

TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG
Bericht Nr.:
8000 685 385 / 323EFK093 EMI

26.07.2023
TNUAM-Bi/StBr-ABr

BERICHT

über die Durchführung von Emissionsmessungen

Auftraggeber und Betreiber: BHKW Flohr GmbH
Stettiner Str. 24-26
56564 Neuwied

Standort: Betriebsgelände
Rasselsteiner Straße 101
56564 Neuwied

Anlage: Biomasseheizkraftwerk

Datum der Messung: 13.06. – 15.06.2023

Projektleitung: B.Sc. Stefan Brockmeyer
☎ 0521 786 277
✉ stbrockmeyer@tuev-nord.de

Berichtsumfang: 31 Seiten 1 Anlage (18 Seiten)

Nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 durch die DAkkS - Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH -
akkreditiertes Prüflaboratorium

Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Sitz der Gesellschaft
TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG
Große Bahnstraße 31
22525 Hamburg
Tel.: 040 8557-2491
Fax: 040 8557-2116
umwelt@tuev-nord.de
www.tuev-nord.de

Amtsgericht Hamburg
HRA 96733
USt.-IdNr.: DE 813376373
Steuer-Nr.: 27/628/00058

Komplementär
TÜV NORD Umweltschutz
Verwaltungsgesellschaft mbH, Hamburg
Amtsgericht Hamburg
HRB 82195
Geschäftsführung
Dr.-Ing. Peter Heidemann

**DAkkS**
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14334-01-00
Commerzbank AG, Hamburg
BLZ: 200 400 00
Konto-Nr.: 4090403
BIC (SWIFT-Code): COBADEFF
IBAN-Code: DE 83 2004 0000 0409 0403 00

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen

Name der nach § 29b BImSchG bekannt gegebenen Stelle	TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG
Berichtsnummer (Az.) / -datum	8000 685 385 / 323EFK093 EMI / 26.07.2023
Prüfberichtsnummer (Labor)	123UML0598 / CAL23-055080-1
Betreiber	BHKW Flohr GmbH
Standort	Betriebsgelände Rasselsteiner Straße 101 56564 Neuwied
Messtermin	13.06. – 15.06.2023
Berichtsumfang	31 Seiten, 1 Anlage (18 Seiten)

Zusammenfassung

Anlage	Biomasseheizkraftwerk				
Betriebszeiten	24 h/d				
Emissionsquelle	Kamin				
Quellenummer	keine Angabe				
Messergebnisse					
Messkomponente	Maßeinheit	maximaler Messwert abzüglich erweiterter Messunsicherheit	maximaler Messwert zuzüglich erweiterter Messunsicherheit	Emissionsbegrenzung (Konzentration)	Betriebszustand Auslastung bezogen auf die Dampfleistung
Schwermetalle Σ Cd - Tl	mg/m ³	0,00	0,00	0,05	89 %
Schwermetalle Σ Sb - Sn	mg/m ³	0,0	0,0	0,5	
Schwermetalle Σ As - Cr	mg/m ³	0,01	0,01	0,05	
Σ Dioxine / Furane / PCB	ng/m ³	0,0	0,0	0,1	
Die Emissionskonzentrationen und -begrenzungen beziehen sich auf den Normzustand (273,15 K, 101,3 kPa) nach Abzug des Wasserdampfgehaltes und einen Sauerstoffgehalt von 11 Vol.-%.					

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Messaufgabe 4
1.1	Auftraggeber4
1.2	Betreiber4
1.3	Standort4
1.4	Anlage4
1.5	Datum der Messung4
1.6	Anlass der Messung4
1.7	Aufgabenstellung5
1.8	Messkomponenten und Messgrößen5
1.9	Ortsbesichtigung vor Messdurchführung6
1.10	Messplanabstimmung6
1.11	An der Messung beteiligte Personen6
1.12	Beteiligung weiterer Institute6
1.13	Fachliche Verantwortung6
2	Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe 7
2.1	Bezeichnung der Anlage7
2.2	Beschreibung der Anlage7
2.3	Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben7
2.4	Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe7
2.5	Betriebszeiten nach Betreiberangaben8
2.6	Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen8
3	Beschreibung der Probenahmestelle 10
3.1	Messstrecke und Messquerschnitt10
3.2	Lage der Messpunkte im Messquerschnitt11
4	Messverfahren und Messeinrichtungen 12
4.1	Abgasrandbedingungen12
4.2	Automatische Messverfahren14
4.3	Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen16
4.4	Messverfahren für partikelförmige Emissionen17
4.5	Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe (PCDD/PCDF u. Ä.)20
4.6	Geruchsemissionen24
5	Betriebszustand der Anlage während der Messungen 25
5.1	Produktionsanlage25
5.2	Abgasreinigungsanlagen25
6	Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion 26
6.1	Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen26
6.2	Messergebnisse26
6.3	Messunsicherheiten29
6.4	Diskussion der Ergebnisse30
7	Anhang – Anlagenübersicht 31

1 Messaufgabe

1.1 Auftraggeber

BHKW Flohr GmbH
Stettiner Str. 24-26
56564 Neuwied

1.2 Betreiber

BHKW Flohr GmbH
Stettiner Str. 24-26
56564 Neuwied

Ansprechpartner: Herr Velten ☎ 02631 / 91490

1.3 Standort

Betriebsgelände
Rasselsteiner Straße 101
56564 Neuwied

1.4 Anlage

Untersucht wurde eine Biomassefeuerungsanlage. Sie ist eine im Rahmen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes genehmigungsbedürftige Anlage der Ziffer 8.1.1.1 des Anhangs der Anlagenverordnung (4. BImSchV).

1.5 Datum der Messung

Datum	13.06. – 15.06.2023
Datum der letzten Messung	23.08. – 25.08.2022
Datum der nächsten Messung	2024

1.6 Anlass der Messung

wiederkehrende Messung der Emissionen zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzung gemäß § 28 BImSchG.

1.7 Aufgabenstellung

Gemäß Messanordnung im Genehmigungsbescheid der Struktur und Genehmigungs-
 direktion Nord – regionale Gewerbeaufsicht, Koblenz Az.: 314-23-138-2/2003 vom
 22.05.2015 sollten durch die Emissionsmessungen die Einhaltung folgender Emis-
 sionsbegrenzungen überprüft werden.

Komponente	Grenzwert
Summenwert TE Dioxine, Furane und polychlorierte Biphenyle lt. Anhang 17. BImSchV, angegeben als PCDD/F und PCB	0,1 ng/m ³
Cadmium und seine Verbindungen, angegeben als Cd Thallium und seine Verbindungen, angegeben als Tl insgesamt	0,05 mg/m ³
Antimon und seine Verbindungen, angegeben als Sb Arsen und seine Verbindungen, angegeben als As Blei und seine Verbindungen, angegeben als Pb Chrom und seine Verbindungen, angegeben als Cr Cobalt und seine Verbindungen, angegeben als Co Kupfer und seine Verbindungen, angegeben als Cu Mangan und seine Verbindungen, angegeben als Mn Nickel und seine Verbindungen, angegeben als Ni Vanadium und seine Verbindungen, angegeben als V Zinn und seine Verbindungen, angegeben als Sn insgesamt	0,5 mg/m ³
Arsen und seine Verbindungen, angegeben als As Benzo(a)pyren Cadmium und seine Verbindungen, angegeben als Cd Cobalt und seine Verbindungen, angegeben als Co Chrom und seine Verbindungen, angegeben als Cr insgesamt	0,05 mg/m ³

Die Emissionsmassenkonzentrationswerte sind auf trockenes Abgas im Normzustand
 und einen Sauerstoffgehalt im Abgas von 11 Vol.-% zu beziehen.

1.8 Messkomponenten und Messgrößen

polychlorierte Dibenzodioxine und –furane, PCB

staubförmige anorganische Stoffe,

Schwermetalle (Σ Cd+Tl, Σ Sb-Sn, Σ As-Cr einschl. Benzo(a)pyren)

Sauerstoffgehalt (O₂) und Feuchtegehalt (H₂O) als Bezugsgrößen und Abgasrandbe-
 dingungen

1.9 Ortsbesichtigung vor Messdurchführung

- durchgeführt am:
 nicht durchgeführt; weil:

Es wurde keine Ortsbesichtigung durchgeführt, da die Messbedingungen aus der selbst durchgeführten, vorangegangenen Messung bekannt waren. Bei der Messplanabstimmung wurde vom Betreiber bestätigt, dass keine wesentlichen, die Anlage und Probenahmestellen betreffenden, Änderungen vorgenommen wurden.

1.10 Messplanabstimmung

Messplanabstimmung durchgeführt	ja
mit dem Betreiber	ja; mit Herrn Velten von der Flohr GmbH
mit der zuständigen Behörde	nein

Der Messtermin wurde am 06.06.23 dem LUWG Mainz mitgeteilt.

1.11 An der Messung beteiligte Personen

Name	Funktion
Stefan Brockmeyer	Projektleitung
Andreas Kaiser	Fachkundiger Mitarbeitender
Dennis Gieschen	Fachkundiger Mitarbeitender

1.12 Beteiligung weiterer Institute

Institut	Leistungsumfang
Wessling GmbH, Altenberge D-PL-14162-01-00	Analytik auf polychlorierte Dibenzodioxine / -Furane, dioxinähnliche PCB sowie Benzo(a)pyren

1.13 Fachliche Verantwortung

Dipl.-Ing. Stefan Wolynski
 ☎ 0511 9986-1283
 ✉ swolynski@tuev-nord.de

Vertretung: Dipl.-Ing. (FH) Klaus Birkemeier
 ☎ 0521 786-282
 ✉ kbirkemeier@tuev-nord.de

2 Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

2.1 Bezeichnung der Anlage

Feuerungsanlage mit Brennstofflagerung und Aufbereitung zum Einsatz von behandelten und naturbelassenen Hölzern sowie Erdgas im Anfahrbetrieb mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von maximal 30,2 MW.

2.2 Beschreibung der Anlage

Kesselanlage

Bezeichnung:	Kessel 1
Hersteller:	Fa. Wulff, Husum
Herstellnummer:	3035
Baujahr:	2004
Bauart:	Wasserrohrkessel
Brennstoff:	Holz
zul. Betriebsüberdruck:	55 bar
Vorlauf-Dampftemperatur:	500 °C
maximale Dampfleistung:	36,5 t/h
Feuerungswärmeleistung:	30,2 MW

Brennersystem

Hersteller:	Fa. Wulff, Husum
Baujahr:	2004
Fabriknummer:	-
Anzahl Brenner:	2
Nennlast:	je 9,2 MW
Brennstoff:	Erdgas

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben

Emissionsquelle	Kamin
Höhe über Grund	45 m
UTM-Koordinaten	keine Angabe verfügbar
Bauausführung	isolierter Stahlblechkamin

2.4 Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

behandeltes und naturbelassenes Holz, Erdgas (Anfahrbetrieb)

2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben

Die Anlage wird vollkontinuierlich betrieben. 24 h/d

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen

2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

entfällt, Feuerungsanlage mit in sich geschlossenem Abgassystem und Saugzugventilator.

2.6.1.1 Art der Emissionserfassung

entfällt, Feuerungsanlage mit in sich geschlossenem Abgassystem und Saugzugventilator.

2.6.1.2 Ventilator kenndaten

Hersteller	Venti Oelde
Typ	HRV – 56S – 1.250/K
Nennvolumenstrom	122.901 m ³ /h i.B.
Totaldruckerhöhung Δp_t :	6.790 Pa bei $\rho=0,781 \text{ kgm}^3$
Betriebstemperatur	135 °C
Drehzahlregelung vorhanden	ja

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

Die Abgase werden nach einem Vorabscheider durch einen Wirbelschichtreaktor, in dem eine Kalkhydratzugabe zur Schadstoffadsorption erfolgt, geleitet. Vor Erreichen des Kamins werden die Feststoffe in einer Schlauchfilteranlage reduziert.

Beschreibung Gasweg:

Am Kesselende ist ein Funkenabscheider angeordnet, der Grobstaub abscheidet und das Eindringen von Funken bzw. glühenden Partikeln in den Schlauchfilter verhindert. Die nachgeschaltete Rauchgasreinigung basiert auf dem Trockenverfahren, bestehend aus Wirbelschichtadsorber und Schlauchfilter.

Das Rohgas tritt nach Durchströmen des Funkenabscheiders zentral von unten in den Rückstromwirbler (RSW) ein und gelangt in turbulenter Wirbelbewegung mit dem eingetragenen Kalkhydrat (oder 50:50-Gemisch Kalkhydrat/Kalksteinmehl) und den re-zirkulierten Reaktionsprodukten zum Oberteil des RSW.

Hier erfolgt eine partielle Feststoffabscheidung mit teilweiser Umkehrung der Feststoffströmung (Rückstrom). Das Rauchgas wird im RSW gereinigt, tritt am Kopf des Adsorbers als Staub/Gas-Gemisch aus und gelangt in das Schlauchfilter.

Das Schlauchfilter ist als Einkammerfilter konzipiert. Die 675 Filterschläuche haben eine Gesamtfilterfläche von 2.130 m².

Das gereinigte Rauchgas gelangt über das Saugzuggebläse und den Rauchgaskanal in den Schornstein.

Beschreibung Feststoffweg:

Das zur Rauchgasreinigung erforderliche Adsorbens wird vom LKW in das Kalkhydrat - silo gefördert und von dort mittels Dosierschläuche mit geregelter Antrieb und einer pneumatischen Förderung dem Rückstromwirbler zugeführt. Der feinkörnige Feststoff gelangt nach entsprechender Verweilzeit im RSW in das nachgeschaltete Schlauchfilter und dort in einen isolierten Zwischenbehälter (Filterbunker). Aus dem Filterbunker wird über eine Dosierwalze ein Großteil des Feststoffes zum RSW geleitet. Die Regelung der Menge des rezirkulierten Feststoffes erfolgt in Abhängigkeit vom gemessenen Differenzdruck zwischen RSW-Eintritt und RSW-Austritt. Der Feststoffaustrag aus dem Zwischenbehälter wird durch eine Öffnung im unteren Bereich des Fluidisierungsbodens realisiert. Der überschüssige Feststoff wird mit einer Zellenradschleuse dosiert abgezogen. Mittels der verschiedenen Füllstandsgrenzschalter wird die Feststoffförderung aus dem Zwischenbehälter ein- bzw. ausgeschaltet.

2.6.3 Einrichtung zur Verdünnung des Abgases

Die Rauchgaskühlung erfolgt über die Verdampfung von feinzerstäubtem Wasser. Die eingedüste Menge Wasser ist abhängig von der eingestellten Prozesstemperatur und der Rauchgasmenge. Die Zerstäubung erfolgt mittels einer Rücklaufdüse, die über eine Hochdruckpumpe versorgt wird. Die kontinuierliche Regelung der Verdüsungsmenge geschieht über ein elektropneumatisches Rücklaufventil im Düsenrücklauf.

Der Wasservorlagebehälter ist mit einem Schwimmerventil zur Füllstandsregelung, einer Alarmeinrichtung für Unterschreitung des minimalen Wasserstandes sowie einem Wasserzähler im Zulauf vom Werksnetz versehen. In der jeweiligen Vor- und Rücklaufleitung befinden sich lokale Druckmessungen.

Die Kühlung der Rauchgase reduziert den effektiven Abgasvolumenstrom und verbessert gleichzeitig die Reaktionsbedingungen im RSW in Bezug auf SO₂-, HCl-, HF- und Schwermetallabscheidung.

3 Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Messstrecke und Messquerschnitt

Im Kamin in ca. 26 m Höhe, oberhalb der Gebäudeoberkante. Eine ausreichend große Arbeitsbühne ist über eine Treppe im Kesselhaus erreichbar.

3.1.1 Lage und Abmessungen

Lage	im Kamin
Strömungsverlauf	vertikal
Abmessungen Querschnittsfläche hydraulischer Durchmesser D_h	1,8 [m ²] 1,5 [m]
Einlaufstrecke	16 m (Empfehlung $> 5 * D_h$ <input checked="" type="checkbox"/> erfüllt <input type="checkbox"/> nicht erfüllt)
Auslaufstrecke	19 m (Empfehlung $> 2 * D_h$ <input checked="" type="checkbox"/> erfüllt <input type="checkbox"/> nicht erfüllt)
Abstand zur Schornsteinmündung	19 m (Empfehlung $> 5 * D_h$ <input checked="" type="checkbox"/> erfüllt <input type="checkbox"/> nicht erfüllt)

3.1.2 Arbeitsfläche und Messbühne

Zugänglichkeit	
Fläche / Traversierfläche	<input checked="" type="checkbox"/> ausreichend <input type="checkbox"/> nicht ausreichend
Ausstattung / Besonderheiten	Stromversorgung und Wasserversorgung sind ausreichend vorhanden

3.1.3 Messöffnungen

Anzahl der Messöffnungen	2
Ausführung der Messöffnungen	Ø 300 mm
Messstützenlänge	0,1 m

3.1.4 Strömungsbedingungen im Messquerschnitt

Winkel Gasstrom zu Mittelachse Abgas- kanal $< 15^\circ$	<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 höchste/niedrigste örtliche Geschwindigkeit $< 3:1$	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt <input type="checkbox"/> nicht erfüllt
Mindestgeschwindigkeit (in Abhängig- keit vom verwendeten Messverfahren)	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt <input type="checkbox"/> nicht erfüllt

3.1.5 Zusammenfassende Beurteilung der Messbedingungen

Messbedingungen nach Anforderungen der DIN EN 15259 /10/	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt <input type="checkbox"/> nicht erfüllt
Ergriffene Maßnahmen	keine
Zu erwartende Auswirkungen auf das Ergebnis	keine
Empfehlungen und Hinweise zur Verbesserung der Messbedingungen	keine

3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

3.2.1 Darstellung der Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

Messkomponenten	alle
Anzahl der Messachsen	2
Anzahl der Messpunkte pro Achse	4
Lage der Messpunkte (Eintauchtiefe der Sonde) [m] ⁽¹⁾	0,10 / 0,38 / 1,13 / 1,40 (Volumenstrom, Metalle, PCDD/DF beliebiger Messpunkt (gasförmige Komponenten O ₂ , CO ₂))

3.2.2 Homogenitätsprüfung

durchgeführt (siehe Ergebnisse in Nr. 6)

nicht durchgeführt, weil

Fläche des Messquerschnitts < 0,1 m²

Netzmessung

liegt vor;

Datum der Prüfung: 02.07.2021

Berichts-Nr.: 8000 677 248

Prüfinstitut: TÜV Nord Umweltschutz

Ergebnis der Homogenitätsprüfung:

Messung an einem beliebigen Punkt

Messung an einem repräsentativen Punkt;

Lage des repräsentativen Punkts: Achse:
Tiefe:

Netzmessung erforderlich

3.2.3 Komponentenspezifische Darstellung

Messkomponente	Anzahl der Messachsen	Anzahl der Messpunkte je Messachse	Homogenitätsprüfung durchgeführt	Beliebiger Messpunkt	Repräsentativer Messpunkt
O ₂	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CO	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Metalle	2	4	Angabe nicht sinnvoll		
PCDD/PCDF/PCB	2	4	Angabe nicht sinnvoll		

4 Messverfahren und Messeinrichtungen

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

Berechnungsverfahren	<input type="checkbox"/> angewendet <input checked="" type="checkbox"/> nicht angewendet siehe Abschnitt 4.1.8 Volumenstrom
kontinuierliche Ermittlung	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein

Die Staudrücke / Abgasgeschwindigkeiten wurden einmalig jeweils als Netzmessung vor Beginn der Probenahmen ermittelt und zur Berechnung des Volumenstromes verwendet. Während der Messungen auf partikelförmige Stoffe bzw. PCDD/F wurde die Abgasgeschwindigkeit stichprobenartig an einem Referenzpunkt kontrolliert.

Ermittlungsmethode	Staudruckmessung
Messeinrichtung	Prandtl'sches Staurohr (L-Pitot) und elektronisches Differenzdruckmanometer
Staurohr: Hersteller Typ QS-Nr.	Gothe Prandtl'sches Staurohr 500-002-256
Mikromanometer: Hersteller Typ QS-Nr.	Airflow Lufttechnik GmbH PVM 620 500-002-104
Messbereich Bestimmungsgrenze	-3.735 – 3.735 Pa 5 Pa

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskanal (statische Druckdifferenz)

Messgerät wie unter 4.1.1

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

Messeinrichtung	Digital-Barometer
Hersteller Typ QS-Nr.	Greisinger electronic GPB 3300 500-002-206

4.1.4 Abgastemperatur

kontinuierliche Ermittlung	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
----------------------------	--

Die Abgastemperatur wurde kontinuierlich mit einem Temperaturfühler gemessen. Die Temperaturmesssignale wurden mit Hilfe eines Datenloggers erfasst und über die jeweilige Messzeit integriert.

Messeinrichtung	Thermospannungsmessung
Sensor	Ni-CrNi-Stahlmantelthermoelement, Fa. Rössel,
Wandler und Anzeigegerät/Logger Hersteller Typ QS-Nr.	Ahlborn ALMEMO® ZA9020FS 500-002-281 Ahlborn ALMEMO® 2590-4S 500-002-218
Abtastrate Mittelungsintervall	10 s-1 20 s

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

Methode	gravimetrische Bestimmung der Abgasfeuchte nach Adsorption an Silikagel entsprechend DIN EN 14790 /13
Messeinrichtung	beheizte Probenahmesonde mit beheiztem Messgasfilter und beheizter Leitung entsprechend Abschnitt 4.2.1.5
Rückhaltesystem	2 Kondensatflaschen, nachgeschaltet 2 Adsorptionsrohre mit Silicagel
Teilgasstromerzeugung QS-Nr.	Desaga-Gasprobennehmer GS 212 500-002-226 / 500-003-661
Waage, Hersteller Modell	Kern & Sohn 572
Wägebereich	0 – 1.600 g
Auflösung Genauigkeit	0,01 g 0,02 g
QS-Nr.	500-002-072

4.1.6 Abgasdichte

berechnet unter Berücksichtigung der Abgaszusammensetzung, der Abgasfeuchte sowie der Abgastemperatur und Druckverhältnisse im Abgaskanal

4.1.7 Abgasverdünnung

Eine Abgasverdünnung erfolgt nicht.

4.1.8	Volumenstrom	
	Ermittlungsmethode:	Mittelwertbildung der lokalen Strömungsgeschwindigkeiten
	Mittlere Abgasgeschwindigkeit:	Verfahren und Messeinrichtung siehe Abschnitt 4.1.1
	Querschnittsfläche:	siehe Abschnitt 3.1.1
	Ermittlungsverfahren:	-
	Messeinrichtung:	-

4.2 Automatische Messverfahren

4.2.1 Messobjekte

- Sauerstoff (O₂)
- Kohlendioxid (CO₂)

4.2.1.1 Messverfahren

Sauerstoff (O ₂)	Messung des Paramagnetismus im Messgas gemäß DIN EN 14789
Kohlendioxid (CO ₂)	nicht-dispersive Infrarotspektrometrie (NDIR)

Die vorstehenden Komponenten werden mit einer Mehrkomponentenmesseinrichtung mit hintereinander angeordneten Messzellen für die jeweiligen Messverfahren gemessen. Der CLD wird parallel zu dem Messgasweg für die übrigen Messkomponenten mit Messgas versorgt.

4.2.1.2 Analysatoren

Messobjekte	Hersteller	Typ	QS-Nr.
O ₂ , CO ₂	Horiba Europa	PG 350	500-000-177

4.2.1.3 Eingestellte Messbereiche

Messobjekt	Messbereich
O ₂	0 – 25 Vol.-%
CO ₂	0 – 20 Vol.-%

4.2.1.4 Gerätetyp eignungsgeprüft

Horiba PG 350	Bekanntgabe im GMBI. Jahrg. 1999, Nr. 22, S. 446
---------------	--

4.2.1.5 Messplatzaufbau

Entnahmesonde, Hersteller / Typ	Kombinationssonde Gothe / 2,5 m, 60 mm
beheizt	auf 180 °C
maximale Eintauchtiefe	2 m
Staubfilter	Filterkopf mit Filtereinsatz, beheizt auf ca. 180 °C
Probegasleitung vor Messgasaufbereitung	Länge: 20 m, beheizt auf 180 °C
Messgasaufbereitung	
Messgaskühler (Fabrikat / Typ)	M+C Products / ECM
Temperatur geregelt auf	3 °C
QS-Nr.	500-003-164
Probegasleitung nach Messgasaufbereitung	Länge: 1 m, unbeheizt
Werkstoffe der gasführenden Teile	Titan, Edelstahl, Glas, PTFE
Trockenmittel	nicht eingesetzt

4.2.1.6 Überprüfen der Gerätekenlinie mit folgenden Prüfgasen

Messkomponente	O ₂	CO ₂
Nullgas	-	Stickstoff 5.0
Prüfgas	Luft	CO ₂
Konzentration	20,95 Vol.-%	15,9 Vol.-%
Restgas	-	N ₂
Hersteller	Umgebungsluft	
Herstelldatum	-	05.01.2023
Flaschen - Nr.	-	27600505329416
Stabilitätsgarantie	-	24 Mon.
Zertifikat Nr.*	-	390008307
Aufgabe durch das ges. Probenahmesystem vor Filter	ja	ja
* Das Zertifikat ist ausgestellt von dem unter der Nr. D-K-14054-01-00 bei der DAkkS akkreditierten Labor der Westfalen AG.		

TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG - nach § 29b BImSchG bekannt gegebene Stelle

4.2.1.7 90 % Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

für alle Komponenten < 60 s. Die Einstellzeit wurde durch Aufgabe von Prüfgas und Stickstoff auf die Sonde ermittelt.

4.2.1.8 Erfassung / Registrierung der Messwerte

Die Messsignale der Analysatoren wurden mit einem Datenlogger in Form von 20 s-Mittelwerten aufgenommen und anschließend zu Halbstundenmittelwerten ausgewertet

Datenlogger	Ahlborn Messtechnik ALMEMO 2890-9
QS-Nr.	500-002-218
Stromeingangsstecker	Typ ALMEMO ZA 9601-FS1 Shunt E4
Signaleingang	- 32 bis +32 mA
Auflösung	16 Bit (0,001 mA)
Abtastrate Mittelungsintervall	10 s ⁻¹ 20 s
Messdatenverarbeitung	Ahlborn Messtechnik ALMEMO 2890-9
Programm	AMR-Control
Registrierung	Über Notebook
Integrationszeit	20 Sekunden

4.2.1.9 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Die eingesetzten Gasanalysatoren und Geräte für die Probenahme, Messgasaufbereitung und Messwerterfassung unterliegen der Prüfmittelüberwachung der TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG. Zusätzlich wurde vor Ort die Justierung der Geräte vor Beginn und nach Abschluss der Messungen mit den mitgeführten Prüfgasen kontrolliert. Durch eine ausreichend lange Warmlaufphase wurde erreicht, dass kein unzulässiges Driften der Null- und Referenzpunktanzeigen während der Messzeit auftrat. Die Dichtigkeit der Gaswege bis zur Messgasförderpumpe wurde durch Vergleich der Geräteanzeigen bei Aufgabe der Prüfgase vor den Analysatoren und an der Sondenspitze kontrolliert. Es wurden keine unzulässigen Abweichungen festgestellt.

4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen

nicht zutreffend

4.4 Messverfahren für partikelförmige Emissionen

4.4.1 Messkomponenten

a) Cd, Tl, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V und Sn (Metalle und ihre Verbindungen), partikelförmig und filtergängig

4.4.1.1 Messverfahren

a) Cd, Tl, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V und Sn (Metalle)

Die Ermittlung der Metallemissionen wurde gemäß DIN EN 14385 /42/ durchgeführt. Grundlage der Verfahren ist die isokinetische Entnahme eines Teilgasvolumens, welches partikelgebundene und filtergängige Stoffe enthält. Die Partikel werden auf einem Planfilterkopfgerät entsprechend dem in der DIN EN 13284-1 /41/ beschriebenen manuellen diskontinuierlichen Staubmessverfahren abgeschieden. Zur Abscheidung der filtergängigen Anteile wird das Messgas im Anschluss außerhalb des Abgaskanals durch Absorptionlösungen in Impingerabsorbern geleitet. Dazu wird das Messgas durch ein elektrisch beheiztes Absaugrohr aus Titan den Absorptionseinrichtungen zugeführt.

4.4.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Probenahmegerät	4 m³/h-Filterkopfgerät für Planfilter Fabrikat P. Gothe
Anordnung des Staubfilters	innenliegend im Kanal, unbeheizt
Entnahmesonde	Titan, unbeheizt
Wirkdurchmesser der Düse	siehe Auswertung im Anhang
Abscheideeinrichtung für Partikel	Filterkopf mit Planfilterhalter aus Titan
Abscheidemedium für Partikel	Ø 45 mm Munktell Mikroquarzfaserfilter Typ MK360 des Herstellers Ahlstrom-Munksjö
Absaugrohr	Titan, elektrisch beheizt auf 180 °C
Messobjekt	Metalle
Abscheideeinrichtung für filtergängige Anteile der Messobjekte	3 hintereinander geschaltete Impingerabsorber mit Kugelschliffen
Abscheidemedium für filtergängige Anteile der Messobjekte	je Absorber 60 ml verdünnte HNO ₃ mit H ₂ O ₂
Absaugeinrichtung	Trockenturm mit ca. 5 kg Silikagel, trocken arbeitender Gasmengenzähler, Drehschieberpumpe
Gaszähler: Hersteller Typ QS-Nr.	Elster BK G6 500-002-228
Kontrolle der Absauggeschwindigkeit	Ablesung des Gaszählers; Zeitmessung
Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse	Metalle: 20 -35 Tage; Die Haltbarkeit der Proben wurde durch geeignete Maßnahmen (rechtzeitige Aufarbeitung; Kühlung) sichergestellt

4.4.1.3 Behandlung der Filter und der Ablagerungen

Die Staubfilter werden mit Halter in staubdichter Verpackung (Petrischalen) horizontal gelagert und ins Labor transportiert.

Die Absorptionslösungen werden aus jedem Absorber quantitativ in separate Probenbehälter aus PP überführt und verschlossen und dunkel verpackt ins Analysenlabor transportiert.

Ablagerungen lagen nicht vor.

4.4.1.4 Aufbereitung und Analyse der Filter und der Absorptionslösungen

Aufschlussverfahren:

Zur Quantifizierung der Elemente werden die Planfilter gemäß DIN EN 14385 /42/ für die Metalle und gemäß DIN EN 13211 /43/ für Hg einem Mikrowellenaufschluss unterworfen und die Aufschlusslösungen analytisch vermessen.

Hersteller des Mikrowellenofens	CEM
Typ	MARS
Aufschlussprogramm	SM 1600 W
Inv.-Nr.	5300011

Analyseverfahren:

Die Aufschlusslösungen und die Absorptionslösungen werden für die Elemente Cd, Tl, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V und Sn direkt mittels ICP-OES, und G-AAS gemäß DIN EN 14385 /42/ vermessen. Das Analyseergebnis der letzten Absorptionsstufe wird getrennt ermittelt.

Analysengeräte:

Analysengerät ICP-OES	
Hersteller	Thermo Scientific
Typ	1CAP 6300 Duo
Leistung	1150 W bei 0,5 l/min Trägergasstrom
Autosampler	ASX 260, Fa. CETAC
Inv.-Nr.	5200703
Analysengerät Graphitrohr-AAS (G-AAS)	
Hersteller	Thermo Scientific
Typ	iCE 3400

4.4.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Ergebnis der Dichtigkeitsprobe: Die Probenahmeeinrichtung ist dicht
(Leckstrom < 2 % des Probegasvolumenstroms)

Komponente / Matrix	Analysenverfahren	Nachweisgrenze [µg/Probe]	Bestimmungsgrenze [µg/Probe]
Cd	G-AAS	0,06	0,25
Tl	G-AAS	0,3	1,2
Sb	G-AAS	1,2	5,0
As	G-AAS	1,0	3,8
Pb	G-AAS	1,0	4,1
Cr	ICP-OES	0,4	1,5
Co	G-AAS	0,6	2,3
Cu	ICP-OES	0,6	2,5
Mn	ICP-OES	0,1	0,6
Ni	G-AAS	0,7	2,7
V	ICP-OES	0,9	3,7
Sn	ICP-OES	1,1	4,2

Einstellzeit: Angabe verfahrensbedingt nicht relevant.

Einhaltung der isokinetischen Probenahmebedingungen: siehe Auswertung

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

4.5.1 Messkomponenten

Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F), dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (PCB) sowie Benzo(a)pyren (BaP)

4.5.1.1 Messverfahren

DIN EN 1948 Teil 1-3; Gekühltes-Absaugrohr-Methode - PCDD/PCDF und BaP werden zusammen beprobt

4.5.1.2 Probenahme und Probeaufbereitung

Entnahmesonde:	Isokinetische Teilstromabsaugung über wassergekühlte Titan-Entnahmesonde mit Inlett aus Titan (Hersteller: Paul Gothe GmbH, Bochum)
Wirkdurchmesser:	Siehe Auswertung im Anhang
Volumenstromkontrolle:	Schwebekörper-Durchflussmessgerät
Kondensatabscheidung:	Eine in einem Wasserbad gekühlte Kondensatflasche ist mit dem Glasinlett verbunden. Die Flasche ist als Waschflasche mit Tauchrohr konzipiert und wird soweit mit Wasser gefüllt, dass das Tauchrohr eintaucht. Eine nicht gekühlte Flasche ist als Tropfenfänger nachgeschaltet.
Adsorptions-/Filtereinheit:	Adsorptionskartusche aus Glas mit mehreren Abschnitten - ca. 18 g Adsorberharz - Glasfaser-Planfilter - ca. 18 g Adsorberharz - PU-Schaum-Plugs als Abschlüsse vor dem ersten und nach dem zweiten Adsorberharz-Compartment
PU-Schaum:	Hersteller: Ziemer Typ: GA 3035 Höhe: 25 mm A-Ø: 60 mm
Planfilter:	Ederol Glasfaservorfilter
Hersteller:	Dr.-Ing. Elke Knuth Ø: 55 mm, Typ: GF 227-45, 77 g/m ²
Adsorberharz:	Hersteller: Supelco Typ: MTO Amberlite XAD-2

Dotierstandards:	siehe Abschnitt 4.5.1.5
Position der Dotierung:	Der vom Analysenlabor vorbereitete ¹³ C-markierte Probenahmestandard wird vor Beginn der Probenahme in die erste Kondensatflasche gegeben.
Lichtschutz während der Probenahme:	Verwendung von Braunglasflaschen; Verbindungsstücke aus farblosem Glas werden während der Probenahme mit Aluminiumfolie maskiert.
Abstand (Strömungsweg) zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Abscheider:	280 cm
Absaugeinrichtung:	Drehschieberpumpe hinter trocken arbeitender Gasuhr Elster BK G6, QS-Nr.: 500-000-994
Reinigung der Probenahmegefäße:	Nach der Probenahme werden die Teile der Probenahmeapparatur, welche mit der Probe in Berührung gekommen sind, mit Aceton ausgespült. Diese Spülflüssigkeiten werden den entsprechenden Probenmatrizes vor den Extraktionen zugegeben.

4.5.1.3 Analytische Bestimmung

Vor Beginn der Emissionsprobenahme erfolgte eine Dichtheitsprüfung. Dazu wurde die Sondenspitze bei eingeschalteter Pumpe verschlossen.

4.5.1.4 Analytische Bestimmung

Die Proben wurden bei Umgebungstemperatur in einer Metallkiste transportiert und bis zum Beginn der analytischen Bearbeitung gekühlt gelagert.

Datumsangaben zur Bearbeitung der Proben:

Probenbezeichnung	F 1	F 2	F 3	FBW
Beginn der Aufbereitung	27.06.2023	27.06.2023	27.06.2023	27.06.2023
Injektion des GC-Standards	08.07.2023	08.07.2023	08.07.2023	08.07.2023

Die Probenaufbereitung und Analytik wurde von der Wessling Laboratorien GmbH gemäß DIN EN 1948-2 /40/ und DIN EN 1948-3 /40/ durchgeführt.

a) PCDD/PCDF und PCB

Aufarbeitung des Probenmaterials:

Vor Beginn der Probenaufreinigung werden ¹³C-markierte Quantifizierungsstandards

TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG - nach § 29b BImSchG bekannt gegebene Stelle

zugegeben, so dass Verluste bei der säulenchromatographischen Reinigung für die Quantifizierung keine relevante Rolle spielen. Zur Qualitätskontrolle der gesamten Probenaufbereitung werden nach dem letzten Reinigungsschritt weitere ¹³C-markierte Standards zugegeben.

Die Kondensatphase wird mit Toluol ausgeschüttelt. Die Adsorptionsmatrix „XAD-2“ (und PU-Schaum) wird zusammen mit dem Planfilter in einer Soxhlet-Apparatur mit Toluol heiß extrahiert. Alle organischen Extrakte werden anschließend vereinigt, eingengt und über mehrstufige säulenchromatographische Reinigungsschritte von störenden Komponenten befreit. Die Einzelkomponenten werden mittels hochauflösender Kapillar-Gaschromatographie aufgetrennt und mit einem hochauflösenden Massenspektrometer detektiert.

Gaschromatograph:	Thermo, Typ: GC-Ultra
Autosampler:	Tri-Plus
Trärgas:	Helium
Trennsäule:	PCDD/F, DB 5-MS, 60 m von J & W splitlose Injektion bei 280 °C
Massenspektrometer:	Thermo, Typ: DFS R > 10.000, SIM-Modus

Die quantitative Bestimmung erfolgt nach der Isotopenverdünnungsmethode. Pro Homologengruppe werden zwei Isotopenmassen aus dem Molekülionencluster gemessen und gemäß DIN EN 1948-3 /40/ ausgewertet.

b) Benzo(a) pyren

Die Probenaufbereitung und Analytik wurde von der Wessling Laboratorien GmbH in Anlehnung an DIN EN 1948-2 /40/ und VDI-Richtlinie 3874 /39/ durchgeführt. Vor Beginn der Probenaufreinigung wird als interner Quantifizierungsstandard Perylen-d12 zugegeben. Ein Aliquot von 10 % des Toluol-Extraktes aus der PCDF/PCDD-Aufbereitung wird der PAK-Analyse zugeführt. Benzo(a)Pyren wird mittels Gaschromatographie von störenden Komponenten abgetrennt und mit einem Massenspektrometer identifiziert.

Gaschromatograph:	Agilent, Typ: 6890 N Network GC-System
Autosampler:	Agilent 7683 B Series
Trärgas:	Helium
Trennsäule:	Rxi-5Sil MS, 30 m splitlose Injektion bei 320 °C
Massenspektrometer:	Agilent, Typ: 5975 B XL MSD SIM-Modus

Die quantitative Bestimmung erfolgt nach der Isotopenverdünnungsmethode. Es werden zwei Massen gemessen.

4.5.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Einhaltung der isokinetischen Probenahmebedingungen: siehe Auswertung

Menge und Qualität der Probenahmestandardlösung:

Menge: 10 ml
 Qualität: Entsprechend den Vorgaben der Wessling Laboratorien GmbH; Spiker Nrn.: [5356(BW); 5353; 5354; 5355]

Wiederfindungsraten der Probenahmestandards

Probenbezeichnung	F1	F2	F3	BW
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	95 %	98 %	93 %	86 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	95 %	96 %	94 %	94 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	94 %	94 %	101 %	94 %

Wiederfindungsraten der Extraktionsstandards

Probenbezeichnung	F1	F2	F3	BW
¹³ C ₁₂ -2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin	105 %	93 %	90 %	111 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-Pentachlordibenzodioxin	99 %	79 %	81 %	94 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzodioxin	105 %	87 %	95 %	117 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzodioxin	105 %	90 %	96 %	122 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzodioxin	103 %	83 %	94 %	101 %
¹³ C ₁₂ -Octachlordibenzodioxin	99 %	76 %	77 %	91 %
¹³ C ₁₂ -2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	110 %	94 %	93 %	109 %
¹³ C ₁₂ -2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	106 %	78 %	89 %	109 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	107 %	93 %	97 %	122 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	106 %	95 %	93 %	119 %
¹³ C ₁₂ -2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	109 %	91 %	97 %	116 %
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	103 %	84 %	84 %	111 %
¹³ C ₁₂ -Octachlordibenzofuran	95 %	74 %	80 %	88 %

Wiederfindungsraten der Probenahmestandards

Probenbezeichnung	F1	F2	F3	BW
PCB Nr. 60 (WFR)	70 %	75 %	65 %	70 %
PCB Nr. 127 (WFR)	-	-	-	-
PCB Nr. 159 (WFR)	96 %	90 %	93 %	85 %

Wiederfindungsraten der Extraktionsstandards

Probenbezeichnung	F1	F2	F3	BW
PCB Nr. 77 (WFR)	120 %	101 %	104 %	119 %
PCB Nr. 81 (WFR)	115 %	94 %	98 %	114 %
PCB Nr. 126 (WFR)	120 %	101 %	109 %	119 %
PCB Nr. 169 (WFR)	118 %	93 %	101 %	111 %
PCB Nr. 105 (WFR)	94 %	82 %	73 %	75 %
PCB Nr. 114 (WFR)	99 %	88 %	91 %	87 %
PCB Nr. 118 (WFR)	97 %	90 %	91 %	89 %
PCB Nr. 123 (WFR)	100 %	91 %	91 %	90 %
PCB Nr. 156 (WFR)	94 %	88 %	87 %	82 %
PCB Nr. 157 (WFR)	106 %	99 %	98 %	90 %
PCB Nr. 167 (WFR)	96 %	87 %	85 %	84 %
PCB Nr. 189 (WFR)	92 %	80 %	78 %	79 %

4.6 Geruchsemissionen

nicht zutreffend

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

5.1 Produktionsanlage

In der folgenden Tabelle sind die wesentlichen Betriebsbedingungen während der Durchführung der Emissionsmessungen aufgeführt. Es wurde darauf geachtet, dass während der Emissionsmessungen die Anlage weitestgehend kontinuierlich und mit einer Auslastung größer 80 % betrieben wird.

Betriebsbedingungen Produktionsanlage (Angaben aus dem Leitsystem)

Bezeichnung der Anlage	Biomasseheizkraftwerk		
Datum	13.06.23	14.06.23	15.06.23
Uhrzeit	7:00 bis 17:00 Uhr	7:00 bis 17:00 Uhr	7:00 bis 17:00 Uhr
Dampfleistung	32,6 t/h	32,6 t/h	32,6 t/h
Brennstoffverbrauch	7,5 t/h	9,2 t/h	7,2 t/h
elektrische Leistung	7,0 MW	7,0 MW	7,0 MW
Auslastung bez. auf die max. Dampfleistung	89,3 %	89,3 %	89,3 %

Besondere Vorkommnisse: keine

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Die Abgasreinigungsanlagen befanden sich in ungestörtem bestimmungsgemäßen Betrieb.

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Die Emissionsmessungen wurden bei bestimmungsgemäßen / ordnungsgemäßigem Betrieb ohne Störungen durchgeführt. Die Auslastung lag bei ca. 89 %. Die Forderung der Nr. 5.3.2.2 TA Luft ist als erfüllt anzusehen.

6.2 Messergebnisse

Die Volumen- und Konzentrationsangaben bei den im folgenden Abschnitt und in den dazugehörigen Anlagen des Messberichts angegebenen Messergebnisse beziehen sich, soweit nicht ausdrücklich anders angegeben, auf den Normzustand ($t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $p = 1.013 \text{ hPa}$) und trockenes Gas.

Gemäß Nr. 5.1.2 TA Luft wurden die Emissionsmassenkonzentrationen auf den Bezugswert für den Sauerstoffgehalt von 11 Vol.-% umgerechnet. Die Umrechnung wurde für die Komponenten nur für Messperioden vorgenommen, in denen der gemessene Sauerstoffgehalt größer als der Bezugssauerstoffgehalt war, da eine Abgasreinigungseinrichtung vorhanden ist.

Im Anhang zu diesem Bericht befinden sich die detaillierten Einzelmess- und Rechenwerte der Messungen.

Hinweis: Ein direkter Vergleich der hier aufgeführten Messwerte mit den zugehörigen Grenzwerten ist nicht möglich, siehe dazu die Tabellen in Abschnitt 6.3 bzw. in der Zusammenfassung. Werte, die unterhalb der Erfassungsgrenze des Verfahrens liegen, wurden auf den Wert der Erfassungsgrenze angehoben.

Die Zahlenangaben erfolgen entsprechend den Vorgaben aus Nr. 2.9 TALuft in der gleichen Einheit wie vom Genehmigungsbescheid vorgegeben. Es wird mindestens eine Nachkommastelle mehr als in der Grenzwertsetzung des Genehmigungsbescheides dargestellt. Jeweils eine weitere Nachkommastelle wird hinzugefügt, bis ein von Null verschiedener Wert resultiert. Werte kleiner der Erfassungsgrenze werden auf die Erfassungsgrenze angehoben und mit „≤“ gekennzeichnet.

6.2.1 Abgasrandbedingungen

13.06.2023	9:45 – 16:15 Uhr	
Abgastemperatur	138,3	°C
Abgasvolumenstrom (Betrieb, feucht)	77.927	m³/h
Wasserdampfgehalt im Abgas	9,7	Vol.-%
Abgasvolumenstrom (Norm, trocken)	46.353	m³/h

14.06.2023	9:30 – 16:15 Uhr	
Abgastemperatur	137,9	°C
Abgasvolumenstrom (Betrieb, feucht)	88.187	m³/h
Wasserdampfgehalt im Abgas	9,5	Vol.-%
Abgasvolumenstrom (Norm, trocken)	51.482	m³/h

15.06.2023	6:00 – 12:10 Uhr	
Abgastemperatur	137,9	°C
Abgasvolumenstrom (Betrieb, feucht)	82.328	m³/h
Wasserdampfgehalt im Abgas	12,1	Vol.-%
Abgasvolumenstrom (Norm, trocken)	48.015	m³/h

6.2.2 Ergebnisse der Emissionsmessungen

Probenahme				Emissionsmassenkonzentration bezogen auf 11 Vol.-% Sauerstoff im Abgas	Emissionsmassenstrom
lfd. Nr.	Datum	Beginn [h]	Ende [h]	PCDD/F + PCB [ng/m³]	PCDD/F + PCB [µg/h]
1	13.06.23	9:45	15:46	0,0002	0,009
2	14.06.23	9:30	15:31	0,0000	0,000
3	15.06.23	6:00	12:05	0,0000	0,000
Mittelwert				0,0001	0,003
größter Einzelwert				0,0002	0,009
Grenzwert				0,1	-

Probenahme				Emissionsmassenkonzentration bezogen auf 11 Vol.-% Sauerstoff im Abgas	Emissionsmassenstrom
lfd. Nr.	Datum	Beginn [h]	Ende [h]	Cadmium + Thallium [mg/m ³]	Cadmium + Thallium [g/h]
1	13.06.23	12:34	13:36	0,00004	0,0020
2	14.06.23	12:35	13:36	0,00004	0,0019
3	15.06.23	10:15	11:16	0,00004	0,0018
Mittelwert				0,00004	0,0019
größter Einzelwert				0,00004	0,0020
Grenzwert				0,05	-

Probenahme				Emissionsmassenkonzentration bezogen auf 11 Vol.-% Sauerstoff im Abgas	Emissionsmassenstrom
lfd. Nr.	Datum	Beginn [h]	Ende [h]	Antimon bis Zinn [mg/m ³]	Antimon bis Zinn [g/h]
1	13.06.23	12:34	13:36	0,0106	0,50
2	14.06.23	12:35	13:36	0,0072	0,38
3	15.06.23	10:15	11:16	0,0036	0,17
Mittelwert				0,0071	0,35
größter Einzelwert				0,0106	0,50
Grenzwert				0,5	-

Probenahme				Emissionsmassenkonzentration bezogen auf 11 Vol.-% Sauerstoff im Abgas	Emissionsmassenstrom
lfd. Nr.	Datum	Beginn [h]	Ende [h]	Arsen bis Chrom Benzo(a)pyren [mg/m ³]	Arsen bis Chrom Benzo(a)pyren [g/h]
1	13.06.23	12:34	13:36	0,0084	0,393
2	14.06.23	12:35	13:36	0,0039	0,210
3	15.06.23	10:15	11:16	0,0026	0,127
Mittelwert				0,0050	0,243
größter Einzelwert				0,0084	0,393
Grenzwert				0,05	-

6.3 Messunsicherheiten

Bei der Beurteilung der Messergebnisse sind Ergebnisunsicherheiten zu berücksichtigen, die aus unvermeidbaren Fehlereinflüssen bei der Probenahme, der Probenaufbereitung und aus der Toleranz der Messgeräte resultieren. Die erweiterten Messunsicherheiten (U_p) wurden gemäß der in unserem QMH (EFK-VA-870-01) beschriebenen Vorgehensweise gemäß VDI 4219 /70/ bzw. DIN EN ISO 20988 /70/ mit einem Vertrauensniveau von 95 % ermittelt.

Die Angaben „maximaler Messwert“ (Y_{max}) und „erweiterte Messunsicherheit“ (U_p) entstehen durch Kappung der Nachkommastellen der ungerundeten Rechenwerte (siehe Auswertungen im Anhang) auf eine Stelle mehr als die Emissionsbegrenzung. Sie können daher im Einzelfall von der gerundeten Darstellung in Abschnitt 6.2 bzw. im Anhang abweichen. Die abschließende Berechnung erfolgt gemäß Abschnitt 2.9 der TALuft 2002 und Abschnitt 4.5.1 der DIN 1333 /71/ ausgehend von der Anzahl der Nachkommastellen der Emissionsbegrenzung.

6.3.1 Verrechnung der Messunsicherheiten

Messkomponente	Einheit	größter Messwert y_{max}	Erweiterte Messunsicherheit U_p mit $p = 95 \%$	$y_{max} - U_p$	$y_{max} + U_p$	Bestimmungsmethode
Stoffe nach Absatz a) (Cd+Tl)	mg/m ³	0,00004	0,00001	0,00	0,00	indirekt
Stoffe nach Absatz b) (Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn)	mg/m ³	0,0106	0,0016	0,0	0,0	indirekt
Stoffe nach Absatz c) (As+Cd+Co+Cr+BaP)	mg/m ³	0,0084	0,0013	0,01	0,01	indirekt
Stoffe nach Absatz d) PCDD/F und dl-PCB	ng/m ³	0,0002	0,00006	0,0	0,0	indirekt
verwendete Symbole / Bezeichnungen: direkt = Ermittlung aus Doppelbestimmungen indirekt = Ermittlung auf Grundlage einer Analyse der Teilschritte des Messverfahrens						

6.3.2 Überprüfung des Messintervalls

Gemäß § 18 Abs. 3 der 17. BImSchV sind die periodischen Messungen jährlich durchzuführen, wenn der Maximalwert mit einem Vertrauensniveau von 50 Prozent nach der Richtlinie VDI 2448 Blatt 2, Ausgabe Juli 1997, den jeweiligen Emissionsgrenzwert nicht überschreitet. Dazu wird ein Kontrollwert X_0 berechnet. Dieser ergibt sich für das genannte Vertrauensniveau und drei Probenahmen, die an drei Tagen durchgeführt wurden durch Multiplikation des Maximalwertes (hier y_{\max}) mit dem Faktor $f_{\max,1-\alpha} = 1,80$.

Messkomponente	Einheit	größter Messwert y_{\max}	Kontrollwert $X_0=y_{\max}*1,80$	Emissionsgrenzwert ELV	$X_0 \leq$ ELV; Messintervall
Stoffe nach Absatz a) (Cd+Tl)	mg/m ³	0,00004	0,00007	0,05	ja jährlich
Stoffe nach Absatz b) (Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn)	mg/m ³	0,0106	0,0191	0,5	ja jährlich
Stoffe nach Absatz c) (As+Cd+Co+Cr+BaP)	mg/m ³	0,0084	0,0151	0,05	ja jährlich
Stoffe nach Absatz d) PCDD/F und dl-PCB	ng/m ³	0,0002	0,0004	0,1	ja jährlich

6.4 Diskussion der Ergebnisse

Die ermittelten Konzentrationen korrelieren mit den Ergebnissen von bereits durchgeführten Untersuchungen an dieser und analogen Anlagen. Ausgehend von einer dem Stand der Technik gemäß §5 BImSchG entsprechenden Anlage, sind bei voller Funktionsfähigkeit der einzelnen Abgasreinigungsstufen für die einzelnen Schadstoffe nur geringe Konzentrationen für die einzelnen Schadstoffe zu erwarten.

Die unter Abschnitt 1.7 genannten Emissionsgrenzwerte wurden nicht überschritten. Die Maximalwerte dieser Emissionsmessungen unterschreiten das Vertrauensniveau von 50 Prozent gemäß VDI 2448 Blatt 2/1997 deutlich (siehe Tabelle Zusammenfassung auf Seite 2).

Die Messergebnisse erscheinen plausibel.

TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG

Fachliche Verantwortung
(Vertretung)

Projektleitung

Dipl.-Ing. (FH) Klaus Birkemeier

B.Sc. Stefan Brockmeyer

7 Anhang – Anlagenübersicht

Anhang:	Seite
Verzeichnis der angewendeten Normen und Richtlinien	1-5
Bestimmung der Abgasfeuchte	6-7
Volumenstrombestimmung	8-9
Bestimmung der Emission von Dioxinen / Furanen und PCB	10-12
Bestimmung der Schwermetallemissionen	13-16
Grafische Darstellung kontinuierlicher Messungen	17-18

Verzeichnis der Normen und Richtlinien

Lfd. Nr.	Titel der Norm / Richtlinie	Ausgabe-stand
/10/	DIN EN 15259 Luftbeschaffenheit – Messung von Emissionen aus stationären Quellen – Anforderungen an Messstrecken und Messplätze und an die Messaufgabe, den Messplan und den Messbericht	2008-01
/11/	DIN EN ISO 16911-1 Emissionen aus stationären Quellen – Manuelle und automatische Bestimmung der Geschwindigkeit und des Volumensstroms in Abgaskanälen – Teil 1: Manuelles Referenzverfahren VDI/VDE 2640 Blatt 3 Netzmessungen in Strömungsquerschnitten – Bestimmung des Gasstromes in Leitungen mit Kreis-, Kreisring- oder Rechteckquerschnitt	2013-06 1983-11
/12/	VDI 3511 Blatt 1 Technische Temperaturmessungen - Grundlagen und Übersicht über besondere Temperaturmessverfahren	1996-03
/13/	DIN EN 14790 Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung von Wasserdampf in Kanälen – Standardreferenzverfahren VDI 3786 Blatt 4 Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen - Luftfeuchte	2017-05 2013-06
/14/	DIN EN 14789 Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Volumenkonzentration von Sauerstoff (O ₂) – Referenzverfahren – Paramagnetismus	2017-05
/15/	DIN EN 14792 Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von Stickstoffoxiden - Referenzverfahren: Chemilumineszenz	2017-05
/16/	DIN EN 15058 Emissionen aus stationären Quellen - Referenzverfahren zur Bestimmung von Kohlenmonoxid (NDIR-Verfahren) DIN CEN/TS 17405 Emissionen aus stationären Quellen – Ermittlung der Volumenkonzentration von Kohlenstoffdioxid – Referenzverfahren: Infrarot-Spektrometrie; <i>in Einführung</i>	2017-05 2020-11
/17/	DIN EN ISO 21258 Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von Distickstoffmonoxid (N ₂ O) - Referenzverfahren: Nichtdispersives Infrarot-Verfahren	2010-11
/18/	DIN EN 12619 Emissionen aus stationären Quellen / Bestimmung der Massenkonzentration des gesamten gasförmigen organisch gebundenen Kohlenstoffs in geringen Konzentrationen in Abgasen / Kontinuierliches Verfahren mit dem Flammenionisationsdetektor VDI 3481 Blatt 3 Messen gasförmiger Emissionen – Messen von flüchtigen organischen Verbindungen, insbesondere von Lösungsmitteln mit dem Flammenionisationsdetektor (FID)	2013-04 1995-10
/19/	VDI 3481 Blatt 4 Messen gasförmiger Emissionen - Messen der Konzentrationen von Gesamt-C und Methan-C mit dem Flammenionisationsdetektor (FID) DIN EN ISO 25140 Emissionen aus stationären Quellen – Automatisches Verfahren zur Bestimmung der Methan-Konzentration mit dem Flammenionisationsdetektor (FID)	2007-02 2010-12

TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG - nach § 29b BImSchG bekannt gegebene Stelle

/20/	DIN EN 14791 Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von Schwefeldioxid - Referenzverfahren	2017-05
/21/	DIN EN 1911 Emissionen aus stationären Quellen / Bestimmung der Massenkonzentration von gasförmigen Chloriden, angegeben als HCl - Standardreferenzverfahren	2010-12
/22/	DIN CEN/TS 17340 Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration fluorierter Verbindungen, angegeben als HF – Standardreferenzverfahren; <i>in Einführung</i> VDI 2470 Blatt 1 Messung gasförmiger Emissionen / Messen gasförmiger Fluorverbindungen / Absorptionsverfahren	2021-01 1975-10
/23/	VDI 3454 Blatt 2 Emissionsminderung - Claus-Anlagen - Messen der Emissionen DIN 51855-4 Prüfung von gasförmigen Brennstoffen und sonstigen Gasen – Bestimmung des Gehaltes an Schwefelverbindungen – Gehalt an Schwefelwasserstoff, Zinkacetatverfahren	2012-04 1995-06
/24/	VDI 3878 Blatt 1 Messen von Ammoniak (und gas- und dampfförmigen Ammoniumverbindungen) Manuelles Verfahren VDI 3496 Blatt 1 Messen gasförmiger Emissionen – Bestimmung der durch Absorption in Schwefelsäure erfassbaren basischen Stickstoffverbindungen	2017-09 1982-04
/25/ n.a.	VDI 3488 Blatt 1 Messen gasförmiger Emissionen – Messen der Chlorkonzentration – Methylorange-Verfahren	1979-12
/26/ n.a.	DIN 51863-1 Prüfung von gasförmigen Brennstoffen und sonstigen Gasen – Bestimmung des Gehaltes an Cyanwasserstoff – Bromcyan-Verfahren DIN 38405-13 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung Anionen - Teil 13: Bestimmung von Cyaniden	1983-09 2011-04
/27/ n.a.	NIOSH 6002 Phosphine	1998-01
/30/	VDI 3862 Blatt 2 Messen gasförmiger Emissionen - Messen aliphatischer und aromatischer Aldehyde und Ketone nach dem DNPH-Verfahren – Gaswaschflaschen-Methode	2000-12
/31/	DIN CEN TS 13649 (DIN SPEC 33969) Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von gasförmigen organischen Einzelverbindungen – Sorptive Probenahme und Lösemittelextraktion oder thermische Desorption <i>für die Behandlung der Kondensate gilt:</i> VDI 2457 Blatt 3 Messen gasförmiger Emissionen - Gaschromatografische Bestimmung organischer Verbindungen - Messen substituierter Aniline - Probenahme durch Absorption an festen Sammelphasen	2015-03 1996-12
/32/	VDI 3481 Blatt 2 Messen der gasförmigen Emissionen -Bestimmung des durch Adsorption an Kieselgel erfassbaren organisch gebundenen Kohlenstoffs in Abgasen <i>Für die Behandlung von Kondensaten gilt:</i> DIN EN 1484 Wasseranalytik – Anleitungen zur Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) und des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC)	1998-09 2019-04

/33/ n.a.	OSHA 42 Diisocyanates	1989-03
/34/	BGI 505-23-4 Verfahren zur Bestimmung von N-Nitrosaminen	1992-09
/35/ n.a.	BGIA 6072 Amine, Aliphatisch I	2006-10
/36/ n.a.	BGIA 6070 Ameisensäure	1993-10
/37/	IFA 8330 Phenol, o-, m- und p-Kresol, Naphthalin	2010-12
/38/ n.a.	NIOSH 2000 Methanol	1998-01
/39/	VDI 3874 Messen von Emissionen - Messen von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) DIN ISO 17993 Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von 15 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wasser durch HPLC mit Fluoreszenzdetektion nach Flüssig-Flüssig-Extraktion	2006-12 2004-03
/40/	DIN EN 1948-1 Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB - Teil 1: Probenahme DIN EN 1948-4 Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB - Teil 4: Probenahme und Analyse dioxin-ähnlicher PCB;	2006-06 2010-12
/41/	DIN EN 13284-1 Emissionen aus stationären Quellen - Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen – Staubkonzentrationen Teil 1: Manuelles gravimetrisches Verfahren VDI 2066 Blatt 1 Messen von Partikeln / Staubmessung in strömenden Gasen / Gravimetrische Bestimmung der Staub-beladung	2018-02 2021-05
/42/	DIN EN 14385 Emissionen aus stationären Quellen -Bestimmung der Gesamtemission von As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl und V VDI 3868, Blatt 1 Messen der Gesamtemission von Metallen, Halbmetallen und ihren Verbindungen - Manuelle Messung in strömenden, emittierten Gasen	2004-05 1994-12
/43/	DIN EN 13211 Luftqualität - Emissionen aus stationären Quellen - manuelles Verfahren zur Bestimmung der Gesamtquecksilber-Konzentration	2001-06; 2005-06
/44/	VDI 2066 Blatt 8 Messen von Partikeln – Staubmessung in strömenden Gasen – Messung der Rußzahl an Feuerungsanlagen für Heizöl EL	1995-09
/45/ n.a.	BGI 505-5 Luft am Arbeitsplatz - Bestimmung von hexavalentem Chrom in luftgetragenen teilchenförmigen Stoffen - Verfahren mit Ionenchromatographie und photospektrometrischer Messung unter Verwendung von Diphenylcarbazid ISO 16740	1993-05 2005-02

/46/ n.a.	VDI 2066 Blatt 10 Messen von Partikeln – Staubmessung in strömenden Gasen – Messung der Emissionen von PM ₁₀ und PM _{2,5} nach dem Impaktionsverfahren	2004-10
	DIN EN ISO 23210 Emissionen aus stationären Quellen – Ermittlung der Massenkonzentration von PM ₁₀ /PM _{2,5} im Abgas – Messung bei niedrigen Konzentrationen mit Impaktoren	2009-12
	VDI 2066 Blatt 5 Messen von Partikeln – Staubmessung in strömenden Gasen – Fraktionierende Staubmessung nach dem Impaktionsverfahren - Kaskadenimpaktor	1994-11
/47/	DIN EN ISO 25140 Emissionen aus stationären Quellen – Automatisches Verfahren zur Bestimmung der Methan-Konzentration mit dem Flammenionisationsdetektor (FID)	2010-12
/48/	VDI 3862 Blatt 8 Messen gasförmiger Emissionen - Messen von Formaldehyd im Abgas von Verbrennungsmotoren - FTIR-Verfahren	2015-06
/50/	DIN EN 14181 Emissionen aus stationären Quellen - Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen	2015-02
	VDI 3950 Blatt 1 Emissionen aus stationären Quellen - Qualitätssicherung für automatische Mess- und elektronische Auswerteeinrichtungen	2018-06
/51/	DIN EN 13284-2 Emissionen aus stationären Quellen - Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen - Teil 2: Automatische Messeinrichtungen	2018-02
/52/	DIN EN 14884 Luftbeschaffenheit - Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Gesamtquecksilber Konzentration: automatische Messeinrichtungen	2006-03
/53/	DIN EN ISO 16911-2 Emissionen aus stationären Quellen – Manuelle und automatische Bestimmung der Geschwindigkeit und des Volumensstroms in Abgaskanälen – Teil 2: Kontinuierliche Messverfahren	2013-06
/54/	Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen (Rdschr. d. BMUB vom 23.01.2017, IG I 2-45053/5, GMBI. 2017 Nr. 13/14, S. 234)	2017-01
/55/ n.a.	DIN EN 17255-1 Emissionen aus stationären Quellen – Datenerfassungs- und Auswerteeinrichtungen – Teil 1: Festlegung von Anforderungen an die Handhabung und den Bericht von Daten	2019-10
	DIN EN 17255-2 Emissionen aus stationären Quellen – Datenerfassungs- und Auswerteeinrichtungen – Teil 2: Festlegung von Anforderungen an Datenerfassungs- und Auswerteeinrichtungen;	2020-07
	DIN EN 17255-3 Entwurf Emissionen aus stationären Quellen – Datenerfassungs- und Auswerteeinrichtungen – Teil 3: Festlegung von Anforderungen an die Eignungsprüfung von Datenerfassungs- und Auswerteeinrichtungen;	2020-09
/56/ n.a.	DIN EN 15859 Luftbeschaffenheit – Zertifizierung von automatischen Geräten zur Überwachung von Staubabscheidern an stationären Quellen – Mindestanforderungen und Prüfprozeduren	2010-08
/57/	DIN EN 17389 Emissionen aus stationären Quellen – Verfahren zur Qualitätssicherung und Qualitätslenkung von automatischen Geräten zur Überwachung von Staubabscheidern; <i>in Einführung</i>	2020-07

/60/	DIN EN 13725 Luftbeschaffenheit, Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie VDI 3884 Olfaktometrie- Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie - Ausführungshinweise zur Norm DIN EN 13725	2003-07; 2006-04 2015-02
/61/	VDI 3880 Olfaktometrie, Statische Probenahme	2011-10
/70/	VDI 4219 Ermittlung der Unsicherheit von Emissionsmessungen mit diskontinuierlichen Messverfahren DIN EN ISO 20988 Luftbeschaffenheit – Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit	2009-08 2007-09
/71/	DIN 1333 Zahlenangaben	1992-02

Parameter	Abgasfeuchte							 EFK-FB-810-12 Rev01 / 06.06.2019
Betreiber	Flohr GmbH							
Anlage	BMHKW							
Mess-Querschnitt	Kamin							
Betriebszustand	I = Normbetrieb II = Verschlechterung							
Bemerkungen								
Sachverständiger	Stefan Brockmeyer (TÜVNORD)							Feldblindwert (FBW)
Probenahmeparameter	Nr.	1	2	3	4	5	6	BW
Probenahmedatum		13.06.23	13.06.23	13.06.23	13.06.23	13.06.23	14.06.23	13.06.23
Probenahme Anfang	von	10:00:00	11:00	12:00	13:40:00	14:40:00	10:00:00	Konz. ≤ FBW werden mit dem FBW weiterberechnet und gekennzeichnet.
Probenahme Ende	bis	10:30:00	11:30:00	12:30:00	14:10:00	15:10:00	10:30:00	
Probenahmedauer (netto)	hh:mm	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	
Betriebszustand Kennzeichen		I	I	I	I	I	I	
Luftdruck	hPa	1006,2	1005,9	1005,6	1005,0	1004,5	1007,5	
Gasuhr-Faktor		1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	
Gasuhrtemperatur Anfang	°C	28,1	29,8	30,7	30,8	31,6	25,9	
Gasuhrtemperatur Ende	°C	28,7	30,4	30,7	33,0	32,4	27,8	
Diff.-Druck Gasuhr Anfang	hPa	0	0	0	0	0	0	
Diff.-Druck Gasuhr Ende	hPa	0	0	0	0	0	0	
Probevolumen Gasuhr V (p,t)	l	65,0	66,1	65,5	73,2	60,0	66,0	
Ausw aage 1. Stufe	g	3,89	5,61	5,89	6,07	5,25	4,95	≤ 0,06
Ausw aage letzte Stufe	g	≤ 0,06	≤ 0,06	≤ 0,06	≤ 0,06	≤ 0,06	≤ 0,06	
Abscheidewirkungsgrad	%							
Rechenwerte	(EG: gravimetrische Erfassungsgrenze, FBW: Feldblindwert)							max. Probenahmenvolumen d. Serie
Probevolumen (Vn)	m³	0,0602	0,0608	0,0601	0,0669	0,0548	0,0615	0,0669
Abgasfeuchte (Norm, trocken)	g/m³	64,7	92,2	98,0	90,7	95,8	80,5	≤ 0,897
Abgasfeuchte prozentual	Vol.-%	7,44	10,3	10,9	10,1	10,7	9,10	
Prüfkommentar								FBW ≤ EG
maximale Konzentration	g/m³	± 9,6	110					<EG
mittlere Konzentration	g/m³	± 1,8	88,4					≤ 0,897
maximaler Volumenanteil	Vol.-%	± 1,2	12,05					
mittlerer Volumenanteil	Vol.-%	± 0,22	9,89					
Erweiterte Messunsicherheiten, Kombination direkter/indirekter Ansatz, VDI 4219 u. QSV 00420)								
Unsicherheit, Abgasfeuchte	± g/m³	5,9	5,88	5,88	5,88	5,88	5,88	
	± % rel.	9,1	6,37	6,00	6,48	6,14	7,30	
Rechenmethode		direkt	direkt	direkt	direkt	direkt	direkt	
Unsicherheit Volumenanteil	± Vol.-%	0,91	0,911	0,911	0,911	0,911	0,911	
	± % rel.	12,2	8,85	8,39	8,98	8,55	10,0	

Parameter	Abgasfeuchte							 EFK-FB-810-12 Rev01 / 06.06.2019
Betreiber	Flohr GmbH							
Anlage	BMHKW							
Mess-Querschnitt	Kamin							
Betriebszustand	I = Normbetrieb II = Verschlechterung							
Bemerkungen								
Sachverständiger	Stefan Brockmeyer (TÜVNORD)							
Probenahmeparameter	Nr.	7	8	9	10	11	12	Feldblindwert (FBW)
Probenahmedatum		14.06.23	14.06.23	14.06.23	14.06.23	14.06.23	15.06.23	BW
Probenahme Anfang	von	11:00:00	12:00:00	13:40:00	14:40:00	15:40:00	8:00:00	Konz. ≤ FBW werden mit dem FBW weiterberechnet und gekennzeichnet.
Probenahme Ende	bis	11:30:00	12:30:00	14:10:00	15:10:00	16:10:00	8:30:00	
Probenahmedauer (netto)	hh:mm	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	
Betriebszustand Kennzeichen		I	I	I	I	I	I	
Luftdruck	hPa	1007,3	1007,4	1007,6	1007,8	1007,9	1013,0	
Gasuhr-Faktor		1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	1,028	
Gasuhrtemperatur Anfang	°C	27,4	28,8	29,2	29,9	27,7	25,2	
Gasuhrtemperatur Ende	°C	28,3	29,8	29,7	29,9	28,5	26,9	
Diff.-Druck Gasuhr Anfang	hPa	0	0	0	0	0	0	
Diff.-Druck Gasuhr Ende	hPa	0	0	0	0	0	0	
Probevolumen Gasuhr V (p,t)	l	62,0	63,5	61,0	59,1	60,0	39,0	
Auswaage 1. Stufe	g	5,17	4,85	4,81	4,84	4,55	4,03	≤ 0,06
Auswaage letzte Stufe	g	≤ 0,06	≤ 0,06	≤ 0,06	≤ 0,06	≤ 0,06	≤ 0,06	
Abscheidewirkungsgrad	%							
Rechenwerte	(EG: gravimetrische Erfassungsgrenze, FBW: Feldblindwert)							max. Probenahmenvolumen d. Serie
Probevolumen (Vn)	m³	0,0576	0,0587	0,0563	0,0545	0,0557	0,0366	0,0669
Abgasfeuchte (Norm, trocken)	g/m³	89,8	82,7	85,4	88,8	81,7	110	≤ 0,897
Abgasfeuchte prozentual	Vol.-%	10,1	9,33	9,60	9,95	9,23	12,1	
Prüfkommentar								FBW ≤ EG
maximale Konzentration	g/m³	110						<EG
mittlere Konzentration	g/m³	88,4						≤ 0,897
maximaler Volumenanteil	Vol.-%	12,05						
mittlerer Volumenanteil	Vol.-%	9,89						
Erweiterte Messunsicherheiten, Kombination direkter/indirekter Ansatz, VDI 4219 u. QSV 00420)								
Unsicherheit, Abgasfeuchte	± g/m³	5,88	5,88	5,88	5,88	5,88	9,58	
	± % rel.	6,55	7,11	6,89	6,62	7,20	8,70	
Rechenmethode		direkt	direkt	direkt	direkt	direkt	direkt	
Unsicherheit Volumenanteil	± Vol.-%	0,911	0,911	0,911	0,911	0,911	1,178	
	± % rel.	9,06	9,77	9,49	9,16	9,87	9,77	

Exemplarisch für alle Volumenstrommessungen (siehe Zusammenfassung nächste Seite)

Volumenstrommessung in Anlehnung an DIN EN ISO 16911						TÜVNORD		
Betreiber:	BHKW Flohr Neuwied GmbH						EFK-FB-810-11 / Rev02 / 27.05.19	
Anlage:	BMHKW							
Messquerschnitt:	Kamin							
Betriebszustand:	Betriebslast							
Bemerkungen:	-							
Datum // Uhrzeit von/bis	13.06.23	08:00	08:30	Sachverständiger: Stefan Brockmeyer (TÜV NORD)				
Luftdruck	hPa	1.006,0	u= 0,4	Absolutdruck Kanal		hPa	1.005,3	
Differenzdruck Kanal/Umgebung	hPa	-0,7	u= 0,0	Dichte Betriebszustand		kg/m ³	0,8684	
Abgastemperatur	°C	138,2	u= 1,3	Dichte Normzustand, feucht		kg/m ³	1,3181	
Sauerstoffgehalt	Vol.-%	7,80	u= 0,13	Dichte Normzustand, trocken		kg/m ³	1,3595	
Kohlendioxidgehalt	Vol.-%	12,40	u= 0,25	Wasserdampfgehalt		Vol.-%	7,45	
Schwefeldioxidgehalt	g/m ³	0,0	u= 0,00	Feuchtefaktor		1,080		
Gasfeuchte	g/m ³	64,7	u= 2,5	hydraulischer Durchmesser [m]		1,50		
Einlaufstrecke [x d _{hydr.}]	m	16,0	[10,7]	Wiederholpräzision (< 5%) eingehalten		ja		
Auslaufstrecke [x d _{hydr.}]	m	19,0	[12,7]	Wandkorrekturfaktor (glatt)		0,995		
Durchmesser	m	1,500	u= 0,0025	Reynoldzahl		734.484		
Strömungsquerschnitt	m ²	1,767	± 0,7 %	Verhältnis max/min		1,1		
Staurohrfaktor		1,012		Crestfaktor primärer Pfad (Achse 1)		1,0		
Anzahl Messachsen:		2		Crestfaktor sekundärer Pfad (90°)		1,0		
Messpunkte je Achse:		4		Schiefe primärer Pfad		1,0		
				Schiefe sekundärer Pfad		1,0		
Wandabstände	[m]	0,10	0,38	1,13	1,40			
Achse 1, , [m/s]		11,9	12,4	11,7	11,9			
Messwerte	[Pa]	60,1	65,5	58,3	59,7			
Achse 2, , [m/s]		12,2	12,3	11,9	11,7			
Messwerte	[Pa]	62,7	63,8	60,0	58,3			
Ergebnisse mit Angabe der erweiterten Messunsicherheit								
mittlerer Staudruck	[Pa]	61,0	U (0,95) absolut	U (0,95) relativ	eff. Freiheitsgrade			
mittlere Gasgeschwindigkeit	[m/s]	12,0	± 0,3	2,8 %	19			
Volumenstrom, Betriebszustand	[m ³ /h]	75.942	± 2.204	2,9 %	21			
Volumenstrom, Normzustand, feucht	[m ³ /h]	50.033	± 1.481	2,9 %	23			
Volumenstrom, Normzustand, trocken	[m ³ /h]	46.306	± 1.392	3,0 %	25			
Volumenstrom im Bezugzustand	[m ³ /h]	61.123	Bezugs-Sauerstoffgehalt:		11,0			
Geschwindigkeitsverteilung in Abhängigkeit vom Wandabstand								
● 1 ■ 2 ▲ ✕ ✱ ◆ + -								

Zusammenfassung der Volumenstrommessungen								
Betreiber:	BHKW Flohr Neuwied GmbH						TÜVNORD	
Anlage:	BMHKW							
Messquerschnitt:	Kamin							
Betriebszustand:	Betriebslast							
Datum	13.06.23	bis	15.06.2023	Sachverständiger:		Stefan Brockmeyer (TÜV NORD)		
Einlaufstrecke [x d _{hydr.}]	m	16,0						
Auslaufstrecke [x d _{hydr.}]	m	19,0						
Durchmesser	m	1,500						
Strömungsquerschnitt	m ²	1,767						
	13.06.2023	Differenzdruck Kanal/ Umgebung [hPa]	mittlere Gas-Geschwindigkeit [m/s]	Volumenstrom, Normzustand trocken [m ³ /h]	Volumenstrom, Betriebszustand [m ³ /h]	Wasserdampfgehalt [Vol.-%]		
	Vol 1	-0,70	12,00	46.306	75.942	7,45		
	Vol 2	-0,63	12,61	46.975	79.794	10,87		
	Vol 3	-0,57	12,33	45.779	78.044	10,65		
	Mittelwert	-0,63	12,31	46.353	77.927	9,66		
	14.06.2023	Differenzdruck Kanal/ Umgebung [hPa]	mittlere Gas-Geschwindigkeit [m/s]	Volumenstrom, Normzustand trocken [m ³ /h]	Volumenstrom, Betriebszustand [m ³ /h]	Wasserdampfgehalt [Vol.-%]		
	Vol 7	-0,75	13,84	52.700	87.618	9,10		
	Vol 8	-1,74	13,84	51.666	86.953	10,05		
	Vol 9	-0,73	13,84	52.652	88.119	9,33		
	Vol 10	-0,74	13,84	49.887	83.522	9,60		
	Vol 11	-0,67	13,84	50.508	84.721	9,60		
	Mittelwert	-0,93	13,84	51.482	86.187	9,54		
	15.06.2023	Differenzdruck Kanal/ Umgebung [hPa]	mittlere Gas-Geschwindigkeit [m/s]	Volumenstrom, Normzustand trocken [m ³ /h]	Volumenstrom, Betriebszustand [m ³ /h]	Wasserdampfgehalt [Vol.-%]		
	Vol 13	-0,66	13,01	48.015	82.328	12,05		
	Mittelwert	-0,66	13,01	48.015	82.328	12,05		

PCDD/F+PCB-Bestimmung - Probegasvolumen und Isokinetik		EFK-FB-830-14 REV03 03.07.2022		
Betreiber Anlage Mess-Querschnitt Bemerkungen O₂-Bezugswertrechnung Sachverständiger	BHKW Flohr Neuwied GmbH BMHKW Kamin mit Abgasreinigung (ohne Gutrechnung) Stefan Brockmeyer (TÜV NORD)			
Betriebszustand Kennzeichen		Betriebslast	Betriebslast	Betriebslast
Volumenstrom Vn [m³/h]		46.353	51.482	48.015
Probenbezeichnung		F1	F2	F3
Datum		13.06.2023	14.06.2023	15.06.2023
Probenahmezeit	von	9:45	9:30	6:00
	bis	15:46	15:31	12:05
Probenahmedauer (netto)	min	360	360	360
Bezugssauerstoffgehalt	Vol.-%	11,0	11,0	11,0
Parameter Mess-Querschnitt				
gemessener Sauerstoffgehalt	Vol.-%	7,6	7,7	7,7
Kohlendioxidgehalt	Vol.-%	12,5	12,5	12,5
Kohlenmonoxidgehalt	mg/m³	9	18	15
Gasfeuchte	g/m³	10,0	9,5	12,1
Gastemperatur	°C	138,3	137,9	137,9
Differenzdruck Kanal- Umgebung	mbar	-0,63	-0,75	-0,66
Luftdruck	mbar	1.006	1.009	1.013
Wasserdampfgehalt	Vol.-%	1,2	1,2	1,5
Parameter Staubmessung				
Sondendurchmesser	g/h	0	0	0
	mm	10	8	8
Gasuhr-Faktor		0,990	0,990	0,990
Signal Staubmessgerät	mA	0,0	0,0	0,0
Gasuhrtemperatur Mittel	°C	25,5	24,5	24,0
Zählerstand Gasuhr	m³	14,922	10,737	10,756
Unterdruck Gasuhr	mbar	0,0	0,0	0,0
Luftdruck	mbar	1.005	1.008	1.012
Rechenwerte				
Mittlere Absauggeschwindigkeit	mg			
	m/s	12,1	13,7	13,8
Teilvolumenstrom Mess-Querschnitt	m³/h	3,433	2,475	2,491
Teilvolumenstrom Norm, feucht	m³/h	2,261	1,636	1,654
Teilvolumenstrom Normzustand	m³/h	2,234	1,617	1,629
Teilvolumen Normzustand	Nm³	13,401	9,699	9,776

Bestimmung der Emission von Dioxinen und Furanen					EFK-FB-830-14 REV03 03.07.2022
Betreiber	BHKW Flohr Neuwied GmbH				
Anlage	BMHKW				
Mess-Querschnitt	Kamin				
Bemerkungen					
O₂-Bezugswertrechnung	mit Abgasreinigung (ohne Gutrechnung)				
Sachverständiger	Stefan Brockmeyer (TÜV NORD)				
Betriebszustand Kennzeichen		Betriebslast	Betriebslast	Betriebslast	FBW
Volumenstrom Vn	[m³/h]	46.353	51.482	48.015	51.482
Probenbezeichnung		F1	F2	F3	BW
Datum		13.06.2023	14.06.23	15.06.23	13.06.23
Probenahmezeit	von	9:45	9:30	6:00	
	bis	15:46	15:31	12:05	
Bezugssauerstoffgehalt	[Vol.-%]	11	11	11	11
gemessener Sauerstoffgehalt	[Vol.-%]	7,6	7,7	7,7	7,7
Probenvolumen (Vn)	dm³	13.401	9.699	9.776	9.699
Analytmengen					
2,3,7,8-TetraCDD	[pg]	2,25	< 2	< 2	< 2
1,2,3,7,8-PentaCDD	[pg]	< 4	< 4	< 4	< 4
1,2,3,4,7,8-HexaCDD	[pg]	< 6	< 6	< 6	< 6
1,2,3,6,7,8-HexaCDD	[pg]	< 6	< 6	< 6	< 6
1,2,3,7,8,9-HexaCDD	[pg]	< 6	< 6	< 6	< 6
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	[pg]	< 30	< 30	< 30	< 30
OctaCDD	[pg]	< 100	< 100	< 100	< 100
2,3,7,8-TetraCDF	[pg]	4,57	< 4	< 4	< 4
1,2,3,7,8-PentaCDF	[pg]	< 4	< 4	< 4	< 4
2,3,4,7,8-PentaCDF	[pg]	< 4	< 4	< 4	< 4
1,2,3,4,7,8-HexaCDF	[pg]	< 6	< 6	< 6	< 6
1,2,3,6,7,8-HexaCDF	[pg]	< 6	< 6	< 6	< 6
2,3,4,6,7,8-HexaCDF	[pg]	< 6	< 6	< 6	< 6
1,2,3,7,8,9-HexaCDF	[pg]	< 6	< 6	< 6	< 6
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	[pg]	< 30	< 30	< 30	< 30
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	[pg]	< 30	< 30	< 30	< 30
OctaCDF	[pg]	< 100	< 100	< 100	< 100
Summe TetraCDD	[pg]	100	50,6	42,0	< 20
Summe PentaCDD	[pg]	81,5	70,0	44	< 40
Summe HexaCDD	[pg]	86,5	71,2	< 60	< 60
Summe HeptaCDD	[pg]	< 60	< 60,0	< 60	< 60
Summe TetraCDF	[pg]	180,0	82	87	< 40
Summe PentaCDF	[pg]	51,6	< 40,0	< 40	< 40
Summe HexaCDF	[pg]	< 60	< 60,0	< 60,0	< 60
Summe HeptaCDF	[pg]	< 120	< 120	< 120	< 120
Summe PCDD (Tetra-Octa)	[pg]	268	192	86	-/-
Summe PCDF (Tetra-Octa)	[pg]	232	82	87	-/-
Summe PCDD+PCDF (Tetra-Octa)	[pg]	500	274	174	-/-
TE nach DIN EN 1948-3 Nr. 12 a)	[pg]	< 13,19	< 12,88	< 12,88	< 12,88
TE nach 17.BImSchV / LAI	[pg]	2,71	0,00	0,00	
Emissionen [TE nach 17. BImSchV; WHO 2005]					
Emissionskonzentration E _M	[ng/m³]	0,00020	0,00000	0,00000	< 0,00133
Emissionskonzentration E _B	[ng/m³]	0,00020	0,00000	0,00000	< 0,00133
Massenstrom	[µg/h]	0,0094	0,0000	0,0000	< 0,0684
Analytmenge Benzo(a)pyren	[µg]	< 1	< 1	< 1	< 1
Emissionen Benzo(a)pyren					
Emissionskonzentration E _M	[mg/m³]	< 0,00007	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Emissionskonzentration E _B	[mg/m³]	< 0,00007	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Massenstrom	[g/h]	< 0,0035	< 0,0053	< 0,0049	< 0,0053

TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG - nach § 29b BImSchG bekannt gegebene Stelle

Bestimmung der Emission von PCB und Summe PCB+PCDD/F					EFK-FB-830-14 REV03 03.07.2022
Betreiber	BHKW Flohr Neuwied GmbH				
Anlage	BMHKW				
Mess-Querschnitt	Kamin				
Bemerkungen					
O₂-Bezugswertrechnung	mit Abgasreinigung (ohne Gutrechnung)				
Sachverständiger	Stefan Brockmeyer (TÜV NORD)				
Betriebszustand Kennzeichen		Betriebslast	Betriebslast	Betriebslast	FBW
Volumenstrom Vn	[m ³ /h]	46.353	51.482	48.015	51.482
Probenbezeichnung		F1	F2	F3	BW
Datum		13.06.23	14.06.23	15.06.23	13.06.23
Probenahmezeit	von	9:45	9:30	6:00	
	bis	15:46	15:31	12:05	
Bezugssauerstoffgehalt	[Vol.-%]	11	11	11	11
gemessener Sauerstoffgehalt	[Vol.-%]	7,6	7,7	7,7	7,7
Probenvolumen (Vn)	dm ³	13.401	9.699	9.776	9.699
Analytmengen non ortho PCB					
PCB 77	[pg]	< 100	< 100	< 100	< 100
PCB 81	[pg]	< 50	< 50	< 50	< 50
PCB 126	[pg]	< 25	< 25	< 25	< 25
PCB 169	[pg]	< 50	< 50	< 50	< 50
Analytmengen mono ortho PCB					
PCB 105	[pg]	< 500	< 500	< 500	< 500
PCB 114	[pg]	< 400	< 400	< 400	< 400
PCB 118	[pg]	< 2000	< 2000	< 2000	< 2000
PCB 123	[pg]	< 100	< 100	< 100	< 100
PCB 156	[pg]	< 500	< 500	< 500	< 500
PCB 157	[pg]	< 100	< 100	< 100	< 100
PCB 167	[pg]	< 200	< 200	< 200	< 200
PCB 189	[pg]	< 200	< 200	< 200	< 200
TE inkl. BG	[pg]	< 4,15	< 4,15	< 4,15	< 4,15
TE nach 17.BImSchV / LAI	[pg]	0,00	0,00	0,00	
PCB-Emissionen [TE nach 17. BImSchV; WHO 2005]					
Emissionskonzentration E _M	[ng/m ³]	0,00000	0,00000	0,00000	< 0,00043
Emissionskonzentration E _B	[ng/m ³]	0,00000	0,00000	0,00000	< 0,00043
Massenstrom	[µg/h]	0,0000	0,0000	0,0000	< 0,0220
Summenwert PCDD/F+PCB-Emissionen [TE nach 17. BImSchV; WHO 2005]					
Emissionskonzentration E _M	[ng/m ³]	0,00020	0,00000	0,00000	< 0,00176
Emissionskonzentration E _B	[ng/m ³]	0,00020	0,00000	0,00000	< 0,00176
Massenstrom	[µg/h]	0,009	0,000	0,000	< 0,090

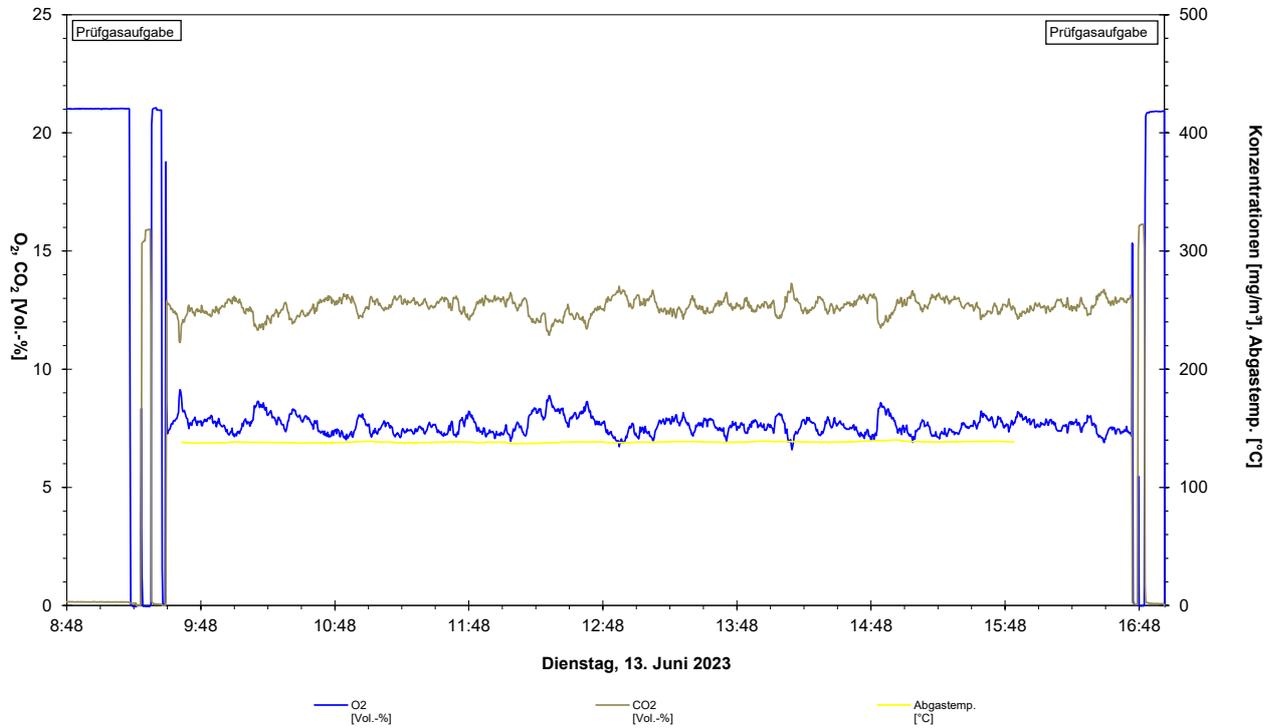
Isokinetische Schwermetall-Probenahme (13./17. BImSchV) mit Gasuhr							
Betreiber	BHKW Flohr GmbH						
Anlage	BMHKW						
Mess-Querschnitt	Kamin						
Bemerkungen	I = Normalbetrieb						
O₂-Bezugswertrechnung	mit Abgasreinigung (ohne Gutrechnung)					EFK-FB-840-13 / Rev01 / 30.06.2021	
Datum / Sachverständiger	13. - 15.06.23					Stefan Brockmeyer (TÜV NORD)	
Betriebszustand Kennzeichen		I	I	I			
Volumenstrom Vn [m³/h]		46.975	52.652	48.015			
Probe	Filter	94	95	96			BW
Probenahmezeit	von	12:34:00	12:35:00	10:15:00			
	bis	13:36:00	13:36:00	11:16:00			
Probenahmedauer (netto)	min	60,0	60,0	60,0			
Bezugssauerstoffgehalt	Vol.-%	11,0	11,0	11,0			
Parameter Mess-Querschnitt							
gemessener Sauerstoffgehalt	Vol.-%	7,64	7,50	8,00			
Kohlendioxidgehalt	Vol.-%	12,5	12,3	12,2			
		0	0	0			
Gasfeuchte	g/m³	94,4	84,1	110,1			
Gastemperatur	°C	138,4	137,6	138,4			
Differenzdruck Kanal- Umgebung	mbar	-0,6	-0,7	-0,7			
Luftdruck	mbar	1.005	1.007	1.013			
Wasserdampfgehalt	Vol.-%	10,5	9,5	12,0			
Parameter Staubmessung							
Sondendurchmesser	mm	7	7	7			
Gasuhr-Faktor		0,956	0,956	0,956			
Signal Staubmessgerät	mA	0,0	0,0	0,0			
Gasuhrtemperatur Ende	°C	31,0	29,0	28,5			
Zählerstand Gasuhr	m³	1,304	1,360	1,326			
Unterdruck Gasuhr	mbar	0,0	0,0	0,0			
Luftdruck	mbar	1.005	1.007	1.013			
Rechenwerte							
Mittlere Absauggeschwindigkeit	m/s	13,6	14,1	14,2			
Teilvolumenstrom Mess-Querschnitt	m³/h	1,886	1,954	1,968			
Teilvolumenstrom Norm, feucht	m³/h	1,241	1,290	1,305			
Teilvolumenstrom Normzustand	m³/h	1,110	1,168	1,148			
Teilvolumen Normzustand	Nm³	1,110	1,168	1,148			

Stoffe nach Absatz a) und c), Anlage 1 der 17. BImSchV bzw. Nrn. 1 und 3, Anlage 2 der 13. BImSchV							
Betreiber	BHKW Flohr GmbH						
Anlage	BM HKW						
Messquerschnitt	Kamin						
Probe (s. Staubprobenahmeprotokoll)	Filter	94	95	96			BW
Cadmium							
filtergänglich absolut	µg	< 0,009	< 0,009	< 0,009			0,04
partikelgebunden absolut	µg	< 0,006	< 0,007	< 0,006			< 0,006
filtergänglich	µg/m³	< 0,0081	< 0,0077	< 0,0078			
partikelgebunden	µg/m³	< 0,005	< 0,006	< 0,005			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,00	0,00	0,00			
Konzentration EM Norm	mg/m³	0,0000	0,0000	0,0000			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m³	0,0000	0,0000	0,0000			
Thallium							
filtergänglich absolut	µg	< 0,05	< 0,04	< 0,04			< 0,02
partikelgebunden absolut	µg	< 0,03	< 0,03	< 0,03			< 0,03
filtergänglich	µg/m³	< 0,0450	< 0,0342	< 0,0349			
partikelgebunden	µg/m³	< 0,027	< 0,026	< 0,026			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,00	0,00	0,00			
Konzentration EM Norm	mg/m³	0,0000	0,0000	0,0000			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m³	0,0000	0,0000	0,0000			
Arsen (Abs. c)]							
filtergänglich absolut	µg	< 0,15	< 0,15	< 0,14			< 0,05
partikelgebunden absolut	µg	< 0,10	< 0,10	< 0,10			< 0,10
filtergänglich	µg/m³	< 0,1351	< 0,1284	< 0,1220			
partikelgebunden	µg/m³	< 0,090	< 0,086	< 0,087			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,01	0,01	0,01			
Konzentration EM Norm	mg/m³	0,0001	0,0001	0,0001			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m³	0,0001	0,0001	0,0001			
Cobalt [Abs. c)]							
filtergänglich absolut	µg	< 0,09	< 0,09	< 0,09			< 0,03
partikelgebunden absolut	µg	< 0,06	< 0,06	< 0,06			< 0,06
filtergänglich	µg/m³	< 0,0810	< 0,0770	< 0,0784			
partikelgebunden	µg/m³	< 0,054	< 0,051	< 0,052			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,00	0,00	0,00			
Konzentration EM Norm	mg/m³	0,0001	0,0001	0,0001			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m³	0,0001	0,0001	0,0001			
Chrom [Abs. c)]							
filtergänglich absolut	µg	8,64	3,84	2,73			0,02
partikelgebunden absolut	µg	0,41	0,48	0,04			0,04
filtergänglich	µg/m³	7,7806	3,2873	2,3789			
partikelgebunden	µg/m³	0,369	0,411	0,035			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,38	0,19	0,12			
Konzentration EM Norm	mg/m³	0,0081	0,0037	0,0024			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m³	0,0081	0,0037	0,0024			
Benzo (a)pyren							
Konzentration EM Norm	mg/m³	< 0,0007	< 0,0010	< 0,0010			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m³	< 0,0007	< 0,0010	< 0,0010			
Summenbildung nach Abs. a) bis c) bzw. Nrn. 1-3; Einzelwerte kleiner Nachweisgrenze werden als halbe Nachweisgrenze berücksichtigt							
Emissionsmassenstrom, Summe Abs. a) / Nr. 1	g/h	0,0020	0,0019	0,0018			
Konzentration EM Norm, Summe Abs. a) / Nr. 1	mg/m³	0,00004	0,00004	0,00004			
Konzentration EB Bezugzustand, Summe Abs. a) / Nr. 1	mg/m³	0,00004	0,00004	0,00004			
Emissionsmassenstrom, Summe Abs. c) / Nr. 3, unten	g/h	0,39337	0,20952	0,12682			
Konzentration EM Norm, Summe Abs. c) / Nr. 3, unten	mg/m³	0,00837	0,00393	0,00264			
Konzentration EB Bezug, Summe Abs. c) / Nr. 3, unten	mg/m³	0,00837	0,00393	0,00264			

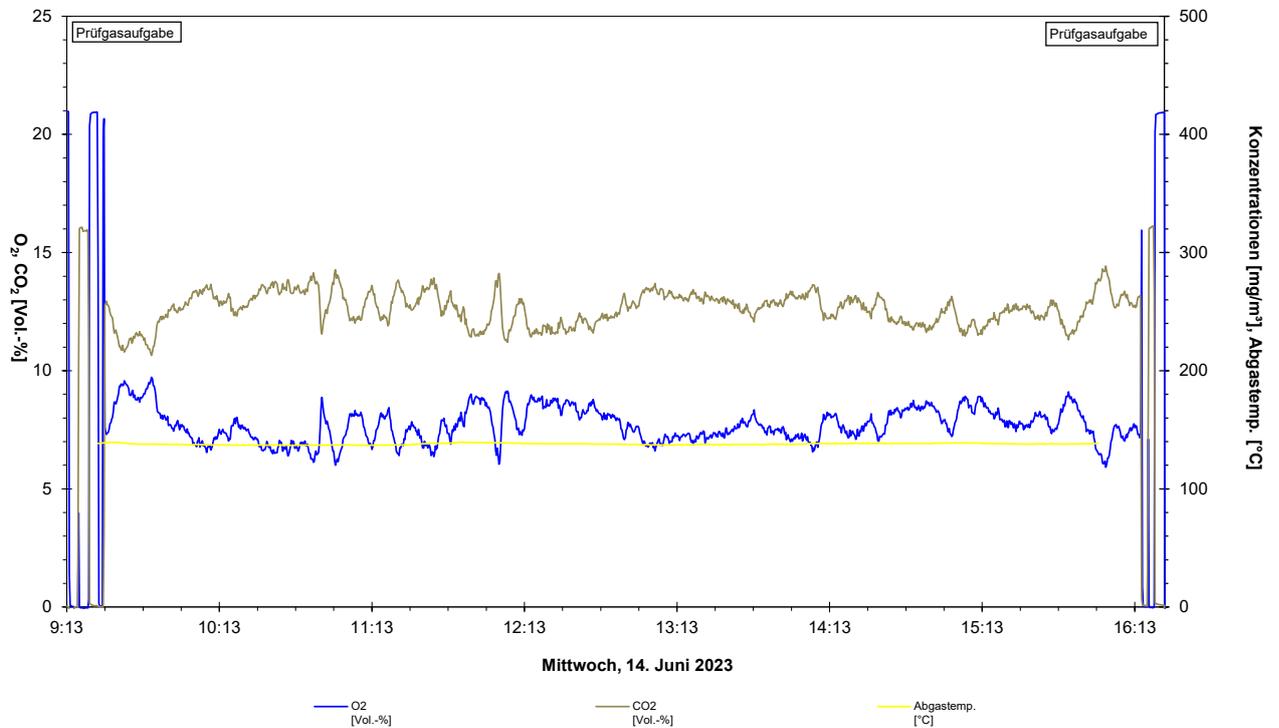
Stoffe nach Absatz b), Anlage 1 der 17. BImSchV bzw. Nr. 2, Anlage 2 der 13. BImSchV							
Betreiber	BHKW Flohr GmbH						
Anlage	BMHKW						
Messquerschnitt	Kamin						
Probe (s. Staubprobenahmeprotokoll)	Filter	94	95	96			BW
Antimon [Abs. b)]							
filtergänglich absolut	µg	< 0,18	< 0,18	< 0,17			< 0,06
partikelgebunden absolut	µg	< 0,12	< 0,12	< 0,12			< 0,12
filtergänglich	µg/m ³	< 0,162	< 0,154	< 0,148			
partikelgebunden	µg/m ³	< 0,108	< 0,103	< 0,105			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,01	0,01	0,01			
Konzentration EM Norm	mg/m ³	0,0001	0,0001	0,0001			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m ³	0,0001	0,0001	0,0001			
Arsen [Abs. b)]							
filtergänglich absolut	µg	< 0,15	< 0,15	< 0,14			< 0,05
partikelgebunden absolut	µg	< 0,10	< 0,10	< 0,10			< 0,10
filtergänglich	µg/m ³	< 0,135	< 0,128	< 0,122			
partikelgebunden	µg/m ³	< 0,090	< 0,086	< 0,087			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,01	0,01	0,01			
Konzentration EM Norm	mg/m ³	0,0001	0,0001	0,0001			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m ³	0,0001	0,0001	0,0001			
Blei [Abs. b)]							
filtergänglich absolut	µg	< 0,32	< 0,23	< 0,18			< 0,19
partikelgebunden absolut	µg	< 0,16	< 0,71	< 0,12			< 0,10
filtergänglich	µg/m ³	< 0,288	< 0,197	< 0,157			
partikelgebunden	µg/m ³	< 0,144	< 0,608	< 0,105			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,01	0,04	0,01			
Konzentration EM Norm	mg/m ³	0,0002	0,0007	0,0001			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m ³	0,0002	0,0007	0,0001			
Chrom [Abs. b)]							
filtergänglich absolut	µg	8,64	3,84	2,73			0,02
partikelgebunden absolut	µg	0,41	0,48	0,04			0,04
filtergänglich	µg/m ³	7,781	3,287	2,379			
partikelgebunden	µg/m ³	0,369	0,411	0,035			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,38	0,19	0,12			
Konzentration EM Norm	mg/m ³	0,0081	0,0037	0,0024			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m ³	0,0081	0,0037	0,0024			
Cobalt [Abs. b)]							
filtergänglich absolut	µg	< 0,09	< 0,09	< 0,09			< 0,03
partikelgebunden absolut	µg	< 0,06	< 0,06	< 0,06			< 0,06
filtergänglich	µg/m ³	< 0,081	< 0,077	< 0,078			
partikelgebunden	µg/m ³	< 0,054	< 0,051	< 0,052			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,00	0,00	0,00			
Konzentration EM Norm	mg/m ³	0,0001	0,0001	0,0001			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m ³	0,0001	0,0001	0,0001			

Kupfer [Abs. b]								
filtergänglich absolut	µg	0,55	0,22	<	0,09			< 0,03
partikelgebunden absolut	µg	0,12	0,52	<	0,06			< 0,06
filtergänglich	µg/m³	0,495	0,188	<	0,078			
partikelgebunden	µg/m³	0,108	0,445		0,052			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,03	0,03		0,00			
Konzentration EM Norm	mg/m³	0,0006	0,0006		0,0001			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m³	0,0006	0,0006		0,0001			
Mangan [Abs. b]								
filtergänglich absolut	µg	0,12	0,12		0,10			0,04
		0,04	0,36		0,01			< 0,01
filtergänglich	µg/m³	0,108	0,103		0,087			
partikelgebunden	µg/m³	0,036	0,308		0,009			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,01	0,02		0,00			
Konzentration EM Norm	mg/m³	0,0001	0,0004		0,0001			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m³	0,0001	0,0004		0,0001			
Nickel [Abs. b]								
filtergänglich absolut	µg	0,45	0,41	<	0,22			< 0,04
partikelgebunden absolut	µg	< 0,13	0,74	<	0,13			< 0,14
filtergänglich	µg/m³	0,405	0,351	<	0,192			
partikelgebunden	µg/m³	< 0,117	0,633	<	0,113			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,02	0,05		0,01			
Konzentration EM Norm	mg/m³	0,0005	0,0010		0,0002			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m³	0,0005	0,0010		0,0002			
Vanadium [Abs. b]								
filtergänglich absolut	µg	< 0,14	< 0,13	<	0,13			< 0,05
partikelgebunden absolut	µg	< 0,09	< 0,09	<	0,09			< 0,09
filtergänglich	µg/m³	< 0,126	< 0,111	<	0,113			
partikelgebunden	µg/m³	< 0,081	< 0,077	<	0,078			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,00	0,00		0,00			
Konzentration EM Norm	mg/m³	0,0001	0,0001		0,0001			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m³	0,0001	0,0001		0,0001			
Zinn [Abs. b]								
filtergänglich absolut	µg	0,55	0,43	<	0,36			0,15
partikelgebunden absolut	µg	0,11	< 0,11	<	0,11			< 0,11
filtergänglich	µg/m³	0,495	0,368		0,314			
partikelgebunden	µg/m³	0,099	< 0,094	<	0,096			
Emissionsmassenstrom	g/h	0,03	0,02		0,02			
Konzentration EM Norm	mg/m³	0,0006	0,0004		0,0004			
Konzentration EB Bezugzustand	mg/m³	0,0006	0,0004		0,0004			
Summenbildung nach Abs. b) / Nr. 2; Werte kleiner Nachweisgrenze werden als halbe Nachweisgrenze berücksichtigt								
Emissionsmassenstrom, Summe Abs. b) / Nr. 2	g/h	0,50	0,38		0,17			
Konzentration EM Norm, Summe Abs. b) / Nr. 2	mg/m³	0,0106	0,0072		0,0036			
Konzentration EB Bezugzustand, Summe Abs. b) / Nr. 2	mg/m³	0,0106	0,0072		0,0036			

Flohr GmbH, BMHKW



Flohr GmbH, BMHKW



Flohr GmbH, BMHKW

