



**Geschäftsbereich 2 - Immissions- und Strahlenschutz,
Fachbereich 24 - Emissionsmessungen, Referenz- und Kalibrierlabor
01445 Radebeul, Altwahnsdorf 12**

Aktz. / Berichts-Nr.: 42/05/02/18

Datum: 19.11.2019

**Messbericht über die
Durchführung von Emissionsmessungen am
BHKW der IPS Industrie Personal Service
GmbH**

Betreiber: IPS Industrie Personal Service GmbH Jößnitz

Standort: Seestraße 39, 08523 Plauen

Datum der Messung: 14.10.bis 24.10.2019

Art der Messung: Messung an einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage erfolgt im besonderen behördlichen Interesse.

Auftragsnummer: 42/05/02/18

Auftragsdatum: 14.10.2018

Berichtsumfang: 35 Seiten

2 Anlagen

Aufgabenstellung: Ermittlung der Emissionen aus einem BHKW speziell ausgelegt für naturbelassenes Pflanzenöl (Betrieb mit Palmöl). Grund sind wiederholte Anwohnerbeschwerden wegen Niederschlag von Staub bzw. Ruß sowie Geruchsbelästigungen.

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen

Name der Stelle: BfUL, Geschäftsbereich 2 - Immissions- und Strahlenschutz,
Fachbereich 24 - Emissionsmessungen, Referenz- und Kalibrierlabor

Aktenzeichen/Berichtsnummer: 42/05/02/18

Datum: 18.11.2019

Betreiber: IPS Industrie Personal Service GmbH Jößnitz

Standort: Seestraße 39, 08523 Plauen

Art der Messung: Messung an einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage im besonderen behördlichen Interesse

Auftragsnummer: 42/05/02/18

Auftragsdatum: 14.10.2018

Messtermin: 14.10.-24.10.2019

Berichtsumfang: 35 Seiten
..... 2 Anlagen

Aufgabenstellung: Ermittlung der Emissionen aus einem BHKW speziell ausgelegt für naturbelassenes Pflanzenöl (Betrieb mit Palmöl). Grund sind wiederholte Anwohnerbeschwerden wegen Niederschlag von Staub bzw. Ruß sowie Geruchsbelästigungen.

Zusammenfassung

Anlage: Anlage zur Erzeugung von Strom und Warmwasser in einer Verbrennungsmotoranlage durch den Einsatz von naturbelassenem Pflanzenöl (Palmöl) mit einer Feuerungswärmeleistung von weniger als 1 Megawatt. Nicht genehmigungsbedürftig.

Betriebszeiten: 24 h, Montag bis Sonntag

Emissionsquelle: Abgaskamin

Messkomponenten: Gesamtstaub, PM10, PM2,5, Ruß, PAK, Rußzahl, NO, NO₂, CO, CO₂, O₂, Formaldehyd, Benzol, Abgasrandparameter (Temperatur, Volumenstrom, Feuchte)

Messkomponente	Einheit	Maximaler Messwert abzüglich erweiterter Messunsicherheit	Maximaler Messwert zuzüglich erweiterter Messunsicherheit	Emissionsbegrenzung	Betriebszustand
CO	mg/m ³	148	184	1250	ca. 70% Nennlast
NOx	mg/m ³	1181	1828	-	ca. 70% Nennlast
Gesamtstaub	mg/m ³	74	108	-	ca. 70% Nennlast
PM10	mg/m ³	17	37	-	ca. 70% Nennlast
PM2,5	mg/m ³	21	30	-	ca. 70% Nennlast
Naphtalin	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Acenaphthylen	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Acenaphthen	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Fluoren	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Phenanthren	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Anthracen	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Fluoranthren	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Pyren	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Benzo(a)anthracen	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Chrysen	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Benzo(b)fluoranthren	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Benzo(k)fluoranthren	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Benzo(a)pyren	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
Benzo(ghi)perylen	µg/m ³	<0,09	<0,09	-	ca. 70% Nennlast
elementarer Kohlenstoff	mg/m ³	11,7	25,5	-	ca. 70% Nennlast
org. gebund. Kohlenstoff	mg/m ³	11,4	24,9	-	ca. 70% Nennlast
Rußzahl (orientierend)	-	8*	8*	-	ca. 70% Nennlast
Formaldehyd (orientierend)	mg/m ³	3,9*	3,9*	-	ca. 70% Nennlast
Benzol (orientierend)	mg/m ³	0,0*	0,0*	-	ca. 70% Nennlast

Die Massenkonzentrationen sind angegeben im Normzustand nach Abzug des Feuchtegehalts an Wasserdampf.

*Darstellung erfolgt ohne Berücksichtigung der Messunsicherheit.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Formulierung der Messaufgabe	5
1.1 Auftraggeber:	5
1.2 Betreiber:	5
1.3 Standort:	5
1.4 Anlage:	5
1.5 Datum der Messung:	5
1.6 Anlass der Messung:	5
1.7 Aufgabenstellung:	5
1.8 Messobjekte:	5
1.9 Durchgeführte Ortsbesichtigung vor Messdurchführung:	6
1.10 Messplanabstimmung:	6
1.11 An der Probenahme beteiligte Personen:	6
1.12 Beteiligung weiterer Institute:	6
1.13 Fachlich Verantwortlicher:	6
2. Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe	7
2.1 Art der Anlage:	7
2.2 Beschreibung der Anlage:	7
2.3 Beschreibung der Emissionsquellen:	7
2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe:	7
2.5 Betriebszeiten:	7
2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen:	8
3. Beschreibung der Probenahmestelle	9
3.1 Lage des Messquerschnittes:	9
3.2 Abmessungen des Messquerschnittes:	9
3.3 Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt:	9
3.4 Anzahl und Größe der Messöffnungen (Messstutzen):	9
4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte	10
4.1 Abgasrandbedingungen	10
4.2 Kontinuierliche Messverfahren	12
4.3 Diskontinuierliche Messverfahren	16
5. Betriebszustand der Anlage während der Messungen	21
5.1 Produktionsanlage	21
5.2 Abgasreinigungsanlagen	21
6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	22
6.1 Bewertung der Messdurchführung und Betriebsbedingungen während der Messungen	22
6.2 Messergebnisse	23
6.3 Messunsicherheiten	34

Anlage 1: Mess- und Rechenwerte

Anlage 2: Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufes kontinuierlich gemessener Komponenten

1. Formulierung der Messaufgabe

- 1.1 Auftraggeber:** Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat 51
- 1.2 Betreiber:** IPS Industrie Personal Service GmbH Jößnitz, Bahnhofstraße 6, 08547 Plauen, OT Jößnitz
Herr Marco Rödel, Tel. Nr.: 0171 6558618
Betreiber-/Arbeitsstätten-Nr.: nicht bekannt
- 1.3 Standort:** Seestraße 39, 08523 Plauen
- 1.4 Anlage:** Nichtgenehmigungsbedürftige Feuerungsanlage, Blockheizkraftwerk (BHKW)
Anlagen-Nr: nicht bekannt
- 1.5 Datum der Messung:** 14.10.-24.10.2019
Datum der letzten Messung:
Datum der nächsten Messung:
- 1.6 Anlass der Messung:**
Messung an einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage erfolgt im besonderen behördlichen Interesse.
- 1.7 Aufgabenstellung:**
Ermittlung der Emissionen aus einem BHKW speziell ausgelegt für naturbelassenes Pflanzenöl (Betrieb mit Palmöl). Grund sind wiederholte Anwohnerbeschwerden wegen Niederschlag von Staub bzw. Ruß sowie Geruchsbelästigungen.

1.8 Messobjekte:

Parameter	Messumfang
NO, NO ₂ , CO, CO ₂ , O ₂	kont. Messung, 6 HMW
Staubfraktionen PM 10; PM 2,5	diskont. Messung, 3 Einzelmessungen
Gesamtstaub	diskont. Messung, 3 Einzelmessungen
Abgasrandparameter	diskont. Erfassung: Abgastemperatur, Abgasfeuchte und Volumenstrom
PAK	diskont. Messung, 3 Einzelmessungen
EC, OC	diskont. Messung, 3 Einzelmessungen
Rußzahl	diskont. Messung, 3 Einzelmessungen
Formaldehyd	kont. Messung, 6 HMW
Benzol	kont. Messung, 6 HMW

1.9 Durchgeführte Ortsbesichtigung vor Messdurchführung:

Ortsbesichtigung durchgeführt am 27.08.2019
Messbedingungen entsprechend DIN EN 15259

vorgefunden

nicht vorgefunden

festgelegt und realisiert

nicht festgelegt und realisiert (Anfertigung Platte für Inspektionsöffnung mit Messöffnungen)

keine Ortsbesichtigung durchgeführt

da mit den vorherigen Messungen an dieser Anlage befasst.

Messbedingungen entsprechend DIN EN 15259

vorgefunden

nicht vorgefunden

1.10 Messplanabstimmung:

mit dem Betreiber

mit der zuständigen Aufsichtsbehörde

keine Messplanabstimmung durchgeführt

1.11 An der Probenahme beteiligte Personen:

Frank Rothe

Dr. Ilona Vogel

Marc Fröhlich

1.12 Beteiligung weiterer Institute:

BfUL, FB51

1.13 Fachlich Verantwortlicher:

Name: Frank Rothe

Tel.-Nr.:

0351 85474 244

e-Mail-Adresse:

frank.rothe@smul.sachsen.de

2. Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

2.1 Art der Anlage: Anlage zur Erzeugung von Strom und Warmwasser in einer Verbrennungsmotoranlage durch den Einsatz von naturbelassenem Pflanzenöl (Palmöl).

2.2 Beschreibung der Anlage:

Blockheizkraftwerk zur Erzeugung von Strom und Warmwasser in einer Verbrennungsmotoranlage durch den Einsatz von naturbelassenem Pflanzenöl (Palmöl). Die erzeugte elektrische Energie wird in das Netz des örtlichen Energieversorgers eingespeist. Die erzeugte thermische Energie wird zum Beheizen eines Schwimm-/ Tauchbeckens sowie von Wohn- und Geschäftsräumen benutzt.

Typ: SEV DE 150 RA

Motor: Deutz BF6 M 1015

Nennleistung, elektrisch: 150 kW

Nennleistung, thermisch: 45 kW

Baujahr: 2006

Die Anlage wird kontinuierlich betrieben.

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen:

Emissionsquelle:	Abgaskamin
Höhe über Grund:	ca. 14 m
Austrittsfläche:	0,03 m ²
Rechtswert/Hochwert:	296.170/5.597.321 (ETRS89 UTM33)
Bauausführung:	Edelstahl isoliert

2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe:

naturbelassenen Pflanzenöl (Palmöl)

2.5 Betriebszeiten:

2.5.1 Gesamtbetriebszeit: nicht bekannt

2.5.2 Emissionszeit nach Betreiberangaben: kontinuierlicher Betrieb (24h/d, 365d/a) außer Wartungs-/Servicearbeiten

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen:

2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen:

- 2.6.1.1 Anlage zur Emissionserfassung:** Das Abgas wird über Abgaskrümmer, geschlossene Rohrleitungen, Abgaswärmetauscher und Schalldämpfer in die Umgebung emittiert.
- 2.6.1.2 Erfassungselement:** siehe Pkt. 2.6.1.1
- 2.6.1.3 Ventilator肯ndaten:** nicht vorhanden
- 2.6.1.4 Ansaugfläche:** nicht bekannt

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen:

nicht vorhanden

2.6.3 Einrichtung zur Kühlung des Abgases:

Abgaswärmetauscher

3. Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Lage des Messquerschnittes:

Der Messquerschnitt befindet sich im senkrecht verlaufenden Teil des Abgaskamins auf dem Gebäudedach in ca. 8 m Höhe über Grund. Er ist zugänglich über ein Baugerüst.

Der Messquerschnitt befindet sich hinter der Revisionsöffnung und vor dem Abgasschalldämpfer. Dazu wurde eine passende Platte mit entsprechenden Messöffnungen angefertigt.

Einlaulänge ca. 6 m ($\geq 5 D_h$), Auslaulänge 0,28 m ($< 2 D_h$, $> 5 D_h$ vor Mündung)

- Winkel Gasstrom zu Mittelachse Abgaskanal $< 15^\circ$

- keine lokale negative Strömung

- Verhältnis höchste/niedrigste örtliche Geschwindigkeit im Messquerschnitt $< 3:1$

3.2 Abmessungen des Messquerschnittes:

D_h : 0,18 m

A: 0,03 m²

3.3 Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt:

1 Messachse im Kern der Abgasströmung

Gültige Homogenitätsprüfung liegt nicht vor

Fläche Messquerschnitt $< 0,1 \text{ m}^2$

keine Messung gasförmiger Komponenten

liegt vor

Datum der Homogenitätsprüfung:.....

Berichts-Nr.:.....

Prüfinstitut:.....

Ergebnis der vorliegenden Homogenitätsprüfung:

Messung an einem beliebigen Punkt

Messung an einem repräsentativen Punkt

Beschreibung der Lage des repräsentativen Punktes

Netzmessung erforderlich

3.4 Anzahl und Größe der Messöffnungen (Messstutzen):

1 Messöffnung 2", 1 Messöffnung 1/2" (alles Innengewinde), 1 Messöffnung \varnothing 6 mm (Klemmringverschraubung)

4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit:

Messeinrichtung/ Ermittlungsmethode:	Staudrucksonde Kimo TPL-08-1250_T in Verbindung mit elektronischem Mikromanometer Airflow TA465-P
kontinuierliche Ermittlung:	ja, außer bei Wechsel Staubprobenahme
Messbereich:	-3735 bis+3735 Pa
Bestimmungsgrenze:	1 Pa
letzte Überprüfung / Kalibrierung:	02/2019 (Mikromanometer), 08/2019 (Staurohr)
Messmittelnr.:	2018 (Mikromanometer), 2019 (Staurohr)

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin:

Messeinrichtung:	Manometer nach Nr. 4.1.1 unter Berücksichtigung der entsprechenden Anschlüsse
Messbereich:	-3735..+3735 Pa
Bestimmungsgrenze:	1 Pa

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle:

Barometer:	Druckmesssteckmodul FDA612SA
letzte Überprüfung / Kalibrierung:	03/2019
Messmittelnr.:	8003

4.1.4 Abgastemperatur:

Messeinrichtung/ Ermittlungsmethode:	Staudrucksonde Kimo TPL-08-1250_T - Widerstandsthermometer mit integrierten Thermoelement Typ K
kontinuierliche Ermittlung:	ja, außer bei Wechsel Staubprobenahme
Messbereich:	-40..600°C
letzte Überprüfung / Kalibrierung:	08/2019
Messmittelnr.:	2019

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte):

Messeinrichtung/ Ermittlungsmethode:	Adsorption an Silikagel und nachfolgende gravimetrische Bestimmung nach DIN EN 14790, Gasprobenehmer DESAGA GS312, Messmittel-Nr.: 5025, Waage Compass-CX621, Messmittel-Nr.: 3005
Messbereich:	1 bis 25 Vol%
Bestimmungsgrenze:	1 Vol %

letzte Überprüfung / Kalibrierung:

05.12.2018 (Gasprobenehmer), Überprüfung Waage mit DKD-zertifiziertem Prüfgewicht Vorort, jährliche Rückführung des Prüfgewichtes mit DKD-zertifizierter Waage im Referenz- und Kalibrierlabor der BfUL

4.1.6 Abgasdichte:

Ermittlungsmethode:

Berechnet unter Berücksichtigung der Abgasanteile an O₂, CO₂, N₂, CO, Wasserdampfanteil und sonst. Abgaskomponenten sowie der Abgastemperatur und Druckverhältnisse im Kanal.

4.1.7 Abgasverdünnung:

keine

4.2 Kontinuierliche Messverfahren

4.2.1 Messobjekt: : anorganische Gase: NO, NO₂, CO, CO₂, O₂

4.2.1.1 Messverfahren:

NO _x	Chemolumineszenz, DIN EN 14792 - Bestimmung der Massenkonzentration von Stickstoffoxiden – Standardreferenzverfahren: Chemilumineszenz
CO, CO ₂	Infrarotabsorption (NDIR); DIN EN 15058 - Bestimmung der Massenkonzentration von Kohlenmonoxid – Standardreferenzverfahren: Nicht-dispersive Infrarotspektrometrie
O ₂	Paramagnetismus; DIN EN 14789 - Bestimmung der Volumenkonzentration von Sauerstoff – Standardreferenzverfahren: Paramagnetismus

4.2.1.2 Analysator:

PG350E, HORIBA Europe GmbH
letzte Überprüfung / Kalibrierung: 03/2019
Messmittelnr.: 4016

4.2.1.3 Eingestellter Messbereich:

NO _x	0..1000 ppm
CO	0..500 ppm
CO ₂	0..20 Vol%
O ₂	0..25 Vol%

4.2.1.4 Gerätetyp eignungsgeprüft:

Gerät ist eignungsgeprüft (TÜV Rheinland; Zertifikatsnummer 0000032301)

4.2.1.5 Messplatzaufbau

Entnahmesonde:	Edelstahlrohr Ø 8 mm
beheizt auf: / unbeheizt	durch Abgasstrom
maximale Eintauchtiefe	0,1 m
Staubfilter	PSP 4000 , Fa. M&C
beheizt auf: / unbeheizt	180 °C
Probengasleitung vor Gasaufbereitung	3M4/6, Fa. M&C
beheizt auf: / unbeheizt	180 °C
Länge:	10 m
Probengasleitung nach Gasaufbereitung:	PTFE-Rohr
Länge:	0,7 m
Werkstoffe der gasführenden Teile:	Edelstahl, PTFE
Messgasaufbereitung:	PSS 5, Fa. M&C
Messgaskühler, Temperatur geregelt auf:	4 °C

4.2.1.6 Überprüfen der Gerätekenlinie mit folgenden Prüfgasen

Nullgas:	N ₂ 5.0, Fa. Linde AG			
Prüfgas:	CO	410	ppm	
	SO ₂	389	ppm	
	NO	402	ppm	Rest N ₂
	CO	1302	ppm	Rest N ₂
	CO ₂	15,2	Vol%	Rest N ₂
Hersteller:	Linde AG			
Herstelldatum:	25.04.2018, 22.03.2019			
Stabilitätsgarantie:	24	Monate		
rückführbar zertifiziert:	ja			
Überprüfung des Zertifikates durch:	BfUL			
am:	11.05.2018, 13.05.2019			
Aufgabe durch das gesamte Probenahmesystem:	ja, über Prüfgaseingang der Probenahmesonde			

4.2.1.7 90 %-Einstellzeit des gesamten Messaufbaus:

Ermittlung der Einstellzeit durch Aufzeichnung der Kalibrierphasen vom Ende der Nullgas-aufgabe bis zum Erreichen 19 Vol% Sauerstoff Messwertanzeige.
Einstellzeit: 30 Sekunden

4.2.1.8 Erfassung / Registrierung der Messwerte:

Messwernerfassungssystem:	Messdatenerfassung ALMEMO 26908A und 8590 - 9, Fa. Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH; AMR WinControl Messwernerfassung Version: 7.0.3.0, Fa akrobit Software GmbH
Schreiber:	Notebook, Windows 7 professional

4.2.1.9 Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Im Rahmen des QS-Systems:

jährliche Linearitätskontrolle an 5 Punkten einschließlich Null (siehe Verfahrenshandbuch und SAA 42/18/02)

Qualitätssicherung vor Ort:

Überprüfung von Null und Prüfgaswert vor und nach der Messung. Bei Driftwerten größer 2% vom Messbereich erfolgt die Korrektur der Messwerte mit den ermittelten Driftwerten.

Dichtheitsprüfung der Probenahmeeinrichtung durch drucklose Aufgabe von Prüfgas über die Probenahmesonde. Bei Erreichen der Prüfgaswerte ist die Dichtheit gegeben.

4.2.2 Messobjekt: organische Gase: Formaldehyd, Benzol, Feuchte

4.2.2.1 Messverfahren:

Fourier-Transformations-Infrarot Spektroskopie (FT-IR)

Die Messung erfolgte orientierend, da keine Validierung vorliegt und keine direkte Justierung mit Referenzmaterial erfolgte.

4.2.2.2 Analysator:

Gasmet DX 4000

letzte Überprüfung / Kalibrierung:

10/2018

Messmittelnr.:

4014

4.2.2.3 Eingestellter Messbereich:

(kalibrierter Bereich)

Formaldehyd

0..33 ppm

Benzol

0..100 ppm

Wasserdampf

0..22 Vol%

4.2.2.4 Gerätetyp eignungsgeprüft:

Gerät ist nicht eignungsgeprüft

4.2.2.5 Messplatzaufbau

Entnahmesonde:

Edelstahlrohr Ø 8 mm

beheizt auf: / unbeheizt

durch Abgasstrom

maximale Eintauchtiefe

0,1 m

Staubfilter

PSP 4000 , Fa. M&C

beheizt auf: / unbeheizt

180 °C

Probengasleitung vor Gasaufbereitung

3M4/6, Fa. M&C

beheizt auf: / unbeheizt

180 °C

Länge:

10 m

Probengasleitung nach Gasaufbereitung:

beheiztes Probenahmesystem SYCOS P-HOT (Leitungen, Messgaspumpe, Partikelfilter auf 180 °C beheizt)

Länge:

1 m

Werkstoffe der gasführenden Teile:

Edelstahl, PTFE

Messgasaufbereitung:

keine

Messgaskühler, Temperatur geregelt auf:

°C

4.2.2.6 Überprüfen der Gerätekenlinie mit folgenden Prüfgasen

Nullgas: N₂ 5.0, Fa. Linde AG

4.2.2.7 90 %-Einstellzeit des gesamten Messaufbaus:

Ermittlung der Einstellzeit durch Aufzeichnung der Kalibrierphasen vom Ende der Nullgas-aufgabe bis zum Erreichen 19 Vol% Sauerstoff Messwertanzeige.

Einstellzeit: 60 Sekunden

4.2.2.8 Erfassung / Registrierung der Messwerte:

Messwernerfassungssystem: Calcmet FTIR gas analyzer control and analysis software, Version 11.0.11.4, Fa. Gasmel

Schreiber: Notebook, Windows 7 professional

4.2.2.9 Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Im Rahmen des QS-Systems:

jährliche Erneuerung der Wasserdampfreferenzspektren

Qualitätssicherung vor Ort:

Tägliche Erneuerung des Nullspektrums.

Dichtheitsprüfung der Probenahmeeinrichtung durch drucklose Aufgabe von Stickstoff über die Probenahmesonde. Vergleich des aufgenommenen Spektrums mit dem Nullspektrum.

4.3 Diskontinuierliche Messverfahren

4.3.1 Gas- und dampfförmige Emissionen

entfällt

4.3.2 Partikelförmige Emissionen

4.3.2.1 Messobjekt:

**Gesamtstaub,
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK),
elementarer Kohlenstoff und organisch gebundener Kohlenstoff (EC, OC)**

4.3.2.1.1 Messverfahren:

DIN EN 13284, Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen;
DIN ISO 16362 Bestimmung partikelgebundener aromatischer Kohlenwasserstoffe mit Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie;
DIN EN 16909 „Außenluft - Messung von auf Filtern gesammeltem elementarem Kohlenstoff (EC) und organisch gebundenem Kohlenstoff (OC)

4.3.2.1.2 Messplatzaufbau:

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Filtergerät:	Planfilterkopfgerät, Fa. Paul Gothe Bochum
Anordnung:	außenliegend am Kanal
Entnahmesonde/ Absaugrohr	Düse, Schwanenhals, beheiztes Absaugrohr
Wirkdurchmesser:	8
beheizt auf: / unbeheizt	180 °C
Material:	Edelstahl, Titan
Abscheidemedium:	Quarzfaserfilter Munktell MK360, bindemittelfrei
Filterdurchmesser:	50 mm
Abscheidegrad:	99,998 %
Absaugeinrichtung:	Messeinheit zur Teilvolumenbestimmung mit gasdichter Kohleschieber-Vakuumpumpe, Gasuhr BK 4 (0-6m ³ /h), Durchflussmesser (0-6 m ³ /h), Fa. Paul Gothe GmbH
letzte Überprüfung / Kalibrierung:	12/2018
Messmittelnr.:	5009

4.3.2.1.3 Behandlung des Abscheidemediums und der Ablagerungen:

Transport und Lagerung:	auf Filterhaltern in Petrischalen in Transportkoffer	
Trocknungstemperatur und Trocknungszeit des Abscheidemediums:	Gesamtstaub, Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), EC, OC	
- vor Beaufschlagung:	500 °C	mind. 4 h, 24 h im Exsikkator im klimaüberwachtem Wägeraum
- nach Beaufschlagung:	°C	24 h im Exsikkator im klimaüberwachtem Wägeraum
Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Filter:	ja	
Behandlung der Spüllösungen:	Eindampfen bei 120 °C im Trockenschrank	
Bestimmung von Gesamtleerproben:	ja, mitführen von Leerfiltern bei der Probenahme	
Wägung:		
klimatisierter Wägeraum:	nein, klimaüberwachter Raum	
Waage:	Typ ME215P, Fa. Sartorius, Seriennr.: 14709272	
Bestimmungsgrenze / Genauigkeit:	0,1 mg	

4.3.2.1.4 Aufbereitung und Auswertung der Messfilter und der Absorptionslösungen:

für PAK:

Analysenverfahren:	DIN EN 15549 Luftbeschaffenheit – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzo[a]pyren in Luft; DIN ISO 16362 Außenluft - Bestimmung partikelgebundener aromatischer Kohlenwasserstoffe mit Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie
Aufarbeitung des Probenmaterials:	Extraktion mit Toluol im Ultraschallbad
Analysengeräte:	Gaschromatograph 6890 mit Autosampler und Split/splitless-Injektor (Fa. Agilent) Massenspektrometer 5973 mit EI-Quelle (Fa. Agilent) Kapillarsäule Rxi-PAH (30 m x 0,25 mm x 0,10 µm, Fa. Restek, Art.-Nr.: 49318) USB (Sonorex Digitag, Fa. Bandelin)
spez. Kenndaten / Angaben:	
Kalibrierverfahren:	Die Kalibrierung erfolgt anhand der Methode des inneren Standards (Standardlösungen und Interner Standards in definierten Konzentrationen - die Signalintensität wird gegen die Konzentration aufgetragen).

verwendete Standards:	Fluoranthen, Benz(a)anthracen, Benz(b)fluoranthen, Benz(k)fluoranthen, Benz(j)fluoranthen, Benzo(e)pyren, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Dibenz(ah)anthracen, Coronen, Fa. Neochema deuterierte interne Standards Chrysen-d12, Benzo(a)pyren-d12, Indeno(1,2,3-cd)pyren-d12 und Dibenz(ah)anthracen-d14, Fa. CDN Isotopes Fluoranthen-d10, Fa. Aldrich
Beteiligung eines Fremdlabors für EC, OC:	nein
Analysenverfahren:	DIN EN 16909 „Außenluft - Messung von auf Filtern gesammeltem elementarem Kohlenstoff (EC) und organisch gebundenem Kohlenstoff (OC)“
Aufschluss des Probenmaterials:	Aus den Filtern wird ein Teilstück mit einer Fläche von 1,5 cm ² mittels Ausstecher entnommen. Der im Schwebstaub auf Quarzfaserfiltern abgeschiedene Kohlenstoff wird in einem Analysator nach einem festgelegten Temperaturprofil (EU-SAAR II) unter Einsatz verschiedener Gase und Gasgemische verbrannt. Organischer Kohlenstoff (OC) und elementarer Kohlenstoff (EC) werden mittels Flammenionisationsdetektor (FID) detektiert. Ein Laser durchstrahlt den Filter und ermöglicht den Nachweis und die Korrektur des bei der OC-Verbrennung entstehenden pyrolytischen Kohlenstoffs (PC), der gemeinsam mit dem EC verbrannt. Dabei kann sowohl in Transmission als auch Reflexion gemessen werden. Der Gesamtkohlenstoff (TC) wird errechnet.
Analysengeräte:	Analysator OCEC 831 Sunset Lab. Inc.
Absorptionslösungen entfällt	
Kalibrierverfahren:	Kalibrierkurve (interne Kalibration über Methangas erfolgt automatisch am Ende jeder Analyse)
verwendete Standards:	
Beteiligung eines Fremdlabors:	nein
4.3.2.1.5 Verfahrenskenngrößen:	
Bestimmungsgrenze (PAK):	0,02 µg/Filter
Bestimmungsgrenze (EC, OC):	0,010 mg/Filter

4.3.2.1.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Dichtheitsprüfung der Probenahmeeinrichtung vor Beginn jeder Probenahme.
Mitführen und analysieren von Blindfiltern
Kontrollstandard während jeder Messreihe (PAK)
Kontrolle des Methangas-Signals am Ende jeder Einzelmessung (EC, OC)

4.3.2.2 Messobjekt: **Staubfraktionen PM 10 und PM 2,5**

4.3.2.2.1 Messverfahren: VDI 2066 Blatt 8, Messung der Emissionen von PM10 und PM2,5 an geführten Quellen nach dem Impaktionsverfahren

4.3.2.2.2 Messplatzaufbau:

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Filtergerät:	Impaktor Johnas 2, Fa. Paul Gothe Bochum
Anordnung:	außenliegend am Kanal
Entnahmesonde/ Absaugrohr	Düse, Schwanenhals, beheiztes Absaugrohr
Wirkdurchmesser:	10
beheizt auf: / unbeheizt	180 °C
Material:	Edelstahl, Titan
Abscheidemedium:	Quarzfaserfilter Munktell MK360, bindemittelfrei
Filterdurchmesser:	50 mm
Abscheidegrad:	99,998 %
Absaugeinrichtung:	Messeinheit zur Teilvolumenbestimmung mit gasdichter Kohleschieber-Vakuumpumpe, Gasuhr BK 4 (0-6m ³ /h), Durchflussmesser (0-6 m ³ /h), Fa. Paul Gothe GmbH
letzte Überprüfung / Kalibrierung:	12/2018
Messmittelnr.:	5009

4.3.2.2.3 Behandlung des Abscheidemediums und der Ablagerungen:

Transport und Lagerung:	auf Filterhaltern in Petrischalen in Transportkoffer
Trocknungstemperatur und Trocknungszeit des Abscheidemediums:	Staubfraktionen PM 10 und PM 2,5
- vor Beaufschlagung:	180 °C mind. 1 h
- nach Beaufschlagung:	160 °C mind. 1 h
Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Filter:	nein
Behandlung der Spüllösungen:	
Bestimmung von Gesamtleerproben:	ja, mitführen von Leerfiltern bei der Probenahme.
Wägung:	
klimatisierter Wägeraum:	nein, klimaüberwachter Raum
Waage:	Typ ME215P, Fa. Sartorius, Seriennr.: 14709272
Bestimmungsgrenze / Genauigkeit:	0,1 mg

4.3.2.2.4 Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Dichtheitsprüfung der Probenahmeeinrichtung vor Beginn jeder Probenahme.
Mitführen und analysieren von Blindfiltern

4.3.2.3 Messobjekt:

Rußzahl

4.3.2.3.1 Messverfahren:

VDI 4207 Blatt 1, Messen von Emissionen an Kleinf Feuerungsanlagen, Messung an Anlagen für gasförmige oder flüssige Brennstoffe;
DIN 51402 Teil 1 Prüfung der Abgase von Ölfeuerungen, Visuelle und photometrische Bestimmung der Rußzahl;
Die Messung erfolgte orientierend, da dieses Verfahren erst neu eingeführt wurde.

4.3.2.3.2 Messplatzaufbau:

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Filtergerät:	Rußpumpe True Spot, Fa. Bacharach, Inc., New Kensington, PA 15068
Anordnung:	außenliegend am Kanal
Entnahmesonde/ Absaugrohr	unbeheiztes Absaugrohr
Wirkdurchmesser:	6
beheizt auf: / unbeheizt	- °C
Material:	-
Abscheidemedium:	Rußfilterpapier
Filterdurchmesser:	-
Abscheidegrad:	-
Absaugeinrichtung:	Rußpumpe
letzte Überprüfung / Kalibrierung:	-
Messmittelnr.:	-

4.3.2.3.3 Behandlung des Abscheidemediums und der Ablagerungen:

entfällt

4.3.2.3.4 Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Sichtprüfung

4.3.3 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe (PCDD/PCDF u. ä.)

entfällt

4.3.4 Geruchsemissionen

entfällt

5. Betriebszustand der Anlage während der Messungen

5.1 Produktionsanlage

Betriebsweise:	Kontinuierlicher Betrieb
Durchsatz / Leistung:	zwischen ca. 40 bis 70 % Nennleistung
Einsatzstoffe / Brennstoffe:	Palmöl, letzte Neubefüllung der Tanks am 26.09.2019
Produkte:	Elektrische Energie, thermische Energie.
charakteristische Betriebsgrößen:	elektrische Leistung
Abweichungen von genehmigter bzw. bestimmungsgemäßer Betriebsweise:	
besondere Vorkommnisse:	

5.2 Abgasreinigungsanlagen

nicht vorhanden

6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Bewertung der Messdurchführung und Betriebsbedingungen während der Messungen

Die Anlage wurde bestimmungsgemäß und im Messzeitraum kontinuierlich betrieben.

Ablauf der Messungen:

- 14.10.19: Einrichtung Probenahmestelle, Aufbau Messtechnik, an diesem Tag war das BHKW nicht im Betrieb (Grund: Wechsel der Zylinderkopfdichtungen)
- 16.10.19: Bestimmung Abgasrandparameter, Messung PM10, PM2,5, diskontinuierlich, Messung Gesamtstaub, Ruß, PAK, diskontinuierlich, danach Messung Rußzahl, zeitgleich Messung anorganische Gase: NO, NO₂, CO, SO₂, CO₂, O₂ kontinuierlich, sowie Formaldehyd, Benzol (FTIR) quasikontinuierlich, Messung kontinuierlich Abgasvolumenstrom, Messung kontinuierliche Verfahren bis 19.10.19
- 19.10. bis 21.10.2019 Messausfall wegen Stromausfall (betrifft nur Messtechnik)
- 23.10.19: gleicher Messumfang wie am 16.10.2019, Messung kontinuierliche Verfahren bis 24.10.19.

Die Probenahmesonde für die kontinuierlichen Messungen und das Staurohr für die Geschwindigkeitsmessungen mussten für den Sondenwechsel der Staubprobenahmen aus Platzgründen aus dem Kanal entfernt werden. Diese Zeiträume gehen nicht in die Mittelwertbildung ein.

Die Anlagenleistung wurde am 16.10. und 23.10.2019 vom Anlagenbetreiber von ca. 40 % auf ca. 70 % Nennleistung erhöht. Ein Betrieb mit einer höheren Anlagenleistung war nicht möglich.

Nach Beendigung der diskontinuierlichen Messungen wurde die Anlagenleistung vom Anlagenbetreiber wieder auf ca. 40 % gesenkt: am 16.10.2019 ca. ab ca. 18:30 und am 23.10.2019 ca. ab ca. 15:00.

Am 16. und 23.10.2019 erfolgte die Entnahme einer Kehrprobe aus der Inspektionsöffnung.

Die Ermittlungen können als repräsentativ angesehen werden.

6.2 Messergebnisse

Kontinuierliche Messverfahren:

Tabelle 1: Halbstundenmittelwerte Massenkonzentrationen anorganische Gase, 16.10.2019

von	bis	NO _x	CO	CO ₂	O ₂
		mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.	Vol%	Vol%
10:20	10:50	1022	155	5,19	14,14
10:50	11:20	1085	158	5,49	13,81
11:20	11:50	1480	166	6,94	11,86
12:10	12:43	1491	161	6,93	11,81
13:22	13:51	1472	155	6,59	12,19
13:52	14:21	1479	156	6,59	12,18
14:22	14:47	1416	148	6,29	12,52
15:54	16:23	1505	154	6,61	12,25
16:24	16:53	1489	154	6,60	12,29
16:54	17:24	1477	155	6,59	12,27
17:24	17:54	1478	157	6,61	12,22
17:54	18:23	1460	156	6,59	12,21
18:24	18:53	1153	130	5,25	13,94
18:54	19:23	1104	131	5,18	14,03
19:24	19:54	1093	131	5,17	14,03
19:54	20:24	1092	131	5,17	14,02
minimaler Messwert:		1022	130	5,17	11,81
maximaler Messwert:		1505	166	6,94	14,14
Mittelwert:		1331	150	6,11	12,86
Spannweite:		483	36	1,77	2,33

Tabelle 2: Halbstundenmittelwerte Massenkonzentrationen anorganische Gase, 23.10.2019

von	bis	NO _x	CO	CO ₂	O ₂
		mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.	Vol%	Vol%
10:30	11:00	1384	160	6,62	12,23
11:00	11:30	1382	157	6,61	12,26
11:30	12:00	1371	156	6,59	12,23
12:00	12:21	1373	155	6,60	12,17
13:02	13:31	1369	156	6,60	12,08
14:00	14:29	1374	159	6,65	11,95
14:30	14:59	1252	145	5,99	12,77
15:00	15:30	1078	128	5,20	13,82
15:30	16:00	1067	129	5,20	13,81
16:00	16:30	1060	130	5,21	13,77
16:30	17:00	1046	134	5,20	13,75
17:00	17:30	1039	137	5,20	13,73
minimaler Messwert:		1039	128	5,2	12,0
maximaler Messwert:		1384	160	6,6	13,8
Mittelwert:		1233	146	6,0	12,9
Spannweite:		345	32	1,45	1,86

* Messwerte außerhalb des kalibrierten Bereiches, wird durch eine erhöhte Messunsicherheit berücksichtigt

Die Darstellung der Mittelwerte erfolgte für die Zeiträume, in denen die Anlage mit ca. 70% Nennleistung lief, sowie exemplarisch für die Zeiträume, in denen die Anlage mit ca. 40% Nennleistung lief (siehe Punkt 6.1).

Tabelle 3: Volumenströme, 16.10.2019

Abgasvolumenstrom i.B.f.	m ³ /h	1325
Abgasvolumenstrom i.N.f.	m ³ /h	665
Abgasvolumenstrom i. N.tr.	m ³ /h	629

Tabelle 4: Volumenströme, 23.10.2019

Abgasvolumenstrom i.B.f.	m ³ /h	1258
Abgasvolumenstrom i.N.f.	m ³ /h	637
Abgasvolumenstrom i. N.tr.	m ³ /h	600

Tabelle 5: Halbstundenmittelwerte Massenströme anorganische Gase, 16.10.2019

von	bis	NO _x	CO	CO ₂
		kg/h	kg/h	kg/h
10:20	10:50	0,64	0,10	63
10:50	11:20	0,68	0,10	67
11:20	11:50	0,93	0,10	85
12:10	12:43	0,94	0,10	84
13:22	13:51	0,93	0,10	80
13:52	14:21	0,93	0,10	80
14:22	14:47	0,89	0,09	77
15:54	16:23	0,95	0,10	80
16:24	16:53	0,94	0,10	80
16:54	17:24	0,93	0,10	80
17:24	17:54	0,93	0,10	81
17:54	18:23	0,92	0,10	80
18:24	18:53	0,73	0,08	64
18:54	19:23	0,69	0,08	63
19:24	19:54	0,69	0,08	63
19:54	20:24	0,69	0,08	63
minimaler Messwert:		0,64	0,08	63
maximaler Messwert:		0,95	0,10	85
Mittelwert:		0,84	0,09	74
Spannweite:		0,30	0,02	22

Tabelle 6: Halbstundenmittelwerte Massenströme anorganische Gase, 23.10.2019

von	bis	NO _x	CO	CO ₂
		kg/h	kg/h	kg/h
10:30	11:00	0,83	0,10	77
11:00	11:30	0,83	0,09	77
11:30	12:00	0,82	0,09	77
12:00	12:21	0,82	0,09	77
13:02	13:31	0,82	0,09	77
14:00	14:29	0,82	0,10	77
14:30	14:59	0,75	0,09	70
15:00	15:30	0,65	0,08	60
15:30	16:00	0,64	0,08	60
16:00	16:30	0,64	0,08	61
16:30	17:00	0,63	0,08	60
17:00	17:30	0,62	0,08	61
minimaler Messwert:		0,62	0,08	60
maximaler Messwert:		0,83	0,10	77
Mittelwert:		0,74	0,09	69
Spannweite:		0,21	0,02	17

Diskontinuierliche Messverfahren:

Tabelle 7: Massenkonzentrationen und Massenströme partikelförmige Emissionen; Gesamtstaub, 16.10.2019

Zeit von-bis:		11:37-11:47	12:00-12:15	12:24-12:39	BW
Filter-Nr.		1082	1083	1084	1085
Zählerstand Anfang	m ³	459,5230	459,8176	460,0920	
Zählerstand Ende	m ³	459,8176	460,0920	460,4510	
abgesaugtes Volumen	m ³	0,3020	0,2813	0,3680	0,3171
abgesaugtes Volumen	m ³ i.N.tr.	0,2738	0,2542	0,3337	0,2872
Filtergewicht Tara	g	33,0680	33,4760	33,1119	32,8948
Filtergewicht Brutto	g	33,0756	33,4827	33,1193	32,8949
Filtergewicht Netto	mg	7,6	6,7	7,4	0,1
Spüllösung	mg	0,9	0,8	0,9	
Partikelkonzentration	mg/m³ i.N.tr.	31,1	29,5	24,8	0,3
Massenstrom	g/h	19,5	18,6	15,6	0,2

Tabelle 8: Massenkonzentrationen und Massenströme partikelförmige Emissionen; Gesamtstaub, 23.10.2019

Zeit von-bis:		11:23-11:32	11:41-11:51	11:59-12:09	BW	BW
Filter-Nr.		1087	1088	1089	1090	1091
Zählerstand Anfang	m ³	461,5100	461,7362	461,9608		
Zählerstand Ende	m ³	461,7362	461,9608	462,1966		
abgesaugtes Volumen	m ³	0,2325	0,2309	0,2424	0,2353	0,2353
abgesaugtes Volumen	m ³ i.N.tr.	0,2116	0,2108	0,2206	0,2147	0,2147
Filtergewicht Tara	g	32,2327	32,9177	33,4789	33,1159	32,8826
FiltergewichtBrutto	g	32,2497	32,9293	33,4899	33,1159	32,8826
FiltergewichtNetto	mg	17,0	11,6	11,0	0,0	0,0
Spüllösung	mg	2,3	1,6	1,5		
Partikelkonzentration	mg/m ³ i.N.tr.	91,4	62,6	56,8	0,0	0,0
Massenstrom	g/h	54,9	37,6	34,1	0,0	0,0

Tabelle 9: Massenkonzentrationen und Massenströme partikelförmige Emissionen; Staubfraktionen PM10 und PM2,5; 16.10.2019

Fraktion:		PM10	PM2,5	PM10	PM2,5	PM10	PM2,5
Zeit von-bis:		13:25-13:31		13:50-13:55:30		14:32-14:36	
Filter-Nr.		1063+1064	1064	1066+1067	1067	1069+1070	1070
Partikelkonzentration	mg/m ³ i.N.tr.	14,9	16,0	15,4	15,8	17,3	17,3
Massenstrom	g/h	9	10	10	10	11	11

Tabelle 10: Massenkonzentrationen und Massenströme partikelförmige Emissionen; StaubfraktionenPM10 und PM2,5; 23.10.2019

Fraktion:		PM10	PM2,5	PM10	PM2,5	PM10	PM2,5
von-bis:		13:01-13:04		13:20-13:23		13:42-13:45	
Filter-Nr.		1072+1073	1073	1075+1076	1076	1078+1079	1079
Partikelkonzentration	mg/m ³ i.N.tr.	25,8	25,2	26,6	24,8	25,2	23,0
Massenstrom	g/h	16	15	16	15	15	14

Tabelle 11: Halbstundenmittelwerte Massenkonzentrationen Benzol, Formaldehyd, orientierende Messung mit FTIR, 16.10.2019

von	bis	Benzol	HCHO	Acetaldehyd	KW_Summe	H2O
		ppm	ppm	ppm	ppm	Vol%
11:00	11:30	0,0	2,8	0,5	16,2	4,8
11:30	12:00	0,0	1,6	0,0	14,0	4,5
12:00	12:30	0,0	1,8	0,0	10,8	5,0
13:30	14:00	0,0	2,1	0,1	12,3	5,1
14:00	14:30	0,0	2,2	0,1	12,4	5,2
16:00	16:30	0,0	2,3	0,1	14,1	5,1
16:30	17:00	0,0	2,3	0,1	13,1	5,2
17:00	17:30	0,0	2,3	0,1	12,8	5,1
17:30	18:00	0,0	2,2	0,2	12,5	5,2
18:00	18:30	0,0	2,2	0,2	13,7	5,1
18:30	19:00	0,0	2,6	0,6	32,2	4,4
19:00	19:30	0,0	2,7	0,7	33,7	4,4
19:30	20:00	0,0	2,7	0,9	34,7	4,4
20:00	20:30	0,0	2,8	0,8	35,3	4,4
20:30	21:00	0,0	2,9	0,8	36,0	4,4

Tabelle 12: Halbstundenmittelwerte Massenkonzentrationen Benzol, Formaldehyd, orientierende Messung mit FTIR, 23.10.2019

von:	bis:	Benzol	HCHO	Acetaldehyd	KW_Summe	H ₂ O
		ppm	ppm	ppm	ppm	Vol%
10:00	10:30	0,0	1,6	0,1	7,4	3,3
10:30	11:00	0,0	2,1	0,0	8,3	5,6
11:00	11:30	0,0	2,0	0,0	7,5	5,5
11:30	12:00	0,0	2,0	0,1	8,6	5,2
12:00	12:30	0,0	1,6	0,1	8,2	4,3
12:30	13:00	0,0	0,0	0,3	4,8	1,1
13:00	13:30	0,0	2,2	0,3	11,4	5,3
13:30	14:00	0,0	1,7	0,2	9,6	4,3
14:00	14:30	0,0	2,5	0,2	12,6	5,7
14:30	15:00	0,0	2,4	0,3	13,0	5,2
15:00	15:30	0,0	2,5	0,6	15,1	4,6
15:30	16:00	0,0	2,5	0,6	15,4	4,6
16:00	16:30	0,0	2,6	0,7	15,6	4,6
16:30	17:00	0,0	2,6	0,7	15,3	4,6
17:00	17:30	0,0	2,7	0,7	16,0	4,6
17:30	18:00	0,0	2,7	0,7	14,8	4,6

Tabelle 13: Massenkonzentration und Massenströme partikelförmige Emissionen, PAK, 16.10.2019

Zeit von-bis		11:37-11:47	12:00-12:15	12:24-12:39	BW
Filter-Nr.		1082	1083	1084	1085
abgesaugtes Volumen	m ³	0,3020	0,2813	0,3680	0,3171
abgesaugtes Volumen	m ³ i.N.tr.	0,2738	0,2542	0,3337	0,2872
Naphtalin	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Acenaphthylen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Acenaphthen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fluoren	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Phenanthren	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Anthracen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fluoranthen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Pyren	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(a)anthracen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Chrysen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(b)fluoranthen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(k)fluoranthen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(a)pyren	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(ghi)perylen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Summe PAK nach EPA	µg/Probe	<0,32	<0,32	<0,32	<0,32
Naphtalin	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Acenaphthylen	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Acenaphthen	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Fluoren	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Phenanthren	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Anthracen	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Fluoranthen	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Pyren	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Benzo(a)anthracen	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Chrysen	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Benzo(b)fluoranthen	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Benzo(k)fluoranthen	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Benzo(a)pyren	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Benzo(ghi)perylen	µg/m ³ i.N.tr.	<0,07	<0,08	<0,06	<0,07
Summe PAK nach EPA	µg/m ³ i.N.tr.	<1,17	<1,26	<0,96	<1,11

Naphtalin	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Acenaphthylen	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Acenaphthen	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Fluoren	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Phenanthren	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Anthracen	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Fluoranthen	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Pyren	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Benzo(a)anthracen	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Chrysen	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Benzo(b)fluoranthen	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Benzo(k)fluoranthen	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Benzo(a)pyren	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Benzo(ghi)perylen	mg/h	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Summe PAK nach EPA	mg/h	<0,74	<0,79	<0,60	<0,70

Tabelle 14: Massenkonzentration und Massenströme partikelförmige Emissionen PAK, 23.10.2019

Zeit von-bis:	hh:mm:ss	11:23-11:32	11:41-11:51	11:59-12:09
Filter-Nr.		1087	1088	1089
abgesaugtes Volumen	m ³	0,2325	0,2309	0,2424
abgesaugtes Volumen	m ³ i.N.tr.	0,2116	0,2108	0,2206
Naphtalin	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Acenaphthylen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Acenaphthen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Fluoren	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Phenanthren	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Anthracen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Fluoranthen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Pyren	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(a)anthracen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Chrysen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(b)fluoranthen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(k)fluoranthen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(a)pyren	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(ghi)perylen	µg/Probe	<0,02	<0,02	<0,02
Summe PAK nach EPA	µg/Probe	<0,32	<0,32	<0,32

Naphtalin	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Acenaphthylen	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Acenaphthen	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Fluoren	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Phenanthren	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Anthracen	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Fluoranthen	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Pyren	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Benzo(a)anthracen	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Chrysen	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Benzo(b)fluoranthen	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Benzo(k)fluoranthen	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Benzo(a)pyren	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Benzo(ghi)perylen	µg/m³ i.N.tr.	<0,09	<0,09	<0,09
Summe PAK nach EPA	µg/m³ i.N.tr.	<1,51	<1,52	<1,45
Naphtalin	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Acenaphthylen	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Acenaphthen	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Fluoren	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Phenanthren	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Anthracen	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Fluoranthen	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Pyren	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Benzo(a)anthracen	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Chrysen	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Benzo(b)fluoranthen	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Benzo(k)fluoranthen	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Benzo(ghi)perylen	mg/h	<0,06	<0,06	<0,05
Summe PAK nach EPA	mg/h	<0,91	<0,91	<0,87

Tabelle 15: Massenkonzentration und Massenströme partikelförmige Emissionen, elementarer Kohlenstoff (EC) und organisch gebundener Kohlenstoff (OC), 16.10.2019

Zeit von-bis:		11:37-11:47	12:00-12:15	12:24-12:39	BW
Filter-Nr.		1082	1083	1084	1085
abgesaugtes Volumen	m ³	0,3020	0,2813	0,3680	0,3171
abgesaugtes Volumen	m ³ i.N.tr.	0,2738	0,2542	0,3337	0,2872
Staubinhaltsstoffe					
EC	mg/Probe	3,04	2,24	2,68	0,00
OC	mg/Probe	1,66	0,19	2,04	0,01
TC	mg/Probe	4,70	2,43	4,73	0,01
PC	mg/Probe	1,28	0,00	1,64	0,00
Massenkonzentration					
EC	mg/m ³ i.N.tr.	11,10	8,81	8,03	0,00
OC	mg/m ³ i.N.tr.	6,06	0,75	6,11	0,03
TC	mg/m ³ i.N.tr.	17,16	9,56	14,18	0,03
PC	mg/m ³ i.N.tr.	4,67	0,00	4,91	0,00
Massenströme					
EC	g/h	6,98	5,54	5,05	0,00
OC	g/h	3,81	0,47	3,85	0,02
TC	g/h	10,80	6,01	8,92	0,02
PC	g/h	2,94	0,00	3,09	0,00

Tabelle 16: Massenkonzentration und Massenströme partikelförmige Emissionen, elementarer Kohlenstoff (EC) und organisch gebundener Kohlenstoff (OC), 23.10.2019

Zeit von-bis:		hh:mm:ss	11:23-11:32	11:41-11:51	11:59-12:09
Filter-Nr.			1087	1088	1089
abgesaugtes Volumen	m ³		0,2325	0,2309	0,2424
abgesaugtes Volumen	m ³ i.N.tr.		0,2116	0,2108	0,2206
Staubinhaltsstoffe					
EC	mg/Probe		3,94	1,31	2,95
OC	mg/Probe		2,19	3,82	2,32
TC	mg/Probe		6,13	5,13	5,27
PC	mg/Probe		1,83	3,46	1,94
Massenkonzentration					
EC	mg/m ³ i.N.tr.		18,62	6,21	13,37
OC	mg/m ³ i.N.tr.		10,35	18,12	10,52
TC	mg/m ³ i.N.tr.		28,97	24,33	23,89
PC	mg/m ³ i.N.tr.		8,65	16,41	8,80
Massenströme					
EC	g/h		11,18	3,73	8,03
OC	g/h		6,21	10,88	6,31
TC	g/h		17,39	14,61	14,34
PC	g/h		5,19	9,85	5,28

TC Gesamtkohlenstoff

PC Pyrolytischer Kohlenstoff

Bei den gemessenen Proben wurde der Einsatzbereich des Verfahrens deutlich überschritten. Die Filterbelegung war für Ruß-Messungen zu stark. Die Verbrennung des gesamten Luftstaubs war erst nach 2 bis 3 Messungen komplett. Aus diesem Grund erfolgte eine Aufsummierung der Resultate der einzelnen Verbrennungsschritte zu einer Summe. Daher sind die ermittelten Werte als halbquantitativ anzusehen.

Tabelle 17: Analyseergebnisse der Kehrproben aus der Inspektionsöffnung

Bezeichnung:		RP_1	RP_2	RP_3
Entnahmedatum:		14.10.2019	16.10.2019	23.10.2019
Naphthalin	µg/kg	400	1100	260
Acenaphthylen	µg/kg	85	35	31
Acenaphthen	µg/kg	140	260	45
Fluoren	µg/kg	260	380	54
Phenanthren	µg/kg	1300	1600	270
Anthracen	µg/kg	88	110	22
Fluoranthen	µg/kg	660	130	160
Pyren	µg/kg	460	150	150
Benz(a)anthracen	µg/kg	70	47	71
Chrysen	µg/kg	310	66	200
Benzo(b)fluoranthen	µg/kg	250	180	290
Benzo(k)fluoranthen	µg/kg	93	63	140
Benzo(j)fluoranthen	µg/kg	100	77	160
Benz(e)pyren	µg/kg	180	230	400
Benz(a)pyren	µg/kg	8,4	9,4	5,5
Indeno(123-cd)pyren	µg/kg	7,2	20	17
Dibenz(ah)anthracen	µg/kg	5,6	5,8	5,6
Benz(ghi)perylen	µg/kg	6,0	19	10
Coronen	µg/kg	10	10	15

Tabelle 18: orientierende Rußzahlmessung, 16.10.2019

Probenahmezeit:		Probenvolumen	Messwert
von:	bis:	l	Rußzahl
13:00	13:01	1,63	7
13:03	13:04	1,63	8
13:08	13:09	1,63	7
Mittelwert:			7

Tabelle 19: orientierende Rußzahlmessung, 23.10.2019

Probenahmezeit:		Probenvolumen	Messwert
von:	bis:	l	Rußzahl
12:23	12:24	1,63	7
12:28	12:29	1,63	8
12:32	12:33	1,63	7
Mittelwert:			7

6.3 Messunsicherheiten

Messkomponente	Einheit	Maximaler Messwert y_{\max}	erweiterte Messunsicherheit U_p mit $p = 95\%$	$y_{\max} - U_p$	$y_{\max} + U_p$	Bestimmungsmethode
CO	mg/m ³	166	18	148	184	1
SO ₂	mg/m ³	11	1	10	12	1
NO _x *	mg/m ³	1505	324	1181	1828	1
Gesamtstaub	mg/m ³	91	17	74	108	1
PM10	mg/m ³	27	10	17	36	1
PM2,5	mg/m ³	25	5	21	30	1
Naphtalin	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Acenaphthylen	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Acenaphthen	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Fluoren	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Phenanthren	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Anthracen	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Fluoranthren	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Pyren	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Benzo(a)anthracen	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Chrysen	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Benzo(b)fluoranthren	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Benzo(k)fluoranthren	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Benzo(a)pyren	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
Benzo(ghi)perylen	µg/m ³	<0,09	0,05		0,14	1, 2
EC**	mg/m ³	19	9	10	28	1, 2
OC**	mg/m ³	18	9	9	27	1, 2

<... Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze des angewendeten Analyseverfahrens

- 1 indirekter Ansatz (siehe Verfahrenshandbuch) Typ-A-Auswertung, Typ-B-Auswertung
- 2 direkter Ansatz (Doppelbestimmung)

* Aufgrund des großen Messbereichs (1000 ppm) und des verwendeten Prüfgases (400 ppm) wurde bei NO_x eine erhöhte Messunsicherheit berücksichtigt.

** Aufgrund der erheblichen Überschreitung des Einsatzbereichs des Verfahrens wurde bei EC, OC eine erhöhte Messunsicherheit berücksichtigt.

Da die Messbedingungen nicht den Vorgaben der DIN EN 15259 entsprachen wurde ein konservativer Ansatz zur Abschätzung der Messunsicherheit verwendet (Verdopplung der jeweils anzusetzenden erweiterten Messunsicherheit).

Für die nur orientierend gemessenen Größen Rußzahl, Formaldehyd und Benzol wird keine Messunsicherheit angegeben.



Unterschrift des Bearbeiters
(Projektleiter)



Unterschrift des fachlich
Verantwortlichen

Anlage 2: Mess- und Rechenwerte

16.10.2019		NO _x	Messunsicherheit MU	Messwert + MU
von	bis	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.
10:20	10:50	1022	324	1346
10:50	11:20	1085	324	1409
11:20	11:50	1480	324	1804
12:10	12:43	1491	324	1815
13:22	13:51	1472	324	1796
13:52	14:21	1479	324	1803
14:22	14:47	1416	324	1740
15:54	16:23	1505	324	1828
16:24	16:53	1489	324	1813
16:54	17:24	1477	324	1801
17:24	17:54	1478	324	1802
17:54	18:23	1460	324	1784
18:24	18:53	1153	324	1477
18:54	19:23	1104	324	1428
19:24	19:54	1093	324	1417
19:54	20:24	1092	324	1415

16.10.2019		CO	Messunsicherheit MU	Messwert + MU
von	bis	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.
10:20	10:50	155	18	173
10:50	11:20	158	18	176
11:20	11:50	166	18	184
12:10	12:43	161	18	179
13:22	13:51	155	18	173
13:52	14:21	156	18	174
14:22	14:47	148	18	166
15:54	16:23	154	18	172
16:24	16:53	154	18	171
16:54	17:24	155	18	173
17:24	17:54	157	18	175
17:54	18:23	156	18	173
18:24	18:53	130	18	148
18:54	19:23	131	18	149
19:24	19:54	131	18	149
19:54	20:24	131	18	149

16.10.2019		Gesamtstaub	Messunsicherheit MU	Messwert + MU
von	bis	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.
11:37	11:47	31	17	48
12:00	12:15	30	17	47
12:24	12:39	25	17	42

16.10.2019		PM10	Messunsicherheit MU	Messwert + MU
von	bis	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.
13:25	13:31	15	10	25
13:50	13:55	15	10	25
14:32	14:36	17	10	27

16.10.2019		PM2,5	Messunsicherheit MU	Messwert + MU
von	bis	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.
13:25	13:31	16	5	21
13:50	13:55	16	5	20
14:32	14:36	17	5	22

23.10.2019		NO _x	Messunsicherheit MU	Messwert + MU
von	bis	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.
10:30	11:00	1384	324	1708
11:00	11:30	1382	324	1705
11:30	12:00	1371	324	1695
12:00	12:21	1373	324	1696
13:02	13:31	1369	324	1692
14:00	14:29	1374	324	1697
14:30	14:59	1252	324	1575
15:00	15:30	1078	324	1402
15:30	16:00	1067	324	1391
16:00	16:30	1060	324	1384
16:30	17:00	1046	324	1370
17:00	17:30	1039	324	1363

23.10.2019		CO	Messunsicherheit MU	Messwert + MU
von	bis	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.
10:30	11:00	160	18	178
11:00	11:30	157	18	175
11:30	12:00	156	18	174
12:00	12:21	155	18	173
13:02	13:31	156	18	174
14:00	14:29	159	18	177
14:30	14:59	145	18	162
15:00	15:30	128	18	146
15:30	16:00	129	18	147
16:00	16:30	130	18	148
16:30	17:00	134	18	152
17:00	17:30	137	18	155

23.10.2019		Gesamtstaub	Messunsicherheit MU	Messwert + MU
von	bis	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.
11:23	11:32	91	17	108
11:41	11:51	63	17	80
11:59	12:09	57	18	75

23.10.2019		PM10	Messunsicherheit MU	Messwert + MU
von	bis	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.
13:01	13:04	26	10	36
13:20	13:23	27	10	36
13:42	13:45	25	10	35

23.10.2019		PM2,5	Messunsicherheit MU	Messwert + MU
von	bis	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.	mg/m ³ i.N.tr.
13:01	13:04	25	5	30
13:20	13:23	25	5	29
13:42	13:45	23	5	28

Staatliche Betriebsgesellschaft
 für Umwelt und Landwirtschaft
 FB24 - Emissionsmessungen, Referenz- und Kalibrierlabor

STAATLICHE BETRIEBS-
 GESELLSCHAFT FÜR UMWELT
 UND LANDWIRTSCHAFT



Ermittlung des Volumenstromes

Auftragsdaten	
Auftragsnr.:	42/05/02/18
Anlage:	BHKW Plauen
Messtelle:	Abgaskamin
Datum:	16.10.2019
Uhrzeit:	12:00
Bearbeiter:	Rothe

Messgeräte		
Staurohr/Geschwindigkeit	MM-Nr.	2019
Differenzdruck	MM-Nr.	2012
Temperatur	MM-Nr.	2019
Feuchte	MM-Nr.	
Luftdruck	MM-Nr.	

Messstelle		
Form Messquerschnitt	Rund	
Durchmesser:	m	0,18
	m	
Fläche:	m ²	0,025
Einlaufstrecke:	m	5
Auslaufstrecke:	m	0,7
Anzahl der Messachsen		1
Messpunkte/Achse		1

Abgasrandbedingungen		
barometrischer Druck:	hPa	965,7
mittlerer statischer Druck	Pa	34
mittlere Abgastemperatur:	°C	246
Mittelwert Geschwindigkeit:	m/s	14,47
Abgasdichte i.B.f.	kg/m ³	0,653
Abgasdichte i.N.f.	kg/m ³	1,301
Abgasdichte i.N.tr.	kg/m ³	1,328

Abgaszusammensetzung		
Kohlendioxid CO ₂	Vol% i.N.tr.	7,0
Kohlenmonooxid CO	Vol% i.N.tr.	0,0
Sauerstoff O ₂	Vol% i.N.tr.	11,8
Wasser H ₂ O	Vol% i.N.tr.	5,4
Rest als Stickstoff N ₂	Vol% i.N.tr.	81,2

Volumenstrom		
Abgasvolumenstrom i.B.f.	m ³ /h	1325
Abgasvolumenstrom i.N.f.	m ³ /h	665
Abgasvolumenstrom i. N.tr.	m ³ /h	629

16.10.2019

Datum:

Unterschrift:

Staatliche Betriebsgesellschaft
 für Umwelt und Landwirtschaft
 FB24 - Emissionsmessungen, Referenz- und Kalibrierlabor

STAATLICHE BETRIEBS-
 GESELLSCHAFT FÜR UMWELT
 UND LANDWIRTSCHAFT



Ermittlung des Volumenstromes

Auftragsdaten	
Auftragsnr.:	42/05/02/18
Anlage:	BHKW Plauen
Messtelle:	Abgaskamin
Datum:	23.10.2019
Uhrzeit:	10:30
Bearbeiter:	Rothe

Messgeräte		
Staurohr/Geschwindigkeit	MM-Nr.	2019
Differenzdruck	MM-Nr.	2012
Temperatur	MM-Nr.	2019
Feuchte	MM-Nr.	
Luftdruck	MM-Nr.	

Messstelle		
Form Messquerschnitt	Rund	
Durchmesser:	m	0,18
	m	
Fläche:	m ²	0,025
Einlaufstrecke:	m	5
Auslaufstrecke:	m	0,7
Anzahl der Messachsen		1
Messpunkte/Achse		1

Abgasrandbedingungen		
barometrischer Druck:	hPa	972,4
mittlerer statischer Druck	Pa	37
mittlere Abgastemperatur:	°C	245
Mittelwert Geschwindigkeit:	m/s	13,73
Abgasdichte i.B.f.	kg/m ³	0,657
Abgasdichte i.N.f.	kg/m ³	1,298
Abgasdichte i.N.tr.	kg/m ³	1,326

Abgaszusammensetzung		
Kohlendioxid CO ₂	Vol% i.N.tr.	6,6
Kohlenmonoxid CO	Vol% i.N.tr.	0,0
Sauerstoff O ₂	Vol% i.N.tr.	12,3
Wasser H ₂ O	Vol% i.N.tr.	5,7
Rest als Stickstoff N ₂	Vol% i.N.tr.	81,1

Volumenstrom		
Abgasvolumenstrom i.B.f.	m ³ /h	1258
Abgasvolumenstrom i.N.f.	m ³ /h	637
Abgasvolumenstrom i. N.tr.	m ³ /h	600

23.10.2019

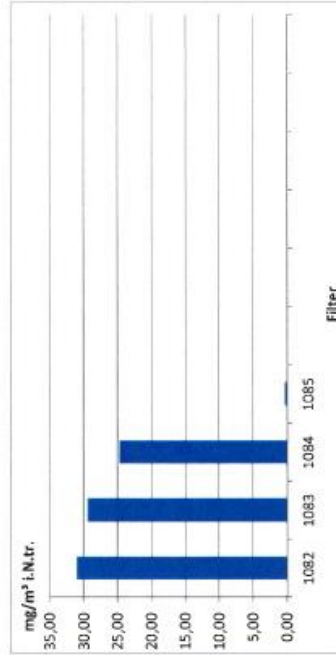
Datum:

Unterschrift:

Ermittlung der Staubmassenkonzentration

Auftragsdaten	
Auftragsnr.:	42/05/02/18
Anlage:	BHKW Plauen
Messtelle:	Abgaskamin
Datum:	16.10.2019
Uhrzeit:	12:00
Bearbeiter:	Rothe

Messgeräte	
Staubrohr/Geschwindigkeit	MM-Nr.: 2019
Differenzdruck	MM-Nr.: 2012
Temperatur	MM-Nr.: 2019
Feuchte	MM-Nr.:
Luftdruck	MM-Nr.:
Absaugeinheit	MM-Nr.: 5009
Sonde	MM-Nr.: 5009



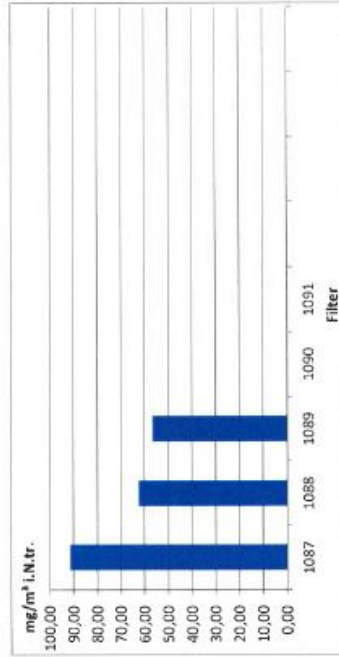
	1082	1083	1084	1085	Filter
Volumen					
Startzeit:	11:37	12:00	12:24		BW
Endzeit:	11:47	12:15	12:39		
PN-Zeit:	00:10:00	00:15:00	00:15:00		
Zähler Anfang	459,5230	459,8176	460,0920		
Zähler Ende	459,8176	460,0920	460,4510		
MW Unterdruck an Gasuhr					
MW Resfeuchte an Gasuhr					
MW Temperatur an Gasuhr	14,00	15,00	14,00	14,33	
Volumen i.B.tr.:	0,3020	0,2821	0,3691	0,3177	
Volumen i.N.f.:	0,2738	0,2549	0,3346	0,2877	
Volumen i.N.tr.	0,2738	0,2549	0,3346	0,2877	
Gravimetrie					
Filtergewicht: Tara	33,06800	33,47600	33,11190	32,89480	
Filtergewicht: Brutto	33,07560	33,48270	33,11930	32,89490	
Filtergewicht: Netto	7,6	6,7	7,4	0,1	
Spülfasche					
Gew. Spülfasche Tara	0,00091	0,00080	0,00089		
Gew. Spülfasche Brutto	0,91	0,80	0,88		
Spülfasche Netto	31,09	29,43	24,78	0,35	
Partikelkonzentration					

16.10.19
 Datum:
 Unterschrift:

Ermittlung der Staubmassenkonzentration

Auftragsdaten	
Auftragsnr.:	42/05/02/18
Anlage:	BHKW Plauen
Messstelle:	Abgaskamin
Datum:	23.10.2019
Uhrzeit:	10:30
Bearbeiter:	Rothe

Messgeräte	
Staubm/Geschwindigkeit	MM-Nr. 2019
Differenzdruck	MM-Nr. 2012
Temperatur	MM-Nr. 2019
Feuchte	MM-Nr. 0
Luftdruck	MM-Nr. 0
Absaugeinheit	MM-Nr. 5009
Sonde	MM-Nr. 5009



	Filter 1087	1088	1089	1090	1091
Volumen					
Startzeit:	11:23	11:41	11:59	0:00	0:00
Endzeit:	11:32	11:51	12:09	0:00	0:00
PN-Zeit:	00:09:00	00:10:00	00:10:00	00:00:00	00:00:00
Zähler Anfang	461,5100	461,7362	461,9608	0,0000	0,0000
Zähler Ende	461,7362	461,9608	462,1966	0,0000	0,0000
MW Unterdruck an Gasuhr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MW Restfeuchte an Gasuhr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MW Temperatur an Gasuhr	15,00	14,00	15,00	---	---
Volumen i.B.tr.:	0,2325	0,2309	0,2424	0,0000	0,1765
Volumen i.N.tr.:	0,2115	0,2108	0,2205	--	--
Volumen i.N.tr.:	0,2115	0,2108	0,2205	--	--
Gravimetrie					
Filtergewicht Tara	32,23270	32,91770	33,47890	33,11590	32,88260
Filtergewicht Brutto	32,24970	32,92930	33,48990	33,11590	32,88260
Filtergewicht Netto	17,0	11,6	11,0	0,0	0,0
Spülfasche	0	0	0	0	0
Gew. Spülfasche Tara	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Gew. Spülfasche Brutto	0,00235	0,00160	0,00152	0,00000	0,00000
Spülfasche Netto	2,35	1,60	1,52	0,00	0,00
Partikelkonzentration	91,47	62,63	56,77	--	--

[Handwritten Signature]
 Unterschrift:

23.10.19
 Datum:

Ergebnisse zur Auftragsnummer 42-05-02-18 FB 24

Probennestle: Abzugskamin mit Planfilter-Kopfgesät
 Probenahmezeit: 15./16. 10. 2019 und 23.10.2019
 Probenahmezeitung: Oustack Probenahme mit beheizter Staubsonde auf Planfilter, d 50 mm, Quarzfilter, bindemittelfrei, Typ MK360 (Fa. Munktel)
 Probenmenge: FB 51: 21.10.2019 und 28.10.2019
 Analyseumfang: 16 EPA-PAKs entsprechend LUA NRW Merkblatt Nr. 1 und weitere PAKs (angelehnt an DIN EN 15549 (2008-06) und DIN ISO 16382 (2006-01); Elementar und organischer Kohlenstoff (EC/OC)
 Analysedauer: 21.10.2019 - 08.11.2019

Probe	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter	µg/Filter		
Filterproben:																								
SP 1083	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
SP 1084	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
SP 1080	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
SP 1082	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
SP 1085	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
SP 1087	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
SP 1088	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
SP 1089	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Probe	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	
Rußproben:																									
RP 1	400	85	140	280	1300	88	660	480	70	310	250	100	180	8,4	7,2	5,6	6,0	10							
RP 2	1100	35	260	380	1600	110	130	150	47	66	180	83	77	230	9,4	20	5,8	19	10						
RP 3	260	31	45	54	270	22	160	150	71	200	290	140	160	400	5,5	17	5,6	10	15						

BG 2,0 µg/kg

Anmerkungen:
 Russprobe sehr inhomogen! Bei geringen Einwiegen hat dies eine große Auswirkung auf das Ergebnis. Eine weitere Homogenisierung außer Schmelzen nicht möglich.
 Filterproben sehr stark belegt.
 * diese Vertreter gehören zu den 16 EPA-PAKs
 ** diese PAKs sind für die Schweißstaubproben (Messfilter) akkreditiert

S. Eger (Bearbeiter BÜL, FB 51) 19.11.2019

Ergebnisse Transmission in mg/Filter

PLABNUM		EC Trans	OC Trans	TC Trans	PC Trans
19SP01085-Lf	19LF02063	0,000	0,009	0,009	0,001
19SP01080	19LF02059	3,365	0,379	3,744	-0,001
19SP0180 2.Messung	19LF02059	2,321	0,012	2,333	0,000
19SP01080 3.Messung	19LF02059	0,022	0,001	0,023	0,000
Summe 19SP1080	19LF02059	5,71	0,39	6,10	0,00
19SP01082	19LF02060	2,466	1,648	4,114	1,277
19SP01082 2.Messung	19LF02060	0,579	0,007	0,586	0,000
Summe 19SP1082	19LF02060	3,04	1,66	4,70	1,28
19SP01083	19LF02061	1,747	0,194	1,941	0,000
19SP01083 2. Messung	19LF02061	0,491	0,000	0,491	0,001
Summe 19SP1083	19LF02061	2,24	0,19	2,43	0,00
19SP01083 k	19LF02061	1,794	0,197	1,990	0,000
19SP01083 K 2.Messung	19LF02061	0,371	-0,001	0,370	0,000
Summe 19SP1083K	19LF02061	2,16	0,20	2,36	0,00
19SP01084	19LF02062	2,060	2,017	4,077	1,614
19SP01084 2.Messung	19LF02062	0,623	0,027	0,650	0,023
Summe 19SP1084	19LF02062	2,68	2,04	4,73	1,64
19SP01087	19LF02066	1,381	2,178	3,559	1,827
19SP01087 2. Messung	19LF02066	2,554	0,012	2,566	0,000
19SP01087 3. Messung	19LF02066	0,001	0,001	0,003	0,005
Summe 19SP1087	19LF02066	3,94	2,19	6,13	1,83
19SP01088	19LF02067	0,282	3,763	4,046	3,402
19SP01088 2. Messung	19LF02067	1,026	0,061	1,087	0,061
Summe 19SP1088	19LF02067	1,31	3,82	5,13	3,46
19SP01089	19LF02068	1,829	2,289	4,118	1,917
19SP01089 2. Messung	19LF02068	1,125	0,028	1,153	0,021
Summe 19SP1089	19LF02068	2,95	2,32	5,27	1,94


OC (Organischer Kohlenstoff); EC (Elementarer Kohlenstoff=Ruß); TC (Gesamtkohlenstoff); PC (Pyrolytischer Kohlenstoff)

Anmerkungen:

Filterbelegung für Ruß-Messungen zu stark. Verbrennung des gesammelten Luftstaubs erst nach 2-3 Messungen komplett - daher Aufsummierung der Resultate der einzelnen Verbrennungsschritte zu einer Summe.

Aber: Resultate nur halbquantitativ, da nur bei hellgrün unterlegten Messungen fehlerfreie Bestimmung möglich. Bei allen anderen 1./2. Verbrennungsschritten fehlerhafte Ermittlungen der Anteile der Kohlenstoffanteile auf Grund einer Überschreitung des Messbereichs nicht ausgeschlossen.

19SP01083 k diente als Kontrollprobe. (Messung der gleichen Probe am nächsten Tag)


 Dr. S. Goldstein, 01.11.2019

