	Alu, 15,6 t/h
<b>Hg</b>	Klasse I 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,00	0,00	0,05	Alu, 15,6 t/h
<b>TI</b>	Klasse I 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,00	0,00	0,05	Alu, 15,6 t/h
<b>Summe Pb,Co,Ni,Se,Te</b>	Klasse II 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,0	0,0	0,5	Alu, 15,6 t/h
<b>Summe Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F</b>	Klasse III 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0	0	1	Alu, 15,6 t/h
<b>Summe Hg,TI,Pb,Co,Ni,Se,Te,Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F</b>	Klasse I-III 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0	0	1	Alu, 15,6 t/h
<b>As,B(a)P,Cd,CowI,CrVI</b>	Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft	1) mg/m <sup>3</sup> ,N	0,00	0,00	0,05	Alu, 15,6 t/h
<b>PCDD/F</b>	I-TE/Q	1) ng/m <sup>3</sup> ,N	0,0	0,0	0,1	Alu, 15,6 t/h

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

**Tabelle 0.3.** Zusammenfassung der Messergebnisse EQ9 - Massenströme.

Komponente		Einheit	$Y_{\max}-U_p$ *)	$Y_{\max}+U_p$ *)	Grenzwert	Betriebszustand
<b>Staub</b>		kg/h	0	0	-	Alu, 16 t/h
<b>C Ges</b>		kg/h	0,5	0,8	-	Alu, 16 t/h
<b>Hg</b>	Klasse I 5.2.2 TA Luft	g/h	0,00	0,00	-	Alu, 16 t/h
<b>TI</b>	Klasse I 5.2.2 TA Luft	g/h	0,00	0,00	-	Alu, 16 t/h
<b>Summe Pb,Co,Ni,Se,Te</b>	Klasse II 5.2.2 TA Luft	g/h	0,1	0,1	-	Alu, 16 t/h
<b>Summe Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F</b>	Klasse III 5.2.2 TA Luft	g/h	0,1	0,1	-	Alu, 16 t/h
<b>Summe Hg,TI,Pb,Co,Ni,Se,Te,Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F</b>	Klasse I-III 5.2.2 TA Luft	g/h	0,2	0,2	-	Alu, 16 t/h
<b>As,B(a)P,Cd,CowI,CrVI</b>	Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft	1) mg/h	1,39	1,49	-	Alu, 16 t/h
<b>PCDD/F</b>	I-TE/Q	1) mg/h	0,0	0,0	-	Alu, 16 t/h

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

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\163M\163767\24\_BER\_1D\_1.DOCX:21. 11. 2023

**Tabelle 0.4.** Zusammenfassung der Messergebnisse EQ10 - Massenströme.

Komponente		Einheit	$Y_{\max}-U_P$ *)	$Y_{\max}+U_P$ *)	Grenzwert	Betriebszustand
Staub		kg/h	0,0	0,0	-	Alu, 15,6 t/h
C Ges		kg/h	0	0	-	Alu, 15,6 t/h
Hg	Klasse I 5.2.2 TA Luft	g/h	0,04	0,05	-	Alu, 15,6 t/h
Tl	Klasse I 5.2.2 TA Luft	g/h	0,00	0,00	-	Alu, 15,6 t/h
Summe Pb,Co,Ni,Se,Te	Klasse II 5.2.2 TA Luft	g/h	0,04	0,04	-	Alu, 15,6 t/h
Summe Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F	Klasse III 5.2.2 TA Luft	g/h	0,01	0,01	-	Alu, 15,6 t/h
Summe Hg,Tl,Pb,Co,Ni,Se,Te,Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F	Klasse I-III 5.2.2 TA Luft	g/h	0,08	0,09	-	Alu, 15,6 t/h
As,B(a)P,Cd,CowI,CrVI	Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft	1) mg/h	0,00	0,00	-	Alu, 15,6 t/h
PCDD/F	I-TE/Q	1) mg/h	0,0	0,0	-	Alu, 15,6 t/h

\*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Messmessbericht

1) Fremdanalytik (siehe 1.12)

$Y_{\max}$ : maximaler Messwert

$U_P$ : Messunsicherheit

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

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Formulierung der Messaufgabe</b>	<b>5</b>
1.1	Auftraggeber	5
1.2	Betreiber	5
1.3	Standort	5
1.4	Anlage	5
1.5	Datum der Messung	5
1.6	Anlass der Messung	5
1.7	Aufgabenstellung	5
1.8	Messkomponenten und Messgrößen	7
1.9	Ortsbesichtigung vor Messdurchführung	7
1.10	Messplanabstimmung	7
1.11	An den Arbeiten beteiligte Personen	7
1.12	Beteiligung weiterer Institute	7
1.13	Fachlich Verantwortlicher	7
<b>2</b>	<b>Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe</b>	<b>8</b>
2.1	Bezeichnung der Anlage	8
2.2	Beschreibung der Anlage	8
2.3	Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben	8
2.4	Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe	8
2.5	Betriebszeiten nach Betreiberangaben	8
2.6	Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen	8
<b>3</b>	<b>Beschreibung der Probenahmestelle</b>	<b>10</b>
3.1	Messstrecke und Messquerschnitt	10
3.2	Lage der Messpunkte im Messquerschnitt	11
<b>4</b>	<b>Messverfahren und Messeinrichtungen</b>	<b>12</b>
4.1	Abgasrandbedingungen	12
4.2	Automatische Messverfahren	13
4.3	Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen	14
4.4	Messverfahren für partikelförmige Emissionen	14
4.5	Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe (PCDD/PCDF u. Ä.)	22
4.6	Geruchsemission	25
<b>5</b>	<b>Betriebszustand der Anlage während der Messungen</b>	<b>26</b>
5.1	Produktionsanlage	26
5.2	Abgasreinigungsanlagen	26
<b>6</b>	<b>Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion</b>	<b>27</b>
6.1	Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen	27
6.2	Messergebnisse	27
6.3	Messunsicherheiten	34
6.4	Plausibilitätsprüfung	35
<b>7</b>	<b>Anlagen</b>	<b>37</b>

## 1 Formulierung der Messaufgabe

### 1.1 Auftraggeber

Theo Steil GmbH  
Ostkai 6  
54293 Trier

### 1.2 Betreiber

Theo Steil GmbH  
Ostkai 6  
54293 Trier

Ansprechpartner

Herr Eiden  
Tel. +49(651)689 315

Betreiber-/Arbeitsstätten-Nr.

300-0200575

### 1.3 Standort

Ostkai 6  
54293 Trier – Hafen  
Gemarkung: Trier-Pfalzel  
Flur: 18  
Flurstücke: 14/39, 14/57, 14/66 und 14/67

### 1.4 Anlage

Schredder – Anlage zum Zerkleinern von Schrott durch Rotormühlen mit einer Nennleistung des Rotorantriebes von 500 Kilowatt oder mehr genehmigungsbedürftig gemäß BImSchG i. V. mit 8.9.1.1 des Anhangs 1 zur 4. BImSchV, in der aktuellen Fassung

### 1.5 Datum der Messung

Datum der Messung	26. + 27.09.2023
Datum der letzten Messung	08.11. + 09.11.2022
Datum der nächsten Messung	2024

### 1.6 Anlass der Messung

wiederkehrende Messung zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen

### 1.7 Aufgabenstellung

Messung gemäß nachstehendem Genehmigungsbescheid

Genehmigungsbehörde Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Koblenz

Genehmigungsbescheid Az.: 314-23-211-07/1975-023 vom 09.03.2021

Überwachungsbehörde Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Koblenz

Auszug aus dem Genehmigungsbescheid vom 09.03.2021:

„...“

3.4.2.4 Die im Abgas des Abluftkamines (Quellen 9 und 10) der Shredderanlage enthaltenen staubförmigen Emissionen der nachstehend genannten Stoffe dürfen die Massenkonzentrationen im Normzustand (273 K, 101.3 kPa) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf nicht überschreiten:

- |   |                        |
|---|------------------------|
| - Staub   | 5 mg/m <sup>3</sup>    |
| - organische Stoffe,<br>angegeben als Gesamt-C (TVOC) | 30 mg/m <sup>3</sup> , |

3.4.2.5 Die Emissionen nachstehend genannter staubförmiger anorganischer Stoffe dürfen folgende Massenkonzentrationen im Normzustand (273 K, 101.3 kPa) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf nicht überschreiten:

- a) Summe an  
 Arsen und seinen Verbindungen,  
 Benzo(a)pyren,  
 Cadmium und seinen Verbindungen,  
 Chrom(VI)verbindungen (außer Bariumchromat und Bleichromat),  
 wasserlöslichen Cobaltverbindungen,  
 angegeben als Co 0,05 mg/m<sup>3</sup>  
 Die Emissionsbegrenzung gilt ab einem Massenstrom von 0,15 g/h
- b) Benzol 1 mg/m<sup>3</sup>  
 Die Emissionsbegrenzung gilt ab einem Massenstrom von 2,5 g/h
- c) Asbestfasern 1 x 10<sup>4</sup> Fasern/m<sup>3</sup>  
 Biopersistente Keramikfasern 1,5 x 10<sup>4</sup> Fasern/m<sup>3</sup>  
 Biopersistente Mineralfasern 5 x 10<sup>4</sup> Fasern/m<sup>3</sup>
- d) Dioxine und Furane (PCDD/F)  
 angegeben als Summenwert nach Anhang 5 TA Luft 0,1 ng/m<sup>3</sup>  
 Die Emissionsbegrenzung gilt ab einem Massenstrom von 0,25 µg/h

3.4.2.6 Die Emissionen nachstehend genannter staubförmiger anorganischer Stoffe dürfen folgende Massenkonzentrationen im Normzustand (273 K, 101.3 kPa) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf nicht überschreiten:

- a) Quecksilber und seinen Verbindungen,  
 Thallium und seinen Verbindungen, jeweils 0,05 mg/m<sup>3</sup>  
 Die Emissionsbegrenzung gilt ab einem Massenstrom von 0,25 g/h
- b) Summe an  
 Blei und seinen Verbindungen,  
 Cobalt und seinen Verbindungen,  
 Nickel und seinen Verbindungen,  
 Selen und seinen Verbindungen,  
 Tellur und seinen Verbindungen 0,5 mg/m<sup>3</sup>  
 Die Emissionsbegrenzung gilt ab einem Massenstrom von 2,5 g/h
- c) Summe an  
 Antimon und seinen Verbindungen,  
 Chrom und seinen Verbindungen,  
 Kupfer und seinen Verbindungen,  
 Mangan und seinen Verbindungen,  
 Vanadium und seinen Verbindungen,  
 Zinn und seinen Verbindungen,  
 Cyanide, leicht löslich, angegeben als CN,  
 Fluoride, leicht löslich, angegeben als F 1 mg/m<sup>3</sup>  
 Die Emissionsbegrenzung gilt ab einem Massenstrom von 5 g/h
- d) Die Emissionen der unter a) - c) genannten Stoffe im Abgas dürfen in Summe 1 mg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

3.4.2.7 Durch Messungen einer nach § 29b in Verbindung mit § 26 des BImSchG bekannt gegebenen Stelle sind innerhalb von 6 Monaten nach Inbetriebnahme der Anlage die Emissionen der in Nrn. 3.4.2.4, 3.4.2.5, 3.4.2.6 genannten Stoffe, für die in diesem Bescheid Emissionsbegrenzungen festgelegt sind, feststellen zu lassen.

Die Emissionsmessungen sind regelmäßig wiederkehrend für die Parameter der Nebenbestimmung Nrn.:

- 3.4.2.4: alle 6 Monate
- 3.4.2.5 a) und d) sowie 3.4.2.6 a) b) und c): jährlich
- 3.4.2.5 b) und c): alle 3 Jahre

zu wiederholen. Die Wiederholungsfrist beginnt nach Durchführung der letzten Emissionsmessung.

Zur Durchführung der Messungen sind im Benehmen mit der dafür beauftragten Stelle geeignete Messstellen und unfallsichere Messplätze einschließlich der Zugänge festzulegen und einzurichten.

Das Messinstitut ist aufzufordern, den Bericht unverzüglich und gleichzeitig mit der Versendung an den Auftraggeber der SGD Nord, Ref. 31 zu übersenden.

Die Ermittlungen der Emissionen luftfremder Stoffe sind grundsätzlich bei den für den Auswurf ungünstigsten Verhältnissen der Anlage (Vollast) durchzuführen. Zwingen schwerwiegende betriebliche Umstände dazu, die Feststellungen unter anderen Bedingungen durchzuführen, sind die Verhältnisse bei höchster Dauerleistung und ungünstigsten Bedingungen abzuschätzen.

## 1.8 Messkomponenten und Messgrößen

Abgasrandbedingungen	Temperatur, Druck, Feuchte, Volumenstrom
gasförmige Emissionen	Gesamtkohlenstoff (Gesamt-C)
partikelförmige Emissionen	Gesamtstaub, Arsen, Cadmium, Quecksilber, Thallium, Blei, Cobalt, Nickel, Selen, Tellur, Antimon, Chrom, Kupfer, Mangan, Vanadium, Zinn, ChromVI, wasserlösliche Cobalt-Verbindungen, Cyanide, Fluoride
faserförmige Emissionen	entfällt
Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe	Benzo(a)pyren, Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/PCDF)
Geruch	entfällt

## 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 am 12.09.2023 in Form einer Messmitteilung übermittelt..

## 1.11 An den Arbeiten beteiligte Personen

Dipl.-Ing. (FH) Daniela Bubalo	Projektleiterin / Messingenieurin
Dipl.-Ing. (FH) Ingo Ramrath	Messingenieur
B. Eng. Maximilian Fischer	Messingenieur

## 1.12 Beteiligung weiterer Institute

mas münster analytical solutions gmbh Technologiepark Münster Wilhelm-Schickard-Str. 5 48149 Münster	PCDD/F-, dl-PCB-und PAH-Analytik
---	----------------------------------

## 1.13 Fachlich Verantwortlicher

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

## 2 Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

### 2.1 Bezeichnung der Anlage

Schredder – Anlage zum Zerkleinern von Schrott durch Rotormühlen mit einer Nennleistung des Rotorantriebes von 500 Kilowatt oder mehr, genehmigungsbedürftig gemäß BImSchG i. V. mit 8.9.1.1 des Anhangs 1 zur 4. BImSchV, in der aktuellen Fassung

### 2.2 Beschreibung der Anlage

Beim Schreddern werden metallische Abfälle, sogenannte Schrotte, in einer Rotormühle zerkleinert und verdichtet. Zum Schredderprozess gehören weiterhin das Ausschleusen von Störstoffen und Anhaftungen sowie die Trennung des Materialstroms in die verschiedenen Fertigmaterialien wie Eisen, Schwer- und Leichtfraktion.

Wesentlicher Bestandteil der Schredderanlage sind unter anderem die beiden Absaug- und Entstaubungsanlagen. Die sogenannte Schredderentstaubung saugt den Bereich der Rotormühle ab. Die sogenannte Aspirationsentstaubung saugt den Bereich der Separation ab. Durch den kombinierten Einsatz von Vorabscheidung (Zyklon + Grobgutabscheider) und moderner Feinabscheidung (Filter) wird eine Reduzierung der Abluftinhaltsstoffe erreicht.

Je nach Einsatzstoff können Durchsätze von 16,00 t/h (Alu), 20,00 t/h (Kühlschrotte) und 23,50 t/h (MBA) erreicht werden (aktuelle Plandurchsätze).

#### Technische Daten

Hersteller	Venti Oelde GmbH in Zusammenarbeit mit Comes GmbH
Baujahr	2021
Antriebsleistung	920 kW

### 2.3 Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben

Emissionsquelle	2 Kamine
Höhe über Grund	je 30 m
Austrittsfläche	je 0,785 m <sup>2</sup>
Rechtswert/Hochwert	32U334503 / 5518066
Bauausführung	Stahl

### 2.4 Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

verschiedene Schrottsorten, Mischschrott, Autokarossern u. ä.

### 2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben

werktags, 6.00 – 22.00 Uhr

### 2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen

#### 2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

##### 2.6.1.1 Art der Emissionserfassung

Die Anlagenteile werden direkt abgesaugt und mittels Ventilatoren über je einen Zyklon und Grobgutabscheider über angeschweißte bzw. angeflanschte Abgaskanäle zu den Filtern geleitet.

##### 2.6.1.2 Ventilatorckenndaten

Hersteller	Venti Oelde GmbH
Typ	HRV 635-900/K GL 360
Baujahr	2020
Druckdifferenz	3800 Pa

Volumenstrom 69.000 m³/h

### 2.6.1.3 Ansaugfläche

keine Angaben

## 2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

### Zyklonanlage (Mühle bzw. Sichter)

Hersteller	Venti Oelde GmbH / Venti Oelde GmbH
Typ	HLZ TS 2000 / HLZ TW 2360
Baujahr	2020 / 2020
Anzahl der Einzelzyklone	1 / 1
Zyklondurchmesser	2000 mm / 2360 mm
Nennleistung des Saugzugventilators	43.000 m³/h / 69.000 m³/h
Wartungsintervalle	wöchentlich bzw. nach Bedarf / wöchentlich bzw. nach Bedarf
letzte Wartung	August 2023

### Grobgutabscheider (baugleich)

Hersteller	Venti Oelde GmbH
Typ	GGA 320.500
Baujahr	2020
Nennleistung des Saugzugventilators	43.000 m³/h bzw. 45.000 m³/h
Wartungsintervalle	wöchentlich / nach Bedarf
letzte Wartung	August 2023

### Rundfilter (baugleich)

Hersteller	Venti Oelde GmbH
Typ	RFA 3550
Baujahr	2020
Nennleistung des Saugzugventilators	43.000 m³/h bzw. 45.000 m³/h
Wartungsintervalle	wöchentlich / nach Bedarf
letzte Wartung / letzter Filterwechsel	August 2023

### Additivzugabe (nur Mühle)

Hersteller	Venti Oelde GmbH
Typ	SE 400
Baujahr	2020
Additiv	Sorbacal Micro
Nennleistung	5 – 35 kg/h
Wartungsintervalle	nach Bedarf
letzte Wartung	August 2023

## 2.6.3 Einrichtung zur Verdünnung des Abgases

Es sind keine Einrichtungen zur Verdünnung der Abgase installiert

### 3 Beschreibung der Probenahmestelle

#### 3.1 Messstrecke und Messquerschnitt

##### 3.1.1 Lage und Abmessungen

Die Messstellen liegen	<input checked="" type="checkbox"/> im Freien	<input type="checkbox"/> im Gebäude
	<input type="checkbox"/> vor Saugzug	<input checked="" type="checkbox"/> nach Saugzug
	<input checked="" type="checkbox"/> im Kamin	<input type="checkbox"/> im horizontalen Abgaskanal.
Kanalgeometrie	rund	
Kanalabmessungen	je $\varnothing$ 1,0 m	
hydraulischer Durchmesser $D_h$	je 1,0 m	
Länge Ein-/Auslaufstrecke	je ca. 8,5 m/ ca.16 m	
Empfehlung $\geq 5 \cdot D_h$ Einlauf und $2 \cdot D_h$ Auslauf ( $5 \cdot D_h$ vor Mündung)	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt	<input type="checkbox"/> nicht erfüllt

##### 3.1.2 Arbeitsfläche und Messbühne

Die Probenahmestellen liegen	je ca. 14 m über Bodenniveau.
Zugang	Treppe, Steigleiter und Messbühne
Arbeitsbereiche/ Messbühnen	Messbühne ohne Einhausung
Traversierflächen	Tiefe: 2,5 m, Breite: 3 m, Fläche: ca. 7,5 m <sup>2</sup>
zusätzliche Arbeitsflächen	3 m x 3 m, ca. 9 m <sup>2</sup>

##### 3.1.3 Messöffnungen

Anzahl	je 4
Anordnung	um 90° versetzt
Größe	$\varnothing$ 3"

##### 3.1.4 Strömungsbedingungen im Messquerschnitt

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

##### 3.1.5 Zusammenfassende Beurteilung der Messbedingungen

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

### 3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

#### 3.2.1 Darstellung der Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

Messquerschnitt	je 0,785 m
gewählte/mögliche Anzahl Messachsen	2
gewählte/mögliche Anzahl Messpunkte	je 2
Verteilung der Messpunkte im Messquerschnitt	Die Festlegung der Messpunkte im Kanalquerschnitt zur Durchführung einer Netzmessung erfolgt nach den Vorgaben der DIN EN 15259. (siehe Strömungsprofil im Kapitel 7, Anlage 1)

#### 3.2.2 Homogenitätsprüfung

- durchgeführt, siehe Ergebnisse in Abschnitt 6
- nicht durchgeführt, weil
  - Fläche Messquerschnitt < 0,1 m<sup>2</sup>
  - Netzmessungen
  - liegt vor

#### 3.2.3 Komponentenspezifische Darstellung

Messkomponente	Anzahl der Messachsen	Anzahl der Messpunkte je Messachse	Homogenitätsprüfung durchgeführt	beliebiger Messpunkt	repräsentativer Messpunkt	Netzmessung
Gesamt-C	2	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Staub / Staubinhalstoffe	2	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PCDD/F	2	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\163M\163767\24\_BER\_1D\_1.DOCX:21. 11. 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 mit handschriftlicher Dokumentation (Anlagenbetrieb mit gleichbleibenden Abgasrandbedingungen)

#### 4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin

Messverfahren	elektronisches Mikromanometer
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente pstat

#### 4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

siehe Abschnitt 4.1.1 unter Verwendung eines Absolutdrucksensors

#### 4.1.4 Abgastemperatur

Messverfahren	Thermowiderstand, Pt 1000
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente T
Erfassung	einmalig vor Beginn der Messung (Anlagenbetrieb mit gleichbleibenden Abgasrandbedingungen)

#### 4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

Messverfahren	kapazitive Feuchtemessung
alternatives Messverfahren	Bestimmung der relativen Feuchte über den elektrischen Widerstand einer feuchteempfindlichen Polymerschicht
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1Z07
Prüfmittel (Hersteller/Typ/Nummer)	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente H <sub>2</sub> O
Anmerkung	Die Anwendung des Messverfahrens ist möglich, da der Feuchtegehalt des Abgases außerhalb des validierten Messbereichs des Standardreferenzmessverfahren liegt (Wasserdampfkonzentrationen im feuchten Abgas < 29 g/m <sup>3</sup> bzw. > 250 g/m <sup>3</sup> ).

#### 4.1.6 Abgasdichte

berechnet unter Berücksichtigung der natürlichen Abgasbestandteile an	Sauerstoff (O <sub>2</sub> ), Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) Luftstickstoff (N <sub>2</sub> ) 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

gasförmige organische Stoffe, angegeben als Gesamt-C

### 4.2.2 Messverfahren

Gesamt-C (Flammenionisationsdetektor (FID))      DIN EN 12619 (2013-04)  
Müller-BBM-Prüfanweisungen      16-1102 (Gesamt-C)

### 4.2.3 Analysatoren

#### organische Gase

Gesamt-C (Hersteller/Typ/Nummer/...)      siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Ges-C

### 4.2.4 Eingestellter Messbereich

Gesamt-C      0... 161 mgC/m<sup>3</sup>

### 4.2.5 Messplatzaufbau

#### organische Gase (FID)

Entnahmesonde      Titan, beheizt auf 150 °C, Länge 1,2 m  
Partikelfilter      Keramikfilter, außenliegend, beheizt auf 180 °C  
Probegasleitung zum FID      Länge ca. 25 m, PTFE-Leitung, beheizt auf 180 °C  
Werkstoff der gasführenden Teile      Titan, PTFE, Glas  
Messgasaufbereitung      entfällt

### 4.2.6 Überprüfung der Gerätekenlinie

Prüfgas	Propan C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
Hersteller	Westfalen
Flaschennummer	505736222
Konzentration	129,0 mg/m <sup>3</sup>
Rest	synth. Luft
Analysertoleranz	± 2 %
zertifiziert	Hersteller
Datum	21.12.2022
Stabilitätsgarantie	12 Monate
Garantiezeit eingehalten	ja
Nullgas	synthetische Luft
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. 25 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 12619, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung
Messunsicherheit	Messunsicherheit

**4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen**

entfällt

**4.4 Messverfahren für partikelförmige Emissionen**

**4.4.1 Gesamtstaub**

**4.4.1.1 Messverfahren**

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

**4.4.1.2 Messplatzaufbau**

Aufbau der Probenahmeeinrichtung	Absaugdüse, Partikelfilter, Lanze, Kondensatgefäß mit Trockenturm, Pumpe mit Gasuhr und Temperaturfühler
Entnahmesonde	Titan, unbeheizt, Länge 1,2 m
Partikelfilter	Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, innenliegend, unbeheizt, parallel zur Strömungsrichtung positioniert
Abscheidemedium (Typ/Durchmesser/Hersteller)	Quarzfaser-Planfilter / Typ MK 360 Blattdurchmesser 45 mm Munktell Filter AB, Schweden ohne organische Bindemittel, hohe Schwermetallreinheit
Probenahmesystem eingestellter Durchfluss	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Staub gemäß Isokinetik

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\163767\M\163767\24\_BER\_1D\_1.DOCX:21. 11. 2023

Transport und Lagerung Filter in Rundbehältern aus PE oder Polystyrol, Sondenspül-  
lösung in dichten Glasgefäßen

#### 4.4.1.3 Behandlung des Abscheidemediums und der Ablagerungen

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

#### 4.4.1.4 Verfahrenskenngrößen

absolute Bestimmungsgrenze	0,3 mg (Planfilter) 0,3 mg (Spüllösung)
relative Bestimmungsgrenze	0,3 mg/m <sup>3</sup> bei 1 m <sup>3</sup> Probegasvolumen
Blindwertbestimmungen	Planfilter M299: < 0,3 mg; M296: 0,32 mg Spüllösung N119: < 0,3 mg
Bestimmung der Ablagerungen	0,9 mg
Analysenunsicherheit	0,3 mg (Planfilter) 0,3 mg (Spüllösung)

#### 4.4.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

jährliche Wartung der Waage (Hersteller), vor jeder Wägeserie Überprüfung mit Gebrauchsnorm	
Doppelbestimmungen, Blindwertbestimmungen, regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen	
QM-System gemäß DIN EN ISO/IEC 17025, Kalibrierungen gemäß Qualitätsmanagement Müller-BBM	
Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung	Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung
Messunsicherheit	Messunsicherheit

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

##### 4.4.2.1 Messverfahren

DIN EN 14385 (05 – 2004)	Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Gesamtemission von As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl und V
VDI 2268, Blatt 1 – 4	Beschreibung des Aufschlussverfahrens
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1D03; 16-2D03

Durchführung der Probenahme

isokinetische Entnahme eines staubbeladenen Teilgasvolumens aus dem Hauptvolumenstrom und Abscheidung des enthaltenen Staubes und filtergängiger Anteile durch Rückhaltesysteme

#### 4.4.2.2 Messplatzaufbau

##### Probenahme nach dem Hauptstromverfahren

Aufbau der Probenahmeeinrichtung

Absaugdüse, Partikelfilter, beheizte Lanze, 2-stufige Absorption, Kondensatgefäß mit Trockenturm, Pumpe mit Gasuhr und Temperaturfühler

Entnahmesonde

Titan, beheizt auf 180 °C, Länge 1,2 m

##### Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Partikelfilter

Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, innenliegend, beheizt auf Abgastemperatur, parallel zur Strömungsrichtung positioniert

Abscheidemedium (Typ/Durchmesser/Hersteller)

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

##### Rückhaltesystem für filtergängige Stoffe

Absorptionseinrichtung

zwei parallele Waschflaschenstraßen mit je 2 Impinger-Waschflaschen und einem Tropfenabscheider in Reihe

Sorptionsmittel

verdünnte HNO<sub>3</sub>-Lösung mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Zusatz

Sorptionsmittelmenge

40 ml je Impingerwaschflasche

Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement

ca. 1,3 m

Spüllösung

5-%ige HNO<sub>3</sub> (zur Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Partikelfilter und von filtergängigen Anteilen zwischen Partikelfilter und erster Absorptionsstufe)

Probentransfer

Planfilter in Rundbehältern aus PE oder Polystyrol; Sonden-spüllösung und Absorptionslösungen ungekühlt in PE-Gefäßen

Probenahmesystem

siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente SIS

eingestellter Durchfluss

gemäß Isokinetik

Analysedatum

Filter: 26.+27.10.2023 Lösung: 04.10.2023

Beteiligung eines Fremdlabors

keine

##### 4.4.2.3 Aufbereitung und Auswertung der Messfilter und der Absorptionslösungen

Messfilter (Aufarbeitung des Probenmaterials)

Mikrowellendruckaufschluss mit HNO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> und Flußsäure

Cobalt wasserlöslich

Elution des Filters mit H<sub>2</sub>O, Probenahme zusammen mit Staub

Absorptionslösung

getrennte Vermessung der Absorptionslösungen (ohne weitere Probenaufbereitung) und der Filteraufschlüsse

Beschreibung des Analysenverfahrens

Bestimmung von Schwermetallen mittels ICP und MS-Detektion

Analysengeräte (Hersteller/Typ)

ICP-MS (Thermo / ICAP RQ)

Analysebedingungen

Hot Plasma (ca. 8.000 K)

Standard 6-Punkt-Kalibrierung der Analyten mit geeignetem, massenabhängigem internen Standard (Rhodium, Scandium, Ruthenium, Germanium, Rhenium)

#### 4.4.2.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeiten) Da die Detektion der Elemente durch deren charakteristische Massen erfolgt, können Querempfindlichkeiten weitgehend ausgeschlossen werden.

absolute Bestimmungsgrenze Cd/Tl: 0,0005 mg/l  
weitere Elemente 0,005 mg/l

relative Bestimmungsgrenze Cd/Tl: 0,025 µg/m<sup>3</sup>  
weitere Elemente: 0,25 µg/m<sup>3</sup>  
bei 50 ml Aufschlusslösung und 1 m<sup>3</sup> Probegasvolumen  
bzw.  
Cd/Tl: 0,1 µg/m<sup>3</sup>  
weitere Elemente: 1,0 µg/m<sup>3</sup>  
bei 100 ml Absorptionslösung und 1 m<sup>3</sup> Probegasvolumen

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

#### 4.4.2.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen

Element	Planfilter M310/M534	Absorptionslösung BW1/BW2
Cd	< 0,0005 mg/l	< 0,0005 mg/l
Tl	< 0,0005 mg/l	< 0,0005 mg/l
Sb	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
As	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Pb	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Cr	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Co	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Cu	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Mn	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Ni	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
V	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Sn	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Se	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Te	< 0,005 mg/l	< 0,005 mg/l
Co wl	< 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

**4.4.3 An Staub adsorbierte chemische Chrom (VI)-Verbindungen einschließlich filtergängiger Anteile, angegeben als Cr**

**4.4.3.1 Messverfahren**

IFA 6665 (10 – 2014)	Chrom(VI)-Verbindungen – Bestimmung des Chromatgehaltes mittels Photometrie
Durchführung der Probenahme	isokinetische Entnahme eines staubbeladenen Teilgasvolumens aus dem Hauptvolumenstrom und Abscheidung des enthaltenen Staubes und filtergängiger Anteile durch Rückhaltesysteme
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1D03; 16-2D06

**4.4.3.2 Messplatzaufbau**

**Probenahme nach dem Hauptstromverfahren**

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

**Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe**

Partikelfilter	Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, innenliegend, beheizt auf Abgastemperatur, entgegen der Strömungsrichtung positioniert
Abscheidemedium (Typ/Durchmesser/Hersteller)	Quarzfaser-Planfilter / Typ MK 360 Blattdurchmesser 45 mm Munktell Filter AB, Schweden ohne organische Bindemittel, hohe Schwermetallreinheit

**Rückhaltesystem für filtergängige Stoffe**

Absorptionseinrichtung	zwei Impinger-Waschflaschen und ein Tropfenabscheider in Reihe
Sorptionsmittel	0,5 n Schwefelsäure
Sorptionsmittelmenge	40 ml je Impingerwaschflasche
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,3 m
Probentransfer	Planfilter in Rundbehältern aus PE oder Polystyrol; Absorptionslösungen ungekühlt in 100-ml-PE-Gefäßen
Probenahmesystem	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Cr(VI)
eingestellter Durchfluss	gemäß Isokinetik
Analysedatum	Filter und Lösung: 28.09.2023
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

**4.4.3.3 Aufbereitung und Auswertung der Messfilter und der Absorptionslösungen**

Messfilter (Aufarbeitung des Probenmaterials)	alkalische Elution der Planfilter, Umsetzung mit 1,5-Diphenylcarbazid-Lösung
Absorptionslösung	Umsetzung mit 1,5-Diphenylcarbazid-Lösung
Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung des Chromatgehaltes mittels Photometrie
Analysengeräte (Hersteller/Typ)	UV/VIS-Photometer, Perkin-Elmer Lambda 35

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\163767\M\163767\M163767\_24\_BER\_1D\_1.DOCX:21. 11. 2023

Analysebedingungen 540 nm Wellenlänge, 5 cm Küvette  
 Standard K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>-Standardlösungen

#### 4.4.3.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeiten) Störungen durch Fe, Cu, Ni, V; außerdem stören Reduktionsmittel (z. B. Fe(0), Fe(II))

absolute Bestimmungsgrenze 0,5 µg/Probe

relative Bestimmungsgrenze 0,01 mg/m<sup>3</sup> bei 0,05 Nm<sup>3</sup> Probegasvolumen

Analysenunsicherheit 4,0 % (bestimmt aus Kontrollstandards und Doppelbestimmungen)

#### 4.4.3.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen

Element	Planfilter F278/M366	Absorptionslösung BW1/BW2
Cr (VI)	< 0,01 mg/l	< 0,01 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

#### 4.4.4 Quecksilber

##### 4.4.4.1 Messverfahren

DIN EN 13211 (06 – 2001)  
 DIN EN 13211 (06 – 2005)  
 Berichtigung zu DIN EN 13211:2001-06

DIN EN 1483 (08 – 1997)

Müller-BBM-Prüfanweisungen

Emissionen aus stationären Quellen – Manuelles Verfahren zur Bestimmung der Gesamtquecksilber-Konzentration

Referenzverfahren Analytik  
 UV-Fotometrie

16-1D04; 16-2D04

##### 4.4.4.2 Messplatzaufbau

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

Durchführung der Probenahme nicht isokinetisch, da Hg partikelförmig < 1 µg/m<sup>3</sup>, isokinetisch nur der Filter (Probenahme über SIS)

Entnahmesonde Titan, beheizt auf 180 °C, Länge 1,2 m

Partikelfilter Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, 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	schwefelsaure $\text{KMnO}_4$ -Lösung
Sorptionsmittelmenge	40 ml je Waschflasche
Probenahmesystem	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Hg
eingestellter Durchfluss	ca. 0,12 $\text{m}^3/\text{h}$
Abstand Sondenöffnung/Abscheideelement	ca. 1,3 m
Probentransfer	Absorptionslösungen ungekühlt in 250-ml-Duranglas-Flaschen oder in 250-ml-PE-Flaschen
Analysedatum	29.09.2023
Beteiligung eines Fremdlabors	keine

#### 4.4.4.3 Analytische Bestimmung

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

#### 4.4.4.4 Verfahrenskenngrößen

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

#### 4.4.4.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

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

#### 4.4.5 Leichtlösliche Cyanide/Fluoride

##### 4.4.5.1 Messverfahren

Hausverfahren IFA 6725 (11 – 2012) (Cyanide)	Bestimmung des Cyanidgehaltes mittels ionensensitiver Elektrode
Hausverfahren VDI 2470, Blatt 1 (10 – 1975) (Fluoride)	Bestimmung des Fluoridgehaltes mittels ionensensitiver Elektrode
Durchführung der Probenahme	isokinetische Entnahme eines staubbeladenen Teilgasvolumens aus dem Hauptvolumenstrom und Abscheidung des enthaltenen Staubes durch ein Rückhaltesystem

Müller-BBM-Prüfanweisungen

16-1D01 (Staub geringe Konzentrationen messen  
DIN 13284 und VDI 2066 Bl. 1)  
16-1A13; 16-2A13 (Cyanide)  
16-1A02; 16-2A02 (Fluoride)

## 4.4.5.2 Messplatzaufbau

Aufbau der Probenahmeeinrichtung

Absaugdüse, Partikelfilter, Kondensatgefäß mit Trockenturm, Pumpe mit Gasuhr und Temperaturfühler

Entnahmesonde

Titan, unbeheizt, Länge 1,2 m

Partikelfilter

Planfilter im Filtergehäuse aus Titan, innenliegend, beheizt auf Abgastemperatur, parallel zur Strömungsrichtung positioniert

Abscheidemedium (Typ/Durchmesser/Hersteller)

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

Probentransfer

Filter in Rundbehältern aus PE oder Polystyrol, SONDENSPÜLUNG in dichten Glasgefäßen

Probenahmesystem

siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente Cyanide/Fluoride

eingestellter Durchfluss

gemäß Isokinetik

Analysedatum

19.10.2023 (Cyanide)  
18.10.2023 (Fluoride)

Beteiligung eines Fremdlabors

Keine

## 4.4.5.3 Aufbereitung und Auswertung der Messfilter

Messfilter (Aufarbeitung des Probenmaterials)

wässrige Extraktion des Filters

Beschreibung des Analysenverfahrens

Bestimmung des Cyanidgehaltes/Fluoridgehaltes mittels ionensensitiver Elektrode

Analysengeräte (Hersteller/Typ)

Cyanid-Elektrode Mettler Toledo perfectION  
pH-Elektrode Mettler Toledo InLab Micro Pro-ISM  
Fluorid-Elektrode Mettler Toledo perfectION  
pH-Elektrode Mettler Toledo InLab Micro Pro-ISM

Standard

Kaliumzinkcyanid-Lösung, Standardkalibrierverfahren  
Natriumfluorid-Lösung, Standardkalibrierverfahren

## 4.4.5.4 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen (Querempfindlichkeiten)

Sulfide (müssen vor der Analyse ausgefällt werden), einige Schwermetalle wie Cd, Zn, Ag, Ni, Cu, Fe und Hg komplexieren das Cyanid-Ion und können zu Minderbefunden führen. (Cyanide)

Einige Schwermetalle wie Cd, Zn, Ag, Ni, Cu, Fe und Hg komplexieren das Fluorid-Ion und können zu Minderbefunden führen. (Fluoride)

absolute Bestimmungsgrenze

0,003 mg/Probe (Cyanid/Fluoride)

relative Bestimmungsgrenze

0,003 mg/m<sup>3</sup> bei 1 Nm<sup>3</sup> Probegasvolumen (Cyanide/Fluoride)

Analysenunsicherheit

5,0 % vom Messwert (Cyanide)  
2,0 % vom Messwert (Fluoride)

**4.4.5.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung**

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

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

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

**4.5.1.1 Messverfahren**

DIN EN 1948-1 (06 – 2006)	Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB - Teil 1: Probenahme von PCDD/PCDF
DIN EN 1948-4 (03-2014)	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB - Teil 4: Probenahme und Analyse dioxin-ähnlicher PCB
Müller-BBM-Prüfanweisungen	16-1M01; Variante A(gekühltes Absaugrohr)
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 1,2 m
Partikelfilter	Quarzfaserplanfilter vor der letzten Adsorptionsstufe
Absorptionseinrichtung	Kondensatgefäß mit Tauchrohr (1 ... 3 Liter), Tropfenabscheider (bei hoher Abgasfeuchte und heißen Abgasen) und nachgeschalteter Kartusche mit Feststoffadsorbens
Sorptionsmittel und -menge	mindestens 30 g gereinigtes XAD-2, dotiert mit <sup>13</sup> C <sub>12</sub> -markiertem PCDD/F- und PCB-Probenahmestandard gemäß EN 1948-1 und -4
Probenahmesystem	siehe Anlage 3, Prüfmittelkatalog, Messkomponente PCDD/F
eingestellter Durchfluss	ca. 1 m <sup>3</sup> /h (gemäß Isokinetik)
Abstand zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Sorptionsmittel	ca. 1,4 m

**4.5.1.3 Probenahme und Nachbehandlung**

Nachbehandlung	Spülen der Probenahmeapparatur mit destilliertem H <sub>2</sub> O, Toluol und Aceton
----------------	--

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\163M\163767\M163767\_24\_BER\_1D\_1.DOCX;21. 11. 2023

Probentransfer	lichtgeschützt, Kondensat und Spüllösung in Braunglasflaschen
Zeitraum zwischen Probenahme und Probenaufbereitung	max. 4 Tage
Zeitraum der Analyse	30.09.2023 – 24.10.2023
Beteiligung eines Fremdlabors	mas   münster analytical solutions gmbh, 48149 Münster

#### 4.5.1.4 Analytische Bestimmung

Richtlinie	DIN EN 1948-2/-3/-4 (06 – 2006/06 – 2006/03-2014)
Beschreibung des Analysenverfahrens	Bestimmung der PCDD-/PCDF- und dl-PCB-Gehalte mittels hochauflösender HRGC/HRMS
Aufarbeitung des Probenmaterials	Extraktion der festen Phasen (XAD-2 nach Trocknung, Quarzwatte und Planfilter nach HCl-Behandlung und Trocknung) mit Toluol/Aceton; nach Zugabe von <sup>13</sup> C <sub>12</sub> -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 <sup>13</sup> C <sub>12</sub> -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	<sup>13</sup> C <sub>12</sub> -Standards gemäß EN1948

#### 4.5.1.5 Verfahrenskenngrößen

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

#### 4.5.1.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen und Bestimmung von Wiederfindungsraten durch Standardzugabe



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<sup>3</sup> Probenahmeverolumen  
relative erweiterte Messunsicherheit

für Benzo(a)pyren i.d.R. bei 0,001 µg/m<sup>3</sup>

Die Messunsicherheiten für die o. g. analytischen Verfahren wurden nach DIN ISO 11352\_2013-03 abgeleitet. Sie stellen jeweils die erweiterte Unsicherheit dar und wurden mit einem Erweiterungsfaktor von k=2 erhalten. Dies entspricht einem Vertrauensniveau von ungefähr 95 %.

Benzo(a)pyren: 24,0 %

16 EPA-PAK: 20,8 %

#### 4.5.2.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Blindwertbestimmungen und Bestimmung von Wiederfindungsraten durch Standardzugabe

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

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

Dichtigkeitsprüfung der Probenahmeeinrichtung

Durchflusskontrolle

Messunsicherheit

siehe 6.3

### 4.6 Geruchsemission

entfällt

## 5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

Datenbasis: Betreiberangaben und Erhebungen durch Müller-BBM

### 5.1 Produktionsanlage

Betriebsweise repräsentativer Betriebszustand

Durchsatz/Leistung

Messtag	Fraktion	Durchsatz	Additiv Sorbacal Micro
EQ10: 26.09.2023	Alu	15,6 t/h	-
EQ9: 27.09.2023	Alu	16 t/h	-

Abweichungen von genehmigter bzw. bestimmungs-  
gemäßer Betriebsweise

keine

besondere Vorkommnisse

26.09.2023:  
Materialwechsel in den Zeiträumen 11:34-11:42 Uhr

27.09.2023  
Materialwechsel im Zeitraum 10:30-10:39 Uhr

Während der Störungen wurden die Messungen unterbrochen. Die fehlenden Zeiträume wurden insbesondere bei den Dioxinmessungen angehängt, um den vorgegebenen Messzeitraum von sechs Stunden zu erreichen.

### 5.2 Abgasreinigungsanlagen

Betriebsweise repräsentativer Betriebszustand

Abgasreinigung keine Dosierung von Additiv

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 Messungen wurde die Anlage bestimmungsgemäß betrieben. Die Durchführung der Messungen erfolgte bei den unter Abschnitt 5.1 aufgeführten Betriebsgrößen. Pausenzeiten blieben unberücksichtigt. Unter diesen Bedingungen lag zum Messzeitpunkt eine sowohl repräsentative als auch maximale Auslastung der Anlage von 97,5 % bzw. 100 % laut Betreiber 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).

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

#### Messergebnisse EQ 9 (Mühle)

**Tabelle 6.2.1.** Messergebnisse Abgasrandbedingungen EQ 9.

Datum	Zeit	P hPa	v m/s	T °C	H <sub>2</sub> O Vol. %	O <sub>2</sub> Vol. %	dV/dt, Betrieb m <sup>3</sup> /h	dV/dt, N,f m <sup>3</sup> /h,N,f	dV/dt, N,tr m <sup>3</sup> /h,N,tr
27.09.2023	08:34-08:39	1003,1	15,3	22,4	1,7	20,9	43363	39673	38995
	P	Druck		T	Temperatur		O <sub>2</sub>	Sauerstoff	
	v	Strömungsgeschwindigkeit		H <sub>2</sub> O	Abgasfeuchte		dV/dt	Volumenstrom	

**Tabelle 6.2.2.** Messergebnisse kontinuierliche Messparameter EQ 9.

Komponente		C Ges								
Nr	Datum	Zeit	C Ges mgC/m <sup>3</sup>	H <sub>2</sub> O Vol. %	C Ges 1) mgC/m <sup>3</sup> ,N	C Ges 1)3) mgC/m <sup>3</sup> ,N	Up 2)3) mgC/m <sup>3</sup> ,N	C Ges 3) kg/h	Up 2)3) kg/h	
1	27.09.2023	09:07-09:37	13,42	1,7	13,65	13,6	3,9	0,53	0,15	
2	27.09.2023	09:45-10:15	16,01	1,7	16,29	16,2	3,9	0,63	0,15	
3	27.09.2023	10:22-10:52	10,44	1,7	10,62	10,6	3,9	0,41	0,15	
4	27.09.2023	11:06-11:44	9,83	1,7	10,00	9,9	3,9	0,38	0,15	
5	27.09.2023	11:41-12:11	8,81	1,7	8,96	8,9	3,9	0,34	0,15	
6	27.09.2023	12:16-12:46	11,48	1,7	11,68	11,6	3,9	0,45	0,15	
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)						11,8		0,46		
<b>Maximalwert</b>						<b>16,2</b>		<b>0,63</b>		
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>						<b>12</b>		<b>0,5</b>		
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>						<b>20</b>		<b>0,8</b>		
<b>Grenzwert</b>						<b>30</b>		-		

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung
- 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
- 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

**Tabelle 6.2.3.** Messergebnisse partikelförmige Messparameter EQ 9.

Komponente		Staub									
Nr	Datum	Zeit	Staub	Volumen	Düse	Absaugfehler	Staub 1)	Staub 1)3)	Up 2)3)	Staub 3)	Up 2)3)
			mg/Probe	m³N	mm	%	mg/m³,N	mg/m³,N	mg/m³,N	kg/h	kg/h
1	27.09.2023	09:07-09:37	2,22	0,980	7	3	2,27	2,2	0,3	0,08	0,01
2	27.09.2023	10:22-11:01	2,50	0,971	7	2	2,58	2,5	0,4	0,1	0,01
3	27.09.2023	11:41-12:11	1,15	0,965	7	1	1,19	1,1	0,2	0,04	0,00
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								2,0		0,07	
<b>Maximalwert</b>								<b>2,5</b>		<b>0,1</b>	
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>								<b>2</b>		<b>0</b>	
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>								<b>3</b>		<b>0</b>	
<b>Grenzwert</b>								<b>5</b>		<b>-</b>	

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Komponente		Hg								
Nr	Datum	Zeit	Volumen	Düse	Absaugfehler	Klasse I 5.2.2 TA Luft 1)	Klasse I 5.2.2 TA Luft 1)3)	Up 2)3)	Klasse I 5.2.2 TA Luft 3)	Up 2)3)
			m³N	mm	%	µg/m³,N	mg/m³,N	mg/m³,N	g/h	g/h
1	27.09.2023	09:45-10:15	0,718	6	2	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	27.09.2023	11:06-11:36	0,712	6	1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	27.09.2023	12:16-12:46	0,708	6	1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,0000		0,0000
<b>Maximalwert</b>								<b>0,0000</b>		<b>0,0000</b>
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>								<b>0,00</b>		<b>0,00</b>
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>								<b>0,00</b>		<b>0,00</b>
<b>Grenzwert</b>								<b>0,05</b>		<b>-</b>

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Komponente		TI								
Nr	Datum	Zeit	Volumen	Düse	Absaugfehler	Klasse I 5.2.2 TA Luft 1)	Klasse I 5.2.2 TA Luft 1)3)	Up 2)3)	Klasse I 5.2.2 TA Luft 3)	Up 2)3)
			m³N	mm	%	µg/m³,N	mg/m³,N	mg/m³,N	g/h	g/h
1	27.09.2023	09:45-10:15	0,718	6	2	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	27.09.2023	11:06-11:36	0,712	6	1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	27.09.2023	12:16-12:46	0,708	6	1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,0000		0,0000
<b>Maximalwert</b>								<b>0,0000</b>		<b>0,0000</b>
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>								<b>0,00</b>		<b>0,00</b>
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>								<b>0,00</b>		<b>0,00</b>
<b>Grenzwert</b>								<b>0,05</b>		<b>-</b>

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\163767\163767\M163767\_24\_BER\_1D\_1.DOCX:21. 11. 2023

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

Nr	Datum	Zeit	Volumen m³N	Düse mm	Absaugfehler %	Klasse II 5.2.2 TA Luft		Klasse II 5.2.2 TA Luft	
						1) µg/m³,N	1)3) mg/m³,N	2)3) mg/m³,N	3) g/h
1	27.09.2023	09:45-10:15	0,718	6	2	2,70	0,002	0,000	0,10
2	27.09.2023	11:06-11:36	0,712	6	1	2,47	0,002	0,000	0,09
3	27.09.2023	12:16-12:46	0,708	6	1	2,09	0,002	0,000	0,08
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,002		0,09
<b>Maximalwert</b>							<b>0,002</b>		<b>0,10</b>
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,0</b>		<b>0,1</b>
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,0</b>		<b>0,1</b>
<b>Grenzwert</b>							<b>0,5</b>		<b>-</b>

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

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

Nr	Datum	Zeit	Volumen m³N	Düse mm	Absaugfehler %	Klasse III 5.2.2 TA Luft		Klasse III 5.2.2 TA Luft	
						1) µg/m³,N	1)3) mg/m³,N	2)3) mg/m³,N	3) g/h
1	27.09.2023	09:45-10:15	0,718	6	2	2,30	0,00	0,00	0,08
2	27.09.2023	11:06-11:36	0,712	6	1	2,03	0,00	0,00	0,07
3	27.09.2023	12:16-12:46	0,708	6	1	0,67	0,00	0,00	0,02
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,00		0,06
<b>Maximalwert</b>							<b>0,00</b>		<b>0,08</b>
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0</b>		<b>0,1</b>
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0</b>		<b>0,1</b>
<b>Grenzwert</b>							<b>1</b>		<b>-</b>

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

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

Nr	Datum	Zeit	Volumen m³N	Düse mm	Absaugfehler %	Klasse I-III 5.2.2 TA Luft		Klasse I-III 5.2.2 TA Luft	
						1) µg/m³,N	1)3) mg/m³,N	2)3) mg/m³,N	3) g/h
1	27.09.2023	09:45-10:15	0,718	6	2	5,00	0,00	0,00	0,19
2	27.09.2023	11:06-11:36	0,712	6	1	4,50	0,00	0,00	0,17
3	27.09.2023	12:16-12:46	0,708	6	1	2,76	0,00	0,00	0,10
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,00		0,15
<b>Maximalwert</b>							<b>0,00</b>		<b>0,19</b>
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0</b>		<b>0,2</b>
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0</b>		<b>0,2</b>
<b>Grenzwert</b>							<b>1</b>		<b>-</b>

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

**Komponente As,B(a)P,Cd,CowI,CrVI**

Nr	Datum	Zeit	Volumen m³N	Düse mm	Absaugfehler %	Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft		Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft		Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft	
						1) µg/m³,N	1)3) mg/m³,N	2)3) mg/m³,N	3) mg/h	2)3) mg/h	
1	27.09.2023	09:45-10:15	0,718	6	2	0,04	0,0000	0,0000	1,438	0,047	
2	27.09.2023	11:06-11:36	0,712	6	1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
3	27.09.2023	12:16-12:46	0,708	6	1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,0000		0,479		
<b>Maximalwert</b>							<b>0,0000</b>		<b>1,438</b>		
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,00</b>		<b>1,39</b>		
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,00</b>		<b>1,49</b>		
<b>Grenzwert</b>							<b>0,05</b>		-		

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

**Tabelle 6.2.4.** Messergebnisse besondere hochtoxische Messparameter EQ 9.

**Komponente PCDD/F**

Nr	Datum	Zeit	I-TE/Q ng/Probe	Volumen m³N	Düse mm	Absaugfehler %	I-TE/Q		Up		I-TE/Q		Up	
							1) ng/m³,N	1)3) ng/m³,N	2)3) ng/m³,N	3) mg/h	2)3) mg/h			
1	27.09.2023	08:59-15:08	0,0000	6,252	5	7	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Maximalwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)</b>							<b>0,000</b>		<b>0,000</b>					
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,0</b>		<b>0,0</b>					
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,0</b>		<b>0,0</b>					
<b>Grenzwert</b>							<b>0,1</b>		-					

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

**Messergebnisse EQ 10 (Sichter)**

**Tabelle 6.2.5.** Messergebnisse Abgasrandbedingungen EQ 10.

Datum	Zeit	P hPa	v m/s	T °C	H <sub>2</sub> O Vol. %	O <sub>2</sub> Vol. %	dV/dt, Betrieb m³/h	dV/dt, N,f m³/h,N,f	dV/dt, N,tr m³/h,N,tr
26.09.2023	08:50-08:55	1004,1	11,8	16,8	1,2	20,9	33266	31056	30696
P	Druck			T	Temperatur		O <sub>2</sub>	Sauerstoff	
v	Strömungsgeschwindigkeit			H <sub>2</sub> O	Abgasfeuchte		dV/dt	Volumenstrom	

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\163M163767\163767\_24\_BER\_1D\_1.DOCX:21. 11. 2023

**Tabelle 6.2.6.** Messergebnisse kontinuierliche Messparameter EQ 10.

Komponente		C Ges								
Nr	Datum	Zeit	C Ges	H <sub>2</sub> O	C Ges	C Ges	Up	C Ges	Up	
			mgC/m <sup>3</sup>	Vol. %	1)	1)3)	2)3)	3)	2)3)	
					mgC/m <sup>3</sup> ,N	mgC/m <sup>3</sup> ,N	mgC/m <sup>3</sup> ,N	kg/h	kg/h	
1	26.09.2023	09:25-09:55	2,74	1,2	2,77	< 3,2	0,5	< 0,09	0,01	
2	26.09.2023	10:03-10:33	2,59	1,2	2,62	< 3,2	0,5	< 0,09	0,01	
3	26.09.2023	10:37-11:07	2,74	1,2	2,77	< 3,2	0,5	< 0,09	0,01	
4	26.09.2023	11:16-11:54	2,99	1,2	3,02	< 3,2	0,5	< 0,09	0,01	
5	26.09.2023	12:03-12:33	2,45	1,2	2,48	< 3,2	0,5	< 0,09	0,01	
6	26.09.2023	12:40-13:10	2,49	1,2	2,52	< 3,2	0,5	< 0,09	0,01	
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)						0,00		0,00		
<b>Maximalwert</b>						<b>0,00</b>		<b>0,00</b>		
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>						<b>0</b>		<b>0</b>		
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>						<b>1</b>		<b>0</b>		
<b>Grenzwert</b>						<b>30</b>		-		

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung
- 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
- 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

**Tabelle 6.2.7.** Messergebnisse partikelförmige Messparameter EQ 10.

Komponente		Staub										
Nr	Datum	Zeit	Staub	Volumen	Düse	Absaugfehler	Staub	Staub	Up	Staub	Up	
			mg/Probe	m <sup>3</sup> N	mm	%	1)	1)3)	2)3)	3)	2)3)	
							mg/m <sup>3</sup> ,N	mg/m <sup>3</sup> ,N	mg/m <sup>3</sup> ,N	kg/h	kg/h	
1	26.09.2023	09:25-09:55	0,70	1,013	8	3	0,69	0,6	0,1	0,02	0,003	
2	26.09.2023	10:37-11:07	0,59	1,002	8	2	0,59	0,5	0,1	0,01	0,003	
3	26.09.2023	12:03-12:33	0,80	0,993	8	1	0,81	0,8	0,1	0,02	0,005	
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)								0,6		0,02		
<b>Maximalwert</b>								<b>0,8</b>		<b>0,02</b>		
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>								<b>1</b>		<b>0,0</b>		
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>								<b>1</b>		<b>0,0</b>		
<b>Grenzwert</b>								<b>5</b>		-		

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung
- 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
- 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

Komponente		Hg										
Nr	Datum	Zeit	Volumen	Düse	Absaugfehler	Klasse I 5.2.2	Klasse I 5.2.2	Up	Klasse I 5.2.2	Up		
			m <sup>3</sup> N	mm	%	1)	1)3)	2)3)	3)	2)3)		
						µg/m <sup>3</sup> ,N	µg/m <sup>3</sup> ,N	mg/m <sup>3</sup> ,N	g/h	g/h		
1	26.09.2023	10:03-10:33	0,784	7	4	1,596	0,001	0,0001	0,049	0,005		
2	26.09.2023	11:16-11:54	0,766	7	2	0,898	0,0008	0,0000	0,027	0,002		
3	26.09.2023	12:40-13:10	0,761	7	1	0,649	0,0006	0,0000	0,019	0,002		
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,001		0,032			
<b>Maximalwert</b>							<b>0,001</b>		<b>0,049</b>			
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,00</b>		<b>0,04</b>			
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,00</b>		<b>0,05</b>			
<b>Grenzwert</b>							<b>0,05</b>		-			

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung
- 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt
- 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\163767\M163767\_24\_BER\_1D\_1.DOCX:21. 11. 2023

## Komponente TI

Nr	Datum	Zeit	Volumen m <sup>3</sup> N	Düse mm	Absaugfehler %	Klasse I 5.2.2	Klasse I 5.2.2	Up 2)3)	Klasse I 5.2.2	Up 2)3)
						1) TA Luft µg/m <sup>3</sup> ,N	1)3) TA Luft mg/m <sup>3</sup> ,N		3) TA Luft g/h	
1	26.09.2023	10:03-10:33	0,784	7	4	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	26.09.2023	11:16-11:54	0,766	7	2	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	26.09.2023	12:40-13:10	0,761	7	1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,0000	0,0000		
<b>Maximalwert</b>							<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>		
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,00</b>	<b>0,00</b>		
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,00</b>	<b>0,00</b>		
<b>Grenzwert</b>							<b>0,05</b>	-		

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

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

Nr	Datum	Zeit	Volumen m <sup>3</sup> N	Düse mm	Absaugfehler %	Klasse II 5.2.2	Klasse II 5.2.2	Up 2)3)	Klasse II 5.2.2	Up 2)3)
						1) TA Luft µg/m <sup>3</sup> ,N	1)3) TA Luft mg/m <sup>3</sup> ,N		3) TA Luft g/h	
1	26.09.2023	10:03-10:33	0,784	7	4	1,29	0,001	0,000	0,039	0,001
2	26.09.2023	11:16-11:54	0,766	7	2	0,00	0,000	0,000	0,0000	0,0000
3	26.09.2023	12:40-13:10	0,761	7	1	0,00	0,000	0,000	0,0000	0,0000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,000	0,013		
<b>Maximalwert</b>							<b>0,001</b>	<b>0,039</b>		
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,0</b>	<b>0,04</b>		
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,0</b>	<b>0,04</b>		
<b>Grenzwert</b>							<b>0,5</b>	-		

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

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

Nr	Datum	Zeit	Volumen m <sup>3</sup> N	Düse mm	Absaugfehler %	Klasse III	Klasse III	Up 2)3)	Klasse III	Up 2)3)
						1) 5.2.2 TA Luft µg/m <sup>3</sup> ,N	1)3) 5.2.2 TA Luft mg/m <sup>3</sup> ,N		3) 5.2.2 TA Luft g/h	
1	26.09.2023	10:03-10:33	0,784	7	4	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
2	26.09.2023	11:16-11:54	0,766	7	2	0,47	0,00	0,00	0,014	0,0005
3	26.09.2023	12:40-13:10	0,761	7	1	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,00	0,004		
<b>Maximalwert</b>							<b>0,00</b>	<b>0,014</b>		
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0</b>	<b>0,01</b>		
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0</b>	<b>0,01</b>		
<b>Grenzwert</b>							<b>1</b>	-		

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

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

Nr	Datum	Zeit	Volumen m³N	Düse mm	Absaugfehler %	Klasse I-III 5.2.2 TA Luft		Klasse I-III 5.2.2 TA Luft		Klasse I-III 5.2.2 TA Luft	
						1) µg/m³,N	1)3) mg/m³,N	2)3) mg/m³,N	3) g/h	Up 2)3) g/h	
1	26.09.2023	10:03-10:33	0,784	7	4	2,89	0,00	0,00	0,088	0,005	
2	26.09.2023	11:16-11:54	0,766	7	2	1,37	0,00	0,00	0,041	0,003	
3	26.09.2023	12:40-13:10	0,761	7	1	0,65	0,00	0,00	0,019	0,002	
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,00		0,050		
<b>Maximalwert</b>							<b>0,00</b>		<b>0,088</b>		
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0</b>		<b>0,08</b>		
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0</b>		<b>0,09</b>		
<b>Grenzwert</b>							<b>1</b>		<b>-</b>		

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

**Komponente** As,B(a)P,Cd,CowI,CrVI

Nr	Datum	Zeit	Volumen m³N	Düse mm	Absaugfehler %	Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft		Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft		Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft	
						1) µg/m³,N	1)3) mg/m³,N	2)3) mg/m³,N	3) mg/h	Up 2)3) mg/h	
1	26.09.2023	10:03-10:33	0,784	7	4	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
2	26.09.2023	11:16-11:54	0,766	7	2	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
3	26.09.2023	12:40-13:10	0,761	7	1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,0000		0,0000		
<b>Maximalwert</b>							<b>0,0000</b>		<b>0,0000</b>		
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,00</b>		<b>0,00</b>		
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,00</b>		<b>0,00</b>		
<b>Grenzwert</b>							<b>0,05</b>		<b>-</b>		

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

**Tabelle 6.2.8.** Messergebnisse besondere hochtoxische Messparameter EQ 10.

**Komponente** PCDD/F

Nr	Datum	Zeit	I-TE/Q ng/Probe	Volumen m³N	Düse mm	Absaugfehler %	I-TE/Q		I-TE/Q		I-TE/Q	
							1) ng/m³,N	1)3) ng/m³,N	2)3) ng/m³,N	3) mg/h	Up 2)3) mg/h	
1	26.09.2023	09:10-15:18	0,0002	6,949	6	5	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Mittelwert (Werte kleiner Bestimmungsgrenze (BG) mit 0% der BG berücksichtigt)							0,000		0,000			
<b>Maximalwert</b>							<b>0,0</b>		<b>0,0</b>			
<b>Maximalwert - erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,0</b>		<b>0,0</b>			
<b>Maximalwert + erweiterte Messunsicherheit</b>							<b>0,0</b>		<b>0,0</b>			
<b>Grenzwert</b>							<b>0,1</b>		<b>-</b>			

- 1) keine O<sub>2</sub>-Bezugswertrechnung  
 2) Bestimmung der Messunsicherheit (Up): indirekt  
 3) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

### 6.3 Messunsicherheiten

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

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

**Tabelle 6.3.1.** Messunsicherheit Massenkonzentration EQ 9.

Komponente		Einheit	Y <sub>max</sub>	U <sub>P</sub>	Y <sub>max</sub> -U <sub>P</sub> *)	Y <sub>max</sub> +U <sub>P</sub> *)	Bestimmungsmethode
<b>Staub</b>		mg/m <sup>3</sup> ,N	2,5	0,4	2	3	indirekt
<b>C Ges</b>		mgC/m <sup>3</sup> ,N	16,2	3,9	12	20	indirekt
<b>Hg</b>	Klasse I 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
<b>TI</b>	Klasse I 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
<b>Summe Pb,Co,Ni,Se,Te</b>	Klasse II 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,002	0,000	0,0	0,0	indirekt
<b>Summe Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F</b>	Klasse III 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,00	0,00	0	0	indirekt
<b>Summe Hg,TI,Pb,Co,Ni,Se,Te,Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F</b>	Klasse I-III 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,00	0,00	0	0	indirekt
<b>As,B(a)P,Cd,CowI,CrVI</b>	Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft	1) mg/m <sup>3</sup> ,N	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
<b>PCDD/F</b>	I-TE/Q	1) ng/m <sup>3</sup> ,N	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt

\*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

1) Fremdanalytik (siehe 1.12)

Y<sub>max</sub>: maximaler Messwert

U<sub>P</sub>: Messunsicherheit

**Tabelle 6.3.2.** Messunsicherheit Massenkonzentration EQ 10.

Komponente		Einheit	Y <sub>max</sub>	U <sub>P</sub>	Y <sub>max</sub> -U <sub>P</sub> *)	Y <sub>max</sub> +U <sub>P</sub> *)	Bestimmungsmethode
<b>Staub</b>		mg/m <sup>3</sup> ,N	0,8	0,1	1	1	indirekt
<b>C Ges</b>		mgC/m <sup>3</sup> ,N	0,00	0,5	0	1	indirekt
<b>Hg</b>	Klasse I 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,001	0,0001	0,00	0,00	indirekt
<b>TI</b>	Klasse I 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
<b>Summe Pb,Co,Ni,Se,Te</b>	Klasse II 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,001	0,000	0,0	0,0	indirekt
<b>Summe Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F</b>	Klasse III 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,00	0,00	0	0	indirekt
<b>Summe Hg,TI,Pb,Co,Ni,Se,Te,Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F</b>	Klasse I-III 5.2.2 TA Luft	mg/m <sup>3</sup> ,N	0,00	0,00	0	0	indirekt
<b>As,B(a)P,Cd,CowI,CrVI</b>	Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft	1) mg/m <sup>3</sup> ,N	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
<b>PCDD/F</b>	I-TE/Q	1) ng/m <sup>3</sup> ,N	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt

\*) Rundung gemäß bundeseinheitlichem Mustermessbericht

1) Fremdanalytik (siehe 1.12)

Y<sub>max</sub>: maximaler Messwert

U<sub>P</sub>: Messunsicherheit

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\163M\163767\24\_BER\_1D\_1.DOCX:21. 11. 2023

Tabelle 6.3.3. Messunsicherheit Massenstrom EQ 9.

Komponente		Einheit	$Y_{max}$	$U_P$	$Y_{max}-U_P$ *)	$Y_{max}+U_P$ *)	Bestimmungsmethode
Staub		kg/h	0,1	0,01	0	0	indirekt
C Ges		kg/h	0,63	0,15	0,5	0,8	indirekt
Hg	Klasse I 5.2.2 TA Luft	g/h	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
Tl	Klasse I 5.2.2 TA Luft	g/h	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
Summe Pb,Co,Ni,Se,Te	Klasse II 5.2.2 TA Luft	g/h	0,10	0,003	0,1	0,1	indirekt
Summe Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F	Klasse III 5.2.2 TA Luft	g/h	0,08	0,002	0,1	0,1	indirekt
Summe Hg,Tl,Pb,Co,Ni,Se,Te,Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F	Klasse I-III 5.2.2 TA Luft	g/h	0,19	0,006	0,2	0,2	indirekt
As,B(a)P,Cd,CowI,CrVI	Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft	1) mg/h	1,438	0,047	1,39	1,49	indirekt
PCDD/F	I-TE/Q	1) mg/h	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt

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

Tabelle 6.3.4. Messunsicherheit Massenstrom EQ 10.

Komponente		Einheit	$Y_{max}$	$U_P$	$Y_{max}-U_P$ *)	$Y_{max}+U_P$ *)	Bestimmungsmethode
Staub		kg/h	0,02	0,005	0,0	0,0	indirekt
C Ges		kg/h	0,00	0,01	0	0	indirekt
Hg	Klasse I 5.2.2 TA Luft	g/h	0,049	0,005	0,04	0,05	indirekt
Tl	Klasse I 5.2.2 TA Luft	g/h	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
Summe Pb,Co,Ni,Se,Te	Klasse II 5.2.2 TA Luft	g/h	0,039	0,001	0,04	0,04	indirekt
Summe Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F	Klasse III 5.2.2 TA Luft	g/h	0,014	0,0005	0,01	0,01	indirekt
Summe Hg,Tl,Pb,Co,Ni,Se,Te,Sb,Cr,Cu,Mn,V,Sn,CN,F	Klasse I-III 5.2.2 TA Luft	g/h	0,088	0,005	0,08	0,09	indirekt
As,B(a)P,Cd,CowI,CrVI	Klasse I 5.2.7.1.1 TA Luft	1) mg/h	0,0000	0,0000	0,00	0,00	indirekt
PCDD/F	I-TE/Q	1) mg/h	0,000	0,000	0,0	0,0	indirekt

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

## 6.4 Plausibilitätsprüfung

Durch den Betrieb offensichtlich funktionsfähiger Abgasreinigungsanlagen wurden Messergebnisse ermittelt, wie sie unter vergleichbaren Bedingungen zu erwarten waren und auch an dieser Anlage bereits bei vorherigen Messungen gemessen wurden. Die Ergebnisse sind daher insgesamt als plausibel einzustufen.

Für den Inhalt des Berichtes zeichnen verantwortlich:



Dipl.-Ing. (FH) Daniela Bubalo

Projektleitung

Berichterstellung

Stellvertretend fachlich Verantwortliche

Telefon +49(2273)59280-27



Dipl.-Ing. (FH) Burkhard Waneck

Qualitätssicherung

Telefon +49(89)85602-315

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



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14119-01-00

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: Dioxinergebnisse mas

## Anlage 1: Mess- und Rechenwerte

### EQ 9

**Tabelle 7.1.1.** Mess- und Rechenwerte Abgasrandbedingungen/Strömungsprofil.

<b>Projekt-Nr.</b>	<b>M163767</b>		
<b>Betreiber</b>	<b>Theo Steil</b>		
Anlage	EQ9		
Messstelle	Reingas		
Brennstoff	Umgebungsluft		
Betriebszustand	Alu, 16 t/h	WAF Pos. 10.4, EN16911-1	1,000
Datum	27.09.2023	Faktor Staudrucksonde	1,002
Luftdruck	hPa 1003,0	O <sub>2</sub> -Konzentration	Vol.% 20,9
statischer Druck	hPa 0,1	CO <sub>2</sub> -Konzentration	Vol.% 0,0
Kanalform	kreisförmig	Abgastemperatur	°C 22,4
Kanaldurchmesser	m 1	Abgasfeuchte	rF [%] 63,4
		Abgasfeuchte	g/m <sup>3</sup> 14,0
Kanalfläche	m <sup>2</sup> 0,785		
Anzahl der Messachsen	2	Dichte Betrieb	kg/m <sup>3</sup> 1,176
Anzahl der Messpunkte/Achse	2	Dichte N,f	kg/m <sup>3</sup> 1,285
Anzahl der Messpunkte/Ebene	4	Dichte N,tr	kg/m <sup>3</sup> 1,293
Teilfläche	m <sup>2</sup> 0,196		

Zeit	Teilfläche (Achse/Nr.)	Eintauchtiefe mm	dynamischer Druck hPa	Geschwindigkeit Betrieb m/s	dV/dt Betrieb m <sup>3</sup> /h	dV/dt N,f m <sup>3</sup> /h	dV/dt N,tr m <sup>3</sup> /h
08:34	1	146	1,31	15,0	10574	9674	9508
	1	854	1,35	15,2	10747	9833	9664
	2	146	1,52	16,1	11402	10432	10253
08:39	2	854	1,33	15,1	10641	9735	9569
	Mittelwert		1,38	15,34			
Summe					43363	39673	38995

**Auswertung Volumenstrommessung**

**Projekt-Nr.** M163767  
**Betreiber** Theo Steil  
**Anlage** EQ9  
**Messstelle** Reingas

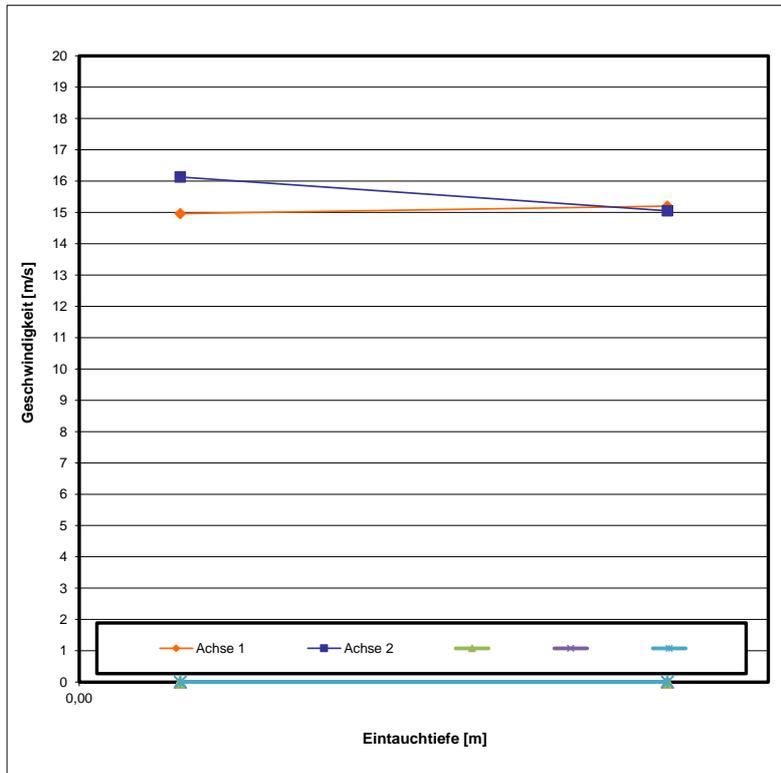
**Zeit** 08:34 - 08:39  
**Kanalform** kreisförmig  
**Kanaldurchmesser** 1,00 m

**Anzahl der Messachsen** 2  
**Anzahl der Messpunkte/Achse** 2

**mittlere Geschwindigkeit** 15,3 m/s  
**Standardabweichung** 0,5 m/s  
**relative Standardabweichung** 3,5 %  
**Unsicherheit der Mittelwertbildung \*)** 0,3 m/s  
**Verhältnis max./min. Geschwindigkeit** 1,08 : 1

**Geschwindigkeit Betriebszustand Alu, 16 t/h**

Teilfläche	Eintauchtiefe m	Achse 1 m/s	Achse 2 m/s
1	0,146	15,0	
2	0,854	15,2	
3	0,146		16,1
4	0,854		15,1
Mittelwert		15,1	15,6



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

**Tabelle 7.1.2.** Mess- und Rechenwerte kontinuierliche Messparameter - Driftberechnung.

Driften C Ges	berechnet mit	Maximalwert	Toleranz
Datum	Nullpunkt	Referenzpunkt	
Prüfmittel	0,00	105,50	2,0%
27.09.2023	0,12	105,80	mgC/m³
27.09.2023	0,81	102,98	mgC/m³
Drift [%]	1	-3	Driftkorrektur

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\163M163767\24\_BER\_24\_BER\_1D\_1.DOCX:21. 11. 2023

Tabelle 7.1.3. Mess- und Rechenwerte partikelförmige Messparameter.

**Komponente Staub**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse mg/Probe	Staub mg/m³	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
27.09.2023	09:07-09:37	1,012	1,022	12,3	1003	0,980	2,22	2,3	M301	7	3
27.09.2023	10:22-11:01	1,012	1,022	15,0	1003	0,971	2,50	2,6	M288	7	2
27.09.2023	11:41-12:11	1,012	1,023	16,9	1003	0,965	1,15	1,2	M305	7	1
Blindwert							0,28	0,3			

**Komponente CrVI**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse mg/Probe	CrVI mg/m³	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
27.09.2023	09:07-09:37	1,009	0,754	12,3	1003	0,721	0,00	0,0	M306, M4	6	3
27.09.2023	10:22-11:01	1,009	0,759	15,0	1003	0,719	0,00	0,0	F227, M5	6	2
27.09.2023	11:41-12:11	1,009	0,752	16,1	1003	0,709	0,00	0,0	M543, M6	6	1
Blindwert							0,00	0,0			

**Komponente Co wl**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse mg/Probe	Co wl mg/m³	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
27.09.2023	09:07-09:37	1,012	1,022	12,3	1003	0,980	0,00	0,0	M301	7	3
27.09.2023	10:22-11:01	1,012	1,022	15,0	1003	0,971	0,00	0,0	M288	7	2
27.09.2023	11:41-12:11	1,012	1,023	16,9	1003	0,965	0,00	0,0	M305	7	1
Blindwert							0,00	0,0			

**Komponente Hg**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse µg/Probe	Hg µg/m³	Proben-bezeichn.
27.09.2023	09:45-10:15	0,987	0,057	18,2	1003	0,052	0,03	0,6	M4
27.09.2023	11:06-11:36	0,987	0,055	20,2	1003	0,050	0,50	9,8	M5
27.09.2023	12:16-12:46	0,987	0,057	22,4	1003	0,052	0,06	1,3	M6
Blindwert								0,00	0,0

**Komponente SM\_TS**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
27.09.2023	09:45-10:15	1,009	0,754	13,4	1003	0,718	N89, M4	6	2
27.09.2023	11:06-11:36	1,009	0,752	15,1	1003	0,712	M401, M5	6	1
27.09.2023	12:16-12:46	1,009	0,754	17,6	1003	0,708	N90, M6	6	1

**Komponente SM\_TS**

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd filtergänglich µg/Probe	Tl filtergänglich µg/Probe	Sb filtergänglich µg/Probe	As filtergänglich µg/Probe	Pb filtergänglich µg/Probe	Cr filtergänglich µg/Probe	Co filtergänglich µg/Probe	Cu filtergänglich µg/Probe	Mn filtergänglich µg/Probe	Ni filtergänglich µg/Probe
1	27.09.2023	09:45-10:15	0,718	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7223	0,0000	0,0000
2	27.09.2023	11:06-11:36	0,712	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	27.09.2023	12:16-12:46	0,708	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

**Komponente SM\_TS**

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	V filtergänglich µg/Probe	Sn filtergänglich µg/Probe	Se filtergänglich µg/Probe	Te filtergänglich µg/Probe	Cd partikulär µg/Probe	Tl partikulär µg/Probe	Sb partikulär µg/Probe	As partikulär µg/Probe	Pb partikulär µg/Probe	Cr partikulär µg/Probe
1	27.09.2023	09:45-10:15	0,718	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0265	0,0000	0,0000	0,0000	0,7204	0,0000
2	27.09.2023	11:06-11:36	0,712	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6354	0,0000
3	27.09.2023	12:16-12:46	0,708	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4394	0,0000

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\M\PROJ\163\M\163767\M\163767\_24\_BER\_ID\_1.DOCX:21. 11. 2023

**Komponente** SM\_TS

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Co partikulär µg/Probe	Cu partikulär µg/Probe	Mn partikulär µg/Probe	Ni partikulär µg/Probe	V partikulär µg/Probe	Sn partikulär µg/Probe	Se partikulär µg/Probe
1	27.09.2023	09:45-10:15	0,718	0,0000	0,5445	0,6606	1,2182	0,0000	0,4442	0,0000
2	27.09.2023	11:06-11:36	0,712	0,0000	0,5119	0,6065	1,1244	0,0000	0,3272	0,0000
3	27.09.2023	12:16-12:46	0,708	0,0000	0,0000	0,4722	1,0383	0,0000	0,0000	0,0000

**Komponente** CNF

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Proben- bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
27.09.2023	09:07-09:37	1,012	1,022	12,3	1003	0,980	M301	7	3
27.09.2023	10:22-11:01	1,012	1,022	15,0	1003	0,971	M288	7	2
27.09.2023	11:41-12:11	1,012	1,023	16,9	1003	0,965	M305	7	1

**Komponente** CNF

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	CN partikulär µg/Probe	CN partikulär µg/m³	F partikulär µg/Probe	F partikulär µg/m³
1	27.09.2023	09:07-09:37	0,980	0,0000	<2,6943	0,0000	<2,7979
2	27.09.2023	10:22-11:01	0,971	0,0000	<2,6943	0,0000	<2,7979
3	27.09.2023	11:41-12:11	0,965	0,0000	<2,6943	0,0000	<2,7979

**Tabelle 7.1.4.** Mess- und Rechenwerte besondere hochtoxische Messparameter.

**Komponente** I-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 %
27.09.2023	08:59-15:08	1,039	6,487	18,3	1003	6,252	M2	5	7

**Komponente** I-TEQ PCDD/F /B(a)P

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	I-TEQ ng/Probe	I-TEQ ng/m³	B(a)P ng/Probe	B(a)P ng/m³
1	27.09.2023	08:59-15:08	6,252	0,0004	<0,001	0,0000	<1,599

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\M\PROJ\163M\163767\M\163767\_24\_BER\_1D\_1.DOCX:21. 11. 2023

## EQ 10

**Tabelle 7.1.5.** Mess- und Rechenwerte Abgasrandbedingungen/Strömungsprofil.

<b>Projekt-Nr.</b>	<b>M163767</b>		
<b>Betreiber</b>	<b>Theo Steil</b>		
Anlage	EQ10		
Messstelle	Reingas		
Brennstoff	Umgebungsluft		
Betriebszustand	Alu, 15,6 t/h	WAF Pos. 10.4, EN16911-1	1,000
Datum	26.09.2023	Faktor Staudrucksonde	1,001
Luftdruck	hPa 1004,0	O <sub>2</sub> -Konzentration	Vol.% 20,9
statischer Druck	hPa 0,1	CO <sub>2</sub> -Konzentration	Vol.% 0,0
Kanalform	kreisförmig	Abgastemperatur	°C 16,8
Kanaldurchmesser	m 1	Abgasfeuchte	rF [%] 60,8
		Abgasfeuchte	g/m <sup>3</sup> 9,4
Kanalfläche	m <sup>2</sup> 0,785		
Anzahl der Messachsen	2	Dichte Betrieb	kg/m <sup>3</sup> 1,202
Anzahl der Messpunkte/Achse	2	Dichte N,f	kg/m <sup>3</sup> 1,288
Anzahl der Messpunkte/Ebene	4	Dichte N,tr	kg/m <sup>3</sup> 1,293
Teilfläche	m <sup>2</sup> 0,196		

Zeit	Teilfläche	Eintauchtiefe	dynamischer Druck	Geschwindigkeit Betrieb	dV/dt Betrieb	dV/dt N,f	dV/dt N,tr
hh:mm	(Achse/Nr.)	mm	hPa	m/s	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h
08:50	1	146	0,78	11,4	8043	7509	7422
	1	854	0,85	11,9	8431	7871	7780
08:55	2	146	0,99	12,8	9066	8463	8365
	2	854	0,72	10,9	7726	7213	7129
Mittelwert			0,83	11,77			
Summe					33266	31056	30696

**Auswertung Volumenstrommessung**

**Projekt-Nr.** M163767  
**Betreiber** Theo Steil  
**Anlage** EQ10  
**Messstelle** Reingas

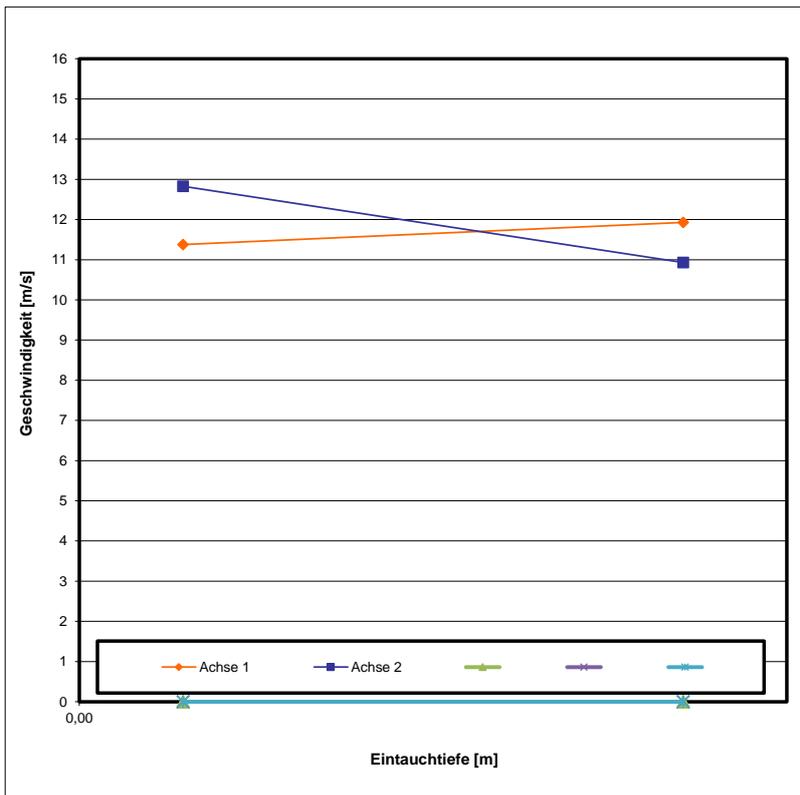
**Zeit** 08:50 - 08:55  
**Kanalform** kreisförmig  
**Kanaldurchmesser** 1,00 m

**Anzahl der Messachsen** 2  
**Anzahl der Messpunkte/Achse** 2

**mittlere Geschwindigkeit** 11,8 m/s  
**Standardabweichung** 0,8 m/s  
**relative Standardabweichung** 6,9 %  
**Unsicherheit der Mittelwertbildung \*)** 0,4 m/s  
**Verhältnis max./min. Geschwindigkeit** 1,17 : 1

**Geschwindigkeit Betriebszustand Alu, 15,6 t/h**

Teilfläche	Eintauchtiefe m	Achse 1 m/s	Achse 2 m/s
1	0,146	11,4	
2	0,854	11,9	
3	0,146		12,8
4	0,854		10,9
Mittelwert		11,7	11,9



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

**Tabelle 7.1.6.** Mess- und Rechenwerte kontinuierliche Messparameter - Driftberechnung.

<b>Driften C Ges</b>	berechnet mit	Maximalwert	Toleranz
<b>Datum</b>	<b>Nullpunkt</b>	<b>Referenzpunkt</b>	
Prüfmittel	0,00	105,50	2,0%
26.09.2023	0,28	106,10	mgC/m³
26.09.2023	0,38	106,34	mgC/m³
Drift [%]	0	0	

Tabelle 7.1.7. Mess- und Rechenwerte partikelförmige Messparameter.

**Komponente Staub**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse mg/Probe	Staub mg/m³	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
26.09.2023	09:25-09:55	1,012	1,052	11,3	1004	1,013	0,70	0,7	M281	8	3
26.09.2023	10:37-11:07	1,012	1,052	14,3	1004	1,002	0,59	0,6	M290	8	2
26.09.2023	12:03-12:33	1,012	1,056	18,0	1004	0,993	0,80	0,8	M285	8	1
Blindwert							0,32	0,3			

**Komponente CrVI**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse mg/Probe	CrVI mg/m³	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
26.09.2023	09:25-09:55	1,009	0,815	11,3	1004	0,782	0,00	0,0	M646, M1	7	4
26.09.2023	10:37-11:07	1,009	0,816	15,6	1004	0,772	0,00	0,0	F293, M2	7	3
26.09.2023	12:03-12:33	1,009	0,812	19,7	1004	0,757	0,00	0,0	M553, M3	7	1
Blindwert							0,00	0,0			

**Komponente Co wI**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse mg/Probe	Co wI mg/m³	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
26.09.2023	09:25-09:55	1,012	1,052	11,3	1004	1,013	0,00	0,0	M281	8	3
26.09.2023	10:37-11:07	1,012	1,052	14,3	1004	1,002	0,00	0,0	M290	8	2
26.09.2023	12:03-12:33	1,012	1,056	18,0	1004	0,993	0,00	0,0	M285	8	1
Blindwert							0,00	0,0			

**Komponente Hg**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Analyse µg/Probe	Hg µg/m³	Proben-bezeichn.
26.09.2023	10:03-10:33	0,987	0,053	17,1	1004	0,049	0,08	1,6	M1
26.09.2023	11:16-11:54	0,987	0,054	20,3	1004	0,049	0,04	0,9	M2
26.09.2023	12:40-13:10	0,987	0,055	24,7	1004	0,049	0,03	0,6	M3
Blindwert								0,00	0,0

**Komponente SM\_TS**

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Proben-bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
26.09.2023	10:03-10:33	1,009	0,826	14,7	1004	0,784	N40, M1	7	4
26.09.2023	11:16-11:54	1,009	0,815	17,3	1004	0,766	N02, M2	7	2
26.09.2023	12:40-13:10	1,009	0,822	22,0	1004	0,761	N92, M3	7	1

**Komponente SM\_TS**

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Cd filtergängig µg/Probe	Tl filtergängig µg/Probe	Sb filtergängig µg/Probe	As filtergängig µg/Probe	Pb filtergängig µg/Probe	Cr filtergängig µg/Probe	Co filtergängig µg/Probe	Cu filtergängig µg/Probe	Mn filtergängig µg/Probe	Ni filtergängig µg/Probe
1	26.09.2023	10:03-10:33	0,784	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	26.09.2023	11:16-11:54	0,766	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
3	26.09.2023	12:40-13:10	0,761	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

**Komponente SM\_TS**

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	V filtergängig µg/Probe	Sn filtergängig µg/Probe	Se filtergängig µg/Probe	Te filtergängig µg/Probe	Cd partikulär µg/Probe	Tl partikulär µg/Probe	Sb partikulär µg/Probe	As partikulär µg/Probe	Pb partikulär µg/Probe	Cr partikulär µg/Probe
1	26.09.2023	10:03-10:33	0,784	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	26.09.2023	11:16-11:54	0,766	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
3	26.09.2023	12:40-13:10	0,761	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\163\W\163767\M\163767\_24\_BER\_ID\_1.DOCX:21. 11. 2023

**Komponente** SM\_TS

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	Co partikulär µg/Probe	Cu partikulär µg/Probe	Mn partikulär µg/Probe	Ni partikulär µg/Probe	V partikulär µg/Probe	Sn partikulär µg/Probe	Se partikulär µg/Probe	Te partikulär µg/Probe	Hg partikulär µg/Probe
1	26.09.2023	10:03-10:33	0,784	0,000000	0,000000	0,000000	1,012791	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	26.09.2023	11:16-11:54	0,766	0,000000	0,000000	0,360179	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
3	26.09.2023	12:40-13:10	0,761	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

**Komponente** CNF

Datum	Zeit	Faktor GZ	GZ m³	T GZ °C	p Luft hPa	Probe m³N	Proben- bezeichn.	Düse mm	Absaugfehler %
26.09.2023	09:25-09:55	1,012	1,052	11,3	1004	1,013	M281	8	3
26.09.2023	10:37-11:07	1,012	1,052	14,3	1004	1,002	M290	8	2
26.09.2023	12:03-12:33	1,012	1,056	18,0	1004	0,993	M285	8	1

**Komponente** CNF

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	CN partikulär µg/Probe	CN partikulär µg/m³	F partikulär µg/Probe	F partikulär µg/m³
1	26.09.2023	09:25-09:55	1,013	0,0000	<2,6183	0,0000	<2,7190
2	26.09.2023	10:37-11:07	1,002	0,0000	<2,6183	0,0000	<2,7190
3	26.09.2023	12:03-12:33	0,993	0,0000	<2,6183	0,0000	<2,7190

**Tabelle 7.1.8.** Mess- und Rechenwerte besondere hochtoxische Messparameter.

**Komponente** I-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 %
26.09.2023	09:10-15:18	1,039	7,207	18,5	1004	6,949	M1	6	5

**Komponente** I-TEQ PCDD/F /B(a)P

Probe Nr	Datum	Zeit	Probe 1 m³N	I-TEQ ng/Probe	I-TEQ ng/m³	B(a)P ng/Probe	B(a)P ng/m³
1	26.09.2023	09:10-15:18	6,949	0,0002	0,0000	0,0000	<1,439

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\M\PROJ\163M\163767\M\163767\_24\_BER\_1D\_1.DOCX:21. 11. 2023

Anlage 2: Graphische Darstellung des Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten

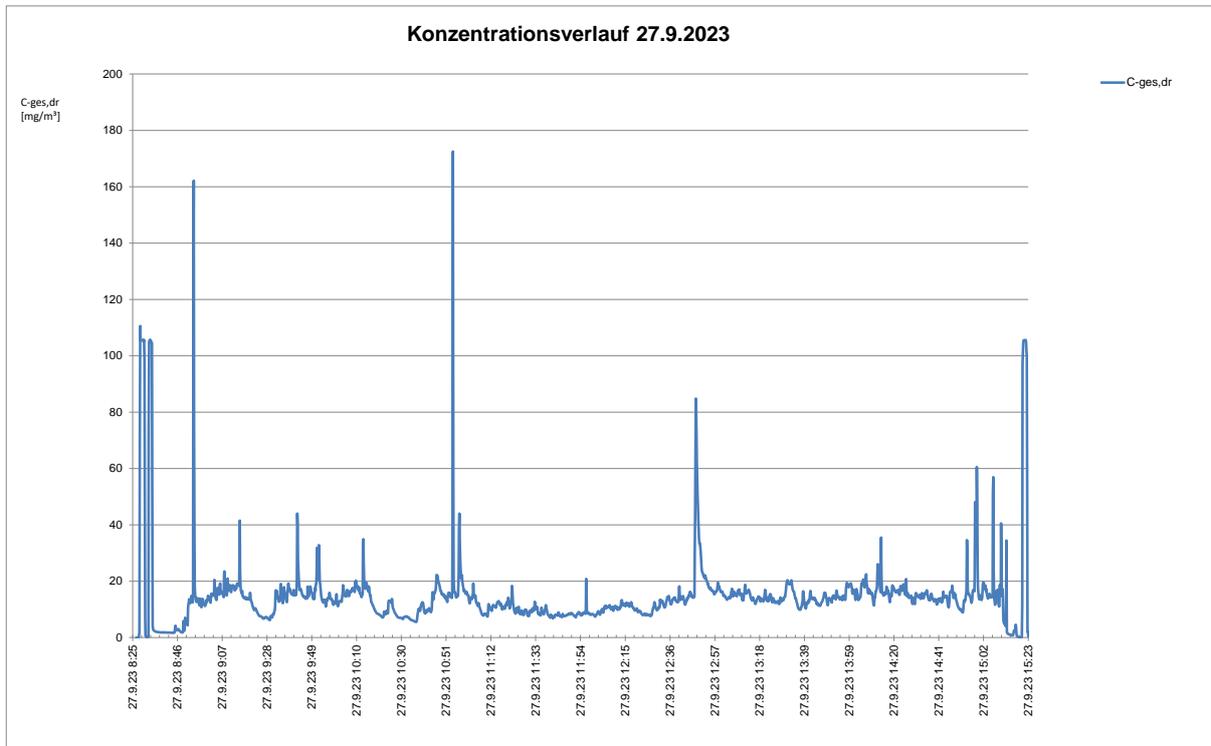


Abbildung 7.2.1. Graphischer Verlauf Gesamtkohlenstoff EQ9.

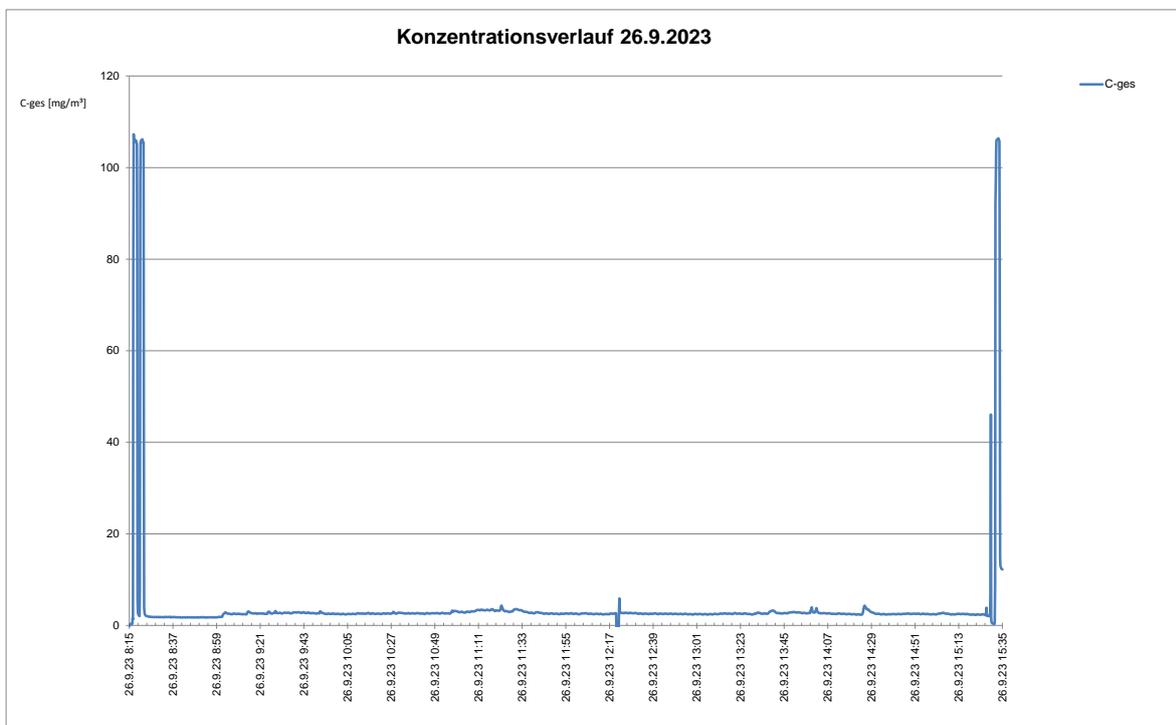


Abbildung 7.2.2. Graphischer Verlauf Gesamtkohlenstoff EQ10..

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\PROJ\163M\163767M\163767\_24\_BER\_ID\_1.DOCX:21. 11. 2023

Anlage 3: Prüfmittelkatalog

Messkomponente	Prüfmittel-Nr.	Hersteller	Typ	letzte		
				Überprüfung	Prüfintervall	Eignungsbekanngabe / Prüfbericht
P <sub>org</sub> , P <sub>stat</sub> , P <sub>aim</sub>	7532	Greisinger	GMH3156	02. 2023	12 Monate	
T, H <sub>2</sub> O	12100	Greisinger	GMH3351	02. 2023	12 Monate	
Staub, CowI, CN, F	7660	Kromschröder	BK-G4	01. 2023	12 Monate	
PCDD/F, B(a)P	10911	Kromschröder	BK-G4 M	03. 2023	12 Monate	
Cr(VI), SIS, Hg	12641	Kromschröder	BK-G4 M	01. 2023	12 Monate	
Hg	8728	ErsaTec	BBP1	07. 2023	12 Monate	
Gesamt-C	7645	Bermath Atomic	3006	03. 2023	12 Monate	

GMBL 1996, Nr. 8, Seite 188  
TUV Rheinland, Berichtsnummer 936/803017/2, 28.03.1995

Anlage 4: Dioxinergebnisse mas

**Prüfbericht** Nr. 1301 23-2138 P01  
 Datum: 2023-10-26 • Seite: 1 von 12



**Auftraggeber:** Müller-BBM Industry Solutions GmbH  
 Niederlassung Köln  
 Heinrich-Hertz-Str. 13  
 50170 Kerpen  
 Tel.: 02273 59280-29  
 Fax: 02273 59280-11  
 E-Mail: [daniela.bubalo@mbbm-ind.com](mailto:daniela.bubalo@mbbm-ind.com)  
 Auftrag / Projekt: M163 767 / B14

mas-Ansprechpartner:  
 Dr. Peter Luthardt  
 Wilhelm-Schickard-Straße 5  
 48149 Münster  
 Tel.: +49 (0) 251 384415-15  
 Fax: +49 (0) 251 384415-01  
 E-Mail: [p.luthardt@mas-tp.com](mailto:p.luthardt@mas-tp.com)  
 mas-Auftrag: 23-2138

**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
M163767 PCDD/F - M1	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kondensat + Glasrohr	23-2138-001
M163767 PCDD/F - M2	Abgasprobe	2 Kartuschen + Kondensat + Glasrohr	23-2138-002

**Probeneingang:** 29.09.2023

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

**Prüfbeginn:** 30.09.2023      **Prüfende:** 24.10.2023

**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 <sup>13</sup>C<sub>12</sub>-markierten PCDD/F- und PCB-Quantifizierungsstandards
- Soxhlet-Extraktion der Kompartimente mit Toluol/Aceton
- Teilung des Gesamtextraktes zur Analyse auf die verschiedenen Parameter

 Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018	<p><b>Hinweise:</b> 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>
--	--

**Prüfbericht** Nr. 1301 23-2138 P01

Datum: 2023-10-26 • Seite: 2 von 12

**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  $\text{D}_{12}$ -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 Analysenergebnisse bleibt dem Auftraggeber vorbehalten.

**Münster, den 26.10.2023**

Dieser Prüfbericht wurde von Franz Jöne freigegeben.  
Der Prüfbericht ist auch ohne Unterschrift gültig.

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

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

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M163767 PCDD/F - M1			
Probenart		Abgasprobe			
mas-Probennummer		23-2138-001			
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren	
<b>PCDD 2378-Kongenere</b>					
2378-TetraCDD	ng/Probe	nd	0,00100	DIN EN 1948, 2/3	
12378-PentaCDD	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3	
123478-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3	
123678-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3	
123789-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3	
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3	
12346789-OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3	
<b>PCDF 2378-Kongenere</b>					
2378-TetraCDF	ng/Probe	<b>0,00165</b>	0,00100	DIN EN 1948, 2/3	
12378-PentaCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3	
23478-PentaCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3	
123478-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3	
123678-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3	
123789-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3	
234678-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3	
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3	
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3	
12346789-OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3	
<b>PCDD Summen</b>					
Summe TetraCDD	ng/Probe	<b>0,00420</b>		DIN EN 1948, 2/3	
Summe PentaCDD	ng/Probe	<b>0,00227</b>		DIN EN 1948, 2/3	
Summe HexaCDD	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3	
Summe HeptaCDD	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3	
OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3	
<b>PCDF Summen</b>					
Summe TetraCDF	ng/Probe	<b>0,0872</b>		DIN EN 1948, 2/3	
Summe PentaCDF	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3	
Summe HexaCDF	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3	
Summe HeptaCDF	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3	
OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3	
<b>PCDD/F Summen</b>					
Summe Tetra- bis OctaCDD <sup>a</sup>	ng/Probe	<b>0,00647</b>		DIN EN 1948, 2/3	
Summe Tetra- bis OctaCDF <sup>a</sup>	ng/Probe	<b>0,0872</b>		DIN EN 1948, 2/3	
Summe Tetra- bis OctaCDD/F <sup>a</sup>	ng/Probe	<b>0,0937</b>		DIN EN 1948, 2/3	
<b>PCDD/F-TEQ-Werte</b>					
I-TEQ exklusive BG <sup>a</sup>	ng/Probe	<b>0,000165</b>		DIN EN 1948, 2/3	
I-TEQ inklusive BG <sup>b</sup>	ng/Probe	<b>0,00590</b>	0,00584	DIN EN 1948, 2/3	
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG <sup>a</sup>	ng/Probe	<b>0,000165</b>		DIN EN 1948, 2/3	
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG <sup>b</sup>	ng/Probe	<b>0,00640</b>	0,00634	DIN EN 1948, 2/3	
<b>Wiederfindung Probenahmestandard</b>					
WF-12378-PentaCDF-PS	%	<b>91</b>		DIN EN 1948, 2/3	
WF-123789-HexaCDF-PS	%	<b>106</b>		DIN EN 1948, 2/3	
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	<b>103</b>		DIN EN 1948, 2/3	

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

**Prüfbericht** Nr. 1301 23-2138 P01

Datum: 2023-10-26 • Seite: 4 von 12

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M163767 PCDD/F - M1		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		23-2138-001		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
<b>Non-ortho WHO-PCB</b>				
PCB 77	ng/Probe	<b>2,99</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 81	ng/Probe	<b>0,175</b>	0,0500	DIN EN 1948, 4
PCB 126	ng/Probe	<b>0,0318</b>	0,0250	DIN EN 1948, 4
PCB 169	ng/Probe	<b>nd</b>	0,0500	DIN EN 1948, 4
<b>Mono-ortho WHO-PCB</b>				
PCB 105	ng/Probe	<b>7,03</b>	0,500	DIN EN 1948, 4
PCB 114	ng/Probe	<b>0,582</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 118	ng/Probe	<b>14,7</b>	1,00	DIN EN 1948, 4
PCB 123	ng/Probe	<b>0,366</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 156	ng/Probe	<b>0,611</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 157	ng/Probe	<b>0,112</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 167	ng/Probe	<b>0,283</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 189	ng/Probe	<b>nd</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
<b>WHO-PCB-TEQ-Werte</b>				
WHO-PCB-TEQ 2005 exkl. BG <sup>a</sup>	ng/Probe	<b>0,00425</b>		DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG <sup>b</sup>	ng/Probe	<b>0,00575</b>	0,00409	DIN EN 1948, 4
<b>Wiederfindung Probenahmestandard</b>				
WF PCB 60	%	<b>100</b>		DIN EN 1948, 4
WF PCB 127	%	<b>103</b>		DIN EN 1948, 4
WF PCB 159	%	<b>102</b>		DIN EN 1948, 4

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

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

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\M\PROJ\163M\163767\M\163767\_24\_BER\_1D\_1.DOCX:21. 11. 2023

**Prüfbericht** Nr. 1301 23-2138 P01

Datum: 2023-10-26 • Seite: 5 von 12

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

Probenbezeichnung Auftraggeber

**M163767 PCDD/F - M1**Probenart  
mas-ProbennummerAbgasprobe  
23-2138-001

Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
<b>PAK Komponenten</b>				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	<b>nd</b>	0,0100	VDI 3874

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

mas | münster analytical solutions gmbh · Technologiepark Münster · Wilhelm-Schickard-Straße 5 · 48149 Münster · Internet: [www.mas-tp.com](http://www.mas-tp.com)

## Prüfbericht Nr. 1301 23-2138 P01

Datum: 2023-10-26 • Seite: 6 von 12



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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M163767 PCDD/F - M2		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		23-2138-002		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
<b>PCDD 2378-Kongenere</b>				
2378-TetraCDD	ng/Probe	nd	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDD	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDD	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDD	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
<b>PCDF 2378-Kongenere</b>				
2378-TetraCDF	ng/Probe	<b>0,00386</b>	0,00100	DIN EN 1948, 2/3
12378-PentaCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
23478-PentaCDF	ng/Probe	nd	0,00200	DIN EN 1948, 2/3
123478-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123678-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
123789-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
234678-HexaCDF	ng/Probe	nd	0,00300	DIN EN 1948, 2/3
1234678-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
1234789-HeptaCDF	ng/Probe	nd	0,0150	DIN EN 1948, 2/3
12346789-OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
<b>PCDD Summen</b>				
Summe TetraCDD	ng/Probe	<b>0,0123</b>		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDD	ng/Probe	<b>0,00546</b>		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDD	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDD	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDD	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
<b>PCDF Summen</b>				
Summe TetraCDF	ng/Probe	<b>0,171</b>		DIN EN 1948, 2/3
Summe PentaCDF	ng/Probe	<b>0,0210</b>		DIN EN 1948, 2/3
Summe HexaCDF	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
Summe HeptaCDF	ng/Probe	nb		DIN EN 1948, 2/3
OctaCDF	ng/Probe	nd	0,0450	DIN EN 1948, 2/3
<b>PCDD/F Summen</b>				
Summe Tetra- bis OctaCDD <sup>a</sup>	ng/Probe	<b>0,0177</b>		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDF <sup>a</sup>	ng/Probe	<b>0,192</b>		DIN EN 1948, 2/3
Summe Tetra- bis OctaCDD/F <sup>a</sup>	ng/Probe	<b>0,209</b>		DIN EN 1948, 2/3
<b>PCDD/F-TEQ-Werte</b>				
I-TEQ exklusive BG <sup>a</sup>	ng/Probe	<b>0,000386</b>		DIN EN 1948, 2/3
I-TEQ inklusive BG <sup>b</sup>	ng/Probe	<b>0,00613</b>	0,00584	DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 exkl. BG <sup>a</sup>	ng/Probe	<b>0,000386</b>		DIN EN 1948, 2/3
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 inkl. BG <sup>b</sup>	ng/Probe	<b>0,00662</b>	0,00634	DIN EN 1948, 2/3
<b>Wiederfindung Probenahmestandard</b>				
WF-12378-PentaCDF-PS	%	<b>94</b>		DIN EN 1948, 2/3
WF-123789-HexaCDF-PS	%	<b>116</b>		DIN EN 1948, 2/3
WF-1234789-HeptaCDF-PS	%	<b>108</b>		DIN EN 1948, 2/3

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

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

\\S-MUC-FS01\VALLEFIRMEN\M\PROJ\163767\M163767\_24\_BER\_1D\_1.DOCX:21. 11. 2023

**Prüfbericht** Nr. 1301 23-2138 P01

Datum: 2023-10-26 • Seite: 7 von 12

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

Probenbezeichnung Auftraggeber		M163767 PCDD/F - M2		
Probenart		Abgasprobe		
mas-Probennummer		23-2138-002		
Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
<b>Non-ortho WHO-PCB</b>				
PCB 77	ng/Probe	<b>8,56</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 81	ng/Probe	<b>0,492</b>	0,0500	DIN EN 1948, 4
PCB 126	ng/Probe	<b>0,0901</b>	0,0250	DIN EN 1948, 4
PCB 169	ng/Probe	<b>nd</b>	0,0500	DIN EN 1948, 4
<b>Mono-ortho WHO-PCB</b>				
PCB 105	ng/Probe	<b>16,4</b>	0,500	DIN EN 1948, 4
PCB 114	ng/Probe	<b>1,51</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 118	ng/Probe	<b>36,1</b>	1,00	DIN EN 1948, 4
PCB 123	ng/Probe	<b>0,946</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 156	ng/Probe	<b>1,44</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 157	ng/Probe	<b>0,287</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 167	ng/Probe	<b>0,583</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
PCB 189	ng/Probe	<b>nd</b>	0,100	DIN EN 1948, 4
<b>WHO-PCB-TEQ-Werte</b>				
WHO-PCB-TEQ 2005 exkl. BG <sup>a</sup>	ng/Probe	<b>0,0117</b>		DIN EN 1948, 4
WHO-PCB-TEQ 2005 inkl. BG <sup>b</sup>	ng/Probe	<b>0,0132</b>	0,00409	DIN EN 1948, 4
<b>Wiederfindung Probenahmestandard</b>				
WF PCB 60	%	<b>107</b>		DIN EN 1948, 4
WF PCB 127	%	<b>90</b>		DIN EN 1948, 4
WF PCB 159	%	<b>108</b>		DIN EN 1948, 4

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

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

**Prüfbericht** Nr. 1301 23-2138 P01

Datum: 2023-10-26 • Seite: 8 von 12

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

Probenbezeichnung Auftraggeber

**M163767 PCDD/F - M2**Probenart  
mas-ProbennummerAbgasprobe  
23-2138-002

Parameter	Einheit	Messwert	Best.-Grenze *	Prüfverfahren
<b>PAK Komponenten</b>				
Benzo[a]pyren	µg/Probe	<b>nd</b>	0,0100	VDI 3874

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

mas | münster analytical solutions gmbh · Technologiepark Münster · Wilhelm-Schickard-Straße 5 · 48149 Münster · Internet: [www.mas-tp.com](http://www.mas-tp.com)

**Prüfbericht** Nr. 1301 23-2138 P01  
Datum: 2023-10-26 • Seite: 9 von 12



## 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
<b>I-TEQ</b>				<b>23,9</b>
<b>WHO-TEQ 2005</b>				<b>23,5</b>

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 %
<b>non-ortho PCB</b>			
PCB 77		0,0001	29,3
PCB 81		0,0003	27,7
PCB 126		0,1	29,5
PCB 169		0,03	30,4
<b>mono-ortho PCB</b>			
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
<b>WHO-TEQ 2005</b>			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 %.