

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen

Betreiber:	Lohmann GmbH & Co. KG Irlicher Straße 55 56567 Neuwied Stadtteil Feldkirchen
Anlage:	Anlage zur Herstellung von Klebebändern regenerative Thermische Nachverbrennung TAR 4.1 und 4.2
Standort der Anlagen:	Lohmann GmbH & Co. KG Werksgelände Gebäude G12 Irlicher Straße 55 56567 Neuwied
Art der Messungen:	Messungen nach § 28 BImSchG; wiederkehrende Messungen bei genehmigungsbedürftigen Anlagen
Aufgabenstellung:	Emissionsmessungen im Abgas der regenerativen thermischen Nachverbrennung TAR 4.1 und 4.2 im Gebäude G8 (Emissionsquelle)
Ausführendes Messinstitut:	SGS-TÜV Saar GmbH Am TÜV 1 66280 Sulzbach
Messkomponenten:	Kohlenmonoxid Stickstoffoxide Gesamtkohlenstoff
Auftragsdatum:	20.01.2023
Datum der Messung:	08.03.2023
Berichtsdatum:	22.03.2023
Auftrag Nr.:	6484512.10
Berichtsumfang:	20 Blatt
Anhang:	9 Blatt
Revision:	A

Zusammenfassung

Betreiber: Lohmann GmbH & Co. KG
 Irlicher Straße 55
 56567 Neuwied
 Stadtteil Feldkirchen

Standort der Anlage: Werksgelände Gebäude G12
 Irlicher Straße 55
 56567 Neuwied

Messergebnisse

Anlage: **Thermische Nachverbrennung TAR 4.1 und TAR 4.2**

Emissionsquelle: senkrechter Abgaskanal nach der RTO-Anlage

Brennstoff: Erdgas

Betriebszeiten: ca. 4800 h/a

Messdatum: 08.03.2023

Massenkonzentrationen

Messkomponente	Einheit	Maximaler Messwert	Maximaler Messwert abzüglich Messunsicherheit	Maximaler Messwert zuzüglich Messunsicherheit	Emissionsbegrenzung	Zustand höchster Emissionen
Kohlenmonoxid	g/m ³	0,034	0,03	0,04	0,10	ja
Stickstoffoxide (angeg. als NO ₂)	g/m ³	0,005	0,002	0,01	0,10	ja
Gesamtkohlenstoff	mg/m ³	7,3	4	11	20	ja

Massenströme

Messkomponente	Einheit	maximaler Massenstrom	Maximaler Massenstrom abzüglich Messunsicherheit	Maximaler Massenstrom zuzüglich Messunsicherheit	Emissionsbegrenzung	Zustand höchster Emissionen
Kohlenmonoxid	kg/h	1,5330	1,472	1,594	-	ja
Stickstoffoxide (angeg. als NO ₂)	kg/h	0,2520	0,100	0,404	-	ja
Gesamtkohlenstoff	kg/h	0,3300	0,175	0,485	-	ja

Die Konzentrationsangaben beziehen sich auf trockenes Abgas im Normzustand (1013 hPa, 273 K).

Inhaltsverzeichnis

	Blatt
1. Formulierung der Messaufgabe	4
1.1 Auftraggeber	4
1.2 Betreiber	4
1.3 Standort	4
1.4 Anlage	4
1.5 Messdatum	4
1.6 Anlass der Messungen	4
1.7 Aufgabenstellung	4
1.8 Messkomponenten	5
1.9 Durchgeführte Ortsbesichtigung vor Messdurchführung	5
1.10 Messplan	5
1.11 Beteiligte Personen	5
1.12 Beteiligung weiterer Institute	5
1.13 Fachlich Verantwortlicher	5
2. Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe	6
2.1 Bezeichnung der Anlage	6
2.2 Beschreibung der Anlage	6
2.3 Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben	6
2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe	6
2.5 Gesamtbetriebszeiten	6
2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen	7
3. Beschreibung der Probenahmestelle	8
3.1 Messstrecke und Messquerschnitt	8
3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt	9
4. Mess- und Analyseverfahren	11
4.1 Abgasrandbedingungen	11
4.2 Automatische Messverfahren	12
4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen	17
4.4 Partikelförmige Emissionen	17
4.5 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe	17
4.6 Geruchsemissionen	17
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 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen	19
6.2 Messergebnisse	19
6.3 Messunsicherheiten	20
6.4 Plausibilitätsprüfung und Diskussion	20
7. Anhang	1
7.1 Mess- und Rechenwerte	1
7.2 Verwendete Prüfmittel	6
7.3 Graphische Darstellung der Einzelmessungen	7
7.4 Betriebsaufzeichnungen	8

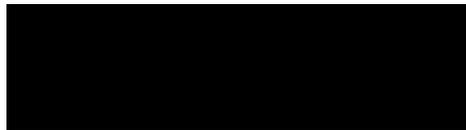
1. Formulierung der Messaufgabe

1.1 Auftraggeber

Lohmann GmbH & Co. KG
Irlicher Straße 55
56567 Neuwied
Stadtteil Feldkirchen

1.2 Betreiber

Lohmann GmbH & Co. KG
Irlicher Straße 55
56567 Neuwied
Stadtteil Feldkirchen
Ansprechpartner:
Telefon:
E-Mail:



1.3 Standort

Werksgelände der Lohmann GmbH & Co. KG
Gebäude G12
Irlicher Straße 55
56567 Neuwied

1.4 Anlage

Genehmigungsbedürftige Anlage gemäß § 4 BImSchG in Verbindung mit Nummer 5.1.1 des Anhangs 1 der 4. BImSchV.

Hier: Anlage zur Herstellung von Klebebändern

1.5 Messdatum

Datum dieser Messung: 08.03.2023
Datum der letzten Messung: 09.12.2020
Datum der nächsten Messung: 2026

1.6 Anlass der Messungen

Messungen nach § 28 BImSchG; wiederkehrende Messungen bei genehmigungsbedürftigen Anlagen.

1.7 Aufgabenstellung

Die Lohmann GmbH & Co. KG beauftragte die SGS-TÜV Saar GmbH mit Emissionsmessungen entsprechend den Vorgaben des Genehmigungsbescheides AZ: 32-ms-ke vom 27.02.2004, Kontroll-Nr. 5/1992 der Stadtverwaltung Neuwied.

Dort sind u. a. folgende Emissionsgrenzwerte festgelegt:

Brennstoff: Erdgas

Messkomponente	Grenzwert
Stickstoffoxid, angegeben als NO ₂	0,10 g/m ³
Kohlenmonoxid	0,10 g/m ³
Gesamtkohlenstoff	20 mg/m ³

Die Konzentrationsangaben beziehen sich auf trockenes Abgas im Normzustand (1013 hPa, 273 K).

1.8 Messkomponenten

Messkomponente	Anzahl und Dauer der Einzelmessung
Abgastemperatur	1 x 5 min
Abgasfeuchte	1 x 5 min
Abgasvolumenstrom	1 x 10 min
Sauerstoff	3 x 30 min
Kohlenmonoxid	3 x 30 min
Stickstoffoxide, angegeben als Stickstoffdioxid	3 x 30 min
Gesamtkohlenstoff	3 x 30 min

1.9 Durchgeführte Ortsbesichtigung vor Messdurchführung

- durchgeführt am:
 nicht durchgeführt, weil: Da die Anlage bereits bekannt ist.

1.10 Messplan

Der Ablauf der Messungen wurde mit Herr Karsten Lohner (Lohmann GmbH & Co. KG) abgestimmt und dem Landesamt für Umwelt mit Mail vom 02.03.2023 angekündigt.

1.11 Beteiligte Personen

Dipl.-Ing (FH) Thomas Rodner, SGS-TÜV Saar GmbH
 Andreas Büschen (CTA/UTA), SGS-TÜV Saar GmbH

1.12 Beteiligung weiterer Institute

Entfällt

1.13 Fachlich Verantwortlicher

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Rodner
 Telefon: 0049 (0) 6897 506-183
 Telefax: 0049 (0) 6897 506-209
 E-Mail: thomas.rodner@sgs.com

2. Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe

2.1 Bezeichnung der Anlage

Genehmigungsbedürftige Anlage gemäß § 4 BImSchG in Verbindung mit Nummer 5.1.1.1 des Anhangs 1 der 4. BImSchV.

Hier: Anlage zur Herstellung von Klebebändern

2.2 Beschreibung der Anlage

Die Abluft entsteht in der Absaugung von Trocknern zur Herstellung von doppelseitigen Klebebändern. Die mit Schadstoffen beladene Abluft wird durch einen Filter vor der Abluftreinigungsanlage von ev. festen Bestandteilen gereinigt und durch den Prozessventilator im Überdruck durch die RTO-Anlage gefördert. Die Abgase durchströmen einen Wärmespeicher und werden dort auf annähernd Verbrennungstemperatur erwärmt. Ein Stützbrenner heizt die Abluft auf die erforderliche Reaktionstemperatur auf, so dass die in der Abluft enthaltenen Schadstoffe oxidiert werden. Das Reingas wird anschließend im Gegenstrom zum Aufheizen des anderen Wärmespeichers verwendet, dessen Wärme im weiteren Zyklusverlauf zum Aufheizen der Abgase genutzt wird. Der dem Wärmespeicher nachgeschaltete Pufferbehälter dient der Aufnahme ungereinigter Abluft während des Umschaltvorganges von einem Wärmespeicher zum anderen.

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben

Höhe über Grund:	29,4 m
Austrittsfläche:	0,95 m ²
UTM-Koordinaten:	Z: 32U E: 388673 N: 5589676
Bauausführung:	Stahlblechkanal

2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

- Lösemittel
- Streichmassen nach festgelegten Rezepturen
- Erdgas als Stützbrennstoff

2.5 Gesamtbetriebszeiten

2.5.1 Betriebszeiten

ca. 4.800 h/a

2.5.2 Emissionszeit nach Betreiberangaben

Die Emissionszeiten entsprechen den Gesamtbetriebszeiten.

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen

2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

Die Emissionen der verschiedenen Anlagen werden mit Hilfe von Stahlkanälen erfasst und der RTO-Anlage zugeführt.

2.6.2 Einrichtung zur Minderung der Emissionen

Technische Daten der Thermischen Abgasreinigungsanlage

	TAR 4.1	TAR 4.2
Hersteller:	M+W Zander Products GmbH Uerfeld 24 52072 Aachen	M+W Zander Products GmbH Uerfeld 24 52072 Aachen
Typ:	RNV-Anlage REGETAR M-RTO 15/2	RNV-Anlage REGETAR M-RTO 15/2
Fabrik-Nr.:	30.000266	-
Auftragsnummer:	-	G-8322819-2
Baujahr:	2004	2006
Gasart:	Erdgas	Erdgas
Nennleistung:	480 kW	480 kW
Brennertyp:	HG-480-EG	KBK 140
Einstelldruck:	40 mbar	30 mbar
Volumenstrom:	15.500 Nm ³ /h	15.500 Nm ³ /h
maximale Temperatur:	900 °C	900 °C

Technische Daten der Brenner

	TAR 4.1	TAR 4.2
Hersteller:	Küppersbusch Gelsenkirchen	Küppersbusch Gelsenkirchen
Typ:	KBK 140 UV	KBK 140 UV
Fabrik-Nr.	8415	6753
Baujahr:	2012	2006
Nennleistung min./max.:	20 / 600 kW	20 / 480 kW

3. Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Messstrecke und Messquerschnitt

3.1.1 Lage und Abmessungen

Die Messstelle befindet sich im senkrechten Abgaskamin nach Austritt aus der RTO-Anlage in ca. 3,7 m Höhe über dem Hallendach.

Kanalabmessungen: \varnothing 1,10 m
Messquerschnitt: 0,95 m²

Einlaufstrecke: ca. 1,2 m
Auslaufstrecke: ca. 5,6 m

Empfehlungen nach DIN EN 15259

Einlaufstrecke >5 d_h: ja nein
Auslaufstrecke >2 d_h: ja nein
Abstand bis zur Mündung >5 d_h: ja nein

Bemerkung: Die Einlaufstrecke entspricht nicht der Empfehlung der DIN EN 15259. Da die Forderungen der DIN EN 15259 bezüglich der Strömungsbedingungen erfüllt sind kann dennoch von einer repräsentativen Probenahme ausgegangen werden

3.1.2 Arbeitsfläche und Messbühne

Messstelle im Freien in der Halle
Arbeitsplatz im Freien in der Halle
Traversierfläche ausreichend ja nein
Wetterschutz vorhanden nicht vorhanden wurde eingerichtet
Arbeitsbühne vorhanden nicht vorhanden wurde eingerichtet
Zugang zur Messstelle Treppe Anstellleiter Fahrstuhl ebenerdig
Energieversorgung 220 V 380 V nicht vorhanden
Wasser vorhanden ja nein
Bemerkung: keine

3.1.3 Messöffnungen

1 x 2" - Innengewinde

3.1.4 Strömungsbedingungen im Messquerschnitt

Forderungen nach DIN EN 15259

Winkel zwischen Gasstrom/Mittelachse Abgaskanal <15°: erfüllt nicht erfüllt
Keine negative lokale Strömung: erfüllt nicht erfüllt
Mindestgeschwindigkeit vorhanden (bei Staudrucksonde: Differenzdruck >5 Pa) erfüllt nicht erfüllt
Verhältnis max. zu min. Geschwindigkeit <3:1: erfüllt nicht erfüllt

Bemerkung: keine

3.1.5 Zusammenfassende Beurteilung der Messbedingungen

Messbedingungen nach DIN EN 15259

erfüllt

nicht erfüllt:

Ergriffene Maßnahmen:

zu erwartende Auswirkungen auf das Ergebnis:

Empfehlungen und Hinweise zur

Verbesserung der Messbedingungen: keine

Bemerkung:

3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

3.2.1 Darstellung der Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

2. Messachse durch Schwenken der Probenahmesonde

Lage der Messpunkte: siehe Protokoll Volumenstrom im Anhang

3.2.2 Homogenitätsprüfung

Homogenitätsprüfung:

durchgeführt (siehe Ergebnisse im Anhang)

nicht durchgeführt, weil:

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

Netzmessung

liegt vor

Datum der Homogenitätsprüfung:

Berichts-Nr.:

Prüfinstitut:

Ergebnis der Homogenitätsprüfung:

Messung an einem beliebigen Punkt

Messung an einem repräsentativen Punkt

Beschreibung der Lage des repräsentativen Punkts

Netzmessung

3.2.3 Komponentenspezifische Darstellung

Messkomponente	Anzahl der Messachsen	Anzahl der Messpunkte je Messachse	Homogenitätsprüfung durchgeführt	Beliebiger Messpunkt	Repräsentativer Messpunkt
Abgas-temperatur	1	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abgasfeuchte	1	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abgasvolumenstrom	2	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kohlenmonoxid	2	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stickstoffoxide, angeg. als NO ₂	2	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesamtkohlenstoff	2	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bemerkung:

keine

4. Mess- und Analysenverfahren

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

Messverfahren: Differenzdruckmessung in Verbindung mit einem Mikromanometer
Richtlinie: DIN EN ISO 16911

Staudrucksonde / Typ: Zylinder (mit entsprechendem Faktor K)
Mikromanometer Hersteller: siehe Anhang „Verwendete Prüfmittel“
Typ / Messbereich: siehe Anhang „Verwendete Prüfmittel“
Letzte Überprüfung / Kalibrierung: siehe Anhang „Verwendete Prüfmittel“
Art der Erfassung: vor Beginn der Probenahme

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskanal

Gerät: Mikromanometer (wie 4.1.1) unter Berücksichtigung der entsprechenden Anschlüsse

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

Gerät / Hersteller / Typ: siehe Anhang „Verwendete Prüfmittel“
Letzte Überprüfung / Kalibrierung: siehe Anhang „Verwendete Prüfmittel“

4.1.4 Abgastemperatur

Temperaturanzeige: Handmessgerät
Hersteller / Typ / Messbereich: siehe Anhang „Verwendete Prüfmittel“
Letzte Überprüfung / Kalibrierung: siehe Anhang „Verwendete Prüfmittel“
Art der Erfassung: stichprobenartig über den Messzeitraum

Temperaturfühler: NiCr/Ni-Thermoelement mit elektronischer Nullpunktkompensation
Hersteller / Messbereich: siehe Anhang „Verwendete Prüfmittel“
Typ: Typ K
Letzte Überprüfung / Kalibrierung: siehe Anhang „Verwendete Prüfmittel“
Art der Erfassung: stichprobenartig über den Messzeitraum

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

5 Messverfahren / Richtlinie: Zweithermometermethode / DIN EN 14790

4.1.6 Abgasdichte

Berechnet unter Berücksichtigung der Abgastemperaturen und der Druckverhältnisse sowie der Abgasbestandteile an:
Sauerstoff (O₂)
Kohlendioxid (CO₂)
Luftstickstoff (N₂)
Kohlenmonoxid (CO)
Abgasfeuchte (Wasserdampfanteil im Abgas)

4.1.7 Abgasverdünnung

zutreffend: nein

4.1.8 Volumenstrom

Ermittlungsmethode: Anhand der mittleren Strömungsgeschwindigkeit (s.4.1.1 bis 4.1.6)
mittlere Abgasgeschwindigkeit: Messverfahren: DIN EN ISO 16911-1
Messeinrichtung: siehe 4.1.1
Querschnittsfläche: Ermittlungsverfahren: direkte Maßbestimmung
Messeinrichtung: Messstab

4.2 Automatische Messverfahren

4.2.1 Messobjekt: Sauerstoff

4.2.1.1 Messverfahren

Paramagnetismus
Richtlinien: DIN EN 14789

4.2.1.2 Analysator

Hersteller / Typ: siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Gerät eignungsgeprüft: ja, Bekanntgabe im BAnz AT vom 05.03.2013, Nr. B10, Seite 7 sowie BAnz AT vom 23.07.2013, Nr. B4, Seite 9 und BAnz AT vom 01.04.2014, Nr. B12, Seite 17
Nachweisgrenze: 1 % vom Messbereichsendwert, lt. Hersteller
Messunsicherheit: siehe Anhang "Auswertung [O₂]"

4.2.1.3 Eingestellter Messbereich

siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"

4.2.1.4 Gerätetyp eignungsgeprüft

- Zertifizierung nach DIN EN 15267-4
- Zertifizierung nach DIN EN 15267-3
- Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert
- Eignungsprüfung auf Basis der BEP ohne Zertifizierung
- Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert

4.2.1.5 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde: Titan
Länge Absaugrohr: siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Staubfilter: Quarzwatte im Abgaskanal und Edelstahl-Filtereinheit im Heizschlauch
Probengasleitung vor Kühler : Teflon, beheizt auf 180°C, Länge siehe Anhang
Messgaskühler vor Analysator: M&C Products
Temperatur: geregelt auf 4°C
Probengasleitung nach Kühler: Teflon, Länge siehe Anhang
Werkstoff gasführender Teile: Teflon, Titan, Glas

4.2.1.6 Überprüfen von Null- und Referenzpunkt mit Prüfgasen

Nullgas: gereinigter Stickstoff
Prüfgas: 20,9 Vol.-% O₂
Hersteller: Umgebungsluft
Stabilitätsgarantie: -
Rückführbar zertifiziert: -
Flaschen-Nr.: -
Überprüfung des Zertifikats durch: -
Aufgabe durch das gesamte Probenahmesystem: ja

4.2.1.7 Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

Die Einstellzeit wurde durch Prüfgasaufgabe über die Entnahmesonde nach ausreichend langer Nullpunktanzeige ermittelt. Sie lag unter den geforderten 200 Sekunden.

4.2.1.8 Messwernerfassungssystem

Elektronische Datenaufzeichnung:	Datenlogger rechnergestützt
Hersteller:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Typ:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Software / Version:	Field Data Manager 1.4.4.9595 bzw. Webbrowser
Auflösung:	16 bit
Abtastrate:	1 s
Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"

Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Jährliche Funktionskontrolle i.A. an DIN EN 14181
Justierung (Null- und Referenzpunkt) vor
Messdurchführung
Prüfgasaufgabe am Analysator, anschließende Prüfgas-
aufgabe an Entnahmesonde Dichtigkeit ist bei Überein-
stimmung der Messwerte gegeben. Überprüfung (Null- und
Referenzpunkt) nach erfolgter Messdurchführung. Prüfung
der Drift.

4.2.2 Messkomponente: Kohlenmonoxid (CO)**4.2.2.1 Messverfahren**

Nicht-Dispersive-Infrarot-Gasanalyse (NDIR)
Richtlinien: DIN EN 15058

4.2.2.2 Analysator

Hersteller / Typ: siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Gerät eignungsgeprüft: ja, Bekanntgabe im BAnz AT vom 05.03.2013, Nr. B10,
Seite 7 sowie BAnz AT vom 23.07.2013, Nr. B4, Seite 9
und BAnz AT vom 01.04.2014, Nr. B12, Seite 17
Nachweisgrenze: 1 % vom Messbereichsendwert, lt. Hersteller
Messunsicherheit: siehe Anhang "Auswertung [CO]"

4.2.2.3 Eingestellter Messbereich

siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"

4.2.2.4 Gerätetyp eignungsgeprüft

- Zertifizierung nach DIN EN 15267-4
- Zertifizierung nach DIN EN 15267-3
- Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert
- Eignungsprüfung auf Basis der BEP ohne Zertifizierung
- Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert

4.2.2.5 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde:	Titan
Länge Absaugrohr:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Staubfilter:	Quarzwatte im Abgaskanal und Edelstahl-Filtereinheit im Heizschlauch
Probengasleitung vor Kühler :	Teflon, beheizt auf 180°C, Länge siehe Anhang
Messgaskühler vor Analysator:	M&C Products
Temperatur:	geregelt auf 4°C
Probengasleitung nach Kühler:	Teflon, Länge siehe Anhang
Werkstoff gasführender Teile:	Teflon, Titan, Glas

4.2.1.6 Überprüfen von Null- und Referenzpunkt mit Prüfgasen

Nullgas:	gereinigter Stickstoff
Prüfgas / Hersteller / Stabilitätsgarantie bis:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Rückführbar zertifiziert:	ja, durch Hersteller
Flaschen-Nr.:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Überprüfung des Zertifikats durch:	SGS-TÜV Saar GmbH
Aufgabe durch das gesamte Probenahmesystem:	ja

4.2.1.7 Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

Die Einstellzeit wurde durch Prüfgasaufgabe über die Entnahmesonde nach ausreichend langer Nullpunktanzeige ermittelt. Sie lag unter den geforderten 200 Sekunden.

4.2.1.8 Messwernerfassungssystem

Elektronische Datenaufzeichnung:	Datenlogger rechnergestützt
Hersteller:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Typ:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Software / Version:	Field Data Manager 1.4.4.9595 bzw. Webbrowser
Auflösung:	16 bit
Abtastrate:	1 s
Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"

Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Jährliche Funktionskontrolle i.A. an DIN EN 14181
Justierung (Null- und Referenzpunkt) vor Messdurchführung
Prüfgasaufgabe am Analysator, anschließende Prüfgasaufgabe an Entnahmesonde Dichtigkeit ist bei Übereinstimmung der Messwerte gegeben. Überprüfung (Null- und Referenzpunkt) nach erfolgter Messdurchführung. Prüfung der Drift.

4.2.3 Messkomponente: Stickstoffoxide (NO / NOx)**4.2.3.1 Messverfahren**

Chemilumineszenz Richtlinien:	DIN EN 14792
----------------------------------	--------------

4.2.3.2 Analysator

Hersteller / Typ:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Gerät eignungsgeprüft:	ja, Bekanntgabe im BAnz AT vom 05.03.2013, Nr. B10, Seite 7 sowie BAnz AT vom 23.07.2013, Nr. B4, Seite 9 und BAnz AT vom 01.04.2014, Nr. B12, Seite 17
Nachweisgrenze: Messunsicherheit	±1 % vom Messbereichsendwert, lt. Hersteller siehe Anhang "Auswertung [NO _x]"

4.2.3.3 Eingestellter Messbereich

siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"

4.2.3.4 Gerätetyp eignungsgeprüft

- Zertifizierung nach DIN EN 15267-4
- Zertifizierung nach DIN EN 15267-3
- Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert
- Eignungsprüfung auf Basis der BEP ohne Zertifizierung
- Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert

4.2.3.5 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde:	Titan
Länge Absaugrohr:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Staubfilter:	Quarzwatte im Abgaskanal und Edelstahl-Filtereinheit im Heizschlauch
Probengasleitung vor Kühler :	Teflon, beheizt auf 180°C, Länge siehe Anhang
Messgaskühler vor Analysator:	M&C Products
Temperatur:	geregelt auf 4°C
Probengasleitung nach Kühler:	Teflon, Länge siehe Anhang
Werkstoff gasführender Teile:	Teflon, Titan, Glas

4.2.3.6 Überprüfen von Null- und Referenzpunkt mit Prüfgasen

Nullgas:	gereinigter Stickstoff
Prüfgas / Hersteller / Stabilitätsgarantie bis:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Rückführbar zertifiziert:	ja, durch Hersteller
Flaschen-Nr.:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Überprüfung des Zertifikats durch:	SGS-TÜV Saar GmbH
Aufgabe durch das gesamte Probenahmesystem:	ja

4.2.3.7 Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

Die Einstellzeit wurde durch Prüfgasaufgabe über die Entnahmesonde nach ausreichend langer Nullpunktanzeige ermittelt. Sie lag unter den geforderten 200 Sekunden.

4.2.3.8 Messwerterfassungssystem

Elektronische Datenaufzeichnung:	Datenlogger rechnergestützt
Hersteller:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Typ:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Software / Version:	Field Data Manager 1.4.4.9595 bzw. Webbrowser
Auflösung:	16 bit
Abtastrate:	1 s
Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"

Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Jährliche Funktionskontrolle i.A. an DIN EN 14181
 Justierung (Null- und Referenzpunkt) vor Messdurchführung
 Prüfgasaufgabe am Analysator, anschließende Prüfgasaufgabe an Entnahmesonde Dichtigkeit ist bei Übereinstimmung der Messwerte gegeben. Überprüfung (Null- und Referenzpunkt) nach erfolgter Messdurchführung. Prüfung der Drift.

4.2.4 Messkomponente: Gesamtkohlenstoff**4.2.4.1 Messverfahren**

Flammenionisationsdetektor (FID)
Richtlinien:

DIN EN 12619

4.2.4.2 Analysator

Hersteller / Typ:
Gerät eignungsgeprüft:
Nachweisgrenze:
Messunsicherheit

siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
ja, GMBL-Nr.: 08/1996, S. 188
<1,5 % vom Messbereichsendwert, lt. Hersteller
siehe Anhang "Auswertung [Cges]"

4.2.1.3 Eingestellter Messbereich

siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"

4.2.4.4 Gerätetyp eignungsgeprüft

- Zertifizierung nach DIN EN 15267-4
- Zertifizierung nach DIN EN 15267-3
- Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert
- Eignungsprüfung auf Basis der BEP ohne Zertifizierung
- Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert

4.2.4.5 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde: Titan
Länge Absaugrohr: siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Staubfilter: Sinter-Filtereinheit im Heizschlauch
Probengasleitung: Teflon, beheizt auf 180°C, Länge siehe Anhang
Ofentemperatur: geregelt auf 200°C
Werkstoff gasführender Teile: Teflon, Titan, Edelstahl

4.2.4.6 Überprüfen von Null- und Referenzpunkt mit Prüfgasen

Nullgas: gereinigter Stickstoff
über internen Aktivkohlefilter gereinigte Umgebungsluft
Prüfgas / Hersteller / Stabilitätsgarantie bis: siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Rückführbar zertifiziert: ja, mit DKD Kalibrierschein
Flaschen-Nr.: siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Überprüfung des Zertifikats durch: SGS-TÜV Saar GmbH
Aufgabe durch das gesamte Probenahmesystem: ja

4.2.4.7 Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

Die Einstellzeit wurde durch Prüfgasaufgabe über die Entnahmesonde nach ausreichend langer Nullpunktanzeige ermittelt. Sie lag unter den geforderten 200 Sekunden.

4.2.4.8 Messwernerfassungssystem

Elektronische Datenaufzeichnung:	Datenlogger rechnergestützt
Hersteller:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Typ:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"
Software / Version:	Field Data Manager 1.4.4.9595 bzw. Webbrowser
Auflösung:	16 bit
Abtastrate:	1 s
Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	siehe Anhang "Verwendete Prüfmittel"

Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Jährliche Funktionskontrolle i.A. an DIN EN 14181
Justierung (Null- und Referenzpunkt) vor
Messdurchführung
Prüfgasaufgabe am Analysator, anschließende Prüfgas-
aufgabe an Entnahmesonde Dichtigkeit ist bei Überein-
stimmung der Messwerte gegeben. Überprüfung (Null- und
Referenzpunkt) nach erfolgter Messdurchführung. Prüfung
der Drift.

4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen

Entfällt

4.4 Partikelförmige Emissionen

Entfällt

4.5 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe

Entfällt

4.6 Geruchsemissionen

Entfällt

5. Betriebszustand der Anlage während der Messungen

5.1 Produktionsanlage

Die Produktionsanlage lief nach Angabe des Betreibers während des Messzeitraumes kontinuierlich und ohne erkennbare Störungen..

Betriebszustand der regenerativen thermischen Nachverbrennungsanlage TAR 4:

Datum:	08.03.2023			
Zeitraum:	12:20 bis 13:50 Uhr			
Anlage:	CL05	CL05	CL05	CL13
Betriebsweise:	Normalbetrieb	Normalbetrieb	Normalbetrieb	Normalbetrieb
Klebstoff:	22077961	22077961	22077961	22077961
Produkt:	DuploCOLL 3720;1000mm	DuploCOLL 3720;1260mm	DuploCOLL 3720;1260mm	DuploCOLL VP 8231;1260mm
Produktgeschwindigkeit:	25 m/min	25 m/min	25 m/min	22 m/min
Auftragsgewicht:	60 g/m ²	60 g/m ²	60 g/m ²	60 g/m ²

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Die RTO-Anlage lief während der Messung am 08.03.2023 im Normalbetrieb und augenscheinlich ohne erkennbare Störungen.

Der Zustand der Abluftreinigung ist den Bildern im Anhang zu entnehmen (siehe im Anhang unter Punkt 7.4 Betriebsaufzeichnungen).

6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Die Anlage lief während der Messungen störungsfrei und im betriebsüblichen Zustand.

6.2 Messergebnisse

Anlage: Regenerative thermische Nachverbrennungsanlage
TAR 4.1 und TAR 4.2, Gebäude G8 (Emissionsquelle)
Messstelle: im senkrechten Abgaskamin
Anzahl der Einzelmessungen: 3
Messdatum: 08.03.2023

Messkomponente: Kohlenmonoxid

Messung Nr.	Datum	Messzeitraum [Uhr]	Konzentration [g/m ³]	Massenstrom [kg/h]	Emissionsbegrenzung	
					Konzentration [g/m ³]	Massenstrom [kg/h]
1	08.03.2023	12:20 - 12:50	0,029	1,2980	0,10	-
2	08.03.2023	12:50 - 13:20	0,027	1,2210	0,10	-
3	08.03.2023	13:20 - 13:50	0,034	1,5330	0,10	-
Mittelwert			0,030	1,3507		
Maximalwert			0,034	1,5330	0,10	-

Messkomponente: Stickstoffoxide (angeg. als NO₂)

Messung Nr.	Datum	Messzeitraum [Uhr]	Konzentration [g/m ³]	Massenstrom [kg/h]	Emissionsbegrenzung	
					Konzentration [g/m ³]	Massenstrom [kg/h]
1	08.03.2023	12:20 - 12:50	0,004	0,1820	0,10	-
2	08.03.2023	12:50 - 13:20	0,004	0,2040	0,10	-
3	08.03.2023	13:20 - 13:50	0,005	0,2520	0,10	-
Mittelwert			0,004	0,2127		
Maximalwert			0,005	0,2520	0,10	-

Messkomponente: Gesamtkohlenstoff

Messung Nr.	Datum	Messzeitraum [Uhr]	Konzentration [mg/m ³]	Massenstrom [kg/h]	Emissionsbegrenzung	
					Konzentration [mg/m ³]	Massenstrom [kg/h]
1	08.03.2023	12:20 - 12:50	7,0	0,3130	20	-
2	08.03.2023	12:50 - 13:20	7,3	0,3300	20	-
3	08.03.2023	13:20 - 13:50	7,2	0,3250	20	-
Mittelwert			7,2	0,3227		
Maximalwert			7,3	0,3300	20	-

Die Konzentrationsangaben beziehen sich auf trockenes Abgas im Normzustand (1013 hPa, 273 K).

6.3 Messunsicherheiten

Messkomponente	Einheit	Maximalwert y_{\max}	erweiterte Messun- sicherheit ($U_{0,95}$)	$y_{\max} - U_{0,95}$	$y_{\max} + U_{0,95}$	Bestimmungs- methode
Kohlenmonoxid	g/m ³	0,034	0,00136	0,03	0,04	indirekter Ansatz
Stickstoffoxide (angeg. als NO ₂)	g/m ³	0,005	0,0034	0,002	0,01	indirekter Ansatz
Gesamtkohlenstoff	mg/m ³	7,3	3,48	4	11	indirekter Ansatz

Die Konzentrationsangaben beziehen sich auf trockenes Abgas im Normzustand (1013 hPa, 273 K).

6.4 Plausibilitätsprüfung und Diskussion

Die ermittelten Messergebnisse weisen im Hinblick auf die (Einsatzstoffe, Temperaturen etc.) während des Messzeitraumes und den Produktionsablauf keine Unplausibilitäten auf.

Unter Berücksichtigung der Anlagenauslastung während der Messungen ergeben sich durch den Vergleich der Messergebnisse miteinander und der Betriebsweise der Anlage keinerlei Unstimmigkeiten.

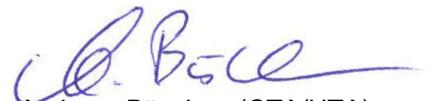
Sulzbach, den 22.03.2023

Rod/Ni/LiS

Der Sachbearbeiter/der fachlich Verantwortliche:



Dipl.-Ing. (FH) Thomas Rodner



Andreas Büschen (CTA/UTA)

Auswertung kontinuierlich erfasster Komponenten hier Sauerstoff [O₂]

Auftraggeber:	Lohmann GmbH
Berichtsnummer:	6484512
Anlage:	TAR 4
Messort:	Kamin
Messkomponente:	Sauerstoff [O ₂]
PM-Nr. des Analysators:	301-23-045

Messung-Nr.		1	2	3			
Datum		08.03.23	08.03.23	08.03.23			
Uhrzeit		12:20 - 12:50	12:50 - 13:20	13:20 - 13:50			
Barometerstand	[hPa]	985	985	985			
Temperatur Abgas	[°C]	103					
Feuchte Abgas	[Vol-%]	1,64	1,64	1,64			
Volumenstrom im Normzustand	[m ³ /h]	44.675	44.675	44.675			

Ergebnisse

Messwert	[Vol-%]	20,40	20,50	20,50			
Konzentration Drift korr.	[Vol-%]	20,34	20,39	20,34			
Gesamtmessunsicherheit	[Vol-%]	0,12	0,12	0,12			

		Mittelwert	Maximalwert
Konzentration	[Vol-%]	20,36	20,39

Einstellwert vor	Nullpunkt	08.03.23	0,00
Messbeginn	Endpunkt	12:00	20,90
Ablesewert nach	Nullpunkt	08.03.23	-0,10
Messende	Endpunkt	13:55	21,10
Drift max. abs. [%]			1,44
Bewertung der Drift			Werte wurden korrigiert

Eingesetztes Prüfgas Sauerstoff [O ₂]		
Prüfgaskonzentration	Flaschennummer	Haltbar bis
Sollwert Einheit		
20,9 Vol%		

Auswertung kontinuierlich erfasster Komponenten hier Kohlenmonoxid [CO]

Auftraggeber:	Lohmann GmbH
Berichtsnummer:	6484512
Anlage:	TAR 4
Messort:	Kamin
Messkomponente:	Kohlenmonoxid [CO]
PM-Nr. des Analysators:	301-23-045

Messung-Nr.		1	2	3			
Datum		08.03.23	08.03.23	08.03.23			
Uhrzeit		12:20 - 12:50	12:50 - 13:20	13:20 - 13:50			
Barometerstand	[hPa]	985	985	985			
Temperatur Abgas	[°C]	103					
Feuchte Abgas	[Vol-%]	1,64	1,64	1,64			
Abgasreinigung vorhanden		Nein	Nein	Nein			
Sauerstoffgehalt	[Vol-%]	20,34	20,39	20,34			
Volumenstrom im Normzustand	[m³/h]	44.675	44.675	44.675			

Ergebnisse

Messwert	[mg/m³]	28,3	26,4	33,3			
Konzentration Drift korr.	[mg/m³ _{N,tr}]	29,1	27,3	34,3			
Massenstrom	[kg/h]	1,298	1,221	1,533			
Gesamtmessunsicherheit	[mg/m³N,tr]	1,32	1,32	1,36			

Die angegebenen Konzentrationen beziehen sich auf trockenes Abgas im Normzustand (273 K; 1013 hPa)

Einstellwert vor	Nullpunkt	08.03.23	-0,90
Messbeginn	Endpunkt	12:00	109,30
Ablesewert nach	Nullpunkt	08.03.23	-1,40
Messende	Endpunkt	13:55	108,50
Drift max. abs. [%]			0,46
Bewertung der Drift			Werte wurden korrigiert

Eingesetztes Prüfgas			
Kohlenmonoxid [CO]			
Prüfgaskonzentration	Flaschen-	Haltbar	
Sollwert	Einheit	nummer	bis
109	mg/m³	16163	07 / 2025

Auswertung kontinuierlich erfasster Komponenten hier Stickstoffoxide [NOx angeg. als NO2]

Auftraggeber:	Lohmann GmbH
Berichtsnummer:	6484512
Anlage:	TAR 4
Messort:	Kamin
Messkomponente:	Stickstoffoxide [NOx angeg. als NO2]
PM-Nr. des Analysators:	301-23-045

Messung-Nr.		1	2	3			
Datum		08.03.23	08.03.23	08.03.23			
Uhrzeit		12:20 - 12:50	12:50 - 13:20	13:20 - 13:50			
Barometerstand	[hPa]	985	985	985			
Temperatur Abgas	[°C]	103					
Feuchte Abgas	[Vol-%]	1,64	1,64	1,64			
Abgasreinigung vorhanden		Nein	Nein	Nein			
Sauerstoffgehalt	[Vol-%]	20,34	20,39	20,34			
Volumenstrom im Normzustand	[m³/h]	44.675	44.675	44.675			

Ergebnisse

Messwert	[mg/m³]	4,1	4,6	5,7			
Konzentration Drift korr.	[mg/m³ _{N,tr}]	4,1	4,6	5,7			
Massenstrom	[kg/h]	0,182	0,204	0,252			
Gesamtmessunsicherheit	[mg/m³N,tr]	3,40	3,40	3,40			

Die angegebenen Konzentrationen beziehen sich auf trockenes Abgas im Normzustand (273 K; 1013 hPa)

Einstellwert vor	Nullpunkt	08.03.23	0,00
Messbeginn	Endpunkt	12:00	190,00
Ablesewert nach	Nullpunkt	08.03.23	0,10
Messende	Endpunkt	13:55	188,50
Drift max. abs. [%]			0,84
Bewertung der Drift			Werte wurden korrigiert

Eingesetztes Prüfgas			
Stickstoffoxide [NOx angeg. als NO2]			
Prüfgaskonzentration	Flaschen-	Haltbar	
Sollwert	Einheit	nummer	bis
189,8	mg/m³		

Auswertung kontinuierlich erfasster Komponenten hier Gesamt org. Kohlenstoff [Cges.]

Auftraggeber:	Lohmann GmbH
Berichtsnummer:	6484512
Anlage:	TAR 4
Messort:	Kamin
Messkomponente:	Gesamt org. Kohlenstoff [Cges.]
PM-Nr. des Analysators:	301-23-020

Messung-Nr.		1	2	3			
Datum		08.03.23	08.03.23	08.03.23			
Uhrzeit		12:20 - 12:50	12:50 - 13:20	13:20 - 13:50			
Barometerstand	[hPa]	985	985	985			
Feuchte Abgas	[Vol-%]	1,64	1,64	1,64			
Abgasreinigung vorhanden		Ja	Ja	Ja			
Sauerstoffgehalt	[Vol-%]	20,34	20,39	20,34			
Volumenstrom im Normzustand	[m³/h]	44.675	44.675	44.675			

Ergebnisse

Messwert	[mg/m³]	6,9	7,2	7,0			
Konzentration Drift korr.	[mg/m³ _{N,tr}]	7,0	7,4	7,3			
Massenstrom	[kg/h]	0,313	0,330	0,325			
Gesamtmessunsicherheit	[mg/m³N,tr]	3,48	3,48	3,48			

Die angegebenen Konzentrationen beziehen sich auf trockenes Abgas im Normzustand (273 K; 1013 hPa)

1) O2 Bezugsrechnung erfolgt nicht wenn O2ist < O2Bezug

Einstellwert vor	Nullpunkt	08.03.23	0,10
Messbeginn	Endpunkt	12:00	113,00
Ablesewert nach	Nullpunkt	08.03.23	-0,10
Messende	Endpunkt	13:55	111,00
Drift max. abs. [%]			1,59
Bewertung der Drift			Werte wurden korrigiert

Eingesetztes Prüfgas			
Propan berechnet als Cges.			
Prüfgaskonzentration	Flaschen-	Haltbar	
Sollwert	Einheit	nummer	bis
113	mg/m³	1910529	12 / 2024

7.2 Verwendete Prüfmittel

Verwendete Prüfmittel

Auftraggeber:	Lohmann GmbH	Auftragsnummer:	6484512
Anlage:	TAR 4	Sachbearbeiter:	Rodner
Messort:	Kamin	Datum:	08.03.2023

Gerätebezeichnung	Temperaturanzeige	Elektr. Mikromanometer	Barometer
Messgröße:	Temperatur	Druck	Luftdruck
Hersteller:	TMH Temperatur Messelemente Hettst	Airflow Lufttechnik GmbH	Airflow Lufttechnik GmbH
Typ:	Handmessgerät	PVM620	THB 4141
Messbereich:	-200 °C bis 1370 °C	-1245 Pa bis 3735 Pa	800 - 1100 hPa
Letzte Überprüfung:	01 / 2023	01 / 2023	01 / 2023
Prüfintervall	12 Monate	12 Monate	6 Monate
Prüfmittelnummer:	301-03-097	301-02-034	301-02-028

Gerätebezeichnung	Temperaturfühler	Temperaturfühler	Datenerfassung
Messgröße:	Temperatur	Temperatur	Spannung, Strom, Temperatur
Hersteller:	TMH Temperatur Messelemente Hettst	TMH Temperatur Messelemente Hettst	Endress & Hauser
Typ:	NiCr-Ni (Typ K)	NiCr-Ni (Typ K)	MEMOGRAPH MRSG 40
Messbereich:	-200 - 1000°C	-200 - 1000°C	0-1 V; 0-20mA; 4-20 mA,Temp.
Letzte Überprüfung:	01 / 2023	01 / 2023	01 / 2023
Prüfintervall	12 Monate	12 Monate	12 Monate
Prüfmittelnummer:	301-03-141	301-03-142	301-99-046

Gerätebezeichnung	FID (Bernath Atomic)	Mehrkomponentenmessgerät	Mehrkomponentenmessgerät
Messgröße:	Cges-Gehalt	CO	NO
Hersteller:	Bernath Atomic	HORIBA	HORIBA
Typ:	Modell 3006	PG 350-E	PG 350-E
Messbereich:	0 - 100 ppm	0 - 100 ppm	0 - 100 ppm
Letzte Überprüfung:	01 / 2023	01 / 2023	01 / 2023
Prüfintervall	12 Monate	12 Monate	12 Monate
Prüfmittelnummer:	301-23-020	301-23-045	301-23-045

Gerätebezeichnung	Mehrkomponentenmessgerät	Mehrkomponentenmessgerät
Messgröße:	CO2	O2
Hersteller:	HORIBA	HORIBA
Typ:	PG 350-E	PG 350-E
Messbereich:	0 - 20 Vol-%	0 - 25 Vol-%
Letzte Überprüfung:	01 / 2023	01 / 2023
Prüfintervall	12 Monate	12 Monate
Prüfmittelnummer:	301-23-045	301-23-045

Länge der benutzten Sonden

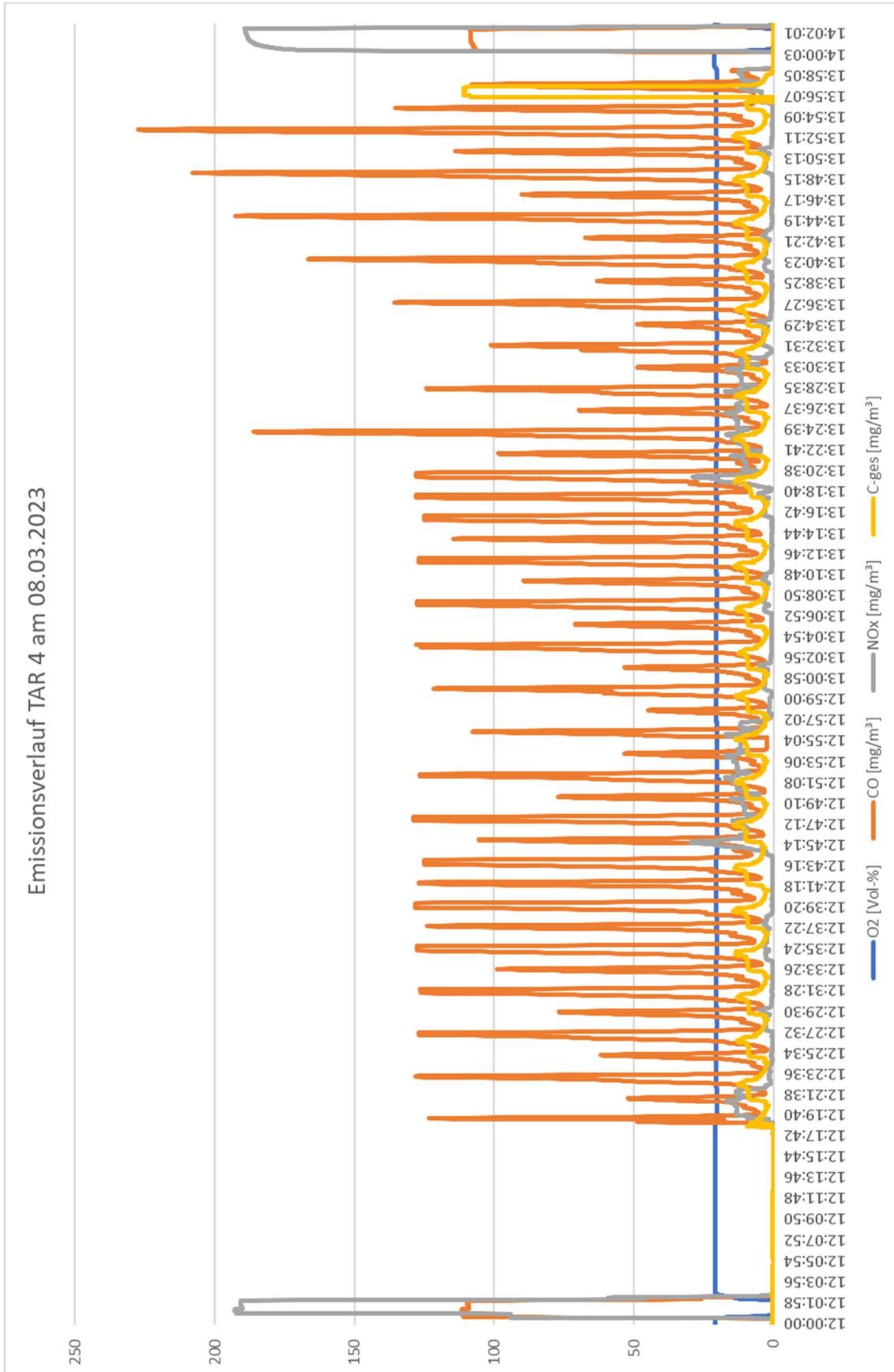
kontinuierliche Probenahme: 1 m

Länge der Messgasleitungen

beheizt vor Kühler: 10 m

unbeheizt nach Kühler: 5 m

7.3 Graphische Darstellung der Einzelmessungen



7.4 Betriebsaufzeichnungen

