

TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen am Fangstoffkessel (Kessel 3) bei der Firma Moritz J. Weig GmbH & Co. KG für die Messkomponenten HF, Hg, Metalle, PCCD/PCDF, PCB, BaP und O₂

TÜV-Bericht Nr.: EuL/21258085/D
Mainz, 15.09.2023

www.umwelt-tuv.de



tre-service@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Energy GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz
für die Arbeitsgebiete:

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Emissionen von Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Feuerraummessungen;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung
- Bestimmung der Schornsteinhöhen und Immissionsprognosen für Schadstoffe und Geruchsstoffe;
- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen und Vibrationen, Bestimmung von Schallleistungspegeln und Durchführung von Schallmessungen an Windenergieanlagen

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung hat die DAkkS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

TÜV Rheinland Energy GmbH
D-51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-5200, Fax: 0221 806-1349

Leerseite



Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen am Fangstoffkessel (Kessel 3) bei der Firma Moritz J. Weig GmbH & Co. KG für die Messkomponenten HF, Hg, Metalle, PCCD/PCDF, PCB, BaP und O₂

Name der nach § 29b BImSchG bekannt gegebenen Stelle:	TÜV Rheinland Energy GmbH
Befristung der Bekanntgabe:	03.03.2028
Berichtsnummer / Datum:	EuL/21258085/D 15.09.2023
Betreiber:	Moritz J. Weig GmbH & Co. KG Polcher Straße 113 56727 Mayen
Standort:	Moritz J. Weig GmbH & Co. KG Polcher Straße 113 56727 Mayen
Kundennummer:	1008250
Messtermin:	24 & 25.07.2023 (Messung 2 von 6)
Berichtsumfang:	insgesamt 46 Seiten Anhang ab Seite 34
Anlagenzuordnung:	17. BImSchV

Leerseite

0 Zusammenfassung

Anlage: Anlage nach Art. 10 der RL 2010/75/EU, Nr. 8.1.1.3, Verfahrensart G, gemäß Anhang 1 zur 4. BImSchV vom 02.05.2013

Quellennummer: Kessel 3

Anlagenzustand: Es wurden 3 bzw. 6 Einzelmessungen an 2 Tagen bei maximal möglicher Leistung vorgenommen. Der angegebene maximale Messwert beschreibt den höchsten Wert aus allen Messungen.

Messkomponente y	Einheit	Mittlerer Messwert y_{mittel} bezogen auf Bezugswert	Maximaler Messwert y_{max} bezogen auf Bezugswert	Erw. Messunsicherheit ($UP_{0,95}$)	Maximaler Messwert abzüglich erweiterter Messunsicherheit	Maximaler Messwert zuzüglich erweiterter Messunsicherheit	Emissionsbegrenzung
PCDD/PCDF/PCB	ng TEQ/m ³	0,049	0,12	0,03	0,1	0,2	0,1
HF	mg/m ³	< 0,06	< 0,07	0,04	< 1	< 1	1
Summe Cd/Tl	mg/m ³	0,00064	0,001	0,00038	< 0,01	< 0,01	0,05
Summe Sb-Sn	mg/m ³	0,01	0,02	0,0040	< 0,1	< 0,1	0,5
Summe As-Cr, BaP	mg/m ³	0,001	0,002	0,00091	< 0,01	< 0,01	0,02
Hg	mg/m ³	0,0037	0,0048	0,0005	0,004	0,005	0,03
O ₂ Bezugswert	Vol.-%	-	-	-	-	-	11
CO ₂	-	-	-	-	-	-	-
Vol, t, p, Feuchte	-	-	-	-	-	-	-

Alle Konzentrationsangaben beziehen sich auf den Normzustand nach Abzug des Wasserdampfanteils sowie normiert auf den angegebenen Sauerstoffbezugswert

Leerseite

INHALTSVERZEICHNIS	SEITE
0 Zusammenfassung	5
1 Messaufgabe	9
1.1 Auftraggeber:	9
1.2 Betreiber:	9
1.3 Standort:	9
1.4 Anlage:	9
1.5 Datum der Messung:	9
1.6 Anlass der Messung:	9
1.7 Aufgabenstellung:	9
1.8 Messkomponenten und Messgrößen:	9
1.9 Ortsbesichtigung vor Messdurchführung:	10
1.10 Messplanabstimmung:	10
1.11 An der Messung beteiligte Personen:	10
1.12 Beteiligte weitere Institute:	10
1.13 Fachlich Verantwortliche:	10
2 Beschreibung der Anlage / gehandhabte Stoffe	11
2.1 Bezeichnung der Anlage:	11
2.2 Beschreibung der Anlage	11
2.3 Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben	11
2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe	11
2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben	11
2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen	11
3 Beschreibung der Probenahmestelle	13
3.1 Lage des Messquerschnittes	13
3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt	14
4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte	15
4.1 Abgasrandbedingungen	15
4.2 Automatische Messverfahren	16
4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen	18
4.4 Messverfahren für partikelförmige Emissionen	19
4.5 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe	23
4.6 Geruchsemissionen	29
5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen	30
5.1 Produktionsanlage	30
5.2 Abgasreinigungsanlage	30
6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	31
6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen	31
6.2 Messergebnisse	31
6.3 Messunsicherheiten	33
6.4 Diskussion der Ergebnisse	33
7 Übersicht über den Anhang	33

Leerseite

1 Messaufgabe

- 1.1 Auftraggeber:** Moritz J. Weig GmbH & Co. KG
Polcher Straße 113
56727 Mayen
- 1.2 Betreiber:** Moritz J. Weig GmbH & Co. KG
Polcher Straße 113
56727 Mayen
- Ansprechpartner: Herr Dipl.-Ing. Stefan Schwall
Telefon: 02651 84-330
- 1.3 Standort:** Moritz J. Weig GmbH & Co. KG
Polcher Straße 113
56727 Mayen
- 1.4 Anlage:** Anlage nach Art. 10 der RL 2010/75/EU, Nr. 8.1.1.3, Verfahrensart G, gemäß Anhang 1 zur 4. BImSchV vom 02.05.2013
- Betreiber-/Arbeitsstätten-Nr.: 1-126351
Anlagen-Nr.: 0030
- 1.5 Datum der Messung:** 24 & 25.07.2023 (Messung 2 von 6)
- Datum der letzten Messung: 05 / 2023
Datum der nächsten Messung: 09 / 2023
- 1.6 Anlass der Messung:** Abnahmemessung im Rahmen der Wieder-Inbetriebnahme
- 1.7 Aufgabenstellung:** Feststellung der Emissionen gemäß 17. BImSchV und Genehmigungsbescheid
- Genehmigungsbehörde: SGD Nord, Regionalstelle Gewerbeaufsicht, Koblenz
- Genehmigungsbescheid, Az.: 3-137-391, 3-45/91 Mu/F vom 05.08.1991
Genehmigungsbescheid, Az.: 21/51,0-054/05 We vom 13.10.2005
Genehmigungsbehörde: Stadtverwaltung Mayen
Genehmigungsbescheid, Az.: 3.1.2-32-30-10-07 vom 21.03.2023
- Grenzwerte: siehe Zusammenfassung
Ziffern des Bescheides: 1.1: Staub, Gesamt-C, HCl, HF, SO₂, NO_x, Hg, CO, NH₃
Ziffern des Bescheides: 1.2: Staub, Gesamt-C, HCl, HF, SO₂, NO_x, Hg, CO, NH₃
Ziffern des Bescheides: 1.3: Metalle, PCDD/PCDF
Amtliche Messung: ja
- 1.8 Messkomponenten und Messgrößen:** HF, Hg, Metalle, PCCD/PCDF, PCB, BaP und O₂ sowie CO₂, Feuchte, Volumenstrom, Druck und Temperatur

1.9	Ortsbesichtigung vor Messdurchführung:	nicht durchgeführt, weil die Messstelle aus vorherigen Messungen bereits bekannt ist.
1.10	Messplanabstimmung:	mit dem Betreiber; die länderspezifische Anmeldung wurde am 23.05.2023 an die Fachbehörde versendet
1.11	An der Messung beteiligte Personen:	Björn Kluschat <u>(Projektleiter/in)</u> weiteres fachkundiges Personal: Hubertus Müller Rico Münch
1.12	Beteiligte weitere Institute:	keine
1.13	Fachlich Verantwortliche:	Frau Stefanie Schroers Gruppe I Nr. 1 (G, P, Sp) gemäß Anlage 1 zur 41. BImSchV
	Telefon-Nr.:	0221 806-4459
	Email-Adresse:	stefanie.schroers@de.tuv.com

2 Beschreibung der Anlage / gehandhabte Stoffe

2.1 Bezeichnung der Anlage: Anlage nach Art. 10 der RL 2010/75/EU, Nr. 8.1.1.3, Verfahrensart G, gemäß Anhang 1 zur 4. BImSchV vom 02.05.2013

2.2 Beschreibung der Anlage

Bezeichnung: Fangstoffkessel \triangleq Kessel 3

Technische Daten

Kesselbauart: Vierzug-Naturumlauf-Hochdruckdampfkessel

Hersteller: Oschatz GmbH, Essen

Fabr.-Nr.: 1613

Baujahr: 1991

Wärmeträger: Dampf (> 210 °C)

Dampfmenge in t/h: 15 t/h

Dampfdruck in MPa: 96 MPa

Brennstoff: Erdgas L, Klärgas, Fangstoff, Spuckstoff

Feuerungswärmeleistung: 18 MW

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben

Höhe über Grund: 76,8 m

UTM-Koordinaten: 2587900 / 5576850

Bauausführung: gemauerter Kamin mit Edelstahlinnenröhre

2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

Einsatzstoffe: Fangstoff (aus dem Prozess der Altpapierverarbeitung),
Spuckstoff (aus dem Prozess der Altpapierverarbeitung),
Klärgas aus eigener Abwasserreinigungsanlage,
Erdgas

2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben

Gesamtbetriebszeit: Reservekessel

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen

2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

2.6.1.1 Art der Emissionserfassung: geschlossenes System, Saugzugventilator

2.6.1.2 Ventilator肯ndaten, m³/h: 15,9

2.6.1.3 Ansaugfläche in m²: nicht ermittelbar

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen:

Gewebefilter

Hersteller, Typ:	SHU, Impulsschlauchfilter
Baujahr:	1991
Anzahl der Filterkammern:	2 Kammern
Anzahl der Schläuche/Taschen:	448
Filterfläche:	845 m ²
Filtermaterial:	
Art der Abreinigung:	pneumatisch
Eingestellter Abreinigungsrhythmus:	Differenzdruckgesteuert

Entschwefelung

Hersteller:	SHU
Bauart:	2- Stufenwäscher
Baujahr:	1991 / 92
Sorptionsmittel:	NaOH-Lösung
Endprodukt:	Abwasser

Stickstoffoxidminderungsmaßnahmen: Rauchgasrezirkulation und SNCR mittels Harnstoffeindüsung in den 1. Zug

2.6.3 Einrichtung zur Verdünnung des Abgases:

keine

3 Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Lage des Messquerschnittes

Die Messstelle befindet sich 14,5 m über Bodenniveau

Abmessungen des Messquerschnittes: Ø 100 cm

gerade Einlaufstrecke: 19 m

gerade Auslaufstrecke: 6 m

Strecke bis zur Mündung: ≥ 5 D_h

Empfehlung ≥ 5·D_h Einlauf und 2·D_h
Auslauf (5·D_h vor Mündung): erfüllt

3.1.2 Arbeitsfläche und Messbühne

Die Arbeitsfläche ist ausreichend groß und die Messöffnungen sind gefahrlos zu erreichen. Eine ausreichende Rückenfreiheit zum Einführen der Entnahmesonden ist gegeben. Ein Wetterschutz fehlt an den Messöffnungen. Der Aufstellort befindet sich im Gebäude.

3.1.3 Messöffnungen:

Anzahl der Messöffnungen: 3

Lage der Messöffnungen: 2 in einer Ebene, 90° versetzt, 1 seitlich, ca. 1,20 m davor (in Strömungsrichtung)

Lichter Durchmesser: 80 mm

Stutzenlänge: 60 mm

3.1.4 Strömungsbedingungen im Messquerschnitt

Winkel zwischen Gasstrom/Mittelachse
Abgaskanal < 15°: erfüllt

keine negative lokale Strömung: erfüllt

Verhältnis von höchster zu niedrigster Geschwindigkeit < 3:1: erfüllt

Mindestgeschwindigkeit (in Abhängigkeit vom verwendeten Messverfahren): erfüllt

3.1.5 Zusammenfassende Beurteilung der Messbedingungen

Messbedingungen nach DIN EN 15259: Die Empfehlungen und Anforderungen werden eingehalten.

3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

3.2.1 Darstellung der Lage der Messpunkte im Messquerschnitt:

Achsen:	2
Messpunkte je Achse:	2
Abstand der Messpunkte vom Kanalrand:	15 und 85

3.2.2 Homogenitätsprüfung: nicht durchgeführt, weil eine Homogenitätsprüfung bereits vorliegt

Datum der Homogenitätsprüfung:	24.11.2009
Berichts-Nr.:	936/21212333/C
Prüfinstitut:	TÜV Rheinland
Ergebnis der Homogenitätsprüfung:	Messung an einem beliebigen Punkt
Beschreibung des repräsentativen Punkts:	Achse: 1 Punkt: 2

Lage und Ort der Probenahmestellen haben sich gegenüber dem Zeitpunkt der Homogenitätsprüfung nicht geändert. An der Anlage erfolgten zudem keine relevanten Änderungen.

4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

Ermittlungsmethode:	Staudrucksonde mit Mikromanometer
Messverfahren:	DIN EN ISO 16911-1, Juni 2013
Messeinrichtung:	SI Special Instruments / LPU 3 Profi
Messbereich:	0 - 5000 Pa
Berechnungsverfahren:	gemäß DIN EN ISO 16911-1 ohne Berücksichtigung von Wandeffekten
kontinuierliche Ermittlung:	nein

4.1.2 **Statischer Druck im Abgaskamin:** Manometer nach 4.1.1

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

Messeinrichtung: Greisinger / GPB 3300

4.1.4 Abgastemperatur:

Messeinrichtung:	Messdatenerfassung wie in 4.2.1.8
mit	NiCr-/Ni-Thermoelement, Typ K
Messbereich:	-200 bis 1370°C
kontinuierliche Ermittlung:	ja

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

Messverfahren: H₂O-Bestimmung mittels geprüfter Betreiber-messeinrichtung

4.1.6 Abgasdichte:

berechnet unter Berücksichtigung der Abgasbestandteile an Sauerstoff (O₂), Kohlendioxid (CO₂), Stickstoff (mit 0,933 % Argon), Abgasfeuchte (Wasserdampfanteil im Abgas) sowie der Abgastemperatur und Druckverhältnisse im Kanal

4.1.7 Abgasverdünnung:

nicht festgestellt

4.1.8 Volumenstrom

mittlere Abgasgeschwindigkeit:	s. 4.1.1
Querschnittsfläche:	Längenmessung der Messachsen und Stützen mit einer Messstange, Abmessen der Messstange mit Gliedermaßstab
Fläche der Volumenstrommesseinrichtung zu Querschnittsfläche:	< 5 %

4.2 Automatische Messverfahren

4.2.1 Messkomponente:

Sauerstoff (O₂)

4.2.1.1 Messverfahren:

Bestimmung der Volumenkonzentration von Sauerstoff, Standardreferenzverfahren: Paramagnetismus gemäß DIN EN 14789, Mai 2017

4.2.1.2 Analysator:

Horiba / PG-350 E Zertifizierung nach DIN EN 15267-3, Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert.

4.2.1.3 eingestellter Messbereich in Vol.-%:

0 - 25

4.2.1.4 Gerätetyp eignungsgeprüft:

siehe unter 4.2.1.2

4.2.1 Messkomponente:

Kohlendioxid (CO₂)

4.2.1.1 Messverfahren:

NDIR / Hausverfahren in Anlehnung an DIN EN 15058, Mai 2017

4.2.1.2 Analysator:

Horiba / PG-350 E Zertifizierung nach DIN EN 15267-3, Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert.

4.2.1.3 eingestellter Messbereich in Vol.-%:

0 - 20

Beschreibung 4.2.1.5 bis 4.2.1.7 für CO₂, O₂

4.2.1.5 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde: Edelstahl, beheizt auf °C 160

maximale Eintauchtiefe in m:

Staubfilter: Quarzwatte, beheizt durch Abgas

Probengasleitung vor Gasaufbereitung: beheizt auf °C 160

Probengasleitung vor Gasaufbereitung: Länge in m: 4

Probengasleitung nach Gasaufbereitung: Länge in m: 20

Messgasaufbereitung

Messgaskühler: M & C / PSS 5

Temperatur geregelt auf: ≤ 4°C

4.2.1.6 Überprüfung von Null- und Referenzpunkt mit Prüfgasen

Nullgas:		N ₂	N ₂
Mischprüfgas:		NO, CO, CO₂ in N ₂	O₂ Außenluft
Konzentration:	NO	187,0 mg/m ³	20,94 Vol.-%
	CO	184,9 mg/m ³	
	CO ₂	14,34 Vol.-%	
Unsicherheit:	in %	2	
Flaschen ID-Nummer:		11824	
Hersteller:		Nippon Gases	
Herstelldatum:		03.11.2022	
Stabilitätsgarantie in Monaten:		36	
rückführbar zertifiziert:		ja	
Überprüfung des Zertifikates durch:		TÜV Rheinland	
am:		16.11.2022	

Prüfgas und Nullgas durch das gesamte Probenahmesystem incl. Sonde und Messgasaufbereitung aufgegeben:

ja ja

4.2.1.7 Einstellzeit des ges. Messaufbaus in s: <60 <60
(Prüfgas über die Entnahmesonde)

4.2.1.8 Messwerterfassungssystem: Yokogawa / MV 1012
Erfassungsprogramm (Software): Yokogawa / Excel

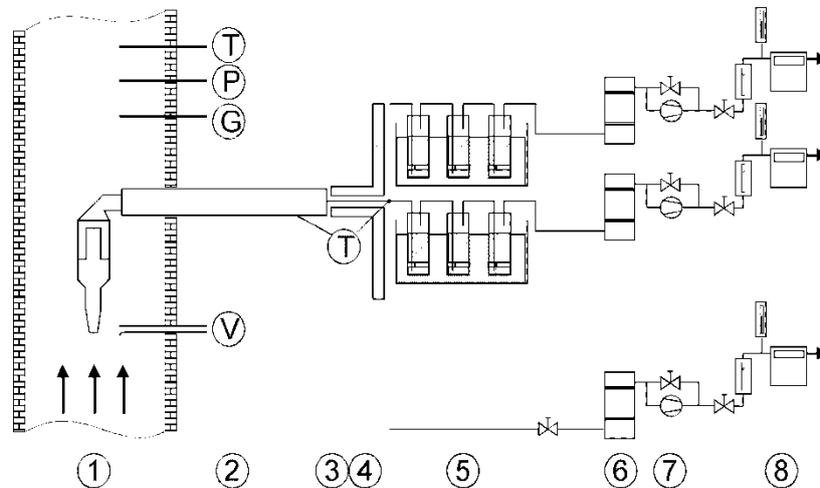
4.2.1.9 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Die Ergebnisse der Überprüfung der Driften von Nullpunkt und Referenzpunkt sind im Anhang 1 wiedergegeben.

4.4 Messverfahren für partikelförmige Emissionen

4.3.1 Messkomponente:	Quecksilber, gasförmig (nicht isokinetisch)
4.3.1.1 Messverfahren:	Bestimmung der Gesamtquecksilber-Konzentration gemäß DIN EN 13211, Juni 2001 (Korrektur Juni 2005)
4.3.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung	
nicht isokinetische Probenahme, da	Analyse von Hg, partikelförmig < 1 µg/m ³
Entnahmesonde:	Titan, beheizt durch Abgas
Entnahmerohr:	Quarz, beheizt auf °C 150
Maximale Eintauchtiefe in m:	0,85
Partikelfilter:	Quarzwatte (Heraeus, 8 µm) im Filtergehäuse aus Quarz
-beheizt, °C	durch Abgas (20 °C > Taupunkt)
Absaugeinrichtung:	Gasförderpumpe mit Gaszähler
Ab-/Adsorptionseinrichtungen:	100 ml-Waschflaschen mit Fritten D2 (2fach)
Sorptionmittel und Menge:	Lösung aus 22 g KMnO ₄ , 2 ml HCl (1 mol/l) in 1 l 10%iger H ₂ SO ₄ , je 35 ml
Probennachbehandlung (Entfärben):	Zugabe von 10%iger wässriger (NH ₃ OH)Cl-Lösung
Abstand Ansaugöffnung der Entnahmesonde / Abscheideelement in m:	1,2
Absaugeinrichtung:	Gasförderpumpe mit Gaszähler
Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse in Tagen:	7
4.3.1.3 Analytische Bestimmung	
Analyseverfahren:	Atomabsorptionsspektrometrie
Bestimmungsgrenze:	0,03 µg/l ≙ 0,06 µg/m ³ bei 0,06 m ³ Proben- gasvolumen

4.4.1	Messkomponente:	Staubinhaltsstoffe und an Staub adsorbierte chemische Verbindungen (Metalle, Halbmetalle und ihre Verbindungen) einschließlich filtergängiger Anteile
4.4.1.1	Messverfahren:	Bestimmung der Gesamtemission gemäß DIN EN 14385, Mai 2004 sowie DIN EN 13211, Juni 2001 (Berichtigung Juni 2005)
4.4.1.2	Probenahme und Probenaufbereitung	
	Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe	
	Filtergerät:	Planfilterkopfgerät
	Anordnung:	Instack mit Krümmer zwischen Entnahmesonde und Filtergehäuse
	Filtrationstemperatur in °C:	Abgastemperatur
	Wirkdurchmesser Entnahmesonde in mm:	8
	Material Entnahmesonde:	Titan
	Material Absaugrohr:	Quarz
	Material Filter:	Quarzfaser
	Filterdurchmesser:	50 mm
	Absorptionseinrichtungen für filtergängige Stoffe (zweifach):	Waschflaschen mit Fritten-D2, (2fach für Hg und 3fach für übrige Metalle) je 35 ml
	Sorptionmittel (alle Metalle außer Quecksilber):	HNO ₃ ,5%ig + H ₂ O ₂ , 1,5%ig in H ₂ O,
	Abstand zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde / Abscheideelement in m:	1,2
	Absaugeinrichtungen:	Drehschieberpumpe, mind. 6 m ³ /h sowie Gasförderpumpe jeweils mit Gaszähler



- | | |
|--|---------------------------|
| 1 Entnahmesonde mit Partikelfilter
(Quarzwatthülse oder Planfilter) | T Temperaturmessung |
| 2 Absaugerohr, geregelt beheizt | P Druckmessung |
| 3 Temperaturmessung mit Regler | G Gasanalyse |
| 4 Adapter, isoliert, ggf. beheizt | V Geschwindigkeitsmessung |
| 5 Absorptionssystem
(evtl. 2 Waschflaschen möglich) | |
| 6 Kondensatabscheider | |
| 7 Pumpsystem mit Bypass-Regelung | |
| 8 Schwebekörper-Strömungsmesser / Gaszähler | |

Aufbau der eingesetzten Probenahmeeinrichtung

4.4.1.3 Behandlung der Filter und der Ablagerungen

Spülen der Verbindung zwischen Verteiler und erstem Absorber:

nach jeder Messung (in die 1. Waschflasche)
Hg: mit verd. Salpetersäure

Spülen von Filtergehäuse, Absaugrohr:

nach jeder Messreihe mit Sorptionsmittel,

Behandlung der Spüllösung:

Auffangen in PP-Becher mit PE-Deckeln,
zur Metallanalyse

4.4.1.4 Aufbereitung und Analyse der Filter und Absorptionslösungen

Standort Analysenlabor:

Köln

Trocknungstemperatur/-zeit

vor der Beaufschlagung:

300 °C / mind. 1 h

nach der Beaufschlagung:

Auf-

ohne Trocknung

schlussverfahren

Spülrückstand / Filter

Mikrowellen-Aufschluss,
Zusatz von 5 ml 65%iger HNO₃, 1 ml 40%iger H₂F₂, 1 ml 30%iger H₂O₂ und 1 ml dest. Wasser,
Mikrowellen-Aufschluss bei 215-240 °C,
bei vollständigem Aufschluss, Auffüllen auf 50 ml, Aliquot des Eluates zur Analyse

Absorptionslösung, Hg:	Entfärbung mit 10%iger (NH ₃ OH)Cl-Lösung, Aliquot (20 ml) der Lösung direkt zur Analyse
Analyseverfahren:	ICP-MS bzw. ICP-OES / AAS
Analysengeräte	
Metalle:	Agilent ICP-MS Typ 7800 / Perkin Elmer ICP_OES Typ Optima 7300 DV
Hg, partikelförmig	Perkin Elmer, Hydrid-AAS FIMS FIAS 400
Hg, filtergängig:	MWS DMA-80L
Die Angaben zur Einhaltung der isokinetischen Bedingungen finden sich in Anhang 2.	

4.5 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe

4.5.1 Messkomponente:

PCDD/PCDF, PCB (WHO)

4.5.1.1 Messverfahren:

Gekühltes Absaugrohr-Methode nach Richtlinie DIN EN 1948-1, Juni 2006

Analyseverfahren:

DIN EN 1948-2, Juni 2006 (PCDD/PCDF)
DIN EN 1948-3, Juni 2006 (PCDD/PCDF)
DIN EN 1948-4, März 2014 (PCB)
VDI 3874, Dezember 2006 (B(a)P)

4.5.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde:

Glas, Ø = siehe Anhang 2

Absaugrohr:

Glas, Ø = 10 mm wassergekühlt

Wirkdurchmesser:

siehe Tabelle in Anhang 2

Kondensatabscheidung:

wassergekühlter Wärmetauscher,
Länge: 250 mm, Ø = 100 mm

Ad-/Absorptionsapparatur:

Glaskartusche (Länge: 100 mm, Ø : 45 mm)

Partikelfilter:

Planfilter, Glasfaserfilter GF 10 HY,
Whatman® Schleicher & Schüll Ø = 47 mm

Feststoffsorbens:

XAD-2, 120 ml

Strömungsgeschwindigkeit:

< 0,3 m/s (Filter und Adsorbens)

Aufbau der Probenahmeeinrichtung:

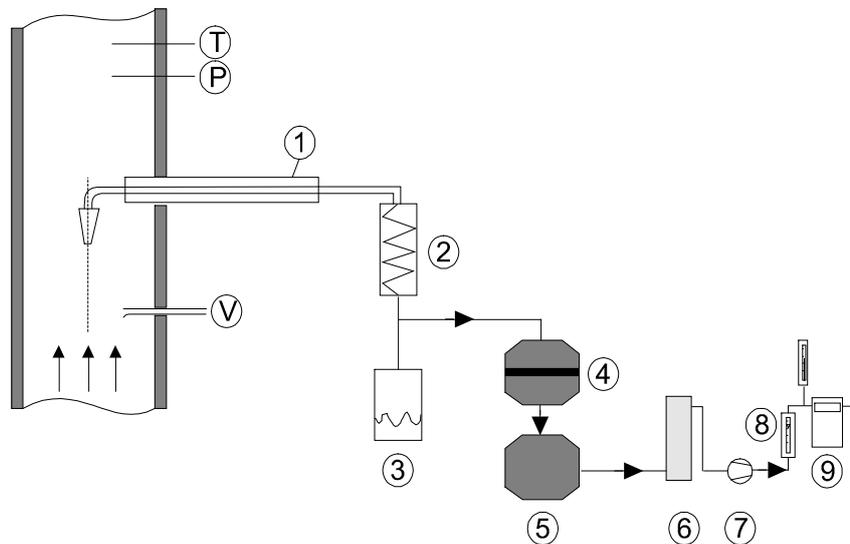
siehe Abbildung

Material aller mit der Probe in Berührung kommenden Teile:

Glas

Absaugeinrichtung:

Drehschieberpumpe, mind. 6 m³/h
mit Gaszähler G4



- | | | | |
|---|-----------------------------------|---|-------------------------|
| 1 | gekühltes Absaugrohr (Glasinsert) | T | Temperaturmessung |
| 2 | Wärmetauscher (Glas) | P | Druckmessung |
| 3 | Kondensat-Sammelbehälter | V | Geschwindigkeitsmessung |
| 4 | Quarzwatte / Planfilter | | |
| 5 | XAD-2 Kartusche | | |
| 6 | Trockenturm | | |
| 7 | Saugpumpe mit Bypassregelung | | |
| 8 | Strömungsmesser | | |
| 9 | Gasmengenzähler mit Thermoelement | | |

Aufbau der eingesetzten Probenahmeapparatur

Reinigung der Probenahmegefäße:

Sammelgefäße für Kondensat und Spüllösung werden jeweils neu eingesetzt, die Reinigung der übrigen Teile ist unter 4.3.3.4 beschrieben. Zu jeder Messserie werden neue bzw. im Labor gereinigte Glasteile eingesetzt.

Lichtschutz:

Staubfilter und XAD-Kartusche und Sammelgefäß bestehen aus Braunglas. Die übrigen relevanten Teile wie Kühler und Übergangstücke werden – falls erforderlich – mit Aluminiumfolie abgedeckt.

Abstand zwischen Ansaugöffnung der Sonde und Kühlereintritt bzw. Sorptionsmittel:

1,0 m zuzüglich 1,5 m

Tausch eines dotierten Teils:

nein

Dotierstandards und Position der Dotierung

Vor der Probenahme / Extraktion / Analyse wurden die folgenden ¹³C-markierten Dioxine / Furane zur Überprüfung der einzelnen Arbeitsschritte (Probenahme, Aufarbeitung und Analyse) zugegeben.

	Probenahme ¹⁾	Extraktion	Analyse
PCDD			
13C12-1,2,3,4-TetraCDD			X
13C12-2,3,7,8-TetraCDD		X	
13C12-1,2,3,7,8-PentaCDD		X	
13C12-1,2,3,4,7,8-HexaCDD		X	
13C12-1,2,3,6,7,8- HexaCDD		X	
13C12-1,2,3,7,8,9- HexaCDD			X
13C12-1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD		X	
13C12-1,2,3,4,6,7,8,9-OctaCDD		X	
PCDF			
13C12-2,3,7,8-TetraCDF		X	
13C12-1,2,3,7,8- PentaCDF	X		
13C12-2,3,4,7,8- PentaCDF		X	
13C12-1,2,3,4,7,8- HexaCDF		X	
13C12-1,2,3,6,7,8- HexaCDF		X	
13C12-1,2,3,7,8,9- HexaCDF	X		
13C12-2,3,4,6,7,8- HexaCDF		X	
13C12-1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF		X	
13C12-1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	X		
13C12-1,2,3,4,6,7,8,9-OctaCDF		X	

¹⁾ Dotierung in der Quarzwatte/Planfilter

4.5.1.3 Wiederverwendung von Teilen der Probenahmeeinrichtung: ja, alle Teile außer Glasinsert

4.5.1.4 Analytische Bestimmung **PCDD/PCDF**

Aufarbeitung des Probenmaterials

Nach jeder Einzelmessung werden die Sonde, das Entnahmerohr, die Verbindungsteile und der Kühler zuerst mit Aceton und dann mit Toluol gespült. Die anfallende Spüllösung wird in einer Sammelflasche aufgefangen und zur Analyse in das Labor gegeben. Bei sichtbaren Ablagerungen werden auch die Sonde und das zerschnittene Entnahmerohr in einer Glasflasche mit zur Analyse in das Labor gegeben.

Staubfilter und XAD-Kartusche werden entnommen, verschlossen und bis zur Analyse abgedunkelt und vor höherem Wärmeeinfluss geschützt aufbewahrt.

Die angefallenen Proben, bestehend aus Planfilter/Quarzwatte, Kondensat, XAD-2-Kartusche und Spüllösung wurden extern nach folgender Vorschrift aufgearbeitet und analysiert:

Quarzwattefilter/Planfilter

Extraktion von Quarzwatte/Filter im Soxhlet mit Toluol nach Befeuchtung mit 1ml HCl und Trocknung, Extraktion zusammen mit XAD-2 (mind. 20 Stunden)

Kondensat

Flüssig/Flüssig-Extraktion (mindestens 3 mal) mit Toluol, bei Feststoffgehalt vorherige Filtration und separate Soxhlet Extraktion des getrockneten Filtrerrückstandes mit Toluol/Aceton

Spüllösung

Zugabe von Toluol, Einengen, Wiederaufnahme mit Toluol, Trocknung über Natriumsulfat

XAD-2

Trocknung, Extraktion im Soxhlet mit Toluol/Aceton (mind. 20 Stunden)

Die Teilextrakte wurden vereinigt und wie nachfolgend beschrieben analysiert.

4.5.1.5 Analyseverfahren: HRGC-Analyse mit Massendetektor (GC/HRMS)
DIN EN 1948, Teil 2 und 3, Juni 2006

Beteiligung eines Fremdlabors: mas münster analytical solutions gmbh, Münster

Der so erhaltene Gesamtextrakt wurde mehrfach säulenchromatographisch aufgearbeitet und vor der GC/MS-Analyse auf 20 µl eingeeengt (mit n-Nonan als Keeper).

Analysengeräte: Trace GC Ultra / DFS oder MAT 95 XP, Thermo Scientific

Referenzsubstanz: PFTBA, FC 43

Feldblindwert

Der Feldblindwert wird bei jeder Messreihe beprobt. Eine Analyse erfolgt, wenn die in der aktuellen Serie ermittelten Analysenwerte in TEQ 0,02 ng $\hat{=}$ ca. 0,005 ng/m³ überschreiten oder Analysen-Auffälligkeiten festgestellt werden.

Alle durchgeführten Dioxin-Analysen werden in einer Übersichts-Liste geführt und auf die angegebenen Kriterien geprüft. Die Quarzwatte- und XAD-Kartuschen werden vom Analysenlabor (mas gmbh) chargenweise überprüft.

Der Feldblindwert in der durchgeführten Serie wurde zu 0,01043 ng TEQ (inkl. NWG) bestimmt. Das Protokoll hierzu findet sich im Anhang 2.

Die Angaben zur Einhaltung der isokinetischen Bedingungen sowie zu den Wiederfindungsraten der Probenahme- und Extraktionsstandards finden sich im Anhang 2.

4.5.1.4 Analytische Bestimmung **PCB (WHO)**

Vor der Probenahme / Extraktion / Analyse wurden die folgenden ¹³C-markierten PCB zur Überprüfung der einzelnen Arbeitsschritte (Probenahme, Aufarbeitung und Analyse) zugegeben.

	Probenahme ¹⁾	Extraktion	Analyse
¹³ C ₁₂ -2,3,4,4'-TeCB (60)	X		
¹³ C ₁₂ -3,3',4,5,5'-PeCB (127)	X		
¹³ C ₁₂ -2,3,3',4,5,5'-HxCB (159)	X		
¹³ C ₁₂ -3,3',4,4'-TeCB (77)		X	
¹³ C ₁₂ -3,4,4',5'-TeCB (81)		X	
¹³ C ₁₂ -2,3,3',4,4'-PeCB (105)		X	
¹³ C ₁₂ -2,3,4,4',5'-PeCB (114)		X	
¹³ C ₁₂ -2,3',4,4',5'-PeCB (118)		X	
¹³ C ₁₂ -2',3,4,4',5'-PeCB (123)		X	
¹³ C ₁₂ -3,3,4,4',5'-PeCB (126)		X	
¹³ C ₁₂ -2,3,3',4,4',5'-HxCB (156)		X	
¹³ C ₁₂ -2,3,3',4,4',5'-HxCB (157)		X	
¹³ C ₁₂ -2,3',4,4',5,5'-HxCB (167)		X	
¹³ C ₁₂ -3,3',4,4',5,5'-HxCB (169)		X	
¹³ C ₁₂ -2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (189)		X	
¹³ C ₁₂ -2,3',4',5'-TeCB (70)			X
¹³ C ₁₂ -2,3,3',5,5'-PeCB (111)			X
¹³ C ₁₂ -2,2',3,3',4,4',5'-HpCB (170)			X

¹⁾ Dotierung in der Quarzwatte/Planfilter

Aufarbeitung des Probenmaterials: wie 4.5.1.4 PCDD/PCDF

Beteiligung eines Fremdlabors: mas münster analytical solutions gmbh, Münster

Die A-Fraktion aus dem Dioxin-clean-up wurde vor der GC/MS-Analyse auf ca. 20 µl eingengt (mit n-Nonan als Keeper).

4.5.1.5 Analyseverfahren: GC-Analyse mit Massendetektor (GC/MS)

Analysengeräte: Trace GC Ultra / DFS oder MAT 95 XP, Thermo Scientific

Referenzsubstanz: FC 43 (Perfluorotributylamin, PFTBA)

Der Feldblindwert wird bei jeder Messreihe beprobt. Eine Analyse erfolgt, wenn die in der aktuellen Serie ermittelten Analysenwerte in TEQ 0,01 ng $\hat{=}$ 0,0025 ng /m³ überschreiten oder Analysen-Auffälligkeiten festgestellt werden,

Alle durchgeführten PCB-Analysen werden in einer Übersichts-Liste geführt und auf die angegebenen Kriterien geprüft. Die Quarzwatte- und XAD-Kartuschen werden vom Analysenlabor (mas gmbh) chargenweise überprüft.

Die PCB-Analyse ergab, dass eine Bestimmung des Feldblindwertes nicht erforderlich war.

Erklärung der verwendeten Kurzbezeichnungen

Kurzname	offizielle Bezeichnung
Summe TetraCDD 2,3,7,8-TetraCDD Summe PentaCDD 1,2,3,7,8-PentaCDD Summe HexaCDD 1,2,3,4,7,8-HexaCDD 1,2,3,7,8,9-HexaCDD 1,2,3,6,7,8-HexaCDD Summe HeptaCDD 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD OctaCDD Summe Tetra- bis OctaDD	Tetrachlordibenzodioxine 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin Pentachlordibenzodioxine 1,2,3,7,8-Pentachlordibenzodioxin Hexachlordibenzodioxine 1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzodioxin 1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzodioxin 1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzodioxin Heptachlordibenzodioxine 1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzodioxin Octachlordibenzodioxin chlorierte Dibenzodioxine (PCDD, 4 – 8 Chlor)
Summe TetraCDF 2,3,7,8-TetraCDF Summe PentaCDF 2,3,4,7,8-PentaCDF 1,2,3,7,8-PentaCDF Summe HexaCDF 1,2,3,4,7,8-HexaCDF 1,2,3,7,8,9-HexaCDF 1,2,3,6,7,8-HexaCDF 2,3,4,6,7,8-HexaCDF Summe HeptaCDF 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF OctaCDF Summe Tetra- bis OctaCDF	Tetrachlordibenzofurane 2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran Pentachlordibenzofurane 2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran 1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran Hexachlordibenzofurane 1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran 1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran 1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran 2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran Heptachlordibenzofurane 1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran 1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran Octachlordibenzofuran chlorierte Dibenzofurane (PCDF, 4 – 8 Chlor)
PCDD PCDF PCPh PCBz PCB	polychlorierte Dibenzodioxine polychlorierte Dibenzofurane polychlorierte Phenole polychlorierte Benzole polychlorierte Biphenyle
PCB 77 PCB 81 PCB 126 PCB 169 PCB 105 PCB 114 PCB 118 PCB 123 PCB 156 PCB 157 PCB 167 PCB 189	3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl 3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl 3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl 3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl 2,3,3',4,4'- Pentachlorbiphenyl 2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl 2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl 2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl 2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl 2,3,3',4,4',5'-Hexachlorbiphenyl 2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl 2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl

- 4.5.1.4 Analytische Bestimmung: Benzo(a)pyren**
- Beteiligung eines Fremdlabors: mas münster analytical solutions gmbh,
Münster
- Aufarbeitung des Probenmaterials:** wie 4.5.1.4 PCCD/PCDF
- 10 % der Extraktionslösung der Dioxin-Extraktion werden wie nachfolgend beschrieben analysiert.
- Aufbereitung: SiOH-Kurzsäulen (Baker-Bond SPE) und - bei Bedarf - Flüssig-flüssig-Verteilung im System Dimethylformamid/Wasser
- 4.5.1.5 Analyseverfahren:** GC-Analyse mit Massendetektor (GC/MS)
gemäß VDI 3874, Dezember 2006
- Analysengeräte: Trace GC Ultra / DSQ MS, Thermo Scientific
- Säule / Trägergas: 60 m DB-5 MS / Helium 0,9 ml/min
- Temperatur der Transferlinie: 320 °C
- MS-Bedingungen: MID mode: 2 Massen pro Substanz, Setzen von Zeitfenstern
- Standards (Aufbereitung und Analyse): D12-Benzo(a)pyren
- Standard (Wiederfindung): D12-Perylen
- Feldblindwert** (Probenahme siehe unter 4.5.1.5 PCDD/PCDF)
- Der **Feldblindwert** wird bei jeder Messreihe beprobt. Eine Analyse erfolgt, wenn die in der aktuellen Serie ermittelten Analysenwerte $0,2 \mu\text{g} \hat{=} 0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreiten oder Analysen-Auffälligkeiten festgestellt werden.
- Alle durchgeführten BaP-Analysen werden in einer Übersichts-Liste geführt und auf die angegebenen Kriterien geprüft. Die Quarzwatte- und XAD-Kartuschen werden vom Analysenlabor (mas gmbh) chargenweise überprüft.
- Die letzte Feldblindwertbestimmung erfolgte am 29.04.22 mit $<0,02 \mu\text{g BaP}$ ($< \text{BG}$).
- 4.6 Geruchsemissionen** nicht zutreffend

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

5.1 Produktionsanlage

Betriebsweise:	kontinuierlich bei maximal möglicher Last
Einsatzstoffe/Brennstoffe:	Fangstoffe, Erdgas
Durchsatz / Leistung:	Dampfmenge im Messzeitraum von 10,3 t/h bis 10,8 t/h
Produkte:	Dampf

Die Betriebsdaten der Anlage während der Messung sind in Anlage A4 wiedergegeben.

Abweichungen von genehmigter oder bestimmungsgemäßer Betriebsweise: nicht festgestellt

besondere Vorkommnisse: keine

5.2 Abgasreinigungsanlage

emissionsbeeinflussende Parameter:	pH-Wert des Wäschers, Zustand der Filtermedien, Temperatur Feuerraum
Besonderheiten der Abgasreinigung:	keine
Abweichungen von bestimmungsgemäßer Betriebsweise:	nicht festgestellt
besondere Vorkommnisse:	keine

Die Betriebsdaten der Abgasreinigungsanlage während der Messung sind in Anlage A4 wiedergegeben.

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Während der Messungen wurde die Anlage im bestimmungsgemäßen Betrieb bei maximal möglicher Last (durchschnittliche Dampfmenge von 10,3 t/h bis 10,8 t/h). Dies entspricht einer durchschnittlichen Leistung von 69 % bis 72 % (siehe Abschnitt 5.1).

Eine höhere Anlagenauslastung war betriebsbedingt nicht möglich.

Die maximale Last der Anlage beträgt 15 t/h Dampf. Bei dieser Leistung wird die Anlage aber gemäß Betreiberangaben aber i.d.R. nicht betrieben.

Die Betriebsbedingungen während der Messungen entsprachen dem betriebsbedingt möglichen Zustand der höchsten Emissionen.

6.2 Messergebnisse

Die Messergebnisse sind in den Tabellen 6.1 bis 6.6 zusammengefasst. Die Einzelergebnisse und Messprotokolle befinden sich im Anhang.

Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen

Tabelle 6.1: Ergebnisse der Emissionsmessungen für Dioxine/Furane

Messtag	Messung Nr.	Uhrzeit		O ₂ -Gehalt Vol.-%	PCDD/PCDF/PCB Konzentration		erw. MU U _{0,95} ng TEQ/m ³	Massenstrom µg TEQ/h
		von	bis		ng TEQ/m ³	bei 11 Vol.-% O ₂ ng TEQ/m ³		
24.07.23	1	11:15	14:30	10,4	0,12	0,12	0,03	2,62
25.07.23	2	08:50	12:05	10,4	0,015	0,015	0,003	0,33
25.07.23	3	12:20	15:35	10,3	0,014	0,014	0,003	0,31
Minimum					0,01	0,01		
Maximum					0,12	0,12		
Mittelwert					0,049	0,049		

Tabelle 6.2: Ergebnisse der Emissionsmessungen für HF

Messtag	Messung Nr.	Uhrzeit		O ₂ -Gehalt Vol.-%	HF-Konzentration		erw. MU U _{0,95} mg/m ³	HF-Massenstrom g/h
		von	bis		mg/m ³	bei 11 Vol.-% O ₂ mg/m ³		
24.07.23	1	11:45	12:15	10,3	< 0,07	< 0,07	0,04	< 1,53
24.07.23	2	13:00	13:30	10,2	< 0,07	< 0,07	0,04	< 1,53
25.07.23	3	09:20	09:50	10,5	< 0,06	< 0,06	0,04	< 1,30
25.07.23	4	10:35	11:05	9,9	< 0,07	< 0,07	0,04	< 1,52
25.07.23	5	12:50	13:20	10,2	< 0,06	< 0,06	0,04	< 1,30
25.07.23	6	14:05	14:35	10,3	< 0,05	< 0,05	0,04	< 1,09
Minimum					< 0,05	< 0,05		
Maximum					< 0,07	< 0,07		
Mittelwert					< 0,06	< 0,06		

Tabelle 6.3: Ergebnisse der Emissionsmessungen für Schwermetalle, Summe Cd/Tl

Messtag	Messung Nr.	Uhrzeit		O ₂ -Gehalt Vol.-%	Cd/Tl-Konzentration		erw. MU U _{0,95} mg/m ³	Cd/Tl-Massenstrom g/h
		von	bis		mg/m ³	bei 11 Vol.-% O ₂ mg/m ³		
24.07.23	1	11:45	14:00	10,6	0,001	0,001	0,00038	0,023
25.07.23	2	09:20	11:35	10,4	0,00047	0,00047	0,00032	0,010
25.07.23	3	12:50	15:05	10,4	0,00041	0,00041	0,00031	0,0090
Minimum					0,00041	0,00041		
Maximum					0,001	0,001		
Mittelwert					0,00064	0,00064		

Tabelle 6.4: Ergebnisse der Emissionsmessungen für Schwermetalle, Summe Sb-Sn

Messtag	Messung Nr.	Uhrzeit		O ₂ -Gehalt Vol.-%	Sb-Sn-Konzentration		erw. MU U _{0,95} mg/m ³	Sb-Sn- Massenstrom g/h
		von	bis		mg/m ³	bei 11 Vol.-% O ₂ mg/m ³		
24.07.23	1	11:45	14:00	10,6	0,01	0,01	0,0027	0,24
25.07.23	2	09:20	11:35	10,4	0,02	0,02	0,0040	0,50
25.07.23	3	12:50	15:05	10,4	0,01	0,01	0,0030	0,37
Minimum					0,01	0,01		
Maximum					0,02	0,02		
Mittelwert					0,01	0,01		

Tabelle 6.5: Ergebnisse der Emissionsmessungen für Schwermetalle, Summe As-Cr, BaP

Messtag	Messung Nr.	Uhrzeit		O ₂ -Gehalt Vol.-%	As-Cr, BaP-Konzentration		erw. MU U _{0,95} mg/m ³	As-Cr, BaP- Massenstrom g/h
		von	bis		mg/m ³	bei 11 Vol.-% O ₂ mg/m ³		
24.07.23	1	11:45	14:00	10,6	0,002	0,002	0,00091	0,049
25.07.23	2	09:20	11:35	10,4	0,001	0,001	0,00084	0,036
25.07.23	3	12:50	15:05	10,4	0,001	0,001	0,00083	0,034
Minimum					0,001	0,001		
Maximum					0,002	0,002		
Mittelwert					0,001	0,001		

Tabelle 6.6: Ergebnisse der Emissionsmessungen für Hg

Messtag	Messung Nr.	Uhrzeit		O ₂ -Gehalt Vol.-%	Hg-Konzentration		erw. MU U _{0,95} mg/m ³	Hg- Massenstrom g/h
		von	bis		mg/m ³	bei 11 Vol.-% O ₂ mg/m ³		
24.07.23	1	12:15	12:45	10,6	0,0028	0,0028	0,0003	0,06
24.07.23	2	13:30	14:00	11,2	0,0016	0,0016	0,0002	0,04
25.07.23	3	09:50	10:20	10,6	0,0044	0,0044	0,0004	0,10
25.07.23	4	11:05	11:35	10,5	0,0039	0,0039	0,0004	0,09
25.07.23	5	13:20	13:50	10,6	0,0046	0,0046	0,0005	0,1
25.07.23	6	14:35	15:05	10,3	0,0048	0,0048	0,0005	0,1
Minimum					0,0016	0,0016		
Maximum					0,0048	0,0048		
Mittelwert					0,0037	0,0037		

Die Einzelergebnisse und Messprotokolle befinden sich im Anhang.

6.3 Messunsicherheiten

Angaben unter der Zusammenfassung auf Seite 5 und in den Tabellen unter 6.2.

Die Messunsicherheiten wurden bei allen Komponenten rechnerisch ermittelt. Hierbei wurden die Vorgaben der komponentenspezifischen Normen berücksichtigt. Bei diskontinuierlich gemessenen Komponenten ist die Messunsicherheit eine Kombination der Messunsicherheiten von Probenahme und Analytik.

6.4 Diskussion der Ergebnisse

Die Anlagenauslastung ist anhand der Dampfmenge von 10,3 – 10,8 t/h (100 % Last $\hat{=}$ 15 t/h) nachvollziehbar.

Unter Berücksichtigung der Messgenauigkeit der angewandten Messverfahren und der vorgefundenen Betriebsweise der Anlage sind die Ergebnisse plausibel.

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die untersuchte Anlage im beschriebenen Zustand.

Abteilung Immissionsschutz / Luftreinhaltung (EuL)

Bearbeiter

Stellvertreter des fachlich Verantwortlichen



Moritz Jeibmann
EuL/21258085/D

Markus Helfrich-Koch

7 Übersicht über den Anhang

- A1: Abgasrandbedingungen
- A2: Auswertung der Schadstoffmessungen
- A3: Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten
- A4: Aufzeichnungen des Betreibers: Betriebsdaten und kontinuierliche Messeinrichtungen
- A5: Abkürzungen

Anhang A1: Abgasrandbedingungen

Tabelle Anhang: Bestimmung der Volumenströme

Anlage	Messstelle	Kessel 3	
		Reingas	
		24.7.2023	25.7.2023
Messtag		1	17
Messung	Nr.	1	17
Messbeginn	Uhr	10:51	08:40
Messdauer	min	4	4
HAUPTVOLUMENSTROM (Mittelwerte)			
Temperatur	°C	88	94
desgleichen absolut	K	361	367
Barometerstand	hPa	978	978
statische Druckdifferenz	hPa	4,5	4,0
absoluter Druck im Kanal	hPa	982	982
Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	10,5	10,5
Bezugs-Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	11,0	11,0
Kohlendioxidkonzentration	Vol.-%	9,1	8,5
Feuchte (ff)	Vol.-%	19,0	20,5
Dichte (t,p,f)	kg/m ³	0,907	0,884
Mittlere Gasgeschwindigkeit	m/s	13,0	13,4
Verhältnis $v_{max}:v_{min}$		1,2 : 1	1,1 : 1
Kanalquerschnitt	m ²	0,79	0,79
unnormierter Volumenstrom $q_{V,w}$ (t,p,f)	m ³ /h (t,p,f)	36.760	37.910
erweiterte Messunsicherheit	m ³ /h	2.567	2.571
relative erweiterte Messunsicherheit	%	7,0	6,8
Volumenstrom, normiert feucht (Norm f)	m ³ /h (n,f)	26.960	27.330
Volumenstrom, normiert $q_{V,Od}$ (Norm tr)	m ³ /h (n,tr)	21.840	21.720
Volumenstrom, normiert bezogen auf 11 Vol.-% Bezugs-Sauerstoffkonzentration	m ³ /h (n,tr,O ₂)	22.930	22.810

Tabelle Anhang: Angaben zu Maßnahmen zur Qualitätssicherung automatischer Messverfahren gemäß Kapitel 4, 4.2.1.9

Messtag	24.7.2023	25.7.2023
Komponente O ₂ :		
Drift am Nullpunkt	0,1%	0,3%
Drift am Referenzpunkt	0,1%	0,6%
Komponente CO ₂ :		
Drift am Nullpunkt	0,3%	0,3%
Drift am Referenzpunkt	0,2%	1,0%

Es erfolgte eine rechnerische Berücksichtigung der Driften.

Tabelle Anhang: Geschwindigkeitsverteilung im Messquerschnitt

Messtag	24.7.2023	25.7.2023
Messung	1	17
Messbeginn	10:51	08:40
Achse / Punkt	Geschwindigkeit m/s	Geschwindigkeit m/s
1 / 1	11,5	12,8
1 / 2	13,1	13,8
2 / 1	13,4	13,7
2 / 2	14,0	13,4
Verhältnis $v_{max}:v_{min}$	1,2 : 1	1,1 : 1
v_{min}	11,5	12,8
v_{max}	14,0	13,8
v_{mittel}	13,0	13,4

Anhang A2: Auswertung der Schadstoffmessungen

Tabelle Anhang: Bestimmung der Emissionen für PCDD/PCDF/PCB

Anlage	Nr.	Kessel 3		
		Reingas		
Messstelle		24.7.2023	25.7.2023	25.7.2023
Messtag		1	2	3
Messung	Uhr	11:15	08:50	12:20
Messbeginn		14:30	12:05	15:35
Messende				
HAUPTVOLUMENSTROM				
Volumenstrom-Messung	Nr.	1	2	2
bez. auf Normzustand trocken (Norm tr)	m ³ /h	21.840	21.720	21.720
PROBENAHME				
Dauer der Absaugung	min	180	180	180
Temperatur an der Gasuhr	°C	32	32	32
Temperatur v. Adsorbens	°C	23	19	20
statischer Druck an der Gasuhr	hPa	0	0	0
mittlerer Sauerstoffgehalt	Vol.-%	10,4	10,4	10,3
Sondendurchmesser	mm	8	8	8
maximale Absaugrate	m ³ /h	1,8		
Teilgasvolumen (t.p.tr)	m ³	5,068	5,069	5,053
Korrekturfaktor der Gasuhr		0,989	0,989	0,989
Isokinetisches Verhältnis	%	109	105	106
Wiederfindungsrate, ¹³ C ₁₂ -12378-Penta-CDF	%	91,0	90,0	93,0
Wiederfindungsrate, ¹³ C ₁₂ -123789-Hexa-CDF	%	99,0	102,0	98,0
Wiederfindungsrate, ¹³ C ₁₂ -1234789-HeptaCDF	%	99,0	94,0	95,0
Wiederfindungsrate, ¹² C ₁₂ -PCB 60	%	100,0	104,0	103,0
Wiederfindungsrate, ¹³ C ₁₂ -PCB 127	%	96,0	96,0	101,0
Wiederfindungsrate, ¹³ C ₁₂ -PCB 159	%	95,0	96,0	96,0
MASSENKONZENTRATION- UND STROM				
PCDD/PCDF/PCB-Masse (TEQ) im Teilgasvolumen	ng TEQ	0,51995	0,06604	0,06230
PCDD/PCDF/PCB-Masse (TEQ), Feldblindwert	ng TEQ	< 0,01043		
als Konzentration beim Teilgasvolumen (Norm tr)	ng TEQ/m ³	< 0,00241	< 0,00241	< 0,00241
in Relation zum Grenzwert	%	< 2,4	< 2,4	< 2,4
in Relation zum Messwert	%	< 2,0	< 15,8	< 16,7
PCDD/PCDF/PCB-Konzentration in TEQ (Norm tr)	ng TEQ/m ³	0,12	0,015	0,014
PCDD/PCDF/PCB-Konzentration in TEQ (Norm tr) bei 11 Vol.-% Bezugs-Sauerstoffkonzentration	ng TEQ/m³	0,12	0,015	0,014
PCDD/PCDF/PCB-(TEQ)-Massenstrom	µg TEQ/h	2,62	0,33	0,31
Benzo(a)pyren-Masse, im Teilgasvolumen	µg	< 0,02	< 0,02	< 0,02
BaP-Masse, Feldblindwert	µg	< 0,02		
als Konzentration beim Teilgasvolumen (Norm tr)	µg/m ³	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046
in Relation zum Grenzwert	%	-	-	-
in Relation zum Messwert	%	< 100,0	< 100,0	< 100,0
Benzo(a)pyren-Konzentration (Norm tr)	mg/m ³	< 0,000004	< 0,000004	< 0,000004
Benzo(a)pyren-Konzentration bei 11 Vol.-% Bezugs-Sauerstoffkonzentration	mg/m³	< 0,000004	< 0,000004	< 0,000004
Benzo(a)pyren-Massenstrom	mg/h	< 0,10	< 0,10	< 0,10

nb = nicht berechenbar (alle Kongenere < Bestimmungsgrenze)

Tabelle Anhang: Bestimmung der Dioxine, Furane und polychlorierten Biphenyle

Anlage:		Kessel 3					
Messstelle:		Reingas					
Messtag:		24.07.2023		25.07.2023		25.07.2023	
Messung Nr.:		1		2		3	
Messbeginn		11:15 Uhr		8:50 Uhr		12:20 Uhr	
Messende		14:30 Uhr		12:05 Uhr		15:35 Uhr	
PCDD/PCDF/PCB	TEF	ng/Probe	ng(TEF) Probe	ng/Probe	ng(TEF) Probe	ng/Probe	ng(TEF) Probe
PCDD 2378-Kongenerere							
2378-TetraCDD	1	0,027	0,02663	0,004	0,00401	0,004	0,00356
12378-PentaCDD	1	0,115	0,11464	0,016	0,01640	0,015	0,01541
123478-HexaCDD	0,1	0,067	0,00667	0,013	0,00131	0,010	0,00099
123678-HexaCDD	0,1	0,105	0,01050	0,023	0,00229	0,022	0,00221
123789-HexaCDD	0,1	0,069	0,00689	0,014	0,00136	0,013	0,00126
1234678-HeptaCDD	0,01	0,241	0,00241	0,102	0,00102	0,083	0,00083
12346789-OctaCDD	0,0003	0,106	0,00003	0,059	0,00002	0,051	0,00002
PCDF 2378-Kongenerere							
2378-TetraCDF	0,1	0,441	0,04407	0,050	0,00503	0,046	0,00458
12378-PentaCDF	0,03	0,265	0,00794	0,027	0,00081	0,030	0,00090
23478-PentaCDF	0,3	0,543	0,16289	0,054	0,01607	0,058	0,01743
123478-HexaCDF	0,1	0,093	0,00931	0,016	0,00159	0,015	0,00151
123678-HexaCDF	0,1	0,122	0,01221	0,019	0,00194	0,020	0,00198
123789-HexaCDF	0,1	0,018	0,00178	0,004	0,00036	< 0,003	< 0,00030
234678-HexaCDF	0,1	0,135	0,01348	0,025	0,00250	0,021	0,00210
1234678-HeptaCDF	0,01	0,070	0,00070	0,025	0,00025	0,021	0,00021
1234789-HeptaCDF	0,01	< 0,015	< 0,00015	< 0,015	< 0,00015	< 0,015	< 0,00015
12346789-OctaCDF	0,0003	< 0,045	< 0,00001	< 0,045	< 0,00001	< 0,045	< 0,00001
Polychlorierte Biphenyle							
Non ortho PCB							
PCB 77	0,0001	19,845	0,00198	1,790	0,00018	1,662	0,00017
PCB 81	0,0003	0,153	0,00005	< 0,050	< 0,00002	< 0,050	< 0,00002
PCB 126	0,1	0,955	0,09547	0,109	0,01090	0,091	0,00913
PCB 169	0,03	0,077	0,00230	< 0,050	< 0,00150	< 0,050	< 0,00150
Mono ortho PCB							
PCB 105	0,00003	< 0,500	< 0,000015	< 0,500	< 0,000015	< 0,500	< 0,000015
PCB 114	0,00003	< 0,100	< 0,000003	< 0,100	< 0,000003	< 0,100	< 0,000003
PCB 118	0,00003	< 1,000	< 0,000030	< 1,000	< 0,000030	< 1,000	< 0,000030
PCB 123	0,00003	< 0,100	< 0,000003	< 0,100	< 0,000003	< 0,100	< 0,000003
PCB 156	0,00003	< 0,100	< 0,000003	< 0,100	< 0,000003	< 0,100	< 0,000003
PCB 157	0,00003	0,150	0,000005	< 0,100	< 0,000003	< 0,100	< 0,000003
PCB 167	0,00003	< 0,100	< 0,000003	< 0,100	< 0,000003	< 0,100	< 0,000003
PCB 189	0,00003	< 0,100	< 0,000003	< 0,100	< 0,000003	< 0,100	< 0,000003
Dioxine/Furane/PCB-Masse (TEQ)			0,51995		0,06604		0,06230

TEF: Toxizitätsfaktor

Bei den Summenwerten sind nicht nachgewiesene Kongenere nicht berücksichtigt.

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen am Fangstoffkessel (Kessel 3) bei der Firma Moritz J. Weig GmbH & Co. KG für die Messkomponenten HF, Hg, Metalle, PCCD/PCDF, PCB, BaP und O₂, Berichts-Nr.:EuL/21258085/D

Seite 37 von 46

Tabelle Anhang: Feldblindwert-Bestimmung

Anlage:	Kessel 3		
Messtelle:	Reingas		
Messtag:	24.7.2023		
Messung Nr.:	FBW		
Zeitpunkt der Probenahme:	11:05	Uhr	
	TEF	ng/Probe	ng(TEF) Probe
PCDD 2378-Kongenerere			
2378-TetraCDD	1	< 0,001	< 0,00100
12378-PentaCDD	1	< 0,002	< 0,00200
123478-HexaCDD	0,1	< 0,003	< 0,00030
123678-HexaCDD	0,1	< 0,003	< 0,00030
123789-HexaCDD	0,1	< 0,003	< 0,00030
1234678-HeptaCDD	0,01	< 0,015	< 0,00015
12346789-OctaCDD	0,0003	< 0,045	< 0,00001
PCDF 2378-Kongenerere			
2378-TetraCDF	0,1	< 0,001	< 0,00010
12378-PentaCDF	0,03	< 0,002	< 0,00006
23478-PentaCDF	0,3	< 0,002	< 0,00060
123478-HexaCDF	0,1	< 0,003	< 0,00030
123678-HexaCDF	0,1	< 0,003	< 0,00030
123789-HexaCDF	0,1	< 0,003	< 0,00030
234678-HexaCDF	0,1	< 0,003	< 0,00030
1234678-HeptaCDF	0,01	< 0,015	< 0,00015
1234789-HeptaCDF	0,01	< 0,015	< 0,00015
12346789-OctaCDF	0,0003	< 0,045	< 0,00001
Polychlorierte Biphenyle			
Non ortho PCB			
PCB 77	0,0001	< 0,100	< 0,00001
PCB 81	0,0003	< 0,050	< 0,00002
PCB 126	0,1	< 0,025	< 0,00250
PCB 169	0,03	< 0,050	< 0,00150
Mono ortho PCB			
PCB 105	0,00003	< 0,500	< 0,00002
PCB 114	0,00003	< 0,100	< 0,00000
PCB 118	0,00003	< 1,000	< 0,00003
PCB 123	0,00003	< 0,100	< 0,00000
PCB 156	0,00003	< 0,100	< 0,000003
PCB 157	0,00003	< 0,100	< 0,000003
PCB 167	0,00003	< 0,100	< 0,000003
PCB 189	0,00003	< 0,100	< 0,000003
Dioxine/Furane/PCB-Masse (TEQ) im Teilgasvolumen			< 0,01043

TEF: Toxizitätsfaktor

Tabelle Anhang: Bestimmung der Schwermetallemissionen Nr. 1

Anlage:		Kessel 3					
Messstelle		Reingas					
Messstag		24.07.2023					
Messung-Nr.		1					
		partikelförmige Anteile		filtergängige Anteile			
Messbeginn	hh:mm	11:45		11:45			
Messende	hh:mm	14:00		14:00			
Sauerstoff-Gehalt	Vol.-%	10,6		10,6			
Bezugs-Sauerstoffgehalt	Vol.-%	11,0					
Hauptvolumenstrom (Norm tr)	m³/h	21.840					
Abgesaugtes Teilgasvolumen							
Dauer der Absaugung	min	120		120			
Sondendurchmesser	mm	8		8			
Abges. Teilgasvolumen (t,p,tr)	m³	3,058		3,058			
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,006		1,006			
Mittl. Temperatur an der Gasuhr	°C	32,0		32,0			
Desgl. in abs. Temperaturgraden	K	305,2		305,2			
Barometerstand	hPa	978		978			
Stat. Druckdifferenz an der Gasuhr	hPa	0		0			
Wasserdampfpartialdruck	hPa	48		48			
Korr. Druck an der Gasuhr	hPa	978		978			
Abges. Teilgasvolumen (Norm tr)	m³	2,819		2,658 (inkl. filterg.Anteile)			
Isokinetisches Verhältnis	%	106					
Angaben zu Einzelkomponenten		partikelförmige Anteile		filtergängige Anteile		Summe	NWG (FBW)
		Gehalt µg/Probe	Konzentration mg/m³ (n,tr)	Gehalt µg/Probe	Konzentration mg/m³ (n,tr)	Konzentration mg/m³ (n,tr)	Konzentration mg/m³ (n,tr)
Cadmium		< 0,1	< 0,00002	1,8	0,00068	0,00068	< 0,00004
Thallium		< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00037	< 0,00037
Antimon		< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00037	0,00214
Arsen		1,0	0,00035	< 0,5	< 0,00019	0,00035	< 0,00037
Blei		< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00037	0,00058
Chrom		< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00037	0,00083
Cobalt		< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00037	< 0,00037
Kupfer		< 0,5	< 0,00018	4,2	0,00158	0,00158	0,00217
Mangan		< 0,5	< 0,00018	1,3	0,00049	0,00049	0,00285
Nickel		< 0,5	< 0,00018	1,1	0,00041	0,00041	0,00037
Vanadium		< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00037	0,00037
Zinn		0,8	0,00028	< 0,5	< 0,00019	0,00028	0,00068
Benzo(a)pyren						< 0,000004	< 0,000004
grenzwertrelevante Komponenten/Summenbildungen		Konzentration mg/m³ (n,tr)	Konzentration mg/m³ (n,tr, O2)	erw. MU mg/m³ (n,tr, O2)	Massenstrom g/h		
Summe Cd/Tl		0,001	0,001	0,00038	0,023		
Summe Sb-Sn		0,01	0,01	0,0027	0,24		
Summe As-Cr, BaP		0,002	0,002	0,00091	0,049		

Bei den Summenwerten wurden nicht nachgewiesene Einzelkomponenten mit der angegebenen Nachweisgrenze NWG (FBW) berücksichtigt.

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen am Fangstoffkessel (Kessel 3) bei der Firma Moritz J. Weig GmbH & Co. KG für die Messkomponenten HF, Hg, Metalle, PCCD/PCDF, PCB, BaP und O₂, Berichts-Nr.:EuL/21258085/D

Seite 39 von 46

Tabelle Anhang: Bestimmung der Schwermetallemissionen Nr. 2

Anlage:		Kessel 3					
Messstelle		Reingas					
Messstag		25.07.2023					
Messung-Nr.		2					
		partikelförmige Anteile			filtergängige Anteile		
Messbeginn	hh:mm	09:20			09:20		
Messende	hh:mm	11:35			11:35		
Sauerstoff-Gehalt	Vol.-%	10,4			10,4		
Bezugs-Sauerstoffgehalt	Vol.-%	11,0					
Hauptvolumenstrom (Norm tr)	m³/h	21.720					
Abgesaugtes Teilgasvolumen							
Dauer der Absaugung	min	120			120		
Sondendurchmesser	mm	8					
Abges. Teilgasvolumen (t,p,tr)	m³	3,083			3,083		
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,006			1,006		
Mittl. Temperatur an der Gasuhr	°C	31,0			31,0		
Desgl. in abs. Temperaturgraden	K	304,2			304,2		
Barometerstand	hPa	978			978		
Stat. Druckdifferenz an der Gasuhr	hPa	0			0		
Wasserdampfpartialdruck	hPa	45			45		
Korr. Druck an der Gasuhr	hPa	978			978		
Abges. Teilgasvolumen (Norm tr)	m³	2,851 (inkl. filterg.Anteile)			2,689		
Isokinetisches Verhältnis	%	104					
Angaben zu Einzelkomponenten		partikelförmige Anteile		filtergängige Anteile		Summe	NWG (FBW)
		Gehalt µg/Probe	Konzentration mg/m³ (n,tr)	Gehalt µg/Probe	Konzentration mg/m³ (n,tr)	Konzentration mg/m³ (n,tr)	Konzentration mg/m³ (n,tr)
Cadmium		< 0,1	< 0,00002	0,3	0,00011	0,00011	< 0,00004
Thallium		< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00036	< 0,00036
Antimon		< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00036	0,00211
Arsen		< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00036	< 0,00036
Blei		< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00036	0,00057
Chrom		0,5	0,00018	< 0,5	< 0,00019	0,00018	0,00082
Cobalt		< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00036	< 0,00036
Kupfer		0,9	0,00032	1,7	0,00063	0,00095	0,00215
Mangan		5,1	0,00179	< 0,5	< 0,00019	0,00179	0,00282
Nickel		< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00036	0,00036
Vanadium		< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00036	0,00036
Zinn		37,0	0,01298	< 0,5	< 0,00019	0,01298	0,00068
Benzo(a)pyren						< 0,000004	< 0,000004
grenzwertrelevante Komponenten/Summenbildungen		Konzentration mg/m³ (n,tr)	Konzentration mg/m³ (n,tr, O2)	erw. MJ mg/m³ (n,tr, O2)	Massenstrom g/h		
Summe Cd/Tl		0,00047	0,00047	0,00032	0,010		
Summe Sb-Sn		0,02	0,02	0,0040	0,50		
Summe As-Cr, BaP		0,001	0,001	0,00084	0,036		

Bei den Summenwerten wurden nicht nachgewiesene Einzelkomponenten mit der angegebenen Nachweisgrenze NWG (FBW) berücksichtigt.

Tabelle Anhang: Bestimmung der Schwermetallemissionen Nr. 3

Anlage:		Kessel 3					
Messstelle		Reingas					
Messstag		25.07.2023					
Messung-Nr.		3					
		partikelförmige Anteile		filtergängige Anteile			
Messbeginn	hh:mm	12:50		12:50			
Messende	hh:mm	15:05		15:05			
Sauerstoff-Gehalt	Vol.-%	10,4		10,4			
Bezugs-Sauerstoffgehalt	Vol.-%	11,0					
Hauptvolumenstrom (Norm tr)	m³/h	21.720					
Abgesaugtes Teilgasvolumen							
Dauer der Absaugung	min	120		120			
Sondendurchmesser	mm	8					
Abges. Teilgasvolumen (t,p,tr)	m³	3,11		3,11			
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,006		1,006			
Mittl. Temperatur an der Gasuhr	°C	32,0		32,0			
Desgl. in abs. Temperaturgraden	K	305,2		305,2			
Barometerstand	hPa	978		978			
Stat. Druckdifferenz an der Gasuhr	hPa	0		0			
Wasserdampfpartialdruck	hPa	48		48			
Korr. Druck an der Gasuhr	hPa	978		978			
Abges. Teilgasvolumen (Norm tr)	m³	2,876 (inkl. filterg.Anteile)		2,704			
Isokinetisches Verhältnis	%	105					
Angaben zu Einzelkomponenten		partikelförmige Anteile		filtergängige Anteile		Summe	NWG (FBW)
		Gehalt µg/Probe	Konzentration mg/m³ (n,tr)	Gehalt µg/Probe	Konzentration mg/m³ (n,tr)	Konzentration mg/m³ (n,tr)	Konzentration mg/m³ (n,tr)
Cadmium		< 0,1	< 0,00002	0,2	0,00006	0,00006	< 0,00004
Thallium		< 0,5	< 0,00017	< 0,5	< 0,00018	< 0,00036	< 0,00036
Antimon		< 0,5	< 0,00017	< 0,5	< 0,00018	< 0,00036	0,00210
Arsen		< 0,5	< 0,00017	< 0,5	< 0,00018	< 0,00036	< 0,00036
Blei		< 0,5	< 0,00017	< 0,5	< 0,00018	< 0,00036	0,00057
Chrom		< 0,5	< 0,00017	< 0,5	< 0,00018	< 0,00036	0,00081
Cobalt		< 0,5	< 0,00017	< 0,5	< 0,00018	< 0,00036	< 0,00036
Kupfer		0,8	0,00028	< 0,5	< 0,00018	0,00028	0,00213
Mangan		2,4	0,00083	< 0,5	< 0,00018	0,00083	0,00279
Nickel		< 0,5	< 0,00017	< 0,5	< 0,00018	< 0,00036	0,00036
Vanadium		< 0,5	< 0,00017	< 0,5	< 0,00018	< 0,00036	0,00036
Zinn		21,0	0,00730	< 0,5	< 0,00018	0,00730	0,00067
Benzo(a)pyren						< 0,000004	< 0,000004
Der Adsorptionswirkungsgrad wurde im Rahmen der Probenahme bestimmt. Die Analysenergebnisse liegen im letzten Adsorber kleiner Bestimmungsgrenze.							
grenzwertrelevante Komponenten/Summenbildungen		Konzentration mg/m³ (n,tr)	Konzentration mg/m³ (n,tr, O ₂)	erw. MU mg/m³ (n,tr, O ₂)	Massenstrom g/h		
Summe Cd/Tl		0,00041	0,00041	0,00031	0,0090		
Summe Sb-Sn		0,01	0,01	0,0030	0,37		
Summe As-Cr, BaP		0,001	0,001	0,00083	0,034		

Bei den Summenwerten wurden nicht nachgewiesene Einzelkomponenten mit der angegebenen Nachweisgrenze NWG (FBW) berücksichtigt.

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen am Fangstoffkessel (Kessel 3) bei der Firma Moritz J. Weig GmbH & Co. KG für die Messkomponenten HF, Hg, Metalle, PCCD/PCDF, PCB, BaP und O₂, Berichts-Nr.:EuL/21258085/D

Seite 41 von 46

Tabelle Anhang: Bestimmung des Feldblindwertes (Schwermetalle)

Anlage:		Kessel 3			
Messstelle		Reingas			
Messstag		24.07.2023			
Messung-Nr.		Feldblindwert			
Probenahmezeit	hh:mm	11:40			
mittlerer Sauerstoff-Gehalt:	Vol.-%	10,4			
Bezugs-Sauerstoffgehalt	Vol.-%	11,0			
Hauptvolumenstrom (Norm tr)	m³/h	-			
zugeordnetes Teilgasvolumen					
mittleres abges. Volumen (Norm tr)	m³	2,849	(inkl. filterg. Anteile)	2,684	
Angaben zu Einzelkomponenten	partikelförmige Anteile		filtergängige Anteile		Summe
	Gehalt µg/Probe	Konzentration mg/m³ (n,tr)	Gehalt µg/Probe	Konzentration mg/m³ (n,tr)	Konzentration mg/m³ (n,tr)
Cadmium	< 0,1	< 0,00002	< 0,1	< 0,00002	< 0,00004
Thallium	< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00036
Antimon	5,5	0,00193	< 0,5	< 0,00019	0,00212
Arsen	< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00036
Blei	1,1	0,00039	< 0,5	< 0,00019	0,00057
Chrom	1,8	0,00063	< 0,5	< 0,00019	0,00082
Cobalt	< 0,5	< 0,00018	< 0,5	< 0,00019	< 0,00036
Kupfer	5,6	0,00197	< 0,5	< 0,00019	0,00215
Mangan	7,5	0,00263	< 0,5	< 0,00019	0,00282
Nickel	0,5	0,00018	< 0,5	< 0,00019	0,00036
Vanadium	0,5	0,00018	< 0,5	< 0,00019	0,00036
Zinn	1,4	0,00049	< 0,5	< 0,00019	0,00068
Benzo(a)pyren					< 0,000004
grenzwertrelevante Komponenten/Summenbildungen	Konzentration mg/m³ (n,tr)	Konzentration mg/m³ (n,tr, O2)	bezogen auf GW %		
Summe Cd/Tl	< 0,0003	< 0,0003	< 0,8		
Summe Sb-Sn	0,01	0,01	2,1		
Summe As-Cr, BaP	0,001	0,001	3,2		

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen am Fangstoffkessel (Kessel 3) bei der Firma Moritz J. Weig GmbH & Co. KG für die Messkomponenten HF, Hg, Metalle, PCCD/PCDF, PCB, BaP und O₂, Berichts-Nr.:EuL/21258085/D

Tabelle Anhang: Bestimmung der Emissionen an Hg

Anlage	Kessel 3						
Messstelle:	Reingas						
Messtag:	24.7.2023	24.7.2023	25.7.2023	25.7.2023	25.7.2023	25.7.2023	25.7.2023
Messung Nr.:	1	2	3	4	5	6	6
HAUPTVOLUMENSTROM							
Volumenstrom-Messung bez. auf Normzustand trocken (Norm tr)	Nr.	1	1	2	2	2	2
	m³/h	21.840	21.840	21.720	21.720	21.720	21.720
filtergängiger Anteil							
Messbeginn	Uhr	12:15	13:30	09:50	11:05	13:20	14:35
Messende	Uhr	12:45	14:00	10:20	11:35	13:50	15:05
Abgesaugtes Teilgasvolumen trockene Gasuhr							
Dauer der Absaugung	min	30	30	30	30	30	30
Abges. Teilgasvolumen (t.p.tr)	m³	0,0588	0,0685	0,0600	0,0540	0,0625	0,0554
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,036	1,036	1,036	1,036	1,036	1,036
Mittl. Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol.-%	10,6	11,2	10,6	10,5	10,6	10,3
Bezugssauerstoffgehalt	Vol.-%	11	11	11	11	11	11
Mittl. Temperatur an der Gasuhr	°C	32	35	31	30	31	31
Desgl. in abs. Temperaturgraden	K	305	308	304	303	304	304
Barometerstand	hPa	978	978	978	978	978	978
Stat. Druckdifferenz an der Gasuhr	hPa	0	0	0	0	0	0
Wasserdampfpartialdruck	hPa	47	56	45	43	44	46
Korr. Druck an der Gasuhr	hPa	978	978	978	978	978	978
Abges. Teilgasvolumen (Norm tr)	m³	0,0527	0,0607	0,0539	0,0486	0,0562	0,0497
gefundene Masse in der Probe	µg	0,15	0,10	0,24	0,19	0,26	0,24
Effizienz der Absorption							
gefundene Masse im 2. Absorber	µg (B-Probe)						< 0,01
Konzentration im 2. Absorber	µg/m³						< 0,2
Absorptionsgrad im 1. Absorber	%						> 96,0
Anforderung: > 95 % oder max 2 µg/m³ im 2. Absorber	eingehalten						
Masse, Feldblindwert	µg	< 0,01					
bezogen auf das Teilgasvolumen (Norm tr)	mg/m³	< 0,00019	< 0,00016	< 0,00019	< 0,00021	< 0,00018	< 0,00020
Blindwert in Relation zum Grenzwert	%	< 0,6	< 0,5	< 0,6	< 0,7	< 0,6	< 0,7
Blindwert in Relation zum Messwert	%	< 6,7	< 10,0	< 4,2	< 5,3	< 3,8	< 4,2
Massenkonzentration (Norm tr)	mg/m³	0,00285	0,00165	0,00445	0,00391	0,00463	0,00483
Massenstrom	g/h	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Mittl. Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol.-%	10,6	11,2	10,6	10,5	10,6	10,3
Bezugssauerstoffgehalt	Vol.-%	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Massenkonzentration (Norm tr, 11 Vol.-% O₂)	mg/m³	0,00285	0,00167	0,00445	0,00391	0,00463	0,00483
partikelförmiger Anteil Hg (isokinetische Probenahme)							
Messbeginn	Uhr	12:15	13:30	09:50	11:05	13:20	14:35
Messende	Uhr	14:15	15:30	11:50	13:05	15:20	16:35
Abgesaugtes Teilgasvolumen trockene Gasuhr							
Dauer der Absaugung	min	120	120	120	120	120	120
Abges. Teilgasvolumen (t.p.tr) ohne filtergängiger Anteile	m³	3,058	3,058	3,083	3,083	3,110	3,110
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006
Mittl. Temperatur an der Gasuhr	°C	32	32	31	31	32	32
Desgl. in abs. Temperaturgraden	K	305	305	304	304	305	305
Barometerstand	hPa	978	978	978	978	978	978
Stat. Druckdifferenz an der Gasuhr	hPa	0	0	0	0	0	0
Wasserdampfpartialdruck	hPa	48	48	45	45	48	48
Korr. Druck an der Gasuhr	hPa	978	978	978	978	978	978
Abges. Teilgasvolumen über Filter (Norm tr), inkl. filterg. Anteile	m³	2,7719	2,7719	2,7915	2,7915	2,8095	2,8095
isokinetisches Verhältnis	%	105	104	101	101	103	103
gefundene Masse in der Probe	µg	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Masse, Feldblindwert	µg	< 0,06					
bezogen auf das Teilgasvolumen (Norm tr)	mg/m³	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Blindwert in Relation zum Grenzwert	%	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Blindwert in Relation zum Messwert	%	< 100,0	< 100,0	< 100,0	< 100,0	< 100,0	< 100,0
Mittl. Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol.-%	10,6	11,2	10,6	10,5	10,6	10,3
Bezugssauerstoffgehalt	Vol.-%	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Massenkonzentration (Norm tr)	mg/m³	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Massenkonzentration (Norm tr, 11 Vol.-% O₂)	mg/m³	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Massenstrom	g/h	< 0,00047	< 0,00047	< 0,00046	< 0,00046	< 0,00046	< 0,00046
Gesamtmassenkonzentration (Norm tr)	mg/m³	0,002869	0,001668	0,004475	0,003928	0,004650	0,004849
Gesamtmassenkonzentration (Norm tr, 11 Vol.-% O₂)	mg/m³	0,002869	0,001693	0,004475	0,003928	0,004650	0,004849
Gesamtmassenstrom	g/h	0,06	0,04	0,10	0,09	0,1	0,1

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen am Fangstoffkessel (Kessel 3) bei der Firma Moritz J. Weig GmbH & Co. KG für die Messkomponenten HF, Hg, Metalle, PCCD/PCDF, PCB, BaP und O₂, Berichts-Nr.:EuL/21258085/D

Seite 43 von 46

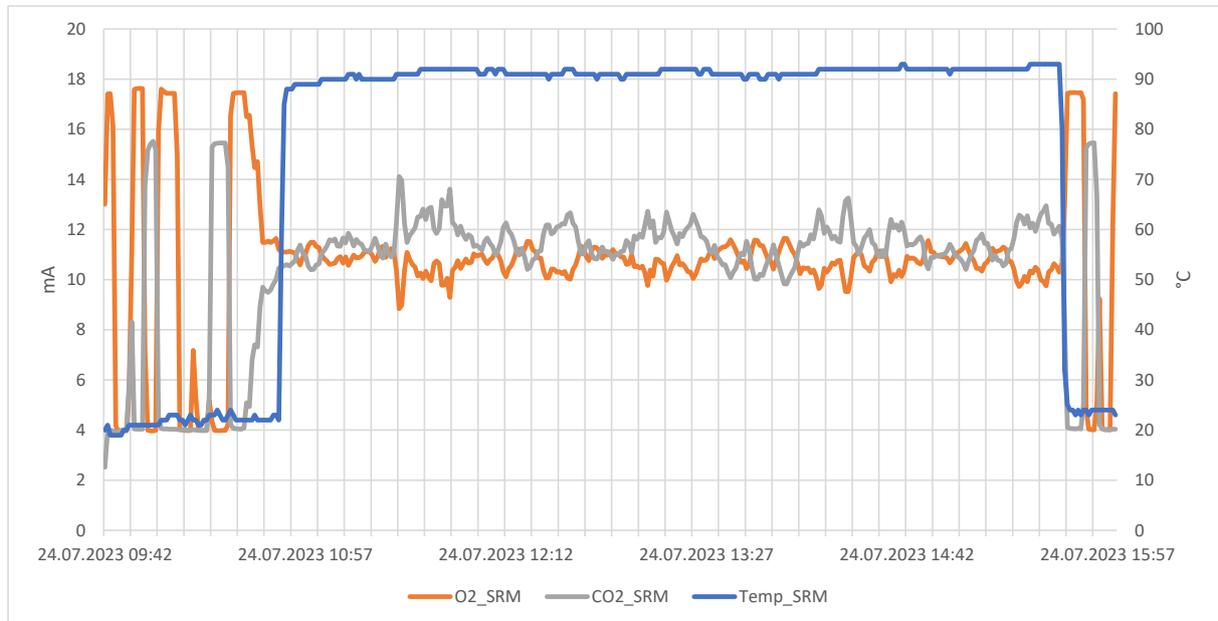
Tabelle Anhang: Bestimmung der Emissionen an HF

Anlage		Kessel 3					
Messstelle:		Reingas					
Messstag:		24.7.2023	24.7.2023	25.7.2023	25.7.2023	25.7.2023	25.7.2023
Messung Nr.:		1	2	3	4	5	6
Messbeginn	Uhr	11:45	13:00	09:20	10:35	12:50	14:05
Messende	Uhr	12:15	13:30	09:50	11:05	13:20	14:35
HAUPTVOLUMENSTROM							
Volumenstrom-Messung	Nr.	1	1	2	2	2	2
bez. auf Normzustand trocken (Norm tr)	m³/h	21.840	21.840	21.720	21.720	21.720	21.720
PROBENAHEME							
Dauer der Absaugung	min	30	30	30	30	30	30
Abges. Teilgasvolumen (tp,tr)	m³	0,0588	0,0616	0,0643	0,0563	0,0645	0,0647
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,036	1,036	1,036	1,036	1,036	1,036
Mittl. Temperatur an der Gasuhr	°C	31	34	31	30	30	31
Desgl. in abs. Temperaturgraden	K	304	307	304	303	303	304
Barometerstand	hPa	978	978	978	978	978	978
Stat. Druckdifferenz an der Gasuhr	hPa	0	0	0	0	0	0
Wasserdampfpartialdruck	hPa	45	54	45	43	43	44
Korr. Druck an der Gasuhr	hPa	978	978	978	978	978	978
Abges. Teilgasvolumen (Norm tr)	m³	0,0528	0,0548	0,0577	0,0507	0,0581	0,0582
Mittl. Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol.-%	10,3	10,2	10,5	9,9	10,2	10,3
Bezugssauerstoffgehalt	Vol.-%	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
MASSENKONZENTRATION UND -STROM							
gefundene Masse in der Probe	µg	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 3,0
Effizienz der Absorption							
gefundene Masse im 2. Absorber	µg (B-Probe)						< 3,0 < BG*
Absorptionsgrad im 1. Absorber	%						> 50
Anforderung: ≥ 95 % (1. Absorber) oder < BG* (2. Absorber)		eingehalten					
Masse, Feldblindwert							
bezogen auf das Teilgasvolumen (Norm tr)	mg/m³	< 0,06	< 0,05	< 0,05	< 0,06	< 0,05	< 0,05
Blindwert in Relation zum Grenzwert	%	< 5,7	< 5,5	< 5,2	< 5,9	< 5,2	< 5,2
Blindwert in Relation zum Messwert	%	< 81,2	< 78,2	< 86,6	< 84,6	< 86,1	< 103,1
Massenkonzentration (Norm tr)							
Massenstrom	g/h	< 1,52	< 1,52	< 1,30	< 1,52	< 1,30	< 1,08
Massenkonzentration (Norm tr) bei 11 Vol.-% O ₂	mg/m³	< 0,07	< 0,07	< 0,06	< 0,07	< 0,06	< 0,05

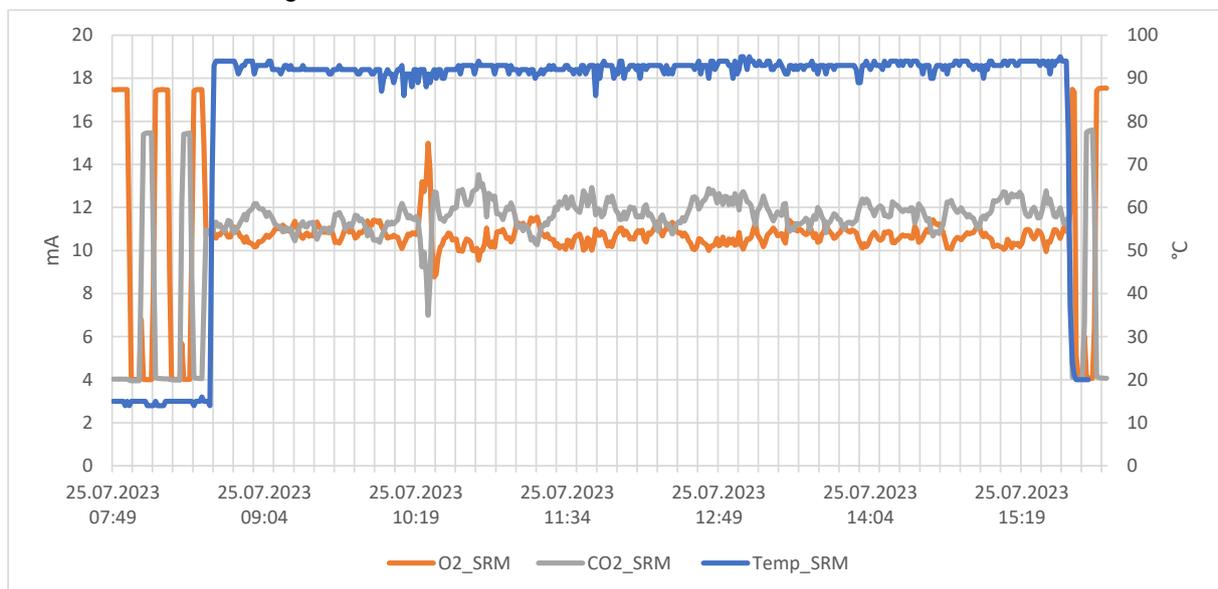
* BG ≙ Bestimmungsgrenze

Anhang A3: Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten

Kontinuierliche Messungen vom 24.07.2023



Kontinuierliche Messungen vom 25.07.2023



Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen am Fangstoffkessel (Kessel 3) bei der Firma Moritz J. Weig GmbH & Co. KG für die Messkomponenten HF, Hg, Metalle, PCCD/PCDF, PCB, BaP und O₂, Berichts-Nr.:EuL/21258085/D

Seite 45 von 46

Anhang A4: Aufzeichnungen des Betreibers: Betriebsdaten und kontinuierliche Messeinrichtungen

Datum/Uhrzeit	Dampfmenge 31DD10J01.MES	Dampfdruck 31DD10J05.MES	Dampftemperatur 31DD10J02.MES	Speisewasser-Temperatur 31DW10J03.MES	Volumenstrom 31DL50J07.MES	Erdgas-Menge ZF 31DG10J01.MES	Feuerraum-Temperatur 31DL40J04.MES	Feuerraum-Druck 31DR10J02.MES	pH-Wert 31DP01J05.MES	Differenzdruck-Staubfilter 31DL40J14.MES
24.07.2023 10:30	8,4	78,8	441	143	24.899	326	770	-0,26	7,4	13,0
24.07.2023 11:00	9,8	79,0	457	143	25.901	225	835	-0,29	7,4	14,6
24.07.2023 11:30	10,7	79,2	459	143	25.478	186	844	-0,30	7,4	16,2
24.07.2023 12:00	10,2	79,3	468	143	25.258	285	863	-0,30	7,3	16,1
24.07.2023 12:30	10,1	79,4	471	143	25.394	276	857	-0,29	7,3	16,5
24.07.2023 13:00	10,5	79,5	478	143	25.534	233	856	-0,31	7,3	17,3
24.07.2023 13:30	10,3	79,3	470	143	26.164	426	862	-0,29	7,3	17,8
24.07.2023 14:00	10,7	79,3	479	143	26.438	254	867	-0,30	7,3	18,6
24.07.2023 14:30	10,2	79,2	469	143	25.863	271	858	-0,30	7,3	18,2
24.07.2023 15:00	10,2	79,7	470	143	26.046	278	868	-0,29	7,3	18,9
24.07.2023 15:30	10,6	81,1	479	143	26.231	230	857	-0,31	7,3	19,7
25.07.2023 08:00	12,1	80,7	467	145	31.261	531	865	-0,32	7,4	14,3
25.07.2023 08:30	11,1	80,5	457	144	26.710	330	873	-0,30	7,3	12,3
25.07.2023 09:00	10,6	80,3	453	144	25.085	337	851	-0,30	7,3	12,7
25.07.2023 09:30	10,7	80,2	455	144	24.915	343	862	-0,30	7,3	13,3
25.07.2023 10:00	10,4	80,2	450	144	25.204	327	850	-0,35	7,3	14,1
25.07.2023 10:30	10,9	80,2	465	144	24.785	275	866	-0,30	7,3	14,8
25.07.2023 11:00	10,6	80,2	458	144	24.889	346	862	-0,30	7,3	15,0
25.07.2023 11:30	11,0	80,3	469	144	26.892	217	862	-0,30	7,3	16,1
25.07.2023 12:00	10,7	80,2	463	144	26.566	291	854	-0,30	7,3	16,0
25.07.2023 12:30	11,2	80,3	473	144	25.369	198	868	-0,30	7,3	17,0
25.07.2023 13:00	10,7	80,2	465	144	24.968	252	851	-0,30	7,3	16,8
25.07.2023 13:30	10,9	80,3	466	144	25.096	303	863	-0,30	7,3	17,2
25.07.2023 14:00	10,8	80,4	469	144	25.000	233	857	-0,31	7,3	17,6
25.07.2023 14:30	10,7	80,3	464	144	24.734	293	855	-0,30	7,3	17,5
25.07.2023 15:00	10,8	80,4	469	145	26.058	187	865	-0,30	7,3	18,2
25.07.2023 15:30	10,7	79,9	463	144	25.668	283	847	-0,30	7,3	18,2
25.07.2023 15:30	10,7	79,9	463	144	25.668	283	847	-0,30	7,3	18,2

Anhang A5: Abkürzungen

Abkürzungen

SO ₂	Schwefeldioxid und -trioxid, angegeben als Schwefeldioxid
CO	Kohlenmonoxid
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickstoffmonoxid und -dioxid, angegeben als Stickstoffdioxid
O ₂	Sauerstoff
CO ₂	Kohlendioxid
Gesamt-C	Gesamtkohlenstoff
Staub	Gesamtstaub
HCl	gasf. anorg. Chlorverbindungen, angegeben als Chlorwasserstoff
HF	gasf. anorg. Fluorverbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff
HBr	gasf. anorg. Bromverbindungen, angegeben als Bromwasserstoff
NH ₃	Ammoniak
HCHO	Formaldehyd
N ₂ O	Distickstoffmonoxid, Lachgas
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
Cl ₂	Chlor
HCN	Cyanwasserstoff
SO ₃	Schwefeltrioxid
H ₂ SO ₄	Schwefelsäure
BTX	Benzol, Toluol, Xylol
PAK	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCDD/PCDF	polychlorierte Dibenzodioxine und polychlorierte Dibenzofurane
PBDD/PBDF	polybromierte Dibenzodioxine und polybromierte Dibenzofurane
PCB	polychlorierte Biphenyle
Org. Stoffe	Organische Stoffe als Gesamtkohlenstoff
Org. Stoffe, Klasse I, II	Summe der Stoffe nach TA Luft Ziffer 5.2.5 Klasse I, II
Staubf. anorg. Stoffe, Klasse I, II, III	Summe der Stoffe nach TA Luft Ziffer 5.2.2 Klasse I, II, III
Krebserz. Stoffe, Klasse I, II, III	Summe der Stoffe nach TA Luft Ziffer 5.2.7.1.1 Klasse I, II, III