

## Umweltmessstelle



### Technischer Bericht


#### UMt-TB-161/2021

**Bericht** über die Durchführung von **Emissionsmessungen** im Reingaskamin der Zementdrehrohrföfenanlage im Zementwerk Üxheim-Ahütte der Portlandzementwerk Wotan H. Schneider KG

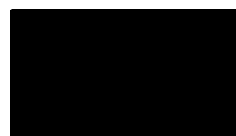
VDZ Service GmbH

Postfach 30 10 63  
40410 Düsseldorf

Toulouser Allee 71  
40476 Düsseldorf

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

Sitz: Düsseldorf  
Amtsgericht Düsseldorf  
HRB-Nr. 55438





**Zusammenfassung**

Bezeichnung gemäß Genehmigungsbescheid: Quellen-Nr.: 2

**Tabelle 1** Zusammenfassung der Messergebnisse

Messkomponente	Einheit	Maximaler Messwert abzüglich erweiterter Messunsicherheit	Maximaler Messwert zuzüglich erweiterter Messunsicherheit	Emissionsbegrenzung		Betriebszustand (Auslastung der Anlage in %)
				TMW	HSM	
gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als HCl	mg/m <sup>3</sup>	1	6	10	20	84,0 / 84,4
gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als HF	mg/m <sup>3</sup>	0	0	1	2	
Hg	mg/m <sup>3</sup>	0,00	0,01	0,03	0,06	
Benzol	mg/m <sup>3</sup>	0	1	3*	6	

Alle Werte bezogen auf Normzustand (1.013,25 hPa, 273,15 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf sowie auf einen Bezugssauerstoffwert von 10,0 Vol.-%.

TMW Tagesmittelwert

HSM

Halbstundenmittelwert

n.n. &lt; Bestimmungsgrenze

n.b.

nicht berechenbar

\*) Zielwert als TMW: 0,5 mg/m<sup>3</sup>

## **Inhaltsverzeichnis**

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

4.2.1	Messkomponente	15
4.2.1.1	Messverfahren	15
4.2.1.2	Analysator	15
4.2.1.3	Eingestellter Messbereich	16
4.2.1.4	Gerätetyp eignungsgeprüft	16
4.2.1.5	Probenahme und Probenaufbereitung	16
4.2.1.6	Überprüfen von Null- und Referenzpunkt mit Prüfgasen	17
4.2.1.7	Einstellzeit des gesamten Messaufbaus	17
4.2.1.8	Messwerterfassungssystem	18
4.3	Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen	18
4.3.1	Messkomponente gasförmige anorganische Chlorverbindungen (HCl)	18
4.3.1.1	Messverfahren	18
4.3.1.2	Probenahme und Probenaufbereitung	18
4.3.1.3	Analytische Bestimmung	19
4.3.2	Messkomponente gasförmige anorganische Fluorverbindungen (HF)	19
4.3.2.1	Messverfahren	19
4.3.2.2	Probenahme und Probenaufbereitung	19
4.3.2.3	Analytische Bestimmung	19
4.3.3	Messkomponente Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole (BTEX)	20
4.3.3.1	Messverfahren	20
4.3.3.2	Probenahme und Probenaufbereitung	20
4.3.3.3	Analytische Bestimmung	21
4.4	Messverfahren für partikelförmige Emissionen	21
4.4.1	Messkomponente	21
4.4.1.1	Messverfahren	21
4.4.1.2	Probenahme und Probenaufbereitung	21
4.4.1.3	Behandlung der Filter und der Ablagerungen	23
4.4.1.4	Aufbereitung und Analyse der Filter und der Absorptionslösungen	24
4.5	Geruchsemissionen	24
<b>5</b>	<b>Betriebszustand der Anlage während der Messungen</b>	<b>24</b>
5.1	Produktionsanlage	24
5.2	Abgasreinigungsanlagen	25
<b>6</b>	<b>Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion</b>	<b>26</b>
6.1	Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen	26
6.2	Messergebnisse	26
6.3	Messunsicherheiten	28
6.4	Diskussion der Ergebnisse	29
<b>7</b>	<b>Anlagenübersicht</b>	<b>29</b>

## 1 Messaufgabe

### 1.1 Auftraggeber

Portlandzementwerk Wotan  
H. Schneider KG  
Unten im Hähnchen 1  
54579 Üxheim-Ahütte

### 1.2 Betreiber

Portlandzementwerk Wotan  
H. Schneider KG  
Unten im Hähnchen 1  
54579 Üxheim-Ahütte

Ansprechpartner:

Telefon:

### 1.3 Standort

Portlandzementwerk Wotan  
H. Schneider KG  
Industriestraße 6  
54579 Üxheim-Ahütte

### 1.4 Anlage

Arbeitsstätten-Nr. 07-03-4081550

Anlagen-Nr.: ---

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

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

hier: Zementdrehrohrofen

### 1.5 Datum der Messung

Datum der Messung: 29.07.2021 und 03.08.2021

Datum der letzten Messung: 15. – 19.06.2020

Datum der nächsten Messung: 2024

### 1.6 Anlass der Messung

Wiederkehrende Emissionsmessungen in Anlehnung an § 18 Abs. 2, 17. BImSchV zur Überprüfung der Einhaltung von Emissionsgrenzwerten gemäß der nachfolgend aufgeführten behördlichen Entscheidungen:

- Genehmigung Nr. 24/03/5.1/2020/0065, Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Regionalstelle Gewerbeaufsicht Trier vom 20.05.2020

### 1.7 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Portlandzementwerk Wotan H. Schneider KG, Werk Üxheim-Ahütte, wurden im Abgas der Zementdrehrohrofenanlage Emissionsmessungen im Verbundbetrieb (VB) durchgeführt. Dabei wurde Braunkohle als Brennstoff eingesetzt. Der Untersuchungsumfang wurde durch den in Pos. 1.6 genannten Genehmigungsbescheid festgelegt. Zur Überprüfung der Emissionsbegrenzungen sind die in Position 1.8 aufgelisteten Komponenten im Abgas der Zementdrehrohrofenanlage zu überprüfen. Die Grenzwerte sind in Pos. 1.8 genannt.

## 1.8 Messkomponenten und Messgrößen

**Tabelle 2** Grenzwerte

Ziffer laut Genehmigungsbescheid	Komponente	Einheit	Grenzwert		Messtage: 2 Anzahl gesamt
			TMW	HSM	
1	Hg	mg/m <sup>3</sup>	0,03	0,06	3
1	dampf- oder gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als HCl	mg/m <sup>3</sup>	10	20	3
1	dampf- oder gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als HF	mg/m <sup>3</sup>	1	2	3
1	Benzol	mg/m <sup>3</sup>	3*	6	3

Grenzwerte bezogen auf Normzustand (1.013,25 hPa, 273,15 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf sowie auf einen Bezugssauerstoffwert von 10,0 Vol.-%.

\*) Zielwert als TMW: 0,5 mg/m<sup>3</sup>

TMW Tagesmittelwert

HSM Halbstundenmittelwert

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

**Tabelle 3** Zusätzliche Messkomponenten

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

## 1.9 Ortsbesichtigung vor Messdurchführung

durchgeführt am: 14.12.2020

nicht durchgeführt, weil: Keine Ortsbesichtigung durchgeführt, da wiederkehrende Emissionsmessung, Anlagenkenntnisse sind vorhanden

## 1.10 Messplanabstimmung

Der Messumfang sowie die Betriebsweise der Anlage wurden zwischen den Betreiberbeauftragten [REDACTED] und der VDZ Service GmbH ([REDACTED]) abgestimmt.

## 1.11 An der Messung beteiligte Personen

[REDACTED]  
[REDACTED]

## 1.12 Beteiligung weiterer Institute

- Keine -

### 1.13 Fachlich Verantwortliche

Name:

Telefonnummer:

E-Mail-Adresse:

**Projektleiter:**

## 2 Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

### 2.1 Bezeichnung der Anlage

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

### 2.2 Beschreibung der Anlage

#### Drehrohrofen

Hersteller:

Baujahr:

Durchmesser:

Länge:

Kapazität:

Produkt:

Brennstoffe:

Drehzahl:

Wartungsintervalle:

#### Vorwärmer

Hersteller:

Baujahr:

Bauart:

Wartungsintervalle:

#### Klinkerkühler

Hersteller:

Baujahr:

Bauart:

Rostfläche:

Kühlluftventilatoren:

Rekuperationsgrad:

Wartungsintervall:



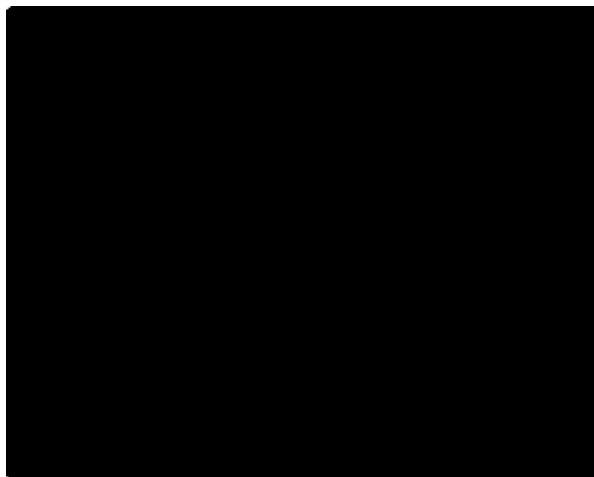
Hauptbrenner

Hersteller:  
 Baujahr:  
 Brennertyp:  
 Wartungsintervalle:

Rohmühle

Hersteller:  
 Baujahr:  
 Typ:

Abmessungen:  
 Kapazität:  
 Wartungsintervall:



**2.3 Beschreibung der Emissionsquelle nach Betreiberangaben**

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

**2.4 Angabe der laut Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe**

**Tabelle 4** Einsatzstoffe lt. Genehmigungsbescheid

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

**2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben**

täglich:  
 wöchentlich:  
 jährlich:



**2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen**

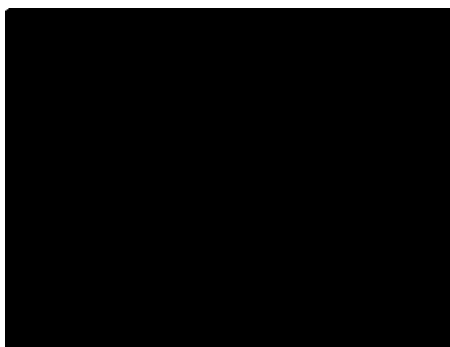
**2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen**

**2.6.1.1 Art der Emissionserfassung**

geschlossenes System, Rohrleitungssysteme, Ventilator, Kamin

**2.6.1.2 Ventilator肯ndaten**

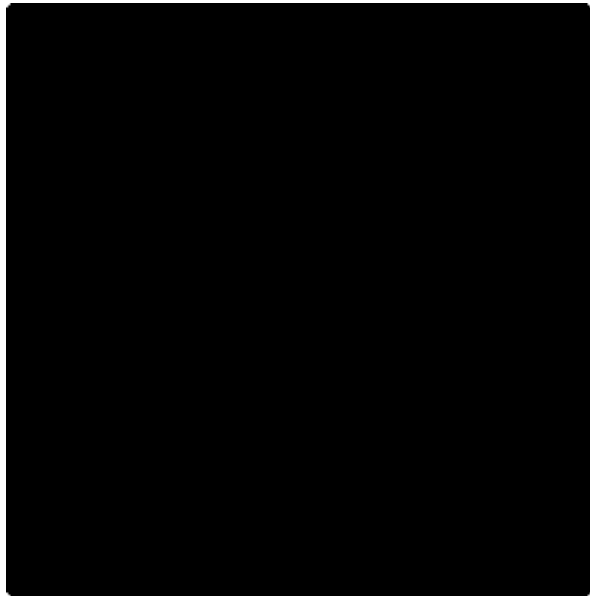
Hersteller:  
 Typ:  
 Fabrik-Nr.  
 Baujahr:  
 Nennleistung:  
 Druck:  
 Betriebsdruck:  
 Drehzahl:  
 Motorleistung:



## 2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen

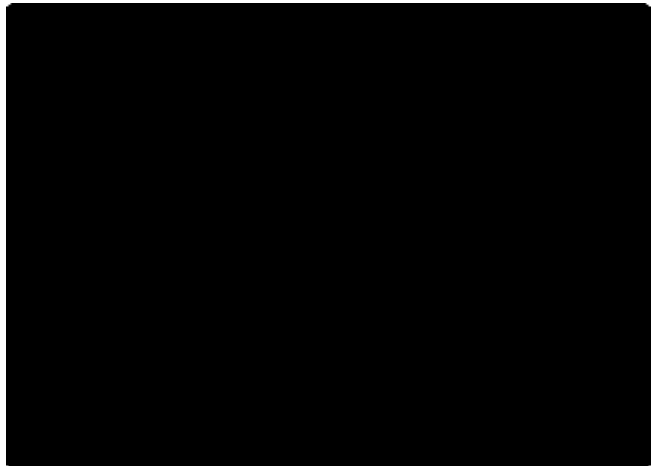
### Gewebefilter

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



### Selektive nichtkatalytische Rauchgasreinigung (SNCR)

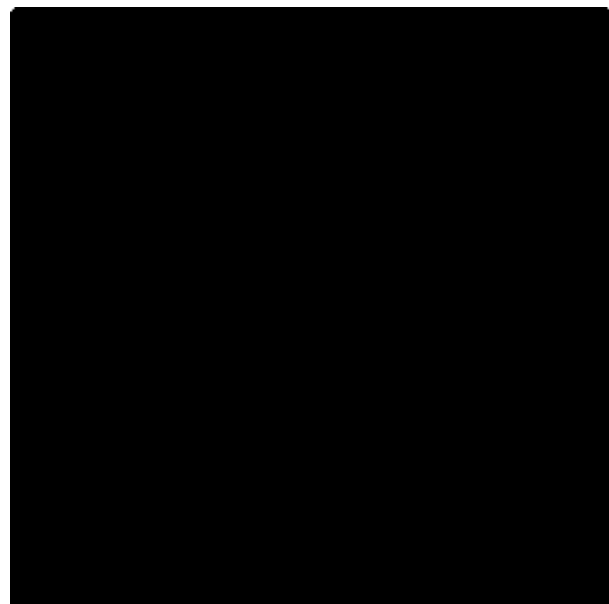
Hersteller:  
Baujahr:  
Typ:  
Fabrik-Nr.  
Bauart:  
SNCR-Verfahren:



Reduktionsmittel:

### Selektive katalytische Rauchgasreinigungseinrichtung (SCR)

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



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



### 2.6.3 Einrichtung zur Verdünnung des Abgases

Entfällt

## 3 Beschreibung der Probenahmestelle

### 3.1 Messstrecke und Messquerschnitt

#### 3.1.1 Lage und Abmessungen

Durchmesser: 3,15 m  
 Fläche: 7,79 m<sup>2</sup>  
 Einlaufstrecke: ca. 10 m  
 Auslaufstrecke: ca. 18 m  
 Lage des Messquerschnittes: horizontal

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

erfüllt  nicht erfüllt

#### 3.1.2 Arbeitsfläche und Messbühne

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

#### 3.1.3 Messöffnungen

**Tabelle 5** Anzahl und Größe der Messöffnungen

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

#### 3.1.4 Strömungsbedingungen im Messquerschnitt

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

erfüllt  nicht erfüllt

Keine lokale negative Strömung:

erfüllt  nicht erfüllt

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

erfüllt  nicht erfüllt

Mindestgeschwindigkeit (in Abhängigkeit vom verwendeten Messverfahren):

erfüllt  nicht erfüllt

### 3.1.5 Zusammenfassende Beurteilung der Messbedingungen

Messbedingungen nach DIN EN 15259:

erfüllt

nicht erfüllt

ergriffene Maßnahmen:

Homogenitätsprüfung

zu erwartende Auswirkungen auf das Ergebnis:

Keine

Empfehlungen und Hinweise zur Verbesserung der Messbedingungen:

Keine

## 3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

### 3.2.1 Darstellung der Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

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

**Tabelle 6** Messpunkte

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

### 3.2.2 Homogenitätsprüfung

durchgeführt

nicht durchgeführt, weil:

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

Netzmessung

liegt vor

Datum der Homogenitätsprüfung: 27.07.2021

Berichts-Nr.: UMt-TB 161/2021

Prüfinstitut: VDZ Service GmbH

Ergebnis der Homogenitätsprüfung:

Messung an einem beliebigen Punkt

Messung an einem repräsentativen Punkt

Beschreibung der Lage des Repräsentativen Punkts

Netzmessung

### 3.2.3 Komponentenspezifische Darstellung

**Tabelle 7** Messpunkte der Netzmessung nach Komponente

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

## 4 Messverfahren und Messeinrichtungen

### 4.1 Abgasrandbedingungen

#### 4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

Ermittlungsmethode:	Bestimmung des dynamischen Staudruckes über den Messquerschnitt
Messeinrichtung:	kalibrierter Feinddifferenzdruckmesser
Hersteller:	TSI GmbH
Typ:	TSI 5825
Ident.-Nr.	M/AGE/021/4
Messbereich:	-3.735 – 3.735 Pa
Bestimmungsgrenze:	5 Pa
Berechnungsverfahren:	gemäß DIN EN 16911-1

kontinuierliche Ermittlung:

ja  nein

#### 4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin

Differenzdruckmessung zwischen statischem Druck im Abgaskanal und Umgebungsdruck

Messeinrichtung: siehe Pos. 4.1.1

Messbereich: Pos. 4.1.1

#### 4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

Messeinrichtung:	elektronisches Barometer
Hersteller:	Airflow Lufttechnik GmbH
Typ:	DB3
Ident.-Nr.	M/AGC/021/4
Messbereich:	0 - 2000 hPa

#### 4.1.4 Abgastemperatur

Messeinrichtung:	thermoelektrisch
Messfühler:	Ni-Cr-Ni-Thermoelement
Typ:	Temperaturfühler
Ident.-Nr.	M/AHH/028/5
Messbereich:	0-300 °C
Messgerät:	Anzeigegerät
Hersteller:	FIZ GmbH
Typ:	Umsetzer
Ident.-Nr.	M/BBE/024/5
Messbereich:	0-300 °C

kontinuierliche Ermittlung:  ja  nein

#### 4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

Messverfahren:	DIN EN 14790 Sorption an Silicagel – Bestimmung der Massenzunahme
Probenehmer:	Desaga Gasprobenehmer
Messeinrichtung:	Waage
Hersteller:	KERN & SOHN GmbH
Typ:	PCB-1000/2
Ident-Nr.:	M/AFC/015/1

#### 4.1.6 Abgasdichte

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

#### 4.1.7 Abgasverdünnung

Nicht zutreffend

#### 4.1.8 Volumenstrom

##### Ermittlungsmethode

DIN EN 16911-1

##### Mittlere Abgasgeschwindigkeit:

Messverfahren:	siehe 4.1.1
Messeinrichtung:	siehe 4.1.1

##### Querschnittsfläche:

Ermittlungsverfahren:	Lasermessgerät
Messeinrichtung:	Bosch DLE 40

##### Fläche der Volumenstrommesseinrichtung zur Querschnittsfläche:

< 5 %

## 4.2 Automatische Messverfahren

### 4.2.1 Messkomponente

Es wurden folgende Konzentrationen ermittelt:

- Sauerstoff (O<sub>2</sub>)
- Kohlenmonoxid (CO)
- Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)
- Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)
- Gesamtkohlenstoff (Gesamt-C)

#### 4.2.1.1 Messverfahren

- O<sub>2</sub>: DIN EN 14789 Paramagnetische Gasanalyse
- CO: DIN EN 15058 Nichtdispersive Infrarot-Gasanalyse
- CO<sub>2</sub>: ISO 12039 Nichtdispersive Infrarot-Gasanalyse
- NO<sub>x</sub>: DIN EN 14792 Chemiluminiszenz mit NO<sub>2</sub>-Konverter
- Gesamt-C: DIN EN 12619 Flammenionisationsdetektion

#### 4.2.1.2 Analysator

Komponente:	<u>Sauerstoff (O<sub>2</sub>)</u>
Hersteller:	HORIBA Europe GmbH
Typ:	PG350E
Ident.-Nr.:	M/IAM/004/2
Eingestellter Messbereich:	0 - 25 Vol.-%
Gerätetyp eignungsgeprüft:	<input type="checkbox"/> Zertifizierung nach DIN EN 15267-4
	<input checked="" type="checkbox"/> Zertifizierung nach DIN EN 15267-3
	<input checked="" type="checkbox"/> Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert
	<input type="checkbox"/> Eignungsprüfung auf Basis der BEP ohne Zertifizierung
	<input type="checkbox"/> Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert

Komponente:	<u>Kohlenmonoxid (CO)</u>
Hersteller:	HORIBA Europe GmbH
Typ:	PG350E
Ident.-Nr.:	M/IAM/004/2
Eingestellter Messbereich:	0 - 1000 ppm

Gerätetyp eignungsgeprüft:

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

Komponente:

Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)

Hersteller:

HORIBA Europe GmbH

Typ:

PG350E

Ident.-Nr.:

M/IAM/004/2

Eingestellter Messbereich:

0 - 30 Vol.-%

Gerätetyp eignungsgeprüft:

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

#### 4.2.1.3 Eingestellter Messbereich

Siehe Kap. 4.2.1.2

#### 4.2.1.4 Gerätetyp eignungsgeprüft

Siehe Kap. 4.2.1.2

#### 4.2.1.5 Probenahme und Probenaufbereitung

##### Entnahmesonde

Entnahmesonde:

Edelstahl, Länge 1,50 m

Sonde beheizt:

ja, auf 180 °C

Staubfilter:

innen liegende Stopfung aus Quarzwatte und nachfolgendem Planfilter

Planfilter:

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

##### Probegasleitung vor Gasaufbereitung

beheizt auf:

190 °C

Länge:

ca. 3 m

##### Probegasleitung nach Gasaufbereitung:

Länge:

ca. 5 m



Werkstoffe der gasführenden Teile

Edelstahl, Glas, PTFE

Messgasaufbereitung

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

**4.2.1.6 Überprüfen von Null- und Referenzpunkt mit Prüfgasen**

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

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

Komponente: O<sub>2</sub>  
 Nullgas: Stickstoff 5.0  
 Prüfgaskonzentration und Trägergas: Umgebungsluft, Einstellwert: 20,9 Vol.-%

Komponente: CO  
 Nullgas: Stickstoff 5.0  
 Prüfgaskonzentration und Trägergas: Kohlenmonoxid in Stickstoff  
 Konzentration: 796 ppm  
 Hersteller: Linde AG  
 Herstelldatum: 01.04.2021  
 Stabilitätsgarantie: 24 Monate  
 Rückführbar zertifiziert: Ja  
 Überprüfung des Zertifikates: Ja, Eingangskontrolle

Komponente: CO<sub>2</sub>  
 Nullgas: Stickstoff 5.0  
 Prüfgaskonzentration und Trägergas: Kohlendioxid in Stickstoff  
 Konzentration: 18,1 Vol.-%  
 Hersteller: Linde AG  
 Herstelldatum: 01.04.2021  
 Stabilitätsgarantie: 24 Monate  
 Rückführbar zertifiziert: Ja  
 Überprüfung des Zertifikates: Ja, Eingangskontrolle

**4.2.1.7 Einstellzeit des gesamten Messaufbaus**

Prüfgasaufgabe am Bypass zwischen Sonde und Messgasleitung

**Tabelle 8** t<sub>90</sub>-Zeit der Komponenten

Komponente	t <sub>90</sub> -Zeit
O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO	69 s

#### 4.2.1.8 Messwerterfassungssystem

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

#### 4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen

Es wurden folgende Komponenten gemessen:

- Gasförmig anorganische Chlorverbindungen (HCl)
- Schwefeloxide (SO<sub>2</sub>)
- Gasförmig anorganische Fluorverbindungen (HF)
- Gasförmige Ammoniumverbindungen (NH<sub>3</sub>)
- Gasförmig anorganische Bromverbindungen (HBr)
- Formaldehyd (CH<sub>2</sub>O)
- Benzol und ggfs. weitere
- Methan (CH<sub>4</sub>)
- Distickstoffmonoxid (N<sub>2</sub>O)

##### 4.3.1 Messkomponente gasförmige anorganische Chlorverbindungen (HCl)

###### 4.3.1.1 Messverfahren

Richtlinie: DIN EN 1911

###### 4.3.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung

###### Entnahmesonde

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

###### Absorptionseinrichtungen

HCl: 3 Frittenwaschflaschen in Reihe

###### Sorptionsmittel

HCl: Reinstwasser, 3 x 30 ml

###### Absaugereinrichtung

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

###### Abstand zwischen Entnahmesondenanschluss und dem Sorptionsmittel

HCl: 0,4 m

###### Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse

HCl: 10 Tage

#### 4.3.1.3 Analytische Bestimmung

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

##### Analysengerät

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

#### 4.3.2 Messkomponente gasförmige anorganische Fluorverbindungen (HF)

##### 4.3.2.1 Messverfahren

Richtlinie: VDI 2470, Blatt 1

##### 4.3.2.2 Probenahme und Probenaufbereitung

###### Entnahmesonde

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

###### Absorptionseinrichtungen

HF: 3 Frittenwaschflaschen in Reihe

###### Sorptionsmittel

HF: 0,05 n NaOH-Lösung, 3 x 30 ml

###### Absaugeeinrichtung

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

###### Abstand zwischen Entnahmesondenanschluss und dem Sorptionsmittel

HF: 0,4 m

###### Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse

HF: 10 Tage

##### 4.3.2.3 Analytische Bestimmung

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

##### Analysengerät

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

### 4.3.3 Messkomponente Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol (BTEX)

#### 4.3.3.1 Messverfahren

Richtlinie: DIN CEN/TS 13649 (Verdünnungsmethode)

#### 4.3.3.2 Probenahme und Probenaufbereitung

##### Entnahmesonde

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

##### Absorptionseinrichtungen

BTEX: ein Aktivkohleröhrchen Dräger Typ G

##### Sorptionsmittel

BTEX: Aktivkohle; ca. 0,94 g Aktivkohle

##### Absaugeeinrichtung

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

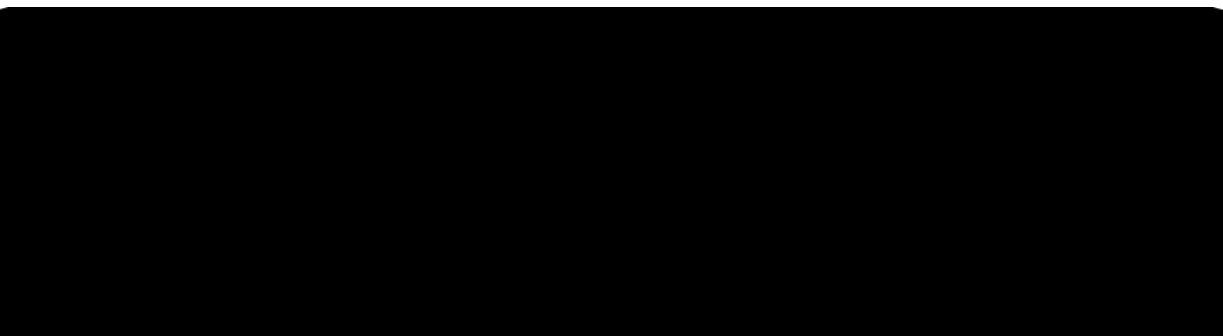
##### Abstand zwischen Entnahmesondenanschluss und dem Sorptionsmittel

BTEX: 2 m

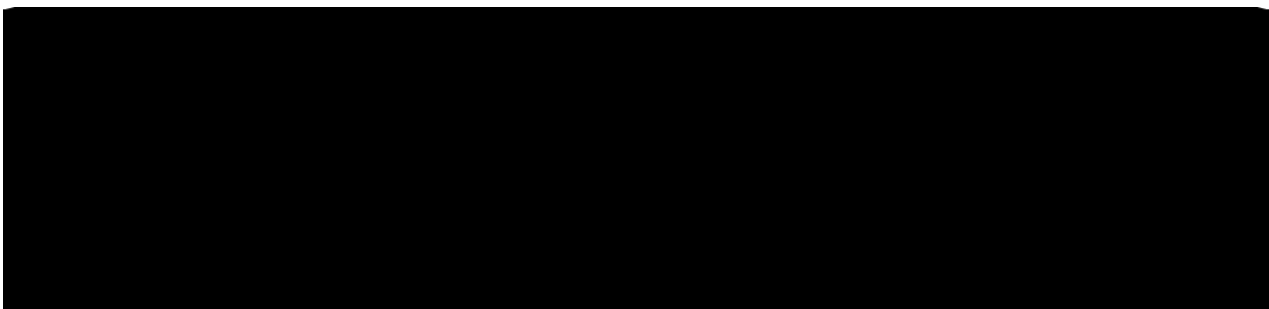
##### Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse

BTEX: 10 Tage

##### Verfahrensbeschreibung BTEX-Probenahme



**Bild 1** Messaufbau BTEX-Verdünnungsapparatur



### 4.3.3.3 Analytische Bestimmung

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

#### Analysengerät

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

#### spezielle Kenndaten

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

## 4.4 Messverfahren für partikelförmige Emissionen

### 4.4.1 Messkomponente

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

#### 4.4.1.1 Messverfahren

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

#### 4.4.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung

##### Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Typ: Planfilterkopfgerät  
 Hersteller: Paul Gothe GmbH  
 Anordnung:  innenliegend im Kanal  
 außenliegend am Kanal  
 Filtrationstemperatur: beheizt auf Abgastemperatur  
 Krümmer zwischen Entnahmesonde und Filtergehäuse:  ja  nein  
 Ausführung/Material: Titan

Entnahmesonde / Absaugrohr

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

Filter

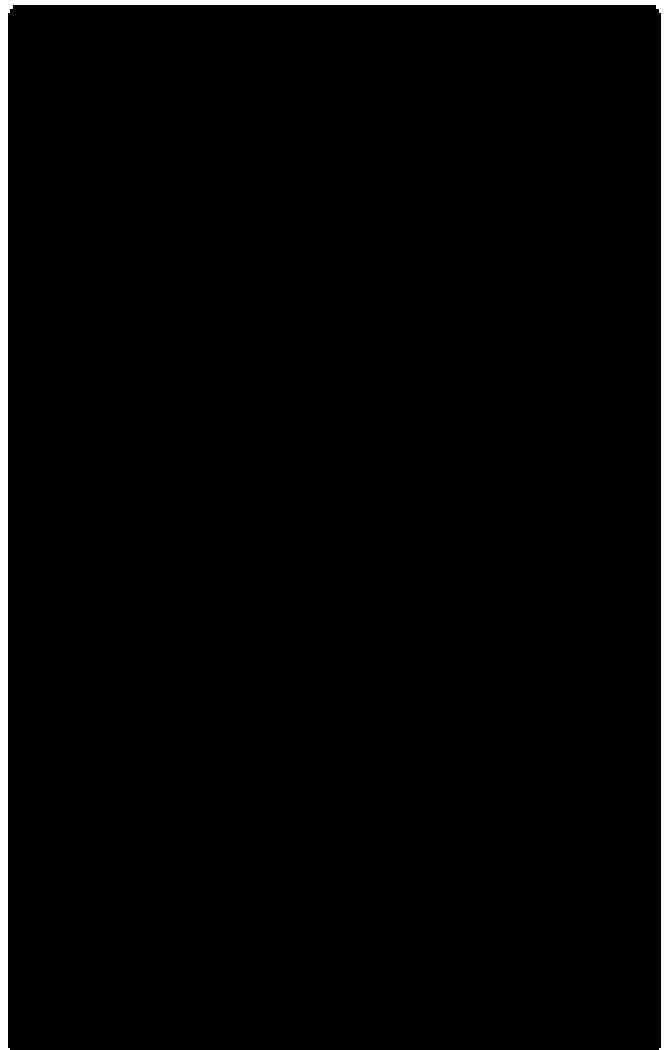
Material: Quarzfaser (MK 360)  
Filter-Hersteller/Typ: Ahlstrom Germany GmbH, MK 360  
Filterdurchmesser: 45 mm  
Porendurchmesser: 0,3 µm (MK 360)  
Abscheidegrad: 99,998 %

Absorptionseinrichtungen

Absorption filtergängiger Anteile: 3 Frittenwaschflaschen in Reihe im Teilstrom

Sorptionsmittel

Komponente:  
Sorptionsmittel:





#### Absaugereinrichtung

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

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

#### **4.4.1.3 Behandlung der Filter und der Ablagerungen**

##### Trocknungstemperatur des Abscheidemediums

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

##### Trocknungszeit des Abscheidemediums

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

##### Äquilibrierort und -dauer

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

##### Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Filter:

ja

nein, weil:

Behandlung der Spüllösungen: Eindampfen, trocknen, wiegen

##### Wägung

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

##### Transport und Lagerung

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

#### 4.4.1.4 Aufbereitung und Analyse der Filter und der Absorptionslösungen

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

Die vorgenannten Analyseverfahren wurden regelmäßig mit zertifizierten Referenzmaterialien validiert.

#### 4.5 Geruchsemissionen

Entfällt

### 5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

#### 5.1 Produktionsanlage

Die Zementdrehrohrofenanlage befand sich nach Angaben des Betreibers während der Messungen im betriebsüblichen Zustand der Anlagenauslastung (Klinkerproduktion). Am 29.07.2021 und 03.08.2021 wurde die Anlage im Verbundbetrieb gefahren. [REDACTED] eingesetzt.

Die Homogenitätsprüfung wurde im Verbundbetrieb durchgeführt.

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

Die Betriebsdaten sowie die den Messzeitraum betreffende tägliche Datenausgabe des Auswertesystems (aktuelle Tagesausdrucke) sind in **Anlage 3** zusammengestellt.



In der folgenden Tabelle sind die zur Beurteilung der Messergebnisse wesentlichen Betriebsparameter an den einzelnen Messtagen zusammengefasst. Der Anlagenbetrieb verlief während der Messungen störungsfrei.

**Tabelle 9** Betriebsdaten der Produktionsanlage

Datum	Einheit	29.07.2021	03.08.2021
Uhrzeit		08:00 – 18:00	08:00 – 14:00
Betriebszustand		Verbundbetrieb	Verbundbetrieb
Sinterzone	°C	[REDACTED]	
<b>Brennstoffe</b>			
Braunkohlestaub	t/h		
<b>Einsatzstoffe</b>			
Ofenmehl	t/h		
<b>Produkte</b>			
Klinker	t/h		
Nennleistung bezogen auf genehmigte Leistung von 800 t/d	%		

## 5.2 Abgasreinigungsanlagen

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

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

### Selektive katalytische Rauchgasreinigung

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

Zur Reduktion der Stickstoffoxide wurde 25 %-ige Ammoniakwasserlösung in den Bereich vor SCR-Katalysator eingedüst. Die Menge des eingedüsten Ammoniakwassers wurde in Abhängigkeit von den gemessenen NO<sub>x</sub>-Emissionskonzentrationen geregelt. Der Ammoniakwasserverbrauch wurde den Betriebsprotokollen entnommen.

**Tabelle 10** Eingesetzte Ammoniakwassermenge

Datum	Zeitraum	Ammoniakwassermenge in l/h
29.07.2021	08:00 – 18:00	[REDACTED]
03.08.2021	08:00 – 14:00	[REDACTED]

## 6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

### 6.1 Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Die Messungen fanden am 29.07.2021 und 03.08.2021 im Verbundbetrieb statt.

Die durchschnittliche Ofenleistung betrug ca. 84 %, bezogen auf die genehmigte Klinkerleistung von [REDACTED] und orientiert sich an der derzeit gegebenen Absatzlage. Während der Messungen verlief der Betrieb störungsfrei.

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

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

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

### 6.2 Messergebnisse

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

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

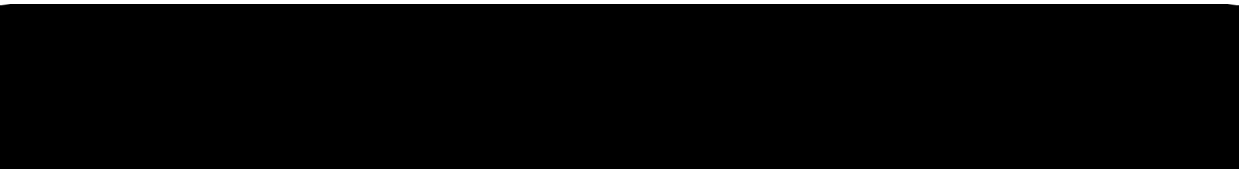
#### Abgaszustand, Abgasmenge

**Tabelle 11** Zusammenfassung des Abgaszustandes und der Abgasmenge

Messung Nr.		1	2	Max.
Datum		27.07.2021*	28.07.2021*	
Betriebszustand		VB	VB	
Uhrzeit		15:17 – 15:47	09:48 – 10:18	
Abgastemperatur	°C	155	161	161
Abgasfeuchte	Vol.-%	7,9	6,2	7,9
O <sub>2</sub> -Messwert	Vol.-%	13,3	14,3	14,3
Abgasmenge	m <sup>3</sup> /h	[REDACTED]		
Abgasmenge <sup>1)</sup>	m <sup>3</sup> /h	[REDACTED]		
Abgasmenge <sup>2)</sup>	m <sup>3</sup> /h	[REDACTED]		

<sup>1)</sup> Gasmenge im Normzustand (1.013 hPa, 273 K) ohne Abzug des Gehaltes an Wasserdampf

<sup>2)</sup> Gasmenge im Normzustand (1.013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf



Kontinuierlich gemessene gasförmige Abgasbestandteile**Tabelle 12** Zusammenfassung der kontinuierlich ermittelten Abgasbestandteile - Konzentrationen

29.07.2021	Verbundbetrieb		
Komponente	O <sub>2</sub>	CO*	CO <sub>2</sub>
Einheit	Vol.-%	mg/m <sup>3</sup>	Vol.-%
Max-Wert	14,8	2.037	13,3
Mittelwert	13,8	844	12,4
03.08.2021	Verbundbetrieb		
Max-Wert	15,5	2.834	14,1
Mittelwert	13,9	1.282	12,5

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

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

Gasförmige anorganische Verbindungen**Tabelle 13** Zusammenfassung gasförmiger anorganischer Verbindungen (HF)

Messung Nr.		1	2	3	Max.
Datum		29.07.2021	29.07.2021	29.07.2021	
Betriebszustand		VB			
Volumenstrom	m <sup>3</sup> /h	110.300			
HF					
Zeitraum		13:06 - 13:36	15:25 - 15:55	16:49 - 17:19	
HF-Konzentration	mg/m <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
HF-Massenstrom	kg/h				

Alle Angaben bezogen auf Normzustand (1.013 hPa, 273 K) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf und auf 10 Vol.-% Sauerstoff

**Tabelle 14** Zusammenfassung gasförmiger anorganischer Verbindungen (HCl)

Messung Nr.		1	2	3	Max.
Datum		03.08.2021	03.08.2021	03.08.2021	
Betriebszustand		VB			
Volumenstrom	m <sup>3</sup> /h				
HCl					
Zeitraum		8:52 - 9:22	9:43 - 10:13	10:50 - 11:20	
HCl-Konzentration	mg/m <sup>3</sup>	0,3	1,8	3,4	3,4
HCl-Massenstrom	kg/h				

Alle Angaben bezogen auf Normzustand (1.013 hPa, 273 K) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf und auf 10 Vol.-% Sauerstoff

Metalle, Halbmetalle und ihre Verbindungen**Tabelle 15** Zusammenfassung der gemessenen Emissionskonzentrationen (Hg)

Messung Nr.		1	2	3	Max.
Datum		29.07.2021	29.07.2021	29.07.2021	
Betriebszustand		VB			
Volumenstrom	m <sup>3</sup> /h	[REDACTED]			
<b>Hg</b>					
Zeitraum		13:06 - 13:36	15:25 - 15:55	16:49 - 17:19	
HCl-Konzentration	mg/m <sup>3</sup>	0,004	0,003	0,002	0,004
HCl-Massenstrom	kg/h	[REDACTED]			

Alle Angaben bezogen auf Normzustand (1.013 hPa, 273 K) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf und auf 10 Vol.-% Sauerstoff

Emissionen organischer Verbindungen**Tabelle 16** Zusammenfassung der Emissionen organischer Verbindungen (Benzol)

	Messung Nr.	1	2	3	Max.	FBW
<b>Benzol</b>		03.08.2021	03.08.2021	03.08.2021		
Zeitraum		12:26 - 12:56	13:02 - 13:32	13:34 - 14:04		
Dauer	h:mm	0:30	0:30	0:30		
Probenvolumen	l	19,5	22,2	22,2		
O <sub>2</sub> -Messwert	Vol.-%	14,0	13,9	13,8		
Analysenwert	µg/Probe	9,12	9,77	10,3	10,3	<0,100
Benzol-Konzentration	mg/m <sup>3</sup>	0,73	0,68	0,71	0,73	<0,0073
Benzol-Massenstrom	g/h	[REDACTED]				---

Alle Angaben sind auf Normzustand (1.013 hPa, 273 K) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf bezogen. Die Konzentrationen sind zusätzlich auf 10 Vol.-% Sauerstoff bezogen.

n.n. nicht nachweisbar

n.b. nicht berechenbar

FBW Feldblindwert

**6.3 Messunsicherheiten**

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

**Tabelle 17** Messunsicherheiten

Messkomponente / Messgröße	Einheit	Maximaler Messwert y <sub>max</sub>	Erweiterte Messunsicherheit U <sub>p</sub> (mit p = 0,95)	y <sub>max</sub> - U <sub>p</sub>	y <sub>max</sub> + U <sub>p</sub>	Bestimmungsmethode der Messunsicherheiten
HCl	mg/m <sup>3</sup>	3,4	2,1	1	6	2)
HF	mg/m <sup>3</sup>	0	0,1	0	0	2)
Hg	mg/m <sup>3</sup>	0,004	0,0011	0,00	0,01	1)
Benzol	mg/m <sup>3</sup>	0,73	0,4	0	1	1)

1) Doppelbestimmung VDI 4219, direkter Ansatz

2) VDI 4219, indirekter Ansatz

#### 6.4 Diskussion der Ergebnisse

Die Messungen fanden am 29.07.2021 und 03.08.2021 im Verbundbetrieb statt.

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

Die Messwerte liegen deutlich unter den jeweiligen Emissionsgrenzwerten.

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

VDZ Service GmbH

Umweltmessstelle



#### 7 Anlagenübersicht

Anlage 1: Mess- und Rechenwerte, Homogenitätsprüfung

Anlage 2: Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufes kontinuierlich gemessener Komponenten

Anlage 3: Betriebsdaten

---

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

# Anlage 1

## zum Technischen Bericht

### UMt-TB-161/2021

#### Mess- und Rechenwerte

Inhaltsverzeichnis	Seite
<b>Tabelle 1</b> Mittelwerte des Abgaszustandes und der Abgasmenge	2
<b>Tabelle 2</b> Halbstundenmittelwerte der kontinuierlich ermittelten Abgasbestandteile vom 29.07.2021	2
<b>Tabelle 3</b> Halbstundenmittelwerte der kontinuierlich ermittelten Abgasbestandteile vom 03.08.2021	3
<b>Tabelle 4</b> Ergebnisse der gasförmigen anorganischen Verbindungen (HF)	3
<b>Tabelle 5</b> Ergebnisse der gasförmigen anorganischen Verbindungen (HCl)	4
<b>Tabelle 6</b> Ergebnisse der Halbmetalle (Hg)	4
<b>Tabelle 7</b> Konzentrationen monocyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe, aliphatische Kohlenwasserstoffe (Benzol)	5
<b>Tabelle 8</b> Massenströme monocyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe, aliphatische Kohlenwasserstoffe (Benzol)	5
<b>Tabelle 9</b> Daten der Netzmessung	6

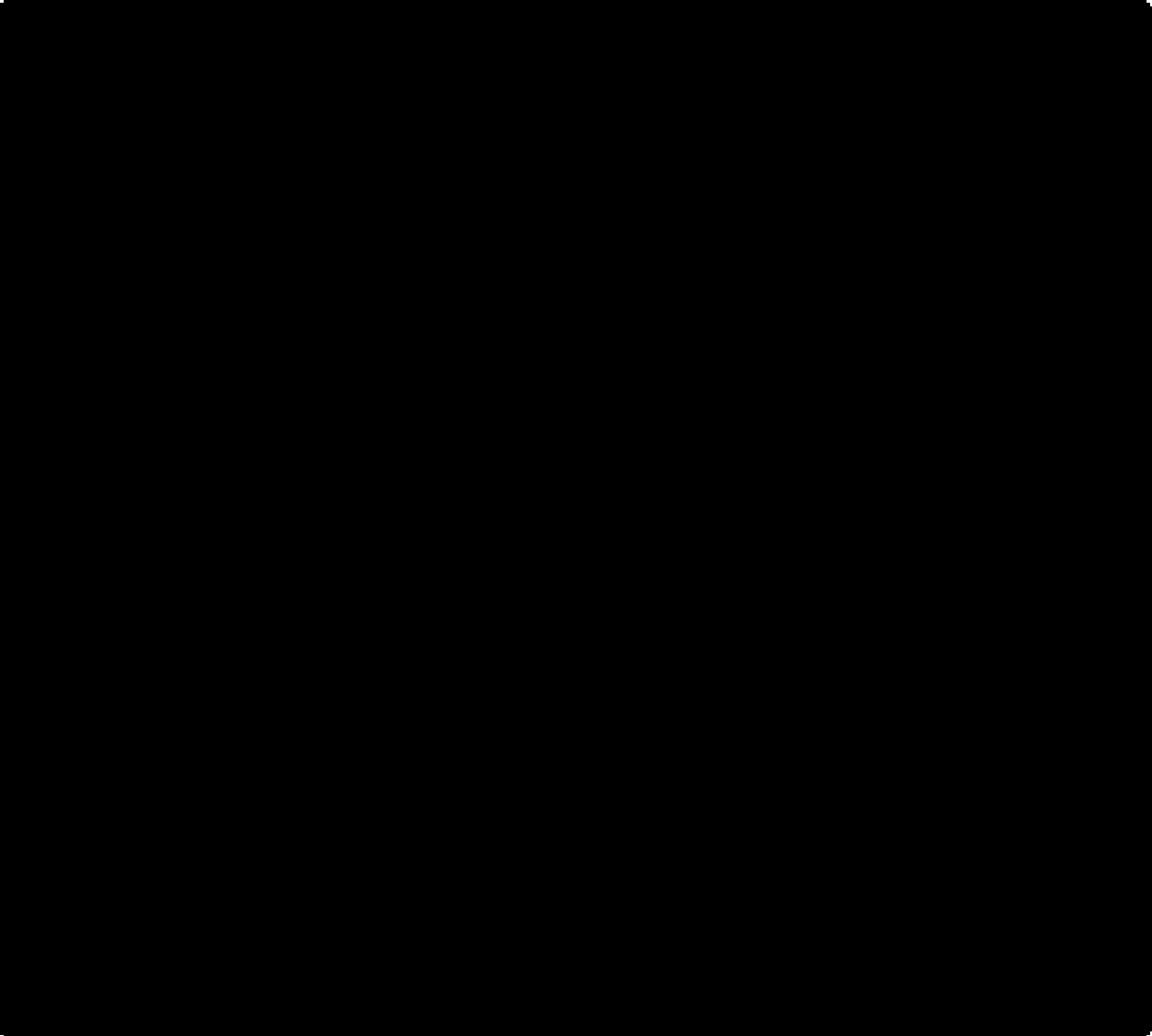
In den Tabellen werden die Abkürzungen DB (Direktbetrieb) und VB (Verbundbetrieb) zur Kenntlichmachung des Betriebszustands der Drehofenanlage verwendet. Auf eine weitere Erläuterung wird in den Fußtexten der Tabellen verzichtet.

**Tabelle 1** Mittelwerte des Abgaszustandes und der Abgasmenge

Messung Nr.		1	2	Max.
Datum		27.07.2021 ■	28.07.2021 ■	
Betriebszustand		VB	VB	
Uhrzeit		15:17 – 15:47	09:48 – 10:18	
Abgastemperatur	°C	155	161	161
Abgasfeuchte	Vol.-%	7,9	6,2	7,9
O <sub>2</sub> -Messwert	Vol.-%	13,3	14,3	14,3
Abgasmenge	m <sup>3</sup> /h	■		
Abgasmenge <sup>1)</sup>	m <sup>3</sup> /h			
Abgasmenge <sup>2)</sup>	m <sup>3</sup> /h			

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

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

**Tabelle 2** Halbstundenmittelwerte der kontinuierlich ermittelten Abgasbestandteile vom 29.07.2021

Angaben bezogen auf Normzustand (1.013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf.

\*) bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

**Tabelle 3** Halbstundenmittelwerte der kontinuierlich ermittelten Abgasbestandteile vom 03.08.2021

Angaben bezogen auf Normzustand (1.013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf.

\*) bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

**Tabelle 4** Ergebnisse der gasförmigen anorganischen Verbindungen (HF)

Messung Nr.		1	2	3	Max.
Datum		29.07.2021	29.07.2021	29.07.2021	
Betriebszustand		VB	VB	VB	
Zeitraum		13:06 - 13:36	15:25 - 15:55	16:49 - 17:19	
Dauer	h:mm	0:30	0:30	0:30	
Probenvolumen	NL	73,0	72,1	71,6	
O <sub>2</sub> -Messwert	Vol.-%	13,7	13,8	13,7	
Volumenstrom	m <sup>3</sup> /h				
Analysenwert	mg/Probe	<0,005	<0,005	<0,005	---
HF-Konzentration	mg/m <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
HF-Massenstrom	kg/h				
Feldblindwert	mg/Probe	<0,005	<0,005	<0,005	---
	mg/m <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Angaben bezogen auf Normzustand (1.013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf, bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff



**Tabelle 5** Ergebnisse der gasförmigen anorganischen Verbindungen (HCl)

Messung Nr.		1	2	3	Max.
Datum		03.08.2021	03.08.2021	03.08.2021	
Betriebszustand		VB	VB	VB	
Zeitraum		8:52 - 9:22	9:43 - 10:13	10:50 - 11:20	
Dauer	h:mm	0:30	0:30	0:30	
Probenvolumen	NL.	78,9	70,7	76,2	
O <sub>2</sub> -Messwert	Vol.-%	12,9	13,1	13,3	
Volumenstrom	m <sup>3</sup> /h				
Analysenwert	mg/Probe	0,02	0,09	0,18	---
HCl-Konzentration	mg/m <sup>3</sup>	0,3	1,8	3,4	3,4
HCl-Massenstrom	kg/h				
Feldblindwert	mg/Probe	<0,003	<0,003	<0,003	---
	mg/m <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Angaben bezogen auf Normzustand (1.013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf, bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

**Tabelle 6** Ergebnisse der Halbmetalle (Hg)

Messung Nr.		1	2	3	Max.
Datum		29.07.2021	29.07.2021	29.07.2021	
Betriebszustand		VB	VB	VB	
Zeitraum		13:06 - 13:36	15:25 - 15:55	16:49 - 17:19	
Dauer	h:mm	0:30	0:30	0:30	
Probenvolumen	NL.	64,5	63,8	62,8	
O <sub>2</sub> -Messwert	Vol.-%	13,7	13,8	13,7	
Volumenstrom	m <sup>3</sup> /h				
Analysenwert	µg/Probe	0,176	0,132	0,119	---
Hg-Konzentration	mg/m <sup>3</sup>	0,004	0,003	0,002	0,004
Hg-Massenstrom	kg/h				
Feldblindwert	µg/Probe	0,005	0,005	0,005	---
	mg/m <sup>3</sup>	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Angaben bezogen auf Normzustand (1.013 hPa, 273 K) nach Abzug des Gehaltes an Wasserdampf, bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

**Tabelle 7** Konzentrationen monocyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe, aliphatische Kohlenwasserstoffe (Benzol)

Messung-Nr.	1	2	3	Max	FBW
Datum	03.08.2021	03.08.2021	03.08.2021		
Betriebszustand	VB	VB	VB		
Zeitraum	12:26 - 12:56	13:02 - 13:32	13:34 - 14:04		
Dauer [h:mm]	0:30	0:30	0:30		
Probenvolumen [NI]	19,5	22,2	22,2		
O <sub>2</sub> -Messwert [Vol.-%]	14,0	13,9	13,8		
<b>Konzentrationen</b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>
Benzol	0,73	0,68	0,71	0,73	<0,0073

Angaben bezogen auf Normzustand (1013,25 hPa, 273,15 K) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf

Alle Werte bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff

n.n. nicht nachweisbar

n.b. nicht berechenbar

FBW Feldblindwert

**Tabelle 8** Massenströme monocyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe, aliphatische Kohlenwasserstoffe (Benzol)

Messung-Nr.	1	2	3	Max.
Datum	03.08.2021	03.08.2021	03.08.2021	
Betriebszustand	VB	VB	VB	
Zeitraum	12:26 - 12:56	13:02 - 13:32	13:34 - 14:04	
Dauer [h:mm]	0:30	0:30	0:30	
Volumenstrom [m <sup>3</sup> /h]				
<b>Massenströme</b>	<b>g/h</b>	<b>g/h</b>	<b>g/h</b>	<b>g/h</b>
Benzol				

Angaben bezogen auf Normzustand (1013,25 hPa, 273,15 K) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf

n.n. nicht nachweisbar

n.b. nicht berechenbar

Tabelle 9 Daten der Netzmessung

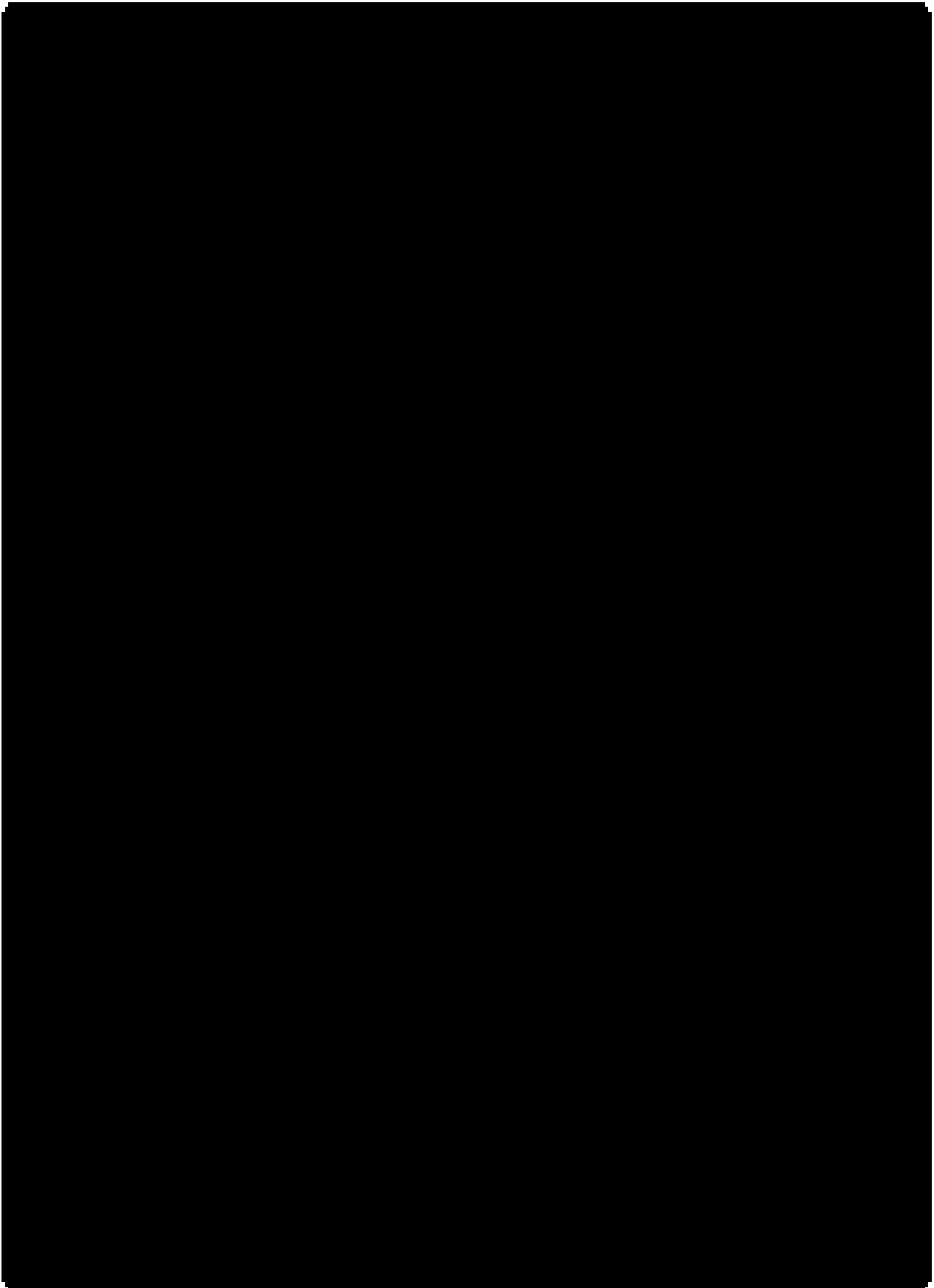
Ergebnisse/Wertepaare Netzmessung			Werk:			Messort:								
Dokumenteneigenschaften:			Umt-TB-161			DO								
Bearbeiter:			OL			RGK								
Betreiber:			Wotan			3,15								
Durchmesser des Messquerschnitts, d (m) =			12			Netzmessung								
Anzahl der Messpunkte pro Messachse, n <sub>d</sub> =			Fixpunkt			Netzmessung								
Verwendete Messinstrumente für			IAM004			IAB/022								
Betriebszust.			Datum			Uhrzeit von bis								
Geschw.-profil:			27.07.2021			15:17 15:47								
Konz.-profil:			27.07.2021			11:39 13:06								
T <sub>90</sub> Zeit Fix (s)			T <sub>90</sub> Zeit Netz (s)											
69			49											
CO <sub>2</sub> Netz/Fix (=Korrektur der zeitlichen Variabilität)														
Messachse	Bezeichnung, Richtung	Messpunkt	Fixpunkt / Messpunkt	Uhrzeit:		CO <sub>2</sub> Fix	CO <sub>2</sub> Netz	Differenzdruck Delta P (hin)	Differenzdruck Delta P (rück)	Wurzel P <sub>0</sub> (Fix), (Netz)	relativ zum Mittelwert	relativ zum Mittelwert	relativ zum Mittelwert	relativ zum Mittelwert
				von	bis									
#	z.B. NO <sub>2</sub> , 45°	#	m											
1	1	1	0,79	12:00	12:03	12,4	13,0	0,16	0,17	0,41	1,00	1,00	0,43	1,00
		2	0,21	12:12	12:15	12,6	13,2	0,16	0,15	0,39	1,00	0,95	0,41	0,95
		2	0,21	12:09	12:12	12,4	12,9	0,17	0,18	0,42	1,00	1,01	0,43	1,01
		3	0,37	12:06	12:09	12,9	13,5	0,19	0,18	0,43	1,00	1,04	0,45	1,04
		4	0,56	12:03	12:06	12,7	13,3	0,18	0,20	0,43	1,01	1,05	0,45	1,06
		5	0,79	12:00	12:03	12,4	13,0	0,16	0,17	0,41	1,00	1,00	0,43	1,00
		6	1,12	11:57	12:00	12,9	13,5	0,16	0,16	0,40	1,01	0,98	0,42	0,98
		7	2,03	11:54	11:57	12,5	13,1	0,15	0,16	0,40	1,01	0,96	0,41	0,97
		8	2,36	11:51	11:54	12,7	13,3	0,16	0,17	0,41	1,01	0,99	0,43	1,00
		9	2,59	11:48	11:51	12,6	13,2	0,18	0,18	0,42	1,01	1,03	0,44	1,04
		10	2,78	11:45	11:48	12,4	13,0	0,20	0,21	0,45	1,00	1,11	0,48	1,11
		11	2,94	11:42	11:45	12,6	13,2	0,21	0,19	0,45	1,01	1,09	0,47	1,10
		12	3,08	11:39	11:42	12,4	12,9	0,18	0,17	0,42	1,00	1,02	0,44	1,02
		1	0,07	13:03	13:06	12,5	13,1	0,14	0,13	0,37	1,00	0,89	0,38	0,90
		2	0,21	13:00	13:03	13,4	14,0	0,14	0,15	0,38	1,01	0,92	0,40	0,93
		3	0,37	12:57	13:00	13,4	14,0	0,16	0,15	0,39	1,00	0,95	0,41	0,95
		4	0,56	12:54	12:57	13,1	13,6	0,17	0,18	0,42	1,00	1,01	0,43	1,01
		5	0,79	12:51	12:54	13,0	13,6	0,15	0,15	0,38	1,00	0,93	0,40	0,93
		6	1,12	12:48	12:51	12,6	13,0	0,14	0,15	0,38	0,99	0,92	0,39	0,91
		7	2,03	12:45	12:48	12,9	13,5	0,15	0,16	0,40	1,01	0,97	0,42	0,97
		8	2,36	12:42	12:45	13,1	13,6	0,17	0,16	0,41	1,00	0,99	0,42	0,99
		9	2,59	12:39	12:42	12,3	12,9	0,17	0,16	0,41	1,00	1,00	0,43	1,00
		10	2,78	12:36	12:39	13,0	13,5	0,19	0,19	0,43	1,00	1,05	0,45	1,05
		11	2,94	12:33	12:36	12,5	12,9	0,20	0,20	0,45	0,99	1,09	0,46	1,08
		12	3,08	12:30	12:33	12,3	12,3	0,18	0,18	0,43	0,95	1,04	0,42	0,99
Mittelwerte						12,7	13,3	0,18	0,18	0,41	1,00	1,00	0,43	1,00
Standardabweichungen (s <sub>Fix</sub> , s <sub>Netz</sub> , s <sub>pos</sub> ), F, Konzentrationsvert.									gemäß DIN EN 15259, 8.3					
Geschwindigkeitsverhältnisse									homogen		Überschätzung/Unterschätzung der mittleren Massenstromdichte am Fixpunkt:		+0%	
									0,3		0,89		Korrekturfaktor der Massenstromdichte am Fixpunkt:	
									Verhältnis v <sub>max</sub> /v <sub>mittel</sub>		1,12		Kehrwert:	
									Verhältnis v <sub>mittel</sub> /v <sub>min</sub>		1,24		1,003	
									Verhältnis v <sub>max</sub> /v <sub>min</sub>		1,24		0,997	

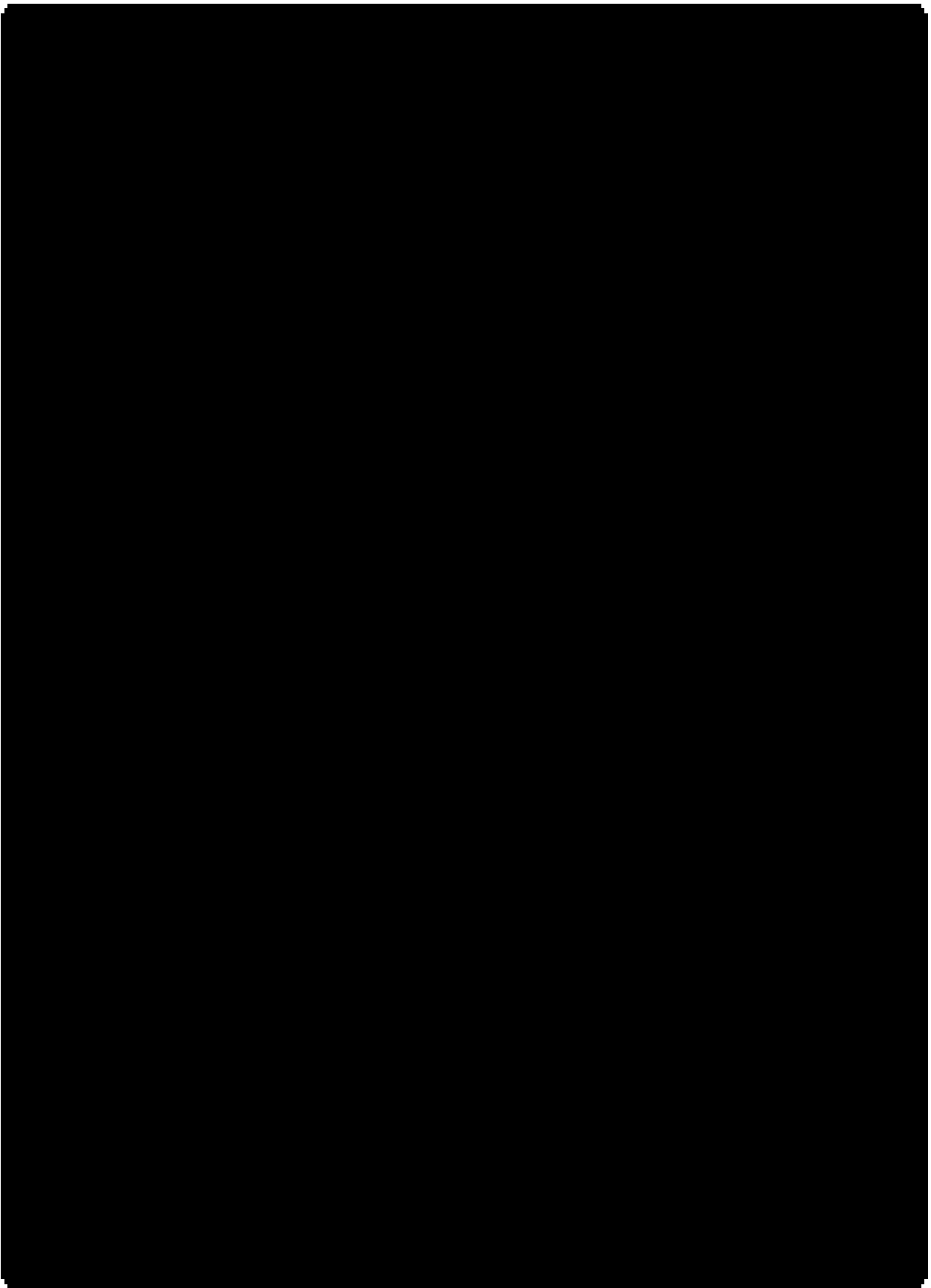
## **Anlage 2**

**zum Technischen Bericht**

**UMt-TB-161/2021**

Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten





## **Anlage 3**

### **zum Technischen Bericht**

**UMt-TB-161/2021**

Betriebsdaten

#### **Inhaltsverzeichnis**

#### **Seite**

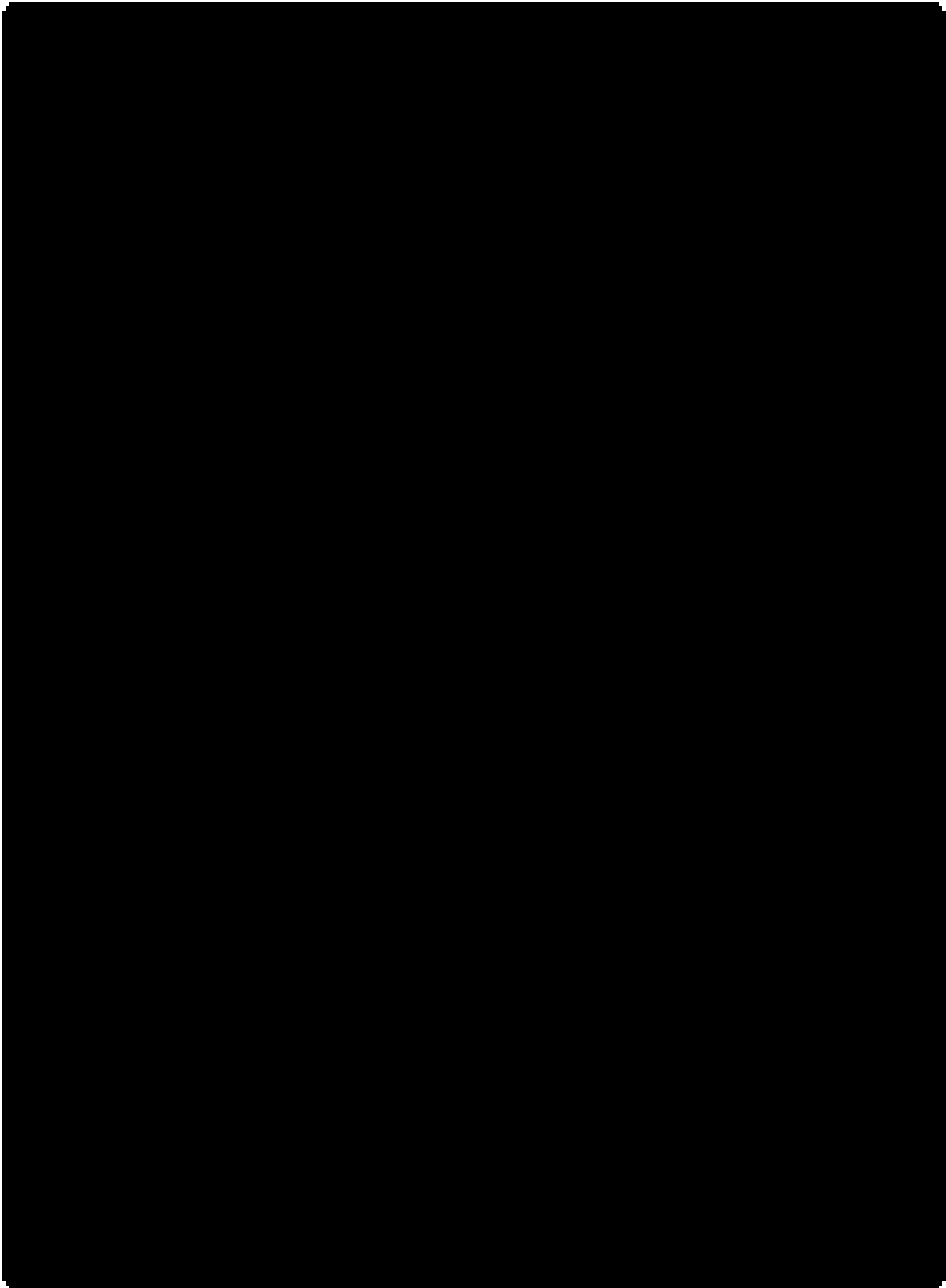
**Bild 1** Ofenprotokolle vom 29.07.2021

2

**Bild 1** Ofenprotokolle vom 03.08.2021

3

**Bild 1** Ofenprotokolle vom 29.07.2021





**Bild 2** Ofenprotokolle vom 03.08.2021

