

Projektnummer: 555221472/1

Datum: 11.07.2024

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen

Betreiber: DKS surface GmbH
Auf der Wahnsbach 3
56368 Katzenelnbogen

Standort: DKS surface GmbH
Auf der Wahnsbach 3
56368 Katzenelnbogen
(Rheinland-Pfalz)

Anlage: Kunststoffgalvanik

Datum der Messung: 07. + 08.05.2024

Art der Anlage: Anlage nach Nummer 3.10.1, Anhang 1 der 4. BImSchV

Anordnende Behörde: SGD Nord

Durchgeführt von: DEKRA Automobil GmbH
Industrie, Bau und Immobilien
Außenstelle Karlsruhe
Im Mittelfeld 1
76135 Karlsruhe
Telefon: +49.721.98664-0
Telefax: +49.721.98664-99

I ☒

II ☐

IV ☐

P ☒

G ☒

O ☐

Sa ☐

Sp ☐

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen

Name der nach § 29b BImSchG bekanntgegebenen Stelle:	DEKRA Automobil GmbH
Berichtsnummer: 555221472/1	Datum: 11.07.2024
Betreiber:	DKS surface GmbH
Standort:	DKS surface GmbH Auf der Wahnsbach 3 56368 Katzenelnbogen
Datum der Messung:	07. + 08.05.2024
Berichtsumfang:	33 Seiten und 14 Seiten Anhang Mess- und Rechenwerte
Aufgabenstellung:	Ermittlung der Emissionen an einer Kunststoffgalvanik

Zusammenfassung

Anlage:	Kunststoffgalvanik
Betriebszeiten:	Mo. - Fr. 00:00 - 24:00 Uhr
Emissionsquelle:	Kamine

Messergebnisse BE 1411 (Chrom):

Messkomponente	Einheit	Max. Messwert abzüglich erweiterter Messunsicherheit	Max. Messwert zuzüglich erweiterter Messunsicherheit	Grenz- wert	Betriebszustand der Anlage (Auslastung der Anlage in %)
Cr(VI)	g/h	0	0,01	0,15	~ 75
HCl	kg/h	0	< 0,002	0,15	

Zur Verdeutlichung der sehr geringen Konzentrationen folgt die Darstellung der Messergebnisse (z.T.) nicht der Rundungsregel der TA Luft, da die Ergebnisse so niedrig sind, dass die Ergebnisse zu Null gerundet würden.

Messergebnisse BE 1421 (NOx):

Messkomponente	Einheit	Max. Messwert abzüglich erweiterter Messunsicherheit	Max. Messwert zuzüglich erweiterter Messunsicherheit	Grenz- wert	Betriebszustand der Anlage (Auslastung der Anlage in %)
NO _x als NO ₂	kg/h	0,8	0,9	1,8	~ 75

Messergebnisse BE 1431 (sauer/alkalisch):

Messkomponente	Einheit	Max. Messwert abzüglich erweiterter Messunsicherheit	Max. Messwert zuzüglich erweiterter Messunsicherheit	Grenz- wert	Betriebszustand der Anlage (Auslastung der Anlage in %)
Cr(VI)	g/h	n.n.	n.n.	0,15	~ 75
Nickel	mg/m ³	0	0,02	0,5	

n.n. = nicht nachweisbar

Zur Verdeutlichung der sehr geringen Konzentrationen folgt die Darstellung der Messergebnisse (z.T.) nicht der Rundungsregel der TA Luft, da die Ergebnisse so niedrig sind, dass die Ergebnisse zu Null gerundet würden.

Messergebnisse BE 1441 (chem. Nickel):

Messkomponente	Einheit	Max. Messwert abzüglich erweiterter Messunsicherheit	Max. Messwert zuzüglich erweiterter Messunsicherheit	Grenz- wert	Betriebszustand der Anlage (Auslastung der Anlage in %)
NH ₃	mg/m ³	32	41	30	~ 75
Nickel	mg/m ³	0	0,02	0,5	

Zur Verdeutlichung der sehr geringen Konzentrationen folgt die Darstellung der Messergebnisse (z.T.) nicht der Rundungsregel der TA Luft, da die Ergebnisse so niedrig sind, dass die Ergebnisse zu Null gerundet würden.

Messergebnisse BE 1451 (Chrom(III)):

Messkomponente	Einheit	Max. Messwert abzüglich erweiterter Messunsicherheit	Max. Messwert zuzüglich erweiterter Messunsicherheit	Grenz- wert	Betriebszustand der Anlage (Auslastung der Anlage in %)
Chrom	g/h	0	0,02	5	~ 75
H ₂ SO ₄	mg/m ³	0	0,02	(0,1)	

() – Der genannte Grenzwert für Schwefelsäure wurde orientierend der TRGS 900 (Arbeitsplatzgrenzwert) entnommen, da keine Begrenzung gemäß TA Luft bekannt ist.

Zur Verdeutlichung der sehr geringen Konzentrationen folgt die Darstellung der Messergebnisse (z.T.) nicht der Rundungsregel der TA Luft, da die Ergebnisse so niedrig sind, dass die Ergebnisse zu Null gerundet würden.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Messaufgabe	5
2. Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe	8
3. Beschreibung der Probenahmestelle	11
4. Messverfahren und Messeinrichtungen	14
5. Betriebszustand der Anlage während der Messungen	26
6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	27
7. Anhang – Mess- und Rechenwerte	33

1. Messaufgabe**1.1 Auftraggeber**

DKS surface GmbH
Auf der Wahnsbach 3
56368 Katzenelnbogen

1.2 Betreiber

DKS surface GmbH
Auf der Wahnsbach 3
56368 Katzenelnbogen

Ansprechpartner:
Telefonnummer:

1.3 Standort

DKS surface GmbH
Auf der Wahnsbach 3
56368 Katzenelnbogen

1.4 Anlage

Anlage nach Nummer 3.10.1, Anhang 1 der 4. BImSchV

Anlagen zur Oberflächenbehandlung mit einem Volumen der Wirkbäder von 30 Kubikmeter oder mehr bei der Behandlung von Metall- oder Kunststoffoberflächen durch ein elektrolytisches oder chemisches Verfahren.

1.5 Datum der Messung

07. + 08.05.2024

1.5.1 Datum der letzten Messung

06.07. - 07.07. + 08.09.2021

1.5.2 Datum der nächsten Messung

2027

1.6 Anlass der Messung

- ☒ Emissionsmessung nach Genehmigungsbescheid
- ☐ Erstmalig ☒ Wiederkehrend
- ☐ Emissionsmessung aus besonderem Anlass
- ☐ Emissionsmessung EEG
- ☐ Sonstiger Anlass

1.7 Aufgabenstellung

Die DKS surface GmbH, Auf der Wahnsbach 3 in 56368 Katzenelnbogen beauftragte die DEKRA Automobil GmbH mit Emissionsmessungen an fünf Ablufkaminen der Kunststoffgalvanik.

Genehmigung lag vor: ja ☒ nein ☐

Nachträgliche Anordnung/en lag/en vor: ja ☒ nein ☐

Mit den Messungen wurde den Genehmigungen folgender Behörde entsprochen:
SGD Nord (Az.: 23/4-141, A 51.0-76/09 Hz/Fg vom 24.04.2009).

Aus der Änderungsgenehmigung (AZ: 6/61-1-93/15 vom 08.06.2015) ergibt sich Folgendes:

Die nachstehend genannten Emissionen luftfremder Stoffe und die Messverpflichtung für die regelmäßigen Emissionsmessungen bleibt entsprechend der Anordnung der SGD Nord vom 24.04.2009, Az.: 23/4-141, A 51.0-76/09 unverändert bestehen. Die, entgegen der zuvor genannten Anordnung, abweichende Benennung der Betriebseinheiten sowie die dazugehörigen Quellenangaben beziehen sich auf die Angaben aus den hier zugrunde liegenden Antragsunterlagen.

Beim Betrieb der oben genannten Anlage, bestehend aus 4 Gruppen von Wirkbädern (Betriebseinheit BE 1410 – 1440), dürfen die Emissionen nachstehend genannter Stoffe an den Quellen 0010 – 0040 insgesamt folgende Massenströme im Normzustand (273,15 K, 101,3 kPa) nach Abzug des Feuchtegehalts an Wasserdampf nicht überschreiten:

Chrom(VI)-Verbindungen (außer Bariumchromat
und Bleichromat), angegeben als Cr, den Massenstrom von 0,15 g/h

Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid)
angegebenen als Stickstoffdioxid, den Massenstrom von 1,8 kg/h

Gasförmige anorganische Chlorverbindungen,
soweit nicht in Klasse I oder Klasse II enthalten,
angegebenen als Chlorwasserstoff, den Massenstrom von 0,15 kg/h

Des Weiteren dürfen bei der oben genannten Anlage die Emissionen nachstehend genannter Stoffe an jeder Quelle (Quelle 0010 – 0040) folgende Massenkonzentrationen im Normzustand (273,15 K, 101,3 kPa) nach Abzug des Feuchtegehalts an Wasserdampf nicht überschreiten:

Nickel und seine Verbindungen (außer Nickelmetall,
Nickellegierungen, Nickelcarbonat, Nickelhydroxid
Nickeltetracarbonyl), angegeben
als Ni, die Massenkonzentrationen von 0,5 mg/m³

Ammoniak die Massenkonzentrationen von 30 mg/m³

In einer weiteren Änderungsgenehmigung des Rhein-Lahn-Kreises (Az.: 6/61-1-651/19 vom 10.07.2020) wird für die Quelle 1450 (BE 1451) folgende Emissionsbegrenzung genannt:

Chrom und seine Verbindungen, angegeben
als Cr, die Massenkonzentrationen von 5 g/h

Für H₂SO₄ ist keine Begrenzung in der TA-Luft genannt (BE 1451). Hier wird für die Orientierung ein Grenzwert der TRGS 900 (Arbeitsplatzgrenzwert) herangezogen. Die finale Festlegung der Emissionsbegrenzungen für die beiden Stoffe obliegt der Behörde.

Abluftkamine

Bezeichnung
BE 1411
BE 1421
BE 1431
BE 1441
BE 1451

1.8 Messkomponenten und Messgrößen

Analog zu den Messungen 2016 / 2019 / 2021 wurden die folgenden Stoffe an den nachfolgend aufgeführten Quellen ermittelt:

BE 1411	Chrom(VI)-Verbindungen sowie Chlorwasserstoff
BE 1421	Stickstoffoxide
BE 1431	Nickel und seine Verbindungen sowie Chrom(VI)-Verbindungen
BE 1441	Nickel und seine Verbindungen sowie Ammoniak

Neu ab 2021:

BE 1451	Gesamt-Chrom und Schwefelsäure (H ₂ SO ₄).
---------	---

Weiterhin wurden die Abgasrandparameter (O₂/CO₂ nur beim Abluftkamin BE 1421), Volumenstrom, Abgasfeuchte, Abgastemperatur und Abgasdruck ermittelt.

Sauerstoff wurde mit 21 Vol.-% und Kohlendioxid mit 0 Vol.-% angenommen (Abluftkamine BE 1411, BE 1431, BE 1441 und BE 1451).

1.9 Ortsbesichtigung vor Messdurchführung

- ☐ Ortsbesichtigung durchgeführt
- ☒ Ortsbesichtigung nicht durchgeführt,
weil mit den vorherigen Messungen an dieser Anlage befasst

1.10 Messplanabstimmung

- ☒ mit dem Betreiber
- ☒ mit der zuständigen Aufsichtsbehörde
- ☒ mit der zuständigen Fachbehörde
- ☐ nicht durchgeführt

Am 02.04.2024 wurde die Messplanung an Herrn Yann Schricker vom der SGD Nord sowie an die LfU per ☒ E-Mail / ☐ Fax geschickt.

1.11 An der Messung beteiligte Personen**1.12 Beteiligung weiterer Institute**

Entfällt

1.13 Fachlich Verantwortlicher

2. Beschreibung der Anlage und der gehandhabten Stoffe

2.1 Bezeichnung der Anlage

siehe Punkt 1.4

2.2 Beschreibung der Anlage

Die DKS surface GmbH veredelt im Werk Katzenelnbogen Kunststoffe für die Automobilindustrie, Sanitär- und andere Bereiche. In der Kunststoffgalvanik werden täglich ca. 100.000 Teile veredelt. Die beiden Badstraßen werden mit Gestellautomaten automatisch durchfahren. Dabei befinden sich die zu veredelnden Teile an Gestellen, die mit Hilfe eines Transportwagens transportiert werden. Die Abluftkanäle erfassen die Abluft der jeweiligen aktiven Bäder als Gruppe für folgende Quellen:

Chrombäder (Abluftkamin BE 1411 Chrom)
 Salpetersäure, NO_x (Abluftkamin BE 1421 NO_x)
 Chrombäder (Abluftkamin BE 1431 sauer/alkalisch)
 Nickelbäder (Abluftkamin BE 1441 chem. Nickel)
 Chrombäder (Abluftkamin BE 1451 Chrom(III))

Betriebsmodus:	☒ Kontinuierlicher Betrieb
	☐ Chargenbetrieb
Lastverhalten:	wurde berücksichtigt
Zeiten verstärkter Emission:	Beim Herausheben von Gestängen

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben

2.3.1 Emissionsquelle

Abluftkamin:	BE 1411	BE 1421	BE 1431	BE 1441	BE 1451
Höhe über Grund [m]:	Ca. 10	Ca. 10	Ca. 10	Ca. 10	ca. 10
Austrittsfläche [m ²]:	0,196	0,283	0,785	0,385	0,385
Rechtswert:	Keine Betreiberangaben				
Hochwert:	Keine Betreiberangaben				
Bauausführung:	Kunststoff	Kunststoff	Kunststoff	Kunststoff	Kunststoff
Abgasführung an der Kaminmündung:	Vertikal	Vertikal	Vertikal	Vertikal	Vertikal

2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

Salpetersäure
 Salzsäure
 Natronlauge
 Nickel, Chrom III, Chrom VI
 Kunststoffteile

Die unterschiedlichen Zusammensetzungen der Badinhalte können im Badverzeichnis der Galvanik aus den Genehmigungsunterlagen entnommen werden

2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben**2.5.1 Gesamtbetriebszeit**

Montag–Freitag, ganztägig im Dreischichtbetrieb

2.5.2 Emissionszeit nach Betreiberangaben

- ☒ Entsprechend 2.5.1 – Die Emissionszeit entspricht der Gesamtbetriebszeit abzüglich Umbau-, Reparatur- und Havariezeiten.
- ☐ Von 2.5.1 abweichende Emissionszeiten:

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen**2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen****2.6.1.1 Art der Emissionserfassung**

Die an den Beckenrändern abgesaugten Abgase werden über die Kunststoffkanäle erfasst und über die jeweiligen Sammelrohre den entsprechenden Abluftreinigungsanlagen zugeführt und danach über die jeweiligen Kamine an die Umgebungsluft abgegeben.

2.6.1.2 Erfassungselement

- Absaugschlitze und -stutzen an den Beckenrändern
- Absaugrohre (Durchmesser 250 mm)

2.6.1.3 VentilatorckenndatenAbluftkamin BE 1411

Hersteller:	HSW
Herstell-Nr.:	6811
Typ:	RV 4.5
Baujahr:	Keine Betreiberangabe

Abluftkamin BE 1421

Hersteller:	HSW
Herstell-Nr.:	8934
Typ:	RV 6.5
Baujahr:	11/2008

Abluftkamin BE 1431

Hersteller:	HSW
Herstell-Nr.:	6810
Typ:	RV 6.5
Baujahr:	1997
Max. Temperatur:	70 °C

Abluftkamin BE 1441

Keine Betreiberangabe

Abluftkamin BE 1451

Hersteller:	KOLB-HSW GmbH
Typ:	RV 4,5-500 D (Radialventilator)
Baujahr:	08/2020
Volumenstrom:	[m³/h] 14.000
Drehzahl:	[min.⁻¹] 1.300

2.6.1.4 Ansaugfläche

Die exakte Größenverteilung der Ansaugfläche war nicht zu ermitteln, da es sich teilweise um ein geschlossenes System handelt und aus Arbeitsschutzgründen nicht alles zugänglich ist.

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der EmissionenAbluftkamin BE 1411

Hersteller:	HSW
Herstell-Nr.:	8527-2/9610
Typ:	Absorptionsanlage Typ 5
Baujahr:	1997
Nennleistung:	[m³/h] max. 8.000
Sonstiges:	Tropfenabscheider direkt vor dem Auslass

Abluftkamin BE 1421

Hersteller:	HSW
Herstell-Nr.:	8527-3/9610
Typ:	Absorptionsanlage Typ 8
Baujahr:	1997
Nennleistung:	[m³/h] max. 1.800
Sonstiges:	Tropfenabscheider direkt vor dem Auslass

Abluftkamin BE 1431

Hersteller:	HSW
Herstell-Nr.:	8527-1/9610
Typ:	Absorptionsanlage Typ 5
Baujahr:	1997
Nennleistung:	[m³/h] Max. 36.000
Sonstiges:	Tropfenabscheider direkt vor dem Auslass

Abluftkamin BE 1441

Hersteller:	HSW
Herstell-Nr.:	k.A.
Typ:	Tropfenabscheider
Baujahr:	k.A.
Nennleistung: [m³/h]	k.A.

Wöchentlich werden Wartungen durchgeführt. Weitere Betreiberangaben liegen nicht vor.

2.6.3 Einrichtung zur Verdünnung des Abgases

Entfällt

3. Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Messstrecke und Messquerschnitt

3.1.1 Lage und Abmessungen

Abluftkamin:		BE 1411	BE 1421
Einlaufstrecke:	[m]	ca. 6	ca. 6
Auslaufstrecke:	[m]	0,4	1,4
Verlauf des Abgaskanals an der Messstelle:		Vertikal	Vertikal
Durchmesser des Abgaskanals:	[m]	0,5	0,6
Querschnittsfläche:	[m²]	0,196	0,283

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

Abluftkamin:		BE 1431	BE 1441
Einlaufstrecke:	[m]	ca. 6	ca. 3,5
Auslaufstrecke:	[m]	0,4	1,3
Verlauf des Abgaskanals an der Messstelle:		Vertikal	Vertikal
Durchmesser des Abgaskanals:[m]		1,0	0,7
Querschnittsfläche:	[m²]	0,785	0,385

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

Abluftkamin:		BE 1451
Einlaufstrecke:	[m]	ca. 9,3
Auslaufstrecke:	[m]	ca. 4,5
Verlauf des Abgaskanals an der Messstelle:		Vertikal
Durchmesser des Abgaskanals:[m]		0,7
Querschnittsfläche:	[m²]	0,385

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

Die Messstellen sind jeweils über Steigleitern bzw. eine Anlegeleiter erreichbar.

☒ ausreichend	☐ nicht ausreichend
---	--

3.1.3 Messöffnungen

Abluftkamin BE 1411

Anzahl der Messöffnungen:	☐ 1	☒ 2	☐ 3	☐ 4
Größe der Messöffnungen:	☐ 1"	☐ 2"	☒ 3"	☐ 4"

Abluftkamin BE 1421

Anzahl der Messöffnungen:	☐ 1	☒ 2	☐ 3	☐ 4
Größe der Messöffnungen:	☒ 0,5"	☐ 2"	☐ 3"	☐ 4"

Abluftkamin BE 1431

Anzahl der Messöffnungen:	☐ 1	☒ 2	☐ 3	☐ 4
Größe der Messöffnungen:	☐ 1"	☐ 2"	☒ 3"	☐ 4"

Abluftkamin BE 1441

Anzahl der Messöffnungen:	☐ 1	☒ 2 *	☐ 3	☐ 4
Größe der Messöffnungen:	☐ 1"	☐ 2"	☒ 3"	☐ 4"

* Info: Nur eine Messöffnung nutzbar, da die 2. Öffnung im Bereich einer Absturzkante liegt

Abluftkamin BE 1451

Anzahl der Messöffnungen:	☐ 1	☒ 2	☐ 3	☐ 4
Größe der Messöffnungen:	☐ 1"	☐ 2"	☒ 3"	☐ 4"

☒ Messöffnungen jeweils um 90° versetzt

3.1.4 Strömungsbedingungen im Messquerschnitt

Jeweils:

Winkel Gasstrom zur Mittelachse Abgaskanal < 15°:	☒ erfüllt	☐ nicht erfüllt	☐ wird ermittelt
Keine lokale negative Strömung:	☒ erfüllt	☐ nicht erfüllt	☐ wird ermittelt
Verhältnis höchste/niedrigste örtliche Geschwindigkeit im Messquerschnitt < 3:1:	☒ erfüllt	☐ nicht erfüllt	☐ wird ermittelt
Mindestgeschwindigkeit vorhanden:	☒ ja	☐ nein	☐ wird ermittelt

3.1.5 Zusammenfassende Beurteilung der Messbedingungen

Messbedingungen nach DIN EN 15259:2008-01:	☒ erfüllt in Bezug auf die Strömungsbedingungen ☒ nicht erfüllt in Bezug auf die Auslaufstrecken ^{2*)} BE 1411/1421/1431/1441
Ergriffene Maßnahmen:	keine
Zu erwartende Auswirkungen auf das Ergebnis:	Gering ausgeprägt, da die Ein-/Auslaufstrecke nur orientierenden Charakter hat.
Empfehlungen und Hinweise zur Verbesserung der Messbedingungen: (siehe DIN EN 15259)	keine

^{2*)} Auslaufstrecke entspricht nicht den Hinweisen der DIN EN 15259

3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

3.2.1 Darstellung der Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

Abluftkamin:	BE 1411	BE 1421
Anzahl der Messachsen:	2	2
Anzahl der Messpunkte pro Messachse:	2	2
Lage der Messachse:	Horizontal	Horizontal
Lage der Messpunkte (Abstand in cm):	7; 43	9; 51
Druckverhältnisse an der Messstelle:	Überdruck	Überdruck
Sonstiges:	Die 2. Messachse wurde durch Schwenken der Messsonde angefahren	

Abluftkamin:	BE 1431	BE 1441
Anzahl der Messachsen:	2	2
Anzahl der Messpunkte pro Messachse:	2	2
Lage der Messachse:	Horizontal	Horizontal
Lage der Messpunkte (Abstand in cm):	15, 85	10, 60
Druckverhältnisse an der Messstelle:	Überdruck	Überdruck
Sonstiges:	Die 2. Messachse wurde durch Schwenken der Messsonde angefahren	

Abluftkamin:	BE 1451
Anzahl der Messachsen:	2
Anzahl der Messpunkte pro Messachse:	2
Lage der Messachse:	Horizontal
Lage der Messpunkte (Abstand in cm):	10, 60
Druckverhältnisse an der Messstelle:	Überdruck
Sonstiges:	Die 2. Messachse wurde durch Schwenken der Messsonde angefahren

Die Festlegung der Messpunkte im Kanalquerschnitt erfolgte nach den Vorgaben der DIN EN 15259:2008-01 Kapitel 8.2.

3.2.2 Homogenitätsprüfung

☒ nicht durchgeführt, weil:	☐ Punktmessung, da Fläche Messquerschnitt < 0,1 m ²
	☒ Netzmessung
	☐ Homogenitätsprüfung liegt vor

3.2.3 Komponentenspezifische Darstellung

Messkomponente	Anzahl der Messachsen	Anzahl der Messpunkte je Messachse	Homogenitätsprüfung durchgeführt	Beliebiger Messpunkt	Repräsentativer Messpunkt
Gasförmige	2	2	☐	☐	☐
Partikelförmige	2	2	☐	☐	☐
Volumenstrom	2	2	☐	☐	☐

4. Messverfahren und Messeinrichtungen

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

Staurohr Typ L in Verbindung mit einem:

Mikromanometer

Hersteller: Airflow Lufttechnik GmbH / 53359 Rheinbach

Typ: TA 465P

Messbereich: -3735 bis +3735 Pa

Bestimmungsgrenze: 0,1 Pa

Letzte Überprüfung: 01/2024

Erfassung: ☐ kontinuierlich ☒ diskontinuierlich

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin

Mikromanometer nach 4.1.1 unter Berücksichtigung der entsprechenden Anschlüsse.

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

Barometer nach 4.1.1.

4.1.4 Abgastemperatur

NiCr-Ni-Thermoelement in Verbindung mit Temperaturmessgerät:

Hersteller: Airflow Lufttechnik GmbH / 53359 Rheinbach

Typ: TA 465P

Messbereich: -200–1.200 °C

Letzte Überprüfung: 01/2024

Temperaturermittlung: ☐ kontinuierlich ☒ in regelmäßigen Abständen während der Beprobung.

4.1.5 AbgasfeuchteFeuchtebestimmung mittels Differenzmessung (Zwei-Thermometerverfahren)

Aufgrund geringer Abgasfeuchte ($< 29 \text{ g/m}^3$) war die DIN EN 14790:2017-05 nicht anwendbar. Als Alternativverfahren nach DIN EN 14790:2017-05 wurde die Messung der relativen Feuchte mit direkt anzeigenden Messgeräten gem. Kap. 4.1.4 (Zwei-Thermometerverfahren) durchgeführt.

4.1.6 Abgasdichte

Berechnet unter Berücksichtigung der Abgasanteile an:
Sauerstoff (O_2) / Kohlendioxid (CO_2) / Luftstickstoff (N_2)
und Abgasfeuchte, Abgastemperatur und der Druckverhältnisse im Kanal.

4.1.7 Abgasverdünnung

Entfällt

4.1.8 Volumenstrom

Ermittlungsmethode: siehe 4.1.1 / Querschnittsfläche: siehe 3.1.1

4.2 Automatische Messverfahren

4.2.1 Messkomponente

- Sauerstoff (O_2)
- Kohlendioxid (CO_2)
- Stickstoffoxide (NO_x), angegeben als Stickstoffdioxid (NO_2)

4.2.1.1 Messverfahren

Sauerstoff (O_2):

DIN EN 14789:2017-05

Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Volumenkonzentration von Sauerstoff – Standardreferenzverfahren: Paramagnetismus

Kohlendioxid (CO_2):

DIN CEN/TS 17405:2020-11

Emissionen aus stationären Quellen – Ermittlung der Volumenkonzentration von Kohlenstoffdioxid – Referenzverfahren: Infrarotspektrometrie

Stickstoffoxide (NO_x):

DIN EN 14792:2017-05

Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von Stickstoffoxiden – Standardreferenzverfahren: Chemilumineszenz

4.2.1.2 Analysator, Hersteller

Sauerstoff (O_2)

Hersteller:

HORIBA Europe GmbH, Oberursel

Typ:

☐ PG250 ☒ PG350E

Kohlendioxid (CO_2)

Hersteller:

HORIBA Europe GmbH, Oberursel

Typ:

☐ PG250 ☒ PG350E

Stickstoffoxide (NO_x)

Hersteller:

HORIBA Europe GmbH, Oberursel

Typ:

☐ PG250 mit integriertem Konverter ☒ PG350E

Wiederholgenauigkeit:

± 0,5 % vom Vollausschlag
 $NO_x > 100$ ppm Messbereich ± 1 %
 $CO > 1.000$ ppm Messbereich ± 1 %

Linearität:

± 2 %

Drift:

± 1 % vom Vollausschlag/Tag

Messgasdurchfluss:

ca. 0,5 l/min

Messwert-Ausgang:

4–20 mA

4.2.1.3 Eingestellte Messbereiche

Sauerstoff:

0–25 Vol.-%

Kohlendioxid:

0–20 Vol.-%

Stickoxide:

0–250 ppm

4.2.1.4 Gerätetyp (eignungsgeprüft)

<u>Parameter</u>	<u>Messgerät</u>	<u>Prüfbericht-Nr. über Eignungsprüfung</u>
O ₂ / NO _x / CO / CO ₂	HORIBA PG350E	TÜV Rheinland 936/21217617/A vom 05.10.2012 Bundesanzeiger vom 01.04.2015, Nr. B12, Seite 17

- ☒ Zertifizierung nach DIN EN 15267-3
☒ Einsatzfähigkeit des Gerätes für den mobilen Einsatz wurde verifiziert

4.2.1.5 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde:	abgasbeheizt
Staubfilter:	beheizt auf 180 °C
Probegasleitung:	beheizt auf 180 °C und unbeheizt
Länge vor der Probegasaufbereitung:	15 m (beheizt auf 180 °C)
Länge nach der Probegasaufbereitung:	ca. 4 m (unbeheizt)
Werkstoff der gasführenden Teile:	Edelstahl, Werkstoff 1.4571, Teflon, Viton B, Küvette aus Messing (vergoldet)
<u>Messgasaufbereitung</u>	
Hersteller:	M & C Analysentechnik
Typ:	PSS 5
Temperatur:	geregelt auf 3–5 °C

4.2.1.6 Überprüfung der Gerätekenlinie mit folgenden Prüfgasen

Kalibriergasgemisch (CO ₂ /CO/NO/NO _x)	
Nullgas:	Stickstoff
Prüfgas:	52,3 ppm CO (± 2 %)
	13,0 Vol.-% CO ₂ (± 2 %)
	78,5 ppm NO (± 2 %)
	79,2 ppm NO _x (± 2 %)
Hersteller:	Westfalen AG / D-48477 Hörstel
Fülldatum:	01.2023
Ablaufdatum:	01.2025
Rückführbar zertifiziert:	☒ ja ☐ nein
Fabrikat/Serien-Nr.:	27600505329516
O ₂ :	Umgebungsluft

Die Kalibrierung erfolgte durch Aufgabe des Null- und Prüfgases auf den Analysator.

4.2.1.7 Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

Ermittlung der T90-Zeit durch drucklose Aufgabe von Prüfgas über die Sondenspitze.
Ermittlung der Einstellzeit inklusive der Entnahmeleitung: 33 s

4.2.1.8 Erfassung und Auswertung der Messwerte

<u>Messwerterfassungsanlage:</u>	
Hersteller:	Kirsten Controlsystems GmbH
Typ:	Trendows-Software

4.2.1.9 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

- Dichtheitsprüfung der Probenahmeeinrichtung
- Überprüfung des Null- und Referenzpunktes vor und nach der Messung
- Driftkontrolle (Drift im Messintervall bei NO < 2 %)

4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen

4.3.1 Messkomponente

- Ammoniak

4.3.1.1 Messverfahren

VDI-Richtlinie 3878:2017-09

Messen gasförmiger Emissionen – Messen von Ammoniak (und gas- und dampfförmigen Ammoniumverbindungen) – Manuelles Verfahren

4.3.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

<u>Planfilter:</u>	Filterkopfsonde (Hersteller Paul Gothe GmbH in D-44789 Bochum) Trockene Gasuhr nachgeschaltet
Anordnung:	☒ innenliegend im Kanal ☐ Schwanenhals als Sondenverlängerung vorgeschaltet ☐ außenliegend vom Kanal, beheizt
Beheizt / Unbeheizt:	☒ beheizt auf ca. 50 °C ☐ abgasbeheizt ☐ unbeheizt
Ausführung / Material:	☐ Titan ☐ Edelstahl
<u>Entnahmesonde / Absaugrohr</u>	Entnahmesonde
Wirkdurchmesser:	10 mm
Beheizt / Unbeheizt:	☒ beheizt auf ca. 50 °C ☐ abgasbeheizt ☐ unbeheizt
<u>Abscheidemedium</u>	Fa. Munktel, Typ MK 360
Filterdurchmesser:	50 mm
Abscheidegrad:	99,998 %
Absaugeinrichtung:	Fa. Gothe Trockenturm, Pumpe, Gasuhr, Rotameter
Letzte Überprüfung:	01/2024
Sorptionseinrichtung:	2 hintereinander geschaltete Waschflaschen 1 Waschflasche als Tropfenabscheider
Sorptionsmittel:	0,1 n Schwefelsäure
Sorptionsmittelmenge:	ca. 30 ml je Waschflasche
Absaugeinrichtung:	Gasprobennehmer DESAGA GmbH / D-69153 Wiesloch
Letzte Überprüfung:	05/2024
Abstand zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Sorptionsmittel:	ca. 1,2 m (beheizt)
Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse:	Probenahme: 08.05. / Analysezeitraum: 13.-28.05.
Labor:	DEKRA Automobil GmbH / D-70565 Stuttgart

4.3.1.3 Analytische Bestimmung

Analyse der Absorptionslösung mittels Spektrofotometrie (entspricht dem im Anhang A der VDI 3878 genannten Verfahren): Nach Anpassung des pH-Wertes auf pH 12,6 erfolgt die Umsetzung mit Hypochlorit und Salicylat sowie Natriumpentacyanonitrosylferrat als Katalysator zu einem blauen Farbstoff. Der Farbstoff wird photometrisch bei der Wellenlänge 655 nm gegen eine in der gleichen Analysenserie aufgenommenen Kalibrierfunktion bestimmt.

Bestimmungsgrenze:	2 µg / Probe (bezogen auf 100 ml Sorptionslösung)
UV/VIS-Spektrophotometer:	Perkin Elmer Lambda 2
Eingesetzte Standards:	Ammonium-Stammlösung (c = 0,1 g Stickstoff / l)

4.3.1.4 Verfahrenskenngrößen

Bestimmungsgrenze:	0,004 mg/Probe
Querempfindlichkeit:	auf verschiedene Amine und Aldehyde
Relative Nachweisgrenze bei Verwendung von Waschflaschen:	0,07 mg/m ³ bei einem repräsentativen Probenahmevolumen von 0,06 m ³

4.3.1.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

- Dichtheitsprüfung der Probenahmeeinrichtung
- Gesamtleerwert (< 10 % des festgelegten TMW)
- Messunsicherheit des Gasvolumens (< 2 %)

4.3.2 Messkomponente

- HCl

4.3.2.1 Messverfahren

DIN EN 1911:2010-12

Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von gasförmigen Chloriden, angegeben als HCl – Standardreferenzverfahren

4.3.2.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde:	Paul Gothe GmbH / D-44789 Bochum
- Material:	Titan
- Beheizung:	ca. 50 °C (elektrisch) Quarzplanfilter, Ø 50 mm
Sorptionseinrichtung:	2 hintereinander geschaltete Waschflaschen 1 Waschflasche als Tropfenabscheider
Sorptionsmittel:	dest. Wasser (chloridfrei, Reinheitsgrad 2)
Sorptionsmittelmenge:	pro Waschflasche jeweils ca. 30 ml
Absaugeinrichtung:	Gasprobennehmer DESAGA GmbH / D-69153 Wiesloch
Letzte Überprüfung:	02/2024
Abstand zwischen Ansaugöffnung der Entnahmesonde und dem Sorptionsmittel:	ca. 1,2 m (beheizt)

Zeitraum zwischen
Probenahme und Analyse: Probenahme: 07.05. / Analysezeitraum: 13.-28.05.
Labor: DEKRA Automobil GmbH / D-70565 Stuttgart

4.3.2.3 Analytische Bestimmung

DIN EN ISO 10304-1 (entspricht Methode C der DIN EN 1911)

Beschreibung: ionenchromatographische Bestimmung

Aufarbeitung des Probenmaterials: -

Analysengerät: ICS-90 Ionenchromatography System

Spezifische Kenndaten

- Säule: Metrosep A Supp 5, 250 x 4 mm
- Detektor: Leitfähigkeitsdetektor
- Störgrößen: Nitrite, Wasserstoffperoxid,
Taupunktunterschreitung

Bestimmungsgrenze: 0,03 mg/Probe

Nachweisgrenze: 0,2 mg/m³ bei Probenvolumen von 0,06 m³

Querempfindlichkeit: ionische Substanzen mit gleicher
Retentionszeit

Eingesetzte Standards: 5,0 mg/l–0,1 mg/l Chlorid in 4 Schritten

4.3.2.4 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

- Dichtheitsprüfung der Probenahmeeinrichtung
- Gesamtleerwert (< 10 % des festgelegten TMW)
- Messunsicherheit des Gasvolumens (< 2 %)

4.3.3 Messkomponente

- Schwefelsäure (H₂SO₄)

4.3.3.1 Messverfahren / VDI-Richtlinien

Zur Erfassung der Emissionen in Masse pro Zeiteinheit ist es erforderlich, die Konzentrationen solcher Schadstoffverbindungen im Abgas und den Volumenstrom zu bestimmen.

Grundlage des Verfahrens ist die isokinetische Entnahme eines Teilgasvolumenstroms aus dem Hauptvolumenstrom und die Abscheidung des im Teilgasvolumen enthaltenen Schwefelsäure und Sulfate durch ein Rückhaltesystem (Quarzfaserfilter). Die Filter werden nach der Beaufschlagung direkt in ein Gefäß mit Pufferlösung IC überführt.

Probenahme:

Die Probenahme erfolgte in Anlehnung an die IFA 6173.

4.3.3.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Planfilter: Filterkopfsonde (Hersteller Paul Gothe GmbH in D-44789 Bochum)
Trockene Gasuhr nachgeschaltet

Anordnung: Innenliegend im Kanal

Beheizt / Unbeheizt: abgasbeheizt

Ausführung / Material: Titan

Entnahmesonde / Absaugrohr

Wirkdurchmesser: 14 mm

Beheizt / Unbeheizt: abgasbeheizt

Abscheidemedium

Filter-Hersteller / Typ: Quarzplanfilter der Fa. Munktell, Typ MK 360

Filterdurchmesser: 37 mm

Absorptionsmittel: Pufferlösung IC

Zeitraum zwischen Probenahme und Analyse: Probenahme: 07.05. / Analysezeitraum: 13.-28.05.2024

Labor: DEKRA Automobil GmbH / D-70565 Stuttgart

4.3.3.3 Analytische Bestimmung

HNO₃: Ionenchromatographische Bestimmung entsprechend BIA 6173

H₂SO₄-Bestimmung: H₂SO₄ wird als SO₄ ionenchromatographisch über Leitfähigkeitsdedektion bestimmt. Die Probe wird ohne weitere Aufarbeitung zur analytischen Bestimmung eingesetzt.

Analysengerät: ICS-90 Ionenchromatography System Metrosep A Supp 5, 250 x 4 mm

Eingesetzte Standards: 20,0 mg/l – 0,5 mg/l Sulfat in 4 Schritten

Probenahmeverfahren: IFA 6173

Analysenverfahren: IFA 6173

Bestimmungsgrenze: 0,01 mg/Probe

4.3.3.4 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

- Dichtheitsprüfung der Probenahmeeinrichtung
- Gesamtleerwert (< 10 % des festgelegten TMW)
- Messunsicherheit des Gasvolumens (< 2 %)

4.4 Messverfahren für partikelförmige Emissionen

4.4.1 Messkomponente

- Chrom VI

4.4.1.1 Messverfahren

DGUV Information 213-505:2022-03

Verfahren 04 zur Bestimmung von sechswertigem Chrom
bzw.

IFA-Arbeitsmappe 6665

Chrom(VI)-Verbindungen; Kennziffer 6665

4.4.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Die Teilstromabsaugung wird mit einer Filterkopfsonde gemäß VDI-Richtlinie 2066
Blatt 1:2021-05 durchgeführt.

Der beheizten Entnahmesonde wird zur simultanen Erfassung partikelförmiger und filter-
gängiger Stoffe ein Sorptionssystem, welches mit einer Sorptionsflüssigkeit bestückt ist,
nachgeschaltet.

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

<u>Planfilter:</u>	Filterkopfsonde (Hersteller Paul Gothe GmbH in D-44789 Bochum) Trockene Gasuhr nachgeschaltet
Anordnung:	☒ innenliegend im Kanal ☐ Schwanenhals als Sondenverlängerung vorgesaltet ☐ außenliegend vom Kanal, beheizt
Beheizt / Unbeheizt:	☒ beheizt auf ca. 50 °C ☐ abgasbeheizt ☐ unbeheizt
Ausführung / Material:	☒ Titan
<u>Entnahmesonde / Absaugrohr</u>	Entnahmesonde
Wirkdurchmesser:	8 mm (BE 1411 + 1431)
Beheizt / Unbeheizt:	☒ beheizt auf ca. 50 °C ☐ abgasbeheizt ☐ unbeheizt
<u>Abscheidemedium</u>	Fa. Munktell, Typ MK 360, QF gegläht
Filterdurchmesser:	50 mm
Abscheidegrad:	99,998 %
Absaugeinrichtung:	Fa. Gothe Trockenturm, Pumpe, Gasuhr, Rotameter
Letzte Überprüfung:	01/2024

Der beheizten Entnahmesonde wurde zur simultanen Erfassung partikelförmiger und filter-
gängiger Stoffe ein Sorptionssystem, welches mit einer Sorptionsflüssigkeit bestückt ist,
nachgeschaltet.

Sorptionssystem für filtergängige Stoffe

<u>Sorptionseinrichtung:</u>	2 hintereinander geschaltete Waschflaschen 1 Waschflasche als Tropfenabscheider
Sorptionsmittelmenge:	2 x 30 ml 0,5 mol/l NaOH/0,28 mol/l Na ₂ CO ₃ -Lsg
Teilstromentnahme:	Absaugvolumen ca. 2 l/min Gasprobennehmer DESAGA GmbH / D-69153 Wiesloch
Letzte Überprüfung:	11/2023

4.4.1.3 Aufarbeitung und Auswertung des Abscheidemediums

Aufarbeitung der Filter

Die beaufschlagten Filter werden mit 10 ml Elutionslösung überschichtet und in einer verschlossenen 100 ml PE-Flasche 16 Stunden auf dem Schüttler mit ca. 100 Umdrehungen/min geschüttelt.

Bei Sorptionslösungen wird das Volumen ermittelt und danach 5 ml für die Analyse eingesetzt.

Das Eluat von den Filtern wird auf eine Einmalspritze aufgezogen und über einen Einmalfilter filtriert. 5 ml des Filtrats werden in einem 50 ml-Messkolben pipettiert und mit 5 ml Elutionslösung, 6 ml Säurelösung und 2 ml Diphenylcarbazidlösung versetzt. Anschließend wird mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt.

Frühestens nach 15 Minuten kann die Extinktion gemessen werden.

Geräte

UV/Vis Spektrophotometer Perkin Elmer Lambda 365.

4.4.1.4 Verfahrenskenngrößen

Gemäß VDI-Richtlinie 3868 Blatt 1:1994-12

<u>Filtergebunden</u>	
Absolute Nachweisgrenze:	0,1 µg/Probe
Relative Nachweisgrenze:	2 µg/m ³ bei 1 m ³ Absaugvolumen

<u>Filtergängig</u>	
Absolute Nachweisgrenze:	0,6 µg/Probe bei 200 ml Sorptionslösung
Relative Nachweisgrenze:	6,7 µg/m ³ bei 0,06 m ³ Absaugvolumen

4.4.1.5 Analytische Bestimmung

Analysegerät:	UV/Vis Spektrophotometer Perkin Elmer Lambda 365
Eingesetzte Standards:	0,2 mg/l–0,002 mg/l CrO ₃ in 8 Schritten

4.4.1.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

- Dichtheitsprüfung der Probenahmeeinrichtung
- Gesamtleerwert (< 10 % des festgelegten TMW)
- Einhaltung der isokinetischen Bedingungen
- Messunsicherheit des Gasvolumens (< 2 %)

4.4.2 Messkomponente

- Chrom und seine Verbindungen – angegeben als Cr
- Nickel und seine Verbindungen – angegeben als Ni

4.4.2.1 Messverfahren

VDI-Richtlinie 3868 Blatt 1:1994-12

Messen der Gesamtemission von Metallen, Halbmetallen und ihren Verbindungen – manuelle Messung in strömenden, emittierten Gasen – Probenahmesystem für partikelgebundene und filtergängige Stoffe

Grundlage des Verfahrens

Dem mit partikelgebundenen sowie filtergängigen Stoffen beladenen Abgasstrom wird isokinetisch ein Teilgasvolumen entnommen. Die Partikel werden auf einem Planfilter-Rückhaltesystem abgeschieden. Die filtergängigen Stoffe werden durch ein beheiztes Entnahmerohr gesaugt und anschließend strömungsproportional in mehrere Einzelgasvolumenströme, die mehreren parallel geschalteten Sorptionssystemen zugeführt werden, sowie dem Bypassvolumenstrom aufgeteilt.

Als Rückhaltesystem wird ein Quarzfaserplanfilter MK 360 der Firma Munktell (50 mm) eingesetzt.

Die Sorptionssysteme bestehen aus mindestens je zwei hintereinander geschalteten mit geeigneten Sorptionslösungen beschickten Gaswaschflaschen. Für die Schwermetalle nach VDI 3862 ist eine dritte Gaswaschflasche in Reihe geschaltet, um eine effiziente Sorption sicherzustellen. Dieses Verfahren erlaubt die zeit- und volumenbezogene Erfassung der Staubmasse sowie bestimmter Inhaltsstoffe.

Während der Emissionsmessung werden Filter und Sondenteile bis zum Eintritt in die Gaswaschflaschen durchgängig beheizt.

4.4.2.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Die Teilstromabsaugung wird mit einer Filterkopfsonde gemäß

- VDI-Richtlinie 2066 Blatt 1:2012-05

durchgeführt. Die Entnahmesonde besteht aus Titan.

Entsprechend der VDI-Richtlinie 3868 Blatt 1 werden der beheizten Entnahmesonde (~ 50°C) zur simultanen Erfassung partikelförmiger und filtergängiger Stoffe Sorptionssysteme, welche mit Sorptionsflüssigkeit befüllt sind, nachgeschaltet. Die Sorptionssysteme befinden sich unmittelbar am Ausgang der beheizten Sonde.

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Planfilter:

Filterkopfsonde (Hersteller Paul Gothe GmbH in D-44789 Bochum)

Trockene Gasuhr nachgeschaltet

Anordnung:

- ☒ innenliegend im Kanal
- ☐ Schwanenhals als Sondenverlängerung vorgeschaltet
- ☐ außenliegend vom Kanal, beheizt

Beheizt / Unbeheizt:

- ☒ beheizt auf ~ 50 °C
- ☐ abgasbeheizt ☐ unbeheizt

Ausführung / Material:

- ☒ Titan ☐ Edelstahl

Entnahmesonde / Absaugrohr: Entnahmesonde
 Wirkdurchmesser: 8 mm (BE 1431) / 10 mm (BE 1441) / 14 mm (BE 1451)
 Beheizt / Unbeheizt: ☒ beheizt auf ~ 50 °C
 ☐ abgasbeheizt ☐ unbeheizt
Abscheidemedium: Fa. Munktel, Typ MK 360
 Filterdurchmesser: 50 mm
 Abscheidegrad: 99,998 %
 Absaugeinrichtung: Fa. Gothe
 Trockenturm, Pumpe, Gasuhr, Rotameter
 Letzte Überprüfung: 01/2024

Sorptionssystem für filtergängige Stoffe

Sorptionseinrichtungen: 3 hintereinander geschaltete Waschflaschen

 Sorptionsmittelmenge: 3 x 30 ml
 HNO₃-/H₂O₂-Lösung (DIN EN 14385)
 Teilstromentnahme: Absaugvolumen ca. 2 l/min
 Gasprobennehmer
 DESAGA GmbH / D-69153 Wiesloch

4.4.2.3 Behandlung des Abscheidemediums und der Ablagerungen

Aufarbeitung der Filter

Die Filter werden mittels Mikrowellen-Druckaufschluss aufgeschlossen. Dazu werden die Filter in die Aufschlussgefäße überführt und mit 7 ml konzentrierter Salpetersäure und 2 ml Flusssäure übergossen. Anschließend werden die Aufschlussgefäße verschlossen und im Mikrowellenofen aufgeheizt. Die Endtemperatur von 200 °C wird mindestens 20 Minuten gehalten. Die abgekühlten Proben werden quantitativ in 50-ml-Messkolben überspült. Die Aufschlusslösung ist für die Analyse bereit.

Analyseverfahren

Die Analyse der einzelnen Metalle erfolgt mittels Atomabsorptionsspektrophotometer bzw. ICP.

Geräte:

- ICP-MS NexION 300 X Perkin Elmer
- AAS-Atomabsorptionsspektrophotometer, Perkin Elmer, AAnalyst 400
- ICP-OES Agilent 720

4.4.2.4 Aufbereitung und Auswertung der Messfilter und der Sorptionslösungen

Analysegerät: AAS AAnalyst 400 Perkin Elmer
 ICP-MS NexION 300 X Perkin Elmer

Eingesetzte Standards:

Stoffe	Bereich	Schritte	Lösung
Chrom	0,0001–0,1 mg/l	4	ICP-Multielement Standard VI in 6 % HNO ₃
Nickel	0,0001–0,1 mg/l	4	ICP-Multielement Standard VI in 6 % HNO ₃

4.4.2.5 Verfahrenskenngrößen

		ICP-MS			AAS-Kaltdampftechnik		
		BG µg/l	µg absolut	µg absolut	BG µg/l	µg absolut	µg absolut
Stoffe			z.B. für Filter in 50 ml	z.B. 100 ml Absorptionslösung		z.B. für Filter in 50 ml	z.B. 100 ml Absorptionslösung
Chrom	Cr	0,1	0,7	0,5			
Nickel	Ni	0,1	0,5	0,5			

ICP = Induktiv gekoppeltes Plasma
BG = Bestimmungsgrenze

4.4.2.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

- Dichtheitsprüfung der Probenahmeeinrichtung
- Gesamtleerwert (< 10 % des festgelegten TMW)
- Einhaltung der isokinetischen Bedingungen
- Messunsicherheit des Gasvolumens (< 2 %)
- Analyse des 3. Absorbers auf seinen Gehalt (< 10 % v. MW);
Ergebnis wird nur ausgegeben wenn > BG

Alle Werte im letzten Absorber lagen kleiner der Bestimmungsgrenze. Somit ist die Forderung erfüllt, dass die Massenkonzentration im letzten Absorber kleiner 10 % der Gesamt-massenkonzentration im Probegas ist.

4.5 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe

Entfällt

4.6 Geruchsemissionen

Entfällt

5. Betriebszustand der Anlage während der Messungen

5.1 Produktionsanlage

Kunststoffgalvanikanlage – Abluftkamine BE 1411 – 1451

Zum Zeitpunkt der Emissionsmessungen war die Gesamtanlage bestimmungsgemäß und mit aktuell ca. 75 % ausgelastet. Dies entspricht einer Ausbringung von 4.500 Wareenträgern pro Monat.

Bei stichprobenartigen Überprüfungen der Anlagendurchsatzleistung durch das Messpersonal konnten keine Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb festgestellt werden. Die Anlagenteile waren dabei ständig in Betrieb und mit Produktionsartikeln belegt.

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Es konnte kein abweichender Betrieb der Wäscher festgestellt werden.

6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Beurteilung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Da zum Zeitpunkt der Emissionsmessungen die zu beurteilenden Anlagenteile bestimmungsgemäß und mit maximalem Durchsatz betrieben wurden, kann davon ausgegangen werden, dass eine repräsentative und im Sinne der TA Luft maximale Emissionssituation erfasst wurde.

6.2 Messergebnisse

Massenkonzentration jeweils bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand.

BE 1411

Messkomponente	Mittlere Konzentration	Höchste Konzentration	Grenzwert	Mittlerer Massenstrom	Höchster Massenstrom	Grenzwert
	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[g/h]	[g/h]	[g/h]
Chrom(VI)	0,001	0,001	-	0,006	0,008	0,15
	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[kg/h]	[kg/h]	[kg/h]
HCl	< 0,2	< 0,2	-	< 0,001	< 0,001	0,15

Nach dem Protokoll zum 15. Fachgespräch „Emissionsüberwachung“ vom 9. bis 10. Oktober 2006 auf Vilm können Werte unterhalb der Nachweisgrenze (Bestimmungsgrenze) gleich Null gesetzt werden, da dies bei den Messwerten Chrom(VI) filtergänglich zutreffend ist, wurde diese Vorgehensweise angewandt. Für die Auswertung wurde daher nur der filtergebundene Wert berücksichtigt.

BE 1421

Messkomponente	Mittlere Konzentration	Höchste Konzentration	Grenzwert	Mittlerer Massenstrom	Höchster Massenstrom	Grenzwert
	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[kg/h]	[kg/h]	[kg/h]
NO _x als NO ₂	87,8	97,6	-	0,74	0,83	1,8

BE 1431

Messkomponente	Mittlere Konzentration	Höchste Konzentration	Grenzwert	Mittlerer Massenstrom	Höchster Massenstrom	Grenzwert
	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[g/h]	[g/h]	[g/h]
Chrom(VI)	n.n.	n.n.	-	n.n.	n.n.	0,15
	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[g/h]	[g/h]	[g/h]
Nickel	< 0,01	0,01	0,5	< 0,45	0,48	-

Nach dem Protokoll zum 15. Fachgespräch „Emissionsüberwachung“ vom 9. bis 10. Oktober 2006 auf Vilm können Werte unterhalb der Nachweisgrenze (Bestimmungsgrenze) gleich Null gesetzt werden, da dies bei den Messwerten Chrom(VI) filtergänglich + filtergebunden zutreffend ist, wurde das Messergebnis mit n.n. (nicht nachweisbar) dargestellt.

BE 1441

Mess- komponente	Mittlere Konzentration	Höchste Konzentration	Grenz- wert	Mittlerer Massenstrom	Höchster Massenstrom	Grenz- wert
	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[kg/h]	[kg/h]	[kg/h]
NH ₃	34,8	36,6	30	0,458	0,481	-
	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[g/h]	[g/h]	[g/h]
Nickel	0,01	0,01	0,5	0,12	0,19	-

BE 1451

Mess- komponente	Mittlere Konzentration	Höchste Konzentration	Grenz- wert	Mittlerer Massenstrom	Höchster Massenstrom	Grenz- wert
	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[g/h]	[g/h]	[g/h]
Gesamt- Chrom	< 0,002	0,002	-	< 0,01	0,01	5
	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[g/h]	[g/h]	[g/h]
H ₂ SO ₄	0,01	0,01	(0,1)	0,08	0,08	-

Angaben zu Gesamtleerwerten

Messkomponente	Gesamtleerwert	Mittleres Teilgasvolumen der Messreihe [Nm³]	Konzentration Gesamtleerwert bezogen auf das mittlere Teilgasvolumen	Gesamtleerwert < 10 % des Grenzwertes?
HCl BE 1411	< 0,009 mg/Probe	0,113	< 0,08 mg/Nm³	Ja
NH ₃ BE 1441	0,0039 mg/Probe	0,057	0,07 mg/Nm³	Ja
Nickel (filtergängig) BE 1431	0,00017 mg/Probe	0,114	0,0015 mg/Nm³	Ja
Nickel (filtergebunden) BE 1431	< 0,0005 mg/Probe	2,813	< 0,0002 mg/Nm³	
Nickel (filtergängig) BE 1441	< 0,00005 mg/Probe	0,061	< 0,0008 mg/Nm³	Ja
Nickel (filtergebunden) BE 1441	< 0,0005 mg/Probe	1,457	< 0,0003 mg/Nm³	
Chrom(VI) (filtergängig) BE 1411	< 0,0003 mg/Probe	0,113	< 0,003 mg/Nm³	Ja
Chrom(VI) (filtergebunden) BE 1411	< 0,0001 mg/Probe	2,080	< 0,00004 mg/Nm³	
Chrom(VI) (filtergängig) BE 1431	< 0,0002 mg/Probe	0,129	< 0,002 mg/Nm³	Ja
Chrom(VI) (filtergebunden) BE 1431	< 0,0001 mg/Probe	2,619	< 0,00004 mg/Nm³	
Chrom (filtergebunden) BE 1451	0,0014 mg/Probe	2,334	0,0006 mg/Nm³	Ja
Chrom (filtergängig) BE 1451	< 0,00005 mg/Probe	0,117	< 0,0004 mg/Nm³	
H ₂ SO ₄ BE 1451	< 0,003 mg/Probe	2,335	< 0,001 mg/Nm³	Ja

6.3 Messunsicherheit

BE1411

Messkomponente y	Dimension	Maximaler Messwert $y_{\max}$	Erweiterte Messunsicherheit (U_p) mit $p=0,95$	$y_{\max} - U_p$	$y_{\max} + U_p$	Emissionsbegrenzung	Bestimmungsmethode
Chrom(VI)	g/h	0,008	0,004	0	0,01	0,15	☒ Indirekter Ansatz
HCl	kg/h	< 0,001	0,001	0	< 0,002	0,15	☒ Indirekter Ansatz

Zur Verdeutlichung der sehr geringen Konzentrationen folgt die Darstellung der Messergebnisse nicht der Rundungsregel der TA Luft, da die Ergebnisse so niedrig sind, dass die Ergebnisse zu Null gerundet würden.

BE1421

Messkomponente y	Dimension	Maximaler Messwert $y_{\max}$	Erweiterte Messunsicherheit (U_p) mit $p=0,95$	$y_{\max} - U_p$	$y_{\max} + U_p$	Emissionsbegrenzung	Bestimmungsmethode
NO _x als NO ₂	kg/h	0,83	0,02	0,8	0,9	1,8	☒ Indirekter Ansatz

BE1431

Messkomponente y	Dimension	Maximaler Messwert $y_{\max}$	Erweiterte Messunsicherheit (U_p) mit $p=0,95$	$y_{\max} - U_p$	$y_{\max} + U_p$	Emissionsbegrenzung	Bestimmungsmethode
Chrom(VI)	g/h	n.n.	Entfällt	n.n.	n.n.	0,15	☒ Indirekter Ansatz
Nickel	mg/m ³	0,01	0,01	0	0,02	0,5	☒ Indirekter Ansatz

Zur Verdeutlichung der sehr geringen Konzentrationen folgt die Darstellung der Messergebnisse nicht der Rundungsregel der TA Luft, da die Ergebnisse so niedrig sind, dass die Ergebnisse zu Null gerundet würden.

BE1441

Messkomponente y	Dimension	Maximaler Messwert $y_{\max}$	Erweiterte Messunsicherheit (U_p) mit $p=0,95$	$y_{\max} - U_p$	$y_{\max} + U_p$	Emissionsbegrenzung	Bestimmungsmethode
NH ₃	mg/m ³	36,6	4,6	32	41	30	☒ Indirekter Ansatz
Nickel	mg/m ³	0,01	0,01	0	0,02	0,5	☒ Indirekter Ansatz

Zur Verdeutlichung der sehr geringen Konzentrationen folgt die Darstellung der Messergebnisse nicht der Rundungsregel der TA Luft, da die Ergebnisse so niedrig sind, dass die Ergebnisse zu Null gerundet würden.

BE1451

Messkomponente y	Dimension	Maximaler Messwert $y_{\max}$	Erweiterte Messunsicherheit (U_p) mit $p=0,95$	$y_{\max} - U_p$	$y_{\max} + U_p$	Emissionsbegrenzung	Bestimmungsmethode
Gesamt-Chrom	g/h	0,01	0,01	0	0,02	5	☒ Indirekter Ansatz
H ₂ SO ₄	mg/m ³	0,01	0,01	0	0,02	(0,1)	☒ Indirekter Ansatz

Zur Verdeutlichung der sehr geringen Konzentrationen folgt die Darstellung der Messergebnisse nicht der Rundungsregel der TA Luft, da die Ergebnisse so niedrig sind, dass die Ergebnisse zu Null gerundet würden.

Da für diese BE noch keine Emissionsbegrenzung festgelegt wurde, ist für Schwefelsäure der Wert nach TRGS 900 als Orientierung dargestellt.

Messkomponente	Messunsicherheit
Abgastemperatur	±1% vom Messwert, aber mind. ±2°C
Abgasfeuchte	±5 % vom Messwert
Abgasvolumenstrom	±10 % vom Messwert

Bei BE 1441 (Ammoniak) überschreitet das Messergebnis zuzüglich der Messunsicherheit bei mindestens einer Einzelmessung die Emissionsbegrenzung. Anlagenspezifische Ursachen sind nicht erkennbar. Aus diesem Grund (Punkt 5.3.2.4 TA Luft₂₀₂₁) ist eine Aussage über den Stand der Technik des Messverfahrens notwendig. Die betreffenden Messverfahren entsprechen, da Standardverfahren, hinsichtlich der Messunsicherheiten dem Stand der Messtechnik. Bei den am Messtag durchgeführten Qualitätssicherungsmaßnahmen am Anfang und zum Abschluss der Messungen traten keine Abweichungen von der Norm auf.

6.4 Diskussion der Ergebnisse

An der Quelle BE 1441 wurden beim Parameter Ammoniak erhöhte Messwerte ermittelt. Vor Ort wurden keine Auffälligkeiten wahrgenommen. Die drei Einzelmessungen liegen auf einem Niveau, so dass auch eine Verschleppung ausgeschlossen werden kann.

Da ansonsten zum Zeitpunkt der Emissionsmessungen die zu beurteilenden Anlagenteile bestimmungsgemäß und mit maximalem Durchsatz betrieben wurden, kann davon ausgegangen werden, dass eine repräsentative und im Sinne der TA Luft maximale Emissionssituation erfasst wurde. Darüber hinaus lagen keine messtechnischen Abweichungen von der Norm vor, daher sind die Ergebnisse als plausibel einzustufen.

Die abschließende immissionsschutzrechtliche Beurteilung der Messergebnisse bleibt der Überwachungsbehörde vorbehalten.

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannte Anlage. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichts darf nur nach schriftlicher Genehmigung des Prüfinstituts erfolgen.

Karlsruhe, 11.07.2024

WIB-sb-VS

DEKRA Automobil GmbH
Industrie, Bau und Immobilien

Dieser Bericht wurde nach den Akkreditierungsvorgaben in elektronischer Form erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

Projektleitung



Der stellv. fachlich Verantwortliche



7. Anhang – Mess- und Rechenwerte

Anhang A 1	Hauptvolumenstrom BE 1411
Anhang A 2	Diskontinuierliche Probenahme BE 1411 HCl
Anhang A 3	Diskontinuierliche Probenahme BE 1411 Chrom VI
Anhang A 4	Hauptvolumenstrom BE 1421
Anhang A 5	Kontinuierliche Probenahme + Graph BE 1421 O ₂ , CO ₂ , NO _x
Anhang A 6	Messunsicherheit für NO _x BE 1421
Anhang A 7	Hauptvolumenstrom BE 1431
Anhang A 8	Diskontinuierliche Probenahme BE 1431 Chrom VI, Nickel
Anhang A 9	Hauptvolumenstrom BE 1441
Anhang A 10	Diskontinuierliche Probenahme BE 1441 Ammoniak
Anhang A 11	Diskontinuierliche Probenahme BE 1441 Nickel
Anhang A 12	Hauptvolumenstrom BE 1451
Anhang A 13	Diskontinuierliche Probenahme BE 1451 Schwefelsäure
Anhang A 14	Diskontinuierliche Probenahme BE 1451 Chrom

Bericht-Nr.: 555221472/1

Hauptvolumenstrom an der Messstelle	
Betreiber:	DKS surface GmbH
Projektnummer:	555221472
Standort:	Katzenelnbogen
Anlage:	BE 1411
Messstelle:	Kamin
Messtermin:	07.05.2024

Emissionstechnische Daten		
Luftdruck	978	hPa
Mittlerer Sauerstoff-Gehalt	21,0	Vol.-%
Mittlerer Kohlendioxid-Gehalt	0,0	Vol.-%
Mittlere Abgastemperatur	21	°C
Abgasfeuchte (trocken)	18,3	g/m ³
Abgasfeuchte (feucht)	2,2	Vol.-%
Abgasdichte (Betriebszustand)	1,146	kg/m ³
Abgasdichte (Normzustand, trocken)	1,288	kg/m ³
Statischer Druck	136	Pa
Kanalquerschnitt	0,196	m ²
Mittlere Strömungsgeschwindigkeit	13,2	m/s
Volumenstrom (Betriebszustand)	9352	m ³ /h
Volumenstrom (Normzustand, feucht)	8394	m ³ /h
Volumenstrom (Normzustand, trocken)	8207	m ³ /h

Geschwindigkeitsprofil im Kanal [m/s]:	
Achse 1	13,0 13,5
Achse 2	13,2 13,1

Bericht-Nr.: 555221472/1

Diskontinuierliche Probenahme - Stoffe	
Betreiber:	DKS surface GmbH
Projektnummer:	555221472
Standort:	Katzenelnbogen
Anlage:	BE 1411
Messstelle:	Kamin
Messtermin:	07.05.2024

Messung Nr.:		1	2	3			
Datum Messung		07.05.24	07.05.24	07.05.24			
Start Messung	[hh:mm]	13:01	14:10	15:22			
Ende Messung	[hh:mm]	14:01	15:10	16:22			
Messdauer	[hh:mm]	01:00	01:00	01:00			
Luftdruck	[hPa]	978	979	979			
Sauerstoffgehalt	[Vol.-%]	21,0	21,0	21,0			

Chlorwasserstoff [HCl] - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Temperatur Gasuhr	[°C]	14,9	15,5	17,4			
Teilgas, Betrieb	[l]	124,6	124,9	122,3			
Teilgas, norm	[l]	114,1	114,2	111,1			
Kalibrierfaktor	-	0,994	0,994	0,994			
Analysen	[mg/Pr.]	< 0,019	< 0,019	< 0,019			
Massenkonzentration	[mg/m³]	< 0,2	< 0,2	< 0,2			
Massenstrom	[kg/h]	< 0,001	< 0,001	< 0,001			

Bericht-Nr.: 555221472/1

Schwermetalle filtergebunden + filtergänglich	
Betreiber:	DKS surface GmbH
Projektnummer:	555221472
Standort:	Katzenelnbogen
Anlage:	BE 1411
Messstelle:	Kamin
Messtermin:	07.05.2024

Messung Nr.:		1	2	3	1	2	3
Datum Messung		07.05.24	07.05.24	07.05.24	07.05.24	07.05.24	07.05.24
Start Messung	[hh:mm]	13:01	14:10	15:22	13:01	14:10	15:22
Ende Messung	[hh:mm]	14:01	15:10	16:22	14:01	15:10	16:22
Messdauer	[hh:mm]	01:00	01:00	01:00	01:00	01:00	01:00
Luftdruck	[hPa]	978	979	979	978	979	979
Sauerstoffgehalt	[Vol.-%]	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Temperatur Gasuhr	[°C]	17,0	19,5	21,0	14,9	15,4	17,3
Kalibrierfaktor	-	0,995	0,995	0,995	0,997	0,997	0,997
Teilgas, Betrieb	[m ³]	2,144	2,200	2,196	104,8	143,0	122,4
Teilgas, norm	[m ³]	2,044	2,115	2,081	95,9	130,8	111,2
Isokinetikabweichung	[%]	-2,6	0,7	-0,9	-	-	-

ChromVI [CrVI] filtergebunden - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Analysen	[µg/Pr.]	1,1	2,1	1,2			
Massenkonzentration	[mg/m ³]	0,001	0,001	0,001			
Massenstrom	[g/h]	0,004	0,008	0,005			
ChromVI [CrVI] filtergänglich - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Analysen	[µg/Pr.]				< 0,8	< 0,9	< 0,8
Massenkonzentration	[mg/m ³]				< 0,008	< 0,007	< 0,007
Massenstrom	[g/h]				< 0,068	< 0,056	< 0,059

Gemäß dem 15. Fachgespräch "Emissionsüberwachung" vom 09./10.10.2006 auf Vilm können Werte unterhalb der Nachweisgrenze (Bestimmungsgrenze) gleich Null gesetzt werden.

Dies wird für den filtergängigen Anteil entsprechend angewandt, da alle Messwerte < BG liegen.

Für die Auswertung wird nur der filtergebundene Anteil verwendet.

Bericht-Nr.: 555221472/1

Hauptvolumenstrom an der Messstelle	
Betreiber:	DKS surface GmbH
Projektnummer:	555221472
Standort:	Katzenelnbogen
Anlage:	BE 1421
Messstelle:	Kamin
Messtermin:	07.05.2024

Emissionstechnische Daten		
Luftdruck	978	hPa
Mittlerer Sauerstoff-Gehalt	21,0	Vol.-%
Mittlerer Kohlendioxid-Gehalt	0,0	Vol.-%
Mittlere Abgastemperatur	24	°C
Abgasfeuchte (trocken)	18,9	g/m ³
Abgasfeuchte (feucht)	2,3	Vol.-%
Abgasdichte (Betriebszustand)	1,136	kg/m ³
Abgasdichte (Normzustand, trocken)	1,288	kg/m ³
Statischer Druck	158	Pa
Kanalquerschnitt	0,283	m ²
Mittlere Strömungsgeschwindigkeit	9,6	m/s
Volumenstrom (Betriebszustand)	9751	m ³ /h
Volumenstrom (Normzustand, feucht)	8674	m ³ /h
Volumenstrom (Normzustand, trocken)	8475	m ³ /h

Geschwindigkeitsprofil im Kanal [m/s]:	
Achse 1	9,6 9,5
Achse 2	9,6 9,6

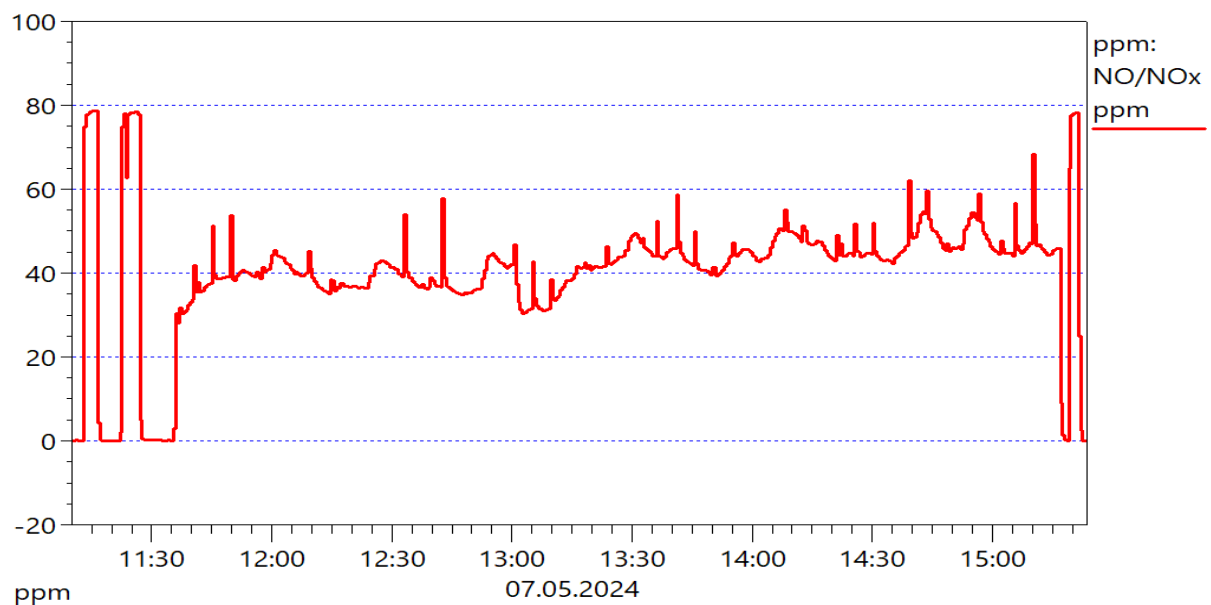
Bericht-Nr.: 555221472/1

Kontinuierliche Probenahme - O₂ / CO₂ / NO_x	
Betreiber:	DKS surface GmbH
Projektnummer:	555221472
Standort:	Katzenelnbogen
Anlage:	BE 1421
Messstelle:	Kamin
Messtermin:	07.05.2024

		1	2	3	4	5	6
Datum Messung		07.05.24	07.05.24	07.05.24			
Start Messung	[hh:mm]	12:00	13:00	14:00			
Ende Messung	[hh:mm]	13:00	14:00	15:00			
Messdauer	[hh:mm]	01:00	01:00	01:00			
Luftdruck	[hPa]	978	978	979			
O ₂	[Vol.-%]	21,0	21,0	21,0			
CO ₂	[Vol.-%]	0,0	0,0	0,0			

NO _x (NO + NO ₂ , gerechnet als NO ₂) - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Analysen	[ppm]	39,3	41,5	47,5			
Massenkonzentration	[mg/m ³]	80,7	85,2	97,6			
Massenstrom	[kg/h]	0,68	0,72	0,83			

Verlaufsdigramm



Prüfgasaufgabe um 11:11 Uhr und 15:17 Uhr.

Bericht-Nr.: 555221472/1

BE 1421

Ermittlung der Messunsicherheit nach DIN EN 14792 / ISO 10849

Leistungskenngröße	Partielle Standardunsicherheit	Wert der partiellen Standardunsicherheit beim Grenzwert in ppm
Abweichung von der Linearität	$u (Corr_{fit})$	0,22
Nullpunktdrift	$u (Corr_{0, dr})$	0,00
Prüfpunktdrift	$u (Corr_{s, dr})$	0,00
Empfindlichkeit gegenüber dem Probenvolumenstrom	$u (Corr_{s, vf})$	0,04
Einflussgröße Luftdruck	$u (Corr_{a, press})$	0,00
Einflussgröße Umgebungstemperatur	$u (Corr_{temp})$	0,05
Einflussgröße elektr. Spannung	$u (Corr_v)$	0,07
Einflussgröße: CO ₂	$u (Corr_{CO2})$	0,00
Einflussgröße: CO	$u (Corr_{CO})$	0,00
Einflussgröße: SO ₂	$u (Corr_{SO2})$	0,00
Einflussgröße: C ₃ H ₈	$u (Corr_{C3H8})$	0,00
Einflussgröße: NH ₃	$u (Corr_{NH3})$	0,00
Wiederholpräzision im Labor am Prüfpunkt	$u (Corr_{rep})$	0,18
Unsicherheit des Kalibriergases	$u (Corr_{adj})$	0,49

$u(C_{NO, ppm}) = 0,6 \text{ ppm}$

$u(C_{NOx, ppm}) = 0,6 \text{ ppm}$

$U(C_{NOx, mg/m^3}) = 2,5 \text{ mg/m}^3 \text{ (k = 2)}$

Bericht-Nr.: 555221472/1

Hauptvolumenstrom an der Messstelle	
Betreiber:	DKS surface GmbH
Projektnummer:	555221472
Standort:	Katzenelnbogen
Anlage:	BE 1431
Messstelle:	Kamin
Messtermin:	08.05.2024

Emissionstechnische Daten		
Luftdruck	984	hPa
Mittlerer Sauerstoff-Gehalt	21,0	Vol.-%
Mittlerer Kohlendioxid-Gehalt	0,0	Vol.-%
Mittlere Abgastemperatur	21	°C
Abgasfeuchte (trocken)	20,4	g/m ³
Abgasfeuchte (feucht)	2,5	Vol.-%
Abgasdichte (Betriebszustand)	1,153	kg/m ³
Abgasdichte (Normzustand, trocken)	1,288	kg/m ³
Statischer Druck	212	Pa
Kanalquerschnitt	0,785	m ²
Mittlere Strömungsgeschwindigkeit	16,5	m/s
Volumenstrom (Betriebszustand)	46515	m ³ /h
Volumenstrom (Normzustand, feucht)	42037	m ³ /h
Volumenstrom (Normzustand, trocken)	40997	m ³ /h

Geschwindigkeitsprofil im Kanal [m/s]:	
Achse 1	16,1 15,7
Achse 2	17,5 16,5

Bericht-Nr.: 555221472/1

Schwermetalle filtergebunden + filtergänglich	
Betreiber:	DKS surface GmbH
Projektnummer:	555221472
Standort:	Katzenelnbogen
Anlage:	BE 1431
Messstelle:	Kamin
Messtermin:	08.05.2024

Messung Nr.:		1	2	3	1	2	3
Datum Messung		08.05.24	08.05.24	08.05.24	08.05.24	08.05.24	08.05.24
Start Messung	[hh:mm]	08:48	10:11	11:21	08:48	10:11	11:21
Ende Messung	[hh:mm]	09:48	11:11	12:21	09:48	11:11	12:21
Messdauer	[hh:mm]	01:00	01:00	01:00	01:00	01:00	01:00
Luftdruck	[hPa]	984	984	984	984	984	984
Sauerstoffgehalt	[Vol.-%]	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Temperatur Gasuhr	[°C]	14,5	19,0	21,5	14,5	19,0	21,5
Kalibrierfaktor	-	0,961	0,961	0,961	0,995	0,995	0,995
Teilgas, Betrieb	[m³]	2,893	3,002	3,003	2,666	2,723	2,821
Teilgas, norm	[m³]	2,783	2,836	2,819	2,590	2,597	2,671
Isokinetikabweichung	[%]	6,3	8,3	7,7	-1,1	-0,8	2,0

Nickel [Ni] filtergebunden - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Analysen + Spüllösung	[µg/Pr.]	31,0	29,0	29,0			
Massenkonzentration	[mg/m³]	0,01114	0,01023	0,01029			
Massenstrom	[g/h]	0,457	0,419	0,422			
ChromVI [CrVI] filtergebunden - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Analysen + Spüllösung	[µg/Pr.]				< 0,1	< 0,1	< 0,1
Massenkonzentration	[mg/m³]				< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004
Massenstrom	[g/h]				< 0,002	< 0,002	< 0,002

Messung Nr.:		1	2	3	1	2	3
Temperatur Gasuhr	[°C]	15,4	16,3	18,0	14,3	15,4	17,4
Kalibrierfaktor	-	0,994	0,994	0,994	0,997	0,997	0,997
Teilgas, Betrieb	[l]	125,8	120,0	126,6	143,4	134,7	143,9
Teilgas, norm	[l]	115,7	110,0	115,4	132,3	123,8	131,3

Nickel [Ni] filtergänglich - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Analysen	[µg/Pr.]	0,06	< 0,05	0,05			
Massenkonzentration	[mg/m³]	0,00052	< 0,00045	0,00043			
Massenstrom	[g/h]	0,021	< 0,019	0,018			
ChromVI [CrVI] filtergänglich - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Analysen	[µg/Pr.]				< 0,90	< 0,70	< 0,60
Massenkonzentration	[mg/m³]				< 0,00680	< 0,00565	< 0,00457
Massenstrom	[g/h]				< 0,279	< 0,232	< 0,187

Gemäß dem 15. Fachgespräch "Emissionsüberwachung" vom 09./10.10.2006 auf Vilm können Werte unterhalb der Nachweisgrenze (Bestimmungsgrenze) gleich Null gesetzt werden.

Dies wird für den filtergängigen sowie filtergebunden Anteil CrVI entsprechend angewandt, da alle Messwerte < BG liegen.

Bericht-Nr.: 555221472/1

Hauptvolumenstrom an der Messstelle	
Betreiber:	DKS surface GmbH
Projektnummer:	555221472
Standort:	Katzenelnbogen
Anlage:	BE 1441
Messstelle:	Kamin
Messtermin:	08.05.2024

Emissionstechnische Daten		
Luftdruck	986	hPa
Mittlerer Sauerstoff-Gehalt	21,0	Vol.-%
Mittlerer Kohlendioxid-Gehalt	0,0	Vol.-%
Mittlere Abgastemperatur	22	°C
Abgasfeuchte (trocken)	21,9	g/m ³
Abgasfeuchte (feucht)	2,6	Vol.-%
Abgasdichte (Betriebszustand)	1,149	kg/m ³
Abgasdichte (Normzustand, trocken)	1,288	kg/m ³
Statischer Druck	26	Pa
Kanalquerschnitt	0,385	m ²
Mittlere Strömungsgeschwindigkeit	10,8	m/s
Volumenstrom (Betriebszustand)	14964	m ³ /h
Volumenstrom (Normzustand, feucht)	13489	m ³ /h
Volumenstrom (Normzustand, trocken)	13132	m ³ /h

Geschwindigkeitsprofil im Kanal [m/s]:	
Achse 1	10,5 12,2
Achse 2	10,0 10,5

Bericht-Nr.: 555221472/1

Diskontinuierliche Probenahme - Stoffe	
Betreiber:	DKS surface GmbH
Projektnummer:	555221472
Standort:	Katzenelnbogen
Anlage:	BE 1441
Messstelle:	Kamin
Messtermin:	08.05.2024

Messung Nr.:		1	2	3			
Datum Messung		08.05.24	08.05.24	08.05.24			
Start Messung	[hh:mm]	09:43	10:27	11:04			
Ende Messung	[hh:mm]	10:13	10:57	11:34			
Messdauer	[hh:mm]	00:30	00:30	00:30			
Luftdruck	[hPa]	986	987	987			
Sauerstoffgehalt	[Vol.-%]	21,0	21,0	21,0			

Ammoniak [NH ₃] - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Temperatur Gasuhr	[°C]	15,5	17,2	18,3			
Teilgas, Betrieb	[l]	63,1	62,3	61,0			
Teilgas, norm	[l]	58,1	57,1	55,7			
Kalibrierfaktor	-	0,947	0,947	0,947			
Analysen	[µg/Pr.]	1.890,0	2.020,0	2.040,0			
Massenkonzentration	[mg/m ³]	32,5	35,4	36,6			
Massenstrom	[g/h]	427,351	464,550	481,165			

Bericht-Nr.: 555221472/1

Schwermetalle filtergebunden + filtergänglich	
Betreiber:	DKS surface GmbH
Projektnummer:	555221472
Standort:	Katzenelnbogen
Anlage:	BE 1441
Messstelle:	Kamin
Messtermin:	08.05.2024

Messung Nr.:		1	2	3	1	2	3
Datum Messung		08.05.24	08.05.24	08.05.24	08.05.24	08.05.24	08.05.24
Start Messung	[hh:mm]	09:43	10:27	11:04	09:43	10:27	11:04
Ende Messung	[hh:mm]	10:13	10:57	11:34	10:13	10:57	11:34
Messdauer	[hh:mm]	00:30	00:30	00:30	00:30	00:30	00:30
Luftdruck	[hPa]	986	987	987	986	987	987
Sauerstoffgehalt	[Vol.-%]	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Temperatur Gasuhr	[°C]	12,0	14,5	16,0	16,3	17,6	18,1
Kalibrierfaktor	-	0,988	0,988	0,988	1,028	1,028	1,028
Teilgas, Betrieb	[m ³]	1,539	1,405	1,393	66,8	63,8	69,6
Teilgas, norm	[m ³]	1,554	1,415	1,401	61,4	58,4	63,6
Isokinetikabweichung	[%]	16,0	5,5	4,5	-	-	-

Nickel [Ni] filtergebunden - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Analysen	[µg/Pr.]	0,7	18,0	12,0			
Massenkonzentration	[mg/m ³]	0,001	0,013	0,009			
Massenstrom	[g/h]	0,006	0,167	0,112			
Nickel [Ni] filtergänglich - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Analysen	[µg/Pr.]				0,13	0,09	0,06
Massenkonzentration	[mg/m ³]				0,002	0,002	0,001
Massenstrom	[g/h]				0,028	0,020	0,012

Bericht-Nr.: 555221472/1

Hauptvolumenstrom an der Messstelle	
Betreiber:	DKS surface GmbH
Projektnummer:	555221472
Standort:	Katzenelnbogen
Anlage:	BE 1451
Messstelle:	Kamin
Messtermin:	07.05.2024

Emissionstechnische Daten		
Luftdruck	978	hPa
Mittlerer Sauerstoff-Gehalt	21,0	Vol.-%
Mittlerer Kohlendioxid-Gehalt	0,0	Vol.-%
Mittlere Abgastemperatur	22	°C
Abgasfeuchte (trocken)	20,2	g/m ³
Abgasfeuchte (feucht)	2,5	Vol.-%
Abgasdichte (Betriebszustand)	1,142	kg/m ³
Abgasdichte (Normzustand, trocken)	1,288	kg/m ³
Statischer Druck	48	Pa
Kanalquerschnitt	0,385	m ²
Mittlere Strömungsgeschwindigkeit	4,6	m/s
Volumenstrom (Betriebszustand)	6396	m ³ /h
Volumenstrom (Normzustand, feucht)	5722	m ³ /h
Volumenstrom (Normzustand, trocken)	5582	m ³ /h

Geschwindigkeitsprofil im Kanal [m/s]:	
Achse 1	5,0 4,4
Achse 2	5,0 4,1

Bericht-Nr.: 555221472/1

Diskontinuierliche Probenahme - Schwefelsäure	
Betreiber:	DKS surface GmbH
Projektnummer:	555221472
Standort:	Katzenelnbogen
Anlage:	BE 1451
Messstelle:	Kamin
Messtermin:	07.05.2024

		4	5	6			
Datum Messung		07.05.24	07.05.24	07.05.24			
Start Messung	[hh:mm]	11:19	12:36	13:46			
Ende Messung	[hh:mm]	12:19	13:36	14:46			
Messdauer	[hh:mm]	01:00	01:00	01:00			
Luftdruck	[hPa]	978	979	979			
Sauerstoffgehalt	[Vol.-%]	21,0	21,0	21,0			
Temperatur Gasuhr	[°C]	18,0	18,0	17,0			
Kalibrierfaktor	-	0,988	0,988	0,988			
Teilgas, Betrieb	[m³]	2,579	2,580	2,565			
Teilgas, norm	[m³]	2,335	2,338	2,333			
Isokinetikabweichung	[%]	4,6	4,7	4,4			
Schwefelsäure [H2SO4] - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Analysen	[mg/Pr.]	0,031	0,032	0,032			
Massenkonzentration	[mg/m³]	0,01	0,01	0,01			
Massenstrom	[g/h]	0,074	0,076	0,077			

Bericht-Nr.: 555221472/1

Schwermetalle filtergebunden	
Betreiber:	DKS surface GmbH
Projektnummer:	555221472
Standort:	Katzenelnbogen
Anlage:	BE 1451
Messstelle:	Kamin
Messtermin:	07.05.2024

Messung Nr.:		1	2	3	1	2	3
Datum Messung		07.05.24	07.05.24	07.05.24	07.05.24	07.05.24	07.05.24
Start Messung	[hh:mm]	11:19	12:36	13:46	11:19	12:36	13:46
Ende Messung	[hh:mm]	12:19	13:36	14:46	12:19	13:36	14:46
Messdauer	[hh:mm]	01:00	01:00	01:00	01:00	01:00	01:00
Luftdruck	[hPa]	978	979	979	978	979	979
Sauerstoffgehalt	[Vol.-%]	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Temperatur Gasuhr	[°C]	18,0	18,0	17,0	15,5	15,0	14,7
Kalibrierfaktor	-	0,961	0,961	0,961	1,028	1,028	1,028
Teilgas, Betrieb	[m ³]	2,454	2,411	2,465	137,8	124,9	122,2
Teilgas, norm	[m ³]	2,348	2,300	2,354	125,8	114,4	112,1
Isokinetikabweichung	[%]	5,2	3,0	5,4	-	-	-

Chrom [Cr] filtergebunden - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Analysen	[µg/Pr.]	2,0	3,8	2,2			
Massenkonzentration	[g/m ³]	0,000001	0,000002	0,000001			
Massenstrom	[g/h]	0,005	0,009	0,005			
Chrom [Cr] filtergängig - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Analysen	[µg/Pr.]				0,08	0,05	< 0,05
Massenkonzentration	[g/m ³]				0,0000006	0,0000004	< 0,0000004
Massenstrom	[g/h]				0,004	0,002	< 0,002