

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen

Auftraggeber:	Rudolf Schebler Schotterwerk GmbH Bergstraße 14 97834 Birkenfeld
Betreiber:	= Auftraggeber
Standort:	Schotterwerk Gemarkung Karbach
Anlage:	Schotterwerk <u>hier:</u> - Vorbrecher - Nachbrecher - Siloanlage Alt - Klassieranlage mit Entstaubung
Art der Messungen:	Emissionsmessung
Auftragsdatum:	23.07.2018
Bestellzeichen / Bestellung:	Mail Herr C. Menig
Datum der Messungen:	08. - 09.08.2018
Dokumentationsumfang:	34 Seiten
EDV-Nr.:	20517-01-1801u.pdf
Anzahl der Berichtsoriginale:	2 (Papierform) + 1 (PDF-Version)
Befristung der Bekanntgabe nach § 29b BImSchG:	04.09.2018

Zusammenfassung					
Betriebseinheit		Vorbrecher			
Messdatum		08.08.18			
Messkomponente	Einheit	Maximaler Messwert abzüglich erweiterte Messunsicherheit	Maximaler Messwert zuzüglich erweiterte Messunsicherheit	Emissions- begrenzung	Betriebszustand (Auslastung in %)
Gesamtstaub	mg/m ³	0,2	1,2	20	ca. 93
Betriebseinheit		Nachbrecher			
Messdatum		09.08.18			
Messkomponente	Einheit	Maximaler Messwert abzüglich erweiterte Messunsicherheit	Maximaler Messwert zuzüglich erweiterte Messunsicherheit	Emissions- begrenzung	Betriebszustand (Auslastung in %)
Gesamtstaub	mg/m ³	1,4	2,4	20	ca. 90
Betriebseinheit		Siloanlage Alt			
Messdatum		09.08.18			
Messkomponente	Einheit	Maximaler Messwert abzüglich erweiterte Messunsicherheit	Maximaler Messwert zuzüglich erweiterte Messunsicherheit	Emissions- begrenzung	Betriebszustand (Auslastung in %)
Gesamtstaub	mg/m ³	5,8	8,8	20	ca. 90
Betriebseinheit		Klassieranlage mit Entstaubung			
Messdatum		08.08.18			
Messkomponente	Einheit	Maximaler Messwert abzüglich erweiterte Messunsicherheit	Maximaler Messwert zuzüglich erweiterte Messunsicherheit	Emissions- begrenzung	Betriebszustand (Auslastung in %)
Gesamtstaub	mg/m ³	0,4	1,4	20	ca. 80

Inhaltsverzeichnis

1	Formulierung der Messaufgabe	5
1.1	Auftraggeber	5
1.2	Betreiber	5
1.3	Standort	5
1.4	Anlage.....	5
1.5	Datum der Messung.....	5
1.6	Anlass der Messung.....	5
1.8	Messobjekte.....	6
1.9	Durchgeführte Ortsbesichtigung vor Messdurchführung	6
1.10	Messplanabstimmung	6
1.11	An der Probenahme beteiligte Personen	7
1.12	Beteiligung weiterer Institute	7
1.13	Fachlich Verantwortlicher.....	7
2	Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe	7
2.1	Art der Anlage	7
2.2	Beschreibung der Anlage.....	7
2.3	Beschreibung der Emissionsquelle	7
2.4	Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe	8
2.5	Betriebszeiten	8
2.6	Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen - <u>Vorbrecher</u>	8
2.7	Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen - <u>Nachbrecher</u>	9
2.8	Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen – <u>Siloanlage Alt</u>	9
2.9	Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen – <u>Klassieranlage mit Entstaubung</u>	10
3	Beschreibung der Probenahmestelle	11
3.1	Vorbrecher	11
3.2	Nachbrecher	13
3.3	Siloanlage Alt.....	15
3.4	Klassieranlage mit Entstaubung.....	17
4	Mess- und Analysenverfahren, Geräte	19
4.1	Abgasrandbedingungen	19
4.2	Kontinuierliche Messverfahren	21
4.3	Diskontinuierliche Messverfahren	21
5	Betriebszustand der Anlage während der Messungen	22
5.1	Produktionsanlagen	22
5.2	Abgasreinigungseinrichtungen.....	22
6	Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	23
6.1	Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen.....	23
6.2	Messergebnisse.....	24
6.3	Messergebnisse - <u>Nachbrecher</u>	24

6.4	Messunsicherheiten	26
6.5	Plausibilitätsprüfung	26
7	Anhang	27
7.1	Mess- und Rechenwerte – Vorbrecher.....	27
7.2	Mess- und Rechenwerte – Nachbrecher.....	29
7.3	Mess- und Rechenwerte – Siloanlage Alt	31
7.4	Mess- und Rechenwerte – Klassieranlage mit Entstaubung	33

Rudolf Schebler Schotterwerk GmbH, Birkenfeld

Auftragsnummer: 20517-01-1801

Nürnberg, 22.08.2018

1 Formulierung der Messaufgabe

1.1 Auftraggeber

siehe Titelseite

1.2 Betreiber

siehe Titelseite

1.3 Standort

siehe Titelseite

1.4 Anlage

Anlagen gemäß dem Anhang 1 der 4. BImSchV:

Nr.	Anlagenbeschreibung	Verfahrensart	Anlage gemäß Art. 10 der RL 2010/75/EU
a	b	c	d
2.2	Steine und Erden, Glas, Keramik, Baustoffe Anlagen zum Brechen, Trocknen, Mahlen oder Klassieren von natürlichem oder künstlichem Gestein, ausgenommen Klassieranlage für Sand oder Kies sowie Anlagen, die nicht mehr als zehn Tage im Jahr betrieben werden;	V	--

1.5 Datum der Messung

Betriebseinheit	Datum der aktuellen Messung	Datum der letzten Messung	Datum der nächsten Messung
Vorbrecher	08.08.2018	27.08.2015	in Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde
Nachbrecher	09.08.2018		
Siloplanlage Alt	09.08.2018		
Klassieranlage mit Entstaubung	08.08.2018		

1.6 Anlass der Messung

Messung nach § 28 BImSchG (wiederkehrende Messung bei genehmigungsbedürftigen Anlagen).

Überprüfung der emissionsbegrenzenden Anforderungen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsbescheides.

1.7 Aufgabenstellung

Im Auftrag des Betreibers sollten die Emissionen der oben genannten Betriebseinheiten entsprechend den aktuellen Anforderungen der TA Luft ermittelt werden. Die immissionsschutzrechtlichen Auflagen der zuständigen Genehmigungsbehörde behalten weiterhin ihre Gültigkeit.

Genehmigungsbehörde: Landratsamt Main-Spessart
 Bescheid vom: 13.01.1976
 Aktenzeichen: 330 - 824
 Ziffer: 2.2.1
 und
 Schreiben vom: 08.07.2004

Emissionsbegrenzungen lt. Bescheid vom 13.01.1976

Prüfparameter	Herkunft Bescheid vom 13.01.1976	Dimen- sion	bez. auf	Grenz- wert
Gesamtstaub	Ziffer 2.1.1	mg/m ³	(1)	75

(1) bezogen auf Normzustand: 1013 hPa / 273 K / trocken

Allgemeine Anforderungen zur Emissionsbegrenzung

(Gesamtstaub, einschließlich Feinstaub nach TA-Luft '02 / Ziffer 5.2.1)

Die im Abgas enthaltenen staubförmigen Emissionen dürfen

den Massenstrom 0,20 kg/h

oder

die Massenkonzentration 20 mg/m³

nicht überschreiten. Auch bei Einhaltung oder Unterschreitung eines Massenstroms von 0,20 kg/h darf im Abgas die Massenkonzentration 0,15 g/m³ nicht überschritten werden.

1.8 Messobjekte

Der nachfolgende Messumfang wird für jede Betriebseinheit ermittelt.

Messkomponente	Art der Ermittlung	Anzahl Messwerte	Je Dauer [h]
Gesamtstaub	diskontinuierlich	3	0,5
Abgasfeuchte	diskontinuierlich	3	--
Abgastemperatur	diskontinuierlich	3	--
Abgasvolumenstrom	diskontinuierlich	3	--
Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle	diskontinuierlich	1	--

1.9 Durchgeführte Ortsbesichtigung vor Messdurchführung

Ortsbesichtigung wurde durchgeführt

Messbedingungen entsprechend DIN EN 15259

vorgefunden

nicht vorgefunden

festgelegt und realisiert

nicht festgelegt und realisiert

keine Ortsbesichtigung durchgeführt, da mit den vorherigen Messungen an dieser Anlage befasst

Messbedingungen entsprechend DIN EN 15259

vorgefunden

nicht vorgefunden, siehe Ziffer 3

1.10 Messplanabstimmung

mit dem Betreiber

Herrn C. Menig (Rudolf Schebler Schotterwerk GmbH)

mit der zuständigen Aufsichtsbehörde

keine Messplanabstimmung durchgeführt

1.11 An der Probenahme beteiligte Personen

Herr C. Lang (Dipl.-Ing.(FH)) (Projektleiter)

Herr A. Braunagel (B.Eng.)

1.12 Beteiligung weiterer Institute

nein

1.13 Fachlich Verantwortlicher

Herr S. Jung (Dipl.-Ing. (FH))

Tel. 0911 / 834066 /-67

s.jung@ifu-burkon.de

2 Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe

(nach Angaben des Betreibers)

2.1 Art der Anlage

Anlage zum Brechen, Mahlen oder Klassieren von natürlichem oder künstlichem Gestein.

2.2 Beschreibung der Anlage

2.2.1 Vorbrecher

Hersteller: Fa. Böhringer
 Typ: PM 50
 Leistung max.: 300 t/h

2.2.2 Nachbrecher

Hersteller: Fa. Böhringer
 Typ: Prallmühle PM10
 Leistung max.: 200 t/h

2.2.3 Siloanlage Alt

Hersteller: Fa. Böhringer
 Leistung max.: 200 t/h
 Anzahl Silos: 9

2.2.4 Klassieranlage mit Entstaubung

Hersteller: SBM - Mineral Processing GmbH
 Leistung max.: 250 t/h
 Anzahl Silos: 9

2.3 Beschreibung der Emissionsquelle

Emissions- quelle	Höhe über Grund [m]	Austritts- fläche [m²]	Geodätische Höhe [m]	Gauß-Krüger-Koordinaten		Bauaus- führung
				Rechtswert [m]	Hochwert [m]	
Vorbrecher	22,3	0,385	206	3547905	5525588	Stahlblech
Nachbrecher	17,3	0,159	214	3547874	5525517	"
Siloanlage Alt	15,9	1,000	218	3547845	5525499	"
Klassieranlage mit Entstaubung	24,3	1,131	232	3547844	5525482	"

2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

Kalkstein

2.5 Betriebszeiten

Gesamtbetriebszeit: Montag - Freitag: 06:30-17:00 Uhr

Emissionszeit nach Betreiberangaben: = Gesamtbetriebszeit

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen - Vorbrecher

Aufbau der Abgasführung und -minderung:

- Vorbrecher
- Gewebefilter
- Ventilator
- Kamin

2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

2.6.1.1 Anlage zur Emissionserfassung

Absauganlage

2.6.1.2 Erfassungselement

Absaughaube

2.6.1.3 Ventilator肯ndaten

Hersteller: Filter & Anlagenbau Vollert, Germany
Typ: FEM 340/315/1500
Com.-Nr.: FAA 0217 B26b
Baujahr: 2011
Volumenstrom: 340 m³/min
Differenzdruck: 315 daPa
Temperatur: 20 °C
Umdrehungen: 1500 min⁻¹
Leistung: 23 kW

2.6.1.4 Ansaugfläche

Keine Angaben verfügbar.

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

2.6.2.1 Gewebefilter

Hersteller: Filter & Anlagenbau Vollert, Germany
Typ: F 1H 60S / 182 ..S
Com.-Nr.: FAA 0217 B 26 B
Bauart: 2011
Abreinigung: Druckluftreinigung, vollautomatisch)

2.6.3 Einrichtung zur Kühlung des Abgases

Es sind keine Einrichtungen zur Kühlung der Abgase installiert.

2.7 **Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen - Nachbrecher**

Aufbau der Abgasführung und -minderung:

- Nachbrecher
- Gewebefilter
- Ventilator
- Kamin

2.7.1 **Einrichtung zur Erfassung der Emissionen**

2.7.1.1 **Anlage zur Emissionserfassung**

Absauganlage

2.7.1.2 **Erfassungselement**

Absaughaube

2.7.1.3 **Ventilator**

Hersteller:	F.A.V.-Ventilator
Typ:	FEM 220/265/3000
Baujahr:	keine Angaben
Leistung:	15 kW

2.7.1.4 **Ansaugfläche**

Keine Angaben verfügbar.

2.7.2 **Einrichtung zur Verminderung der Emissionen**

2.7.2.1 **Gewebefilter**

Hersteller:	Vollert KG - Nürnberg, Filter & Anlagenbau
Typ:	F 1.60 S/108
Bauart:	Saugschlauchfilter
Baujahr:	keine Angaben
Schlauchlänge:	4.000 mm
Abreinigung:	Druckluftreinigung, vollautomatisch

2.7.3 **Einrichtung zur Kühlung des Abgases**

Es sind keine Einrichtungen zur Kühlung der Abgase installiert.

2.8 **Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen – Siloanlage Alt**

Aufbau der Abgasführung und -minderung:

- Siloanlage
- Gewebefilter
- Ventilator
- seitliche Austrittsöffnung

2.8.1 **Einrichtung zur Erfassung der Emissionen**

2.8.1.1 **Anlage zur Emissionserfassung**

Absauganlage

2.8.1.2 Erfassungselement

Absaughauben

2.8.1.3 Ventilator肯ndaten

Hersteller: Fa. Garant
Typ: 090/280-4-R
Baujahr: 1977
Fabr.-Nr.: R 5619
Volumenstrom: 52.800 m³/h
Druckdifferenz gesamt: 2.800 Pa/m²

2.8.1.4 Ansaugfläche

Keine Angaben verfügbar.

2.8.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

2.8.2.1 Gewebefilter

Hersteller: Garant Werke
Typ: Flächenfilter GTFZ 4/27/128/EF
Baujahr: 1977
Filterfläche: 476/454 m²
Abreinigung: Druckluftreinigung, vollautomatisch

2.8.3 Einrichtung zur Kühlung des Abgases

Es sind keine Einrichtungen zur Kühlung der Abgase installiert.

2.9 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen – Klassieranlage mit Entstaubung

Aufbau der Abgasführung und -minderung:

- Klassieranlage
- Gewebefilter
- Ventilator
- Kamin

2.9.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

2.9.1.1 Anlage zur Emissionserfassung

Absauganlage

2.9.1.2 Erfassungselement

Absaughauben

2.9.1.3 Ventilator肯ndaten

Hersteller: Konrad Reitz Ventilatoren GmbH & Co. KG, Höxter
Typ: MXE 031-112015-00
Fabr.-Nr.: 313014
Baujahr: 2014

Rudolf Schebler Schotterwerk GmbH, Birkenfeld

Auftragsnummer: 20517-01-1801

Nürnberg, 22.08.2018

Ansaugtemperatur: 20 °C
 Volumenstrom: 1.120 m³/min
 Totaldruckerhöhung: 315 daPa
 Umdrehungen: 1500 min⁻¹

2.9.1.4 Ansaugfläche

Keine Angaben verfügbar.

2.9.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

2.9.2.1 Gewebefilter

Hersteller: FB Filter Bau GmbH
 Typ: FWDA 3,1/3/3,0
 Baujahr: 2014
 Volumenstrom: 65.000 Bm³/h
 Anordnung der Schläuche: vertikal
 Filtermedium: Polyester-Nadelfilz mit Stützgewebe
 Filterfläche: 648 m²
 Schlauchanzahl: 432 Stück
 Schlauchlänge: 3.000 mm
 Abreinigung: Druckluftreinigung, vollautomatisch

2.9.3 Einrichtung zur Kühlung des Abgases

Es sind keine Einrichtungen zur Kühlung der Abgase installiert.

3 Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Vorbrecher

Messquerschnitt		
Lage des Messquerschnittes	im senkrechten Kamin, nach Ventilator	
Abmaße des Messquerschnittes	Durchmesser(△ hydraulischem Durchmesser (D _h))	0,70 m
	Querschnittsfläche (A)	0,385 m²

Prüfung der Eignung der Probenahmestelle nach DIN EN 15259:2008-01 Ziffer 6.2.1 b)			
Parameter	Istzustand	Anforderung	erfüllt [Ja/Nein]
Länge der geraden Einlaufstrecke	ca. 7 m	≥ 5 D _h	Ja
Länge der geraden Auslaufstrecke	ca. 2,5 m	≥ 2 D _h	Ja
Auslauf bis zum Ende des Abgaskanals /-kamins	ca. 2,5 m	≥ 5 D _h	Nein

Prüfung der Strömungsverhältnisse nach DIN EN 15259:2008-01 Ziffer 6.2.1 c)	
Parameter / Anforderung	Ja/Nein
Netzmessung Strömungsgeschwindigkeit erforderlich (ja, wenn staubförmige Komponente(n) bzw. Volumenstrombestimmung und $A \geq 0,1 \text{ m}^2$ bzw. $\varnothing \geq 0,35 \text{ m}$)	Ja
Winkel zwischen Gasstrom und Mittelachse des Abgaskanal $< 15^\circ$ (entfällt bei Kanälen $< 0,15 \text{ m}$ Durchmesser)	Ja
Keine lokalen negativen Strömungen	Ja
Verhältnis höchste/niedrigste örtliche Strömungsgeschwindigkeit $< 3:1$	Ja
Mindestgeschwindigkeit entsprechend Messverfahren	Ja

Netzmessung	Prüfkomponente Strömungsgeschwindigkeit [m/s] (Betriebszustand)	
Messpunkt	1	2
Eintauchtiefe [m]	0,10	0,60
Messachse I	7,7	10,6
Messachse II	10,6	7,7
Verhältnis größte/kleinste örtliche Strömungsgeschwindigkeit:	1,4 : 1,0	

Homogenitätsprüfung nach DIN EN 15259:2008-01 Ziffer 8	
Parameter / Anforderung	Ja/Nein
Homogenitätsprüfung erforderlich (ja, wenn gasförmige Komponente(n) und $A \geq 0,1 \text{ m}^2$ bzw. $\varnothing \geq 0,35 \text{ m}$)	Nein

Ergebnis Prüfung der Eignung der Probenahmestelle nach DIN EN 15259:2008-01	
Parameter / Anforderung	Ja/Nein
Probenahmestelle erfüllt die o.a. Anforderungen der DIN EN 15259:2008-01	Nein
Ermittlung vertretbarer Ergebnisse möglich	Ja
Begründung: Die Probenahmestelle entspricht bezüglich der Einlaufstrecke und dem Auslauf bis zum Ende des Abgaskanals /-kamins nicht den normativen Anforderungen.	
Strömungsgeschwindigkeit:	normative Anforderungen erfüllt
Partikelförmige Komponenten:	normative Anforderungen nicht erfüllt. Erhöhung der Messunsicherheit, siehe Ziffer 6.2

Anzahl Messachsen und Messpunkte je Komponente		
Parameter	Anzahl Messachsen	Anzahl Messpunkte je Messachse
Partikelförmige Komponenten	1	2
Strömungsgeschwindigkeit	2	2

Anzahl und Größe der Messöffnungen (Messstutzen)			
Bezeichnung	Durchmesser	Messachse	Weitere Lagebeschreibungen
1	2"	I	Die Messachsen I und II sind in einer Messebene um 90 ° axial versetzt angeordnet.
2	2"	II	Der Messstutzen an Messöffnung 2 konnte nicht geöffnet werden. Die Messpunkte der Messachse II wurden durch Schwenken der Messsonde erfasst.

Beschreibung des Messplatzes	
Lage der Messstelle	im Freien, ca. 20 m über Grund
Zugang	Steigleiter
Gerätetransport	Seil
Zugänglichkeit	erschwert
Arbeitssicherheit	gewährleistet
Witterungsschutz	nicht gewährleistet

3.2 Nachbrecher

Messquerschnitt		
Lage des Messquerschnittes	im senkrechten Kamin, nach Ventilator	
Abmaße des Messquerschnittes	Durchmesser (Δ hydraulischem Durchmesser (D_h))	0,45 m
	Querschnittsfläche (A)	0,159 m ²

Prüfung der Eignung der Probenahmestelle nach DIN EN 15259:2008-01 Ziffer 6.2.1 b)			
Parameter	Istzustand	Anforderung	erfüllt [Ja/Nein]
Länge der geraden Einlaufstrecke	ca. 0,3 m	$\geq 5 D_h$	Nein
Länge der geraden Auslaufstrecke	ca. 1,5 m	$\geq 2 D_h$	Ja
Auslauf bis zum Ende des Abgaskanals /-kamins	ca. 1,5 m	$\geq 5 D_h$	Nein

Prüfung der Strömungsverhältnisse nach DIN EN 15259:2008-01 Ziffer 6.2.1 c)	
Parameter / Anforderung	Ja/Nein
Netzmessung Strömungsgeschwindigkeit erforderlich (ja, wenn staubförmige Komponente(n) bzw. Volumenstrombestimmung und $A \geq 0,1 \text{ m}^2$ bzw. $\varnothing \geq 0,35 \text{ m}$)	Ja
Winkel zwischen Gasstrom und Mittelachse des Abgaskanal $< 15^\circ$ (entfällt bei Kanälen $< 0,15 \text{ m}$ Durchmesser)	Ja
Keine lokalen negativen Strömungen	Ja
Verhältnis höchste/niedrigste örtliche Strömungsgeschwindigkeit $< 3:1$	Ja
Mindestgeschwindigkeit entsprechend Messverfahren	Ja

Netzmessung	Prüfkomponente Strömungsgeschwindigkeit [m/s] (Betriebszustand)	
Messpunkt	1	2
Eintauchtiefe [m]	0,07	0,38
Messachse I	11,4	8,3
Messachse II	9,8	8,3
Verhältnis größte/kleinste örtliche Strömungsgeschwindigkeit:	1,4 : 1,0	

Homogenitätsprüfung nach DIN EN 15259:2008-01 Ziffer 8	
Parameter / Anforderung	Ja/Nein
Homogenitätsprüfung erforderlich (ja, wenn gasförmige Komponente(n) und $A \geq 0,1 \text{ m}^2$ bzw. $\varnothing \geq 0,35 \text{ m}$)	Nein

Ergebnis Prüfung der Eignung der Probenahmestelle nach DIN EN 15259:2008-01	
Parameter / Anforderung	Ja/Nein
Probenahmestelle erfüllt die o.a. Anforderungen der DIN EN 15259:2008-01	Nein
Ermittlung vertretbarer Ergebnisse möglich	Ja
Begründung: Die Probenahmestelle entspricht bezüglich der Einlaufstrecke und dem Auslauf bis zum Ende des Abgaskanals /-kamins nicht den normativen Anforderungen.	
Strömungsgeschwindigkeit:	normative Anforderungen erfüllt.
Partikelförmige Komponenten:	normative Anforderungen nicht erfüllt. Erhöhung der Messunsicherheit, siehe Ziffer 6.2

Anzahl Messachsen und Messpunkte je Komponente		
Parameter	Anzahl Messachsen	Anzahl Messpunkte je Messachse
Partikelförmige Komponenten	1	2
Strömungsgeschwindigkeit	2	2

Anzahl und Größe der Messöffnungen (Messstutzen)			
Bezeichnung	Durchmesser	Messachse	Weitere Lagebeschreibungen
1	2"	I	Die Messpunkte der Messachse II wurden durch Schwenken der Messsonde erfasst.

Beschreibung des Messplatzes	
Lage der Messstelle	im Freien, ca. 16 m über Grund
Zugang	Steigleiter
Gerätetransport	Seil
Zugänglichkeit	erschwert
Arbeitssicherheit	gewährleistet
Witterungsschutz	nicht gewährleistet

3.3 Siloanlage Alt

Messquerschnitt		
Lage des Messquerschnittes	im schrägen Abluftkanal, vor Ventilator	
Abmaße des Messquerschnittes	Länge x Breite	2,00 x 0,50 m
	Querschnittsfläche (A)	1,000 m ²
	hydraulischer Durchmesser (D _h) (= 4 x Fläche) / Umfang)	0,8 m

Prüfung der Eignung der Probenahmestelle nach DIN EN 15259:2008-01 Ziffer 6.2.1 b)			
Parameter	Istzustand	Anforderung	erfüllt [Ja/Nein]
Länge der geraden Einlaufstrecke	ca. 0,7 m	≥ 5 D _h	Nein
Länge der geraden Auslaufstrecke	0 m	≥ 2 D _h	Nein
Auslauf bis zum Ende des Abgaskanals /-kamins	0 m	≥ 5 D _h	Nein

Prüfung der Strömungsverhältnisse nach DIN EN 15259:2008-01 Ziffer 6.2.1 c)	
Parameter / Anforderung	Ja/Nein
Netzmessung Strömungsgeschwindigkeit erforderlich (ja, wenn staubförmige Komponente(n) bzw. Volumenstrombestimmung und $A \geq 0,1 \text{ m}^2$ bzw. $\varnothing \geq 0,35 \text{ m}$)	Ja
Winkel zwischen Gasstrom und Mittelachse des Abgaskanal $< 15^\circ$ (entfällt bei Kanälen $< 0,15 \text{ m}$ Durchmesser)	Ja
Keine lokalen negativen Strömungen	Ja
Verhältnis höchste/niedrigste örtliche Strömungsgeschwindigkeit $< 3:1$	Ja
Mindestgeschwindigkeit entsprechend Messverfahren	Ja

Netzmessung		Prüfkomponente Strömungsgeschwindigkeit [m/s] (Betriebszustand)					
Messpunkt		1	2	3	4	5	6
Messpunkt - Eintauchtiefe [m] Messachse - Abstand vom Rand [m]		0,17	0,50	0,83	1,17	1,50	1,83
Messachse I	[m/s]	13,7	5,8	10,1	16,3	17,0	10,3
Verhältnis größte/kleinste örtliche Strömungsgeschwindigkeit:		2,9 : 1,0					

Homogenitätsprüfung nach DIN EN 15259:2008-01 Ziffer 8	
Parameter / Anforderung	Ja/Nein
Homogenitätsprüfung erforderlich (ja, wenn gasförmige Komponente(n) und $A \geq 0,1 \text{ m}^2$ bzw. $\varnothing \geq 0,35 \text{ m}$)	Nein

Ergebnis Prüfung der Eignung der Probenahmestelle nach DIN EN 15259:2008-01	
Parameter / Anforderung	Ja/Nein
Probenahmestelle erfüllt die o.a. Anforderungen der DIN EN 15259:2008-01	Nein
Ermittlung vertretbarer Ergebnisse möglich	Ja
Begründung: Die Probenahmestelle entspricht bezüglich der Ein-/Auslaufstrecke und dem Auslauf bis zum Ende des Abgaskanals /-kamins nicht den normativen Anforderungen.	
Strömungsgeschwindigkeit:	normative Anforderungen erfüllt.
Partikelförmige Komponenten:	normative Anforderungen nicht erfüllt. Erhöhung der Messunsicherheit, siehe Ziffer 6.2

Anzahl Messachsen und Messpunkte je Komponente		
Parameter	Anzahl Messachsen	Anzahl Messpunkte je Messachse
Partikelförmige Komponenten	1	6
Strömungsgeschwindigkeit	1	6

Anzahl und Größe der Messöffnungen (Messstutzen)			
Bezeichnung	Durchmesser	Messachse	Weitere Lagebeschreibungen
1	2"	I	--

Beschreibung des Messplatzes	
Lage der Messstelle	im Freien, ca. 14 m über Grund
Zugang	Steigleiter
Gerätetransport	Seil
Zugänglichkeit	erschwert
Arbeitssicherheit	gewährleistet
Witterungsschutz	nicht gewährleistet

3.4 Klassieranlage mit Entstaubung

Messquerschnitt		
Lage des Messquerschnittes	im senkrechten Kamin, nach Ventilator	
Abmaße des Messquerschnittes	Durchmesser (Δ hydraulischem Durchmesser (D_h))	1,20 m
	Querschnittsfläche (A)	1,131 m ²

Prüfung der Eignung der Probenahmestelle nach DIN EN 15259:2008-01 Ziffer 6.2.1 b)			
Parameter	Istzustand	Anforderung	erfüllt [Ja/Nein]
Länge der geraden Einlaufstrecke	ca. 5 m	$\geq 5 D_h$	Nein
Länge der geraden Auslaufstrecke	ca. 6 m	$\geq 2 D_h$	Ja
Auslauf bis zum Ende des Abgaskanals /-kamins	ca. 6 m	$\geq 5 D_h$	Ja

Prüfung der Strömungsverhältnisse nach DIN EN 15259:2008-01 Ziffer 6.2.1 c)	
Parameter / Anforderung	Ja/Nein
Netzmessung Strömungsgeschwindigkeit erforderlich (ja, wenn staubförmige Komponente(n) bzw. Volumenstrombestimmung und $A \geq 0,1 \text{ m}^2$ bzw. $\varnothing \geq 0,35 \text{ m}$)	Ja
Winkel zwischen Gasstrom und Mittelachse des Abgaskanal $< 15^\circ$ (entfällt bei Kanälen $< 0,15 \text{ m}$ Durchmesser)	Ja
Keine lokalen negativen Strömungen	Ja
Verhältnis höchste/niedrigste örtliche Strömungsgeschwindigkeit $< 3:1$	Ja
Mindestgeschwindigkeit entsprechend Messverfahren	Ja

Netzmessung	Prüfkomponente Strömungsgeschwindigkeit [m/s] (Betriebszustand)			
Messpunkt	1	2	3	4
Eintauchtiefe [m]	0,08	0,30	0,90	1,12
Messachse I	12,1	12,3	19,3	22,3
Messachse II	19,8	20,6	17,4	16,3
Verhältnis größte/kleinste örtliche Strömungsgeschwindigkeit:	1,8 : 1,0			

Homogenitätsprüfung nach DIN EN 15259:2008-01 Ziffer 8	
Parameter / Anforderung	Ja/Nein
Homogenitätsprüfung erforderlich (ja, wenn gasförmige Komponente(n) und $A \geq 0,1 \text{ m}^2$ bzw. $\varnothing \geq 0,35 \text{ m}$)	Nein

Ergebnis Prüfung der Eignung der Probenahmestelle nach DIN EN 15259:2008-01	
Parameter / Anforderung	Ja/Nein
Probenahmestelle erfüllt die o.a. Anforderungen der DIN EN 15259:2008-01	Nein
Ermittlung vertretbarer Ergebnisse möglich	Ja
Begründung: Die Probenahmestelle entspricht bezüglich der Einlaufstrecke nicht den normativen Anforderungen.	
Strömungsgeschwindigkeit:	normative Anforderungen erfüllt.
Partikelförmige Komponenten:	normative Anforderungen nicht erfüllt. Erhöhung der Messunsicherheit, siehe Ziffer 6.2

Anzahl Messachsen und Messpunkte je Komponente		
Parameter	Anzahl Messachsen	Anzahl Messpunkte je Messachse
Partikelförmige Komponenten	1	4
Strömungsgeschwindigkeit	2	4

Anzahl und Größe der Messöffnungen (Messstutzen)			
Bezeichnung	Durchmesser	Messachse	Weitere Lagebeschreibungen
1	3"	I	Die Messachsen I und II sind in einer Messebene um 90 ° axial versetzt angeordnet.
2	3"	II	Der Messstutzen an Messöffnung 2 konnte nicht geöffnet werden. Die Messpunkte der Messachse II wurden durch Schwenken der Messsonde erfasst.

Beschreibung des Messplatzes	
Lage der Messstelle	im Freien, ca. 22 m über Grund
Zugang	Steigleiter
Gerätetransport	Seil
Zugänglichkeit	gut
Arbeitssicherheit	gewährleistet
Witterungsschutz	nicht gewährleistet

4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit / Statischer Druck im Abgaskamin

Messverfahren:

Bestimmung des dynamischen Staudruckes über den Messquerschnitt. Bestimmung des Statischen Druckes und der Abgasgeschwindigkeit im Abgaskamin mittels Prandtl'schen Staurohrs in Verbindung mit Differenzdruckmanometer.

Richtlinie(n)

DIN EN ISO 16911-1:2013-06

Emissionen aus stationären Quellen - Manuelle und automatische Bestimmung der Geschwindigkeit und des Volumenstroms in Abgaskanälen - Teil 1: Manuelles Referenzverfahren

Bestimmungsgrenze für Strömungsgeschwindigkeit:

3 m/s, bezogen auf Betriebsbedingungen

Messgerät

Hersteller:

Müller Messinstrumente GmbH, Meckenheim

Typ:

Micromanometer MP6 KSR, Serien-Nr. 5292

Messbereich:

1 - 1 999 Pa

Rudolf Schebler Schotterwerk GmbH, Birkenfeld

Auftragsnummer: 20517-01-1801

Nürnberg, 22.08.2018

Messgenauigkeit:	± 1 Pa
Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	jährlich lt. QS-System
4.1.2 Luftdruck in Höhe der Messstelle	
Messverfahren:	Absolutdrucksensor
Richtlinie(n)	
VDI 3786 Blatt 16:2010-07	Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen - Luftdruck
Messgerät	
Bauart:	Digital Barometer
Hersteller:	GHM Messtechnik GmbH, Regenstauf
Typ:	GPB 3300
Messbereich:	300 ... 1 100 hPa abs.
Genauigkeit:	± 2,0 hPa (bei 50°C)
Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	jährlich lt. QS-System
4.1.3 Abgastemperatur und Abgasfeuchte	
Messverfahren:	Abgastemperatur: thermoelektrisch Abgasfeuchte: psychrometrische Zweithermometermethode
Richtlinie(n)	
VDI 2066 Blatt 1:2006-11	Messen von Partikeln - Staubmessungen in strömenden Gasen - Gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung
VDI/VDE 3511 Blatt 1:1996-03	Technische Temperaturmessungen - Grundlagen und Übersicht über besondere Temperaturmessverfahren
VDI 3786 Blatt 3:2012-10	Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen - Lufttemperatur
VDI 3786 Blatt 4:2013-06	Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen - Luftfeuchte
Thermoelement	
Hersteller:	TC Direct
Typ:	NiCr/NiAl-Element (Typ K)
Anzahl:	Fühler 1: Trockentemperatur Fühler 2: Feuchtemperatur (umwickelt mit Stoffläppchen, getränkt mit destilliertem Wasser)
Fühlerlänge:	je 500 mm
Messbereich:	je -200 bis 1 370 °C
Fühlermaterial:	Edelstahl
Messgenauigkeit:	± 1,5 °C
Messwertaufnehmer	
Hersteller:	Greisinger Electronic GmbH, Regenstauf
Typ:	GMH 3230 „Digitalthermometer“
Messbereich:	-199,9 bis 999,9 °C

Rudolf Schebler Schotterwerk GmbH, Birkenfeld

Auftragsnummer: 20517-01-1801

Nürnberg, 22.08.2018

Messgenauigkeit: max. $\pm 0,3$ °C vom Messwert

Letzte Überprüfung / Kalibrierung: jährlich lt. QS-System

4.1.4 Abgasdichte

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

4.1.5 Abgasverdünnung

entfällt

4.2 Kontinuierliche Messverfahren

entfällt

4.3 Diskontinuierliche Messverfahren

4.3.1 Gas- und dampfförmige Emissionen

entfällt

4.3.2 Partikelförmige Emissionen

4.3.2.1 Gesamtstaub

Messverfahren: manuelles gravimetrisches Verfahren

Richtlinie(n)

VDI 2066 Blatt 1:2006-11

Messen von Partikeln - Staubmessungen in strömenden Gasen
- Gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung

DIN EN 13284-1:2002-04

Emissionen aus stationären Quellen - Ermittlung der Staubmas-
senkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen - Teil 1:
Manuelles gravimetrisches Verfahren

Probenahme

Art der Probenahme: In-Stack-Filtration mit Filterkopfgerät

Filterkopf: Typ: Planfilterkopfgerät

Material: Titan

Beheizung: nein

Abscheidemedium:

Hersteller: Munktell & Filtrak GmbH

Rundfilter: \varnothing 45 mm

Typ: MG 160

Temperaturbeständigkeit: max. 500°C

Material: Mikroglassfilter

Absaugapparat: Trockenturm, Gasuhr, Pumpe mit Gasregulierungssystem

Aufarbeitung und Auswertung des Abscheidemediums

Trocknungstemperatur

vor / nach der Beaufschlagung: 180 / 160 °C

Analysenwaage:

Hersteller: Denver Instrument GmbH, Göttingen

Typ: SI-114

Baujahr: 2010

Hersteller-Nr.: 25405565

Bestimmungsgrenze: 0,5 mg/m³ bei einem Probenvolumen von 1 m³

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

(nach Angaben des Betreibers)

5.1 Produktionsanlagen

5.1.1 Vorbrecher

Betriebsweise: kontinuierlich
Produkt: Kalkstein
Durchsatzleistung: ca. 280 t/h
Abweichung vom
bestimmungsgemäßen Betrieb: nein

5.1.2 Nachbrecher

Betriebsweise: kontinuierlich
Produkt: Kalkstein
Durchsatzleistung: ca. 180 t/h
Abweichung vom
bestimmungsgemäßen Betrieb: nein

5.1.3 Siloanlage Alt

Betriebsweise: kontinuierlich
Produkt: Kalkstein
Durchsatzleistung: ca. 180 t/h
Abweichung vom
bestimmungsgemäßen Betrieb: nein

5.1.4 Klassieranlage mit Entstaubung

Betriebsweise: kontinuierlich
Produkt: Kalkstein
Durchsatzleistung: ca. 200 t/h
Abweichung vom
bestimmungsgemäßen Betrieb: nein

5.2 Abgasreinigungseinrichtungen

5.2.1 Gewebefilter - Vorbrecher

Wartungsintervalle: jährlich
Letzte Wartung: 01/2018
Letzter Filterwechsel: bei Schadhafteit erfolgt Filterwechsel
Abweichung vom
bestimmungsgemäßen Betrieb: nein

5.2.2 Gewebefilter - Nachbrecher

Wartungsintervalle: jährlich

Rudolf Schebler Schotterwerk GmbH, Birkenfeld

Auftragsnummer: 20517-01-1801

Nürnberg, 22.08.2018

Letzte Wartung: 01/2018
 Letzter Filterwechsel: bei Schadhaftheit erfolgt Filterwechsel
 Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb: nein

5.2.3 Gewebefilter – Siloanlage Alt

Wartungsintervalle: jährlich
 Letzte Wartung: 02/2018
 Letzter Filterwechsel: bei Schadhaftheit erfolgt Filterwechsel
 Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb: nein

5.2.4 Gewebefilter – Klassieranlage mit Entstaubung

Wartungsintervalle: jährlich
 Letzte Wartung: 02/2018
 Letzter Filterwechsel: Originalbestand 2014
 Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb: nein

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Die Anlagen wurden nach Angaben des Betreibers während der Untersuchungszeiträume kontinuierlich und störungsfrei mit der betriebsüblichen Auslastung (siehe folgende Tabelle) betrieben.

Tabelle Auslastung

Bezeichnung	Durchsatz max. [t/h]	Durchsatz max. im Untersuchungszeitraum [t/h]	Auslastung [%]
Vorbrecher	300	ca. 280	93
Nachbrecher	200	ca. 180	90
Siloanlage Alt	200	ca. 180	90
Klassieranlage mit Entstaubung	250	ca. 200	80

Bei allen vier Betriebseinheiten ist auch bei einer 100%-igen Auslastung (vgl. jeweilige Messergebnistabelle) von keiner Grenzwertüberschreitung für Gesamtstaub auszugehen.

Zum Zeitpunkt der Messung war nach sachverständigem Ermessen die Forderung Ziffer 5.3.2.2 TA Luft (höchste Emission) erfüllt.

6.2 Messergebnisse

6.2.1 Messergebnisse - Vorbrecher

Anlage: Schotterwerk

Betriebseinheit: Vorbrecher

Probe-Nr:	1 2 3			Mittelwert	Maxwert	Erweiterte Messunsicherheit (U _p)			Maxwert - U _p	Maxwert + U _p			
	8.8.18					Mindestens	Maximal	vom Maxwert					
Probenahmedatum:	8.8.18												
Probenahmezeit:	von:	14:47	15:27	16:03									
	bis:	15:17	15:57	16:33									
Untersuchungsparameter	Dimension	Grenzwert	bez. auf										
Gesamtstaub	mg/m ³	20	(1)	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,5	20 %	0,5	0,2	1,2
	kg/h			0,008	0,006	0,006	0,007	0,008					
Abgasfeuchte	Vol.-%			2,3	2,6	2,4							
Abgastemperatur	°C			32,8	33,7	33,5							
Abgasvolumenstrom	m ³ /h		(1)	10 754	9 747	10 497							

(1) Normzustand: 273K / 1013 hPa / trocken

6.3 Messergebnisse - Nachbrecher

Anlage: Schotterwerk

Betriebseinheit: Nachbrecher

Probe-Nr:	1 2 3			Mittelwert	Maxwert	Erweiterte Messunsicherheit (U _p)			Maxwert - U _p	Maxwert + U _p			
	9.8.18					Mindestens	Maximal	vom Maxwert					
Probenahmedatum:	9.8.18												
Probenahmezeit:	von:	08:43	09:18	09:54									
	bis:	09:13	09:48	10:24									
Untersuchungsparameter	Dimension	Grenzwert	bez. auf										
Gesamtstaub	mg/m ³	20	(1)	1,8	1,7	1,9	1,8	1,9	0,5	20 %	0,5	1,4	2,4
	kg/h			0,009	0,011	0,011	0,010	0,011					
Abgasfeuchte	Vol.-%			2,3	2,5	2,6							
Abgastemperatur	°C			23,7	24,4	26,6							
Abgasvolumenstrom	m ³ /h		(1)	4 758	6 233	6 032							

(1) Normzustand: 273K / 1013 hPa / trocken

6.3.1 Messergebnisse – Siloanlage Alt

Anlage: Schotterwerk

Betriebseinheit: Siloanlage Alt

Probe-Nr:	1 2 3			Mittelwert	Maxwert	Erweiterte Messunsicherheit (U _p)			Maxwert - U _p	Maxwert + U _p			
	9.8.18					Mindestens	Maximal	vom Maxwert					
Probenahmedatum:	9.8.18												
Probenahmezeit:	von:	11:22	11:54	12:31									
	bis:	11:52	12:24	13:01									
Untersuchungsparameter	Dimension	Grenzwert	bez. auf										
Gesamtstaub	mg/m ³	20	(1)	7,3	6,7	6,7	6,9	7,3	0,5	20 %	1,5	5,8	8,8
	kg/h			0,241	0,224	0,224	0,230	0,241					
Abgasfeuchte	Vol.-%			2,3	2,3	2,5							
Abgastemperatur	°C			26,6	27,1	28,9							
Abgasvolumenstrom	m ³ /h		(1)	33 024	33 394	33 465							

(1) Normzustand: 273K / 1013 hPa / trocken

6.3.2 Messergebnisse – Klassieranlage mit Entstaubung

Anlage: Schotterwerk

Betriebseinheit: Klassieranlage mit Entstaubung

Probe-Nr:	1 2 3			Mittelwert	Maxwert	Erweiterte Messunsicherheit (U _p)			Maxwert - U _p	Maxwert + U _p			
	8.8.18					Mindestens	Maximal	vom Maxwert					
Probenahmedatum:	8.8.18												
Probenahmezeit:	von:	12:18	12:57	13:33									
	bis:	12:48	13:27	14:03									
Untersuchungsparameter	Dimension	Grenzwert	bez. auf										
Gesamtstaub	mg/m ³	20	(1)	0,9	0,9	0,6	0,8	0,9	0,5	20 %	0,5	0,4	1,4
	kg/h			0,055	0,058	0,039	0,051	0,058					
Abgasfeuchte	Vol.-%			2,3	2,2	2,3							
Abgastemperatur	°C			28,6	30,6	31,2							
Abgasvolumenstrom	m ³ /h		(1)	61 287	64 690	64 403							

(1) Normzustand: 273K / 1013 hPa / trocken

6.4 Messunsicherheiten

Die Angabe der erweiterten Messunsicherheit (U_p) als Massenkonzentrationswert sowie der Werte ($U_{p\pm}$ maximaler Messwert) erfolgt in den Messergebnistabellen. Die erweiterte Messunsicherheit $U_p=k \cdot u_c$ wird mit einem Erweiterungsfaktor K entsprechend der Vorgehensweise in den aktuellen DIN EN Normen als 2 berechnet.

Messkomponente	Bezugswert- rechnung	Erweiterte Messunsicherheit (U_p)		Bestimmungsmethode
		mindestens	maximal	
Diskontinuierliche Messverfahren				
Gesamtstaub	--	0,5 mg/m ³	20 %	Abschätzung in Anlehnung an die VDI 4219 Ziffer 6.3; Erhöhte Messunsicherheit aufgrund nicht normgerechter Messstelle
Abgasrandbedingungen				
Abgasvolumenstrom	--	-- m ³ /h	10 %	Doppelbestimmung
Abgastemperatur	--	1,5 °C	--	Messgeräteunsicherheit
Abgasfeuchte	--	0,3 Vol.-%	10 %	Doppelbestimmung
Luftdruck in Höhe der Messstelle	--	2 hPa	--	Messgeräteunsicherheit

6.5 Plausibilitätsprüfung

Die Überprüfung der ermittelten Messwerte und deren Berechnungen ließen im Rahmen der vorliegenden Betriebsbedingungen keine unplausiblen Werte erkennen.

Institut für Umwelt- und Arbeitsplatzanalytik Burkon GmbH

C. Lang
 (Projektleiter)

S. Jung
 (fachlich Verantwortlicher)

7 Anhang

7.1 Mess- und Rechenwerte – Vorbrecher

Mess- und Rechenwerte				Volumenstrom		
Anlage	Schotterwerk					
Betriebseinheit	Vorbrecher					
Messstelle	Kamin, Reingas					
Messdatum:				08.08.2018	08.08.2018	08.08.2018
Proben-Nr.:				1	2	3
Probenahmezeit:		von:		14:40	15:20	16:00
Hauptgasstrom		bis:		14:40	15:20	16:00
Maße Messstelle	Durchmesser	m	bez.	0,700	0,700	0,700
	hydraulischer Durchmesser	m		0,70	0,70	0,70
	Messquerschnitt	m ²		0,385	0,385	0,385
Luftdruck i.H.d. Messstelle		hPa		985	985	985
Statischer Druck		hPa		0,0	0,0	0,0
Abgastemperatur		°C		32,8	33,7	33,5
Feuchte absolut		Vol.-% (2)		2,3	2,6	2,4
Wasserdampfgehalt fn		kg/Nm ³ (3)		0,019	0,021	0,019
Wasserdampfgehalt fn		kg/m ³ (2)		0,018	0,021	0,019
Wasserdampfgehalt x		kg/kg		0,015	0,017	0,015
Relative Feuchte		%		45,2	48,9	44,9
Feuchtkugel - T-trocken		°C		32,8	33,7	33,5
Feuchtkugel - T-feucht		°C		23,3	24,8	23,8
Dichte		kg/m ³ (3)		1,293	1,293	1,293
Dichte		kg/m ³ (2)		1,282	1,280	1,281
Dichte		kg/m ³ (1)		1,113	1,108	1,110
Gasgeschw. (Kanal) im Mittel gesamt		m/s (1)		9,151	8,345	8,960
Volumenstrom		m ³ /h (1)		12 677	11 560	12 412
Volumenstrom		m ³ /h (2)		11 005	10 006	10 750
Volumenstrom		m ³ /h (3)		10 754	9 747	10 497
(1) Betriebszustand: T-Abgaskanal / p-Abgaskanal / feucht						
(2) Normzustand: 273 K / 1013 hPa / feucht						
(3) Normzustand: 273 K / 1013 hPa / trocken						

Mess- und Rechenwerte			Gesamtstaub		
Anlage	Schotterwerk				
Betriebseinheit	Vorbrecher				
Messstelle	Kamin, Reingas				
Messdatum:			08.08.2018	08.08.2018	08.08.2018
Proben-Nr.:			1	2	3
Probenahmezeit:	von:		14:47	15:27	16:03
	bis:		15:17	15:57	16:33
Luftdruck i.H.d. Messstelle	hPa		985	985	985
Statischer Druck	hPa		0,0	0,0	0,0
Abgastemperatur	°C		33	34	34
Feuchte absolut	Vol.-%	(2)	2,3	2,6	2,4
Teilgasstrom					
Unterdruck Gasuhr Mittelwert	hPa		70	65	68
Temperatur Gasuhr Mittelwert	°C		29	31	32
Abgesaugtes Volumen (Gasuhr)	m ³	(4)	1,002	0,952	0,963
Absaugedauer	min		30	30	30
Sondendurchmesser	mm		8	8	8
Filter-Nr:	--		9888	9889	9890
Abgesaugte Staubmasse	mg		0,6	0,5	0,5
Vol.-Gasuhr	m ³	(3)	0,818	0,776	0,781
Vol.-Gasuhr	m ³	(2)	0,837	0,797	0,800
Vol.-Gasuhr	m ³	(1)	0,964	0,921	0,924
Teilvol.strom	m ³ /h	(3)	1,6	1,6	1,6
Teilvol.strom	m ³ /h	(1)	1,9	1,8	1,9
Teilvol.strom	m ³ /h	(2)	1,7	1,6	1,6
Gasgeschwindigkeit Düse	m/s	(1)	10,666	10,168	10,223
Hauptgasstrom					
Dichte	kg/m ³	(3)	1,293	1,293	1,293
Dichte	kg/m ³	(2)	1,282	1,280	1,281
Dichte	kg/m ³	(1)	1,113	1,108	1,110
Massenkonz. an Staub	mg/m ³	(1)	0,6	0,5	0,5
Massenkonz. an Staub	mg/m ³	(2)	0,7	0,6	0,6
Massenkonz. an Staub	mg/m ³	(3)	0,7	0,6	0,6
Gasgeschwindigkeit Abgaskanal	m/s	(1)	9,130	8,782	8,893
Abweichung Isokinetik	%		17%	16%	15%
(1) Betriebszustand: T-Abgaskanal / p-Abgaskanal / feucht					
(2) Normzustand: 273 K / 1013 hPa / feucht					
(3) Normzustand: 273 K / 1013 hPa / trocken					
(4) Betriebszustand: T-Gasuhr / p-Gasuhr / trocken					

Anmerkung:

Für die Grenzwertüberwachung ist die erhöhte Abweichung der Isokinetik im vorliegenden Fall nicht relevant, da Messwert << Grenzwert ist.

7.2 Mess- und Rechenwerte – Nachbrecher

Mess- und Rechenwerte				Volumenstrom		
Anlage	Schotterwerk					
Betriebseinheit	Nachbrecher					
Messstelle	Kamin, Reingas					
Messdatum:				09.08.2018	09.08.2018	09.08.2018
Proben-Nr.:				1	2	3
Probenahmezeit:	von:			08:39	09:15	09:50
Hauptgasstrom	bis:			08:39	09:15	09:50
Maße Messstelle	Durchmesser	m	bez.	0,450	0,450	0,450
	hydraulischer Durchmesser	m		0,45	0,45	0,45
	Messquerschnitt	m ²		0,159	0,159	0,159
Luftdruck i.H.d. Messstelle		hPa		986	986	986
Statischer Druck		hPa		3,0	2,6	3,0
Abgastemperatur		°C		23,7	24,4	26,6
Feuchte absolut	Vol.-%	(2)		2,3	2,5	2,6
Wasserdampfgehalt fn	kg/Nm ³	(3)		0,019	0,020	0,021
Wasserdampfgehalt fn	kg/m ³	(2)		0,018	0,020	0,021
Wasserdampfgehalt x	kg/kg			0,014	0,016	0,016
Relative Feuchte	%			75,9	79,2	72,6
Feuchtkugel - T-trocken	°C			23,7	24,4	26,6
Feuchtkugel - T-feucht	°C			20,6	21,7	22,8
Dichte	kg/m ³	(3)		1,293	1,293	1,293
Dichte	kg/m ³	(2)		1,282	1,281	1,280
Dichte	kg/m ³	(1)		1,151	1,147	1,139
Gasgeschw. (Kanal) im Mittel gesamt	m/s	(1)		9,465	12,460	12,155
Volumenstrom	m ³ /h	(1)		5 418	7 132	6 958
Volumenstrom	m ³ /h	(2)		4 867	6 389	6 190
Volumenstrom	m ³ /h	(3)		4 758	6 233	6 032
(1) Betriebszustand: T-Abgaskanal / p-Abgaskanal / feucht						
(2) Normzustand: 273 K /1013 hPa / feucht						
(3) Normzustand: 273 K /1013 hPa / trocken						

Mess- und Rechenwerte		Gesamtstaub		
Anlage	Schotterwerk			
Betriebseinheit	Nachbrecher			
Messstelle	Kamin, Reingas			
Messdatum:		09.08.2018	09.08.2018	09.08.2018
Proben-Nr.:		1	2	3
Probenahmezeit:	von:	08:43	09:18	09:54
	bis:	09:13	09:48	10:24
Luftdruck i.H.d. Messstelle	hPa	986	986	986
Statischer Druck	hPa	3,0	2,6	3,0
Abgastemperatur	°C	24	24	27
Feuchte absolut	Vol.-% (2)	2,3	2,5	2,6
Teilgasstrom				
Unterdruck Gasuhr Mittelwert	hPa	139	213	210
Temperatur Gasuhr Mittelwert	°C	20	23	26
Abgesaugtes Volumen (Gasuhr)	m ³ (4)	1,133	1,399	1,405
Absaugedauer	min	30	30	30
Sondendurchmesser	mm	8	8	8
Filter-Nr:	--	9891	9892	9893
Abgesaugte Staubmasse	mg	1,6	1,7	1,9
Vol.-Gasuhr	m ³ (3)	0,882	0,985	0,982
Vol.-Gasuhr	m ³ (2)	0,903	1,009	1,008
Vol.-Gasuhr	m ³ (1)	1,005	1,127	1,133
Teilvol.strom	m ³ /h (3)	1,8	2,0	2,0
Teilvol.strom	m ³ /h (1)	2,0	2,3	2,3
Teilvol.strom	m ³ /h (2)	1,8	2,0	2,0
Gasgeschwindigkeit Düse	m/s (1)	11,108	12,434	12,545
Hauptgasstrom				
Dichte	kg/m ³ (3)	1,293	1,293	1,293
Dichte	kg/m ³ (2)	1,282	1,281	1,280
Dichte	kg/m ³ (1)	1,151	1,147	1,139
Massenkonz. an Staub	mg/m ³ (1)	1,6	1,5	1,7
Massenkonz. an Staub	mg/m ³ (2)	1,8	1,7	1,9
Massenkonz. an Staub	mg/m ³ (3)	1,8	1,7	1,9
Gasgeschwindigkeit Abgaskanal	m/s (1)	9,874	12,796	11,758
Abweichung Isokinetik	%	12%	-3%	7%
(1) Betriebszustand: T-Abgaskanal / p-Abgaskanal / feucht				
(2) Normzustand: 273 K / 1013 hPa / feucht				
(3) Normzustand: 273 K / 1013 hPa / trocken				
(4) Betriebszustand: T-Gasuhr / p-Gasuhr / trocken				

7.3 Mess- und Rechenwerte – Siloanlage Alt

Mess- und Rechenwerte				Volumenstrom		
Anlage	Schotterwerk					
Betriebseinheit	Siloanlage Alt					
Messstelle	Kamin, Reingas					
Messdatum:				09.08.2018	09.08.2018	09.08.2018
Proben-Nr.:				1	2	3
Probenahmezeit:	von:			11:16	11:52	12:25
Hauptgasstrom	bis:			11:16	11:52	12:25
Maße Messstelle	Durchmesser	m	bez.	0,000	0,000	0,000
	Länge (Eintauchtiefe)	m	auf	2,000	2,000	2,000
	Breite (Abstand vom Rand)	m		0,500	0,500	0,500
	hydraulischer Durchmesser	m		0,80	0,80	0,80
	Messquerschnitt	m ²		1,000	1,000	1,000
Luftdruck i.H.d. Messstelle		hPa		985	985	985
Statischer Druck		hPa		25,0	26,0	25,0
Abgastemperatur		°C		26,6	27,1	28,9
Feuchte absolut	Vol.-%	(2)		2,3	2,3	2,5
Wasserdampfgehalt fn	kg/Nm ³	(3)		0,019	0,019	0,021
Wasserdampfgehalt fn	kg/m ³	(2)		0,018	0,019	0,020
Wasserdampfgehalt x	kg/kg			0,015	0,015	0,016
Relative Feuchte	%			66,5	64,9	64,3
Feuchtkugel - T-trocken	°C			26,6	27,1	28,9
Feuchtkugel - T-feucht	°C			21,9	22,1	23,6
Dichte	kg/m ³	(3)		1,293	1,293	1,293
Dichte	kg/m ³	(2)		1,282	1,281	1,280
Dichte	kg/m ³	(1)		1,164	1,164	1,154
Gasgeschw. (Kanal) im Mittel gesamt	m/s	(1)		10,333	10,457	10,578
Volumenstrom	m ³ /h	(1)		37 199	37 645	38 081
Volumenstrom	m ³ /h	(2)		33 798	34 180	34 335
Volumenstrom	m ³ /h	(3)		33 024	33 394	33 465
(1) Betriebszustand: T-Abgaskanal / p-Abgaskanal / feucht						
(2) Normzustand: 273 K /1013 hPa / feucht						
(3) Normzustand: 273 K /1013 hPa / trocken						

Mess- und Rechenwerte		Gesamtstaub		
Anlage	Schotterwerk			
Betriebseinheit	Siloanlage Alt			
Messstelle	Kamin, Reingas			
Messdatum:		09.08.2018	09.08.2018	09.08.2018
Proben-Nr.:		1	2	3
Probenahmezeit:	von:	11:22	11:54	12:31
	bis:	11:52	12:24	13:01
Luftdruck i.H.d. Messstelle	hPa	985	985	985
Statischer Druck	hPa	25,0	26,0	25,0
Abgastemperatur	°C	27	27	29
Feuchte absolut	Vol.-% (2)	2,3	2,3	2,5
Teilgasstrom				
Unterdruck Gasuhr Mittelwert	hPa	90	92	85
Temperatur Gasuhr Mittelwert	°C	32	31	30
Abgesaugtes Volumen (Gasuhr)	m ³ (4)	0,730	0,732	0,764
Absaugedauer	min	30	30	30
Sondendurchmesser	mm	6	6	6
Filter-Nr:	--	9783	9884	9894
Abgesaugte Staubmasse	mg	4,2	3,9	4,1
Vol.-Gasuhr	m ³ (3)	0,578	0,580	0,611
Vol.-Gasuhr	m ³ (2)	0,592	0,594	0,627
Vol.-Gasuhr	m ³ (1)	0,651	0,654	0,695
Teilvol.strom	m ³ /h (3)	1,2	1,2	1,2
Teilvol.strom	m ³ /h (1)	1,3	1,3	1,4
Teilvol.strom	m ³ /h (2)	1,2	1,2	1,3
Gasgeschwindigkeit Düse	m/s (1)	12,772	12,870	13,656
Hauptgasstrom				
Dichte	kg/m ³ (3)	1,293	1,293	1,293
Dichte	kg/m ³ (2)	1,282	1,281	1,280
Dichte	kg/m ³ (1)	1,164	1,164	1,154
Massenkonz. an Staub	mg/m ³ (1)	6,4	6,0	5,9
Massenkonz. an Staub	mg/m ³ (2)	7,1	6,6	6,5
Massenkonz. an Staub	mg/m ³ (3)	7,3	6,7	6,7
Gasgeschwindigkeit Abgaskanal	m/s (1)	12,055	12,200	12,340
Abweichung Isokinetik	%	6%	5%	11%
(1) Betriebszustand: T-Abgaskanal / p-Abgaskanal / feucht				
(2) Normzustand: 273 K / 1013 hPa / feucht				
(3) Normzustand: 273 K / 1013 hPa / trocken				
(4) Betriebszustand: T-Gasuhr / p-Gasuhr / trocken				

7.4 Mess- und Rechenwerte – Klassieranlage mit Entstaubung

Mess- und Rechenwerte				Volumenstrom		
Anlage	Schotterwerk					
Betriebseinheit	Klassieranlage mit Entstaubung					
Messstelle	Kamin, Reingas					
Messdatum:				08.08.2018	08.08.2018	08.08.2018
Proben-Nr.:				1	2	3
Probenahmezeit:	von:			12:04	12:51	13:29
Hauptgasstrom	bis:			12:04	12:51	13:29
Maße Messstelle	Durchmesser	m	bez.	1,200	1,200	1,200
	hydraulischer Durchmesser	m		1,20	1,20	1,20
	Messquerschnitt	m ²		1,131	1,131	1,131
Luftdruck i.H.d. Messstelle		hPa		985	985	985
Statischer Druck		hPa		-0,6	-0,5	-0,5
Abgastemperatur		°C		28,6	30,6	31,2
Feuchte absolut	Vol.-%	(2)		2,3	2,2	2,3
Wasserdampfgehalt fn	kg/Nm ³	(3)		0,019	0,018	0,019
Wasserdampfgehalt fn	kg/m ³	(2)		0,018	0,018	0,018
Wasserdampfgehalt x	kg/kg			0,015	0,014	0,015
Relative Feuchte	%			57,2	50,2	49,7
Feuchtkugel - T-trocken	°C			28,6	30,6	31,2
Feuchtkugel - T-feucht	°C			22,1	22,5	22,9
Dichte	kg/m ³	(3)		1,293	1,293	1,293
Dichte	kg/m ³	(2)		1,282	1,282	1,282
Dichte	kg/m ³	(1)		1,127	1,120	1,118
Gasgeschw. (Kanal) im Mittel gesamt	m/s	(1)		17,509	18,595	18,559
Volumenstrom	m ³ /h	(1)		71 290	75 711	75 565
Volumenstrom	m ³ /h	(2)		62 711	66 168	65 911
Volumenstrom	m ³ /h	(3)		61 287	64 690	64 403
(1) Betriebszustand: T-Abgaskanal / p-Abgaskanal / feucht						
(2) Normzustand: 273 K /1013 hPa / feucht						
(3) Normzustand: 273 K /1013 hPa / trocken						

Mess- und Rechenwerte		Gesamtstaub		
Anlage	Schotterwerk			
Betriebseinheit	Klassieranlage mit Entstaubung			
Messstelle	Kamin, Reingas			
Messdatum:		08.08.2018	08.08.2018	08.08.2018
Proben-Nr.:		1	2	3
Probenahmezeit:	von:	12:18	12:57	13:33
	bis:	12:48	13:27	14:03
Luftdruck i.H.d. Messstelle	hPa	985	985	985
Statischer Druck	hPa	-0,6	-0,5	-0,5
Abgastemperatur	°C	29	31	31
Feuchte absolut	Vol.-% (2)	2,3	2,2	2,3
Teilgasstrom				
Unterdruck Gasuhr Mittelwert	hPa	59	61	59
Temperatur Gasuhr Mittelwert	°C	27	29	30
Abgesaugtes Volumen (Gasuhr)	m ³ (4)	0,929	0,927	0,954
Absaugedauer	min	30	30	30
Sondendurchmesser	mm	6	6	6
Filter-Nr:	--	9885	9886	9887
Abgesaugte Staubmasse	mg	0,7	0,7	0,5
Vol.-Gasuhr	m ³ (3)	0,772	0,765	0,785
Vol.-Gasuhr	m ³ (2)	0,790	0,782	0,803
Vol.-Gasuhr	m ³ (1)	0,898	0,895	0,921
Teilvol.strom	m ³ /h (3)	1,5	1,5	1,6
Teilvol.strom	m ³ /h (1)	1,8	1,8	1,8
Teilvol.strom	m ³ /h (2)	1,6	1,6	1,6
Gasgeschwindigkeit Düse	m/s (1)	17,684	17,586	18,077
Hauptgasstrom				
Dichte	kg/m ³ (3)	1,293	1,293	1,293
Dichte	kg/m ³ (2)	1,282	1,282	1,282
Dichte	kg/m ³ (1)	1,127	1,120	1,118
Massenkonz. an Staub	mg/m ³ (1)	0,8	0,8	0,6
Massenkonz. an Staub	mg/m ³ (2)	0,9	0,9	0,6
Massenkonz. an Staub	mg/m ³ (3)	0,9	0,9	0,6
Gasgeschwindigkeit Abgaskanal	m/s (1)	16,501	17,233	16,611
Abweichung Isokinetik	%	7%	2%	9%
(1) Betriebszustand: T-Abgaskanal / p-Abgaskanal / feucht				
(2) Normzustand: 273 K / 1013 hPa / feucht				
(3) Normzustand: 273 K / 1013 hPa / trocken				
(4) Betriebszustand: T-Gasuhr / p-Gasuhr / trocken				