TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11120-02-00

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an der Anlage Rollenofen 3 (RO 3) bei der Deutsche Steinzeug Cremer & Breuer AG in Sinzig für die Messobjekte NO_X, Staub, HF, SO_2 und O_2

TÜV-Bericht Nr.: 936/21255575/B1
Köln, 07.10.2022

www.umwelt-tuv.de

tre-service@de.tuv.com

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

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

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

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

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

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

Leerseite

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11120-02-00

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an der Anlage Rollenofen 3 (RO 3) bei der Deutsche Steinzeug Cremer & Breuer AG in Sinzig für die Messobjekte NO_x, Staub, HF, SO_2 und O_2

Dieser Messbericht ersetzt den Messbericht 936/21255575/B vom 01.06.2022. Geändert wurden in der Zusammenfassung die Einheiten für die Komponenten NO_x und SO_2 von g/m^3 in mg/m^3.

Name der nach § 29b BImSchG bekannt gegebenen Stelle:	TÜV Rheinland Energy GmbH
Befristung der Bekanntgabe:	10.12.2022
Berichtsnummer / Datum:	936/21255575/B1 07.10.2022
Betreiber:	Deutsche Steinzeug Cremer & Breuer AG Rheinallee 19 53489 Sinzig
Standort:	Deutsche Steinzeug Cremer & Breuer AG Rheinallee 19 53489 Sinzig
Art der Messung:	Emissionsmessungen
Bestellnummer: **(des Auftraggebers)**	4500460441
Auftragsdatum:	07.03.2022
Kundennummer:	1460691
Messtermin:	20.04.2022
Berichtsumfang:	insgesamt 35 Seiten Anhang ab Seite 28
Aufgabenstellung:	Bestimmung der Emissionen gemäß § 28 BImSchG
Anlagenzuordnung:	TA Luft

Leerseite

Zusammenfassung

Anlage: Rollenofen 3 (RO 3)

Betriebszeiten: ca. 8700 h/a

Emissionsquelle: Kamin

Messkomponenten: NO_X, Staub, HF, SO_2 und O_2 sowie Abgasrandbedingungen

Messergebnisse: Es wurden je Komponente 3 Einzelmessungen durchgeführt.

Quellennummer: keine Betreiberangaben

Messkomponente y	Einheit	Maximaler Messwert y_{max} bezogen auf Bezugswert	Erw. Messunsicherheit ($U_{p,\ 0,95}$)	$y_{max} - U_{0,95}$	$y_{max} + U_{0,95}$	Grenzwert	Anlagen-Zustand % Auslastung
NO_X	mg/m³	47,4	4,4	43	52	350	100
SO_2	mg/m³	155,4	18,0	137	173	500	100
Staub	mg/m³	<0,5	0,4	<1	<1	20	100
HF	mg/m³	2,5	0,3	2	3	5	100
O_2, Bezugswert CO_2 Vol, t, p, Feuchte	Vol.-%					17	100

Die Emissionswerte beziehen sich auf wasserdampffreies Abgas im Normzustand (273 K, 101,3 kPa) und den oben angegebenen Sauerstoffbezugswert.

Leerseite

INHALTSVERZEICHNIS

SEITE

1 Formulierung der Messaufgabe 9

2 Beschreibung der Anlage / gehandhabte Stoffe 11

3 Beschreibung der Probenahmestelle 13

4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte 16

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen 24

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion 25

7 Anhang 27

Leerseite

1 Formulierung der Messaufgabe

1.1	**Auftraggeber:**	Deutsche Steinzeug Cremer & Breuer AG Rheinallee 19 53489 Sinzig
1.2	**Betreiber:**	Deutsche Steinzeug Cremer & Breuer AG Rheinallee 19 53489 Sinzig
	Ansprechpartner:	[redacted]
	Telefon:	[redacted]
	Betreiber-/Arbeitsstätten-Nr.:	- / 62877
1.3	**Standort:**	Deutsche Steinzeug Cremer & Breuer AG Rheinallee 19 53489 Sinzig
1.4	**Anlage:**	Anlage zum Brennen keramischer Erzeugnissen gemäß Nr. 2.10.1 des Anhangs 1 zur 4. BImSchV vom 31.05.2017
	Anlagen-Nr.:	keine Betreiberangaben
1.5	**Datum der Messung:**	20.04.2022 (Messung für 03 / 2022)
	Datum der letzten Messung:	07 / 2019 (Messung für 03 / 2019)
	Datum der nächsten Messung:	03 / 2025
1.6	**Anlass der Messung:**	Messungen zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen
1.7	**Aufgabenstellung:**	Feststellung der Emissionen gemäß TA Luft und Genehmigungsbescheid
	Genehmigungsbehörde:	Struktur und Genehmigungsdirektion Nord
	Genehmigungsbescheid, Az.:	3.4-139-1/07 vom 18.04.2007
	Anordnung, Az.:	23/01/5.1/2016/2018 Lh/DI vom 26.09.2016
	Grenzwerte:	siehe Zusammenfassung
	Ziffern der Anordnung:	1.: Gesamtstaub, Fluor, CO, NO_x
	Amtliche Messung:	ja
1.8	**Messobjekte:**	eine Einzelaufstellung der gemessenen Komponenten enthält die Zusammenfassung

1.9 Durchgeführte Ortsbesichtigung vor Messdurchführung:

☐ Ortsbesichtigung am:

☒ die Messstelle ist aus vorherigen Messungen an dieser Anlage bereits bekannt

☒ Messbedingungen entsprechen im Wesentlichen der DIN EN 15259, Abweichungen bei:

Einlaufstrecke < 5 D_h

Es lässt sich an der Anlage keine bessere Messstrecke einrichten. Die Messpunkteanzahl wurde von 4 auf 8 erhöht. Da eine homogene Verteilung für die Komponente NOx bestimmt wurde, sind keine Auswirkungen auf die erweiterte Messunsicherheit zu erwarten.

1.10 Messplanabstimmung: mit dem Betreiber

1.11 An der Probenahme beteiligte Personen: [redacted]

1.12 Beteiligte weitere Institute: keine

1.13 Fachlich Verantwortliche: [redacted]

Telefon-Nr.:

Email-Adresse:

2 Beschreibung der Anlage / gehandhabte Stoffe

2.1 Art der Anlage: Anlage zum Brennen keramischer Erzeugnisse

2.2 Beschreibung der Anlage

Die Firma Deutsche Steinzeug Cremer & Breuer AG in Sinzig betreibt auf ihrem Betriebsgelände u.a. den Rollenofen 3 zum Brennen von Fliesen und ähnlichen Erzeugnissen. Die Anlage wird mit Erdgas befeuert und arbeitet kontinuierlich. Die Abgase der Anlage werden zusammengefasst und anschließend in einer Fluorabscheideanlage gereinigt und über Kamin ins Freie geleitet.

Anlagedaten:

Betriebsbezeichnung:	Rollenofen 3
Hersteller:	Keramischer Ofenbau
Ofentyp:	ZRO-945-223
Brennstoff:	Erdgas
Baujahr:	1999
maximaler Durchsatz:	10.000 m²/Tag
maximale Temperatur:	1190 °C

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen

2.3.1 Emissionsquelle:	Kamin
Höhe über Grund:	26 m
Austrittsfläche:	0,75 m²
Rechtswert / Hochwert:	2589550 / 5601850
Bauausführung:	Stahl

2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe: Erdgas, Ton, Zusatzstoffe

2.5	**Betriebszeiten**	
2.5.1	**Gesamtbetriebszeit:**	ca. 8700 h/a
2.5.2	**Emissionszeit nach Betreiberangaben**	
	täglich:	ca. 24 h
	wöchentlich:	ca. 168 h
2.6	**Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen**	
2.6.1	**Einrichtung zur Erfassung der Emissionen**	
2.6.1.1	**Anlage zur Emissionserfassung:**	geschlossene Anlage mit gerichteter Emissionsquelle
2.6.1.2	**Erfassungselement:**	Saugzugventilator
2.6.1.3	**Ventilatorkenndaten:**	38000 m³/h
2.6.1.4	**Ansaugfläche:**	nicht ermittelbar
2.6.2	**Einrichtung zur Verminderung der Emissionen:**	
	Gewebefilter mit vorgeschalteter Kalkeindüsung:	
	Hersteller, Typ:	C.A.M.I. srl / FPF 456
	Baujahr:	2008
	Anzahl der Filterkammern:	1
	Anzahl der Schläuche/Taschen:	456
	Filterfläche:	456 m²
	Filterflächenbelastung:	ca. 1,4 m³/(m² min)
	Filtermaterial:	Nomex Teflon
	Art der Abreinigung:	pneumatisch
	Eingestellter Abreinigungsrhythmus:	druckabhängig
	Letzter Filtertuchwechsel:	03 / 2022
	Druckdifferenz Roh-/Reingas:	60 mm H_2O
	Nennleistung des Sauzugventilators:	38.000 m³
	Art des Staubaustrages:	Schnecke
	Wartungsintervalle:	bei Bedarf
	Letzte Wartung:	03 / 2022
2.6.3	**Einrichtung zur Kühlung des Abgases:**	keine

3 Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Lage des Messquerschnittes

Die Messstelle befindet sich im senkrecht verlaufenden Abgaskamin nach Filter und Ventilator in ca. 8 m Höhe und ist über eine Steigleiter zu erreichen.

Einlaufstrecke:	3,5 m
Auslaufstrecke:	> 10 m

Übereinstimmung der Probenahmestelle mit den Anforderungen der DIN EN 15259

Einlaufstrecke ≥ 5 D_h:	nein
Auslaufstrecke ≥ 2 D_h:	ja
Auslaufstrecke ≥ 5 D_h bis zur Mündung:	ja
Bemerkungen:	Es lässt sich an der Anlage keine bessere Messstrecke einrichten. Die Messpunkteanzahl wurde von 4 auf 8 erhöht. Da eine homogene Verteilung für die Komponente NOx bestimmt wurde, sind keine Auswirkungen auf die erweiterte Messunsicherheit zu erwarten.
Winkel zwischen Gasstrom/Mittelachse Abgaskanal < 15°:	ja
keine negative lokale Strömung:	ja
Mindestgeschwindigkeit vorhanden (bei Staudrucksonde: Differenzdruck > 5 Pa):	ja
Verhältnis max. zu min. Geschwindigkeit < 3:1:	ja
Bemerkungen:	keine

3.2 Abmessungen des Messquerschnittes: ∅ 98 cm ≙ 0,754 m²

3.3 Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

	Volumenstrom, partikelförmige Komponenten, Homogenitätsprüfung, gasförmige Komponenten (HF / SO_2)	gasförmige Komponenten (O_2, CO_2, NO_x)
Achsen:	2	1
Messpunkte je Achse:	4	1
Abstand der Messpunkte vom Kanalrand:	7, 25, 74, 91 cm	ca. 50 cm

3.3.1 Nachweis der Repräsentativität des Messpunktes

Gültige Homogenitätsprüfung:	liegt vor
Datum:	20.04.2022
Berichts-Nr.:	dieser Bericht
Prüfstelle:	TÜV Rheinland
Ergebnis der Prüfung:	Messung an einem beliebigen Punkt

Der Nachweis der Repräsentativität gemäß DIN EN 15259 ist in Anhang A5 wiedergegeben.

Tabelle 3.1: Verteilung im Messnetz

Messpunkt	Abgasgeschwindigkeit (m/s)
1.1	10,7
1.2	11,2
1.3	12,5
1.4	14,1
2.1	15,1
2.2	13,1
2.3	12,1
2.4	11,8

3.4	**Anzahl und Größe der Messöffnungen**	
	Anzahl der Messöffnungen:	2
	Lage der Messöffnungen:	In einer Ebene um 90° versetzt
	Lichter Durchmesser:	3"
	Stutzenlänge:	70 mm
3.5	**Arbeitsbühne:**	ist vorhanden
3.6	**Wetterschutz:**	ist vorhanden

4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1	**Strömungsgeschwindigkeit:**	Prandtl'sches Staurohr mit Mikromanometer
	Fabrikat / Typ /Messbereich / Nachweisgrenze:	SI GmbH / LPU 3 / 0 - 500 / 0 - 5000 Pa / 1,5 m/s
	Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	vor der Messung: 02 2022
	Art der Ermittlung:	wiederkehrende Messung am geeigneten Punkt im Messquerschnitt, Aufzeichnung im 5-Minutenabstand
4.1.2	**Statischer Druck im Abgaskamin:**	Manometer nach 4.1.1
4.1.3	**Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle**	
	Barometer, Fabrikat / Typ:	Greisinger / GPB 3300 / 300 - 1100 hPa
	Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	vor der Messung: 06 2021
4.1.4	**Abgastemperatur:**	NiCr-/Ni-Thermoelement, Typ K
	Temperaturmessgerät, Fabrikat / Typ:	Messwerterfassung wie unter 4.2.1.8
	Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	vor der Messung: 02 2022
	Art der Ermittlung:	kontinuierliche Ermittlung am geeigneten Punkt im Messquerschnitt, Aufzeichnung durch Registriereinrichtung /Messdatenerfassung gemäß 4.2.1.8
4.1.5	**Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte):**	Adsorption an Silikagel und nachfolgende gravimetrische Bestimmung gemäß DIN EN 14790
	Hersteller (Waage) / Typ / Messbereich:	Kern/474-42/5/0 -6200 g
	Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	vor der Messung: 06 2021
4.1.6	**Abgasdichte:**	berechnet unter Berücksichtigung der Abgasbestandteile an Sauerstoff (O_2), Kohlendioxid (CO_2), Stickstoff (mit 0,933 % Argon), Abgasfeuchte (Wasserdampfanteil im Abgas) sowie der Abgastemperatur und Druckverhältnisse im Kanal
4.1.7	**Abgasverdünnung:**	nicht festgestellt

4.2 Kontinuierliche Messverfahren

4.2.1	**Messobjekt:**	**Kohlenmonoxid (CO)**
4.2.1.1	**Messverfahren / Norm:**	Bestimmung der Massenkonzentration von Kohlenmonoxid – Standardreferenzverfahren: Nicht-dispersive Infrarotspektrometrie gemäß DIN EN 15058, Mai 2017
4.2.1.2	**Analysator:**	TÜV-Messeinrichtung
	Hersteller:	Horiba / PG-350E
4.2.1.3	**Eingestellter Messbereich:**	0 - 500 ppm
4.2.1.4	**Gerätetyp eignungsgeprüft:**	ja

4.2.1	**Messobjekt:**	**Stickstoffoxide (NO_X)**
4.2.1.1	**Messverfahren / Norm:**	Bestimmung der Massenkonzentration von Stickstoffoxiden – Standardreferenzverfahren: Chemilumineszenz gemäß DIN EN 14792, Mai 2017
4.2.1.2	**Analysator:**	TÜV-Messeinrichtung
	Hersteller:	Horiba / PG-350E
	Konverter:	ja (geräteintern)
4.2.1.3	**Eingestellter Messbereich:**	0 - 500 ppm
4.2.1.4	**Gerätetyp eignungsgeprüft:**	ja

4.2.1	**Messobjekt:**	**Sauerstoff (O_2)**
4.2.1.1	**Messverfahren / Norm:**	Bestimmung der Volumenkonzentration von Sauerstoff, Standardreferenzverfahren: Paramagnetismus gemäß DIN EN 14789, Mai 2017
4.2.1.2	**Analysator:**	TÜV-Messeinrichtung
	Hersteller:	Horiba / PG-350E
4.2.1.3	**Eingestellter Messbereich:**	0 - 25 Vol.-%
4.2.1.4	**Gerätetyp eignungsgeprüft:**	ja

4.2.1	**Messobjekt:**	**Kohlendioxid (CO_2)**
4.2.1.1	**Messverfahren / Norm:**	NDIR / Hausverfahren in Anlehnung an DIN EN 15058, Mai 2017
4.2.1.2	**Analysator:**	TÜV-Messeinrichtung
	Hersteller:	Horiba PG-350E
4.2.1.3	**Eingestellter Messbereich:**	0 - 20 Vol.-%
4.2.1.4	**Gerätetyp eignungsgeprüft:**	ja

4.2.1.5 Messplatzaufbau:

	O_2, CO_2, CO, NO_x	
Entnahmesonde:	beheizt auf °C	150
Staubfilter:	beheizt durch Abgas	
Probengasleitung vor Gasaufbereitung:	beheizt auf °C	150
Probengasleitung vor Gasaufbereitung:	Länge in m:	10
Probengasleitung nach Gasaufbereitung:	unbeheizt	
Probengasleitung nach Gasaufbereitung:	Länge in m:	2
Werkstoff der gasführenden Teile:	Edelstahl, PTFE	
Messgasaufbereitung:	Quarzwattefilter Messgaskühler /-trockner	
Messgaskühler, Fabrikat / Typ:	M & C / PSS 5	
Temperatur, geregelt auf Taupunkttemperatur:	3 °C ± 1 K	

4.2.1.6 Überprüfung der Gerätekennlinie mit Prüfgasen

Nullgas:		N_2	N_2
Prüfgas:		**CO** in N_2	**NO** in N_2
Konzentration:	in mg/m³	499	540
Unsicherheit:	in %	2	2
Flaschen ID-Nummer:		17077	17077
Hersteller:		Praxair	Praxair
Herstelldatum:		13.01.2022	13.01.2022
Stabilitätsgarantie in Monaten:		36	36
rückführbar zertifiziert:		ja	ja
Überprüfung des Zertifikates durch:		Eigenlabor	Eigenlabor
am:		03.02.2022	03.02.2022
Prüfgas und Nullgas durch das gesamte Probenahmesystem incl. Sonde und Messgasaufbereitung aufgegeben:		ja	ja

4.2.1.6 Überprüfung der Gerätekennlinie mit Prüfgasen

Nullgas:		N_2	N_2
Prüfgas:		**O_2**, Außenluft	**CO_2** in N_2
Konzentration:	in Vol.-%	20,94	15,06
Unsicherheit:	in %	-	2
Flaschen ID-Nummer:		-	17077
Hersteller:		-	Praxair
Herstelldatum:		-	13.01.2022
Stabilitätsgarantie in Monaten:		-	36
rückführbar zertifiziert:		-	ja
Überprüfung des Zertifikates durch:		-	Eigenlabor
am:		-	03.02.2022
Prüfgas und Nullgas durch das gesamte Probenahmesystem incl. Sonde und Messgasaufbereitung aufgegeben:		ja	ja

4.2.1.7 90%-Einstellzeit des ges. Messaufbaus

Ermittelt durch Aufgabe von Prüfgas in die Entnahmesonde:	in s	40

4.2.1.8 Registrierung der Messwerte

mit einer Messwerterfassungsanlage (Rechner), Fabrikat / Typ:	Yokogawa / MV 2020
Erfassungsprogramm (Software):	Yokogawa / Excel

4.2.1.9 Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Dichtheitsprüfung,
Prüfung von Null- und Referenzpunkt vor und nach der Messung über das gesamte System,
Drift < 2%

4.3 Diskontinuierliche Messverfahren

4.3.1 Gas- und dampfförmige Emissionen

4.3.1.1 Messobjekt: Schwefeldioxid

4.3.1.2 Messverfahren: Bestimmung der Massenkonzentration von Schwefeloxiden, Standardreferenzverfahren gemäß DIN EN 14791, Mai 2017

Analyseverfahren: Ionenchromatographie

4.3.1.3 Messplatzaufbau

Entnahmesonde:	Quarz, beheizt durch Abgas
Entnahmerohr:	Quarz, beheizt auf °C 150
Maximale Eintauchtiefe in m:	0,91
Partikelfilter (Outstack):	Quarzfaserfilter im Filtergehäuse aus Titan, Whatman 1851
-beheizt, °C	150
Gasvolumenmessgerät:	Gasuhr (Bauart: trocken)
Absorptionseinrichtung:	100 ml-Waschflaschen mit Fritten D2 (2fach)
Sorptionsmittel:	0,3%ige Wasserstoffperoxidlösung, je 35 ml
Abstand Sonde / Abscheideelement:	1,2 m
Standzeit der Proben in Tagen:	4
Transport und Lagerung:	in PP-Bechern mit PE-Deckeln

4.3.1.4 Analytische Bestimmung

Analysengeräte:	Dionex ICS mit Leitfähigkeitsdetektor
Säule / Fluss:	AS14A- 5 µm (3 x 150 mm) / 0,5 ml/min
Eluent:	Na_2CO_3 / $NaHCO_3$
Auswertung:	Flächenberechnung
Standards:	Standardlösung (Merck Certipur, 1000 mg SO_4^{2-}/l) Standardkalibrierverfahren, Messen gegen H_2O_2

4.3.1.5 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen:	NH_3 > 5 mg/m³ als $(NH_4)_2SO_3$, SO_3 wird miterfasst
Nachweisgrenze:	0,01 mg SO_2 ≙ 0,2 mg/m³ bei 0,05 m³ Probengasvolumen

4.3.1.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Dichtheitsbestimmung der Probenahmeeinrichtung

Feldblindwert

Zeitpunkt der Probenahme:	20.04.2022	11:05 Uhr
	21.04.2022	10:05 Uhr
Bestandteile:	Sorptionsmittel aus Waschflaschen	

	Angaben zu Masse, Konzentration sowie Ergebnisvergleich:	siehe Anhang, Tabelle: Bestimmung der Emissionen an SO_2
4.3.1.1	**Messobjekt:**	anorg. gasförmige Fluorverbindungen (HF)
4.3.1.2	**Messverfahren:**	Hausverfahren nach QMA 2.561.22, März 2016 in Anlehnung an DIN EN 1911, Dezember 2010 und unter Beachtung der VDI 2470 Blatt1, Oktober 1975
	Analyseverfahren:	Ionenchromatografie
4.3.1.3	**Messplatzaufbau**	
	Entnahmesonde:	Quarz, beheizt durch Abgas
	Entnahmerohr:	Quarz, beheizt auf °C 150
	Maximale Eintauchtiefe in m:	0,91
	Partikelfilter (Outstack):	Quarzfaserfilter im Filtergehäuse aus Titan, Whatman 1851
	-beheizt, °C	150
	Gasvolumenmessgerät:	Gasuhr (Bauart: trocken)
	Absorptionseinrichtung:	100 ml-Waschflaschen mit Fritten D2 (2fach)
	Sorptionsmittel:	dest. Wasser (LF < 0,2 µS/cm), je 35 ml
	Abstand Sonde / Abscheideelement:	1,2 m
	Standzeit der Proben in Tagen:	4
	Transport und Lagerung:	in PP-Bechern mit PE-Deckeln
4.3.1.4	**Analytische Bestimmung**	
	Analysengeräte:	Dionex ICS mit Leitfähigkeitsdetektor
	Säule / Fluss:	AS14A- 5 µm (3 x 150 mm) / 0,5 ml/min
	Eluent:	$NaCO_3$ / $NaHCO_3$
	Auswertung:	Flächenberechnung
	Standards:	Standardkalibrierverfahren, Standardlösung (Merck, Certipur, 1000 mg F^-/l), Messen gegen H_2O
4.3.1.5	**Verfahrenskenngrößen (bei Einsatz von dest. Wasser)**	
	Einfluss von Begleitstoffen:	keine
	Nachweisgrenze:	3 µg ≙ 0,06 mg/m³ bei 0,05 m³ Probengasvolumen
	Obere Erfassungsgrenze:	mindestens 50 mg/m³, ein höherer Konzentrationsbereich wurde nicht überprüft
	Wiederfindungsrate inkl. Probenaufbereitung:	> 99 % (Laboruntersuchungen)
	Wiederholbarkeit nach VDI 2449, Blatt 1:	0,027 mg/m³

4.3.1.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Dichtheitsbestimmung der Probenahmeeinrichtung

Feldblindwert

Zeitpunkt der Probenahme:	20.04.2022	11:00 Uhr
	21.04.2022	09:55 Uhr
Bestandteile:	Sorptionsmittel aus Waschflaschen	
Angaben zu Masse, Konzentration sowie Ergebnisvergleich:	siehe Anhang, Tabelle: Bestimmung der Emissionen an HF	

4.3.2 Partikelförmige Emissionen:

4.3.2.1 Messobjekt:	Gesamtstaub	
4.3.2.2 Messverfahren:	Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubgehalten; manuelles gravimetrisches Verfahren gemäß DIN EN 13284, Teil 1, Februar 2018	
Analyseverfahren:	gravimetrische Bestimmung	
4.3.2.3 Messplatzaufbau		
Filtergerät:	Planfilterkopfgerät	
Anordnung:	Outstack, beheizt auf °C	150
Material:	Titan	
Entnahmesonde / Entnahmerohr:	Titan/Quarz, beheizt auf °C	150
Wirkdurchmesser in mm:	siehe Tabelle, Anhang 2	
Abscheidemedium (Planfilter):	Quarzfaser Whatman, 1851	
Filterdurchmesser:	50 mm	
Transport und Lagerung:	in Rundbehältern aus Polystyrol	
4.3.2.4 Behandlung des Abscheidemediums		
Trocknungstemperatur / -zeit vor der Beaufschlagung: nach der Beaufschlagung:	 300 °C / mind. 1 h 160 °C / mind. 1 h	
Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Filter:	nach jeder Messreihe (mindestens einmal pro Tag)	
Behandlung der Spüllösung:	Eindampfen, Trocknen	
Konditionierung im Wägeraum (vor / nach):	24 h / 24 h (klimatisierter Wägeraum)	
Waage / Hersteller:	XPE 205 / Mettler Toledo / 0 - 220 g	
4.3.2.5 Aufbereitung und Auswertung der Messfilter und Absorptionslösungen:	nicht zutreffend	
4.3.2.6 Verfahrenskenngrößen:	siehe 6.3	
4.3.2.7 Maßnahmen zur Qualitätssicherung		
Maßnahmen zur Qualitätssicherung:	jährliche Wartung Waage (Hersteller), vor jeder Serie Überprüfung mit zertifizierten Massenstücken, Dichtheitsprüfung, Einhaltung der isokinetischen Bedingungen	

Feldblindwert

Zeitpunkt der Probenahme:	20.04.2022	11:15 Uhr
Bestandteile:	Filter, Filterkopfspüllösung	
Angaben zu Masse, Konzentration sowie Ergebnisvergleich:	siehe Anhang A2, Tabelle: Bestimmung der Emissionen an Staub	
Bestimmungsgrenze:	0,3 mg ≙ 0,3 mg/m³ bei 1 m³ Probengasvolumen	

4.3.3 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe: nicht zutreffend

4.3.4 Geruchsemissionen: nicht zutreffend

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

5.1 Anlage

Betriebsweise:	kontinuierliche Betriebsweise
Durchsatz / Leistung:	s. Anhang A4
Einsatzstoffe / Brennstoffe:	Fliesenrohlinge
Produkte:	gebrannte Fliesen
charakteristische Betriebsgrößen:	siehe Anhang A4
Abweichungen von genehmigter bzw. bestimmungsgemäßer Betriebsweise:	nicht festgestellt
besondere Vorkommnisse:	keine

Die Aufzeichnungen des Betriebes über den Zustand der Anlage befinden sich im Anhang.

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Messung	Differenzdruck mm WS	$CaCO_3$-Dosierung kg/h
1	98	5,0
2	100	5,1
3	102	5,0

Betriebsdaten:

Betriebstemperaturen:	ca. 150 °C Filtertemperatur
emissionsbeeinflussende Parameter:	Austrag / Kalkdosierung
Besonderheiten der Abgasreinigung:	keine
Abweichungen von bestimmungsgemäßer Betriebsweise:	nicht festgestellt
besondere Vorkommnisse:	keine

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Während der Messungen wurde die Anlage im kontinuierlichen Regelbetrieb bei produktentsprechender maximaler Auslastung des Ofens (alle Brennzonen besetzt) betrieben (siehe Anhang A4).

Die Prüfung der Homogenität erfolgte bei der oben genannten maximalen Leistung.

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

6.2 Messergebnisse

Brennstoff		Erdgas H		
Datum	2022	20.04.	20.04.	20.04.
Messzeitraum	von	12:42	13:29	14:13
	bis	13:12	13:59	14:43
Betriebszustand	Last	Volllast [1)]		
Luftdruck	hPa	1007	1007	1007
Abgastemperatur	°C	118	118	119
O_2-Konzentration, trocken	Vol.-%	17,12	17,10	17,14
O_2-Bezugswert	Vol.-%	17	17	17
CO_2-Konzentration, trocken	Vol.-%	2,2	2,2	2,2
Abgasfeuchte (f)	m³/m³	0,060	0,060	0,060
Abgasvolumenstrom (n,tr)	m³/h	22.300	22.300	22.300

n,tr wasserdampffreies Abgas, bezogen auf 273 K und 101,3 kPa
f / tr im feuchten Abgas / bez. auf trockenes Abgas
1) vorgefundene maximale Anlagenleistung

Brennstoff			Erdgas H		
Datum		2022	20.04.	20.04.	20.04.
Messzeitraum		von	12:42	13:29	14:13
		bis	13:12	13:59	14:43
Betriebszustand		Last	Volllast [1]		
NO_x-Konzentration als NO	(n, tr)	mg/m³	29,5	29,4	29,8
NO_x-Konzentration als NO_2	**(n, tr)**	mg/m³	45,3	45,2	45,8
NO_x-Konzentration als NO_2	(n,tr,O_2) [2]	mg/m³	46,8	46,4	47,4
Erw. Messunsicherheit $U_{0,95}$		mg/m³	4,2	4,2	4,4
NO_x-Grenzwert		mg/m³	350		
NO_x-Massenstrom		kg/h	1,01	1,01	1,02
Staub-Konzentration	**(n, tr)**	mg/m³	<0,5	<0,5	<0,5
Staub-Konzentration	(n,tr,O_2) [2]	mg/m³	<0,5	<0,5	<0,5
Erw. Messunsicherheit $U_{0,95}$		mg/m³	0,4	0,4	0,4
Staub-Grenzwert		mg/m³	20		
Staub-Massenstrom		kg/h	<0,012	<0,012	<0,012
SO_2-Konzentration	**(n, tr)**	mg/m³	148,1	150,4	149,9
SO_2-Konzentration	(n,tr,O_2) [2]	mg/m³	152,6	154,3	155,4
Erw. Messunsicherheit $U_{0,95}$	[5]	mg/m³	17,4	17,8	18,0
SO_2-Grenzwert		mg/m³	500		
SO_2-Massenstrom		kg/h	3,40	3,35	3,35
HF-Konzentration	**(n, tr)**	mg/m³	2,2	2,3	2,4
HF-Konzentration	(n,tr,O_2) [2] [3]	mg/m³	2,2	2,3	2,5
Erw. Messunsicherheit $U_{0,95}$		mg/m³	0,2	0,2	0,3
HF-Grenzwert		mg/m³	5		
HF-Massenstrom		g/h	49,63	51,88	54,07

n,tr wasserdampffreies Abgas, bezogen auf 273 K und 101,3 kPa

[1] vorgefundene maximale Anlagenleistung

[3] bei O_2-Gehalten unter O_2-Bezugswert erfolgt keine Umrechnung auf den Bezugswert

- NOx = NO + NO_2

Die Einzelergebnisse und Messprotokolle befinden sich im Anhang.

6.3 Messunsicherheiten

siehe unter Zusammenfassung Seite 5

Bestimmungsmethoden
alle Komponenten: rechnerischer Ansatz

6.4 Plausibilitätsprüfung

Die Anlagenauslastung ist anhand der in Anhang A4 aufgeführten Betriebsaufzeichnungen und der in Kapitel 6.1 beschriebenen Auslastung nachvollziehbar.

Die Einzelergebnisse und Messprotokolle befinden sich im Anhang.

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

Die Messergebnisse entsprechen den Ergebnissen an vergleichbaren Anlagen.

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

Abteilung Immissionsschutz / Luftreinhaltung (936)

Der Bearbeiter: Stellvertreter des fachlich Verantwortlichen:

[redacted]

Köln, 07.10.2022

936/21255575/B1

7 Anhang

A1: Abgasrandbedingungen

A2: Auswertung der Schadstoffmessungen

A3: Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten

A4: Aufzeichnungen des Betreibers, Betriebsdaten

A5: Nachweis der Repräsentativität gemäß DIN EN 15259

A6: Abkürzungen

Anhang A1: Abgasrandbedingungen

Berechnung des Hauptvolumenstroms im Kanal:

Firma		Dt. Steinzeug
Anlage		Rollenofen 3
Messstelle		Kamin
Messtag		20.04.2022
Messung	Nr.	1
Betriebszustand der Anlage		VL
Messbeginn	Uhr	12:24
Mittlere Abgastemperatur	°C	118
desgleichen absolut	K	391
Luftdruck	hPa	1007
statische Druckdifferenz	Δ hPa	-0,7
absoluter Druck	hPa	1006
Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	17,2
Kohlendioxidkonzentration	Vol.-%	2,2
Abgasfeuchte (f_f) *	m^3/m^3	0,060
Wassergehalt bez. auf trockenes Abgas	g/m^3	50,3
Dichte (n,f)	kg/m^3	1,273
Dichte Kanalzustand (t,p,f)	kg/m^3	0,883
Mittlerer Wurzelwert d. dyn. Druck	√Pa	9,95
mittlere Gasgeschwindigkeit	m/s	12,6
Kanalquerschnitt	m^2	0,754
Hauptvolumenstrom (t,p,f)	m^3/s	9,5
desgleichen stündlich (t,p,f)	m^3/h	34.200
desgleichen (n,f)	m^3/h	23.700
desgleichen (n,tr)	m^3/h	22.300

* entspr. Auffang-Wirkungsgrad korrigiert // Faktor Volumenstrommessung = 0,840
t,p,f = Betriebszustand
n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas
n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas

Anhang A2: Auswertung der Schadstoffmessungen

Tabelle Anhang: Bestimmung der Emissionen an Schwefeldioxid

Firma		Dt. Steinzeug		
Anlage		Rollenofen 3		
Messstag		20.04.2022	20.04.2022	20.04.2022
Messung Nr.		1	2	3
Betriebszustand		Volllast	Volllast	Volllast
Messbeginn	Uhr	12:42	13:29	14:13
Messende	Uhr	13:12	13:59	14:43
Abgesaugtes Teilgasvolumen		trockene Gasuhr		
Dauer der Absaugung	h:min	00:30	00:30	00:30
Stand der Gasuhr am Ende	m³	0,0705	0,0639	0,0635
Stand der Gasuhr am Anfang	m³	0,0000	0,0000	0,0000
Abges. Teilgasvolumen (t,p,tr)	m³	0,0705	0,0639	0,0635
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,020	1,020	1,020
Mittl. Temperatur an der Gasuhr	°C	28,7	29,5	29,3
Desgl. in abs. Temperaturgraden	K	302	303	302
Barometerstand	hPa	1007	1007	1007
Stat. Druckdifferenz an der Gasuhr	hPa	0	0	0
Wasserdampfpartialdruck	hPa	39	41	41
Korr. Druck an der Gasuhr	hPa	1007	1007	1007
Abges. Teilgasvolumen (n,tr)	m³	0,0647	0,0585	0,0581
Massenkonzentration und -strom				
gefundene Masse SO_2 in der Probe	µg	9580	8800	8720
Masse, **Feldblindwert**	µg	36	36	36
bezogen auf das Teilgasvolumen (ntr)	mg/m³	0,6	0,6	0,6
Blindwert in Relation zum Grenzwert	%	0,1	0,1	0,1
Blindwert in Relation zum Messwert	%	0,4	0,4	0,4
SO_2-Massenkonzentration (n,tr)	mg/m³	148	150	150
Hauptvolumenstrom (n,tr)	m³/h	22.300	22.300	22.300
SO_2-Massenstrom	kg/h	3,30	3,35	3,35
Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol.-%	17,12	17,10	17,14
Bezugssauerstoffgehalt	Vol.-%	17	17	17
Massenkonzentration (n,tr), 17 Vol.-% O2)	mg/m³	153	154	155

Die Analyse der 2. Absorptionseinheit ergab einen SO2-Wert unterhalb der Bestimmungsgrenze.

t,p,tr = bezogen auf Betriebszustand ohne Feuchteanteil
n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas
n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas

Tabelle Anhang: Bestimmung der Emissionen an Fluorwasserstoff (HF)

Firma		Dt. Steinzeug		
Anlage		Rollenofen 3		
Messstag		20.04.2022	20.04.2022	20.04.2022
Messung Nr.		1	2	3
Betriebszustand		Volllast	Volllast	Volllast
Messbeginn	Uhr	12:42	13:29	14:13
Messende	Uhr	13:12	13:59	14:43
Abgesaugtes Teilgasvolumen		trockene Gasuhr		
Dauer der Absaugung	h:min	00:30	00:30	00:30
Stand der Gasuhr am Ende	m³	0,0535	0,0570	0,0565
Stand der Gasuhr am Anfang	m³	0,0000	0,0000	0,0000
Abges. Teilgasvolumen (t,p,tr)	m³	0,0535	0,0570	0,0565
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,015	1,015	1,015
Mittl. Temperatur an der Gasuhr	°C	31	31	31
Desgl. in abs. Temperaturgraden	K	304	304	304
Barometerstand	hPa	1007	1007	1007
Stat. Druckdifferenz an der Gasuhr	hPa	0	0	0
Wasserdampfpartialdruck	hPa	44	46	46
Korr. Druck an der Gasuhr	hPa	1007	1007	1007
Abges. Teilgasvolumen (n,tr)	m³	0,0485	0,0516	0,0511
Massenkonzentration und -strom				
gefundene Masse F in der Probe	µg	108	120	124
Masse, **Feldblindwert**	µg	< 4	< 4	< 4
bezogen auf das Teilgasvolumen (ntr)	mg/m³	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Blindwert in Relation zum Grenzwert	%	< 1,6	< 1,6	< 1,6
Blindwert in Relation zum Messwert	%	< 3,6	< 3,4	< 3,3
HF-Massenkonzentration (n,tr)	mg/m³	2,23	2,33	2,42
Hauptvolumenstrom (n,tr)	m³/h	22.300	22.300	22.300
HF-Massenstrom	g/h	49,6	51,9	54,1
Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol.-%	17,12	17,10	17,14
Bezugssauerstoffgehalt	Vol.-%	17	17	17
Massenkonzentration (n,tr), 17 Vol.-% O2)	mg/m³	2,29	2,39	2,51

Die Analyse der 2. Absorptionseinheit ergab einen HF-Wert unterhalb der Bestimmmungsgrenze.

t,p,tr = bezogen auf Betriebszustand ohne Feuchteanteil

n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas

n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas

Tabelle Anhang: Auswertung der Staubemissionsmessungen

Firma		Dt. Steinzeug		
Anlage		Rollenofen 3		
Messstelle		Kamin		
Messtag		20.04.2022	20.04.2022	20.04.2022
Messung	Nr.	1	2	3
Volumenstrom-Messung	Nr.	1	1	1
Lastzustand		VL	VL	VL
Messbeginn	Uhr	12:42	13:29	14:13
Messende	Uhr	13:12	13:59	14:43
HAUPTVOLUMENSTROM				
Temperatur (im Mittel)	°C	118	118	118
desgleichen absolut	K	391	391	391
Barometerstand	hPa	1007	1007	1007
statische Druckdifferenz	hPa	-1	-1	-1
absoluter Druck im Kanal	hPa	1006	1006	1006
Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	17,2	17,2	17,2
Bezugs-Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	17	17	17
Kohlendioxidkonzentration	Vol.-%	2,2	2,2	2,2
Feuchte (n,f)	m³/m³	0,060	0,060	0,060
Wassergehalt bez. auf trockenes Abgas	g/m³	50,3	50,3	50,3
Dichte (n,f)	kg/m³	1,273	1,273	1,273
Dichte (t,p,f)	kg/m³	0,883	0,883	0,883
Mittlerer Wurzelwert d. dyn. Drucks	√Pa	9,9	9,9	9,9
Mittlere Gasgeschwindigkeit	m/s	12,6	12,6	12,6
Kanalquerschnitt	m²	0,75	0,75	0,75
Hauptvolumenstrom (t,p,f)	m³/s	9,5	9,5	9,5
desgleichen stündlich (t,p,f)	m³/h	34.200	34.200	34.200
bz. auf Normzustand fe.(n,f)	m³/h	23.700	23.700	23.700
bz. auf Normzustand tr.(n,tr)	m³/h	22.300	22.300	22.300
ABGESAUGTES TEILGASVOLUMEN				
Dauer der Absaugung	h:min	00:30	00:30	00:30
Temperatur an der Gasuhr	°C	28	29	30
statischer Druck an der Gasuhr	hPa	0	0	0
Sondendurchmesser	mm	8	8	8
Teilgasvolumen (t,p,tr)	m³	0,848	0,845	0,852
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,000	1,000	1,000
bz. auf Normzustand tr.(n,tr)	m³	0,765	0,759	0,763
Isokinetisches Verhältnis	%	103	102	103
MASSENKONZENTRATION- UND STROM				
Staubmasse, Filter	mg	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Staubmasse vor Filter	mg	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Staubmasse, gesamt	mg	< 0,35	< 0,4	< 0,4
Gesamtleerprobe, Feldblindwert	mg	< 0,40	< 0,40	< 0,40
bezogen auf das Teilgasvolumen (Norm, tr)	mg/m³	< 0,52	< 0,53	< 0,52
Blindwert in Relation zum Grenzwert	%	< 2,6	< 2,6	< 2,6
Blindwert in Relation zum Messwert	%	< 101	< 99	< 101
Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol.-%	17,12	17,1	17,14
Massenstrom	kg/h	< 0,0117	< 0,0117	< 0,0117
Staubkonzentration (n,f)	mg/m³	< 0,49	< 0,50	< 0,49
Staubkonzentration (n,tr)	mg/m³	< 0,52	< 0,53	< 0,52
Staubkonzentration (n,tr), bei 17 Vol.-% O2	mg/m³	< 0,54	< 0,54	< 0,54

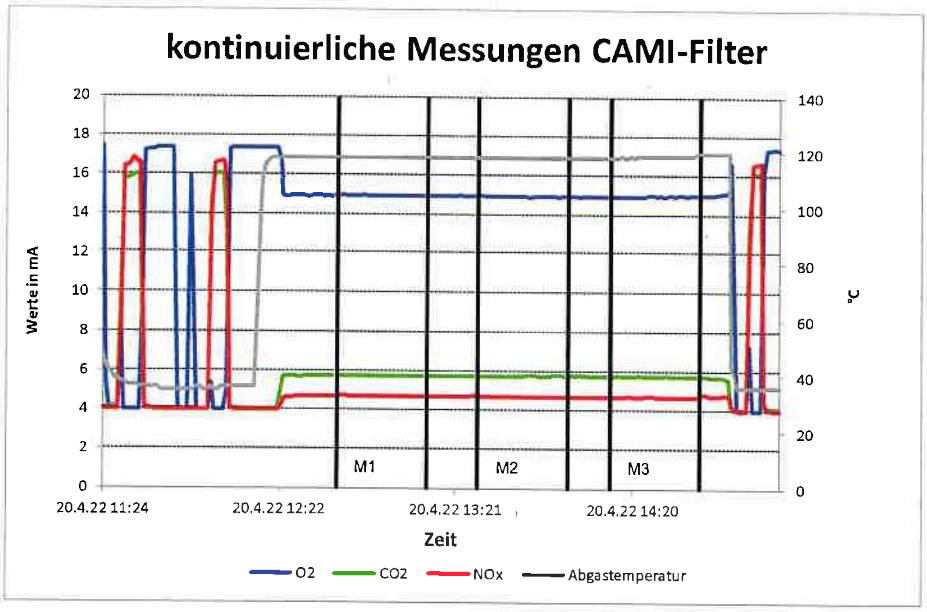
t,p,f = Betriebszustand

n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas

n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas

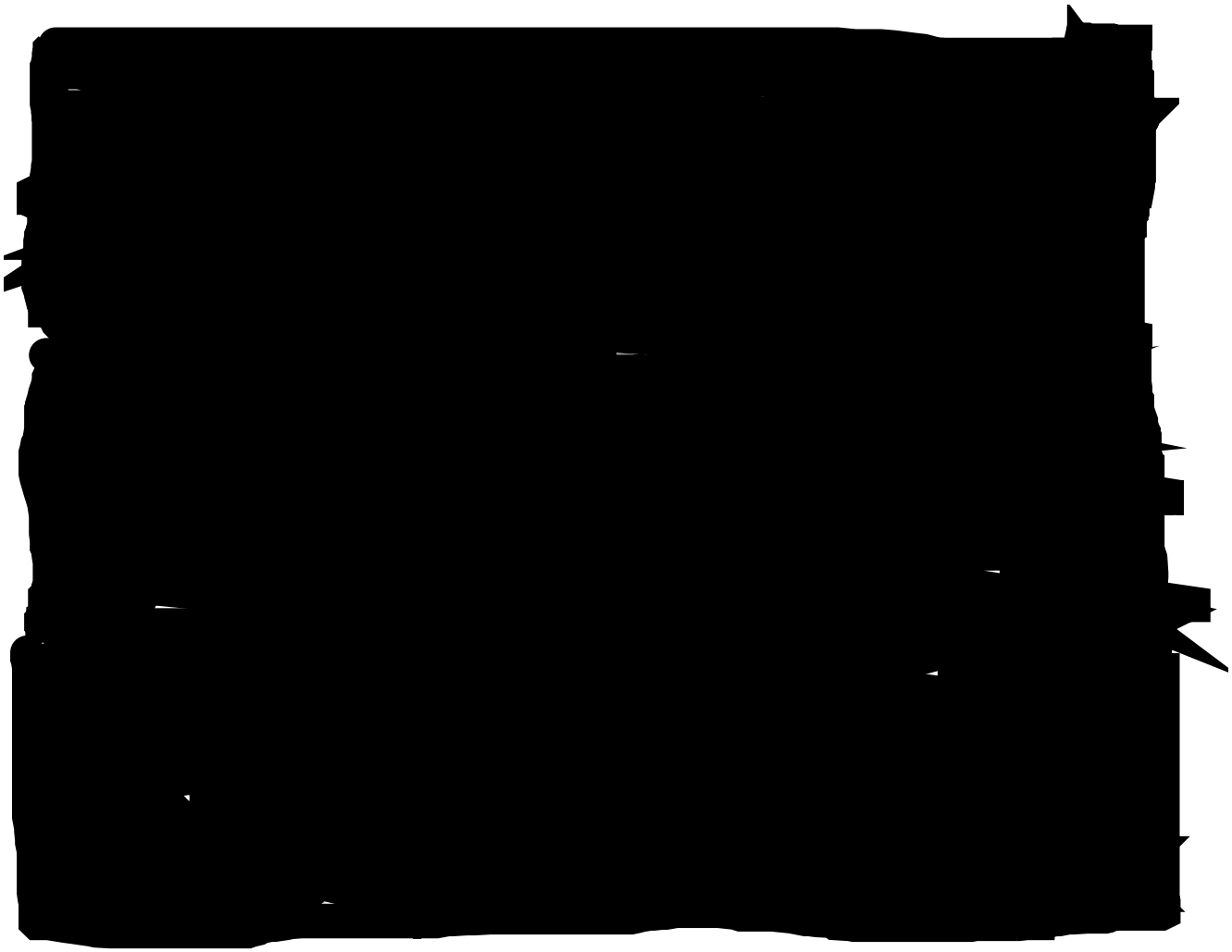
t,p,tr = Gasuhrzustand nach Abgastrocknung

Anhang A3: Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten



Nr.	Messung	von	bis	Betrieb
1	M1	12:42	13:12	Volllast
2	M2	13:29	13:59	Volllast
3	M3	14:13	14:43	Volllast

Anhang A4: Aufzeichnungen des Betreibers, Betriebsdaten



Anhang A5: Nachweis der Repräsentativität gemäß DIN EN 15259

Komponente: NO

Ermittlung der Homogenität eines Messnetzes

Berechnung bei Anlagen ohne zeitliche Änderungen mit **einem** Gerät nacheinander

Tabelle: **Ermittlung der Homogenität im Messquerschnitt**

Messpunkt i Achse	Punkt	$c(x,y)_{Netz}$ mg NOx/m³	$c(x_0,y_0)_{Punkt}$ mg NOx/m³	c_{Netz} / c_{Punkt} %
1	1	46,4	45,5	101,9
1	2	45,1	45,1	100,0
1	3	45,3	46,0	98,6
1	4	44,7	46,2	96,7
2	5	45,3	45,5	99,5
2	6	45,5	45,5	100,0
2	7	45,7	45,3	101,0
2	8	45,1	45,3	99,5
im Mittel		45,4	45,6	99,6
Std.-Abweichung		0,5	0,4	1,6

Anzahl	8	
Freiheitsgrade	7	
Homogenitätsprüfung		
Prüfgröße F	2,11	
$f_{95\%}$	3,79	
Abgas im Messquerschnitt ist	**homogen ***	
zeitl. Std.-Abw. s_{ref}	0,4	mg/m³
räuml. Std.-Abw s_{pos}	0,4	mg/m³

* d.h. Messung an einem beliebigen Punkt

Messgerät 1 (Netz/Punkt)

Einstellzeit, s: < 60
Probenahmezeit je Punkt, s: 180

Anhang A6: Abkürzungen

Abkürzungen

SO_2	Schwefeldioxid und -trioxid, angegeben als Schwefeldioxid
NO_X	Stickstoffmonoxid und -dioxid, angegeben als Stickstoffdioxid
Staub	Gesamtstaub
HF	gasf. anorg. Fluorverbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff