

Original 1 von 1

**Bericht
 über die Durchführung von
 Emissionsmessungen an der
 Verbrennungsmotorenanlage der
 Bitburger Braugruppe GmbH
 (Motor 2 und 3)**

Betreiber: Bitburger Braugruppe GmbH
 Römermauer 3
 54634 Bitburg

Standort: Südring
 54634 Bitburg

Datum der Messung: 02.11.2022



Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Inspektions- und Analytikleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen.

Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln.

Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben.

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen

Name der nach § 29b BImSchG bekannt gegebenen Stelle: SGS Institut Fresenius GmbH
Im Maisel 14
65232 Taunusstein
Unselbständige Außenstelle
Im Paesch 1a, 54340 Longuich
10.02.2025

Befristung der Bekanntgabe nach § 29b BImSchG:

Projektzeichen / Berichtsnummer: P6340109-20 / B6340109-20
Berichtsdatum: 02.12.2022

Verteiler: 1 x Betreiber

Betreiber: Bitburger Braugruppe GmbH
Römermauer 3
54634 Bitburg

Standort: Südring, 54634 Bitburg

Art der Messung: Emissionsmessung gem. § 28 BImSchG

Auftragsnummer: 3900040220

Auftragsdatum: 27.09.2022

Datum der Messung: 02.11.2022

Berichtsumfang: 30 Seiten
3 Anlagen

Aufgabenstellung: Bestimmung der Emissionen an 2 Motoren

Zusammenfassung

Anlage: Gasmotorenanlage zum Verbrennen von Erdgas
 Betriebszeiten: Motor 2: ca. 6.200 h/a, Motor 3: 6.700 h/a
 Emissionsquelle: Kamin Motor 2 und 3
 Messkomponenten: CO, NO_x, Formaldehyd, SO_x
 Messergebnisse: bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand und einen Sauerstoffgehalt von 5 %
 Quellennummer: Kamin Motor 2

Messkomponente	Einheit	Maximaler Messwert abzüglich erweiterter Messunsicherheit	Maximaler Messwert zuzüglich erweiterter Messunsicherheit	Emissionsbegrenzung	Betriebszustand (Auslastung der Anlage in %)
CO	g/m ³	0,03	0,03	0,30	100
NO ₂	g/m ³	0,41	0,49	0,50	100
Formaldehyd	mg/m ³	25	30	30	100
SO ₂	mg/m ³	1	2	9	100

Quellennummer: Kamin Motor 3

Messkomponente	Einheit	Maximaler Messwert abzüglich erweiterter Messunsicherheit	Maximaler Messwert zuzüglich erweiterter Messunsicherheit	Emissionsbegrenzung	Betriebszustand (Auslastung der Anlage in %)
CO	g/m ³	0,03	0,04	0,30	100
NO ₂	g/m ³	0,41	0,49	0,50	100
Formaldehyd	mg/m ³	22	27	30	100
SO ₂	mg/m ³	1	1	9	100

Inhaltsverzeichnis

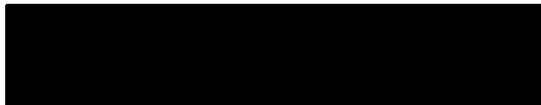
1	Formulierung der Messaufgabe	5
1.1	Auftraggeber	5
1.2	Betreiber	5
1.3	Standort	5
1.4	Anlage	5
1.5	Datum der Messung	5
1.6	Anlass der Messung	5
1.7	Aufgabenstellung	5
1.8	Messkomponenten	6
1.9	Ortsbesichtigung vor Messdurchführung	6
1.10	Messplanabstimmung	6
1.11	An der Messung beteiligte Personen	6
1.12	Beteiligung weiterer Institute	6
1.13	Fachlich Verantwortlicher	7
2	Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe	8
2.1	Bezeichnung der Anlage	8
2.2	Beschreibung der Anlage	8
2.3	Beschreibung der Emissionsquellen	8
2.4	Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe	8
2.5	Betriebszeiten nach Betreiberangaben	8
2.6	Einrichtungen zur Erfassung und Minderung der Emissionen	9
3	Beschreibung der Probenahmestelle	10
3.1	Messstrecke und Messquerschnitt	10
3.2	Lage der Messpunkte im Messquerschnitt	11
4	Messverfahren und Messeinrichtungen	12
4.1	Abgasrandbedingungen	12
4.2	Automatische Messverfahren	14
4.3	Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen	16
5	Betriebszustand der Anlage während der Messungen	18
5.1	Produktionsanlage	18
5.2	Abgasreinigungsanlagen	18
6	Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	19
6.1	Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen	19
6.2	Messergebnisse	19
6.3	Messunsicherheiten	24
6.4	Diskussion der Ergebnisse	25
7	Anlagenübersicht	26
Anlage 1:	Messplan	
Anlage 2:	Mess- und Rechenwerte	
Anlage 3:	Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufes kontinuierlich gemessener Komponenten und Driftkontrolle	

1 Formulierung der Messaufgabe

1.1 Auftraggeber

Bitburger Braugruppe GmbH
Römermauer 3
54634 Bitburg

Ansprechpartner:
Telefon:
E-Mail:



1.2 Betreiber

s. 1.1

1.3 Standort

Südring
54634 Bitburg

Gemarkung Bitburg
Flur 8, Flurstück 84/10
Bundesland: Rheinland-Pfalz

1.4 Anlage

Verbrennungsmotorenanlage für den Einsatz von Erdgas gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz genehmigungsbedürftige Anlage nach Nr. 1.2.3.2 des Anhangs 1 der 4. BImSchV

Betriebsstätten- oder Arbeitsstätten-Nr.: -
Anlagennummer gemäß Genehmigung: -

1.5 Datum der Messung

Datum der Messung:	02.11.2022
Datum der letzten Messung:	02.12.2021
Datum der nächsten Messung:	
1-jährig wiederkehrend:	November 2023 (CO, NOx, Formaldehyd)
3-jährig wiederkehrend:	November 2025 (einschl. SOx)

1.6 Anlass der Messung

3-jährig wiederkehrende Messung gem. § 28 BImSchG

1.7 Aufgabenstellung

Bestimmung der Emissionen der Verbrennungsmotorenanlage (Motor 2 und 3) der Bitburger Braugruppe GmbH

Grundlage bilden folgende Bescheide:

- Änderungsgenehmigung Az.: 06U140254-10 vom 28.07.2014 ausgestellt durch die Kreisverwaltung des Eifelkreises Bitburg-Prüm
- Anordnung Az.: 24/03/5.1/2017/0089 vom 06.06.2017 ausgestellt durch die Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord – Trier

Nachfolgende Emissionsgrenzwerte bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand und einem Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 5 % dürfen nach Ziffer 2.3 des oben genannten Bescheids vom 28.07.2014 sowie gemäß Ziffer 2. der Anordnung von 2017 nicht überschritten werden:

Messobjekt	Grenzwert
Feuerungstechnisch bedingte Stoffe	
Kohlenmonoxid CO	0,30 g/m ³
Stickstoffoxide (angegeben als NO ₂)	0,50 g/m ³
Dampf- oder gasförmige anorganische Stoffe	
Schwefeloxide (angegeben als SO ₂) *	9 mg/m ³
Organische Stoffe	
Formaldehyd	30 mg/m ³

* Messzyklus 3-jährig wiederkehrend

1.8 Messkomponenten

Abgasrandbedingungen

Kontinuierlich erfasste Messkomponenten

- Sauerstoff (O₂)
- Kohlendioxid (CO₂)
- Kohlenstoffmonoxid (CO)
- Stickoxide (angegeben als NO₂)

Diskontinuierlich erfasste Messkomponenten

- Formaldehyd
- Schwefeloxide (angegeben als SO₂)

Ermittelt wurden jeweils 3 Halbstundenmittelwerte im Vollastbetrieb.

1.9 Ortsbesichtigung vor Messdurchführung

- Ortsbesichtigung durchgeführt
- keine Ortsbesichtigung durchgeführt,
 da mit der vorherigen Messung an dieser Anlage befasst (Messzeit: 02.12.2021)

1.10 Messplanabstimmung

- mit dem Betreiber/Auftraggeber
- mit der zuständigen Aufsichtsbehörde (Info Messtermin)
Landesamt für Umwelt (LfU)
- keine Messplanabstimmung durchgeführt

Die Ankündigung der Messung erfolgte am: 12.10.2022

1.11 An der Messung beteiligte Personen



1.12 Beteiligung weiterer Institute

keine

1.13 Fachlich Verantwortlicher



2 Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

2.1 Bezeichnung der Anlage

Verbrennungsmotorenanlage für den Einsatz von Erdgas gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz genehmigungsbedürftige Anlage nach Nr. 1.2.3.2 des Anhangs 1 der 4. BImSchV

2.2 Beschreibung der Anlage

Betriebsmodus: kontinuierlicher Betrieb (zeitlich konstant)

Bei den eingesetzten Motoren handelt es sich um nachfolgende Aggregate:

	Motor 2	Motor 3
Hersteller:	MWM	MWM
Typbezeichnung:	TCG 2020 V20	TCG 2020 V20
Motor Nr.:	2211594	2211593
Baujahr:	2014	2014
Zylinderzahl:	20	20
Feuerungswärmeleistung [kW]:	5.000	5.000
Nennleistung [kW _{elektr.}]:	2.000	2.000
Betriebsweise:	Normalbetrieb	Normalbetrieb
Brennstoffe:	Erdgas	Erdgas

Zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen an Stickstoffoxiden wurde eine NO_x-Sensorik in der Abgasstrecke der Verbrennungsmotorenanlagen installiert. Eine Funktionskontrolle konnte nicht erfolgen.

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen

Emissionsquelle:	Kamin Motor 2	Kamin Motor 3
Höhe über Grund:	ca. 28 m	ca. 28 m
Austrittsfläche:	0,196 m ²	0,196 m ²
Gauß-Krüger Koordinaten:	2537856 / 5536133	
Bauausführung:	Edelstahl	Edelstahl

2.4 Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

Brennstoff: Erdgas

2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben

Gesamtbetriebszeit: Motor 2: 53.056 Bh, ca. 6.200 h/a
Motor 3: 53.423 Bh, ca. 6.700 h/a

Emissionsdauer: 24 h/d bzw. nach Bedarf

2.6 Einrichtungen zur Erfassung und Minderung der Emissionen

2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

2.6.1.1 Art der Emissionserfassung

Geschlossenes Abgasrohrsystem mit Kamin

2.6.1.2 Ventilator肯daten

entfällt

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

Abgasreinigungseinrichtung:

Zur Minderung der Formaldehyd- und Kohlenmonoxid-Emissionen sind die Motoren jeweils mit einem Katalysator ausgerüstet.

	Motor 2	Motor 3
Hersteller:	Clariant	Clariant
Typ/Modell:	EnviCat 25 MH	EnviCat 25 MH
Katalysatordurchmesser:	800 mm	800 mm
Katalysatortiefe:	120 mm	120 mm
Katalysatorvolumen:	60,3 l	60,3 l
Trägermaterial	Metall	Metall
Zelldichte:	200 cpsi	200 cpsi
Inbetriebnahme/Austausch:	2014	März 2021
Plomben-Nr.:	nicht prüfbar	nicht prüfbar

Rohgasaufbereitung:

entfällt

2.6.3 Einrichtung zur Verdünnung des Abgases

Es erfolgt keine Kühlung des Abgases durch Abgasverdünnung. Die Anlage ist mit einem Abgaswärmetauscher (AWT) ausgestattet.

3 Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Messtrecke und Messquerschnitt

3.1.1 Lage und Abmessungen

Motor 2 und 3 (baugleich):

Der Messquerschnitt befindet sich 12 m über Grund im horizontalen Abgaskanal nach dem AWT.

Abmessung Abgaskanal: $\varnothing = 500 \text{ mm}$
Messquerschnitt: $0,196 \text{ m}^2$

Einlaufstrecke > 5 Dh:	ca. 2,0 m	<input type="checkbox"/> ja	<input checked="" type="checkbox"/> nein
Auslaufstrecke > 2 Dh:	ca. 1,2 m	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
> 5 Dh bis Ende Abgaskanal (Mündung):		<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein

3.1.2 Arbeitsfläche und Messbühne

Motor 2 und 3:

Die Arbeitsfläche befindet sich jeweils auf dem Dach des Betriebsgebäudes.

3.1.3 Messöffnungen

Motor 2 und 3:

Jeweils 2 x 3" Messöffnungen, um 90° versetzte Muffen

3.1.4 Strömungsbedingungen im Messquerschnitt

Motor 2 und 3:

Winkel Gasstrom zu Mittelachse Abgaskanal < 15°:	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt	<input type="checkbox"/> nicht erfüllt
keine lokale negative Strömung:	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt	<input type="checkbox"/> nicht erfüllt
Verhältnis max. zu min. Geschwindigkeit < 3:1:	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt	<input type="checkbox"/> nicht erfüllt
Mindestgeschwindigkeit vorhanden (Differenzdruck > 2 Pa):	<input checked="" type="checkbox"/> erfüllt	<input type="checkbox"/> nicht erfüllt

3.1.5 Zusammenfassende Beurteilung der Messbedingungen

Motor 2 und 3:

Messbedingungen nach DIN EN 15259

erfüllt
 nicht erfüllt

Anmerkung: Gemäß DIN EN 15259 ist eine Netzmessung auf 2 Messachsen mit 4 Messpunkten ausreichend. Da die Einlaufstrecke nicht den Empfehlungen der DIN entspricht; wurde die Messpunktanzahl erhöht und die Messung des Strömungsprofils erfolgte auf 2 Messachsen mit 8 Messpunkten. Aufgrund der vorliegenden Homogenitätsprüfung gemäß DIN EN 15259 erfolgte die Messung der gasförmigen Komponenten als Punktmessung auf einem beliebigen Messpunkt (Messpunkt 4 / siehe Homogenitätsprüfung).

zu erwartende Auswirkungen auf das Ergebnis: -

Empfehlungen und Hinweise zur Verbesserung der Messbedingungen:
bauliche Maßnahmen, die eine sichere Zugänglichkeit gewährleisten, sind nicht möglich.

3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

3.2.1 Darstellung der Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

Motor 2 und 3	Lage der Messpunkte [mm]					
	Achse I	I 1	50	Achse II	II 5	50
Messung Strömungsprofil		I 2	125		II 6	125
		I 3	375		II 7	375
		I 4	450		II 8	450
Messung Komponenten	Achse I	I 1	450	Achse II	II 3	-
		I 2	-		II 4	-

3.2.2 Homogenitätsprüfung

Motor 2 und 3:

Homogenitätsprüfung:

- durchgeführt
- nicht durchgeführt, weil:
 - Fläche Messquerschnitt < 0,1 m²
 - Netzmessung
 - keine Messung gasförmiger Komponenten
 - liegt vor

Datum der Homogenitätsprüfung: 02.12.2021

Berichts-Nr.: B5962081-2

Prüfinstitut: SGS Institut Fresenius

Ergebnis der vorliegenden Homogenitätsprüfung:

- Messung an einem beliebigen Punkt
- Messung an einem repräsentativen Punkt
- Netzmessung

3.2.3 Komponentenspezifische Darstellung

Messkomponente Motor 2 u. 3	Anzahl der Messachsen	Anzahl der Messpunkte je Messachse	Homogenitätsprüfung liegt vor	Beliebiger Messpunkt	Repräsentativer Messpunkt
O ₂ / CO ₂	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CO	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NO _x	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formaldehyd	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SO _x	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4 Messverfahren und Messeinrichtungen

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

Ermittlungsmethode:	Staurohr in Verbindung mit Differenzdrucksensor und Multifunktionsgerät nach EN ISO 16911-1 (2013-03) gemäß SOP M 3025
Kontinuierliche Ermittlung:	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Messeinrichtung:	
Staurohr:	Fa. Electro-Mation, Typ TPG
Staurohrfaktor:	0,81
Multifunktionsgerät:	Fa. Testo, Typ 435-4
Differenzdrucksensor:	interner Differenzdrucksensor
Messbereich:	± 25 hPa
Messgenauigkeit:	± 2 Pa (0-2 hPa)
Letzte Überprüfung:	± 1% vom Messwert (2-25 hPa) Funktionsprüfung vor jedem Messtermin, 01/2022 / Jährliche Überprüfung

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin

Ermittlungsmethode:	Staurohr in Verbindung mit Differenzdrucksensor und Multifunktionsgerät nach EN ISO 16911-1 (2013-03) gemäß SOP M 3025
Messeinrichtung:	wie 4.1.1

4.1.3 Luftdruck, Lufttemperatur und relative Luftfeuchte in Höhe der Probenahmestelle

Ermittlungsmethode:	Thermo-Hygrometer und Barometer gemäß SOP M 3025
Messeinrichtung:	
Messgerät:	Fa. Testo, Typ 622
Messgenauigkeit:	
Temperatur:	± 0,4 °C
Feuchte:	± 2 % rel. Feuchte (10 – 90 %) ± 3 % rel. Feuchte (restlicher Bereich)
Absolutdruck:	± 3 hPa
Letzte Überprüfung:	Funktionsprüfung vor jedem Messtermin, 01/2022 / Jährliche Überprüfung

4.1.4 Abgastemperatur

Ermittlungsmethode:	NiCr-Ni- Thermoelement in Verbindung mit Multifunktionsgerät gemäß SOP M 3025
Kontinuierliche Ermittlung:	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Messeinrichtung:	
Multifunktionsgerät:	Fa. Testo, Typ 435-4
Temperatursonde:	Fa. Greisinger, Typ GTF 1200/300 (Typ K)
Messbereich:	- 200...+ 1.150°C
Messgenauigkeit:	± 1,5 °C
Letzte Überprüfung:	Funktionsprüfung vor jedem Messtermin, 01/2022 / Jährliche Überprüfung

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

Ermittlungsmethode:	Gravimetrische Bestimmung nach DIN EN 14790 (2017-05) gemäß SOP M 3025
Adsorption an:	Silikagel
Messbereich:	bis 60 g
Messeinrichtung:	Adsorptionseinheit oder Kondensationseinheit in Verbindung mit Adsorptionseinheit
Absaugeinrichtung:	Fa. Desaga, Typ GS 312
Durchflussrate:	ca. 2,0 l/min
Letzte Überprüfung:	Funktionsprüfung vor jedem Messtermin, halbjährliche Überprüfung
Waage:	Kern & Sohn / EMB 600-2
Messbereich:	bis 600 g
Messgenauigkeit:	± 0,01 g
Letzte Überprüfung:	messtägige Kontrollwägung mit Referenzgewicht, 01/2022 / Jährliche Überprüfung

4.1.6 Abgasdichte

Ermittlungsmethode:	Berechnung nach EN ISO 16911-1 (2013-03) unter Berücksichtigung von: Abgaszusammensetzung (O ₂ , CO ₂) Wasserdampfanteil im Abgas Abgastemperatur Statischer Druck im Kamin
---------------------	---

4.1.7 Abgasverdünnung

Keine

4.1.8 Volumenstrom

Ermittlungsmethode:	Berechnung nach EN ISO 16911-1 (2013-03)
Mittlere Abgasgeschwindigkeit:	
Messverfahren:	Messung an den gemäß DIN EN 15259 ermittelten Messpunkten
Messeinrichtung:	s. 4.1.1
Querschnittsfläche:	
Ermittlungsverfahren:	Berechnung gemäß DIN EN 15259 (2008-01)
Messeinrichtung:	Gliedermaßstab

Fläche der Volumenstrommesseinrichtung zu Querschnittsfläche: < 5%

4.2 Automatische Messverfahren

4.2.1 Messkomponente Sauerstoff, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Stickstoffoxide

Messverfahren: Kontinuierliche Messung von Abgasinhaltsstoffen mittels Analysator Horiba (SOP M 817)

O₂ – Paramagnetisch gem. DIN EN 14789 (05-2017)

CO₂ – NDIR

CO – NDIR gem. DIN EN 15058 (05-2017)

NO_x – CLD gem. DIN EN 14792 (05-2017)

Analysator:

Horiba PG 350

Eingestellter Messbereich:

O₂: 0 - 25 Vol.-%

CO₂: 0 - 20 Vol.-%

CO: 0 - 500 ppm

NO_x: 0 - 500 ppm

Nachweisgrenze:

1% vom Messbereichsendwert

Gerät eignungsgeprüft:

Bekanntmachung Umweltbundesamt vom 12.02.13, BAnz AT 05.03.2013 B10, Kap. I Nr. 5.2, BAnz AT, BAnz AT 01.04.14 B12 Kap. VI 14. Mitteilung, BAnz AT 31.07.17 B12, Kap. II 16. Mitteilung und Banz AT 26.03.18 B8 28. Mitteilung

Letzte Überprüfung:

05/ 2022 / Jährliche Überprüfung inkl. Konverterprüfung, vierteljährliche Bestimmung NO₂-Verlust

Probenahme und Probenaufbereitung:

Entnahmesonde: Fa. Paul Gothe

Material: Titan/Edelstahl

beheizt auf: abgasbeheizt

Probengasleitung:

Material: PTFE

beheizt auf: 180 °C

Länge: 20 m

Partikelfilter: Vorfilter (Hülsenfilter)

beheizt auf: 180 °C

Probengasleitung nach Aufbereitung:

Länge: 0,3 m

Messgasaufbereitung:

Messgaskühler: M&C TechGroup, Typ CSS-M

Temperatur geregelt auf: 3°C

Werkstoffe Gaswege:

C-Flex®, PTFE- Schläuche, Edelstahl

Überprüfen von Null- und Referenzpunkten mit Prüfgasen:

Nullgas: Umgebungsluft oder Stickstoff (N₂)
Zertifizierte Prüfgase:
Prüfgas A:
Hersteller: Linde AG
Konzentration: CO₂ 12,0 Vol.-%
O₂ 8,07 Vol.-%
Stickstoff Rest
Herstelldatum: Dezember 2021
Stabilität bis: Dezember 2023
Flaschennr.: 3969173
Überprüfung des Zertifikats durch: Breit (gemäß SOP M 3052)
am: 24.11.2020
Rückführung gegen DKD-Prüfgas: O₂: 14050 D-K-21622-01-00 2021-01
CO₂: 14072 D-K-21622-01-00 2021-02

Prüfgas B:
Hersteller: Linde AG
Konzentration: CO 430 ppm
NO_x 275 ppm
Stickstoff Rest
Herstelldatum: Januar 2022
Stabilität bis: Januar 2024
Flaschennr.: 2732614
Überprüfung des Zertifikats durch: Breit (gemäß SOP M 3052)
am: 24.02.2022
Rückführung gegen DKD-Prüfgas: 12829 D-K-14146-01-00 2020-03

Aufgabe der Prüfgase durch das gesamte Probenahmesystem: ja, direkt an der Sondenspitze

Einstellzeit des gesamten Messaufbaus:
90%- Einstellzeit für alle Messkomponenten: < 1 Minute

Messwerterfassungssystem:
Gerät: SD- Speicherkarte
Speicherung der Messwerte: ½ - Minuten- Mittelwerte

Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

- Überprüfung und Justierung mittels Referenzgasen vor und nach der Messung
- Dichtheitsprüfung der gesamten Probenahmeeinrichtung vor jeder Messreihe
- Prüfmittelüberwachung

4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen

4.3.1 Messkomponente Formaldehyd

<i>Messverfahren:</i>	AHMT-Verfahren gemäß VDI 3862-4 (2001-05) (SOP M 3037)
<i>Probenahme und Probenaufbereitung:</i>	
Entnahmesonde:	Fa. Paul Gothe
Material:	Titan/ Edelstahl
beheizt auf:	abgasbeheizt
Ab-/Adsorptionseinrichtungen:	2 hintereinandergeschaltete Muencke-Waschflaschen
Sorptionsmittel:	Deionat
Sorptionsmittelmenge:	2 x 60 ml
Abstand zwischen Ansaugöffnung der	Entnahmesonde und dem Sorptionsmittel:
	ca. 0,2 m
Absaugeinrichtung:	Fa. Paul Gothe, Typ 26.021-CP
Durchflussrate:	ca. 2 l/min
Letzte Überprüfung:	halbjährliche Überprüfung
Probentransfer/-lagerung:	≤ 10 Tage (gekühlt)
	Die auf 10 Tage verlängerte Lagerzeit wurde validiert und durch die DAkkS akkreditiert. Die bei der Messung vorliegende Abgasmatrix entspricht der bei der Validierung berücksichtigten Matrix.
<i>Analytische Bestimmung:</i>	
Analysenverfahren:	Photometrische Bestimmung (SOP M 3038) im Labor Longuich
Aufarbeitung des Probenmaterials:	Die beiden Probenlösungen werden in einem 250 ml Messkolben vereinigt und mit Deionat aufgefüllt.
Analysengeräte:	Photometer
Hersteller:	Fa. Agilent
Typ:	Cary 60
Spez. Kenndaten/ Angaben:	photometrische Messung bei 550 nm
Standards:	wässrige Formaldehyd-Lösungen unterschiedlicher Konzentrationen (bei jeder Kalibrierung wird die Formaldehyd-Konzentration iodometrisch bestimmt)
<i>Verfahrenskenngrößen und Maßnahmen zur Qualitätssicherung:</i>	
-	Bestimmungsgrenze: ca. 1,3 mg/m ³ bei 60 l Probenvolumen
-	Dichtheitsprüfungen der gesamten Probenahmeeinrichtung vor jeder Einzelmessung
-	Feldblindwertermittlung und –auswertung
-	Prüfmittelüberwachung der eingesetzten Geräte

4.3.2 Messkomponente Schwefeloxide (SO₂ und SO₃) angegeben als SO₂

Messverfahren: Probenahme über Waschflaschen und anschließende IC-Analytik gemäß DIN EN 14791 (2017-05), (SOP M 3032)

Probenahme und Probenaufbereitung:

Entnahmesonde: Fa. Paul Gothe

Material: Titan

beheizt auf: abgasbeheizt

Partikelfilter: Vorfilter (Hülsenfilter)

Material: Quarzfaser

Porendurchmesser: < 0,1 µm

Abscheidegrad: > 99,5%

beheizt auf: 180 °C

Ab-/Adsorptionseinrichtungen: 2 hintereinandergeschaltete Muencke-Waschflaschen

Sorptionsmittel: 0,3 % H₂O₂-Lösung

Sorptionsmittelmenge: 2 x 60 ml

Abstand zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde

und dem Sorptionsmittel: ca. 0,2 m

Absaugeinrichtung: Fa. Paul Gothe, Typ 26.021-CP

Durchflussrate: ca. 2,5-3 l/min

Letzte Überprüfung: halbjährliche Überprüfung

Probentransfer/Lagerung: ≤ 10 Tage

Analytische Bestimmung:

Analysenverfahren: Ionenchromatographie (SOP M 3711) im Labor Longuich

Aufarbeitung des Probenmaterials: Das Probenvolumen wird gravimetrisch bestimmt.

Analysengeräte: Ionenchromatograph

Hersteller: Deutsche Metrohm

Typ: 930 Compact IC Flex

Spez. Kenndaten/ Angaben:

Säule: Metrohm, Metrosep A Supp4

Eluent: 1,2 mM/l Na₂CO₃ + 4,0 mM/l NaHCO₃

Suppression: chem. Suppression (Metrohm Supressor Modul)

Detektor: Leitfähigkeitsdetektor

Autosampler: Compact Autosampler 858, Metrohm

Standards: externe Standards

Verfahrenskenngrößen und Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

- Bestimmungsgrenze: ca. 0,5 mg/m³ bei 90 l Probenvolumen
- Dichtheitsprüfungen der gesamten Probenahmeeinrichtung vor jeder Einzelmessung
- Feldblindwertermittlung und -auswertung
- Getrennte Ermittlung A und B-Probe und Prüfung Absorptionswirkungsgrad (≥ 95%)
- Prüfmittelüberwachung der eingesetzten Geräte

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

5.1 Produktionsanlage

Einsatzstoffe: -

Brennstoffe: Erdgas

Produkte: -

Betriebsweise: Normalbetrieb

Durchsatz/Leistung: Volllastbetrieb

Weitere charakteristische Betriebsgrößen: keine

Abweichungen von genehmigter oder bestimmungsgemäßer Betriebsweise: nein

Besondere Vorkommnisse: keine

	Motor 2	Motor 3
Hersteller:	MWM	MWM
Typbezeichnung:	TCG 2020 V20	TCG 2020 V20
Nennleistung [kWelekt.]:	2.000	2.000
Betriebsstunden [Bh]:	53.056	53.423
Bh bei letzter Wartung [Bh]:	51.417	52.307
Durchgeführte Wartungsarbeiten:	Ölwechselwechsel	Ölwechselwechsel
Zündzeitpunkt v OT [°KW]:	27	27
Lambdawert (errechnet):	1,83	1,83
Brennraumtemperatur [°C]:	369	369
Temp. nach Turbo [°C]:	415	405
Temp. nach KAT [°C]:	424	417
Temp. Messebene [°C]:	118	116

Die betriebsüblichen Vorgänge wurden während des Messzeitraums durch das Messpersonal kontrolliert und protokolliert:

		Motor 2	Motor 3
Datum		02.11.2022	02.11.2022
Leistung	kWel.	2.000	2.000
Laststufe	%	100	100

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Die Katalysatoren wurden zum Zeitpunkt der Messung bestimmungsgemäß betrieben.

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Die Verbrennungsmotorenanlage wurde während der Messungen bestimmungsgemäß betrieben. Die Emissionen sind repräsentativ für den Anlagenbetrieb.

Die Messungen erfolgten bei maximaler Leistung (Volllast) mit höchsten Emissionen (gemäß Nr. 5.3.2.2 TA Luft).

6.2 Messergebnisse

6.2.1 Ermittlung der Abgasrandbedingungen

	Einheit	Motor 2	Motor 3
Datum		02.11.2022	02.11.2022
Messquerschnitt	m ²	0,196	0,196
Luftdruck	hPa	987	987
Sauerstoffgehalt, gemittelt	Vol.-%	10,1	10,1
Kohlendioxidgehalt, gemittelt	Vol.-%	6,2	6,2
statischer Druck	hPa	0,5	0,4
Abgasgeschwindigkeit gemittelt	m/s	19,4	19,4
Abgastemperatur in der Messebene gemittelt	°C	118	116
Abgasfeuchte	g/m ³ _n	97	100
Abgasdichte im Betriebszustand	kg/m ³	0,860	0,863
Abgasdichte im Normzustand, feucht	kg/m ³	1,263	1,262
Abgasdichte im Normzustand, trocken	kg/m ³ _n	1,313	1,314
Volumenstrom im Betriebszustand, feucht	m ³ /h	13.681	13.691
Volumenstrom im Normzustand trocken, nach VDI 2066 Bl.1	m ³ _n /h	8.303	8.325

6.2.2 Kontinuierlich erfasste Messkomponenten – Motor 2

Emissionsquelle: **Motor 2**
 Sauerstoffbezugswert:

Datum: **02.11.2022**
 5 [Vol.-%]

Probe	Probenahmezeit Uhrzeit von bis		Sauerstoff (O ₂)		Kohlendioxid (CO ₂)	
			Messwert		Messwert	
			Mittelwert Vol.-%	Maximum Vol.-%	Mittelwert Vol.-%	Maximum Vol.-%
M 2-1	10:15	10:45	10,1	10,1	6,2	6,2
M 2-2	10:47	11:17	10,1	10,1	6,2	6,2
M 2-3	11:19	11:49	10,1	10,1	6,2	6,2
Mittelwert			10,1	10,1	6,2	6,2
Maximalwert			10,1	10,1	6,2	6,2

Kohlenmonoxid (CO)

Probe	Probenahmezeit Uhrzeit von bis		Messwert	Messwert	bez. Konzentration g/m ³ _n	Massenstrom kg/h
			ppm	g/m ³ _n		
M 2-1	10:15	10:45	15	0,019	0,028	0,156
M 2-2	10:47	11:17	15	0,019	0,028	0,156
M 2-3	11:19	11:49	15	0,019	0,028	0,156
Mittelwert					0,028	0,156
Maximalwert					0,028	0,156

Stickoxide (angegeben als NO₂)

Probe	Probenahmezeit Uhrzeit von bis		Messwert	Messwert	bez. Konzentration g/m ³ _n	Massenstrom kg/h
			ppm	g/m ³ _n		
M 2-1	10:15	10:45	149	0,305	0,448	2,536
M 2-2	10:47	11:17	150	0,308	0,451	2,553
M 2-3	11:19	11:49	150	0,308	0,451	2,553
Mittelwert					0,450	2,547
Maximalwert					0,451	2,553

bez. Konzentration: Messwert bezogen auf den Sauerstoffbezugswert (= Emissionswert)
 Der zeitliche Verlauf der kontinuierlich erfassten Komponenten ist in Anlage 3 grafisch dargestellt. Eventuell auftretende Driften sind in den Messergebnissen berücksichtigt.

6.2.3 Diskontinuierlich erfasste Komponenten – Motor 2

Emissionsquelle: **Motor 2**
 Sauerstoffbezugswert:

Datum: **02.11.2022**
5 [Vol.-%]

Formaldehyd

Proben-Nr.	Probenahmezeit Uhrzeit		Probevol. (Norm) NI	Beladung mg/Probe	Konzentr. mg/m ³ _n	bez. Konz. mg/m ³ _n	Massenstrom kg/h
	von	bis					
221101405	10:15	10:45	58,5	1,070	18,3	26,8	0,152
221101406	10:47	11:17	59,3	1,120	18,9	27,7	0,157
221101407	11:19	11:49	62,0	1,170	18,9	27,7	0,157
FBW 221101404	10:05		60,0	< 0,075	< 1,3	< 1,9	-
Mittelwert						27,4	0,155
Maximalwert						27,7	0,157

Schwefeloxide (angegeben als SO₂)

Proben-Nr.	Probenahmezeit Uhrzeit		Probevol. (Norm) NI	Beladung mg/Probe	Konzentr. mg/m ³ _n	bez. Konz. mg/m ³ _n	Massenstrom kg/h
	von	bis					
221101409/ -010	10:15	10:45	83,4	0,082	1,0	1,4	0,008
221101411/ -012	10:47	11:17	83,1	0,082	1,0	1,4	0,008
221101413/ -014	11:19	11:49	83,2	0,083	1,0	1,5	0,008
FBW 221101408	10:05		83,2	< 0,037	< 0,4	< 0,6	-
Mittelwert						1,5	0,008
Maximalwert						1,5	0,008

bez. Konzentration: Messwert bezogen auf den Sauerstoffbezugswert (= Emissionswert)
 Die bez. Konzentration des Feldblindwertes ist < 10% des zu prüfenden Emissionsgrenzwertes.

6.2.4 Kontinuierlich erfasste Messkomponenten – Motor 3

Emissionsquelle: **Motor 3**
 Sauerstoffbezugswert:

Datum: **02.11.2022**
 5 [Vol.-%]

Probe	Probenahmezeit Uhrzeit von bis		Sauerstoff (O ₂)		Kohlendioxid (CO ₂)	
			Messwert		Messwert	
			Mittelwert Vol.-%	Maximum Vol.-%	Mittelwert Vol.-%	Maximum Vol.-%
M 3-1	12:11	12:41	10,1	10,1	6,2	6,2
M 3-2	12:43	13:13	10,1	10,1	6,2	6,2
M 3-3	13:15	13:45	10,1	10,1	6,2	6,2
Mittelwert			10,1	10,1	6,2	6,2
Maximalwert			10,1	10,1	6,2	6,2

Kohlenmonoxid (CO)

Probe	Probenahmezeit Uhrzeit von bis		Messwert	Messwert	bez. Konzentration g/m ³ _n	Massenstrom kg/h
			ppm	g/m ³ _n		
M 3-1	12:11	12:41	18	0,023	0,033	0,187
M 3-2	12:43	13:13	18	0,023	0,033	0,187
M 3-3	13:15	13:45	18	0,023	0,033	0,187
Mittelwert					0,033	0,187
Maximalwert					0,033	0,187

Stickoxide (angegeben als NO₂)

Probe	Probenahmezeit Uhrzeit von bis		Messwert	Messwert	bez. Konzentration g/m ³ _n	Massenstrom kg/h
			ppm	g/m ³ _n		
M 3-1	12:11	12:41	150	0,308	0,451	2,560
M 3-2	12:43	13:13	148	0,303	0,445	2,526
M 3-3	13:15	13:45	149	0,305	0,448	2,543
Mittelwert					0,448	2,543
Maximalwert					0,451	2,560

bez. Konzentration: Messwert bezogen auf den Sauerstoffbezugswert (= Emissionswert)
 Der zeitliche Verlauf der kontinuierlich erfassten Komponenten ist in Anlage 3 grafisch dargestellt. Eventuell auftretende Driften sind in den Messergebnissen berücksichtigt.

6.2.5 Diskontinuierlich erfasste Komponenten – Motor 3

Emissionsquelle: **Motor 3**
 Sauerstoffbezugswert:

Datum: **02.11.2022**
5 [Vol.-%]

Formaldehyd

Proben-Nr.	Probenahmezeit Uhrzeit		Probevol. (Norm) NI	Beladung mg/Probe	Konzentr. mg/m ³ _n	bez. Konz. mg/m ³ _n	Massenstrom kg/h
	von	bis					
221101416	12:11	12:41	55,7	0,932	16,7	24,5	0,139
221101417	12:43	13:13	55,5	0,938	16,9	24,8	0,141
221101418	13:15	13:45	55,6	0,929	16,7	24,5	0,139
FBW 221101415	11:58		55,6	< 0,075	< 1,3	< 1,9	-
Mittelwert						24,6	0,140
Maximalwert						24,8	0,141

Schwefeloxide (angegeben als SO₂)

Proben-Nr.	Probenahmezeit Uhrzeit		Probevol. (Norm) NI	Beladung mg/Probe	Konzentr. mg/m ³ _n	bez. Konz. mg/m ³ _n	Massenstrom kg/h
	von	bis					
221101420/ -421	12:11	12:41	83,4	0,053	0,6	0,9	0,005
221101422/ -423	12:43	13:13	83,2	0,052	0,6	0,9	0,005
221101424/ -425	13:15	13:45	83,4	0,049	0,6	0,9	0,005
FBW 221101419	11:58		83,3	< 0,039	< 0,5	< 0,7	-
Mittelwert						0,9	0,005
Maximalwert						0,9	0,005

bez. Konzentration: Messwert bezogen auf den Sauerstoffbezugswert (= Emissionswert)
 Die bez. Konzentration des Feldblindwertes ist < 10% des zu prüfenden Emissionsgrenzwertes.

6.3 Messunsicherheiten

Die Ermittlung der Messunsicherheit (MU) der angewendeten Messverfahren erfolgte gemäß Richtlinie VDI 4219. Die Messunsicherheiten sind für das Gesamtverfahren angegeben und beziehen sich auf den maximalen Halbstundenmittelwert.

Tabellarische Darstellung der Messunsicherheiten

Messkomponenten/-größe Motor 2	Einheit	Maximaler Messwert $y_{max.}$	Erweiterte MU (U_p) mit $p=0,95$	$y_{max} - U_p$	$y_{max} + U_p$	Bestimmungsmethode der MU
O ₂	%	10,1	0,2	9,9	10,3	indirekter Ansatz
CO ₂	%	6,2	0,1	6,1	6,3	indirekter Ansatz
CO	g/m ³	0,028	0,001	0,03	0,03	indirekter Ansatz
NO _x	g/m ³	0,451	0,043	0,41	0,49	indirekter Ansatz
Formaldehyd	mg/m ³	27,7	2,6	25	30	direkter Ansatz
SO _x	mg/m ³	1,5	0,1	1	2	indirekter Ansatz
Abgasvolumenstrom (Normiert)	m ³ /h	8.303	536	-	-	indirekter Ansatz in Anlehnung an VDI 4219

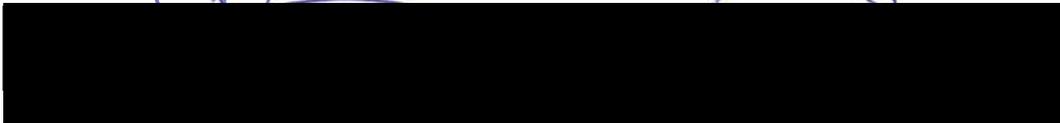
Messkomponenten/-größe Motor 3	Einheit	Maximaler Messwert $y_{max.}$	Erweiterte MU (U_p) mit $p=0,95$	$y_{max} - U_p$	$y_{max} + U_p$	Bestimmungsmethode der MU
O ₂	%	10,1	0,2	9,9	10,3	indirekter Ansatz
CO ₂	%	6,2	0,1	6,1	6,3	indirekter Ansatz
CO	g/m ³	0,033	0,002	0,03	0,04	indirekter Ansatz
NO _x	g/m ³	0,451	0,043	0,41	0,49	indirekter Ansatz
Formaldehyd	mg/m ³	24,8	2,6	22	27	direkter Ansatz
SO _x	mg/m ³	0,9	0,1	1	1	indirekter Ansatz
Abgasvolumenstrom (Normiert)	m ³ /h	8.325	538	-	-	indirekter Ansatz in Anlehnung an VDI 4219

6.4 Diskussion der Ergebnisse

Die Plausibilitätsprüfung der Messergebnisse erfolgt unter Einbeziehung der Probenahme- und Betriebsbedingungen der Anlage während der Messung. Diese entsprechen einer repräsentativen Erfassung der Emissionen der Anlage.

Gemäß DIN EN 15259 ist an beiden Motoren eine Netzmessung auf 2 Messachsen mit 4 Messpunkten ausreichend. Da die Einlaufstrecke nicht den Empfehlungen der DIN entspricht, wurde die Messpunktanzahl erhöht und die Messung des Strömungsprofils erfolgte auf 2 Messachsen mit 8 Messpunkten. Aufgrund der vorliegenden Homogenitätsprüfung gemäß DIN EN 15259 erfolgte die Messung der gasförmigen Komponenten jeweils als Punktmessung auf einem beliebigen Messpunkt.

Die Messergebnisse sind im Hinblick auf Betriebsweise, installierte Abgasreinigungsanlagen, als auch im Vergleich zu bisher an vergleichbaren Anlagen durchgeführten Messungen, plausibel.



7 Anlagenübersicht

- Anlage 1: Messplan
- Anlage 2: Mess- und Rechenwerte
- Anlage 3: Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufes kontinuierlich gemessener Komponenten und Driftkontrolle

Anlage 1: Messplan

entfällt

Anlage 2: Mess- und Rechenwerte

Ermittlung der Randbedingungen

Messobjekt	Motor 2
Datum der Messung	02.11.2022
Durchgeführt von	C. Bölkow / A. Breit

Ermittlung der Messpunkte- Vormessung

Kamindurchmesser:	[mm]	500
errechneter Querschnitt	[m ²]	0,196
erforderliche Messpunkte nach DIN EN 15259		4
gewählte Messpunktanzahl		8

Lage der Messpunkte [mm]	Achse I	I 1	50	Achse II	II 5	50
		I 2	125		II 6	125
		I 3	375		II 7	375
		I 4	450		II 8	450

Ermittlung der Abgasfeuchte und -geschwindigkeiten

rel. Feuchte Außenluft	[%]	87
Temperatur Außenluft	[°C]	14,1
Luftdruck	[hPa]	987
abs. Feuchte	[g/m ³]	97,3
stat. Druck	[hPa]	0,5
Feuchte	[%]	10,8

	Messpunkt	Temp. [°C]	dyn. Druck [Pa]	Geschw. [m/s]
Messachse I:	I 1	118	245	19,3
	I 2	118	244	19,3
	I 3	118	247	19,4
	I 4	118	247	19,4
Messachse II:	II 5	119	245	19,4
	II 6	118	245	19,3
	II 7	118	246	19,4
	II 8	118	244	19,3

Probenahmezeit Uhrzeit		Probevol. (Norm) NI	Masse Σm_{H_2O}	Abgasfeuchte	
von	bis			g/m ³ _N	%
10:17	10:47	44,7	4,38	97,3	10,8

Ermittlung der Randbedingungen

Messobjekt	Motor 3
Datum der Messung	02.11.2022
Durchgeführt von	C. Bölkow / A. Breit

Ermittlung der Messpunkte- Vormessung

Kamindurchmesser	[mm]	500
errechneter Querschnitt	[m ²]	0,196
erforderliche Messpunkte nach DIN EN 15259		4
gewählte Messpunktanzahl		8

Lage der Messpunkte [mm]	Achse I	I 1	50	Achse II	II 5	50
		I 2	125		II 6	125
		I 3	375		II 7	375
		I 4	450		II 8	450

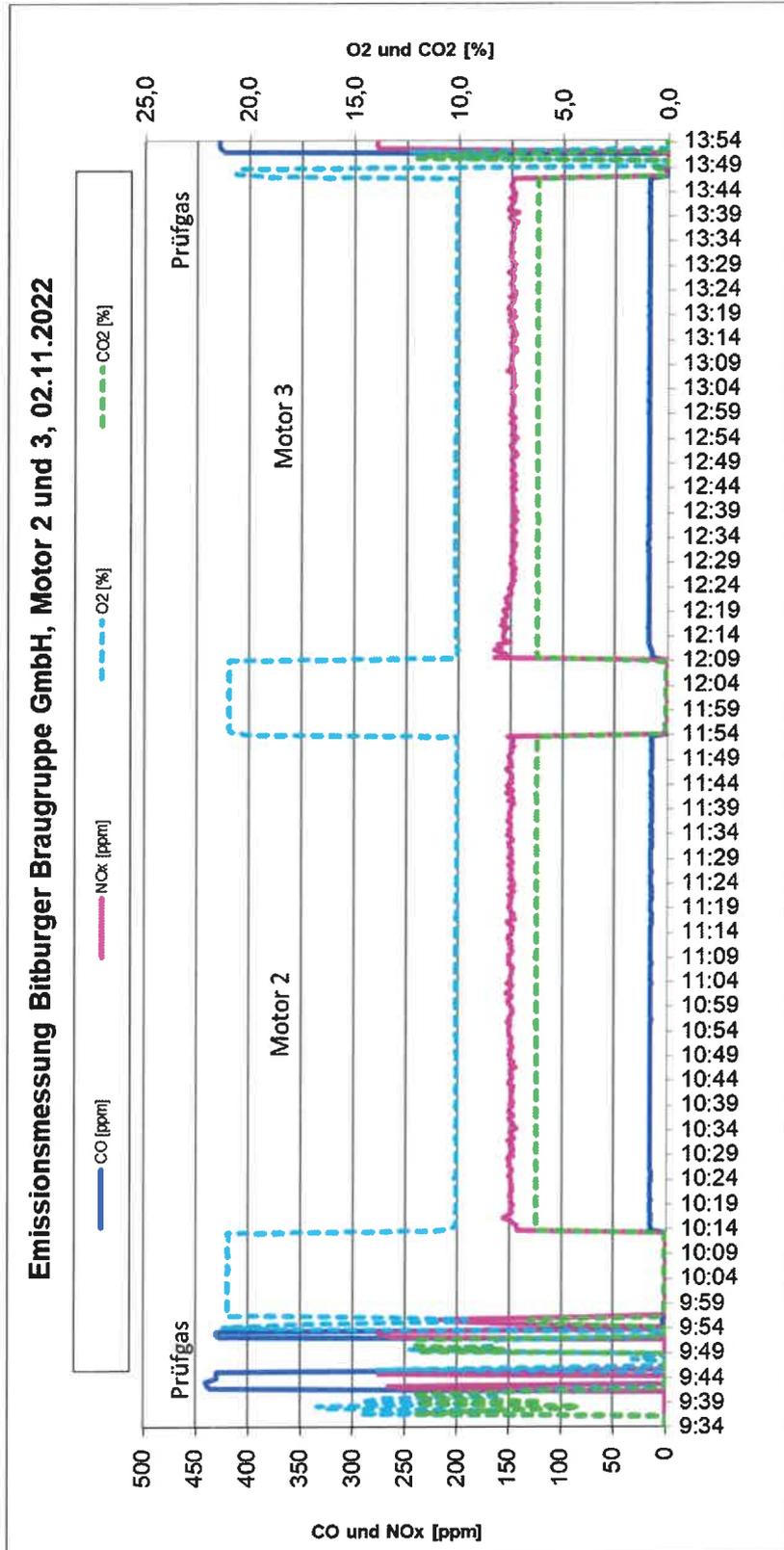
Ermittlung der Abgasfeuchte und -geschwindigkeiten

rel. Feuchte Außenluft	[%]	81
Temperatur Außenluft	[°C]	14,6
Luftdruck	[hPa]	987
abs. Feuchte	[g/m ³]	100,4
stat. Druck	[hPa]	0,4
Feuchte	[%]	11,1

	Messpunkt	Temp. [°C]	dyn. Druck [Pa]	Geschw. [m/s]
Messachse I:	I 1	116	247	19,4
	I 2	116	248	19,4
	I 3	116	247	19,4
	I 4	116	247	19,4
Messachse II:	II 5	116	248	19,4
	II 6	116	244	19,3
	II 7	116	247	19,4
	II 8	116	246	19,3

Probenahmezeit Uhrzeit		Probevol. (Norm) NI	Masse Σm_{H_2O}	Abgasfeuchte	
von	bis			g/m ³ _N	%
12:15	12:45	45,5	4,60	100,4	11,1

Anlage 3: Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufes kontinuierlich gemessener Komponenten und Driftkontrolle



Projekt	Bitburger BHKW		SAP-Nr.	6340109-20		Quelle	Motor 2 und 3		Datum	02.11.2022						
Prüfergebnisse																
			Null- und Referenzpunktprüfung / Justierung vor der Messung						Dichtheitsprüfung über die SONDENSPLATZ**			Abschlussprüfung nach der Messung				
			Uhrzeit: 10:33						Uhrzeit: 10:45			Uhrzeit: 13:49				
Parameter	Einheit	Messbereich	Nullpunkt (NP ₁)	Softwert Prüfgas (PG)	Messwert 1 (MW1)*	Abweichung (MW1/PG) [%]*	Messwert nach Justierung (MW1 _J)	Nullpunkt nach Justierung (NP _{1,J})	Nullgas-aufgabe	Abweichung [%]	Messwert 2 (MW2)	Abweichung [%]	Nullpunkt (NP _{Ende})	D%-Drift am Nullpunkt **	Messwert 3 (MW3)	D _{rel} -Drift am Referenzpunkt ***
O ₂	[%]	25	0,0	8,1	8,1	0,0	-	-	0,0	0,0	8,1	0,0	0,0	0,00%	8,0	-1,2%
CO ₂	[%]	20	0,0	12,0	11,9	0,8	-	-	0,0	0,0	12,0	0,8	0,0	0,00%	12,0	0,8%
CO	[ppm]	500	0,0	430	439,0	2,1	430,00	0,00	0,0	0,0	430,0	0,0	0,0	0,00%	428,0	-0,5%
NO _x	[ppm]	500	0,0	275	266,0	3,3	275,00	0,00	0,0	0,0	276,0	0,4	0,0	0,00%	278,0	1,1%

Driftkorrektur bei einer Abweichung > 2% bis ≤ 5%