

Umweltmessstelle



Technischer Bericht

UMt-TB-119-1/2024

Bericht über die Durchführung von **Emissionsmessungen** im Reingaskamin der Zementdrehrohrofenanlage im Zementwerk **Üxheim-Ahütte** der Wotan Zement GmbH & Co. KG



Ohne schriftliche Genehmigung darf der Bericht nicht oder nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.
Die Deutsche Akkreditierungsstelle ist Unterzeichner der Multilateralen Abkommen von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung



VDZ Service GmbH

Postfach 30 10 63
40410 Düsseldorf

Toulouser Allee 71
40476 Düsseldorf

info@vdz-online.de
www.vdz-online.de

Sitz: Düsseldorf
Amtsgericht Düsseldorf
HRB-Nr. 55438

Wiedergabe, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung der VDZ Service GmbH gestattet. Jede Haftung der VDZ Service GmbH und ihrer Mitarbeitenden aus mündlichen oder schriftlichen Auskünften, Beratungen oder Gutachten ist, soweit gesetzlich zulässig, ausgeschlossen. Von Ansprüchen Dritter sind wir freizustellen.

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen im Reingaskamin der Zementdrehrohrofenanlage im Zementwerk Üxheim-Ahütte der Wotan Zement GmbH & Co. KG

Name der nach § 29b BImSchG bekannt gegebenen Stelle:	VDZ Service GmbH Toulouser Allee 71 40476 Düsseldorf	
Berichtsnummer:	UMt-TB-119-1/2024	
Datum:	11.07.2024	
Betreiber:	Wotan Zement GmbH & Co. KG	
Standort:	Üxheim-Ahütte	
Anlage:	Zementdrehrohrofenanlage	
Datum der Messung:	24., 25. und 29.04.2024	
Berichtsumfang:	40 Seiten	
	3 Anlagen	
	Anlage 1	17 Seiten
	Anlage 2	4 Seiten
	Anlage 3	4 Seiten

Zusammenfassung

Bezeichnung gemäß Genehmigungsbescheid Quellen-Nr.: 2

Tabelle 1 Zusammenfassung der Messergebnisse

Messkomponente	Einheit	Maximaler Messwert abzüglich erweiterter Messunsicherheit	Maximaler Messwert zuzüglich erweiterter Messunsicherheit	Emissionsbegrenzung		Betriebszustand (Auslastung der Anlage in %)
				TMW	HSM	
Hg	mg/m ³	0,02	0,02	0,03	0,06	86,7 / 90,5 / 92,1
Cd, Tl	mg/m ³	0,00	0,01	∑ 0,05 ¹⁾		
Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	mg/m ³	0,0	0,1	∑ 0,5 ¹⁾		
As, Benzo(a)pyren, Cd, Co, Cr	mg/m ³	0,00	0,01	∑ 0,05 ¹⁾		
polychlorierte Dibenzo(p)dioxine und -furane (PCDD/F) und PCB nach WHO	ngTE/m ³	0,0	0,0	∑ 0,1 ¹⁾		
gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als HCl	mg/m ³	8	9	10	20	
gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als HF	mg/m ³	0	0	1	2	
Benzol	mg/m ³	0	0	3 (Zielwert 0,5)	6	

Alle Angaben bezogen auf Normzustand (1 013 hPa, 273 K) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf und auf 10 Vol.-% Sauerstoff bezogen.

TMW Tagesmittelwert

HSM

Halbstundenmittelwert

¹⁾ Mittelwert über die Probenahmezeit

In den Tabellen werden die Abkürzungen DB (Direktbetrieb) und VB (Verbundbetrieb) zur Kenntlichmachung des Betriebszustands der Drehofenanlage verwendet. Auf eine weitere Erläuterung wird in den Fußtexten der Tabellen verzichtet.

Inhaltsverzeichnis

1	Messaufgabe	6
1.1	Auftraggeber	6
1.2	Betreiber	6
1.3	Standort	6
1.4	Anlage	6
1.5	Datum der Messung	6
1.6	Anlass der Messung	6
1.7	Aufgabenstellung	6
1.8	Messkomponenten und Messgrößen	7
1.9	Ortsbesichtigung vor Messdurchführung	8
1.10	Messplanabstimmung	8
1.11	An der Messung beteiligte Personen	8
1.12	Beteiligung weiterer Institute	8
1.13	Fachlich Verantwortliche	8
2	Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe	9
2.1	Bezeichnung der Anlage	9
2.2	Beschreibung der Anlage	9
2.3	Beschreibung der Emissionsquelle nach Betreiberangaben	10
2.4	Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe	10
2.5	Betriebszeiten nach Betreiberangaben	10
2.6	Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen	10
2.6.1	Einrichtung zur Erfassung der Emissionen	10
2.6.1.1	Art der Emissionserfassung	10
2.6.1.2	Ventilator肯ndaten	10
2.6.2	Einrichtung zur Verminderung der Emissionen	11
2.6.3	Einrichtung zur Verdünnung des Abgases	12
3	Beschreibung der Probenahmestelle	12
3.1	Messstrecke und Messquerschnitt	12
3.1.1	Lage und Abmessungen	12
3.1.2	Arbeitsfläche und Messbühne	12
3.1.3	Messöffnungen	12
3.1.4	Strömungsbedingungen im Messquerschnitt	12
3.1.5	Zusammenfassende Beurteilung der Messbedingungen	13
3.2	Lage der Messpunkte im Messquerschnitt	13
3.2.1	Darstellung der Lage der Messpunkte im Messquerschnitt	13
3.2.2	Homogenitätsprüfung	13
3.2.3	Komponentenspezifische Darstellung	14
4	Messverfahren und Messeinrichtungen	14
4.1	Abgasrandbedingungen	14
4.1.1	Strömungsgeschwindigkeit	14
4.1.2	Statischer Druck im Abgaskamin	14
4.1.3	Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle	15
4.1.4	Abgastemperatur	15
4.1.5	Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)	15
4.1.6	Abgasdichte	15
4.1.7	Abgasverdünnung	15
4.1.8	Volumenstrom	15
4.2	Automatische Messverfahren	16

4.2.1	Messkomponente	16
4.2.1.1	Messverfahren	16
4.2.1.2	Analysator	16
4.2.1.3	Eingestellter Messbereich	17
4.2.1.4	Gerätetyp eignungsgeprüft	17
4.2.1.5	Probenahme und Probenaufbereitung	17
4.2.1.6	Überprüfen von Null- und Referenzpunkt mit Prüfgasen	18
4.2.1.7	Einstellzeit des gesamten Messaufbaus	18
4.2.1.8	Messwerterfassungssystem	19
4.3	Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen	19
4.3.1	Messkomponente gasförmige anorganische Chlorverbindungen (HCl)	19
4.3.1.1	Messverfahren	19
4.3.1.2	Probenahme und Probenaufbereitung	19
4.3.1.3	Analytische Bestimmung	20
4.3.1.4	Maßnahmen zur Qualitätssicherung	20
4.3.2	Messkomponente gasförmige anorganische Fluorverbindungen (HF)	20
4.3.2.1	Messverfahren	20
4.3.2.2	Probenahme und Probenaufbereitung	20
4.3.2.3	Analytische Bestimmung	21
4.3.2.4	Maßnahmen zur Qualitätssicherung	21
4.3.3	Messkomponente Benzol	21
4.3.3.1	Messverfahren	21
4.3.3.2	Probenahme und Probenaufbereitung	21
4.3.3.3	Analytische Bestimmung	22
4.3.3.4	Maßnahmen zur Qualitätssicherung	23
4.4	Messverfahren für partikelförmige Emissionen	23
4.4.1	Messkomponente	23
4.4.1.1	Messverfahren	23
4.4.1.2	Probenahme und Probenaufbereitung	23
4.4.1.3	Behandlung der Filter und der Ablagerungen	25
4.4.1.4	Aufbereitung und Analyse der Filter und der Absorptionslösungen	25
4.4.1.5	Maßnahmen zur Qualitätssicherung	26
4.5	Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe (PCDD/PCDF u. ä.)	27
4.5.1	Messkomponente	27
4.5.1.1	Messverfahren	27
4.5.1.2	Probenahme und Probenaufbereitung	27
4.5.1.3	Wiederverwendung von Teilen der Probenahmeeinrichtung	28
4.5.1.4	Analytische Bestimmung	28
4.6	Geruchsemissionen	32
5	Betriebszustand der Anlage während der Messungen	33
5.1	Produktionsanlage	33
5.2	Abgasreinigungsanlagen	33
6	Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	34
6.1	Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen	34
6.2	Messergebnisse	34
6.3	Messunsicherheiten	39
6.4	Diskussion der Ergebnisse	40
7	Anlagenübersicht	40

1 Messaufgabe

1.1 Auftraggeber

Wotan Zement GmbH & Co. KG
Unten im Hähnchen 1
54579 Üxheim

1.2 Betreiber

Wotan Zement GmbH & Co. KG
Unten im Hähnchen 1
54579 Üxheim

Ansprechpartner:

Telefon:



1.3 Standort

Üxheim-Ahütte (Werksgelände)

1.4 Anlage

Arbeitsstätten-Nr. 07-03-4081550
Anlagen-Nr.: ---

Anlage gemäß Anhang 1, Nr. 2.3.1 der 4. BImSchV:

„Anlagen zur Herstellung von Zementklinker oder Zementen mit einer Produktionskapazität von 500 Tonnen oder mehr je Tag“

hier: Zementdrehrohrofen

1.5 Datum der Messung

Datum der Messung: 24., 25. und 29.04.2024
Datum der letzten Messung: 03. – 05.05.2022
Datum der nächsten Messung: 2025

1.6 Anlass der Messung

Wiederkehrende Emissionsmessungen zur Überprüfung der Einhaltung von Emissionsgrenzwerten gemäß den nachfolgend aufgeführten behördlichen Entscheidungen:

- AZ 24/03/5.1/2020/0065 vom 20.05.2020 (Gewerbeaufsicht Trier)
- AZ 6b-63-BImSchG vom 28.08.2006 (Kreisverwaltung Daun)

1.7 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Wotan Zement GmbH & Co. KG, Werk Üxheim-Ahütte, wurden im Abgas der Zementdrehrohrofenanlage Emissionsmessungen im Verbundbetrieb durchgeführt. Dabei wurde   Der Untersuchungsumfang wurde durch die unter Pos. 1.6 aufgeführten Genehmigungsbescheide festgelegt.

Zur Überprüfung der Emissionsbegrenzungen der gemessenen Komponenten sind die Grenzwerte in Pos. 1.8 genannt.

1.8 Messkomponenten und Messgrößen

Tabelle 2 Grenzwerte

Ziffer laut Genehmigungsbescheid	Komponente	Einheit	Grenzwert			Messtage: 3 Anzahl Messungen je Messtag	O ₂ -Bezugs-wert in Vol.-%
			TMW	HMW	MPZ		
A) Genehmigung vom 20.05.2020 AZ 24/03/5.1/2020/0065							
B) Genehmigung vom 28.08.2006 AZ 6b-63-BImSchG							
B) Ziffer III.2.2. i)	Cd, Tl	mg/m ³	---	---	0,05	1	10
B) Ziffer III.2.2. k)	As, Benzo(a)pyren, Cd, Co, Cr	mg/m ³	---	---	0,05	1	10
B) Ziffer III.2.2. j)	Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	mg/m ³	---	---	insgesamt 0,5	1	10
B) Ziffer III.2.2. l)	polychlorierte Dibenzo(p)dioxine und -furane (PCDD/F)	ng/m ³	---	---	0,1	1	10
A) Ziffer 1	Hg	mg/m ³	0,03	0,06	---	1	10
A) Ziffer 1	dampf- oder gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als HCl	mg/m ³	10	20	---	2	10
A) Ziffer 1	dampf- oder gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als HF	mg/m ³	1	2	---	2	10
A) Ziffer 1	Benzol	mg/m ³	3 (Zielwert 0,5)	6	---	1	10

Die Grenzwerte sind bezogen auf 273 K, 1013 hPa nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf sowie auf einen Bezugssauerstoffwert von 10 Vol.-%. Die Umrechnung der Emissionen auf den Bezugssauerstoffgehalt darf für die Stoffe, deren Emissionen durch eine Abgasreinigungseinrichtung gemindert werden, nur in den Zeiten erfolgen, in denen der gemessene Sauerstoffgehalt über dem Bezugssauerstoffwert liegt.

TMW Tagesmittelwert HMW Halbstundenmittelwert MPZ Mittelwert Probenahmezeit

Messungen zur Beurteilung der Betriebsweise der Anlage

Zur Beurteilung der Betriebsweise der Anlage während der Messungen wurden zusätzlich die nachfolgend aufgeführten Komponenten erfasst.

Tabelle 3 Zusätzliche Messkomponenten

Bezeichnung der Messkomponente	Anzahl der Einzelmessungen / Art der Erfassung
Kohlenmonoxid	kontinuierlich registrierend
Sauerstoff	kontinuierlich registrierend
Kohlendioxid	kontinuierlich registrierend
Abgastemperatur	kontinuierlich registrierend
Abgasfeuchte	<input checked="" type="checkbox"/> diskontinuierlich <input type="checkbox"/> kontinuierlich über kalibrierte Betriebsmesseinrichtung
Abgasvolumenstrom	<input checked="" type="checkbox"/> diskontinuierlich <input type="checkbox"/> kontinuierlich über kalibrierte Betriebsmesseinrichtung

1.9 Ortsbesichtigung vor Messdurchführung

durchgeführt am:

nicht durchgeführt, weil:

Keine Ortsbesichtigung durchgeführt, da wiederkehrende Emissionsmessung, Anlagenkenntnisse sind vorhanden

1.10 Messplanabstimmung

Der Messumfang sowie die Betriebsweise der Anlage wurden zwischen dem Betreiber, vertreten durch [REDACTED] und der VDZ Service GmbH, vertreten durch [REDACTED] abgestimmt.

1.11 An der Messung beteiligte Personen

[REDACTED] (VDZ Service GmbH)

1.12 Beteiligung weiterer Institute

mas | münster analytical solutions gmbh
Technologiepark Münster
Wilhelm-Schickard-Str. 5
48149 Münster

Leistungsumfang: Analytik der Abgasproben auf PCDD/F, PCB, Benzo(a)pyren

1.13 Fachlich Verantwortliche

Name:

Telefonnummer:

E-Mail-Adresse:



Projektleiter:

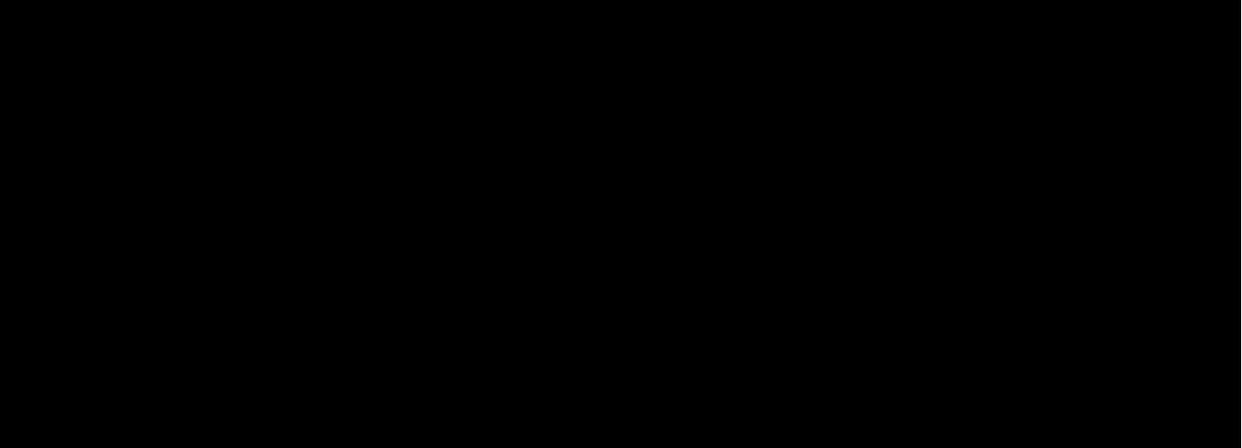


2 Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

2.1 Bezeichnung der Anlage

Anlage gemäß Anhang der 4. BImSchV (siehe Pos. 1.4 in diesem Bericht)

2.2 Beschreibung der Anlage



Drehrohrofen

Hersteller:
Baujahr:
Durchmesser:
Länge:
Kapazität:
Produkt:
Brennstoffe:
Drehzahl:
Wartungsintervall:

Vorwärmer

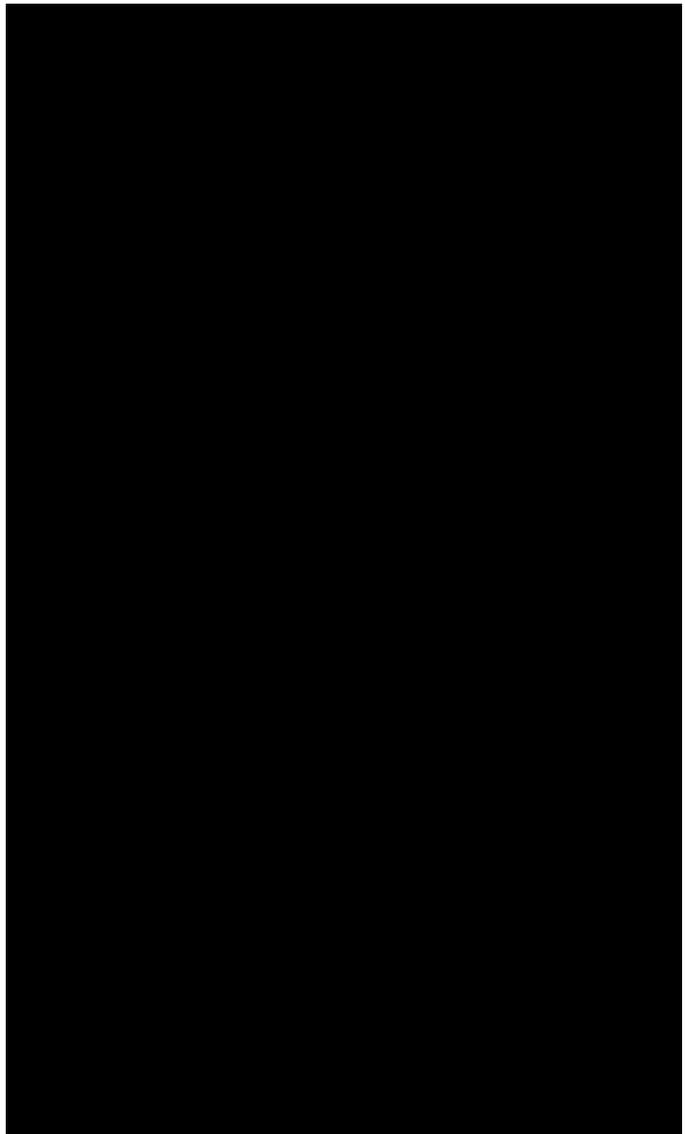
Hersteller:
Baujahr:
Bauart:
Wartungsintervall:

Klinkerkühler

Hersteller:
Baujahr:
Bauart:
Rostfläche:
Kühlluftventilatoren:
Rekuperationsgrad:
Wartungsintervall:

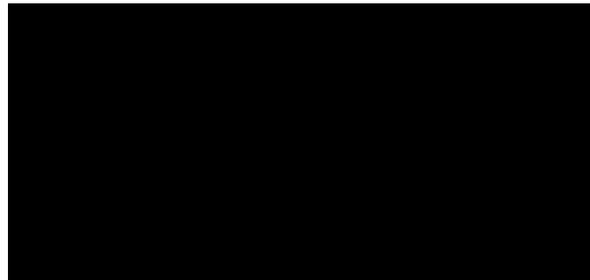
Hauptbrenner

Hersteller:
Baujahr:
Brennertyp:
Wartungsintervalle:



Rohmühle

Hersteller:
 Baujahr:
 Typ:



Abmessungen:
 Kapazität:
 Wartungsintervall:

2.3 Beschreibung der Emissionsquelle nach Betreiberangaben

Bezeichnung der Emissionsquelle: Quellen-Nr.: 2
 Höhe über Grund: 40 m
 UTM-Koordinaten: 32341055 / 5578100
 Bauausführung: einzügiger Stahlkamin

2.4 Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

Tabelle 4 Einsatzstoffe lt. Genehmigungsbescheid

Lfd.-Nr.	Stoffart	Begrenzung laut Genehmigungsbescheid
1		
2		
3		
4		

2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben

täglich: 24 h
 wöchentlich: 168 h
 jährlich: 6.078 (2023)

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen

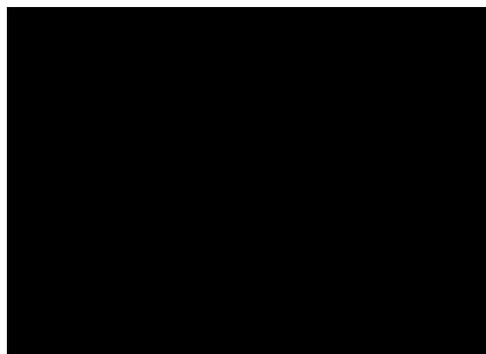
2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

2.6.1.1 Art der Emissionserfassung

geschlossenes System, Rohrleitungssysteme, Ventilator, Kamin

2.6.1.2 Ventilator肯ndaten

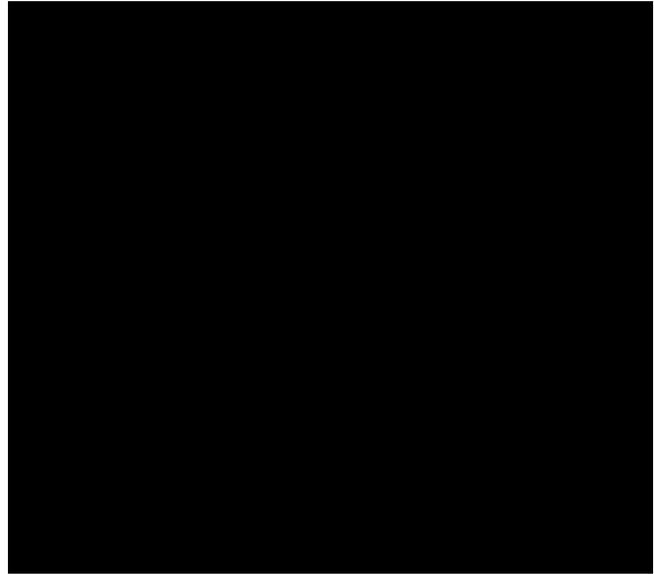
Hersteller:
 Typ:
 Fabrik-Nr.
 Baujahr:
 Nennleistung:
 Druck:
 Betriebsdruck:
 Drehzahl:
 Motorleistung:



2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

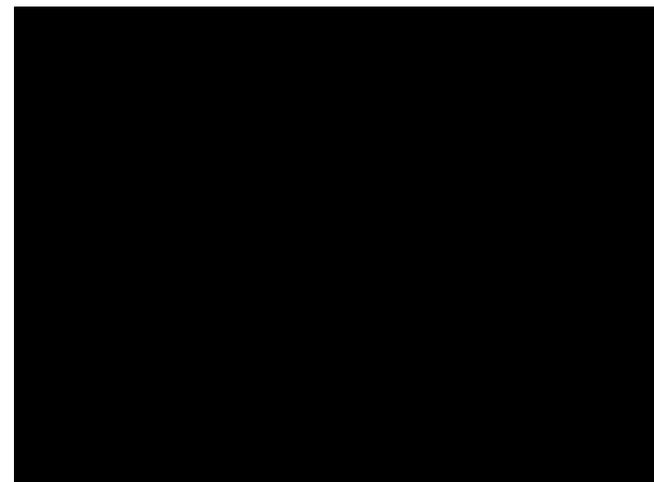
Gewebefilter

Hersteller:
Baujahr:
Typ:
Fabrik-Nr.:
Bauart:
Anzahl der Filterkammern:
Anzahl der Schläuche pro Kammer:
Filtermaterial:
Filterfläche:
Filterflächenbelastung:
Art der Abreinigung:
Abreinigungszyklus:
 ΔP zw. Filterein- & Filterausgang:
Wartungsintervall:
Letzte Wartung:



Selektive nichtkatalytische Rauchgasreinigung (SNCR)

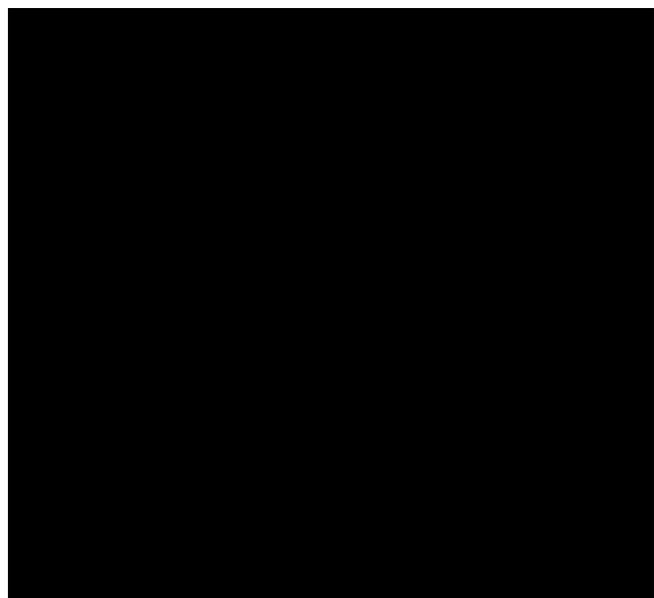
Hersteller:
Baujahr:
Typ:
Fabrik-Nr.
Bauart:
SNCR-Verfahren:



Reduktionsmittel:
Letzte Wartung:

Selektive katalytische Rauchgasreinigungseinrichtung (SCR)

Hersteller:
Baujahr:
Typ:
Fabrik-Nr.
Bauart:
SCR-Verfahren:



Reduktionsmittel:
 Katalysatormaterial:
 Katalysatorvolumen:
 Anzahl Katalysatorlagen:
 Aktive Katalysatoroberfläche:
 Reaktionskammertemperatur:
 Gehäuseabmessung:
 Wartungsintervall:
 Letzte Wartung:



2.6.3 Einrichtung zur Verdünnung des Abgases

Entfällt

3 Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Messstrecke und Messquerschnitt

3.1.1 Lage und Abmessungen

Durchmesser: 3,15 m
 Fläche: 7,79 m²
 Einlaufstrecke: ca. 10 m
 Auslaufstrecke: ca. 18 m
 Lage des Messquerschnittes: horizontal

Empfehlung $\geq 5 \cdot D_h$ Einlauf und $2 \cdot D_h$ Auslauf ($5 \cdot D_h$ vor Mündung):

erfüllt nicht erfüllt

3.1.2 Arbeitsfläche und Messbühne

Höhe über Grund: ca. 20 m
 Ort der Probenahme: Stahlkamin
 Gebläse: vorgeschaltet
 Zugänglichkeit des Messplatzes: Aufzug
 Traversierfläche: ausreichend eingeschränkt

3.1.3 Messöffnungen

Tabelle 5 Anzahl und Größe der Messöffnungen

Anzahl	Größe	Ausführung	Lage am Kamin
4 Halbachsen	3"	halbe Muffenlänge mit Innengewinde	um 90° gegeneinander versetzt

3.1.4 Strömungsbedingungen im Messquerschnitt

Winkel des Gasstroms zu Mittelachse des Abgaskanals $< 15^\circ$:

erfüllt nicht erfüllt

Keine lokale negative Strömung:

erfüllt nicht erfüllt

Verhältnis von höchster zu niedrigster örtlicher Geschwindigkeit im Messquerschnitt < 3:1:

erfüllt nicht erfüllt

Mindestgeschwindigkeit (in Abhängigkeit vom verwendeten Messverfahren):

erfüllt nicht erfüllt

3.1.5 Zusammenfassende Beurteilung der Messbedingungen

Messbedingungen nach DIN EN 15259:

erfüllt

nicht erfüllt

ergriffene Maßnahmen:

Homogenitätsprüfung

zu erwartende Auswirkungen auf das Ergebnis:

Keine

Empfehlungen und Hinweise zur Verbesserung der Messbedingungen:

Keine

3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

3.2.1 Darstellung der Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

Der runde Messquerschnitt wird gemäß DIN EN 15259 in entsprechende flächengleiche Kreisringe eingeteilt. Die Schnittpunkte der Schwerelinien dieser Kreisringe mit zwei im Messquerschnitt liegenden Messachsen werden als Messpunkte verwendet.

Tabelle 6 Messpunkte

Anzahl der Messpunkte im Messquerschnitt	Anzahl Messachsen	Anzahl Messpunkte je Achse	Eintauchtiefe in m
24	2	12	0,07; 0,21; 0,37; 0,56; 0,79; 1,12; 2,03; 2,36; 2,59; 2,78; 2,94; 3,08

3.2.2 Homogenitätsprüfung

durchgeführt

nicht durchgeführt, weil:

Fläche Messquerschnitt < 0,1 m²

Netzmessung

liegt vor

Datum der Homogenitätsprüfung: 27.07.2021
Berichts-Nr.: UMt-TB 161/2021
Prüfinstitut: VDZ Service GmbH

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

Tabelle 7 Messpunkte der Netzmessung nach Komponente

Messkomponente	Anzahl der Messachsen	Anzahl der Messpunkte je Messachse	Homogenitätsprüfung durchgeführt	Beliebiger Messpunkt	Repräsentativer Messpunkt
O 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"/>
CO ₂	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HCl	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HF	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwermetalle	2	10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Volumenstrom	2	12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BTEX	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:

Bestimmung des dynamischen Staudruckes über den Messquerschnitt

Messeinrichtung:

kalibrierter Feinstdifferenzdruckmesser

Hersteller:

TSI GmbH

Typ:

TSI 5825

Ident.-Nr.

UMT0749

Messbereich:

-3735 - 3735 Pa

Bestimmungsgrenze:

5 Pa

Berechnungsverfahren:

gemäß DIN EN 16911-1

kontinuierliche Ermittlung:

ja nein

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin

Differenzdruckmessung zwischen statischem Druck im Abgaskanal und Umgebungsdruck

Messeinrichtung: siehe Pos. 4.1.1

Messbereich: Pos. 4.1.1

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

Messeinrichtung:	elektronisches Barometer
Hersteller:	GHM Messtechnik GmbH
Typ:	GPB 3300
Ident.-Nr.	UMT0075
Messbereich:	300 - 1100 hPa

4.1.4 Abgastemperatur

Messeinrichtung:	thermoelektrisch
Messfühler:	Ni-Cr-Ni-Thermoelement
Typ:	Temperaturfühler
Ident.-Nr.	UMT0635
Messbereich:	0-300 °C

Messgerät:	Anzeigegerät
Hersteller:	FIZ GmbH
Typ:	Umsetzer
Ident.-Nr.	UMT0597
Messbereich:	0-300 °C

kontinuierliche Ermittlung: ja nein

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

Messverfahren:	DIN EN 14790 Sorption an Silicagel – Bestimmung der Massenzunahme
Probenehmer:	Desaga Gasprobenehmer
Messeinrichtung:	Waage
Hersteller:	Sartorius AG
Typ:	RC-210P
Ident.-Nr.:	UMT0761

4.1.6 Abgasdichte

Ermittlungsmethode: Berechnet unter Berücksichtigung der Abgaszusammensetzung, der Abgastemperatur und des Luftdrucks sowie der Druckverhältnisse im Kanal.

4.1.7 Abgasverdünnung

Nicht zutreffend

4.1.8 Volumenstrom

Ermittlungsmethode

DIN EN 16911-1

Mittlere Abgasgeschwindigkeit:

Messverfahren:	siehe 4.1.1
Messeinrichtung:	siehe 4.1.1

Querschnittsfläche:

Ermittlungsverfahren:	Lasermessgerät
Messeinrichtung:	Bosch DLE 40

Fläche der Volumenstrommesseinrichtung zur Querschnittsfläche:

< 5 %

4.2 Automatische Messverfahren

4.2.1 Messkomponente

Es wurden folgende Konzentrationen ermittelt:

- Sauerstoff (O₂)
- Kohlenmonoxid (CO)
- Kohlendioxid (CO₂)
- Stickstoffoxide (NO_x)
- Gesamtkohlenstoff (Gesamt-C)

4.2.1.1 Messverfahren

- O₂: DIN EN 14789 Paramagnetische Gasanalyse
- CO: DIN EN 15058 Nichtdispersive Infrarot-Gasanalyse
- CO₂: DIN CEN/TS 17405
- NO_x: DIN EN 14792 Chemiluminiszenz mit NO₂-Konverter
- Gesamt-C: DIN EN 12619 Flammenionisationsdetektion

4.2.1.2 Analysator

Komponente:	<u>Sauerstoff (O₂)</u>
Hersteller:	HORIBA Europe GmbH
Typ:	PG350E
Ident.-Nr.:	UMT0202
Eingestellter Messbereich:	0 - 25 Vol.-%
Gerätetyp eignungsgeprüft:	<input type="checkbox"/> Zertifizierung nach DIN EN 15267-4 <input checked="" type="checkbox"/> Zertifizierung nach DIN EN 15267-3 <input checked="" type="checkbox"/> Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert <input type="checkbox"/> Eignungsprüfung auf Basis der BEP ohne Zertifizierung <input type="checkbox"/> Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert

Komponente:	<u>Kohlenmonoxid (CO)</u>
Hersteller:	HORIBA Europe GmbH
Typ:	PG350E
Ident.-Nr.:	UMT0202
Eingestellter Messbereich:	0 - 5000 ppm

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

Komponente:

Kohlendioxid (CO₂)

Hersteller:

HORIBA Europe GmbH

Typ:

PG350E

Ident.-Nr.:

UMT0202

Eingestellter Messbereich:

0 - 30 Vol.-%

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

4.2.1.3 Eingestellter Messbereich

Siehe Kap. 4.2.1.2

4.2.1.4 Gerätetyp eignungsgeprüft

Siehe Kap. 4.2.1.2

4.2.1.5 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde

Entnahmesonde:

Edelstahl, Länge 1,50 m

Sonde beheizt:

ja, auf 180 °C

Staubfilter:

innen liegende Stopfung aus Quarzwatte und nachfolgendem Planfilter

Planfilter:

Ahlstrom Germany GmbH,
innen liegend, Glasfaser, Ø 50 mm,
0,3 µm, Typ MG 160;

Probegasleitung vor Gasaufbereitung

beheizt auf:

180 °C

Länge:

ca. 3 m

Probegasleitung nach Gasaufbereitung:

Länge:

ca. 5 m

Werkstoffe der gasführenden Teile

Edelstahl, Glas, PTFE

Messgasaufbereitung

Messgaskühler: Kompressorkühler
 Hersteller: ABB Automation GmbH
 Typ: Advance SCC-C
 Temperatur, geregelt auf: 4 °C

4.2.1.6 Überprüfen von Null- und Referenzpunkt mit Prüfgasen

Die Justierung der kontinuierlichen Messeinrichtungen erfolgte nach Aufgabe von Null- bzw. Prüfgas am Eingang des Analysators bis zum Erreichen eines konstanten Anzeigewertes.

In diesem Zusammenhang wurde eine Dichtheitsprüfung der kontinuierlichen Messeinrichtungen durchgeführt. Dazu wurden der Probenahmeeinrichtung Null- und Prüfgas nahe der Sondenspitze zugeführt. Die Abweichungen der Anzeigewerte gegenüber den Justagewerten dürfen 2,0 % des Prüfgaswertes am Referenzpunkt nicht überschreiten.

Komponente: O₂
 Nullgas: Stickstoff 5.0
 Prüfgaskonzentration und Trägergas: Umgebungsluft, Einstellwert: 20,9 Vol.-%

Komponente: CO
 Nullgas: Stickstoff 5.0
 Prüfgaskonzentration und Trägergas: Kohlenmonoxid in Stickstoff
 Konzentration: 3070 ppm
 Hersteller: Westfalen AG
 Herstelldatum: 24.11.2023
 Stabilitätsgarantie: 24 Monate
 Rückführbar zertifiziert: Ja
 Überprüfung des Zertifikates: Ja, Eingangskontrolle

Komponente: CO₂
 Nullgas: Stickstoff 5.0
 Prüfgaskonzentration und Trägergas: Kohlendioxid in Stickstoff
 Konzentration: 25,3 Vol.-%
 Hersteller: Westfalen AG
 Herstelldatum: 24.11.2023
 Stabilitätsgarantie: 24 Monate
 Rückführbar zertifiziert: Ja
 Überprüfung des Zertifikates: Ja, Eingangskontrolle

4.2.1.7 Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

Prüfgasaufgabe am Bypass zwischen Sonde und Messgasleitung

Tabelle 8 t₉₀-Zeit der Komponenten

Komponente	t ₉₀ -Zeit
O ₂ , CO ₂ , CO	37 s

4.2.1.8 Messwerterfassungssystem

Messwerterfassungssystem: Kirsten Control
 Typ: Adam-Module
 Software: Trendows

4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen

Es wurden folgende Komponenten gemessen:

- Gasförmig anorganische Chlorverbindungen (HCl)
- Schwefeloxide (SO₂)
- Gasförmig anorganische Fluorverbindungen (HF)
- Gasförmige Ammoniumverbindungen (NH₃)
- Gasförmige anorganische Bromverbindungen und elementares Brom (Gesamt-Brom)
- Gasförmig anorganische Bromverbindungen (HBr)
- Formaldehyd (CH₂O)
- Benzol und ggfs. weitere
- Methan (CH₄)
- Distickstoffmonoxid (N₂O)

4.3.1 Messkomponente gasförmige anorganische Chlorverbindungen (HCl)

4.3.1.1 Messverfahren

Richtlinie: DIN EN 1911

4.3.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde

Hersteller: Paul Gothe GmbH
 Material: Titan- oder Quarzglasinlet, elektrisch beheizt auf 180 °C
 Partikelfilter: Ahlstrom Germany GmbH, Typ: Quarzfaser, Ø 45 mm, 0,3 µm, Typ MK 360

Absorptionseinrichtungen

HCl: 3 Frittenwaschflaschen in Reihe

Sorptionsmittel

HCl: Reinstwasser, 3 x 30 ml

Absaugeinrichtung

Bezeichnung: Probenahmesystem bestehend aus Pumpe, Trockenturm, Gaszähler
 Typ: GS 312 oder GS 212
 Hersteller: Desaga GmbH

Abstand zwischen Entnahmesondenanschluss und dem Sorptionsmittel

HCl: 0,4 m

Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse

HCl: 10 Tage

4.3.1.3 Analytische Bestimmung

Analysenverfahren: Ionenchromatographie
Aufarbeitung des Probenmaterials: Die Lösungen werden direkt untersucht oder gegebenenfalls mit Reinstwasser verdünnt.

Analysengerät

Hersteller: Thermo Fischer Scientific, Dreieich
Typ: ICS 5000 mit isokratischer Pumpe SP 5
Trennsäule: AS 22
Detektor: Leitfähigkeitsdetektor
Kalibrierung: externe Standard, Mehrpunktkalibrierung

4.3.1.4 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Dichtheitsprüfung

Vor der Probenahme findet eine Dichtheitsprüfung der Messanordnung statt. Die Probenahme wird nur dann durchgeführt, wenn die Mindestanforderungen von < 2% Leckrate erfüllt ist. Die Gasprobennehmer werden nach jedem vierten Einsatz auf Funktion, Dichtigkeit und Genauigkeit überprüft.

Zusätzlich erfolgt eine Prüfung der Dichtheit während der Probenahme mit Hilfe eines mobilen und stationären Gasanalysators. Hierzu wird der Sauerstoffgehalt am Auslass des Gasprobennehmers bestimmt und mit dem Sollwert der stationären Messung verglichen. Die Abweichung muss innerhalb der Messtoleranz beider Analysatoren liegen.

Feldblindwert

Angaben zum Feldblindwert sind unter Kapitel 6 bzw. Anlage 1 zum Bericht dargestellt.

4.3.2 Messkomponente gasförmige anorganische Fluorverbindungen (HF)

4.3.2.1 Messverfahren

Richtlinie: DIN CEN/TS 17340

4.3.2.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde

Hersteller: Paul Gothe GmbH
Material: Titan- oder Quarzglasinlet, elektrisch beheizt auf 180 °C
Partikelfilter: Ahlstrom Germany GmbH, Typ: Quarzfaser, Ø 45 mm, 0,3 µm, Typ MK 360

Absorptionseinrichtungen

HF: 3 Frittenwaschflaschen in Reihe

Sorptionsmittel

HF: 0,05 n NaOH-Lösung oder Reinstwasser, 3 x 30 ml

Absaugeinrichtung

Bezeichnung: Probenahmesystem bestehend aus Pumpe, Trockenturm, Gaszähler
Typ: GS 312 oder GS 212
Hersteller: Desaga GmbH

Abstand zwischen Entnahmesondenanschluss und dem Sorptionsmittel

HF: 0,4 m

Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse

HF: 10 Tage

4.3.2.3 Analytische Bestimmung

Analysenverfahren: Direktpotentiometrie
Aufarbeitung des Probenmaterials: Die Lösungen werden ohne Probenvorbereitung direkt untersucht.

Analysengerät

Hersteller: Metrohm AG, Herisau
Typ: pH Module 867 mit Fluoridelektrode und Ag/AgCl-Bezugselektrode
Standard: externer Standard
Fluorid-Standardlösung der Fa. Merck

4.3.2.4 Maßnahmen zur QualitätssicherungDichtheitsprüfung

Vor der Probenahme findet eine Dichtheitsprüfung der Messanordnung statt. Die Probenahme wird nur dann durchgeführt, wenn die Mindestanforderungen von < 2% Leckrate erfüllt ist. Die Gasprobennehmer werden nach jedem vierten Einsatz auf Funktion, Dichtigkeit und Genauigkeit überprüft.

Zusätzlich erfolgt eine Prüfung der Dichtheit während der Probenahme mit Hilfe eines mobilen und stationären Gasanalysators. Hierzu wird der Sauerstoffgehalt am Auslass des Gasprobennehmers bestimmt und mit dem Sollwert der stationären Messung verglichen. Die Abweichung muss innerhalb der Messtoleranz beider Analysatoren liegen.

Feldblindwert

Angaben zum Feldblindwert sind unter Kapitel 6 bzw. Anlage 1 zum Bericht dargestellt.

4.3.3 Messkomponente Benzol**4.3.3.1 Messverfahren**

Richtlinie: DIN CEN/TS 13649 (Verdünnungsmethode)

4.3.3.2 Probenahme und ProbenaufbereitungEntnahmesonde

Entnahmesonde: Edelstahl, Länge 1,50 m
Sonde beheizt: ja, auf 180 °C
Staubfilter: innen liegende Stopfung aus Quarzwatte und nachfolgendem Planfilter
Planfilter: Ahlstrom Germany GmbH, Typ: Quarzfaser, Ø 45 mm, 0,3 µm, Typ MK 360

Absorptionseinrichtungen

Benzol: ein Aktivkohleröhrchen Dräger Typ G

Sorptionsmittel

Benzol: Aktivkohle; ca. 0,94 g Aktivkohle

Absaugeinrichtung

Bezeichnung:	kombiniertes Probenahmesystem, bestehend aus Verdünnungseinheit sowie Pumpe, Trockenturm, Gaszähler
Typ:	Eigenbau bzw. GS 312 oder GS 212
Hersteller:	VDZ Service GmbH bzw. Desaga GmbH

Abstand zwischen Entnahmesondenanschluss und dem Sorptionsmittel

Benzol:	2 m
---------	-----

Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse

Benzol:	10 Tage
---------	---------

Verfahrensbeschreibung Benzol-Probenahme

Bei der Probenahme wird das Abgas über eine beheizte Sonde entnommen und mit gereinigter Umgebungsluft verdünnt. Die Verdünnung wird so gewählt, dass ein Auskondensieren des Feuchteanteils im Abgas vermieden wird. Die Mischung aus Luft und Abgas wird anschließend über ein Sorptionsröhrchen geleitet und der Analyt im Sorptionsmittel aufgefangen. Aus der Differenz des abgesaugten Gesamt- und Luftvolumens wird die Abgasabsaugmenge ermittelt.

4.3.3.3 Analytische Bestimmung

Analysenverfahren:	Gaschromatographie
Aufarbeitung des Probenmaterials:	Die Aktivkohle wurde im geschlossenen Vial mit CS ₂ im Ultraschallbad, nach Zugabe von Pentafluorbenzol als internem Standard, extrahiert. Anschließend wurde das CS ₂ -Extrakt gaschromatographisch untersucht.

Analysengerät

Hersteller:	Shimadzu
Typ:	GC 2010 Plus, Flammenionisationsdetektor (FID)

spezielle Kenndaten

Split:	Split
GC-Säule:	ZB Wax
GC-Temperatur-Programm:	35 °C; 3,00 min 30 °C/min; 80 °C; 3,00 min 40 °C/min; 200 °C; 4,33 min
Standard:	Lösung externer Standards, die zu Beginn einer jeden Analysenserie dem Chromatographen aufgegeben wird. Die Standards werden mit einer Kalibrierungsmischung aus Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol und Pentafluorbenzol erstellt. Die Auswertung erfolgt über die Methode der internen Standard-Kalibrierung. Referenzbezug: Aromatic Hydrocarbons Mix 11, Dr. Ehrenstorfer/LGC

4.3.3.4 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Dichtheitsprüfung

Vor der Probenahme findet eine Dichtheitsprüfung der Messanordnung statt. Die Probenahme wird nur dann durchgeführt, wenn die Mindestanforderungen von < 2% Leckrate erfüllt ist.

Feldblindwert

Angaben zum Feldblindwert sind unter Kapitel 6 bzw. Anlage 1 zum Bericht dargestellt.

4.4 Messverfahren für partikelförmige Emissionen

4.4.1 Messkomponente

Gesamtstaub

Staubinhaltsstoffe und an Staub adsorbierte chemische Verbindungen (Metalle, Halbmetalle und ihre Verbindungen) einschließlich filtergängiger Anteile

4.4.1.1 Messverfahren

- DIN EN 13284-1 (Gesamtstaub)
- DIN EN 14385 (Cd, Ti, As, Co, Ni, Sb, Pb, Cr, Cu, Mn, V, Sn)
- VDI 3868-1 (Zn, Se, Te, Be; Analyse mit ICP-MS)
- DIN EN 13211 (Hg)

4.4.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Typ:	Planfilterkopfgerät
Hersteller:	Paul Gothe GmbH
Anordnung:	<input checked="" type="checkbox"/> innenliegend im Kanal <input type="checkbox"/> außenliegend am Kanal
Filtrationstemperatur:	beheizt auf Abgastemperatur
Krümmen zwischen Entnahmesonde und Filtergehäuse:	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Ausführung/Material:	Titan

Entnahmesonde / Absaugrohr

Hersteller:	Paul Gothe GmbH
Wirkdurchmesser:	isokinetische Düsen: abhängig von der Anwendung, 7 – 16 mm Sondeninnenrohr: 8 mm
beheizt auf / unbeheizt:	180 °C
Material:	Titan

Filter

Material:	Quarzfaser (MK 360)
Filter-Hersteller/Typ:	Ahlstrom Germany GmbH, MK 360
Filterdurchmesser:	45 mm
Porendurchmesser:	0,3 µm (MK 360)
Abscheidegrad:	99,998 %

Absorptionseinrichtungen

Absorption filtergängiger Anteile:	3 Frittenwaschflaschen in Reihe im Teilstrom
------------------------------------	--

Sorptionsmittel

Komponenten: Cd, Tl, As, Co, Ni, Sb, Pb, Cr, Cu, Mn, V, Sn
Sorptionsmittel: H₂O₂/HNO₃ 3 x 30 ml

Komponente: Hg
Sorptionsmittel: gemäß DIN EN 13211, Lösung 1 mit folgenden Abweichungen:
20 g KMnO₄ anstelle von 22 g, Grund: Abstand zur Löslichkeitsgrenze zur Vermeidung von ungelösten Permanganatrückständen
50 ml Schwefelsäure anstatt 60 ml, Grund: besseres Schaumverhalten bei der Absaugung
Kein Salzsäurezusatz, Sicherheitsgrund: Explosionsgefahr verschlossener Absorptionslösungsbehälter
Abweichend von der DIN EN 13211 erfolgte die Probenaufbereitung vor Ort im Labor in der nachfolgenden beschriebenen Weise. Grund: Vermeidung des Alterns von schwerlöslichen MnO₂-Niederschlägen. Die beprobten Sorptionslösungen wurden quantitativ in einen 250 ml-Messkolben überführt und Manganoxid-Niederschläge durch eine möglichst knapp bemessene Menge an Hydroxylammoniumchlorid vollständig gelöst. Nach Zugabe von 5 ml 65 % Salpetersäure wurde ein notwendiges Volumen an Absorptionslösung hinzugegeben, bis zur bleibenden Violettfärbung und mit Reinstwasser auf 250 ml aufgefüllt. Mit einem Teil der Probe wurde die FEP-Transportflasche gespült, der Rest der Lösung hineingefüllt und die Flasche verschlossen. Bei einer Probe je Messkampagne wurde die Sorptionslösung der ersten zwei Frittenflaschen (Überführung in einen 250 ml Messkolben) getrennt von der dritten Frittenflasche (Überführung in einen 100 ml Messkolben) behandelt. Dann erfolgte die Probenaufbereitung auf die oben beschriebene Weise.

Absaugeinrichtung

Die isokinetische Beprobung erfolgt mit einem Teilstromentnahmeggerät. Die Regelung der Isokinetik und Teilstromentnahmemenge erfolgt automatisch über eine Messblende.

Bezeichnung: isokinetisches Teilstromentnahmesystem
Typ: ITES
Hersteller: Paul Gothe GmbH

4.4.1.3 Behandlung der Filter und der Ablagerungen

Trocknungstemperatur des Abscheidemediums

Vor und nach der Beaufschlagung: vor: 180 °C; nach: 105 °C
bzw. unterhalb der Abgastemperatur

Trocknungszeit des Abscheidemediums

Vor und nach der Beaufschlagung: vor: 1 h; nach: 4 h

Äquilibrierort und -dauer

Vor der Endwägung: Wägeraum, mind. 8 h bei 20 °C im Exsikkator

Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Filter:

ja

nein, weil: ---

Behandlung der Spüllösungen: Eindampfen, trocknen, wiegen

Wägung

Klimatisierter Wägeraum: ja
Waage: Halbmikrowaage
Hersteller: Sartorius GmbH
Typ: CPA 225 D
Genauigkeit: 0,01 mg
Bestimmungsgrenze / Messunsicherheit: 0,14 mg (DIN EN 20988)

Transport und Lagerung

Der Transfer der Proben zum Labor erfolgt unmittelbar nach Beendigung der Messungen. Die Proben wurden in 250-ml-FEP-Flaschen transportiert. Die Analyse erfolgt baldmöglichst im Labor. Die Proben werden in geeigneter Umgebung (verschlossen, dunkel, trocken, bei < 6 °C) aufbewahrt. Die Filterproben werden einzeln in Teflonschalen abgepackt und liegend gelagert. Spüllösungen werden in 30-ml-Gläsern mit Schraubverschluss transportiert.

4.4.1.4 Aufbereitung und Analyse der Filter und der Absorptionslösungen

Komponenten: Cd, Tl, As, Co, Ni, Sb, Pb, Cr, Cu, Mn, V, Sn

Aufschlussverfahren: Mikrowellenaufschluss gemäß
DIN EN 14385

Sorptionslösung DIN EN 14385: keine weitere Aufbereitung der Absorptionslösungen

Analysenverfahren: Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma

Analysengeräte: ICP-Massenspektrometer mit Quadrupol-Massenseparator

Hersteller/Typ: Thermo Fischer Scientific
iCAP-Qc

Detektor: Sekundärelektronenvervielfacher

ICP-MS: Standardkalibrierverfahren
Externe Standards Multielementstandardlösungen (Inorganic Ventures)
Interne Standards (Li, Sc, Y, In, Tb, Bi)

Komponente:	Hg
Aufschlussverfahren:	Mikrowellenaufschluss gemäß DIN EN 13211
Sorptionslösung DIN EN 13211:	Die Absorptionslösung für die Quecksilberbestimmung wird bis zur Entfärbung mit Hydroxylammoniumchlorid reduziert. Die Lösungen werden direkt untersucht und gegebenenfalls mit Reinstwasser vorverdünnt.
Analysenverfahren:	Kaltdampf-Atomabsorptionsspektrometrie (CV-AAS); DIN EN 1483-4 bzw. DIN EN ISO 12846; bei Störungen der Standardmethode ggf. in-situ Reduktion mit Natriumborhydrid
Analysengerät:	Flow-Injection-Mercury-System, Kaltdampf-AA-Spektrometer (CV-AAS)
Hersteller:	Perkin-Elmer/"FIMS", "FIMS100"
Richtlinie:	DIN EN 1483-4 bzw. DIN EN ISO 12846; bei Störungen der Standardmethode ggf. in-situ Reduktion mit Natriumborhydrid
CV-AAS:	Standardkalibrierverfahren, ggf. Additionsverfahren
CV-AAS:	Einelementstandardlösungen (Inorganic Ventures)

Die vorgenannten Analyseverfahren wurden regelmäßig mit zertifizierten Referenzmaterialien validiert.

4.4.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Dichtheitsprüfung

Vor der Probenahme findet eine Dichtheitsprüfung der Messanordnung statt. Die Probenahme wird nur dann durchgeführt, wenn die Mindestanforderungen von < 2% Leckrate erfüllt ist. Die Gasprobennehmer werden jährlich auf Funktion, Dichtigkeit und Genauigkeit überprüft.

Zusätzlich erfolgt eine Prüfung der Dichtheit während der Probenahme mit Hilfe eines mobilen und stationären Gasanalysators. Hierzu wird der Sauerstoffgehalt am Auslass des Gasprobennehmers bestimmt und mit dem Sollwert der stationären Messung verglichen. Die Abweichung muss innerhalb der Messtoleranz beider Analysatoren liegen.

Feldblindwert

Angaben zum Feldblindwert sind unter Kapitel 6 bzw. Anlage 1 zum Bericht dargestellt.

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

4.5.1 Messkomponente

- Polychlorierte Dibenzo(p)dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F)
- Polychlorierte Biphenyle (PCB nach WHO 2005)
- Benzo(a)pyren
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)
- Polychlorierte Benzole (PCBz)
- Polychlorierte Phenole (PCPh)
- Polychlorierte Naphthaline (PCN)
- Indikator-PCB
- Polychlorierte Diphenylmethane (PCDM)

4.5.1.1 Messverfahren

PCDD/F:	DIN EN 1948-1/2/3
PCB nach WHO 2005:	DIN EN 1948-4
Benzo(a)pyren:	DIN EN 1948-1/2/3

4.5.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Gekühltes-Absaugrohr-Methode

Material der Entnahmesonde:	Titan mit Schwanenhalskrümmer,
Material des Inserts (Absaugrohr):	Duranglas oder Titan
Wirkdurchmesser:	isokinetische Düsen: abhängig von der Anwendung, 6 – 16 mm im 1 mm Raster, Sondenrohr: 12 mm
Kühlmedium:	Wasser
Gasleitung nach Absaugrohr:	Duranglas mit Kugelschliffverbindungen
Lichtschutz während der Probenahme:	Verwendung von Braunglas

Ad-/ Absorptionsapparatur

Abscheidung der Abgasfeuchte gemäß DIN EN 1948 Blatt 1 in einem gekühlten Kondensatbehälter und nachgeschalteter Waschflasche; Ausführung in Duranglas, braun

Feststoff-Sorptionsmittel:	2 Stück XAD-2-Kartusche, 1. Kartusche dotiert mit Probenahmestandard
Anordnung des Planfilters:	nach 1. XAD-2-Kartusche
Material Filter:	Fa. Macherey Nagel, Typ: MN 85/90 BF
Gastemperatur nach Kühlung:	< 20 °C

Absaugeinrichtung

Die isokinetische Beprobung erfolgt mit einem Teilstromentnahmegesetz. Die Regelung der Isokinetik und Teilstromentnahmemenge erfolgt automatisch über eine Messblende.

Bezeichnung:	isokinetisches Teilstromentnahmesystem
Typ:	ITES
Hersteller:	Paul Gothe GmbH

Feldblindwertprobe

Zu Beginn der Probenahmeserie wird vor Ort eine Feldblindwertprobe, bestehend aus XAD-2-Kartuschen und Extraktionsphase genommen.

Hierfür wird die Probenahmeapparatur an der Messstelle außerhalb des Kamins zusammengebaut. Dabei wird kein Gas durch die Apparatur gesaugt. Anschließend erfolgt eine Dichtheitsprüfung gemäß der nachfolgenden Beschreibung im entsprechenden Absatz. Danach wird die Probenahmeapparatur wieder abgebaut.

Alle gasführenden Teile werden mit Aceton und Toluol gespült und in einer 1 l - Braunglasflasche gesammelt. Die Blindprobe wird als Rückstellprobe behandelt und nur dann analysiert, wenn sich bei der Auswertung Auffälligkeiten ergeben. Die Rückstellprobe wird nach 8 Wochen Lagerung entsorgt.

Dichtheitsprüfung der Probenahmeeinrichtung

Die vollständig vor Ort aufgebaute Probenahmeapparatur wird vor Beginn und nach Beendigung der Probenahme durch Verschließen der Sonde und Starten der Saugzugpumpe einer Leckprüfung unterzogen. Der Durchfluss muss auf < 5 % des üblichen Volumenstroms absinken.

Nachbehandlung der Probenahmeeinrichtung und Bereitstellung der Probenbestandteile

Alle gasführenden Teile werden mit Aceton und Toluol gespült. Die Spülphase wird in einer Braunglasflasche gesammelt.

Probenlagerung

Bis zur Anlieferung im Labor werden die Proben dunkel, trocken und bei Raumtemperatur gelagert. Im Labor wurden die Proben dunkel, trocken und kühl gelagert.

Probentransfer

Der Probentransfer erfolgte unmittelbar nach Beendigung der Messserie.

Abstand zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Abscheideelement

Sondenlänge + 0,5 m

4.5.1.3 Wiederverwendung von Teilen der Probenahmeeinrichtung

ja nein

4.5.1.4 Analytische Bestimmung

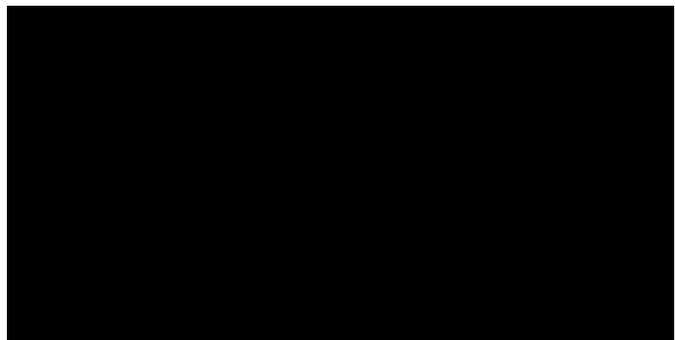
Beteiligung eines Fremdlabors:

mas | münster analytical solutions gmbh
Tätigkeit: Analyse der Proben auf toxische organische Verbindungen

Aufarbeitung des Probenmaterials

Sonde:

XAD-2 und Planfilter:



Absorptionslösungen

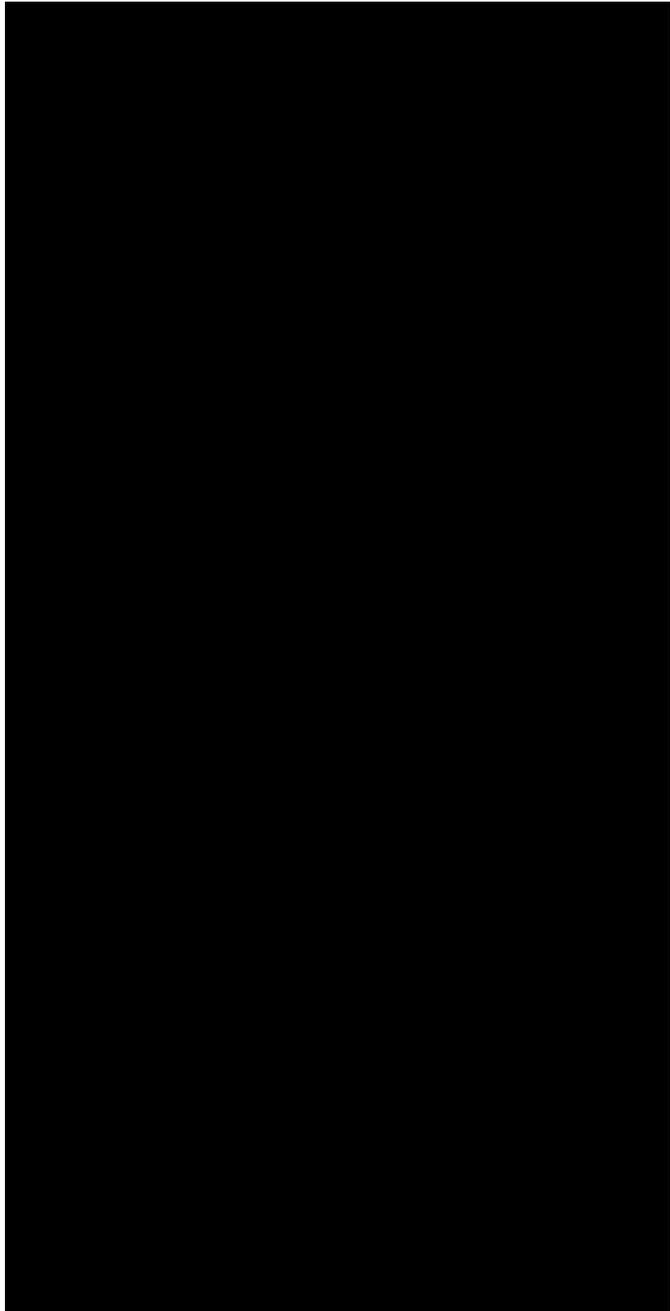
Kondensat (falls vorhanden):



Aceton- / Toluol-Spüllösungen:



Komponente
Clean-up



Analysenverfahren

Analysengerät

Injektionsvolumen:

Injektorart:

Injektortemperatur:

Säule:

Trärgas:

Trärgasdurchfluss:

GC-Temperaturprogramm:

Transferleitung:

Ionenquellentemperatur, Auflösung, Elektronen-
energie:

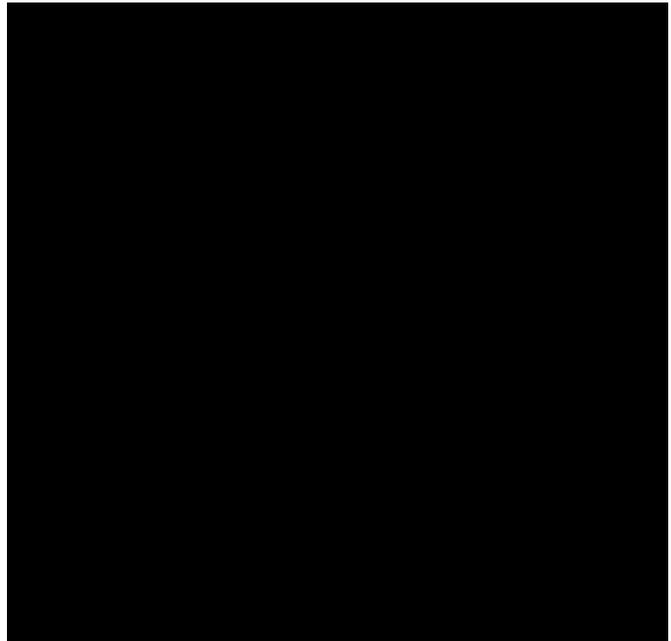
Tunesubstanz:

MID mode:

Auswertemethode:

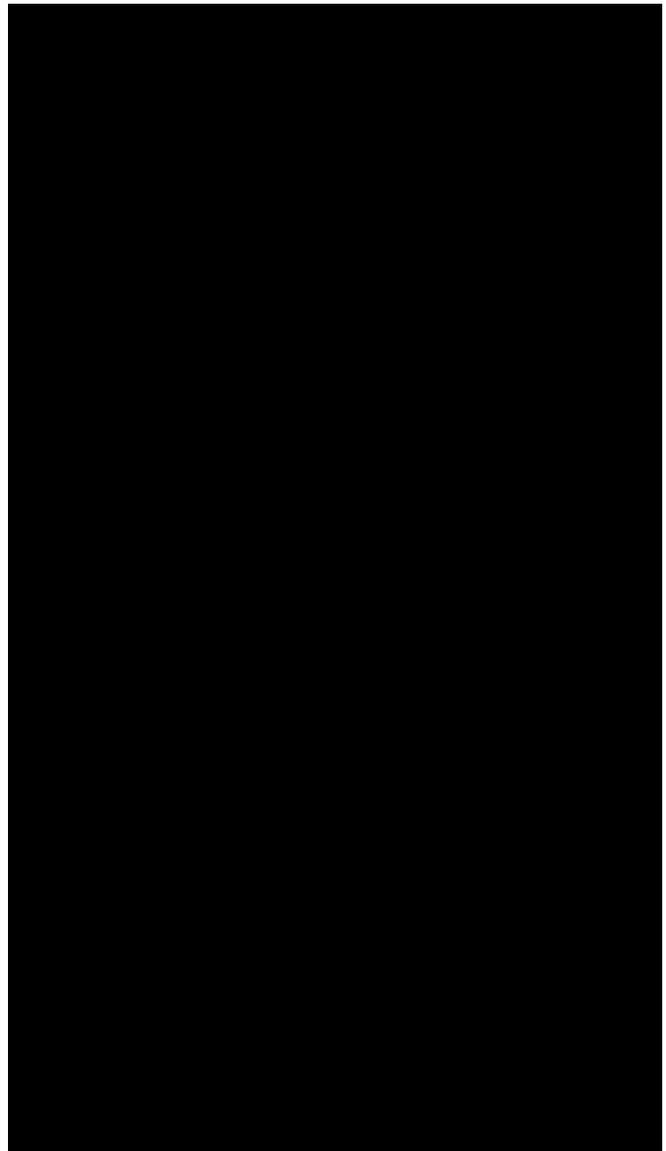
Verwendete Standards

Extraktionsstandard:



Wiederfindungsstandard:

Komponente
Clean-up



Analysenverfahren

Analysengerät
Injektionsvolumen:
Injektor:
Säule:
Trärgas:
Trärgasdurchfluss:
GC-Temperaturprogramm:

Transferleitung:
Ionenquellentemperatur; Auflösung; Elektronen-
energie:
Tunesubstanz:
MID mode:

Verwendete Standards
Standardkalibrierverfahren:

Quantifizierungsstandard:

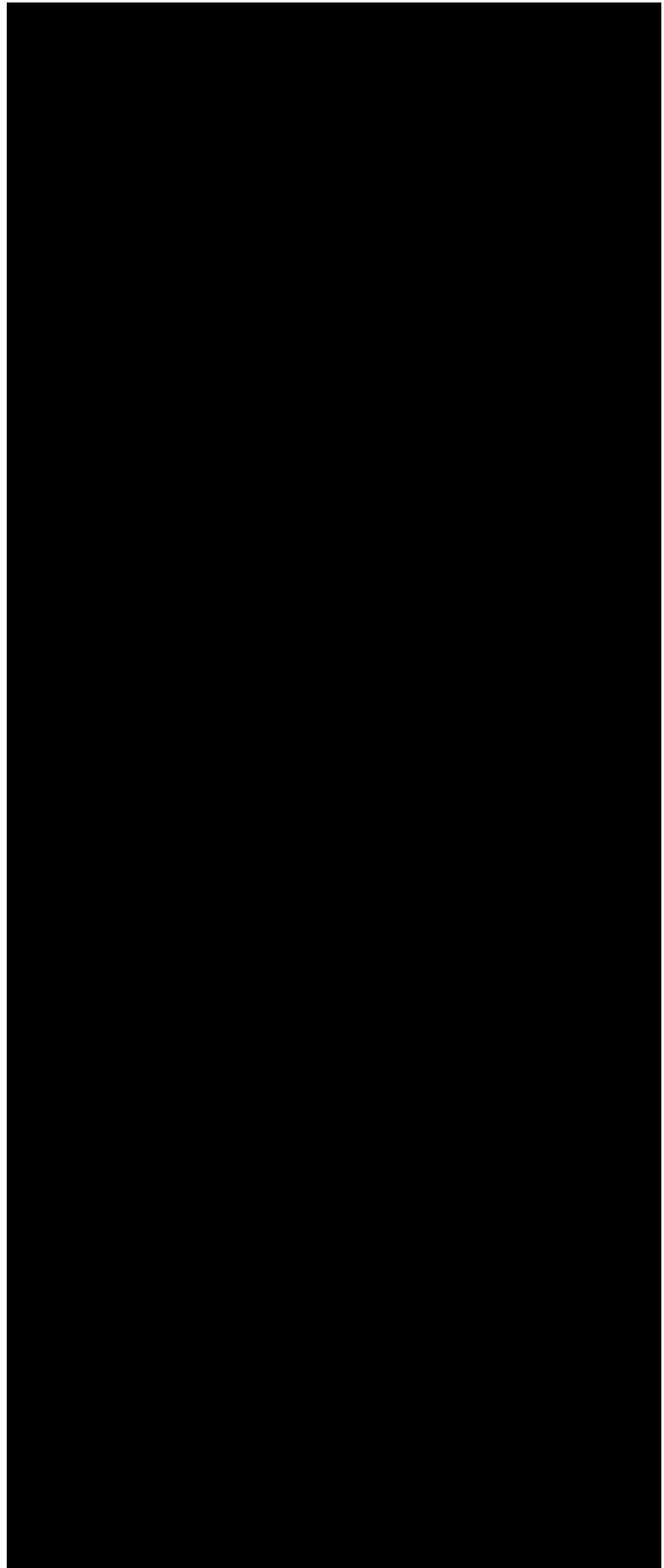
Wiederfindungsstandards:

Komponente
Clean-up

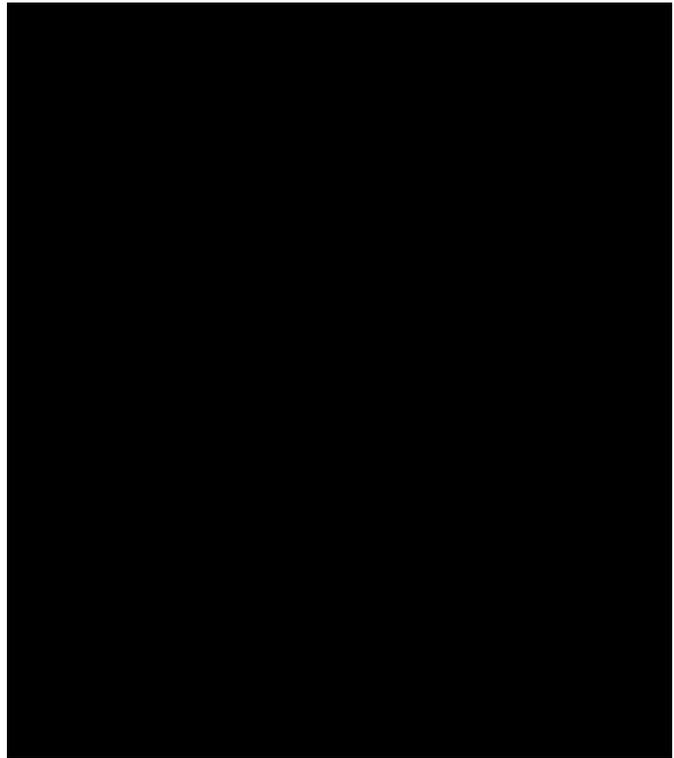
Analysenverfahren

Analysengerät
Injektionsvolumen:
Injektor:
GC-Säule:
Trägerdurchfluss:
GC-Temperaturprogramm:

Transferleitung:
MID mode:
Standardkalibrierverfahren:
Probenahmestandard:



Quantifizierungsstandard:



Wiederfindungsstandard:

4.6 Geruchsemissionen

Entfällt

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

5.1 Produktionsanlage

Die Zementdrehrohrofenanlage befand sich nach Angaben des Betreibers während der Messungen im betriebsüblichen Zustand der Anlagenauslastung (Klinkerproduktion). Am 24.04, 25.04. und 29.04.2024 wurde die Anlage im Verbundbetrieb gefahren. [REDACTED] eingesetzt.

Der Anlagenbetrieb wurde durch das elektronische Datenerfassungssystem des Leitstandes kontinuierlich registriert und vom Leitstandspersonal protokolliert. Die Messdaten wurden durch Vergleich mit den aktuellen Prozessanzeigen stichprobenartig auf Richtigkeit überprüft.

Die Betriebsdaten sowie die den Messzeitraum betreffende tägliche Datenausgabe des Auswertesystems (aktuelle Tagesausdrucke) sind in **Anlage 3** zusammengestellt. In der folgenden Tabelle sind die zur Beurteilung der Messergebnisse wesentlichen Betriebsparameter an den einzelnen Messtagen zusammengefasst. Der Anlagenbetrieb verlief während der Messungen störungsfrei.

Tabelle 9 Betriebsdaten der Produktionsanlage

Datum	Einheit	24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024
Uhrzeit		10:00 – 18:00	12:00 – 18:00	08:00 – 16:00
Betriebszustand		Verbundbetrieb	Verbundbetrieb	Verbundbetrieb
Sinterzone	°C	[REDACTED]		
Brennstoffe				
Braunkohlestaub	t/h			
Einsatzstoffe				
Ofenmehl	t/h			
Ammoniakwasser (NO _x -Reduktion)	Ltr/h			
Produkte				
Klinker*	t/h			
Nennleistung bezogen auf genehmigte Leistung von 800 t/d	%			

*) Klinkerfaktor 1,6

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Die Abgasreinigungsanlagen wurden während der Messungen bestimmungsgemäß betrieben. In der **Anlage 3** sind die Betriebsdaten abgebildet. Besondere Vorkommnisse, mit Auswirkungen auf das Emissionsverhalten der Anlage, gab es während der Messungen nicht.

Der Filter wurde während des Messzeitraums unter normalen, störungsfreien Bedingungen betrieben.

Selektive katalytische Rauchgasreinigung

Während des Messzeitraums war die SCR-Anlage störungsfrei in Betrieb.

Zur Reduktion der Stickstoffoxide wurde 25 %-ige Ammoniakwasserlösung in den Bereich vor SCR-Katalysator eingedüst. Die Menge des eingedüsten Ammoniakwassers wurde in Abhängigkeit von den gemessenen NO_x-Emissionskonzentrationen geregelt. Der Ammoniakwasserverbrauch wurde den Betriebsprotokollen entnommen (siehe Tab. 9).

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Die Messungen fanden am 24.04, 25.04. und 29.04.2024 im Verbundbetrieb statt.

Die durchschnittliche Ofenleistung betrug ca. 89,8 %, bezogen auf die genehmigte Klinkerleistung von [REDACTED] und orientiert sich an der derzeit gegebenen Absatzlage. Während der Messungen verlief der Betrieb störungsfrei.

Diese Betriebsbedingungen sind nach Angaben des Betreibers typisch für den aktuellen Anlagenbetrieb und entsprechen der aktuell höchstmöglichen Klinkerleistung bei stabilem Ofenbetrieb.

Aus Sicht der § 29b-Messstelle sind die Messergebnisse repräsentativ für den Anlagenbetrieb und stellen die Erfassung des Zustands der höchsten Emissionen dar.

Die Homogenitätsprüfung wurde unter stabilen Betriebsbedingungen im Verbundbetrieb durchgeführt. (Ergebnisse siehe Anlage)

6.2 Messergebnisse

Im folgenden Abschnitt sind die an den Messtagen ermittelten Emissionskonzentrationen, bezogen auf trockenes Abgas und Normbedingungen (273 K, 1 013 hPa), angegeben. Für jede Komponente werden maximale Emissionskonzentrationen in den Tabellen aufgeführt.

Ergänzende Angaben zu den Beprobungen sowie Analysen und Rechenwerte, die nicht in den folgenden Tabellen aufgeführt sind, finden Sie in **Anlage 1** zum Bericht.

Abgaszustand, Abgasmenge

Tabelle 10 Zusammenfassung des Abgaszustandes und der Abgasmenge

Messung Nr.		1	2	3	Max.
Datum		24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024	
Betriebszustand		VB	VB	VB	
Uhrzeit		09:10:00	12:30:00	08:20:00	
Abgastemperatur	°C	157	147	164	---
Abgasfeuchte	Vol.-%	5,8	8,6	4,4	---
O ₂ -Messwert	Vol.-%	12,6	12,6	12,3	---
Abgasmenge	m ³ /h	[REDACTED]			
Abgasmenge ¹⁾	m ³ /h				
Abgasmenge ²⁾	m ³ /h				
Abgasmenge ³⁾	m ³ /h				

1) Gasmenge im Normzustand (1 013 hPa, 273 K) ohne Abzug des Gehaltes an Wasserdampf

2) Gasmenge im Normzustand (1 013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf

3) Gasmenge im Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

Kontinuierlich gemessene gasförmige Abgasbestandteile**Tabelle 11** Zusammenfassung der kontinuierlich ermittelten Abgasbestandteile – Konzentrationen

24.04.2024	Verbundbetrieb		
Komponente	O₂	CO*	CO₂
Einheit	Vol.-%	mg/m³	Vol.-%
Max-Wert	12,7	1856	14,4
Mittelwert	12,2	1159	14,0
25.04.2024**	Verbundbetrieb		
Max-Wert	13,0	1749	14,6
Mittelwert	12,7	1315	14,1
29.04.2024	Verbundbetrieb		
Max-Wert	12,6	1974	15,4
Mittelwert	12,4	1117	14,4

Alle Angaben bezogen auf Normzustand (1 013 hPa, 273 K) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf

* Die Angaben für CO sind auf 10 Vol.-% Sauerstoffgehalt bezogen.

** Die Mittelwertbildung erfolgte erst ab 12:30 Uhr, da zuvor durch den Ausfall der Rohmühle kein Verbundbetrieb bestand.

Gasförmige anorganische Verbindungen**Tabelle 12** Zusammenfassung gasförmiger anorganischer Verbindungen

Messung Nr.		1	2	3	Max.
Datum		24.04.2024	24.04.2024	25.04.2024*	
Betriebszustand		VB	VB	VB	
Volumenstrom	m ³ /h	[REDACTED]			
HF					
Zeitraum		11:18 - 11:48	12:39 - 13:09	14:11 - 14:41	
HF-Konzentration	mg/m ³	<0,09	<0,09	<0,1	<0,1
HF-Massenstrom	kg/h	[REDACTED]			
HCl					
Zeitraum		11:18 - 11:48	12:39 - 13:09	14:11 - 14:41	
HCl-Konzentration	mg/m ³	8,8	1,5	3,8	8,8
HCl-Massenstrom	kg/h	[REDACTED]			

Alle Angaben bezogen auf Normzustand (1 013 hPa, 273 K) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf und auf 10 Vol.-% Sauerstoff

* Aus Zeitgründen wurde am 25.04.2024 nur eine Messung für HCl + HF durchgeführt.

Tabelle 13 Zusammenfassung gasförmiger anorganischer Verbindungen - Fortsetzung

Messung Nr.		4	5		Max.
Datum		29.04.2024	29.04.2024		
Betriebszustand		VB	VB		
Volumenstrom	m ³ /h	[REDACTED]			
HF					
Zeitraum		12:15 - 12:45	13:02 - 13:32		
HF-Konzentration	mg/m ³	<0,1	<0,1		<0,1
HF-Massenstrom	kg/h	[REDACTED]			
HCl					
Zeitraum		12:15 - 12:45	13:02 - 13:32		
HCl-Konzentration	mg/m ³	3,6	3,4		8,8
HCl-Massenstrom	kg/h	[REDACTED]			

Alle Angaben bezogen auf Normzustand (1 013 hPa, 273 K) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf und auf 10 Vol.-% Sauerstoff

Metalle, Halbmetalle und ihre Verbindungen**Tabelle 14** Zusammenfassung der gemessenen Emissionskonzentrationen

Messung-Nr.	1	2	3	Max.
Datum	24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024	
Betriebszustand	VB	VB	VB	
Zeitraum	15:25 - 16:25	15:01 - 16:01	10:07 - 11:07	
Dauer [h:mm]	1:00	1:00	1:00	
Probenvolumen [NI] ¹⁾	126,4	94,5	123,8	
Probenvolumen [NI] ²⁾	169,4	141,1	149,7	
Probenvolumen [m ³] ³⁾	1,959	2,011	1,812	
O ₂ -Messwert [Vol.-%]	12,0	12,6	12,5	
Volumenstrom [m ³ /h _{N,i}]				
Konzentrationen	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³
Quecksilber (Hg)	0,0042	0,011	0,016	0,016
Summe (Cd, Tl)	0,00017	0,00017	0,00019	0,00019
Summe (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)	0,012	0,011	0,012	0,012
Summe As, Benzo(a)pyren, Cd, Co, Cr	0,003	0,0026	0,0036	0,0036
Massenströme	g/h	g/h	g/h	g/h
Quecksilber (Hg)				
Summe (Cd, Tl)				
Summe (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)				
Summe As, Benzo(a)pyren, Cd, Co, Cr				

Angaben bezogen auf Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf, bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff.

- 1) Probenahmenvolumen des filtergängigen Anteils zur Bestimmung von Hg
- 2) Probenahmenvolumen des filtergängigen Anteils zur Bestimmung der restlichen angegebenen Spurenelemente
- 3) Probenahmenvolumen des partikelgebundenen Anteils der Gesamtprobe

Gemäß Kap. 5.5 der DIN EN 13211 muss die im letzten Absorber gefundene Quecksilbermenge kleiner sein als 5 % der Gesamtquecksilbermenge in allen Absorbern oder kleiner als 2 µg/m³. Diese Bedingung wurde bei einer Messung der Mess-Serie überprüft.

Gemäß Kap. 6.3 der DIN EN 14385 muss die im letzten Absorber gefundene Massenkonzentration eines jeden Elementes kleiner als 10 % der Gesamtkonzentration im Probengas sein. Diese Anforderung gilt, wenn das kombinierte Gesamtergebnis größer als 30 % des zugrundeliegenden Emissionsgrenzwertes ist. Die Einhaltung wurde bei jeder Messung der Messserie überprüft. Einzelne Metallelemente, die weniger als 1 % zum Ergebnis für die Gesamtmasse beitragen, wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Die geforderten Einzelwerte der Analyse für partikelgebundene und filtergängige Fraktionen der Beprobungen der Schwermetalle sind in der entsprechenden Tabelle im Anhang 1 aufgeführt.

Emissionen toxischer chlorierter organischer Verbindungen**Tabelle 15** Zusammenfassung der Emissionskonzentrationen nach 17. BImSchV

Messung Nr.		1	2	3	Max.	BG
Datum		24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024		
Betriebszustand		VB	VB	VB		
Zeitraum		10:48 - 16:48	13:07 - 17:07	09:25 - 15:25		
Dauer	h:mm	6:00	4:00*	6:00		
Probenvolumen	m ³ N,tr.	9,053	6,293	9,508		
O ₂ -Messwert	Vol.-%	12,4	12,7	12,4		
polychlorierte Dibenzo(p)dioxine und –dibenzofurane (PCDD/F) nach WHO 2005 (inkl. BG)						
Analysenwert	ng/Probe	0,0119	0,00748	0,00858	0,0119	---
PCDD/F-Konzentration	ng TE/m ³	0,0017	0,0016	0,0012	0,0017	0,00099
PCDD/F-Massenstrom	µg TE/h					---
polychlorierte Biphenyle (PCB) nach WHO 2005 (inkl. BG)						
Analysenwert	ng/Probe	0,00359	0,0036	0,00377	0,00377	---
PCB-Konzentration	ng TE/m ³	0,00051	0,00076	0,00051	0,00076	0,00056
PCB-Massenstrom	µg TE/h					---
Summe PCDD/F und PCB	ng TE/m³	0,00221	0,00236	0,00171	0,00236	0,00155
polycyclische aromatischer Kohlenwasserstoffe (Benzo(a)pyren)						
Analysenwert	µg/Probe	n.n.	n.n.	n.n.	0	0,02
B(a)P-Konzentration	µg/m ³	b	b	b	n.b.	---
B(a)P -Massenstrom	mg/h	n.b.	n.b.	n.b.	n.n.	---

Alle Angaben sind auf Normzustand (1 013 hPa, 273 K) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf bezogen. Die Konzentrationen sind zusätzlich auf 10 Vol.-% Sauerstoff bezogen.

n.n. nicht nachweisbar

n.b. nicht berechenbar

BG Bestimmungsgrenze

* Am 25.04.2024 musste die Messzeit aus Zeitgründen auf 4 h reduziert werden.

Emissionen organischer Verbindungen

Tabelle 16 Emissionen organischer Verbindungen (Benzol)

	Messung Nr.	1	2	3	Max.	FBW
Benzol						
Datum		24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024		
Betriebszustand		VB	VB	VB		
Zeitraum		14:04 - 14:34	16:20 - 16:50	10:07 - 10:37		
Dauer	h:mm	0:30	0:30	0:30		
Probenvolumen	m ³ N,tr.	37,4	41,6	42,8		
O ₂ -Messwert	Vol.-%	12,3	12,6	12,2		
Analysenwert	µg/Probe	7,97	13,27	2,83	13,27	2,83
Benzol-Konzentration	mg/m ³	0,27	0,42	0,083	0,42	0,089
Benzol-Massenstrom	g/h					---

Alle Angaben sind auf Normzustand (1 013 hPa, 273 K) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf bezogen. Die Konzentrationen sind zusätzlich auf 10 Vol.-% Sauerstoff bezogen.

n.n. nicht nachweisbar

n.b. nicht berechenbar

FBW Feldblindwert

6.3 Messunsicherheiten

Messunsicherheiten nach VDI 4219, statistische Sicherheit p = 95 %:

Tabelle 17 Messunsicherheiten

Messkomponente / Messgröße	Einheit	Maximaler Messwert y _{max}	Erweiterte Messunsicherheit U _p (mit p = 0,95)	y _{max} - U _p	y _{max} + U _p	Bestimmungs-methode der Messunsicherheiten
HCl	mg/m ³	8,8	0,4	8	9	2)
HF	mg/m ³	0,1	0,1	0	0	2)
Hg	mg/m ³	0,016	0,001	0,02	0,02	1)
Summe Cd, Tl	mg/m ³	0,00019	0,009	0,00	0,01	1)
Summe Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	mg/m ³	0,012	0,10	0,0	0,1	1)
Summe As, Benzo-(a)pyren, Cd, Co, Cr	mg/m ³	0,0036	0,005	0,00	0,01	1)
PCDD/F	ngTE/m ³	0,0017	0,0065	0,00	0,01	1)
PCB nach WHO	ngTE/m ³	0,00076	0,00033	0,000	0,001	1)
Benzo(a)pyren	µg/m ³	0,00	0,03	0,00	0,03	1)
Benzol	mg/m ³	0,4	0,01	0	0	2)

1) Doppelbestimmung VDI 4219, direkter Ansatz

2) VDI 4219, indirekter Ansatz

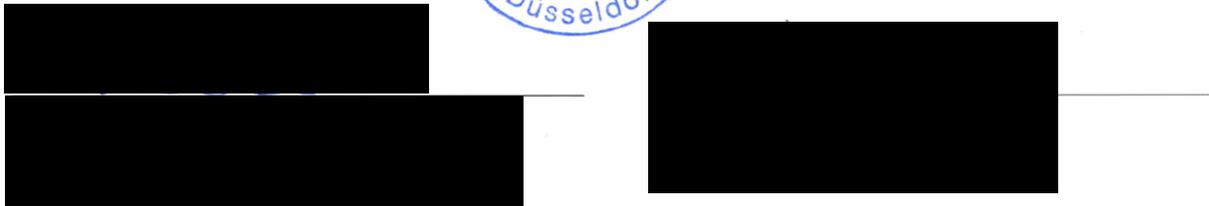
6.4 Diskussion der Ergebnisse

Die Messungen fanden bei stationärem Ofenbetrieb statt. Die Abgaszusammensetzung weist eine dementsprechende Streubreite und ein absolutes Emissionskonzentrationsniveau auf, das für den jeweiligen Betriebszustand typisch ist. Die Messergebnisse sind als plausibel und repräsentativ einzustufen. Die Plausibilitätsprüfung erfolgte auf der Grundlage von Vorwissen zu der in Rede stehenden Anlage sowie Vorwissen von vergleichbaren Anlagen.

Die ermittelten Emissionen liegen unter den behördlich festgesetzten Grenzwerten.

VDZ Service GmbH

Umweltmessstelle



7 Anlagenübersicht

Anlage 1: Mess- und Rechenwerte

Anlage 2: Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufes kontinuierlich gemessener Komponenten

Anlage 3: Betriebsdaten

Weitere Informationen z. B. zu Messgeräten, Messverfahren, Messunsicherheiten und sonstigen Verfahrenskenndaten können auf Anfrage mitgeteilt werden. Wir werden, wenn vom Auftraggebenden nicht anders gewünscht, die Proben sechs Monate nach Berichterstellung entsorgen.

Anlage 1

zum Technischen Bericht

UMt-TB-119-1/2024

Mess- und Rechenwerte

Inhaltsverzeichnis	Seite
Tabelle 1 Mittelwerte des Abgaszustandes und der Abgasmenge	2
Tabelle 2 Halbstundenmittelwerte der kontinuierlich ermittelten Abgasbestandteile vom 24.04.2024	3
Tabelle 3 Halbstundenmittelwerte der kontinuierlich ermittelten Abgasbestandteile vom 25.04.2024	4
Tabelle 4 Halbstundenmittelwerte der kontinuierlich ermittelten Abgasbestandteile vom 29.04.2024	5
Tabelle 5 Ergebnisse der gasförmigen anorganischen Verbindungen (HF)	6
Tabelle 6 Ergebnisse der gasförmigen anorganischen Verbindungen (HF)	6
Tabelle 7 Ergebnisse der gasförmigen anorganischen Verbindungen (HCl)	7
Tabelle 8 Ergebnisse der gasförmigen anorganischen Verbindungen (HCl)	7
Tabelle 9 Emissionskonzentrationen an partikelgebundenen und filtergängigen Schwermetallen	8
Tabelle 10 Massenströme an partikelgebundenen und filtergängigen Schwermetallen	9
Tabelle 11 Einzelwerte der Analyse für partikelgebundene und filtergängige Fraktionen	10
Tabelle 12 Äquivalenz-Faktoren (TEF) nach Anlage 2 der 17. BImSchV sowie NATO/CCMS1988 und nach WHO 1998 und 2005	11
Tabelle 13 Konzentrationen polychlorierter Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F)	12
Tabelle 14 Massenströme polychlorierter Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F)	13
Tabelle 15 Konzentrationen polychlorierter Biphenyle (PCB nach WHO 2005)	14
Tabelle 16 Massenströme polychlorierter Biphenyle (PCB nach WHO 2005)	15
Tabelle 17 Emissionen organischer Verbindungen (Benzol)	15
Tabelle 18 Konzentrationen polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (Benzo(a)pyren)	16
Tabelle 19 Massenströme polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (Benzo(a)pyren)	16
Tabelle 20 Daten der Netzmessung	17

In den Tabellen werden die Abkürzungen DB (Direktbetrieb) und VB (Verbundbetrieb) zur Kenntlichmachung des Betriebszustands der Drehofenanlage verwendet. Auf eine weitere Erläuterung wird in den Fußtexten der Tabellen verzichtet.

Tabelle 1 Mittelwerte des Abgaszustandes und der Abgasmenge

Messung Nr.		1	2	3	Max.
Datum		24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024	
Betriebszustand		VB	VB	VB	
Uhrzeit		09:10:00	12:30:00	08:20:00	
Abgastemperatur	°C	157	147	164	---
Abgasfeuchte	Vol.-%	5,8	8,6	4,4	---
O ₂ -Messwert	Vol.-%	12,6	12,6	12,3	---
Abgasmenge	m ³ /h				
Abgasmenge ¹⁾	m ³ /h				
Abgasmenge ²⁾	m ³ /h				
Abgasmenge ³⁾	m ³ /h				

1) Gasmenge im Normzustand (1013 hPa, 273 K) ohne Abzug des Gehaltes an Wasserdampf

2) Gasmenge im Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf

3) Gasmenge im Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

Tabelle 2 Halbstundenmittelwerte der kontinuierlich ermittelten Abgasbestandteile vom 24.04.2024

Komponente	O ₂	CO	CO*	CO ₂	Temperatur
Betriebszustand	Verbundbetrieb				
Volumenstrom [m³/h, N.tr.]	[REDACTED]				
Einheit	Vol.-%	Vol.-%	mg/m³	Vol.-%	°C
10:30 - 11:00	12,4	0,12	1856	14,1	155
11:00 - 11:30	12,4	0,05	772	14,2	156
11:30 - 12:00	12,4	0,08	1296	13,8	156
12:00 - 12:30	12,3	0,07	1133	14,1	158
12:30 - 13:00	12,3	0,09	1362	14,4	160
13:00 - 13:30	12,7	0,06	971	13,5	160
13:30 - 14:00	12,3	0,07	1096	14,0	160
14:00 - 14:30	12,3	0,07	1179	14,2	159
14:30 - 15:00**	11,9	0,09	1323	---	158
15:00 - 15:30	12,0	0,07	1121	---	157
15:30 - 16:00	12,0	0,07	1095	---	157
16:00 - 16:30	12,0	0,08	1155	---	157
16:30 - 17:00	12,2	0,05	708	---	157
Min-Wert	11,9	0,05	708	13,5	155
Max-Wert	12,7	0,12	1856	14,4	160
Mittelwert	12,2	0,07	1159	14,0	158
Massenströme	---	kg/h	kg/h	kg/h	---
Min-Wert	---	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	---
Max-Wert	---	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	---
Mittelwert	---	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	---

Angaben bezogen auf Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf.

*) bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

**) Ab 14:30 wurden Werkswerte herangezogen, da es am kontinuierlichen Messsystem der Messstelle zu einer technischen Störung kam.

Tabelle 3 Halbstundenmittelwerte der kontinuierlich ermittelten Abgasbestandteile vom 25.04.2024

Komponente	O ₂	CO	CO*	CO ₂	Temperatur
Betriebszustand	Direktbetrieb				
Volumenstrom [m³/h, N.tr.]	[REDACTED]				
Einheit	Vol.-%	Vol.-%	mg/m³	Vol.-%	°C
12:30 - 13:00	12,9	0,04	674	13,4	147
13:00 - 13:30	12,9	0,06	1035	13,7	148
13:30 - 14:00	12,7	0,07	1170	14,0	149
14:00 - 14:30	12,5	0,09	1526	14,5	148
14:30 - 15:00	12,5	0,11	1704	14,6	148
15:00 - 15:30	12,6	0,07	1227	14,4	149
15:30 - 16:00	12,7	0,09	1549	14,3	149
16:00 - 16:30	13,0	0,10	1749	13,8	149
16:30 - 17:00	12,7	0,07	1203	14,5	150
Min-Wert	12,5	0,04	674	13,4	147
Max-Wert	13,0	0,11	1749	14,6	150
Mittelwert	12,7	0,08	1315	14,1	149
Massenströme	---	kg/h	kg/h	kg/h	---
Min-Wert	---	[REDACTED]			---
Max-Wert	---	[REDACTED]			---
Mittelwert	---	[REDACTED]			---

Angaben bezogen auf Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf.

*) bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

Tabelle 4 Halbstundenmittelwerte der kontinuierlich ermittelten Abgasbestandteile vom 29.04.2024

Komponente	O ₂	CO	CO*	CO ₂	Temperatur
Betriebszustand	Verbundbetrieb				
Volumenstrom [m³/h, N.tr.]	[REDACTED]				
Einheit	Vol.-%	Vol.-%	mg/m³	Vol.-%	°C
09:30 - 10:00	12,4	0,08	1271	14,1	167
10:00 - 10:30	12,4	0,12	1974	14,4	167
10:30 - 11:00	12,6	0,11	1834	13,4	167
11:00 - 11:30	12,5	0,06	936	13,7	168
11:30 - 12:00	12,4	0,08	1220	14,0	167
12:00 - 12:30	12,3	0,05	836	14,4	167
12:30 - 13:00	12,3	0,05	863	14,4	166
13:00 - 13:30	12,3	0,06	905	14,5	165
13:30 - 14:00	12,3	0,08	1296	14,8	165
14:00 - 14:30	12,3	0,05	751	14,7	164
14:30 - 15:00	12,4	0,03	468	14,8	165
15:00 - 15:30	12,2	0,07	1052	15,4	165
Min-Wert	12,2	0,03	468	13,4	164
Max-Wert	12,6	0,12	1974	15,4	168
Mittelwert	12,4	0,07	1117	14,4	166
Massenströme	---	kg/h	kg/h	kg/h	---
Min-Wert	---	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	---
Max-Wert	---	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	---
Mittelwert	---	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	---

Angaben bezogen auf Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf.

*) bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

Tabelle 7 Ergebnisse der gasförmigen anorganischen Verbindungen (HCl)

Messung Nr.		1	2	3	Max.
Datum		24.04.2024	24.04.2024	25.04.2024	
Betriebszustand		VB	VB	VB	
Zeitraum		11:18 - 11:48	12:39 - 13:09	14:11 - 14:41	
Dauer	h:mm	0:30	0:30	0:30	
Probenvolumen	NL.	86,8	89,0	65,4	
O ₂ -Messwert	Vol.-%	12,4	12,3	12,5	
Volumenstrom	m ³ /h, N.tr.	■	■	■	
Analysenwert	mg/Probe	0,58	0,11	0,19	---
HCl-Konzentration	mg/m ³	8,8	1,5	3,8	8,8
HCl-Massenstrom	kg/h	■	■	■	■
Feldblindwert	mg/Probe	<0,006	<0,006	<0,006	---
	mg/m ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Angaben bezogen auf Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf, bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

Tabelle 8 Ergebnisse der gasförmigen anorganischen Verbindungen (HCl)

Messung Nr.		4	5		Max.
Datum		29.04.2024	29.04.2024		
Betriebszustand		VB	VB		
Zeitraum		12:15 - 12:45	13:02 - 13:32		
Dauer	h:mm	0:30	0:30		
Probenvolumen	NL.	68,5	67,8		
O ₂ -Messwert	Vol.-%	12,3	12,3		
Volumenstrom	m ³ /h, N.tr.	■	■		
Analysenwert	mg/Probe	0,19	0,18		---
HCl-Konzentration	mg/m ³	3,6	3,4		8,8
HCl-Massenstrom	kg/h	■	■		■
Feldblindwert	mg/Probe	<0,006	<0,006		---
	mg/m ³	<0,1	<0,1		<0,1

Angaben bezogen auf Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf, bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

Tabelle 9 Emissionskonzentrationen an partikelgebundenen und filtergängigen Schwermetallen

Messung-Nr.	1	2	3	Max.	FBW
Datum	24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024		
Betriebszustand	VB	VB	VB		
Zeitraum	15:25 - 16:25	15:01 - 16:01	10:07 - 11:07		
Dauer [h:mm]	1:00	1:00	1:00		
Probenvolumen [NI] ²⁾	126,4	94,5	123,8		
Probenvolumen [m ³] ³⁾	169,4	141,1	149,7		
O ₂ -Messwert [Vol.-%]	1,959	2,011	1,812		
Isokinetik vs / vg [%]	5,1	10,8	3,7		
Konzentrationen	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³
Quecksilber (Hg)	0,0042	0,011	0,016	0,016	<0,00014
Cadmium (Cd)	0,00014	0,00014	0,00014	0,00014	<0,000026
Thallium (Tl)	0,000029	0,000036	0,000045	0,000045	<0,000017
Summe (Cd, Tl)	0,00017	0,00017	0,00019	0,00019	0,000022
Antimon (Sb)	0,00014	0,00014	0,00029	0,00029	0,000057
Arsen (As)	0,000062	0,000037	0,000047	0,000062	0,00002
Blei (Pb)	0,0012	0,0012	0,0013	0,0013	0,00011
Chrom (Cr)	0,0028	0,0024	0,0033	0,0033	0,00073
Kobalt (Co)	0,000048	0,000044	0,000059	0,000059	0,0000063
Kupfer (Cu)	0,0016	0,0015	0,0014	0,0016	0,00014
Mangan (Mn)	0,0043	0,0041	0,0041	0,0043	0,00064
Nickel (Ni)	0,0014	0,0015	0,0014	0,0015	0,00074
Vanadium (V)	0,00011	0,00011	0,000099	0,00011	0,000025
Zinn (Sn)	0,00025	0,00017	0,00014	0,00025	0,00013
Summe (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)	0,012	0,011	0,012	0,012	0,0026
Summe As, Benzo(a)pyren, Cd, Co, Cr	0,003	0,0026	0,0036	0,0036	0,00077

Angaben bezogen auf Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf, bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

- 1) Probenahmevolumen des filtergängigen Anteils zur Bestimmung von Hg
- 2) Probenahmevolumen des filtergängigen Anteils zur Bestimmung der restlichen angegebenen Spurenelemente
- 3) Probenahmevolumen des partikelgebundenen Anteils der Gesamtprobe

FBW Feldblindwert

Tabelle 10 Massenströme an partikelgebundenen und filtergängigen Schwermetallen

Messung-Nr.	1	2	3	Max.
Datum	24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024	
Betriebszustand	VB	VB	VB	
Zeitraum	15:25 - 16:25	15:01 - 16:01	10:07 - 11:07	
Volumenstrom [m ³ /h _{N,t}]	■	■	■	
Massenströme	g/h	g/h	g/h	g/h
Quecksilber (Hg)	■			
Cadmium (Cd)				
Thallium (Tl)				
Summe (Cd, Tl)				
Antimon (Sb)				
Arsen (As)				
Blei (Pb)				
Chrom (Cr)				
Kobalt (Co)				
Kupfer (Cu)				
Mangan (Mn)				
Nickel (Ni)				
Vanadium (V)				
Zinn (Sn)				
Summe (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)				
Summe As, Benzo(a)-pyren, Cd, Co, Cr				

Angaben bezogen auf Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf

n.b. nicht berechenbar

Tabelle 11 Einzelwerte der Analyse für partikelgebundene und filtergängige Fraktionen

Messung Nr.		1		2		3		FBW	
Datum		24.04.2024		25.04.2024		29.04.2024			
Betriebszustand		VB		VB		VB			
Zeitraum		15:25 - 16:25		15:01 - 16:01		10:07 - 11:07			
Komponente	Einheit	pg	fg	pg	fg	pg	fg	pg	fg
Cadmium (Cd)	µg/Probe	<0,01	0,019	<0,004	0,015	<0,008	0,016	<0,002	<0,003
Thallium (Tl)	µg/Probe	0,030	<0,003	0,019	0,003	0,027	0,003	<0,001	<0,002
Antimon (Sb)	µg/Probe	0,115	0,010	0,054	0,011	0,252	0,013	0,023	0,005
Arsen (As)	µg/Probe	0,060	0,004	0,028	<0,004	0,042	<0,004	0,012	<0,003
Blei (Pb)	µg/Probe	0,430	0,127	0,233	0,113	0,297	0,129	0,108	0,005
Chrom (Cr)	µg/Probe	3,722	0,063	2,527	0,076	4,195	0,038	0,923	0,014
Kobalt (Co)	µg/Probe	0,025	0,005	0,017	0,004	0,034	0,004	0,003	<0,001
Kupfer (Cu)	µg/Probe	1,054	0,125	0,518	0,123	0,961	0,080	0,132	<0,013
Mangan (Mn)	µg/Probe	2,758	0,364	1,409	0,344	2,235	0,292	0,353	0,049
Nickel (Ni)	µg/Probe	0,949	0,108	0,508	0,120	0,782	0,096	0,217	0,072
Vanadium (V)	µg/Probe	0,070	0,010	0,051	0,009	0,042	0,009	0,007	<0,005
Zinn (Sn)	µg/Probe	0,130	0,024	0,137	<0,018	0,092	<0,018	0,031	0,013

pg. staubgebundener Probesteil

fg.

filtergängiger Probesteil

Tabelle 12 Äquivalenz-Faktoren (TEF) nach Anlage 2 der 17. BImSchV sowie NATO/CCMS1988 und nach WHO 1998 und 2005

PCDF/D	WHO 2005	NATO/CCMS 1988
2378-TetraCDD	1	1
12378-PentaCDD	1	0,5
123478-HexaCDD	0,1	0,1
123789-HexaCDD	0,1	0,1
123678-HexaCDD	0,1	0,1
1234678-HeptaCDD	0,01	0,01
OctaCDD	0,0003	0,001
2378-TetraCDF	0,1	0,1
23478-PentaCDF	0,3	0,5
12378-PentaCDF	0,03	0,05
123478-HexaCDF	0,1	0,1
123789-HexaCDF	0,1	0,1
123678-HexaCDF	0,1	0,1
234678-HexaCDF	0,1	0,1
1234678-HeptaCDF	0,01	0,01
1234789-HeptaCDF	0,01	0,01
OctaCDF	0,0003	0,001

PCB	WHO 2005	WHO 1998
Non ortho PCB		
PCB 77	0,0001	0,00010
PCB 81	0,0003	0,00010
PCB 126	0,1	0,10000
PCB 169	0,03	0,01000
Mono ortho PCB		
PCB 105	0,00003	0,00010
PCB 114	0,00003	0,00050
PCB 118	0,00003	0,00010
PCB 123	0,00003	0,00010
PCB 156	0,00003	0,00050
PCB 157	0,00003	0,00050
PCB 167	0,00003	0,00001
PCB 189	0,00003	0,00010

Der TE-Wert einer Probe errechnet sich, in dem die jeweilige Konzentration mit dem zugehörigen TEF multipliziert und die Produkte addiert werden. Zu beachten ist, dass die berechneten Summenwerte nicht die 2378-Cl-substituierten Kongenere der jeweiligen Homologengruppen enthalten.

Tabelle 13 Konzentrationen polychlorierter Dibenzdioxine und -furane (PCDD/F)

Messung-Nr.	1	2	3	Max	BG
Datum	24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024		
Betriebszustand	VB	VB	VB		
Zeitraum	10:48 - 16:48	13:07 - 17:07	09:25 - 15:25		
Dauer [h:mm]	6:00	4:00	6:00		
Probenvolumen [m ³ , N.tr.]	9,053	6,293	9,508		
O ₂ -Messwert [Vol.-%]	12,4	12,7	12,4		
Sondendurchmesser [mm]	14	14	14		
WfR Probenahmestandards					
¹³ C ₁₂ -12378-PentaCDF	82%	95%	97%		
¹³ C ₁₂ -123789-HexaCDF	70%	108%	84%		
¹³ C ₁₂ -1234789-HeptaCDF	72%	81%	98%		
Isokinetik vs / vg					
Konzentrationen	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³
2378-TetraCDD	<0,00014	<0,00021	<0,00013	<0,00021	0,00016
12378-PentaCDD	<0,00028	<0,00042	0,00028	<0,00042	0,00031
123478-HexaCDD	<0,00042	<0,00063	<0,0004	<0,00063	0,00047
123678-HexaCDD	<0,00042	<0,00063	<0,0004	<0,00063	0,00047
123789-HexaCDD	<0,00042	<0,00063	<0,0004	<0,00063	0,00047
1234678-HeptaCDD	<0,0021	0,0032	<0,002	0,0032	0,0023
OctaCDD	<0,0064	0,014	<0,006	0,014	0,007
2378-TetraCDF	0,001	0,002	0,0017	0,002	0,00016
12378-PentaCDF	0,00078	0,00073	0,00071	0,00078	0,00031
23478-PentaCDF	0,0016	0,00059	0,00066	0,0016	0,00031
123478-HexaCDF	0,00093	<0,00063	<0,0004	0,00093	0,00047
123678-HexaCDF	0,001	<0,00063	0,00043	0,001	0,00047
123789-HexaCDF	<0,00042	<0,00063	<0,0004	<0,00063	0,00047
234678-HexaCDF	0,002	<0,00063	<0,0004	0,002	0,00047
1234678-HeptaCDF	0,0024	<0,0032	<0,002	<0,0032	0,0023
1234789-HeptaCDF	<0,0021	<0,0032	<0,002	<0,0032	0,0023
OctaCDF	<0,0064	<0,0095	<0,006	<0,0095	0,007
Summe TetraCDD	0,005	0,0045	0,0068	0,0068	---
Summe PentaCDD	0,0033	0,0011	0,0017	0,0033	---
Summe HexaCDD	0,0015	0,00094	b	0,0015	---
Summe HeptaCDD	b	0,0032	b	0,0032	---
Summe Tetra- bis OctaCDD	0,0098	0,024	0,0085	0,024	---
Summe TetraCDF	0,064	0,069	0,08	0,08	---
Summe PentaCDF	0,032	0,0097	0,0099	0,032	---
Summe HexaCDF	0,012	0,00088	b	0,012	---
Summe HeptaCDF	0,0024	b	b	0,0024	---
Summe Tetra- bis OctaCDF	0,11	0,08	0,09	0,11	---
TE (17. BImSchV) exkl. BG	0,001	0,00043	0,00071	0,001	---
TE (17. BImSchV) inkl. BG	0,0017	0,0016	0,0012	0,0017	0,00099

Die Angaben sind bezogen auf Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf sowie auf einen Sauerstoffbezugswert von 10 Vol.-%.

b kein Kongener nachweisbar n.b. nicht berechenbar BG Bestimmungsgrenze

Tabelle 14 Massenströme polychlorierter Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F)

Messung-Nr.	1	2	3	Max.
Datum	24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024	
Betriebszustand	VB	VB	VB	
Zeitraum	10:48 - 16:48	13:07 - 17:07	09:25 - 15:25	
Dauer [h:mm]	6:00	4:00	6:00	
Volumenstrom [m ³ /h, N.tr.]	■	■	■	
Massenströme	µg/h	µg/h	µg/h	µg/h
2378-TetraCDD	■			
12378-PentaCDD				
123478-HexaCDD				
123678-HexaCDD				
123789-HexaCDD				
1234678-HeptaCDD				
OctaCDD				
2378-TetraCDF				
12378-PentaCDF				
23478-PentaCDF				
123478-HexaCDF				
123678-HexaCDF				
123789-HexaCDF				
234678-HexaCDF				
1234678-HeptaCDF				
1234789-HeptaCDF				
OctaCDF				
Summe TetraCDD				
Summe PentaCDD				
Summe HexaCDD				
Summe HeptaCDD				
Summe Tetra- bis OctaCDD				
Summe TetraCDF				
Summe PentaCDF				
Summe HexaCDF				
Summe HeptaCDF				
Summe Tetra- bis OctaCDF				
TE (17. BImSchV) exkl. BG				
TE (17. BImSchV) inkl. BG				

n.n. nicht nachweisbar

n.b. nicht berechenbar

Tabelle 15 Konzentrationen polychlorierter Biphenyle (PCB nach WHO 2005)

Messung-Nr.	1	2	3	Max.	BG
Datum	24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024		
Betriebszustand	VB	VB	VB		
Zeitraum	10:48 - 16:48	13:07 - 17:07	09:25 - 15:25		
Dauer [h:mm]	6:00	4:00	6:00		
Probenvolumen [m ³ , N.tr.]	9,053	6,293	9,508		
O ₂ -Messwert [Vol.-%]	12,4	12,7	12,4		
Sondendurchmesser [mm]	14	14	14		
Konzentrationen	ng/m ³				
Non-ortho PCB					
3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl (Nr. 77)	<0,014	0,049	0,03	0,049	0,016
3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl (Nr. 81)	<0,0071	<0,011	<0,0067	<0,011	0,0078
3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl (Nr. 126)	<0,0028	<0,0042	0,0029	<0,0042	0,0031
3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl (Nr. 169)	<0,0071	<0,011	<0,0067	<0,011	0,0078
Mono-ortho PCB					---
2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl (Nr. 105)	<0,071	<0,11	<0,067	<0,11	0,078
2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl (Nr. 114)	<0,014	<0,021	<0,013	<0,021	0,016
2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl (Nr. 118)	<0,14	<0,21	0,16	<0,21	0,16
2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl (Nr. 123)	<0,014	<0,021	<0,013	<0,021	0,016
2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl (Nr. 156)	<0,014	<0,021	<0,013	<0,021	0,016
2,3,3',4,4',5'-Hexachlorbiphenyl (Nr. 157)	<0,014	<0,021	<0,013	<0,021	0,016
2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl (Nr. 167)	<0,014	<0,021	<0,013	<0,021	0,016
2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl (Nr. 189)	<0,014	<0,021	<0,013	<0,021	0,016
TE (17. BlmSchV) exkl. BG	<0	0,0000049	0,0003	0,0003	---
TE (17. BlmSchV) inkl. BG	0,00051	0,00076	0,00051	0,00076	0,00056

Angaben bezogen auf Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf, bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

n.n. nicht nachweisbar

n.b. nicht berechenbar

BG

Bestimmungsgrenze

Tabelle 16 Massenströme polychlorierter Biphenyle (PCB nach WHO 2005)

Messung-Nr.	1	2	3	Max.
Datum	24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024	
Betriebszustand	VB	VB	VB	
Zeitraum	10:48 - 16:48	13:07 - 17:07	09:25 - 15:25	
Dauer [h:mm]	6:00	4:00	6:00	
Volumenstrom [m ³ /h, N.tr.]	■	■	■	
Massenströme	µg/h	µg/h	µg/h	µg/h
Non-ortho PCB	■			
3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl (Nr. 77)				
3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl (Nr. 81)				
3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl (Nr. 126)				
3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl (Nr. 169)				
Mono-ortho PCB				
2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl (Nr. 105)				
2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl (Nr. 114)				
2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl (Nr. 118)				
2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl (Nr. 123)				
2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl (Nr. 156)				
2,3,3',4,4',5'-Hexachlorbiphenyl (Nr. 157)				
2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl (Nr. 167)				
2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl (Nr. 189)				
TE (17. BImSchV) exkl. BG				
TE (17. BImSchV) inkl. BG				

n.n. nicht nachweisbar

n.b. nicht berechenbar

Tabelle 17 Emissionen organischer Verbindungen (Benzol)

	Messung Nr.	1	2	3	Max.	FBW
Benzol						
Datum		24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024		
Betriebszustand		VB	VB	VB		
Zeitraum		14:04 - 14:34	16:20 - 16:50	10:07 - 10:37		
Dauer	h:mm	0:30	0:30	0:30		
Probenvolumen	m ³ N.tr.	37,4	41,6	42,8		
O ₂ -Messwert	Vol.-%	12,3	12,6	12,2		
Analysenwert	µg/Probe	7,97	13,27	2,83	13,27	2,83
Benzol-Konzentration	mg/m ³	0,27	0,42	0,083	0,42	0,089
Benzol-Massenstrom	g/h	■	■	■	■	---

Alle Angaben sind auf Normzustand (1 013 hPa, 273 K) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf bezogen. Die Konzentrationen sind zusätzlich auf 10 Vol.-% Sauerstoff bezogen.

n.n. nicht nachweisbar

n.b. nicht berechenbar

FBW Feldblindwert

Tabelle 18 Konzentrationen polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (Benzo(a)pyren)

Messung-Nr.	1	2	3	Max.	BG
Datum	24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024		
Betriebszustand	VB	VB	VB		
Zeitraum	10:48 - 16:48	13:07 - 17:07	09:25 - 15:25		
Dauer [h:mm]	6:00	4:00	6:00		
Probenvolumen [m ³ , N.tr.]	9,053	6,293	9,508		
O ₂ -Messwert [Vol.-%]	12,4	12,7	12,4		
Sondendurchmesser [mm]	14	14	14		
Konzentrationen	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Benzo(a)pyren	<0,0028	<0,0042	<0,0027	<0,0042	0,0031

Angaben bezogen auf Normzustand (1013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf, bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

BG Bestimmungsgrenze

Tabelle 19 Massenströme polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (Benzo(a)pyren)

Messung-Nr.	1	2	3	Max.
Datum	24.04.2024	25.04.2024	29.04.2024	
Betriebszustand	VB	VB	VB	
Zeitraum	10:48 - 16:48	13:07 - 17:07	09:25 - 15:25	
Dauer [h:mm]	6:00	4:00	6:00	
Volumenstrom [m ³ /h, N.tr.]	■	■	■	
Massenströme	mg/h	mg/h	mg/h	mg/h
Benzo(a)pyren	■	■	■	■

Tabelle 20 Daten der Netzmessung

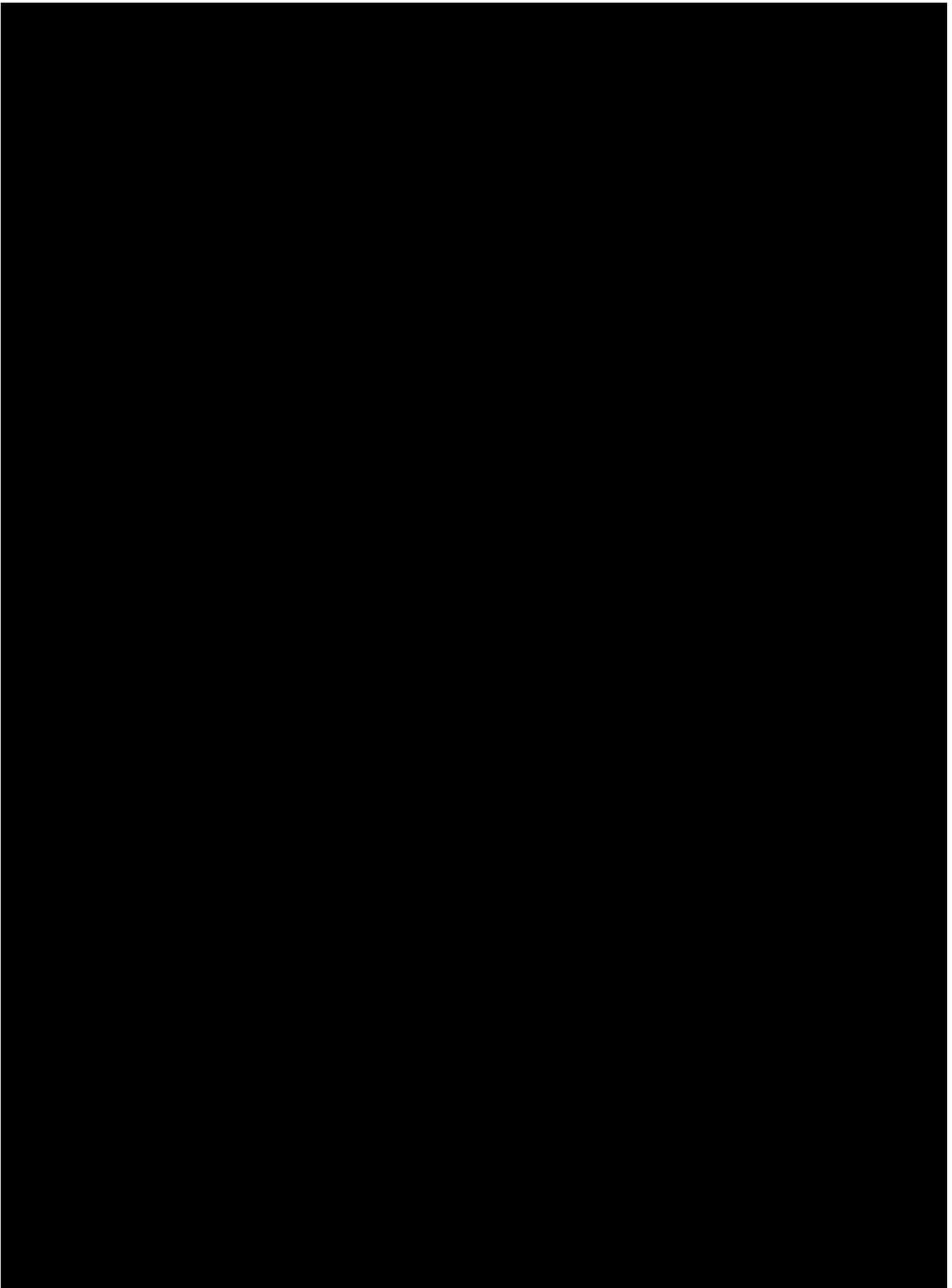
Messachse	Bezeichn., Richtung	Messpunkt / Fixpunkt / Messpunkt	Uhrzeit:	CO ₂ Fix		CO ₂ Netz		CO ₂ (Netz/Fix korrigiert)	Differenzdruck Delta P (hin)	Differenzdruck Delta P (rück)	Wurzel Delta P ₀ (Fix), (Netz)	Geschwind. relativ zum Mittelwert	Massenstromdichte relativ zum Mittelwert	
				Vol.%	Vol.%	Vol.%	Vol.%							hPa
Behälter-Nr.		UMT-TB-	Werk:	Abütte										
Bearbeiter:		OL	Anlage:	DO										
Betreiber:		Wotan	Messort:	RGK										
			Durchmesser des Messerschlauchs, d (m) =	3,15										
			Anzahl der Messpunkte pro Messachse, n _M =	12										
			Verwendete Messschläuche für	Fixpunkt	Netzmessung									
			Datum	Uhrzeit von	bis	IAM/004	IAB/022							
Geschw.-profil		27.07.2021	15:17	15:47		Top Zeit Fix (s)	Top Zeit Netz (s)							
Konz.-profil		27.07.2021	11:39	13:06		69	49							
#	z.B. NO ₂ , 45°	#	m	von	bis	Vol.%	Vol.%	Faktor	relativ zum Mittelwert	hPa	hPa	Wurzel hPa	relativ zum Mittelwert	relativ zum Mittelwert
1		1	0,07	12:00	12:03	12,4	13,0	1,05	1,00	0,16	0,17	0,41	1,00	0,43
1		2	0,21	12:12	12:15	12,6	13,2	1,05	1,00	0,16	0,15	0,39	0,95	0,41
1		3	0,37	12:09	12:12	12,4	12,9	1,04	1,00	0,17	0,18	0,42	1,01	0,43
1		4	0,56	12:06	12:09	12,9	13,5	1,05	1,00	0,19	0,18	0,43	1,04	0,45
1		5	0,79	12:03	12:06	12,7	13,3	1,05	1,01	0,18	0,20	0,43	1,05	0,45
1		6	1,12	12:00	12:03	12,4	13,0	1,05	1,00	0,16	0,17	0,41	1,00	0,43
1		7	2,03	11:57	12:00	12,9	13,5	1,05	1,01	0,16	0,16	0,40	0,98	0,42
1		8	2,36	11:54	11:57	12,5	13,1	1,05	1,01	0,15	0,16	0,40	0,96	0,41
1		9	2,59	11:51	11:54	12,7	13,3	1,05	1,01	0,16	0,17	0,41	0,99	0,43
1		10	2,78	11:48	11:51	12,6	13,2	1,05	1,01	0,18	0,18	0,42	1,03	0,44
1		11	2,94	11:45	11:48	12,4	13,0	1,05	1,00	0,20	0,21	0,45	1,11	0,48
1		12	3,08	11:42	11:45	12,6	13,2	1,05	1,01	0,21	0,19	0,45	1,09	0,47
2		1	0,07	11:39	11:42	12,4	12,9	1,05	1,00	0,18	0,17	0,42	1,02	0,44
2		2	0,21	13:03	13:06	12,5	13,1	1,05	1,00	0,14	0,13	0,37	0,89	0,38
2		3	0,37	13:00	13:03	13,4	14,0	1,05	1,01	0,14	0,15	0,38	0,92	0,40
2		4	0,56	12:57	13:00	13,4	14,0	1,04	1,00	0,16	0,15	0,39	0,95	0,41
2		5	0,79	12:54	12:57	13,1	13,6	1,04	1,00	0,17	0,18	0,42	1,01	0,43
2		6	1,12	12:51	12:54	13,0	13,6	1,04	1,00	0,15	0,15	0,38	0,93	0,40
2		7	2,03	12:48	12:51	12,6	13,0	1,04	0,99	0,14	0,15	0,38	0,92	0,39
2		8	2,36	12:45	12:48	12,9	13,5	1,05	1,01	0,15	0,16	0,40	0,97	0,42
2		9	2,59	12:42	12:45	13,1	13,6	1,04	1,00	0,17	0,16	0,41	0,99	0,42
2		10	2,78	12:39	12:42	12,3	12,9	1,04	1,00	0,17	0,16	0,41	1,00	0,43
2		11	2,94	12:36	12:39	13,0	13,5	1,04	1,00	0,19	0,19	0,43	1,05	0,45
2		12	3,08	12:33	12:36	12,5	12,9	1,03	0,99	0,20	0,20	0,45	1,09	0,46
2				12:30	12:33	12,3	12,2	0,99	0,95	0,18	0,18	0,43	1,04	0,42
2						12,7	13,3	1,04	1,00			0,41	1,00	0,43
Standardabweichungen (Std. Spas. Spd), F, Konzentrationswert						0,3	0,4	0,2	1,48	homogen	gemäß DIN EN 15259, 8.3			
Geschwindigkeitsverhältnisse						Verhältnis v _{mess} /v _{nom}		0,89	Überschätzung/Unterschätzung der mittleren Massenstromfläche am Fixpunkt				+0%	
						Verhältnis v _{mess} /v _{nom}		1,12	Korrekturfaktor der Massenstromfläche am Fixpunkt				0,997	
						Verhältnis v _{mess} /v _{nom}		1,24	Korwert				1,003	

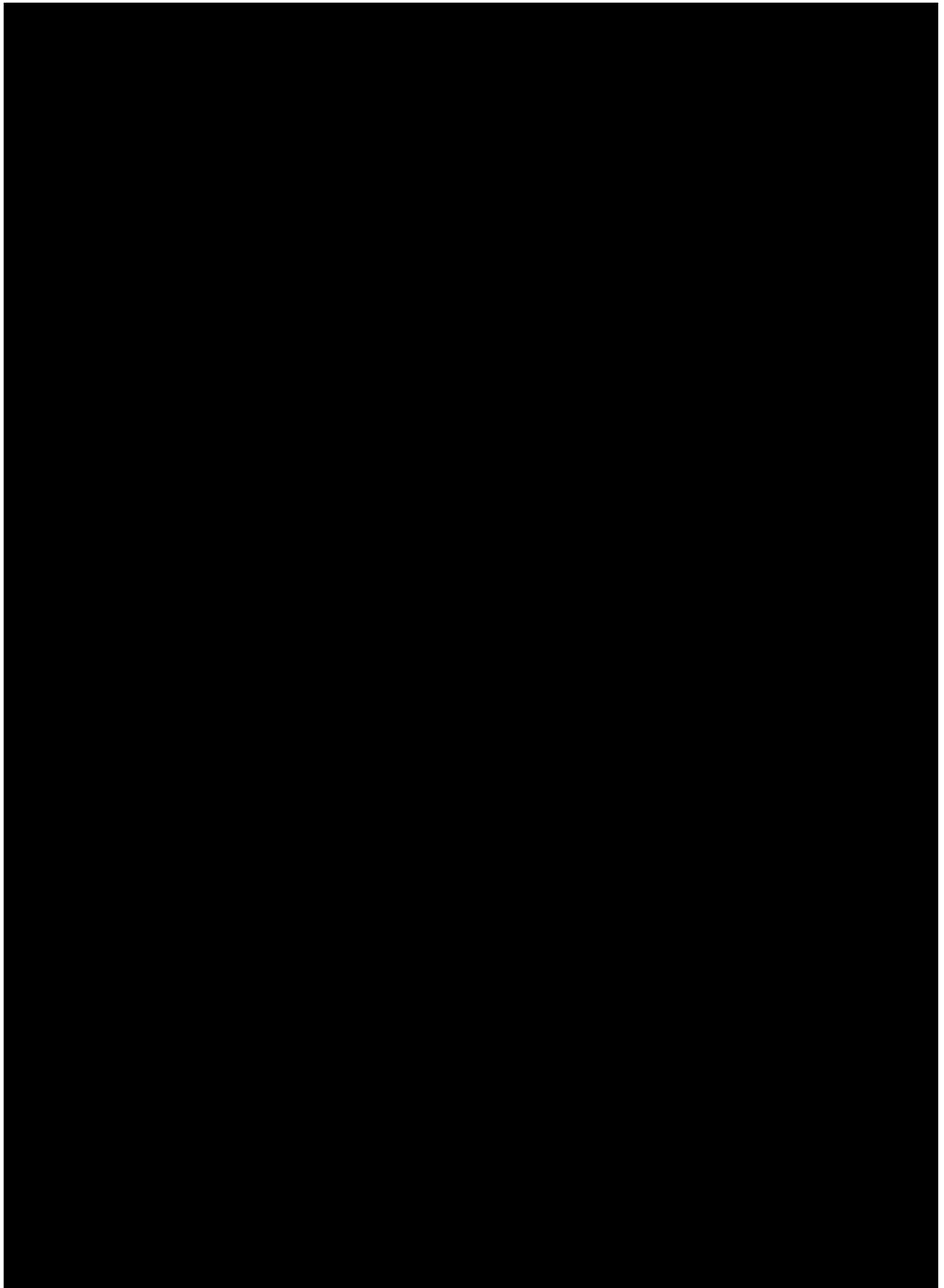
Anlage 2

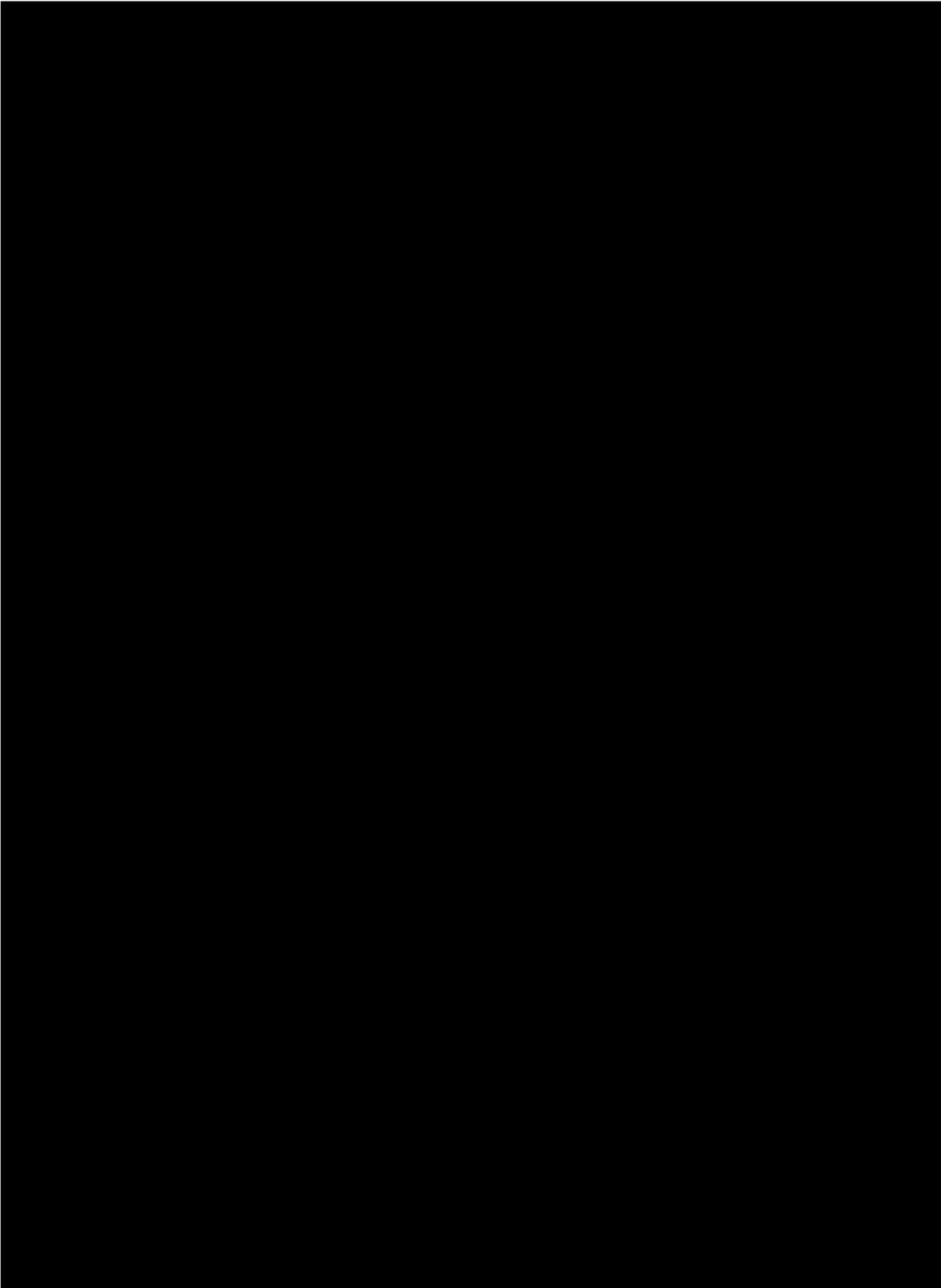
zum Technischen Bericht

UMt-TB-119-2/2024

Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten







Anlage 3

zum Technischen Bericht

UMt-TB-119-1/2024

Betriebsdaten

Inhaltsverzeichnis		Seite
Bild 1	Ofenprotokoll vom 24.04.2024	2
Bild 2	Ofenprotokoll vom 25.04.2024	3
Bild 3	Ofenprotokoll vom 29.04.2024	4

