

PLASUV

industrial air cleaning solutions

Bericht zum Abgasversuch vom 27.11. – 05.12.2023

Kunde: Hemeyer Holding GmbH, Bad Lauterberg im Harz

TA Luft $\geq 50 \text{ mg}$
 $\geq 20 \text{ mg}$

Bericht zu Abgasversuch

Datum: 07.12.2023

Hemeyer Holding GmbH

Scharzfelder Str. 18-22, 37431 Bad Lauterberg im Harz

Teilnehmer: Hr. Ermter, Hr. Korn, Hemeyer
Hr. Kirchberg, Hr. Lühr PlasUV

Vom 27.11. – 06.12.2023

1. Ist-Zustand

Die Hemeyer GmbH fertigt am Standort Bad Lauterberg im Harz Stahlblechbehälter (Deckelfässer und zylindrische Behälter) für industrielle Anwendungen. Deckel und Fässer werden mit unterschiedlichen Lacken behandelt:

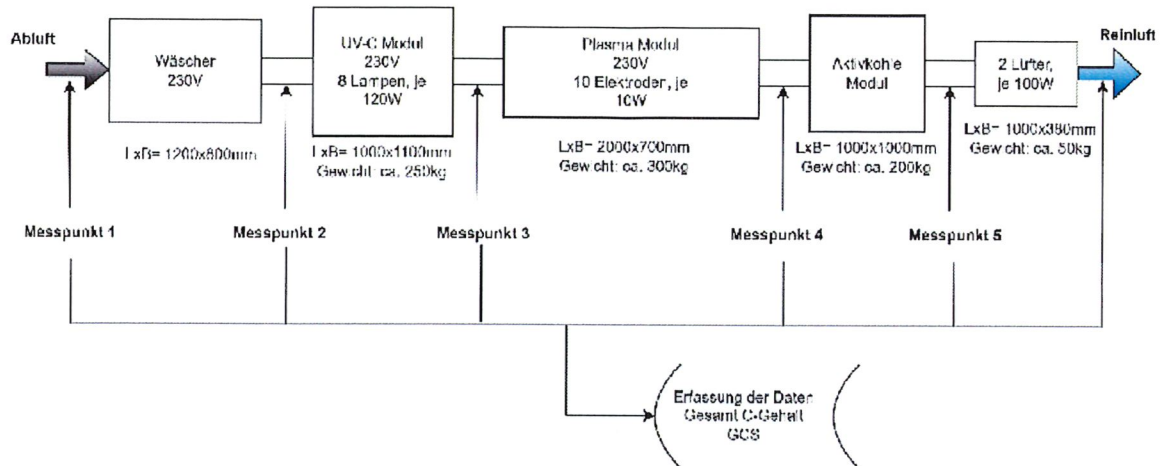
- a) FASSINNENLACK R78433 INTERIOR DRUMCOAT R78433 BRAUN / BROWN
- b) ELASTIC-EB Fasslack
- c) Verdünnung V 0449 THINNER V 0449

Die Deckel werden je nach Lack auf 160 – 220° C aufgeheizt. Die dabei entstehenden Abgase - im wesentlichen VOCs (Volatile Organic Components) - sollen mit der Versuchsanlage reduziert werden.

Zusammenfassung der VOCs:

	VOC
VERDÜNNUNG V 0449 THINNER V 0449 Flammpunkt 25 C°	n-Butylacetat
	Xylol
	n-Butanol
	iso-Butanol
	1-Methoxy-2-propanol
	Ethylbenzol
	4-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on
	Toluol
FASSINNENLACK R78433 INTERIOR DRUMCOAT R78433 BRAUN / BROWN	1-Ethoxypropan-2-ol
	Phenol
	n-Butanol
	Formaldehyd
	Xylol
	n-Butylacetat
	Ethylbenzol
	Lösungsmittelnaphtha
	2-Methyl-1-Propanol

2. Versuchsaufbau und Messstellen



a) UV-C Technologie

UV-Strahlung: UV-C-Licht wird verwendet, um eine chemische Reaktion zu induzieren. Die UV-Strahlung (185 -200nm) wird eingesetzt, um den Abbau von VOCs zu unterstützen.

Ozon: Ozon (O₃) kann als Oxidationsmittel eingesetzt werden. In Kombination mit UV-Licht kann Ozon VOCs oxidieren und oxidativ abbauen.

Wasser: Wasser (Feuchtigkeit in der Luft) ist ebenfalls Teil des Prozesses. Es spielt eine Rolle bei der Bildung von Hydroxylradikalen. Diese hochreaktiven Verbindungen tragen dazu bei VOCs zu zerlegen und oxidativ abzubauen.

Die Kombination von UV-Strahlung, Ozon und Feuchtigkeit in der Luft führt zu einer foto-lytischen Oxidation, wodurch VOCs in der Luft abgebaut werden.

b) Plasma-Technologie

Das Grundprinzip beruht auf der Erzeugung von NT (nichtthermische) - Plasmen - einem ionisierten Gas - bei Raumtemperatur und Atmosphärendruck.

Das Grundprinzip besteht aus mehreren Schritten:

Plasmaerzeugung: Ein nichtthermisches Plasma wird durch Anlegen eines elektrischen Feldes in einem Gas erzeugt. Dies kann durch verschiedene Methoden wie die Verwendung von Hochspannungselektroden oder Mikrowellen erreicht werden.

Ionisation: Wenn Energie auf das Gas übertragen wird, ionisieren die Gasmoleküle zu weiteren Elektronen (e⁻) und positiven Ionen im Plasma. Dies führt zu chemischen Reaktionen und erzeugt reaktive Spezies wie Elektronen, Ionen, freie Radikale und UV-Photonen.

Chemische Reaktionen: Die reaktiven Spezies im Plasma können mit den Schadstoffen in der Abluft reagieren, um diese abzubauen. Die hochreaktiven Spezies im Plasma können flüchtige organische Verbindungen (VOCs), Gerüche, Schadstoffe und andere Verunreinigungen abbauen oder in hydrophile Substanzen umwandeln.

Abbau von Schadstoffen: Die verschiedenen Prozesse im Plasma, einschließlich Dissoziation, Ionisation, Anregung und Bildung reaktiver Spezies, tragen zur Zerstörung oder Inaktivierung von Schadstoffen bei.

c) Aktivkohle-Katalysator

Der mit Aktivkohle befüllte Behälter wird von unten nach oben durchströmt. Ziel ist es die verbliebene Menge der VOCs weiter zu reduzieren. Langlebige Zwischenprodukte des

oxidativen Abbaus werden zunächst auf der Oberfläche der Aktivkohle adsorbiert und somit die Verweildauer zum Abbau der organischen Stoffe verlängert. Zusätzlich wird mit der Aktivkohle sichergestellt, dass kein überschüssiges Ozon die Anlage verlässt. Mit dem Ventilator-Modul wird der Abluftstrom durch den Aktivkohle-Behälter und die o.g. Module gezogen. Damit ist gewährleistet, dass die Abluft durch die einzelnen Module gezogen werden und keine schädlichen Stoffe entweichen können.

3. Messung

Die Messung des Gesamt-C-Gehaltes erfolgte mit PID's (Photoionisationsdetektor) an 4 Messstellen:

Messstelle 1: Rohgas

Messstelle 2: hinter Wäscher

Messstelle 3: hinter UV-C/Plasma

Messstelle 4: hinter Aktivkohle

Die Messdaten liegen dem Bericht bei.

Die Ablufttemperatur vor dem Wäscher betrug zwischen 120° C und 230°C, hinter dem Wäscher ca. 50°C – 60°C.

Der Volumenstrom wurde auf 250m³/h eingestellt.

4. Messergebnisse

Die Messergebnisse zeigen einen Gesamt-Kohlenstoffgehalt (Gesamt-C) zwischen 200 und 900 mg/m³, es wurde vereinzelt bis zu 10.000mg/m³ gemessen (insbesondere am 30.11.2023) (siehe Abb.1). **Eine Klärung dieses Sachverhaltes konnte noch nicht herbeigeführt werden.**

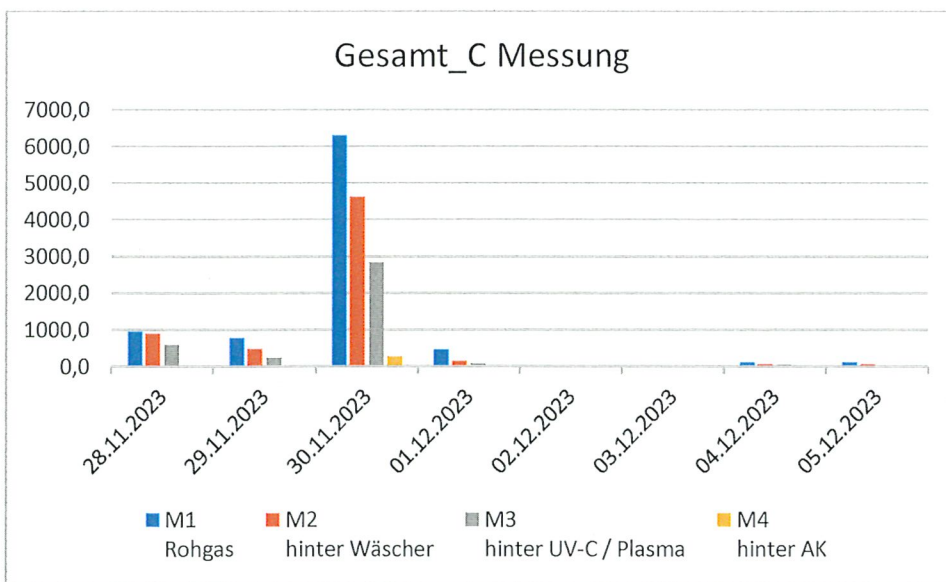


Abb. 1: Messergebnisse mit hohen Messwerten

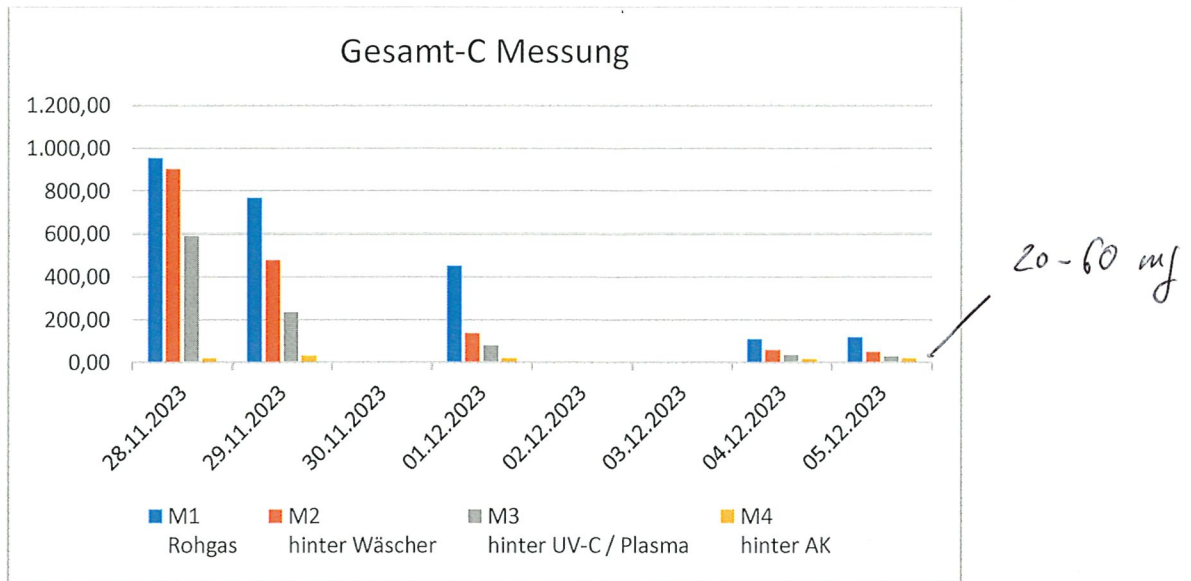


Abb. 2: Messergebnisse ohne 30.11.2023

5. Bewertung der Ergebnisse

Anhand der Messdaten konnte nachgewiesen werden, dass eine Gesamt-Abbauleistung von 93% nach dem Aktivkohle-Katalysator möglich ist. Die Ergebnisse zeigen das folgende Module für eine Abgasreinigung, als Ersatz für die bisher betriebenen TNV-Anlage erforderlich sind, um die Grenzwerte der TA-Luft (50mg/m³ Gesamt-C) einzuhalten:

- Kreuzstrom-Wäscher mit Kondensationsstrecke zur Reduzierung der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit. Zusätzlich werden anteilig wasserlösliche organische Inhaltsstoffe im Wasser des Wäschers gelöst oder damit gemischt. Eine vollständige Lösung ist aufgrund des Dampfdruckes bei der jeweiligen Betriebstemperatur nicht möglich, da die gelösten Stoffe aus der flüssigen Phase freigesetzt werden und in der Abluft verbleiben.
- UV-C Einheit: Aufgrund der hohen Gesamt-C-Werte und der Inhaltsstoffe muss eine UV-C Einheit vor der Plasma-Stufe eingebaut werden. Die UV-C Strecke bewirkt eine erste Oxidation der Stoffe (Vorbereitung für die Reduktion in der Plasma-Stufe)
Das UV-C Modul wurde am 30.11. und 01.12.2023 eingesetzt. Die Messergebnisse zeigen bei den an diesem Tag hohen Konzentrationen eine signifikante Verringerung des Gesamt-C-Gehaltes.
- Plasma-Einheit: Die noch verbliebenen Schadstoffe, VOCs, werden weiter abgebaut. Die Ergebnisse zeigen Werte bei „normaler“ Beladung der Abluft, die zwischen 200 und 900 mg/m³ liegt, einen Abbau bis unter 100mg/m³, bei höherer Konzentration, bis zu 10.000mg/m³, muss die Plasma-Leistung angepasst werden. Das Plasmamodul wie auch das UVC-Modul kann automatisch gereinigt werden. Die Steuerung erfolgt mit einer SPS.
- Aktivkohle-Katalysator: Mit diesem Modul können die restlichen VOCs abgebaut werden und gewährleistet werden, dass kein Ozon die Anlage verlässt.

6. Auslegung

Die Auslegung der Anlage erfolgte auf Basis der gemessenen Werte und der zur Verfügung gestellten Datenblätter der Lacke, aus denen die eingesetzten Lösemittel hervorgehen.

Kapazität der Anlage: 16.000m³/h

Abgastemperatur: bis 230°C

- Kreuzstromwäscher mit verlängerter Kondensationsstrecke
- UV-C Modul mit 240 Lampen
- Plasma-Modul mit ca. 40 Elektroden
- Aktivkohlemodul mit ca. 10t; Haltbarkeit je nach Beladung der Aktivkohle ca. 1,2 Jahre (2 x 5t)

1t Aktivkohle 1,3 €

Anschaffungspreis inkl. Befüllung Aktivkohle 20t
2500 €

7. Anlagen

ACC1763_P438_PlasUV_Hemyer, Bad Lauterberg im Harz

	M1 Rohgas	M2 hinter Wäscher	M3 hinter UV-C / Plasma	M4 hinter AK
28.11.2023	423,4	63,3	62,8	18,9
28.11.2023	11193,9	5510,9	6853,1	341,9
28.11.2023	953,7	901,8	589,0	7,6
29.11.2023	925,9	593,5	506,5	84,9
29.11.2023	507,7	477,5	234,6	31,4
29.11.2023	329,8	848,8	248,7	31,4
29.11.2023	1495,0	1061,9	243,0	236,2
29.11.2023	1173,8	102,3	28,5	17,3
29.11.2023	463,7	155,9	122,8	93,4
29.11.2023	768,5	223,3	187,0	0,0
30.11.2023		2579,5	995,8	522,9
30.11.2023		8979,3	8622,6	1495,2
30.11.2023	7471,4	4320,3	3201,8	290,4
30.11.2023	7074,5	5684,2	5283,1	69,7
30.11.2023	6984,2	6412,6	4325,5	261,9
30.11.2023	6740,4	4619,2	166,3	11,3
30.11.2023	4746,7	3443,8	2819,5	79,7
30.11.2023	5239,5	5249,1	4569,9	360,2
30.11.2023	6293,5	5638,8	893,9	356,3
30.11.2023	999,0	772,5	483,3	112,3
30.11.2023	771,1	275,7	244,3	62,9
01.12.2023	441,6	158,9	76,3	48,1
01.12.2023	438,3	126,5	60,2	19,0
01.12.2023	461,9	132,1	51,7	15,0
01.12.2023	525,9	71,7	62,4	18,8
01.12.2023	215,3	38,1	28,8	8,0
01.12.2023	8212,7	8067,2	1056,5	21,4
01.12.2023	10586,1	436,2	266,8	9,3
01.12.2023	3959,4	1489,4	109,5	83,4
01.12.2023	4211,5	3113,5	87,5	93,7
01.12.2023	277,5	143,1	96,2	23,9
01.12.2023	105,8	40,5	35,6	7,7
04.12.2023	191,7	71,5	41,6	26,4
04.12.2023	586,4	483,2	334,1	194,5
04.12.2023	141,4	96,9	74,9	28,6
04.12.2023	138,7	34,8	20,1	13,0
04.12.2023	128,4	45,2	39,4	38,4
05.12.2023	177,1	52,4	22,7	21,3
05.12.2023	102,3	65,2	27,4	22,8
05.12.2023	134,7	47,0	33,2	19,7
05.12.2023	1861,3	6753,8	1139,6	106,9

11:29

19:29

23:08

	M1 Rohgas	M2 hinter Wäscher	M3 hinter UV-C / Plasma	M4 hinter AK
28.11.2023	953,7	901,8	589,0	18,9
29.11.2023	768,5	477,5	234,6	31,4
30.11.2023	6293,5	4619,2	2819,5	261,9
01.12.2023	451,7	137,6	80,3	18,9
04.12.2023	110,2	57,0	34,3	16,2
05.12.2023	118,5	49,7	27,0	20,5
Abbaurrate in %				
		5,45%	38,24%	98,02%
		37,87%	69,48%	95,92%
		26,60%	55,20%	95,84%
		58,06%	77,21%	82,74%

Mittelwerte

*Wäscher größer
Nachholer größer*