



**HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG
DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE E. V.**



**Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14520-01-00**

Die Messstelle der HVG ist von der DAKKS
nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert

Bericht Nr. 2972 der HVG

über

Emissionsmessungen an Glasschmelzwannen

Name des akkreditierten Prüflabors:	Hüttentechnische Vereinigung der Deutschen Glasindustrie e. V.
Befristung der Bekanntgabe nach § 29b BImSchG:	27. Juni 2026
Betreiber:	Verallia Deutschland AG / Werk Wirges
Standort:	Siemensstraße 1, 56422 Wirges
Anlage:	Glasschmelzwanne 3 und 4
Auftragsnummer:	5501911551
Auftragsdatum:	26.06.2023
Art der Messung:	Emissionsmessungen
Zeltraum der Messungen.	06. Dezember 2023
Berichtsumfang:	35 Seiten 1 Anlage (11 Seiten)
Berichtsdatum:	12. März 2024
Aufgabenstellung:	Im Auftrag der Firma Verallia Deutschland AG, Werk Wirges, waren im gemeinsamen Abgas der kontinuier- lich betriebenen Glasschmelzwannen 3 und 4 Emissionsmessungen nach § 28 BImSchG durch- zuführen. Aufgrund erhöhter HCl-Werte wurden am 22.02.2024 Nachmessungen durchgeführt und im Bericht dokumentiert.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

Zusammenfassung

Anlage	Anlagen zur Herstellung von Glas gemäß Ziffer 2.8 der 4. BImSchV.
Betriebszeiten	Die Glasschmelzwannen und die Abgasreinigungsanlage werden kontinuierlich betrieben (24 h/d, 8760 h/a).
Emissionsquelle(n)	1 Kamin
Quellnummer	0100
Messkomponenten	Gesamtstaub, NO _x , CO, SO ₂ , HCl, HF, staubförmige und filtergängige Verbindungen.
Betriebszustand	06.12.2023: Auslastung Wanne 3 / 4: [REDACTED] 22.02.2024: Auslastung Wanne 3 / 4: [REDACTED]

Komponente	Einheit	Maximaler Messwert		Grenzwert
		Abzgl. erw.	Zzgl.erw. Messunsicherheit	
Gesamtstaub	[mg/m ³]	0	1	10
Staubinhaltsstoffe^{*)}				
Se	[mg/m ³]	0	0	4
Σ Cr ⁶⁺ , Ni, Co	[mg/m ³]	0,0	0,1	0,5
NO_x^{**)}	[g/m ³]	0,63	0,66	0,70
CO	[g/m ³]	0,06	0,06	0,10
SO₂	[g/m ³]	0,37	0,39	0,70
HCl	[mg/m ³]	19	23	20
HCl (Nachmessungen)	[mg/m ³]	6	9	20
HF	[mg/m ³]	1	1	5

*) Partikelförmig und filtergängig **) Berechnet als NO₂

(Volumenstromangaben sind bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand)

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
1 Formulierung der Messaufgabe	4
2 Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe	7
3 Beschreibung der Probenahmestelle	10
4 Messverfahren für die Vergleichsmessungen	13
4.1 Abgasrandbedingungen	13
4.2 Automatische Messverfahren	14
4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen	16
4.4 Messverfahren für partikelförmige Emissionen	17
4.5 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe (PCDD/PCDF u.Ä.)	19
4.6 Geruchsemissionen	19
5 Betriebszustand der Anlagen während der Messungen	20
5.1 Produktionsanlagen	20
5.2 Abgasreinigungsanlagen	20
6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	21
6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen	21
6.2 Messergebnisse	21
6.2.1 Abgasdaten	21
6.2.2 Partikelförmige Emissionen	22
6.2.3 Emissionen von partikelförmigen und filtergängigen Stoffen	23
6.2.4 NO _x -Emissionen	25
6.2.6 CO-Emissionen	26
6.2.7 SO ₂ -Emissionen	27
6.2.8 Emissionen anorganischer, gasförmiger Chlorverbindungen	28
6.2.9 Emissionen anorganischer, gasförmiger Fluorverbindungen	30
6.2.10 Zusammenstellung der Messergebnisse	31
6.3 Messunsicherheiten	32
6.4 Diskussion der Ergebnisse	35
7 Anlagenübersicht	A1 - A11

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

1 Formulierung der Messaufgabe

1.1 Auftraggeber

Name: Verallia Deutschland AG, Werk Wirges
Anschrift: Siemensstraße 1, 56422 Wirges

1.2 Betreiber

Name: Verallia Deutschland AG
Anschrift: Siemensstraße 1, 56422 Wirges
Ansprechpartner:
Telefon:

1.3 Standort

Anschrift: Siemensstraße 1, 56422 Wirges
Flur 48,
Flurstück 6881/123 und 6881/158

1.4 Anlage

Betriebsstätten- oder Arbeitsstätten-Nr.: 0010
Anlagennummer gemäß Genehmigung: Nicht bekannt
Anlagennummer gemäß 4. BImSchV: Ziffer 2.8

Anlage zur Herstellung von Glas. Bei der Abgasreinigungsanlage handelt es sich um ein Elektrofilter mit vorgeschalteter Trockensorptionsstufe. Angeschlossen sind die kontinuierlich betriebenen Glasschmelzwannen 3 und 4.

1.5 Datum der Messung

Datum der Messung: 06. Dezember 2023 *)
Datum der letzten Messung: 15. Dezember 2020
Datum der nächsten Messung: Dezember 2026

*) Anmerkung: Aufgrund erhöhter HCl-Werte wurden am 22.02.2024 Nachmessungen bei erhöhter Sorptionsmittelmenge durchgeführt.

1.6 Anlass der Ermittlungen

Wiederkehrende Emissionsmessungen nach §28 BImSchG.

1.7 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Firma Verallia Deutschland AG, Wirges, waren im Reingas der Abgasreinigungsanlage der kontinuierlich betriebenen Glasschmelzwannen 3 und 4 Emissionsmessungen nach §28 BImSchG durchzuführen.

Die Emissionsbegrenzungen sind in den Genehmigungsbescheiden der Kreisverwaltung des Westerwaldkreises in Montabaur vom 30. Juni 1998 (W. 3) bzw. vom 27. November 1990 (W. 4), Aktenzeichen 7/70 AZ 144 – 10 (10.191) sowie der nachträglichen Anordnung der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord in Koblenz vom 15.08.2017, Aktenzeichen 23/01/5.1/2017/0219, dokumentiert.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

Relevante Emissionsgrenzwerte

Komponente	Grenzwert
Stickstoffoxide, angegeben als NO ₂	0,70 g/m ³
Schwefeloxide, angegeben als SO ₂	0,70 g/m ³
Kohlenstoffmonoxid, angegeben als CO	0,10 g/m ³
Gesamtstaub	10 mg/m ³
Selen und seine Verbindungen, angegeben als Se	4 mg/m ³
Krebserzeugende Stoffe: Chrom-VI-Verbindungen in atembarer Form Nickel in Form atembarer Stäube / Aerosole von Nickelmetall, Nickelsulfid und sulfidischen Erzen, Nickeloxid und -carbonat, Nickeltetracarbonyl, angegeben als Ni Kobalt in Form atembarer Stäube / Aerosole von Kobaltmetall und schwerlöslichen Kobaltsalzen, angegeben als Co in der Summe bei einem Massenstrom von 5 g/h oder mehr	0,5 mg/m ³
Anorg. gasf. Chlorverbindungen (HCl)	20 mg/m ³
Anorg. gasf. Fluorverbindungen (HF)	5 mg/m ³

Die vorgenannten Emissionsgrenzwerte sind auf den Normzustand der trockenen Abgase und auf einen Sauerstoffgehalt von 8 Vol.-% zu beziehen.

Anmerkung: Die Komponenten Stickstoffoxid, Schwefeloxide und Gesamtstaub werden vom Betreiber kontinuierlich erfasst. Sie werden im Bericht orientierend dokumentiert.

1.8

Messkomponenten

Abgasrandbedingungen

O₂, Temperatur, Druck, Geschwindigkeit, Feuchte

Emissionskomponenten

Gesamtstaub

Staubinhaltsstoffe : As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, V, F

Stickstoffoxide (NO_x)

Kohlenmonoxid (CO)

Schwefeloxid (SO₂)

Anorg. gasförmige Fluorverb. (HF)

Anorg. gasförmige Chlorverb. (HCl)

Anmerkung: Bei den Staubinhaltsstoffen handelt es sich um alle für die Behälterglasindustrie relevanten Komponenten der TA Luft.

Cr(VI) wird nur analysiert, falls Cr_{gesamt} in grenzwerttangierenden Konzentrationen vorliegt.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

1.9 Ortsbesichtigung vor Messdurchführung

- durchgeführt am:
- nicht durchgeführt, weil: Die Messstelle ist der HVG bekannt.

1.10 Messplanabstimmung

Ein gesonderter Messplan wurde nicht angefertigt. Die Messdurchführung orientiert sich im Wesentlichen an den im Dezember 2020 durchgeführten Emissionsmessungen (HVG-Bericht Nr. 2787K). Das Landesamt für Umwelt (LFU) wurde über die Durchführung der Emissionsmessungen informiert.

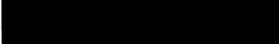
1.11 An der Messung beteiligte Personen

Name	Funktion
Dipl.-Ing. T. Kröber	Projektleiter

1.12 Beteiligung weiterer Institute

Keine.

1.13 Fachlich verantwortlich

Name: Dipl.-Ing. K. Gitzhofer
Tel.: 
Email: 

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

2 Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

2.1 Bezeichnung der Anlage

Es handelt sich um zwei Glasschmelzwannen mit den Bezeichnungen Wanne 3 und Wanne 4 mit gemeinsamen Abgasreinigungssystem.

2.2 Beschreibung der Anlage

Verallia Deutschland AG, Wirges

	Wanne 3	Wanne 4
Wannenbauart	U-Flammenwanne	U-Flammenwanne
Luftvorwärmung	Regenerativ	Regenerativ
Schmelzfläche	[REDACTED]	
Brennertyp	Körting Gasjet	Körting Gasjet
Anzahl der Brenner je Port	2	2
Brennstoff	Erdgas H	Erdgas H
Heizwert H _u	10,38 kWh/m ³	10,38 kWh/m ³
Dauer eines Feuerintervalls	30 Minuten	30 Minuten
Elektrozusatzheizung (install. Leistung)	2400 kVA	2500 kVA
Erschmolzenes Glas	Kalk-Natron-Silicatglas	
Glasfarbe	Antikgrün	Grün
Baujahr / letzte Hauptreparatur	2020	2017
Max. genehmigte Schmelzleistung	[REDACTED]	

2.3 Beschreibung der Emissionsquelle(n) nach Betreiberangaben

Bezeichnung der Emissionsquelle: 0100
 Höhe über Grund: 65 m
 UTM-Koordinaten: 32U 413731 5591585 *)
 Bauausführung: Stahlkamin

*) Abgeleitet aus www.koordinaten-umrechner.de

2.4 Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

Im Genehmigungsbescheid sind nach Angaben der Betriebsleitung keine Einsatzstoffe spezifiziert.

2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben

Die Glasschmelzwannen werden kontinuierlich betrieben (8760 Stunden im Jahr). Die Filteranlage wird nur bei Wartungs- und Revisionsarbeiten außer Betrieb genommen.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen

2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

Eine besondere Anlage zur Erfassung der Emissionen existiert nicht. Die mit den Emissionskomponenten beladenen Abgase der Glasschmelzwannen 3 und 4 gelangen über die Regenerativkammern zur Vorwärmung der Verbrennungsluft in gemauerte Abgaskanäle und werden über eine isolierte Abgassammelrohrleitung der Abgasreinigungsanlage zugeführt. Die Abluft der Heißendvergütung der Produktionslinien wird den Wannenabgasen rohgasseitig zugeführt. Es handelt sich um ein geschlossenes Abgassystem.

2.6.1.1 Art der Emissionserfassung

Als Element zur Erfassung der Emissionen ist jeweils der Oberofen anzusehen. Bei den Heißendvergütungsanlagen sind Abzugshauben installiert. Diffuse Emissionen wurden nicht beobachtet.

2.6.1.2 Ventilator肯ndaten

Paul Polrich GmbH, Mönchengladbach	
Typ	VR 56 S20 COUK 2000 / SO / RG 270
Nennleistung	475 kW
Volumenstrom	78,0 m ³ /s
Drehzahl	1420 min ⁻¹
Abgasdichte	0,587 kg/m ³

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

Bei der Abgasreinigungsanlage handelt es sich um ein zweistufiges Elektrofilter der Firma Lurgi, dem zur Konditionierung der Abgase und zur Minderung der gasförmigen Emissionen eine Sorptionsstufe vorgeschaltet ist.

Als Sorptionsmittel wird pulverförmiges Calciumhydroxid Ca(OH)₂ verwendet. Das Sorptionsmittel wird mittels Luftunterstützung in die Abgasrohrleitung eingeblasen und möglichst gleichmäßig über den Querschnitt verteilt. Anschließend gelangen die Abgase durch den von unten nach oben durchströmten Kontakturm in das Elektrofilter. Die Filtereintrittstemperatur soll 400 °C nicht überschreiten. Die bisher installierte Wassereindüsung wurde deinstalliert. Bei Bedarf kann Kühlluft zugeführt werden.

Das Elektrofilter wird über eine automatische Spannungsregelung bei maximaler Spannung gefahren. Um Staubansätze an den Niederschlagselektroden zu vermeiden, werden diese Teile in bestimmten Zeitabständen motorisch geklopft. Der abgeschiedene Staub fällt in den unter dem Filter angeordneten Trogbunker, wird von dort über eine kontinuierlich arbeitende Staubschnecke ausgetragen und mittels pneumatischer Förderung einem Vorratssilo zugeführt. Der ausgetragene Filterstaub wird dem Gemenge beigemischt und wieder eingeschmolzen.

Die Abgase verlassen die Filteranlage über eine isolierte Rohrleitung, einen Wärmetauscher, einen zwischengeschalteten Schalldämpfer und den Kamin. Der natürliche Zug des Schornsteins wird von einem Abgasventilator unterstützt.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

Daten der Abgasreinigungsanlage

Elektrofilteranlage	
Hersteller	Lurgi
Baujahr	1991
Anzahl der elektrischen Felder	2
Klopfmäßig getrennte Felder	2
Wirksame Niederschlagsfläche	4174 m ²
Verweilzeit im elektrischen Feld	11 sec
Abreinigung	Mechanisch (Rotohit®)
Vorgeschaltete Kühlung	Nein
Wassereindüsung vor Filter	Nein
Filterstrom	
Feld I	800 mA _{eff.} bei 38 KV
Feld II	650 mA _{eff.} bei 36 KV
Wartungsintervalle	Jährlich
Klopfintervalle	Dauerklopfung (Nachabsenkung von 22.00 bis 06.00 Uhr)
Sorptionsmittel	Ca(OH) ₂
Max. Sorptionsmittelmenge	70 kg/h

2.6.3 Einrichtung zur Verdünnung des Abgases

Bei Glasschmelzanlagen ist ein gewisser Falsch- und Kühllufttritt ins Abgas technisch unvermeidbar. Eine gezielte Verdünnung der Abgase findet nicht statt.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

3 Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Messstrecke und Messquerschnitt

3.1.1 Lage und Abmessungen

Die Messstellen befinden sich im Reingas in einer horizontal verlaufenden Abgasrohrleitung zwischen Schalldämpfer und Gebläse (etwa 2 m hinter dem Schalldämpfer und etwa 7 m vor einer 45°-Umlenkung), etwa 3 m über Flur.

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

erfüllt nicht erfüllt

Die Einlaufstrecke ist kleiner als der fünffache hydraulische Durchmesser.

Die Auslaufstrecke ist größer als der zweifache hydraulische Durchmesser.

Abmessungen:

Innendurchmesser: 2,60 m

Querschnittsfläche: 5,31 m²

3.1.2 Arbeitsfläche und Messbühne

Die Messbühne befindet sich etwa 1,30 m über der Bodenebene und ist über Treppen zugänglich. Die installierten Messgeräte stellen kein Hindernis dar. Die Arbeitsfläche ist mit etwa 10 m² großzügig dimensioniert und etwa zur Hälfte mit einem festen Wetterschutzdach versehen.

3.1.3 Messöffnungen

An der Reingasmessstelle stehen zwei in einer Linie angeordnete 3"-Stutzen sowie ein weiterer Gewindestutzen zur Verfügung. Ein weiterer 3"-Stutzen befindet sich auf der gegenüberliegenden Seite.

3.1.4 Strömungsbedingungen im Messquerschnitt

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

erfüllt nicht erfüllt

Keine lokale negative Strömung:

erfüllt nicht erfüllt

Höchste / niedrigste örtliche 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 15259:2008:

erfüllt nicht erfüllt

Ergriffene Maßnahmen:

Nachweis der Homogenität (siehe HVG-Bericht Nr. 2110)

Zu erwartende Auswirkungen auf das Ergebnis:

Die Vergleichsmessstellen befinden sich in unmittelbarer Nähe zu den Messgeräten. An den Messstellen werden seit vielen Jahren auch Emissionsmessungen nach §28 BImSchG durchgeführt. Bei allen bisher durchgeführten Emissions- bzw. Kalibriermessungen wurden

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

keine Auffälligkeiten beobachtet. Ein signifikanter Einfluss auf die Messgenauigkeit ist trotz der ungünstigen Strömungsbedingungen nicht zu erwarten.

Empfehlungen und Hinweise zur Verbesserung der Messbedingungen:

Keine

3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

3.2.1 Darstellung der Messpunkte im Messquerschnitt

Punkt	Position der Messpunkte [cm]	
	Achse 1 (horizontal)	Achse 2 (vertikal)
1	6,7	6,7
2	21,2	21,2
3	38,1	38,1
4	58,8	58,8
5	88,9	88,9
6	171,1	171,1
7	201,2	201,2
8	221,9	221,9
9	238,8	238,8
10	253,3	253,3

3.2.2 Homogenitätsprüfung

durchgeführt

nicht durchgeführt

Fläche Messquerschnitt < 0,1 m²

Netzmessung

liegt vor

Datum der Homogenitätsprüfung: 29.09.2008

Bericht-Nr.: 2110

Prüfinstitut: HVG

Ergebnis der Homogenitätsprüfung:

Messung an einem beliebigen Punkt

Messung an einem repräsentativen Punkt

Beschreibung der Lage des repräsentativen Punkts:

Netzmessung

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

3.2.3 Komponentenspezifische Darstellung

Komponente	Anzahl der Messachsen	Anzahl Messpunkte je Messebene	Homogenitätsprüfung durchgeführt	Beliebiger Messpunkt	Repräsentativer Messpunkt
Staub	1	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Metalle, SO ₂ , HCl, HF	1	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O ₂ / CO ₂ / CO / NO _x	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abgastemperatur	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abgasvolumenstrom	2	20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anmerkung: Die Volumenstrommessung erfolgte nach dem Schwerelinienverfahren unter Berücksichtigung Vorgaben der DIN EN 15259:2008. Eine um 90°-versetzte Messachse steht nicht zur Verfügung. Die Messpunkte wurde durch entsprechende Winkeleinstellungen und Eintauchtiefen des Prandtl'schen Staurohres angefahren. Die Durchführung von Staubmessungen mit nachgeschalteten Waschflaschen war nur in der horizontalen Messachse möglich. An 4 von 10 Messpunkten in der horizontalen Messachse lagen sehr geringe Strömungsgeschwindigkeiten vor. Aus diesem Grund wurden nur 6 Punkte beprobt. Auswirkungen auf die Genauigkeit des Messergebnisses sind nicht auszuschließen, dürften aber aufgrund der Homogenität des Abgases, dem sehr niedrigen Staubgehalt und dem zwischen Messstelle und Filteraustritt installierten Wärmetauschers (sorgt für gute Durchmischung) relativ klein sein.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

4 Messverfahren für die Vergleichsmessungen

4.1 Abgasrandbedingungen

Die eingesetzten Messgeräte unterliegen der turnusmäßigen Prüfmittelüberwachung.

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

Ermittlungsmethode: DIN EN ISO 16911-1:2013: „Manuelle und automatische Bestimmung der Geschwindigkeit und des Volumenstroms in Abgaskanälen - Teil 1: Manuelles Referenzverfahren.“

Messeinrichtung: Prandtl'sches Staurohr in Verbindung mit einem elektronischen Mikromanometer vom Typ PVM620 der Firma Airflow Lufttechnik GmbH.

Berechnungsverfahren: Entsprechend oben genannter Richtlinie

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin

Messeinrichtung: Elektronisches Mikromanometer nach 4.1.1

Messbereich: 0 bis 3735 Pa

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

Messeinrichtung: Aneroid-Barometer

4.1.4 Abgastemperatur

Messeinrichtung: Ni-CrNi-Thermoelement (Typ K) in Verbindung mit einer Registrier- und Auswerteeinrichtung.

Kontinuierliche Ermittlung: ja nein

Messbereich: 0 bis 600 °C

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

Messung des Wasserdampfanteils

Messverfahren: DIN EN 14790:2017: „Bestimmung von Wasserdampf in Leitungen.“

Messeinrichtung: Gravimetrische Bestimmung nach Absaugen eines Teilstroms und Absorption an H₂O-Molekularsieb 0,3 Å.

Messbereich: 0 bis 100 Gew.-%

Wägung

Klimatisierter Wägebraum: Ja

Waage: Fa. Kern & Sohn / ABJ 320-4NM (Ablesbarkeit: 0,1 mg)

Berechnung

Der Wasserdampfanteil im Abgas von konventionellen Brennstoff-Luft-beheizten Schmelzanlagen wird aus dem Brennstoffverbrauch, dem Schmelzverlust, der Gemenge- und der Scherbenfeuchte unter Berücksichtigung des O₂-Gehalts an der Messstelle berechnet.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

4.1.6 Abgasdichte

Ermittlungsmethode: Berechnet unter Berücksichtigung der Abgasbestandteile an Sauerstoff, Kohlendioxid, Luftstickstoff und Abgasfeuchte sowie von Abgastemperatur und Druckverhältnissen.

4.1.7 Abgasverdünnung

Ermittlungsmethode: Entfällt

4.1.8 Volumenstrom

Ermittlungsmethode: Siehe 0

Querschnittsfläche:

Ermittlungsverfahren:

Direkte Bestimmung.

Messeinrichtung:

Verwendung einer Metallstange / Markierung des Durchmessers / Feststellen des Durchmessers mittels Zollstocks.

Fläche der Volumenstrom-

messeinrichtung zur Querschnittsfläche: 1,23 %

4.2 Automatische Messverfahren

4.2.1 Messkomponenten	O ₂	CO ₂	NO _x	CO	SO ₂
4.2.1.1 Messverfahren	Paramagnet. DIN EN 14789:2017	IR ISO 12039:2019	CLD DIN EN 14792:2017	IR DIN EN 15058:2017	IR ISO 7935:1992
4.2.1.2 Analysator	HORIBA PG 350 E				
4.2.1.3 Eingestellte Messbereiche	0 - 25 %	0 - 20 %	0 - 1000 ppm	0 - 1000 ppm	0 - 1000 ppm

HORIBA PG 350 E

- Zertifizierung nach DIN EN 15267-3
- Zertifizierung nach DIN EN 15267-4
 - 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

Die Verfahrenskenngrößen der kontinuierlichen Analysatoren erfüllen die Anforderungen der jeweiligen Regelwerke.

Anmerkung: Das Messsystem HORIBA PG 350 E wurde zusammen mit der Messgasaufbereitung im Kunststofftransportkoffer (PSS-5), der beheizten Leitung (PSP 4M4/6) und dem beheizten Entnahmekopf mit Entnahmerohr (PSP-4000 H) als mobile AMS zu einem Zeitpunkt erworben, als das Zertifikat für mobile Emissionsmessungen noch nicht ausgestellt war. Das Messsystem ist identisch zum zertifizierten System PG 350 P

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

4.2.1.4 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde:

Beheizt: Nein
 Maximale Eintauchtiefe: 1,5 m

Staubfilter:

Beheizt: 250 °C

Probegasleitung vor Gasaufbereitung:

Beheizt / Länge: 160 °C / 5 m

Probegasleitung nach Gasaufbereitung:

Länge: ~ 15 m

Messgasaufbereitung:

Messgaskühler: M&C Products GmbH, Ratingen
 Typ: PSS 5H
 Temperaturregelung auf: 3 °C

4.2.1.5 Überprüfung von Null- und Referenzpunkt mit Prüfgasen

	Komponente	Konzentration	Rel. Unsicherheit	Einheit	Hersteller	Gültig bis
Mischgas	O ₂	15,01	± 2%	Vol.-%	Basi	04.07.2026
	CO ₂	15,00	± 2%	Vol.-%		
	CO	757,2	± 2%	ppm		
	SO ₂	747,1	± 2%	ppm		
	NO	801,7	± 2%	ppm	Air Liquide	03.07.2023
	Umgebungsluft	20,95	-	Vol.-%	-	-

Prüfgase für Emissionskomponenten werden vor der Freigabe zum Messeinsatz mit DKD-Prüfgasen kontrolliert. Der Sauerstoffgehalt des O₂-Prüfgases wird nach der Justierung mit Umgebungsluft kontrolliert. Arbeitstäglich wird justiert, verifiziert und auf Dichtigkeit geprüft.

Driftprüfung

Datum	Komponente	Einheit	Sollwert	Nach Messung	Abweichung [%]*)
06.12.2023	NO	[ppm]	0	0	0,00
			802	789	- 1,62
	O ₂	[Vol.-%]	0,00	0,07	0,47
			15,01	15,06	- 0,26
	CO	[ppm]	0	0	0,00
			757	742	- 1,98

*) Bezogen auf die Prüfgaskonzentration

4.2.1.6 Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

Die Null- und Prüfgase werden den Messgeräten jeweils über die Messgasaufbereitung zugeführt. Die Dichtheit des Systems wird überprüft, indem Stickstoff am Eingang des Sondenkopfes aufgegeben wird. Die Totzeit des Probengases beträgt bei den Analysatoren maximal 30 s, die 90 %-Einstellzeit beträgt maximal 115 s.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

4.2.1.7 Messwerterfassungssystem

Kontinuierlich mit Messdatenerfassungsanlage (Kompensationspunktdrucker mit eingebautem Kleinrechner für Mittelwertbildung, Umrechnung, Verknüpfung von Daten und Normierung).

Hersteller / Typ: Eurotherm Deutschland GmbH/ Chessell 4250
 Schreibbreite / Güteklasse: 250 mm / ± 0,2%
 Erfassungsprogramm: Geräteintern, V 4.7

Ausdruck der Momentan- und Mittelwerte frei wählbar.

4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen

4.3.1 Messkomponenten

SO₂, HCl, HF

4.3.1.1 Messverfahren:

SO₂: DIN EN 14791:2017: „Bestimmung der Massenkonzentration von Schwefeldioxid, Referenzverfahren“
 HCl: DIN EN 1911:2010: „Bestimmung der Massenkonzentration von gasförmigen Chloriden, angegeben als HCl – Standardreferenzverfahren“
 HF: VDI-Richtlinie 2470, Blatt 1:1975: „Messen gasförmiger Fluorverbindungen, Absorptionsverfahren“

4.3.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Filtergerät: Planfilterkopfgerät (Quarzfaserplanfilter)
 Anordnung: innenliegend im Kanal
 außenliegend im Kanal
 Filtrationstemperatur: Abgastemperatur

Entnahmesonde und Absaugeinrichtung

Material Außenwerkstoff: Titan
 Material gasführende Teile: Titan
 Sondentemperatur: 20 °C über Abgastemperatur
 Ab-/Adsorption: 2 Fritten-Waschflaschen (Fritte D2)
 Sorptionsmittel: 2 * 100 ml 1 %-ige H₂O₂-Lösung *)
 Abstand Sondenspitze und Sorptionsmittel: ~ 2,8 m
 Absaugeinrichtung: Gasprobenahmekoffer
 Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse: ~ 1 Woche

*) Die Probenahme und Analyse von HCl und HF in H₂O₂-Lösung wurde im Rahmen der Reakkreditierung der HVG im Jahr 2016 verifiziert. Die Messergebnisse sind in die Bestimmung der Messunsicherheiten eingeflossen.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

4.3.1.3 Analytische Bestimmung

Analyseverfahren

- SO₂: Titration mit 0,005 molarer bzw. 0,05 molarer Ba(ClO₄)₂-Lösung und Thorin als Indikator.
HCl: Ionenchromatographische Bestimmung.
HF: Analyse mit ionensensitiver Elektrode.

Aufbereitung des Probenmaterials

Gemäß entsprechenden Richtlinien.

Analysengeräte

- SO₂: Dosimat 655 der Firma Metrohm
HCl: Kompakt-Ionenchromatographiesystem Eco-IC mit chemischer Suppression der Firma Metrohm
Trennsäule: Metrosep A Supp 19, 150 mm
Vorsäule: Metrosep RP 2 Guard/3.5
Matrixeliminierung: Metrosep A PCC2 HC/4.0
HF: pH/ISE-Messgerät, Typ: InoLab pH/ION 7320 der Firma WTW / Xylem Analytics Germany Sales GmbH & Co. KG, Weilheim

Fertig-Standardlösungen

Z.B. Fa Merck, Darmstadt / AnalytiChem GmbH, Oberhausen.

Beteiligung eines Fremdlabors

Nein

Zeitraum Probenahme - Analyse

1 Woche

4.4 Messverfahren für partikelförmige Emissionen

4.4.1 Messkomponenten

Gesamtstaub

- Partikelförmige Stoffe: As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, V, F⁻
- Filtergängige Stoffe: As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, V

4.4.1.1 Messverfahren

Gravimetrische Ermittlung der Staubbelastung in strömenden Gasen gemäß DIN EN 13284-1:2018 bzw. nach VDI-Richtlinie 2066, Blatt 1:2021.

Grundlage des Verfahrens

Unter isokinetischen Bedingungen wird ein Teilgasvolumen aus dem Hauptvolumenstrom entnommen. Der im Teilgasvolumen enthaltene Staub wird durch ein Rückhaltesystem abgeschieden. Die Staubkonzentration wird zeit- und volumenbezogen gravimetrisch bestimmt.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

Partikelförmige und filtergängige Stoffe wurden nach VDI-Richtlinie 3868, Blatt 1:1994: "Messen der Gesamtemission von Metallen, Halbmetallen und ihren Verbindungen - Manuelle Messung in strömenden, emittierten Gasen" bzw. DIN EN 14385:2004 „Bestimmung der Gesamtemission von As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl und V“ bestimmt.

4.4.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Filtergerät: Titan-Planfilterkopf
Anordnung: innenliegend im Kanal
 außenliegend im Kanal

Filtrationstemperatur: Abgastemperatur

Krümmen zw. Entnahmesonde
und Filtergehäuse: Ja Nein

Entnahmesonde / Absaugrohr:

Wirkdurchmesser: 17 mm

Material: Titan

Filter:

Durchmesser / Material: 50 mm / Quarzfaser

Absaugeinrichtung:

Hersteller: Fa. Breitfuss Messtechnik

Typ: MPN-E Staub

Fühler: Thermischer Massendurchflussmesser der Firma Bronkhorst HighTech B. V.

Pumpe: Drezahlgeregelte Drehschieberpumpe

Volumenstromkontrolle: Messblende in Verbindung mit Schrägrohrmanometer / Gasmengenzähler (trockene Gasuhr) / Manometer für Absolutdruck / Temperaturmessgerät

Absorptionssystem für filtergängige Stoffe

Absorptionseinrichtung: 3 Fritten-Waschflaschen (Fritte D2)

Sorptionsmittel: Absorptionslösung B, gemäß DIN EN 14385:2004

Sorptionsmittelmenge: Jeweils 3 * 40 ml

Abstand zw. Ansaugöffnung

d. Sonde u. Sorptionsmittel: ~ 2,8 m

Absaugeinrichtung: Gasentnahmekoffer

Zeitraum zw. Probenahme

und Analyse: ~ 1 Woche

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

4.4.1.3 Behandlung der Filter und der Ablagerungen

Trocknungstemperatur und Trocknungszeit der Filter:

Vor Beaufschlagung: 180 °C, 1 Stunde

Nach Beaufschlagung: 160 °C, 1 Stunde

Rückgewinnung von Ablagerung vor dem Filter:

Bei sichtbaren Ablagerungen wird der Einlaufkonus gespült und bei der Auswertung / Analyse berücksichtigt.

Wägung: Im Labor (klimatisierter Wägeraum)

Waage: Shimadzu Typ AP225WD

Ablesbarkeit: 0,01 mg

4.4.1.4 Aufbereitung und Analyse der Filter und der Absorptionslösungen

Messfilter - Schwermetalle

Aufbereitung:

Verfahren: Mikrowellendruckaufschluss

Lösemittel: Salpetersäure / Flusssäure

Gerätehersteller: Fa. Berghoff, Eningen (Typ Speedwave two)

Analyse:

Verfahren: Atomemissionsspektroskopie mittels ICP-Spektrometer

Gerätehersteller: Thermo Fisher Scientific GmbH (iCAP 6500 Duo)

Messfilter - Fluorid (F⁻)

Aufbereitung:

Verfahren: Wässrige Eluierung

Analyse:

Verfahren: Analyse von F⁻ mit ionenselektiver Elektrode

Gerätehersteller: WTW / Xylem Analytics Germany Sales GmbH & Co. KG, Weilheim (Typ InoLab ph/ION 7320)

Absorptionslösungen

Aufbereitung:

Verfahren: Auffüllen der Proben auf ein definiertes Volumen

Analyse:

Verfahren: Atomemissionsspektroskopie mittels ICP-Spektrometer

Gerätehersteller: Thermo Fisher Scientific GmbH (iCAP 6500 Duo)

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

Entfällt

4.6 Geruchsemissionen

Entfällt.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

5 Betriebszustand der Anlagen während der Messungen

5.1 Produktionsanlagen

Verallia Deutschland AG, Werk Wirges

		06.12.2023		22.02.2024	
		Wanne 3	Wanne 4	Wanne 3	Wanne 4
Schmelzleistung	[t/d]				
Scherbenanteil	[%]	83	89	82	85
Scherbenfeuchte	[%]	~ 2,5	~ 2,5	~ 2,5	~ 2,5
Gemengefeuchte	[%]	~ 2,0	~ 1,7	~ 3,0	~ 3,2
Gasverbrauch	[m ³ /h]				
Momentane elektr. Leistung	[kW]				
Maximale Gewölbetemperatur	[°C]	1606	1609	1606	1609
Spezifische Schmelzleistung	[t/m ² d]				
Spezifischer Wärmeverbrauch	[kJ/kg]				

(Volumenangaben sind bezogen auf Normzustand)

Gemengesatz (Angaben in [kg/ Charge] - Einwaage, feucht)

Wanne 3				Wanne 4			
Sand		Filterstaub		Sand		Natriumsulfat	
Phonolith		Natriumsulfat		Phonolith		Hämatit	
Soda		Fremdscherben, grün		Soda		Fremdscherben, grün	
Kalk		Glassand Rozet		Kalk		Glassand Remondis	
Portachrom		Scherben Wirges 3		Filterstaub		Flachglas, weiß	
Mangan		Scherben Wirges GR		Koksgries		Scherben Wirges 4	
				Koksgries		Scherben Wirges GR	

Verbrauch Heißendvergütungsmittel: ~ 30 kg/d

Besondere Vorkommnisse: Keine

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Elektrofilter / 06.12.2023		Feld I	Feld II
Primärspannung	[V]	240	280
Primärstrom	[A]	225	225
Sekundärspannung	[kV]	40	46
Sekundärstrom	[mA]	940	955

Temperatur vor / nach Filteranlage:

~ 340 / ~ 320 °C

Sorptionsmittelmenge (Ca(OH)₂) - 06.12.2023:

~ 10 kg/h

Sorptionsmittelmenge (Ca(OH)₂) - 22.02.2024:

~ 16,5 kg/h

Abweichungen von bestimmungsgemäßer Betriebsweise:

Keine

Besondere Vorkommnisse:

Keine

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Die Glasschmelzwannen waren während der gesamten Messzeit kontinuierlich in Betrieb. Die max. genehmigte Schmelzleistung beträgt pro Wanne jeweils 425 t/d. In der Summe betrug die Auslastung am 06.12.2023 rund [REDACTED] am 22.02.2024 lag die Auslastung bei rund [REDACTED]

6.2 Messergebnisse

6.2.1 Abgasdaten

Verallia Deutschland AG, Werk Wirges

Reingas Wanne 3 und 4		06.12.2023	22.02.2024
Mittlerer O ₂ -Gehalt	[Vol.-%]	9,9	8,9
Mittlerer CO ₂ -Gehalt	[Vol.-%]	6,8	7,8
Mittlere Abgasfeuchte, bez. auf trockenes Abgas	[kg/m ³]	0,105	0,116
Mittlere Dichte der feuchten Abgase	[kg/m ³]	1,263	1,262
Mittlere Abgastemperatur	[°C]	207	265
Mittlere Abgasgeschwindigkeit	[m/s]	3,90	Nicht bestimmt
Mittlerer Abgasvolumenstrom			
- trocken, berechnet	[m ³ /h]	38088	39571
- feucht, berechnet	[m ³ /h]	43085	45290
- trocken, gemessen	[m ³ /h]	36170	Nicht bestimmt
- feucht, gemessen	[m ³ /h]	40911	Nicht bestimmt
Unterdruck im Abgaskanal	[mbar]	2,5	3,0
Barometerstand	[mbar]	980	996

(Volumenstromangaben sind bezogen auf Normzustand trocken)

Zur Bestimmung der Emissionsmassenströme wird der aufgrund des Brennstoffverbrauchs und des mittleren O₂-Gehalts an der Messstelle unter Berücksichtigung der Gemengegase berechnete Abgasvolumenstrom zugrunde gelegt.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

6.2.2 Partikelförmige Emissionen

Verallia Deutschland AG, Werk Wirges

Reingas Wannen 3 und 4

Datum: 06.12.2023

Uhrzeit	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	Gesamtstaub		
		Gemessen [mg/m ³]	Normiert auf 8 Vol.- % O ₂ [mg/m ³]	Emission [kg/h]
10.30-11.00	10,1	0,2	0,2	0,007
11.30-12.00	10,1	0,5	0,6	0,018
13.30-14.00	9,7	0,3	0,3	0,011
14.30-15.00	9,9	0,4	0,4	0,013
15.30-16.00	9,9	0,3	0,3	0,010
Mittelwert	9,9	0,3	0,4	0,012
Maximalwert	10,1	0,5	0,6	0,018

Mittlerer Abgasvolumenstrom: 38088 m³/h

(Volumenangaben sind bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand)

Anmerkung: Die Staubkonzentrationen werden kontinuierlich erfasst (AMS).

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

6.2.3 Emissionen von partikelförmigen und filtergängigen Stoffen

Verallia Deutschland AG, Werk Wirges

Reingas Wannan 3 und 4

Datum: 06.12.2023

Uhrzeit	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	Partikelförmig, Gemessen [µg/m ³]								
		As	Cd	Cr	Cu	Pb	Sb	Se	Sn	F ⁻
10.30-11.00	10,1	1,8	0,3	1,4	0,1	3,6	1,4	1,1	0,8	-
11.30-12.00	10,1	2,1	0,4	4,1	0,2	8,6	1,4	0,9	1,8	-
13.30-14.00	9,7	2,0	0,3	3,0	0,2	5,0	1,3	1,0	0,9	-
14.30-15.00	9,9	-	-	-	-	-	-	-	-	5,9
Mittelwert	9,9	2,0	0,3	2,8	0,2	5,7	1,3	1,0	1,2	5,9
Maximalwert	10,1	2,1	0,4	4,1	0,2	8,6	1,4	1,1	1,8	5,9

Uhrzeit	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	Partikelförmig, Normiert auf 8 Vol.-% O ₂ [µg/m ³]								
		As	Cd	Cr	Cu	Pb	Sb	Se	Sn	F ⁻
10.30-11.00	10,1	2,1	0,4	1,6	0,1	4,3	1,6	1,3	0,9	-
11.30-12.00	10,1	2,5	0,4	4,9	0,3	10,3	1,6	1,0	2,2	-
13.30-14.00	9,7	2,3	0,4	3,5	0,2	5,7	1,5	1,2	1,1	-
14.30-15.00	9,9	-	-	-	-	-	-	-	-	6,9
Mittelwert	9,9	2,3	0,4	3,3	0,2	6,8	1,6	1,2	1,4	6,9
Maximalwert	10,1	2,5	0,4	4,9	0,3	10,3	1,6	1,3	2,2	6,9

Uhrzeit	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	Partikelförmig, Emission [g/h]								
		As	Cd	Cr	Cu	Pb	Sb	Se	Sn	F ⁻
10.30-11.00	10,1	0,067	0,013	0,052	0,004	0,137	0,052	0,042	0,029	-
11.30-12.00	10,1	0,080	0,014	0,157	0,008	0,329	0,053	0,033	0,069	-
13.30-14.00	9,7	0,076	0,013	0,115	0,007	0,189	0,049	0,039	0,036	-
14.30-15.00	9,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0,224
Mittelwert	9,9	0,074	0,013	0,108	0,007	0,218	0,051	0,038	0,045	0,224
Maximalwert	10,1	0,080	0,014	0,157	0,008	0,329	0,053	0,042	0,069	0,224

Mittlerer Abgasvolumenstrom: 38088 m³/h

(Volumenangaben sind bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand)

Die partikelförmigen Komponenten Co, Mn, Ni und V lagen bei allen Halbstundenmittelwerten im Bereich bzw. unterhalb der analytischen Nachweisgrenze. Die Messergebnisse wurden nicht einzeln dokumentiert.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

Emission von partikelförmigen und filtergängigen Stoffen

Verallia Deutschland AG, Werk Wirges / Reingas Wannan 3 und 4

Datum: 06.12.2023

Uhrzeit	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	Filtergängig, Gemessen [µg/m ³]	
		Cr	Se
10.30-11.00	10,1	19,4	48,2
11.30-12.00	10,1	1,0	49,7
13.30-14.00	9,7	1,0	63,1
14.30-15.00	9,9	1,9	61,4
15.30-16.00	9,9	1,0	95,2
Mittelwert	9,9	4,9	63,5
Maximalwert	10,1	19,4	95,2

Uhrzeit	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	Filtergängig, Normiert auf 8 Vol.-% O ₂ [µg/m ³]	
		Cr	Se
10.30-11.00	10,1	23,1	57,4
11.30-12.00	10,1	1,2	59,3
13.30-14.00	9,7	1,2	72,6
14.30-15.00	9,9	2,3	71,9
15.30-16.00	9,9	1,2	111,5
Mittelwert	9,9	5,8	74,5
Maximalwert	10,1	23,1	111,5

Uhrzeit	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	Filtergängig, Gemessen [µg/m ³]	
		Cr	Se
10.30-11.00	10,1	0,738	1,835
11.30-12.00	10,1	0,038	1,893
13.30-14.00	9,7	0,040	2,402
14.30-15.00	9,9	0,074	2,340
15.30-16.00	9,9	0,038	3,625
Mittelwert	9,9	0,186	2,419
Maximalwert	10,1	0,738	3,625

Mittlerer Abgasvolumenstrom: 38088 m³/h

(Volumenangaben sind bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand)

Die restlichen filtergängigen Komponenten lagen bei allen Halbstundenmittelwerten im Bereich bzw. unterhalb der analytischen Nachweisgrenze. Die Messergebnisse wurden nicht einzeln dokumentiert.

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

6.2.4 NO_x-Emissionen

Verallia Deutschland AG, Werk Wirges
Reingas Wannan 3 und 4
Datum: 06.12.2023

Uhrzeit	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	NO _x		Emission [kg/h]
		Gemessen [mg/m ³]	Normiert auf 8 Vol.- % O ₂ [mg/m ³]	
10.30-11.00	10,1	542	646	20,64
11.30-12.00	10,1	506	603	19,27
13.30-14.00	9,7	453	521	17,25
14.30-15.00	9,9	434	508	16,53
15.30-16.00	9,9	423	495	16,11
16.30-17.00	9,8	419	486	15,96
17.30-18.00	9,8	449	521	17,10
Mittelwert	9,9	461	540	17,55
Maximalwert	10,1	542	646	20,64

Mittlerer Abgasvolumenstrom: 38088 m³/h

(Volumenangaben sind bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand)

Anmerkung: Die NO_x-Konzentrationen werden kontinuierlich erfasst (AMS).

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

6.2.6 CO-Emissionen

Verallia Deutschland AG, Werk Wirges
 Reingas Wannan 3 und 4
 Datum: 06.12.2023

Uhrzeit	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	CO		
		Gemessen [mg/m ³]	Normiert auf 8 Vol.- % O ₂ [mg/m ³]	Emission [kg/h]
10.30-11.00	10,1	0	0	0,00
11.30-12.00	10,1	1	1	0,04
13.30-14.00	9,7	17	20	0,65
14.30-15.00	9,9	18	21	0,69
15.30-16.00	9,9	45	53	1,71
16.30-17.00	9,8	54	63	2,06
17.30-18.00	9,8	16	19	0,61
Mittelwert	9,9	22	25	0,82
Maximalwert	10,1	54	63	2,06

Mittlerer Abgasvolumenstrom: 38088 m³/h

(Volumenangaben sind bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand)

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

6.2.7 SO₂-Emissionen

Verallia Deutschland AG, Werk Wirges

Reingas Wannen 3 und 4

Datum: 06.12.2023

Uhrzeit	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	SO ₂		Emission [kg/h]
		Gemessen [mg/m ³]	Normiert auf 8 Vol.- % O ₂ [mg/m ³]	
10.30-11.00	10,1	228	272	8,70
11.30-12.00	10,1	233	278	8,88
13.30-14.00	9,7	272	313	10,35
14.30-15.00	9,9	290	339	11,04
15.30-16.00	9,9	326	382	12,41
Mittelwert	9,9	270	317	10,28
Maximalwert	10,1	326	382	12,41

Mittlerer Abgasvolumenstrom: 38088 m³/h

(Volumenangaben sind bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand)

Anmerkung: Die SO₂-Konzentrationen werden kontinuierlich erfasst (AMS).

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

6.2.8 Emissionen anorganischer, gasförmiger Chlorverbindungen

Veralfia Deutschland AG, Werk Wirges

Reingas Wannan 3 und 4

Datum: 06.12.2023

Uhrzeit	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	HCl		
		Gemessen [mg/m ³]	Normiert auf 8 Vol.- % O ₂ [mg/m ³]	Emission [kg/h]
10.30-11.00	10,1	15,2	18,1	0,577
11.30-12.00	10,1	15,3	18,2	0,581
13.30-14.00	9,7	16,1	18,5	0,612
14.30-15.00	9,9	15,2	17,8	0,579
15.30-16.00	9,9	17,8	20,8	0,677
Mittelwert	9,9	15,9	18,7	0,605
Maximalwert	10,1	17,8	20,8	0,677

Mittlerer Abgasvolumenstrom: 38088 m³/h

(Volumenangaben sind bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand)

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

Emissionen anorganischer, gasförmiger Chlorverbindungen

Verallia Deutschland AG, Werk Wirges

Reingas Wannan 3 und 4

Datum: 22.02.2024

Uhrzeit	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	HCl- Nachmessungen		
		Gemessen [mg/m ³]	Normiert auf 8 Vol.- % O ₂ [mg/m ³]	Emission [kg/h]
13.00-13.30	8,9	3,7	4,0	0,148
13.30-14.00	9,1	6,4	7,0	0,253
14.00-14.30	8,9	6,6	7,0	0,259
14.30-15.00	8,8	7,0	7,5	0,279
Mittelwert	8,9	5,9	6,4	0,235
Maximalwert	9,1	7,0	7,5	0,279

Mittlerer Abgasvolumenstrom: 39571 m³/h

(Volumenangaben sind bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand)

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

6.2.9 Emissionen anorganischer, gasförmiger Fluorverbindungen

Verallia Deutschland AG, Werk Wirges
Reingas Wannen 3 und 4
Datum: 06.12.2023

Uhrzeit	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	HF		Emission [kg/h]
		Gemessen [mg/m ³]	Normiert auf 8 Vol.- % O ₂ [mg/m ³]	
10.30-11.00	10,1	0,8	0,9	0,029
11.30-12.00	10,1	0,8	0,9	0,029
13.30-14.00	9,7	0,8	0,9	0,031
14.30-15.00	9,9	0,8	0,9	0,030
15.30-16.00	9,9	0,9	1,1	0,034
Mittelwert	9,9	0,8	0,9	0,031
Maximalwert	10,1	0,9	1,1	0,034

Mittlerer Abgasvolumenstrom: 38088 m³/h

(Volumenangaben sind bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand)

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

6.2.10 Zusammenstellung der Messergebnisse

Verallia Deutschland AG, Werk Wirges

Reingas Wannen 3 und 4

Datum: 06.12.2023

	Mittelwerte		
	Gemessen [mg/m ³]	Normiert auf 8 Vol.-% O ₂ [mg/m ³]	Emission [kg/h]
Staubförmige Emissionen			
Gesamtstaub	0,3	0,4	0,012
Staubinhaltsstoffe*)			
As	2,0 · 10 ⁻³	2,3 · 10 ⁻³	0,074 · 10 ⁻³
Cd	0,3 · 10 ⁻³	0,4 · 10 ⁻³	0,013 · 10 ⁻³
Co	< NWG	< NWG	< NWG
Cr	7,7 · 10 ⁻³	9,1 · 10 ⁻³	0,294 · 10 ⁻³
Cu	0,2 · 10 ⁻³	0,2 · 10 ⁻³	0,007 · 10 ⁻³
Mn	< NWG	< NWG	< NWG
Ni	< NWG	< NWG	< NWG
Pb	5,7 · 10 ⁻³	6,8 · 10 ⁻³	0,218 · 10 ⁻³
Sb	1,3 · 10 ⁻³	1,6 · 10 ⁻³	0,051 · 10 ⁻³
Se	64,5 · 10 ⁻³	75,7 · 10 ⁻³	2,457 · 10 ⁻³
Sn	1,2 · 10 ⁻³	1,4 · 10 ⁻³	0,045 · 10 ⁻³
V	< NWG	< NWG	< NWG
F ⁻	5,9 · 10 ⁻³	6,9 · 10 ⁻³	0,224 · 10 ⁻³
Gasförmige Emissionen			
NO _x **)	461	540	17,55
CO	22	25	0,82
SO ₂	270	317	10,28
HCl	15,9	18,7	0,605
HCl (Nachmessungen)	5,9	6,4	0,235
HF	0,8	0,9	0,031

*) Partikelförmig und filtergängig

***) Berechnet als NO₂

NWG: Nachweisgrenze

Mittlerer Abgasvolumenstrom (06.12.2023): 38088 m³/h

Mittlerer Abgasvolumenstrom (22.02.2024): 39571 m³/h

(Volumenangaben sind bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand)

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

6.3 Messunsicherheiten

- 1) Doppelbestimmung / Direkter Ansatz nach den Vorgaben der VDI 4219:2009.
- 2) VDI 4219:2009 / Indirekter Ansatz bei Probenahme, direkter Ansatz bei der Analytik. Beide Teilschritte wurden für das Gesamtverfahren zusammengefügt. Die Berechnung der Messunsicherheiten bei der Probenahme erfolgte unter Berücksichtigung der Varianzermittlung sämtlicher Einflussgrößen.

Komponente	Einheit	Maximaler Messwert Y_{max}	Erweiterte Messunsicherheit U_p (mit $p=0,95$)	$Y_{max}-U_p$	$Y_{max}+U_p$	Bestimmungsmethode
Staub	[mg/m ³]	0,6	0,5	0,1	1,1	1)
NO _x	[mg/m ³]	646	14	632	660	1)
CO	[mg/m ³]	63	2	61	65	1)
SO ₂	[mg/m ³]	382	11	371	393	1)
HCl	[mg/m ³]	20,8	1,7	19,1	22,5	1)
HCl (22.02.2024)	[mg/m ³]	7,5	1,5	6,0	9,0	1)
HF	[mg/m ³]	1,1	0,3	0,8	1,4	1)

Partikelförmige Staubinhaltsstoffe in [µg/m³]

Element	Wellenlänge [nm]	Maximaler Messwert Y_{max}	Erweiterte Messunsicherheit U_p (mit $p=0,95$)	$Y_{max}-U_p$	$Y_{max}+U_p$	Bestimmungsmethode
As	193,759	2,5	2	0,5	4,5	2)
Cd	214,438	0,4	2	0,0	2,4	2)
Co	228,616	<NWG	-	-	-	2)
Cr	205,552	4,9	24	0,0	28,9	2)
Cu	324,754	0,3	12	0,0	12,3	2)
Mn	260,569	<NWG	-	-	-	2)
Ni	231,604	<NWG	-	-	-	2)
Pb	182,205	10,3	29	0,0	39,3	2)
Sb	206,833	1,6	17	0,0	18,6	2)
Se	196,090	1,3	11	0,0	12,3	2)
Sn	189,989	2,2	14	0,0	16,2	2)
V	292,402	<NWG	-	-	-	2)
F ⁻	-	6,9	15	0,0	21,9	2)

NWG: Nachweisgrenze

(Volumenangaben sind bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand)

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

Messunsicherheiten

Filtergängige Staubinhaltsstoffe in $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$

Element	Wellenlänge [nm]	Maximaler Messwert Y_{max}	Erweiterte Messunsicherheit $t U_p$ (mit $p=0,95$)	$y_{\text{max}}-U_p$	$y_{\text{max}}+U_p$	Bestimmungsmethode
As	189,042	< NWG	-	-	-	2)
Cd	214,438	< NWG	-	-	-	2)
Co	228,616	< NWG	-	-	-	2)
Cr	205,552	23,1	7,0	16,1	30,1	2)
Cu	327,396	< NWG	-	-	-	2)
Mn	260,569	< NWG	-	-	-	2)
Ni	231,604	< NWG	-	-	-	2)
Pb	220,353	< NWG	-	-	-	2)
Sb	206,833	< NWG	-	-	-	2)
Se	196,090	111,5	17	94,5	128,5	2)
Sn	189,989	< NWG	-	-	-	2)
V	292,402	< NWG	-	-	-	2)

NWG: Nachweisgrenze

Die Berechnung der Messunsicherheiten bei der Probenahme erfolgte unter Berücksichtigung der Varianzermittlung sämtlicher Einflussgrößen.

Die Berechnung der Summe der einzelnen Messunsicherheiten bei den Staubinhaltsstoffen nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz ($u_{\text{ges}}=\sqrt{\sum u^2}$) ergibt nach den Vorgaben des Genehmigungsbescheides folgende Werte:

Komponente	Einheit	Maximaler Messwert y_{max}	Erweiterte Messunsicherheit U_p (mit $p = 0,95$)	$y_{\text{max}}-U_p$	$y_{\text{max}}+U_p$	Bestimmungsmethode
ΣSe	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	112,8	20,2	92,5	133,0	2)
$\Sigma \text{Co, Cr, Ni}$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	28,0	25,0	3,0	53,0	2)

(Volumenangaben sind bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand)

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

Ergänzende Angaben zu nicht richtlinienvorgaben abgestützten Komponenten

In den Regelwerken DIN EN 14385:2004 bzw. VDI 3868, Blatt 1:1994 werden nicht alle in der TA Luft genannten anorganischen Stoffe aufgeführt. Bei den Klassen I bis III Pkt. 5.2.2 betrifft dies die Komponente Zinn (Sn). Außerdem gibt es für die Bestimmung von leicht löslichen Fluorverbindungen kein Regelwerk.

Aus den Laboraktivitäten lassen sich folgende Verfahrenskenngrößen ableiten:

Partikelförmige Staubinhaltsstoffe

Kenngröße	Sn	F ⁻
Präzision	0,008 µg/l	0,009 mg/l
Richtigkeit	0,011 µg/l	0,005 mg/l
Wiederfindung	101,3 %	99,6 %
Erweiterte Messunsicherheit	0,022 µg/l	0,021 mg/l

Filtergänze Staubinhaltsstoffe

Kenngröße	Sn
Präzision	0,013 µg/l
Richtigkeit	0,010 µg/l
Wiederfindung	102,1 %
Erweiterte Messunsicherheit	0,034 µg/l

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

6.4 Diskussion der Ergebnisse

Im Zuge der diskontinuierlichen Emissionsüberwachung wurden bei der Firma Verallia Deutschland AG, Werk Wirges, im gemeinsamen Abgas der Glasschmelzwannen 3 und 4 Emissionsmessungen durchgeführt. Beide Wannen waren während der gesamten Messzeit kontinuierlich in Betrieb. Aufgrund erhöhter HCl-Werte während der Messungen am 06.12.2023 wurden am 22.02.2024 Nachmessungen durchgeführt und im Bericht dokumentiert.

Die max. genehmigte Schmelzleistung beträgt pro Wanne jeweils 425 t/d. In der Summe betrug die Auslastung am 06.12.2023 rund [REDACTED] am 22.02.2024 lag die Auslastung bei rund [REDACTED]

Besondere Vorkommnisse während der Messungen wurden nicht beobachtet.

Offenbach am Main, den 12. März 2024

Fachlich verantwortlich

Dipl.-Ing. K. Gitzhofer

Projektleiter

Dipl.-Ing. T. Kröber

Report No. 2972, Appendix A1 of A11

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

7	Anlagenübersicht	
7.1	Anlage: Abgesaugte Volumen bei der Probenahme	A2
7.2	Anlage: Zusammenfassung der Laborprotokolle	A3
7.3	Anlage: Nachweis- und Bestimmungsgrenzen	A5
7.4	Anlage: Maßnahmen zur Qualitätssicherung	A7
7.6	Anlage: Berechneter Abgasvolumenstrom	A9
7.7	Anlage: Gemessener Abgasvolumenstrom	A11

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

7.2 Anlage: Zusammenfassung der Laborprotokolle

Analyse gasförmiger Komponenten

Verallia Deutschland AG, Werk Wirges / Reingas Wannen 3 und 4

Datum: 06.12.2023 / 22.02.2024

Probenbezeichnung: 2972 / Wirges / Rein / SO₂ / HCl / HF

Komponente / Probenbez.	Aliquot [ml]	Molarität / Reagens	Verbrauch Reagens [ml]	Gehalt [mg/Probe]	Absorptions- Rate erste Flasche*)	Analysen- Gerätebezeichnung
Feldblind 1	20		0,020	0,160		
SO ₂ / Rein - 1	20	0,005	5,065	21,301	> 99 %	Dosimat 655 der Firma METROHM
2	20	molare	4,835	21,501		
3	20	Ba(ClO ₄) ₂	5,740	25,545		
4	20		5,690	27,067		
5	20		4,965	30,110		
Feldblind 2	20		0,020	0,160		
Feldblind 1	50	-	-	0,020	N.b.	Kompakt-Ionen- chromatographie- system Eco-IC der Firma Metrohm
HCl / Rein - 1	50	-	-	1,414		
2	50	-	-	1,407		
3	50	-	-	1,512		
4	50	-	-	1,419		
5	50	-	-	1,643		
Feldblind 2	50	-	-	0,022		
Feldblind 1	50	-	-	0,000	> 99 %	Kompakt-Ionen- chromatographie- system Eco-IC der Firma Metrohm
HCl / Rein - 1	50	-	-	0,356		
(22.02.2024) 2	50	-	-	0,522		
3	50	-	-	0,578		
4	50	-	-	0,586		
Feldblind 2	50	-	-	0,000		
Feldblind 1	20		-	0,014	*)	Kompakt-Ionen- pH/ISE-Messgerät Typ: InoLab pH/ION 7320 Firma WTW
HF / Rein - 1	20	-	-	0,072		
2	20	-	-	0,070		
3	20	-	-	0,076		
4	20	-	-	0,073		
5	20	-	-	0,083		
Feldblind 2	50	-	-	0,018		

*) Die Analysenergebnisse der 2. Absorptionsflasche lagen im Bereich der Feldblindwerte. Aufgrund der niedrigen Konzentrationen können keine belastbaren Absorptionsraten angegeben werden. Blindwerte werden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

N.b.: Nicht bestimmt

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

7.3 Anlage: Nachweis- und Bestimmungsgrenzen

Gasförmige Komponenten

Komponente	NWG [mg/Probe]	NWG [mg/m ³]	BG [mg/Probe]	BG [mg/m ³]
SO ₂	0,142	1,6	0,450	5,1
HCl	0,020	0,3	0,066	0,8
HF	0,007	0,1	0,022	0,3

Die relativen Nachweis- und Bestimmungsgrenzen richten sich nach der Absaugmenge.
In der Regel werden 90 l je Probe abgesaugt.

Partikelförmige Komponenten

Beim Gesamtstaub beträgt die Nachweisgrenze 0,3 mg/m³ (BG: 0,6 mg/m³).

Bericht Nr. 2972, Anhang A6 von A11

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

Nachweis- und Bestimmungsgrenzen

Partikelförmige Staubinhaltsstoffe

P a r t i k e l f ö r m i g	Stoff	Wellenlänge [nm]	Störelemente	NWG [µg/Fi.]	NWG [µg/m³]	BestGr [µg/Fi.]	BestGr [µg/m³]
		As	193,7		0,05	0,05	0,16
	B	208,9		0,09	0,09	0,27	0,27
	Cd	214,4	Fe	0,01	0,01	0,04	0,04
	Co	228,6	Ti	0,02	0,02	0,05	0,05
	Cr	205,5		0,03	0,03	0,08	0,08
	Cu	324,7	Ti	0,04	0,04	0,11	0,11
	Hg	184,9		0,03	0,03	0,08	0,08
	Mn	260,5		0,02	0,02	0,05	0,05
	Ni	231,6		0,06	0,06	0,18	0,18
	Pb	182,2	Fe	0,06	0,06	0,17	0,17
	Sb	206,8		0,05	0,05	0,15	0,15
	Se	196,0		0,06	0,06	0,18	0,18
	Sn	189,9		0,04	0,04	0,12	0,12
	Sr	407,7		0,01	0,01	0,04	0,04
	Te	214,3		0,06	0,06	0,20	0,20
	Tl	190,9		0,05	0,05	0,16	0,16
	V	292,4		0,03	0,03	0,08	0,08
	F-	(ISE)		0,65	0,65	2,10	2,10

Zugrundeliegende Absaugrate: 1 m³

Filtergängige Staubinhaltsstoffe

F i l t e r g ä n g i g	Komponente	ICP - Wellenlänge [nm]	Störelemente	NWG [µg/Probe]	NWG [µg/m³]	BestGr [µg/Probe]	BestGr [µg/m³]
		As	189,0		0,29	2,87	0,93
	B	208,9		0,23	2,24	0,74	7,31
	Cd	214,4	Fe	0,09	0,67	0,30	2,83
	Co	228,6	Ti	0,10	0,98	0,34	3,31
	Cr	205,5		0,08	0,74	0,25	2,49
	Cu	327,3	Ti	0,17	1,68	0,56	5,55
	Hg	184,9		0,17	0,83	0,55	2,73
	Mn	260,5		0,16	1,60	0,53	5,28
	Ni	231,6		0,10	0,98	0,33	3,23
	Pb	220,3		0,29	2,83	0,92	9,13
	Sb	206,8		0,26	2,52	0,82	8,16
	Se	196,0		0,24	2,33	0,76	7,58
	Sn	189,9		0,10	0,96	0,33	3,24
	Sr	348,4		0,25	2,41	0,79	7,83
	Te	214,3		0,27	2,61	0,85	8,46
	Tl	190,9		0,23	2,29	0,75	7,46
	V	292,4		0,13	1,24	0,42	4,15

Zugrundeliegende Absaugrate: 0,1 m³ (Metalle) / 0,2 m³ (Hg)

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

7.4 Anlage: Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Automatische Messverfahren

Justierung / Verifizierung der Messgeräte mit Prüfgasen	Arbeitstäglich
Dichtheitsprüfung des Messaufbaus	Jeweils an der Messstelle
Funktionsprüfung der Messgeräte	Jährlich
Umfang der Funktionsprüfung	Dichtigkeitsprüfung des Systems, Ermittlung der Tot- und Einstellzeit, Messwertübertragung, Überprüfung der Durchflussabhängigkeit, der Linearität, der Querempfindlichkeit sowie von Null- und Empfindlichkeitsdriften.

Gas- und dampfförmige Emissionen

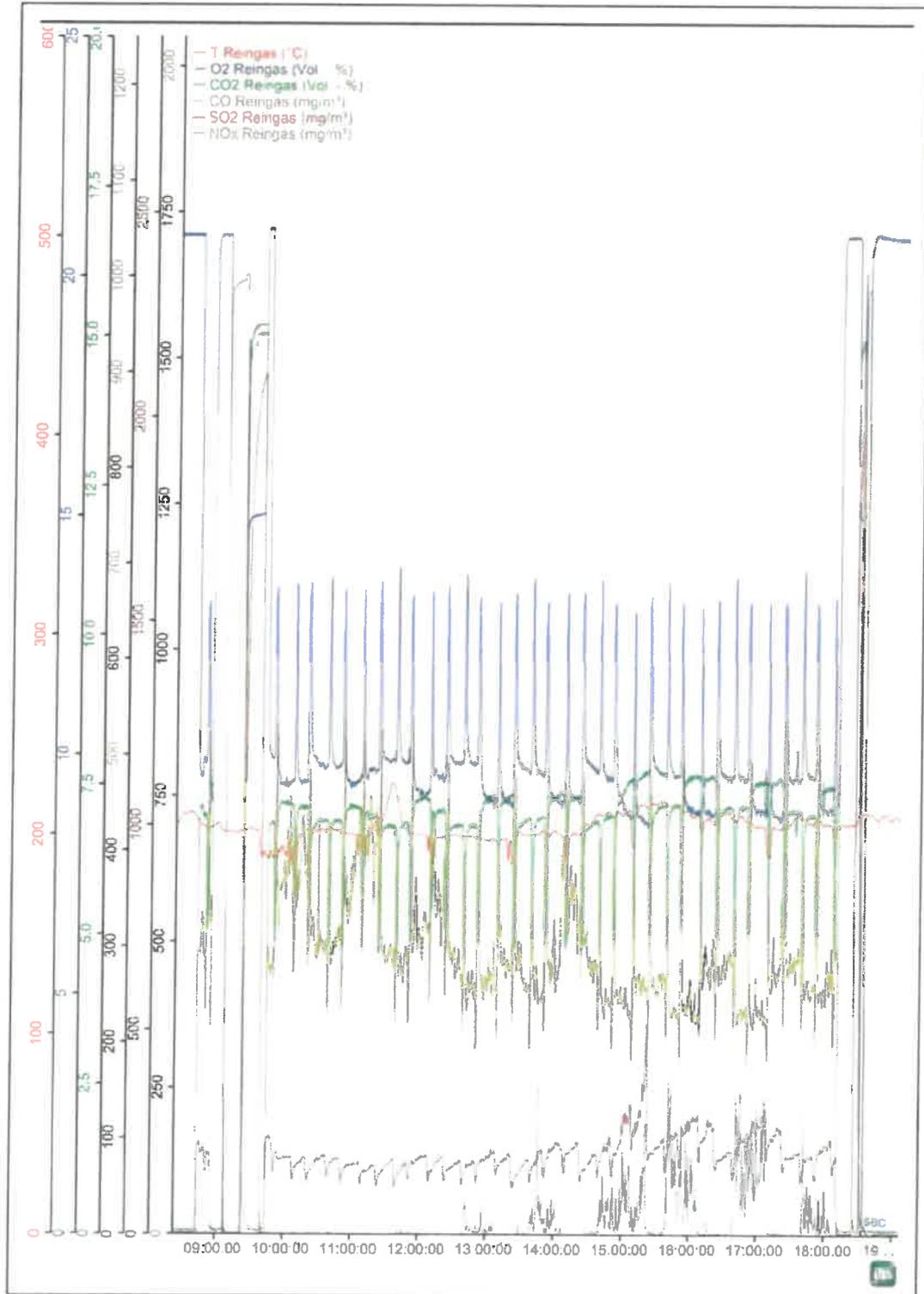
Dichtigkeitsprüfung	Bei jeder einzelnen Probenahme erfolgt eine Überprüfung des Sauerstoffgehalts am Ausgang der Absaugpumpe mit einem Handmessgerät und ein Vergleich des Messwertes mit der kontinuierlichen Sauerstoffmessung. Alle Verbindungsteile der Absorptionsstrecke werden während der Probenahmestelle mit Wasser bespritzt. Undichtigkeit werden aufgrund des Unterdruckes im System sofort erkannt.
Isokinetische Bedingung	Siehe partikelförmige Emissionen.
Unsicherheiten	Gasvolumen: < 2 % / Druck und Temperatur: < 1 %

Partikelförmige Emissionen (Gesamtstaub und Staubinhaltsstoffe)

Dichtigkeitsprüfung	<p>Vor Messbeginn: Ansaugdüse wird gasdicht verschlossen und nach dem Start der Pumpe ein Unterdruck (ca. 200 mbar) eingestellt. Die Gasuhr darf keinen Durchfluss anzeigen.</p> <p>Während der Probenahme: Bei jeder einzelnen Probenahme erfolgt eine Überprüfung des Sauerstoffgehalts am Ausgang der Absaugpumpe mit einem Handmessgerät und ein Vergleich des Messwertes mit der kontinuierlichen Sauerstoffmessung. Alle Verbindungsteile der Absorptionsstrecke werden während der Probenahmestelle mit Wasser bespritzt. Undichtigkeit werden aufgrund des Unterdruckes im System sofort erkannt.</p>
Isokinetische Bedingung	Im Fall des Nachschaltens von Waschflaschen hinter der Staubsonde werden für jeden Messpunkt im Messquerschnitt die isokinetischen Bedingungen errechnet und durch einen programmgesteuerten Absaugmengenregler gewährleistet.
Unsicherheiten	Gasvolumen: < 2% / Druck und Temperatur: < 1 %

7.5 Anlage: Schreiber Ausdruck der kontinuierlichen Messgeräte

Verallia Deutschland AG, Werk Würges, Reingas Wannen 3 und 4, 06.12.2023



7.6 Anlage: Berechneter Abgasvolumenstrom

Berechneter Abgasvolumenstrom

Verallia Deutschland AG / Werk Würges / Wanne 3 und 4 / Reinglas / 06.12.2023

Scherbenanteil bezogen auf Schmelzleistung
 Schmelzverlust bezogen auf Gemenge ohne Scherben (ohne Gemengefeuchte)
 Gemengefeuchte bezogen auf Gemenge ohne Scherben

Geg.: Schmelzleistung := [redacted] Schmelzverlust := 0.17 Scherbenfeuchte := 0.025
 Scherbenanteil := [redacted] Gemengefeuchte := 0.019 NH3Wasseranteil := 0 t/h

Vgas := [redacted] m³/h Völ := 0 t/h töl := 100 °C Wassereindüsung := 0 t/h
 ρo := 0.94 kg/l k := 0.00062 $\rho := \frac{\rho_o}{1 + k \cdot (töl - 15)}$ ρ = 0.893
 möl := Völ · ρ möl = 0 kg/h

Völtr := 10.1 m³/kg Völf := 11.3 m³/kg (Heizöl S, Hu = 40500 kJ/kg)
 Vgastr := 8.96 m³/m³ Vgasf := 10.87 m³/m³ (Erdgas H, H_u = 37368 kJ/m³)

H2O := Schmelzleistung · Scherbenanteil · Scherbenfeuchte + NH3Wasseranteil + Wassereindüsung

Wassermenge durch Scherbenfeuchte,
 Wassereindüsung und NH₃-Wasser: H2O = 547.8 t/h O2 := 9.9 % CO2 := 6.8 %

GlasAusGemenge := (1 - Scherbenanteil) · Schmelzleistung

Gemengetonnage := $\frac{\text{GlasAusGemenge}}{1 - (\text{Schmelzverlust} + \text{Gemengefeuchte})}$

Gemengetonnagetrocken := $\frac{\text{GlasAusGemenge}}{1 - \text{Schmelzverlust}}$

EmissionH2O := Gemengefeuchte · Gemengetonnage [redacted]

EmissionCO2 := Schmelzverlust · Gemengetonnagetrocken · $\frac{1000 \cdot 22.41}{24 \cdot 44}$

VfSt := (möl · Völf) + (Vgas · Vgasf) + EmissionH2O + EmissionCO2 + $\frac{\text{H2O}}{0.804}$ VfSt = 25130 m³/h

VtrSt := (möl · Völtr) + (Vgas · Vgastr) + EmissionCO2 VtrSt = 20132 m³/h

VH2O := VfSt - VtrSt Vtr := VtrSt · $\frac{21}{21 - \text{O2}}$ Vf := Vtr + VH2O wo := $\frac{\text{Vf} - \text{Vtr}}{\text{Vtr}} \cdot \frac{18}{22.41}$

N2 := $1 - \frac{(\text{O2} + \text{CO2})}{100}$ ptr := $\left[\frac{(1.977 \cdot \text{CO2} + 1.429 \cdot \text{O2})}{100} + 1.257 \cdot \text{N2} \right]$ pf := $\frac{\text{ptr} + \text{wo}}{1 + \frac{\text{wo}}{0.804}}$

Vtr = 38088 m³/h ptr = 1.323 kg/m³ wo = 0.1054 kg/m³
 Vf = 43085 m³/h pf = 1.263 kg/m³

Berechneter Abgasvolumenstrom

Berechneter Abgasvolumenstrom							
Verallia Deutschland AG / Werk Wirges / Wanne 3 und 4 / Reingas / 22.02.2024							
Scherbenanteil bezogen auf Schmelzleistung							
Schmelzverlust bezogen auf Gemenge ohne Scherben (ohne Gemengefeuchte)							
Gemengefeuchte bezogen auf Gemenge ohne Scherben							
Geg.:	Schmelzleistung :=		Schmelzverlust :=	0.17	Scherbenfeuchte :=	0.025	
	Scherbenanteil :=		Gemengefeuchte :=	0.031	NH3Wasseranteil :=	0	
Vgas :=		m³/h	Vöf :=	0	l/h	töf :=	100 °C
ρo :=	0.94	kg/l	k :=	0.00062	ρ :=	$\frac{\rho_o}{1 + k \cdot (töf - 15)}$	
möl :=	Vöf · ρ		möl :=	0	kg/h	ρ = 0.893	
Vötr :=	10.1	m³/kg	Vöf :=	11.3	m³/kg	(Heizöl G, H _u = 40500 kJ/kg)	
Vgastr :=	8.96	m³/m³	Vgasf :=	10.87	m³/m³	(Erdgas H, H _u = 37355 kJ/m³)	
H2O :=	Schmelzleistung · Scherbenanteil · Scherbenfeuchte + NH3Wasseranteil + Wassereindüngung						
Wassermenge durch Scherbenfeuchte, Wassereindüngung und NH ₃ -Wasser:						H2O =	593.2 l/h
						O2 :=	8.9 %
						CO2 :=	7.8 %
GlasAusGemenge := (1 - Scherbenanteil) · Schmelzleistung							
Gemengetonnage := $\frac{\text{GlasAusGemenge}}{1 - (\text{Schmelzverlust} + \text{Gemengefeuchte})}$							
Gemengetonnagetrocken := $\frac{\text{GlasAusGemenge}}{1 - \text{Schmelzverlust}}$							
EmissionH2O := Gemengefeuchte · Gemengetonnage							
EmissionCO2 := Schmelzverlust · Gemengetonnagetrocken							
VfSt := (möl · Vöf) + (Vgas · Vgasf) + EmissionH2O + EmissionCO2 + $\frac{\text{H2O}}{0.804}$						VfSt =	28519 m³/h
VtrSt := (möl · Vötr) + (Vgas · Vgastr) + EmissionCO2						VtrSt =	22801 m³/h
VH2O := VfSt - VtrSt		Vtr := VtrSt · $\frac{21}{21 - O2}$		Vf := Vtr + VH2O		wo := $\frac{Vf - Vtr}{Vtr} \cdot \frac{18}{22.41}$	
N2 := $1 - \frac{(O2 + CO2)}{100}$		ptr := $\left[\frac{(1.977 \cdot CO2 + 1.429 \cdot O2)}{100} + 1.257 \cdot N2 \right]$				pf := $\frac{ptr + wo}{1 + \frac{wo}{0.804}}$	
Vtr =		39571	ptr =		1.328	kg/m³	
Vf =		45290	pf =		1.262	kg/m³	
			wo =		0.1161	kg/m³	

Bericht Nr. 2972, Anhang A11 von A11

HÜTTENTECHNISCHE VEREINIGUNG DER DEUTSCHEN GLASINDUSTRIE

7.7 Anlage: Gemessener Abgasvolumenstrom

Gemessener Abgasvolumenstrom							
HVG-Bericht Nr.	Firma	Ort	Anlage	Messort	Datum		
2972	Verallia	Wirges	Wanne 3+4	Rein	06.12.2023		
Gegeben:							
Messpunkt	dyn. Druck am Messpunkt (p_{dyn})	Anzahl der Messpunkte:		20			
1 / Achse 1	6,23 Pa	Abmessungen des Abgaskanals:		\varnothing 2,6 [m]			
2 / Achse 1	10,23 Pa	Querschnittsfläche (A):		5,309 [m ²]			
3 / Achse 1	12,23 Pa	O ₂ -Gehalt:		9,9 [%]			
4 / Achse 1	15,47 Pa	CO ₂ -Gehalt:		6,8 [%]			
5 / Achse 1	16,40 Pa	Abgasfeuchte (w_0):		0,1054 [kg/m ³]			
6 / Achse 1	6,57 Pa	Abgastemperatur (t):		207 [°C]			
7 / Achse 1	2,47 Pa	Statische Druckdifferenz (p_{stat}):		-2,5 [mbar]			
8 / Achse 1	0,77 Pa	Barometerstand (b_0):		980 [mbar]			
9 / Achse 1	0,37 Pa	Berechnungsformeln: $N_2 = 1 - \frac{O_2 + CO_2}{100}$ $\rho_r = \frac{(1,429 \cdot O_2 + 1,977 \cdot CO_2)}{100} + 1,257 \cdot N_2$ $\rho_f = \frac{p_{dyn} + w_0}{1 + \frac{w_0}{0,804}}$ $\rho = \rho_f \cdot \frac{273 \cdot (b_0 + p_{stat})}{1013 \cdot (273 + t)}$ $v = \sqrt{2 \cdot \frac{p_{dyn}}{\rho}}$ $V_{B,f} = v \cdot A \cdot 3600$ $V_{N,f} = V_{B,f} \cdot \frac{273 \cdot (b_0 + p_{stat})}{1013 \cdot (273 + t)}$ $V_{N,r} = \frac{V_{N,f}}{1 + \frac{w_0}{0,804}}$					
10 / Achse 1	0,27 Pa						
11 / Achse 2	2,07 Pa						
12 / Achse 2	1,87 Pa						
13 / Achse 2	4,33 Pa						
14 / Achse 2	5,80 Pa						
15 / Achse 2	5,80 Pa						
16 / Achse 2	6,37 Pa						
17 / Achse 2	6,53 Pa						
18 / Achse 2	5,50 Pa						
19 / Achse 2	8,40 Pa						
20 / Achse 2	7,93 Pa						
Ergebnisse:							
Messpunkt	Abgasgeschwindigkeit (v)						
1 / Achse 1	4,22 m/s	Dichte, Norm, tr (ρ_{tr}): 1,323 [kg/m ³]					
2 / Achse 1	5,41 m/s	Dichte, Norm, f (ρ_f): 1,263 [kg/m ³]					
3 / Achse 1	5,91 m/s	Dichte, Betr, f (ρ): 0,693 [kg/m ³]					
4 / Achse 1	6,65 m/s	Erw. MU					
5 / Achse 1	6,84 m/s	Mittl. Abgasgeschw. (v): 3,90 ± 0,63 [m/s]					
6 / Achse 1	4,33 m/s	Abgasvol., Betr, f ($V_{B,f}$): 74544 ± 12585 [m ³ /h]					
7 / Achse 1	2,65 m/s	Abgasvol., N., f ($V_{N,f}$): 40911 ± 6924 [m ³ /h]					
8 / Achse 1	1,48 m/s	Abgasvol., N., tr ($V_{N,tr}$): 36170 ± 6122 [m ³ /h]					
9 / Achse 1	1,02 m/s						
10 / Achse 1	0,87 m/s						
11 / Achse 2	2,43 m/s						
12 / Achse 2	2,31 m/s						
13 / Achse 2	3,52 m/s						
14 / Achse 2	4,07 m/s						
15 / Achse 2	4,07 m/s						
16 / Achse 2	4,26 m/s						
17 / Achse 2	4,32 m/s						
18 / Achse 2	3,96 m/s						
19 / Achse 2	4,90 m/s						
20 / Achse 2	4,76 m/s						