

Buchmann GmbH

Postfach 11 48
76849 Annweiler

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Helmut-A.-Müller-Straße 1 - 5
82152 Planegg bei München

Telefon +49(89)85602 0
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.de

13. Januar 2023
M156067/05 Version 1 EBS/HMR

Kartonfabrik Buchmann GmbH – Schalltechnische Bewertung erster Maßnahmen des Lärminderungskonzepts

Notiz Nr. M156067/05

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Kartonfabrik Buchmann GmbH (kurz: Buchmann) betreibt am Standort Annweiler-Sarnstall eine Anlage zur Herstellung von Kartonprodukten und stellt jährlich etwa 270.000 t an hochwertigem Faltschachtelkarton auf Kartonmaschinen her.

In den Jahren 2010 bis 2012 wurde erstmals ein Werkslärmkataster durch Schallmessungen im Werk aufgestellt. Im Zuge dessen wurden damals bereits erste Vorschläge zu Lärminderungsmaßnahmen ausgearbeitet (siehe hierzu Müller-BBM Bericht M98354/10 [2]).

Die zweite Kartonmaschine 2 (abgekürzt KM2) ist seit April 2021 außer Betrieb. Gleichzeitig wurde die Errichtung der Notstrom- und Spitzenlastdieselanlage (drei dieselbetriebene Verbrennungsmotoren) abgeschlossen und in Probetrieb genommen.

Um das Kataster auf den aktuellen Anlagenzustand anzupassen, fand Mitte April 2021 eine Aktualisierung der Werkserfassung statt (dokumentiert in Müller-BBM Bericht M156067/03 Version 2D vom 28.09.2021 [3]). Gemäß den dort dargestellten Ergebnissen wird der zulässige Beurteilungspegel zur Nachtzeit an sieben Immissionsorten überschritten. Zur Tagzeit werden die zulässigen Richtwerte deutlich unterschritten bzw. eingehalten.

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz

Infolgedessen sollte ein schalltechnischer Sanierungsplan für das Werk aufgestellt werden, in dem Lärminderungsmaßnahmen für verschiedene Anlagenteile erarbeitet werden, um die Anforderungen an den maßgeblichen Immissionsorten zu erfüllen.

Inzwischen wurde durch Müller-BBM in Abstimmung mit Buchmann ein Lärminderungsstufenplan [5] erstellt. Hierbei wurden für einige der Schallemitenten, welche maßgeblich für die Überschreitungen sind, geeignete Lärminderungsmaßnahmen erarbeitet. Die Maßnahmen wurden teilweise bereits durch Buchmann umgesetzt bzw. befinden sich in der Umsetzung.

In der vorliegenden Notiz soll ermittelt werden, mit welchen immissionsseitigen Pegelminderungen durch die umgesetzten bzw. in Umsetzung befindlichen Maßnahmen zu rechnen ist.

2 Verwendete Unterlagen

- [1] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5).
- [2] Müller-BBM Bericht M98354/10, Version 5 vom 29.10.2012:
Buchmann GmbH, Antrag nach § 16 BImSchG zur wesentlichen Änderung der Anlagen zur Herstellung von Karton, Schalltechnischer Sanierungsplan, Rev. 1.
- [3] Müller-BBM Bericht Nr. M156067/03, Version 2 vom 28.09.2021:
Kartonfabrik Buchmann GmbH, Aktualisierung des Werkslärnkataster 2021, Fachgutachten zum Schallimmissionsschutz.
- [4] Müller-BBM Notiz Nr. M156067/01 vom 28.04.2021:
KM3 – Erneuerung der VTP und NTP, Spezifikation der schalltechnischen Anforderungen an die neuen Anlagenteile.
- [5] Lärminderungsstufenplan, mitgeteilt per E-Mail von [REDACTED]
(Buchmann GmbH) vom 22.12.2022.

3 Immissionsseitige Situation - Ist-Zustand (2021)

Auf Grundlage der schalltechnischen Werksanalyse wurden im Jahr 2021 [4] die folgenden Beurteilungspegel für das Werk ermittelt:

Tabelle 1. Immissionsrichtwerte (IRW) gemäß TA Lärm [1] und Beurteilungspegel für die Werksanlagen der Buchmann GmbH an den betrachteten Immissionsorten zur Tag- (06:00 Uhr – 22:00 Uhr) und zur Nachtzeit (22:00 Uhr – 06:00 Uhr). Aktueller Zustand. Überschreitungen **fett** geschrieben.

Immissionsort		Immissionsrichtwert in dB(A)		Beurteilungspegel in dB(A)		Differenz zu IRW in dB	
		tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
IO 1	Am Bächel ■	60	47	51	51	-9	4
IO 2	Pirmasenser Str. ■	60	47	52	51	-8	4
IO 3	Pirmasenser Str. ■	60	45	45	45	-15	0
IO 4	Pirmasenser Str. ■	60	45	47	47	-13	2
IO 5	Meisenbrunnerweg ■	55	40	47	44	-8	4
IO 6	Annweiler Str. ■	60	45	52	46	-8	1
IO 7	Annweiler Str. ■	60	45	48	43	-12	-2
IO 8	Pirmasenser Str. ■	60	47	52	52	-8	5
IO 9	Pirmasenser Str. ■	60	47	50	49	-10	2
IO 11	Meisenbrunnerweg ■	55	40	41	38	-14	-2

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Immissionsrichtwerte für die Tagzeit an allen Immissionsorten eingehalten bzw. deutlich unterschritten.

Zur Nachtzeit werden die Immissionsrichtwerte an den Immissionsorten IO 3, IO 7, sowie IO 11 eingehalten bzw. unterschritten. An den restlichen Immissionsorten IO 1, IO 2, IO 4, IO 5, IO 6, IO 8 und IO 9 dagegen zum Teil auch deutlich überschritten.

4 Geplante Lärminderungsmaßnahmen und erwartbare Pegelminderungen

Um die hervorgerufenen Schallimmissionen signifikant zu senken, müssen Geräuschminderungsmaßnahmen vorrangig an den Schallquellen/Schallübertragungswegen mit dem höchsten Immissionsbeitrag umgesetzt werden. Daher wurden zur Minderung der hervorgerufenen Schallimmissionen durch die stationären Anlageile die folgenden Geräuschminderungsmaßnahmen in Abstimmung mit der Fa. Buchmann erarbeitet [5]. Benannt und beschrieben werden dabei in folgender Tabelle die Umsetzung bzw. Ausführung der Maßnahme in genereller Form sowie die emissionsseitige Pegelminderung, welche hier im Wesentlichen auch der immissionsseitigen Pegelminderung entspricht.

Tabelle 2. Auflistung der geplanten Lärminderungsmaßnahmen an maßgeblichen Schallquellen bzw. Schallübertragungswegen [5].

Schallquelle/ Schallübertragungsweg	Lärminderungsmaßnahme	Zu erwartende emissionsseitige Pegelminderung in dB
Rohrleitung DN 250 (Verdichter), Belebungsbecken-Ost	Austausch Bestandsgebläse durch Aerzener-Turboverdichter inkl. druckseitigem Schalldämpfer	-12
Rohrleitung DN 250 (Verdichter), Belebungsbecken-West	Austausch Bestandsgebläse durch Aerzener-Turboverdichter inkl. druckseitigem Schalldämpfer	-12
Kompressorraum-Zuluft an Nord- Fassade	Austausch der Kulissenschalldämpfer	-10
VKB1 Pumpen+Motoren, Süd-West	Absenkung Drehzahl, Vermeidung der FU-Obertöne	-5
Rührwerk-VKB	Geschlossene Getriebebauform, vorher offen	-10
Abluft VTP 1 + 2, NTP	Kompletter Neubau der VTP- und NTP-Abluftanlagen (siehe auch [3])	je -20
Maschinenraum, Ostfenster oben gekippt	Fenster werden geschlossen	-27
Kiesfilter Fenster an Ostfassade, EG, offen	Fenster wurden verschlossen. Neue Doppelglasfenster + Holzverschalungen an Oberlichter.	-28
Überlauf Saugstelle in Queich	Abdecken des Überlaufs mit Filz	-2

5 Immissionsseitige Situation - Ist-Zustand (2021)

Die sach- und fachgerechte Umsetzung der in Kap. 4 beschriebenen Maßnahmen vorausgesetzt sind an den Immissionsorten die folgenden Beurteilungspegel zu der erwarten:

Tabelle 3. Immissionsrichtwerte (IRW) gemäß TA Lärm [1] und Beurteilungspegel für die Werksanlagen der Buchmann GmbH an den betrachteten Immissionsorten zur Tag- (06:00 Uhr – 22:00 Uhr) und zur Nachtzeit (22:00 Uhr – 06:00 Uhr).

Nach Umsetzung des Lärminderungsstufenplans.

Immissionsort		Immissionsrichtwert in dB(A)		Beurteilungspegel in dB(A)		Differenz zu IRW in dB	
		tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
IO 1	Am Bächel ■	60	47	50	50	-10	3
IO 2	Pirmasenser Str. ■	60	47	49	47	-11	0
IO 3	Pirmasenser Str. ■	60	45	43	42	-17	-3
IO 4	Pirmasenser Str. ■	60	45	45	45	-15	0
IO 5	Meisenbrunnerweg ■	55	40	45	41	-10	1
IO 6	Annweiler Str. ■	60	45	52	44	-8	-1
IO 7	Annweiler Str. ■	60	45	48	40	-12	-5
IO 8	Pirmasenser Str. ■	60	47	50	49	-10	2
IO 9	Pirmasenser Str. ■	60	47	48	47	-12	0
IO 11	Meisenbrunnerweg ■	55	40	39	36	-16	-4

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Immissionsrichtwerte für die Tagzeit an allen Immissionsorten eingehalten bzw. deutlich unterschritten.

Zur Nachtzeit werden die Immissionsrichtwerte an den Immissionsorten IO 2, IO 3, IO4, IO 6, IO 7, IO 9 sowie IO 11 nach Umsetzung des Lärminderungsstufenplans nun eingehalten bzw. weiter unterschritten.

An den restlichen Immissionsorten IO 1, IO 5 und IO 8 werden die Immissionsrichtwerte dagegen weiterhin überschritten. Maßgeblich für die Überschreitungen sind hier die breitbandigen Wassergeräusche aus den Schwebbett-Becken und den Nachklärbecken. Um die Schallemissionen von diesen Becken zu mindern wären erhebliche bauliche Maßnahmen in Form von Abdeckungen, Schirmwänden o. Ä. erforderlich.



TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen Verbrennungsmotoranlagen 1-3 für den Notstrombetrieb bei der Firma Buchmann GmbH in Annweiler-Sarnstall für die Messobjekte Staub, HCHO (nur Motor 3) und O₂

TÜV-Bericht Nr.: 936/21255527/C
Köln, 16.05.2022

www.umwelt-tuv.de



tre-service@de.tuv.com

**Die TÜV Rheinland Energy GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz
für die Arbeitsgebiete:**

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Emissionen von Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Feuerraummessungen;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung
- Bestimmung der Schornsteinhöhen und Immissionsprognosen für Schadstoffe und Geruchsstoffe;
- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen und Vibrationen, Bestimmung von Schalleistungspegeln und Durchführung von Schallmessungen an Windenergieanlagen

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung hat die DAkkS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

**TÜV Rheinland Energy GmbH
D-51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-5200, Fax: 0221 806-1349**

1033597_2022_936_21255527C.docx

Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage D-PL-11120-02-00 festgelegten Umfang.

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen
Verbrennungsmotoranlagen 1-3 für den Notstrombetrieb bei der Firma Buchmann
GmbH in Annweiler-Sarnstall für die Messobjekte Staub, HCHO (nur Motor 3) und
O₂, Berichts-Nr.: 936/21255527/C

Leerseite



Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen Verbrennungsmotoranlagen 1-3 für den Notstrombetrieb bei der Firma Buchmann GmbH in Annweiler-Sarnstall für die Messobjekte Staub, HCHO (nur Motor 3) und O₂

Name der nach § 29b BImSchG bekannt gegebenen Stelle:	TÜV Rheinland Energy GmbH
Befristung der Bekanntgabe:	10.12.2022
Berichtsnummer / Datum:	936/212555527/C 16.05.2022
Betreiber:	Buchmann GmbH Wasgaustraße 5 76855 Annweiler-Sarnstall
Standort:	Buchmann GmbH Wasgaustraße 5 76855 Annweiler-Sarnstall
Art der Messung:	Emissionsmessungen
Auftragsnummer: (des Auftraggebers)	4500102801
Auftragsdatum:	24.02.2022
Kundennummer:	1033597
Messtermin:	31.03.2022
Berichtsumfang:	insgesamt 36 Seiten Anhang ab Seite 28
Aufgabenstellung:	Bestimmung der Emissionen gemäß § 28 BImSchG
Anlagenzuordnung:	44. BImSchV

Leerseite

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen Verbrennungsmotoranlagen 1-3 für den Notstrombetrieb bei der Firma Buchmann GmbH in Annweiler-Sarnstall für die Messobjekte Staub, HCHO (nur Motor 3) und O₂. Berichts-Nr. 936/21255527/C

Seite 5 von 36

Zusammenfassung

Anlage:	Verbrennungsmotoranlage für den Einsatz von Dieselmotoren im Notstrombetrieb
Betriebszeiten:	max. 300 h/a, in Abhängigkeit der Unwetterlage
Emissionsquelle:	Schornstein
Messkomponenten:	Staub, HCHO (nur Motor 3) und O ₂ sowie Abgasrandbedingungen
Messergebnisse:	Es wurden je Komponente 3 Einzelmessungen durchgeführt.
Quellennummer:	

Messkomponente y	Einheit	Maximaler Messwert y _{max} bezogen auf Bezugswert	Erw. Messunsicherheit (U _{p, 0,95})	y _{max} - U _{0,95}	y _{max} + U _{0,95}	Grenzwert	Anlagen-Zustand % Auslastung
Verbrennungsmotor 1							
Staub	mg/m³	38,3	5,4	33	44	50	Volllast
Verbrennungsmotor 2							
Staub	mg/m³	49,2	7,0	42	56	50	Volllast
Verbrennungsmotor 3							
Staub	mg/m³	61,4	8,7	53	70	50	Volllast
Formaldehyd ^{*)}	mg/m³	5,4	2,77	3	8	60	Volllast
O ₂ , Bezugswert	Vol.-%	-	-	-	-	5	
CO ₂							
Vol, t, p, Feuchte							

Die Emissionswerte beziehen sich auf wasserdampffreies Abgas im Normzustand (273 K, 101,3 kPa) und den oben angegebenen Sauerstoffbezugswert.

Da die Verbrennungsmotoren ausschließlich für den Notbetrieb konzipiert sind, ist der bestimmungsgemäße Zustand der Anlagen bei Volllast. Dieses entspricht einer Auslastung von 100 %.

Leerseite

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen Verbrennungsmotoranlagen 1-3 für den Notstrombetrieb bei der Firma Buchmann GmbH in Annweiler-Sarnstall für die Messobjekte Staub, HCHO (nur Motor 3) und O₂, Berichts-Nr. 936/21255527/C

Seite 7 von 36

INHALTSVERZEICHNIS	SEITE
1 Formulierung der Messaufgabe	9
2 Beschreibung der Anlage / gehandhabte Stoffe	11
3 Beschreibung der Probenahmestelle	14
4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte	17
5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen	23
6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	24
7 Anhang	27

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen
Verbrennungsmotoranlagen 1-3 für den Notstrombetrieb bei der Firma Buchmann
GmbH in Annweiler-Sarnstall für die Messobjekte Staub, HCHO (nur Motor 3) und
O₂, Berichts-Nr.: 936/21255527/C

Leerseite

1 Formulierung der Messaufgabe

- | | |
|---|---|
| 1.1 Auftraggeber: | Buchmann GmbH
Wasgaustraße 5
76855 Annweiler-Sarnstall |
| 1.2 Betreiber: | Buchmann GmbH
Wasgaustraße 5
76855 Annweiler-Sarnstall |
| Ansprechpartner: | ██████████ |
| Telefon: | ██████████ |
| Betreiber-/Arbeitsstätten-Nr.: | keine Betreiberangaben |
| 1.3 Standort: | Buchmann GmbH
Wasgaustraße 5
76855 Annweiler-Sarnstall |
| 1.4 Anlage: | Verbrennungsmotoranlage gemäß Nr.
1.2.3.2, des Anhangs 1 zur 4. BImSchV vom
02.05.2013 |
| Anlagen-Nr.: | keine Angaben |
| 1.5 Datum der Messung: | 31.03.2022 |
| Datum der letzten Messung: | 10.02.2021 und 23.04.2021 Aggregat 1 und 2 |
| Datum der nächsten Messung: | 03 / 2023 oder früher zur Wiederholungsmes-
sung |
| 1.6 Anlass der Messung: | Messungen zur Überprüfung der Einhaltung
der Emissionsbegrenzungen |
| 1.7 Aufgabenstellung: | Feststellung der Emissionen gemäß
44. BImSchV und Genehmigungsbescheid |
| Genehmigungsbehörde: | Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd |
| Genehmigungsbescheid, Az.: | 23/5/5.1/2020/0096 GRO vom 20.0.2020 |
| Grenzwerte: | siehe Zusammenfassung |
| Amtliche Messung: | ja |
| 1.8 Messobjekte: | eine Einzelaufstellung der gemessenen Kom-
ponenten enthält die Zusammenfassung |
| 1.9 Durchgeführte Ortsbesichtigung
vor Messdurchführung: | ☐ Ortsbesichtigung am:
☒ die Messstelle ist aus vorherigen Mes-
sungen an dieser Anlage bereits bekannt
☐ Messbedingungen entsprechen im We-
sentlichen der DIN EN 15259, Abwei-
chungen bei:

Anzahl der Messöffnungen 1 |

Zum Zeitpunkt der Messung war nur eine Messöffnung vorhanden. Da sich die Messstelle im senkrechten Teil der Abgasanlage befindet mit einer Einlaufstrecke von ca. 11 m, ist von einer guten Durchmischung der Abgase auszugehen. Die Anzahl der Messpunkte wurde von 4 auf 8 erhöht und auf die eine Achse gelegt. Da die Emissionsmessung als Netzmessung durchgeführt wurde, sind keine Auswirkungen auf die erweiterte Messunsicherheit zu erwarten.

1.10 Messplanabstimmung:

mit dem Betreiber

1.11 An der Probenahme beteiligte Personen:

[REDACTED]

Aufgrund des kurzfristigen Ausfalls des geplanten Kollegen wurde die Messung alleine durchgeführt. Während der Probenahme konnten vom Standplatz sowohl die kontinuierlichen Messeinrichtungen zur Erfassung der Emissionen als auch der Betrieb der Anlage überwacht werden.

1.12 Beteiligte weitere Institute:

keine

1.13 Fachlich Verantwortliche:

[REDACTED]
Gruppe I Nr. 1 (G, P, Sp)
gemäß Anlage 1 zur 41. BImSchV

Telefon-Nr.:

Email-Adresse:

[REDACTED]

2 Beschreibung der Anlage / gehandhabte Stoffe

2.1 Art der Anlage: Notstromaggregate für den Einsatz von Dieselmotoren

2.2 Beschreibung der Anlage

Grundlegendes:

Die Firma Buchmann GmbH betreibt am Standort Annweiler-Sarnstall eine Produktionsstätte für Papier. Damit der reibungslose Betrieb gewährleistet werden kann, benötigen die Anlagen für die Papierherstellung eine kontinuierliche Stromversorgung. Diese Stromversorgung wird über das örtliche Stromnetz gewährleistet. Bei gelegentlichen Witterungseignissen kam es jedoch in der Vergangenheit zu Unterbrechungen der Stromversorgung. Dieses war der Fall bei Unwetterlagen, wobei umstürzende Bäume aus dem Pfälzerwald die Netzleitungen beschädigten.

Damit der Betrieb der Anlagen zur Herstellung von Papier autark der Witterung stattfinden kann, wurden 3 Verbrennungsmotoren installiert, welche im Inselbetrieb den Ausfall der örtlichen Stromversorgung kompensieren sollen.

Anlagen:

Die 3 Verbrennungsmotoren stehen parallel zueinander im Aufstellraum. Einzelheiten zu den Motoren sind aus der Tabelle unten zu entnehmen.

Verbrennungsluftversorgung:

Die Verbrennungsluftversorgung wird über den Aufstellraum bezogen. Damit eine permanente Verbrennungsluft gewährleistet werden kann, wird diese über einen Zuluftkanal (Ø 800 mm) sichergestellt. Weitere Informationen zum Zuluftkanal sind aus der Tabelle unten zu entnehmen.

Abgasanlage:

Die Abgasanlage besteht aus einem waagegerechten Teil (Verbindungsstück sowie Sammelstück) und einem senkrechten Teil (Schornstein). Die Emissionen der einzelnen Verbrennungsmotoren werden über die jeweiligen Verbindungsstücke in ein Sammelstück geleitet. Das Sammelstück mündet in den Schornstein, welcher sich außerhalb des Aufstellraumes befindet.

Anzahl der Einzelanlagen: 3

Notstromaggregat (Prüfobjekt)

Motor:	1	2	3
Motorbauart:	Mehrzylindriger Hubkolbenmotor		
Hersteller:	[REDACTED]		
Typ:	[REDACTED]		
Fabr.-Nr.:	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
Baujahr:	nicht bekannt, Aufstellung am Standort 2020		
Brennstoff:	Dieselkraftstoffe		
Heizwert Hu in kWh/m³:	[REDACTED]		
Leistung in kW:	[REDACTED]		
Feuerungswärmeleistung in MW:	3,0		
Katalysator			
Bauart:	Oxidationskatalysator (Magergasmotor)		
Hersteller:	[REDACTED]		
Typ:	[REDACTED]		
Volumen:	jeweils 76,4 l		
Zellenzahl:	100 cpsi		
Baujahr:	2020		
Letzter Katalysatorwechsel:	neu seit Errichtung		
Generator			
Bauart:	Synchrongenerator		
Hersteller:	[REDACTED]		
Typ:	[REDACTED]		
Fabr.-Nr.:	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
Baujahr:	nicht bekannt, Aufstellung am Standort 2020		
Zuluftgebläse			
Hersteller:	[REDACTED]		
Fabr.-Nr.:	[REDACTED]		
Typ:	[REDACTED]		
Baujahr:	1983		
Volumenstrom:	[REDACTED]		

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen Verbrennungsmotoranlagen 1-3 für den Notstrombetrieb bei der Firma Buchmann GmbH in Annweiler-Sarnstall für die Messobjekte Staub, HCHO (nur Motor 3) und O₂, Berichts-Nr. 936/21255527/C

Seite 13 von 36

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen

2.3.1 Emissionsquelle:	Schornstein
Höhe über Grund:	21 m
Austrittsfläche:	0,785 m ²
UTM -Koordinaten	Z: 32U E: 422514 N: 5451438
Bauausführung:	Stahl

2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe:	Diesel
---	--------

2.5 Betriebszeiten

2.5.1 Gesamtbetriebszeit:	max. 300 h/a, in Abhängigkeit der Unwetterlage
----------------------------------	--

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen

2.6.1 Einrichtung zur Erfassung der Emissionen

2.6.1.1 Anlage zur Emissionserfassung:	geschlossene Anlage mit gerichteter Emissionsquelle
2.6.1.2 Erfassungselement:	Kamin
2.6.1.3 Ventilator kenndaten:	nicht zutreffend
2.6.1.4 Ansaugfläche:	nicht ermittelbar
2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen:	zur Emissionsminderung ist ein Katalysator vorhanden (s. unter Kapitel 2.2)
2.6.3 Einrichtung zur Kühlung des Abgases:	keine

3 Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Lage des Messquerschnittes

Die Messstelle befindet sich .

Einlaufstrecke: 11 m

Auslaufstrecke: 10 m

Übereinstimmung der Probenahmestelle mit den Anforderungen der DIN EN 15259

Einlaufstrecke $\geq 5 D_h$: ja

Auslaufstrecke $\geq 2 D_h$: ja

Auslaufstrecke $\geq 5 D_h$ bis zur Mündung: ja

Bemerkungen: keine

Winkel zwischen Gasstrom/Mittelachse
Abgaskanal $< 15^\circ$: ja

keine negative lokale Strömung: ja

Mindestgeschwindigkeit vorhanden (bei
Staudrucksonde: Differenzdruck $> 5 \text{ Pa}$): ja

Verhältnis max. zu min. Geschwindigkeit
 $< 3:1$: ja

Bemerkungen: Zum Zeitpunkt der Messung war nur eine Messöffnung vorhanden. Da sich die Messstelle im senkrechten Teil der Abgasanlage befindet mit einer Einlaufstrecke von ca. 11 m, ist von einer guten Durchmischung der Abgase auszugehen. Die Anzahl der Messpunkte wurde erhöht und auf die eine Achse gelegt. Da die Emissionsmessung als Netzmessung durchgeführt wurde, sind keine Auswirkungen auf die erweiterte Messunsicherheit zu erwarten.

3.2 Abmessungen des Messquerschnittes: $\varnothing 100 \text{ cm} \triangleq 0,785 \text{ m}^2$

3.3 Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

Volumenstrom, alle Komponenten

Achsen: 1

Messpunkte je Achse: 8

Abstand der Messpunkte vom Kanalrand in
cm: 5, 11, 19, 32, 68, 81, 90, 95

3.3.1 Nachweis der Repräsentativität des Messpunktes

Gültige Homogenitätsprüfung: liegt nicht vor

Tabelle 3.1: Verteilung im Messnetz **Motor 1**

Messpunkt	Abgasgeschwindigkeit (m/s)
1.1	5,0
1.2	5,4
1.3	5,8
1.4	5,9
1.5	6,5
1.6	7,1
1.7	6,3
1.8	6,5

Tabelle 3.2: Verteilung im Messnetz **Motor 2**

Messpunkt	Abgasgeschwindigkeit (m/s)
1.1	7,5
1.2	7,9
1.3	7,7
1.4	6,7
1.5	6,9
1.6	7,8
1.7	8,0
1.8	7,3

Tabelle 3.2: Verteilung im Messnetz **Motor 3**

Messpunkt	Abgasgeschwindigkeit (m/s)
1.1	7,2
1.2	7,3
1.3	7,6
1.4	7,5
1.5	7,5
1.6	7,6
1.7	7,4
1.8	7,6

3.4 Anzahl und Größe der Messöffnungen

Anzahl der Messöffnungen:	1
Bemerkung:	Der Betreiber wurde auf die Notwendigkeit einer 2. Messöffnung nach DIN EN 15259 hingewiesen. Die Errichtung einer 2. Messöffnung sollte bis zur nächsten Messung erfolgen.
Lage der Messöffnungen:	in einer Ebene
Lichter Durchmesser:	76 mm
Stutzenlänge:	21 mm

3.5 Arbeitsbühne: ist vorhanden

3.6 Wetterschutz: ist vorhanden

4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte

4.1	Abgasrandbedingungen	
4.1.1	Strömungsgeschwindigkeit:	S-Pitotrohr mit Mikromanometer
	Fabrikat / Typ / Messbereich / Nachweisgrenze:	SI GmbH / LPU 3 / 0 - 500 / 0 - 5000 Pa / 1,5 m/s
	Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	vor der Messung: 01 2022
	Art der Ermittlung:	diskontinuierliche Ermittlung
4.1.2	Statischer Druck im Abgaskamin:	Manometer nach 4.1.1
4.1.3	Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle	
	Barometer, Fabrikat / Typ:	Greisinger / GPB 3300 / 300 - 1100 hPa
	Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	vor der Messung: 08 2021
4.1.4	Abgastemperatur:	NiCr-/Ni-Thermoelement, Typ K
	Temperaturmessgerät, Fabrikat / Typ:	Messwerterfassung wie unter 4.2.1.8
	Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	vor der Messung: 09 2021
	Art der Ermittlung:	kontinuierliche Ermittlung am geeigneten Punkt im Messquerschnitt, Aufzeichnung durch Registriereinrichtung / Messdatenerfassung gemäß 4.2.1.8
4.1.5	Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte):	Adsorption an Silikagel und nachfolgende gravimetrische Bestimmung gemäß DIN EN 14790
	Hersteller (Waage) / Typ / Messbereich:	Kern/572-39/5 -4200 g
	Letzte Überprüfung / Kalibrierung:	vor der Messung: 09 2021
4.1.6	Abgasdichte:	berechnet unter Berücksichtigung der Abgasbestandteile an Sauerstoff (O ₂), Kohlendioxid (CO ₂), Stickstoff (mit 0,933 % Argon), Abgasfeuchte (Wasserdampfanteil im Abgas) sowie der Abgastemperatur und Druckverhältnisse im Kanal
4.1.7	Abgasverdünnung:	nicht festgestellt

4.2 Kontinuierliche Messverfahren

4.2.1 Messobjekt:

Sauerstoff (O₂)

4.2.1.1 Messverfahren / Norm:

Bestimmung der Volumenkonzentration von Sauerstoff, Standardreferenzverfahren: Paramagnetismus gemäß DIN EN 14789, Mai 2017

4.2.1.2 Analysator:

TÜV-Messeinrichtung

Hersteller:

Horiba / PG-350E

4.2.1.3 Eingestellter Messbereich:

0 - 25 Vol.-%

4.2.1.4 Gerätetyp eignungsgeprüft:

ja

4.2.1 Messobjekt:

Kohlendioxid (CO₂)

4.2.1.1 Messverfahren / Norm:

NDIR / Hausverfahren in Anlehnung an DIN EN 15058, Mai 2017

4.2.1.2 Analysator:

TÜV-Messeinrichtung

Hersteller:

Horiba PG-350E

4.2.1.3 Eingestellter Messbereich:

0 - 20 Vol.-%

4.2.1.4 Gerätetyp eignungsgeprüft:

ja

4.2.1.5 Messplatzaufbau:

O₂, CO₂, CO, NO_x

Entnahmesonde:

beheizt durch Abgas

Staubfilter:

beheizt durch Abgas

Probengasleitung vor Gasaufbereitung:

beheizt auf °C 180

Probengasleitung vor Gasaufbereitung:

Länge in m: 15

Probengasleitung nach Gasaufbereitung:

unbeheizt

Probengasleitung nach Gasaufbereitung:

Länge in m: 5

Werkstoff der gasführenden Teile:

Edelstahl, PTFE

Messgasaufbereitung:

Quarzwattefilter
Messgaskühler /-trockner

Messgaskühler, Fabrikat / Typ:

M & C / PSS 5

Temperatur, geregelt auf Taupunkttemperatur:

3 °C ± 1 K

4.2.1.6 Überprüfung der Gerätekenlinie mit Prüfgasen

Nullgas:		N ₂	N ₂
Prüfgas:		O ₂ , Außenluft	CO ₂ in N ₂
Konzentration:	in Vol.-%	20,94	15,03
Unsicherheit:	in %	-	2
Flaschen ID-Nummer:		-	17062
Hersteller:		-	Praxair
Herstelldatum:		-	13.01.2022
Stabilitätsgarantie in Monaten:		-	36
rückführbar zertifiziert:		-	ja
Überprüfung des Zertifikates durch:		-	Eigenlabor
am:		-	01.02.2022
Prüfgas und Nullgas durch das gesamte Probenahmesystem incl. Sonde und Messgasaufbereitung aufgegeben:		ja	ja

4.2.1.7 90%-Einstellzeit des ges. Messaufbaus

Ermittelt durch Aufgabe von Prüfgas in die Entnahmesonde:	in 55 s
---	---------

4.2.1.8 Registrierung der Messwerte

mit einer Messwerterfassungsanlage (Rechner), Fabrikat / Typ:	Yokogawa / MV 1012
Erfassungsprogramm (Software):	Yokogawa / Excel

4.2.1.9 Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Dichtheitsprüfung, Prüfung von Null- und Referenzpunkt vor und nach der Messung über das gesamte System, Rechnerische Berücksichtigung der Null- und Referenzpunktdrift (Drift < 5%)

4.3 Diskontinuierliche Messverfahren

4.3.1 Gas- und dampfförmige Emissionen

4.3.1.1 Messobjekt:

Formaldehyd

4.3.1.2 Messverfahren:

Messen niederer Aldehyde insbesondere Acrolein nach dem 2-HMP-Verfahren, GC-Methode gemäß VDI 3862, Blatt 5, Juni 2008

Analyseverfahren:

Gaschromatograph mit MS-Detektor

4.3.1.3 Messplatzaufbau

Entnahmesonde:

Edelstahl, beheizt durch Abgas (20 °C > Taupunkt)

Entnahmerohr:

Edelstahl, beheizt durch Abgas (20 °C > Taupunkt)

Maximale Eintauchtiefe in m:

0,95

Partikelfilter:

Quarzwatte (Heraeus, 8 µm) in Edelstahlsonde

-beheizt

durch Abgas (20 °C > Taupunkt)

Probegasleitung:

Teflon, ca. 15 m, beheizt auf 180 °C

Adsorptionseinrichtung:

Sorptionsröhrchen (zweifach)
Fa. SKC Inc, Pennsylvania 15330

Sorptionsmittel:

XAD-2 plus 2-Hydroxymethylpiperidin (2-HMP), 150/150 mg

Gasvolumenmessgerät:

Gasuhr (Bauart: trocken)

Abstand Sonde / Abscheideelement in m:

15

Standzeit der Proben in Tagen:

6

Transport und Lagerung:

dicht verschlossen und gekühlt

4.3.1.4 Analytische Bestimmung:

Elution mit 2 ml Toluol (30 min. Ultraschall)

Analysengeräte:

Agilent GC 6890N mit MSD 5975

Säule:

HP-5MS, 30 m Länge, 0,25 mm ID, 0,25 µm Filmdicke (Fa. Agilent)

Mobile Phase:

Helium premium X50S

Vordruck / Durchfluss / Injektionsvolumen:

2,97 psi / 34 ml/min / 0,2 µl

Detektor:

MSD 5975 im SIM-Modus; m/z = 97, 69, 126

Standards:

Formaldehyd (0,4 – 300 µg/Probe) mit 2-HMP umgesetzt; kommerzielles Formaldehyd-Derivat (0,4 – 320 µg/Probe)

4.3.1.5 Verfahrenskenngrößen

Einfluss von Begleitstoffen:

keine (2-HMP im Überschuss vorhanden)

Nachweisgrenze:

5 µg/Probe

4.3.1.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Dichtheitsbestimmung der Probenahmeeinrichtung

Im Rahmen der Verfahrensvalidierung wurde nachgewiesen, dass durch eine Reihenschaltung von zwei Adsorptionsröhrchen ein Abscheidegrad von > 95 % auf dem ersten Adsorptionsröhrchen sichergestellt ist.

Dieses Qualitätskriterium wurde bei den Messungen an dem Motor 3 nicht eingehalten. Die auf dem 2. Röhrchen gefundene Konzentration entspricht mit 38 % der gesamten Konzentration. Daher wurde abgeschätzt, dass 38 % Formaldehyd nicht abgeschieden wurde. Aus diesem Grund wurde die Messunsicherheit um den Massenkonzentrationswert des nachgeschalteten Adsorptionsröhrchens inklusive der erweiterten Messunsicherheit erhöht. Dieser Wert entspricht einem maximalen erneuten Durchschlag der Komponente.

Die Ursache für die schlechte Absorption ist wahrscheinlich in einer zu starken Beheizung des ersten Röhrchens zu sehen, die den Absorptionsgrad deutlich verschlechtert. Da das zweite Röhrchen nicht mehr beheizt war, ist die Annahme, dass auch auf dem 2. Röhrchen nur 61,8 % abgeschieden wurden, als konservative Abschätzung anzusehen, so dass die Summe aus Messwert und Unsicherheit eine Abschätzung des Maximalwerts darstellt.

Bestimmung des Gesamtleerwerts der Probenahmeeinrichtung

Feldblindwert

Zeitpunkt der Probenahme: 16:10 Uhr

Bestandteile: Sorptionsröhrchen

Angaben zu Masse, Konzentration sowie Ergebnisvergleich: siehe Anhang, Tabelle: Bestimmung der Emissionen an Formaldehyd

4.3.2 Partikelförmige Emissionen:

4.3.2.1 Messobjekt: Gesamtstaub

4.3.2.2 Messverfahren: Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubgehalten; manuelles gravimetrisches Verfahren gemäß DIN EN 13284, Teil 1, Februar 2018

Analyseverfahren: gravimetrische Bestimmung

4.3.2.3 Messplatzaufbau

Filtergerät: Planfilterkopfgerät

Anordnung: Instack, beheizt durch Abgas

Material: Titan

Wirkdurchmesser in mm: 13 bzw. 14

Abscheidemedium (Planfilter): Quarzfaser Whatman, 1851

Filterdurchmesser: 50 mm

Transport und Lagerung: in Rundbehältern aus Polystyrol

4.3.2.4 Behandlung des Abscheidemediums

Trocknungstemperatur / -zeit	
vor der Beaufschlagung:	300 °C / mind. 1 h
nach der Beaufschlagung:	160 °C / mind. 1 h
Rückgewinnung von Ablagerungen vor dem Filter:	nach jeder Messreihe (mindestens einmal pro Tag)
Behandlung der Spüllösung:	Eindampfen, Trocknen
Konditionierung im Wägeraum (vor / nach):	24 h / 24 h (klimatisierter Wägeraum)
Waage / Hersteller:	XPE 205 / Mettler Toledo / 0 - 220 g

4.3.2.5 Aufbereitung und Auswertung der Messfilter und Absorptionslösungen:

nicht zutreffend

4.3.2.6 Verfahrenskenngrößen:

siehe 6.3

4.3.2.7 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Maßnahmen zur Qualitätssicherung:	jährliche Wartung Waage (Hersteller), vor jeder Serie Überprüfung mit zertifizierten Massenstücken, Dichtheitsprüfung, Einhaltung der isokinetischen Bedingungen Laborversuche haben bei einer Nachwägung von Leerfiltern, bei einer Trocknung bei 380 °C im Mittel einen Minderbefund von 0,25 mg ergeben. Die Messunsicherheit wurde deshalb um 50 % erhöht.
-----------------------------------	---

Feldblindwert

Zeitpunkt der Probenahme:	11:50 Uhr
Bestandteile:	Filter, Filterkopfspüllösung
Angaben zu Masse, Konzentration sowie Ergebnisvergleich:	siehe Anhang A2, Tabelle: Bestimmung der Emissionen an Staub
Bestimmungsgrenze:	0,3 mg $\hat{=}$ 0,3 mg/m ³ bei 1 m ³ Probengasvolumen

4.3.3 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe:

nicht zutreffend

4.3.4 Geruchsemissionen:

nicht zutreffend

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

5.1 Anlage

Betriebsweise:	Beide Verbrennungsmotoren wurden mit Voll- last (am Tag der Messung vorgefundenen maximalen Anlagenleistung) betrieben.		
Durchsatz / Leistung:	Die Leistung wurde mittels Brennstoffver- brauch ermittelt (Dokumentation des Spei- cherstands vor und nach der Messung) und über den unteren Heizwert umgerechnet.		
Einsatzstoffe / Brennstoffe:	Diesel		
Produkte:	Strom und Wärme		
charakteristische Betriebsgrößen:	Zustand und Alter des Katalysators Laufzeit der Verbrennungsmotoren. Die nach- stehende Tabelle umfasst weitere Daten zu den Betriebsgrößen.		

Verbrennungsmotor-Nr.:	1	2	3
Betriebsstunden:	198,8	277,6	190,4
elektrische Leistung MW:	1,08	1,08	1,08
Abgastemperatur vor Kat.:	480	540	480

Abweichungen von genehmigter bzw. be- stimmungsgemäßer Betriebsweise:	nicht festgestellt
besondere Vorkommnisse:	keine

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Betriebsdaten:	Temperatur vor Kat.
Betriebstemperaturen:	Siehe Tabelle in Kapitel 5.1
emissionsbeeinflussende Parameter:	Alter und Zustand des Katalysators
Besonderheiten der Abgasreinigung:	Ausführung ohne Anbauten / Schnellwechsel- gehäuse
Abweichungen von bestimmungs- gemäßer Betriebsweise:	nicht festgestellt
besondere Vorkommnisse:	keine

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Während der Messungen wurde die Anlage im bestimmungsgemäßen Betrieb bei einer Leistung von 100 % betrieben (siehe Abschnitt 6.2).

Die Emissionsmessungen erfolgten als Netzmessung (siehe Abschnitt 3.3.1) auf einer Ebene. Da nur eine Messöffnung vorhanden ist wurde die Anzahl der Messpunkte von 4 auf 8 erhöht und auf eine Achse gelegt. Aufgrund der langen Einlaufstrecke kann jedoch von einer sehr guten Durchmischung der Abgase ausgegangen werden. Die Strömungsverteilung erwies sich als gleichmäßig.

Der Betreiber wurde auf die Erfüllung der Anforderungen an Messöffnungen nach DIN EN 15259 hingewiesen.

Die Betriebsbedingungen während der Messungen entsprachen dem Zustand der höchsten Emissionen.

6.2 Messergebnisse

Betriebs- und Abgasbedingungen und Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen

Motor 1

Brennstoff		Heizöl EL		
Datum	2022	31.03.	31.03.	31.03.
Messzeitraum	von bis	12:13 12:43	12:52 13:22	13:25 13:55
Betriebszustand	Last Stufe	Volllast ¹⁾		
Durchsatz	kg/h	250	250	250
Feuerungswärmeleistung	MW	3,0	3,0	3,0
Luftdruck	hPa	974	974	974
Abgastemperatur	°C	342	361	363
O ₂ -Konzentration, trocken	Vol.-%	12,57	12,55	12,53
O ₂ -Bezugswert	Vol.-%	5	5	5
CO ₂ -Konzentration, trocken	Vol.-%	8,0	8,0	8,1
Abgasfeuchte (f)	m ³ /m ³	0,054	0,054	0,054
Abgasvolumenstrom (n,tr)	m ³ /h	6.960	6.960	6.960
Staub-Konzentration (n, tr)	mg/m ³	20,0	19,8	20,3
Staub-Konzentration (n,tr,O ₂) ²⁾	mg/m ³	38,0	37,6	38,3
Erw. Messunsicherheit U _{0,95}	mg/m ³	5,4	5,3	5,4
Staub-Grenzwert ²⁾	mg/m ³	50		
Staub-Massenstrom	kg/h	0,140	0,138	0,141

n,tr wasserdampfrees Abgas, bezogen auf 273 K und 101,3 kPa

¹⁾ vorgefundene maximale Anlagenleistung

²⁾ bezogen auf 5 Vol.-% Sauerstoffgehalt

Motor 2

Brennstoff		Heizöl EL		
Datum	2022	31.03.	31.03.	31.03.
Messzeitraum	von bis	14:19 14:49	14:51 15:21	15:24 15:54
Betriebszustand	Last Stufe	Volllast ¹⁾		
Durchsatz	kg/h	250	250	250
Feuerungswärmeleistung	MW	3,0	3,0	3,0
Luftdruck	hPa	974	974	974
Abgastemperatur	°C	363	371	372
O ₂ -Konzentration, trocken	Vol.-%	12,66	12,63	12,64
O ₂ -Bezugswert	Vol.-%	5	5	5
CO ₂ -Konzentration, trocken	Vol.-%	7,9	7,9	7,9
Abgasfeuchte (f)	m ³ /m ³	0,062	0,062	0,062
Abgasvolumenstrom (n,tr)	m ³ /h	8.320	8.320	8.320
Staub-Konzentration (n, tr)	mg/m ³	25,6	24,5	22,4
Staub-Konzentration (n,tr,O ₂) ²⁾	mg/m ³	49,2	46,9	42,8
Erw. Messunsicherheit U _{0,95}	mg/m ³	7,0	6,7	6,1
Staub-Grenzwert ²⁾	mg/m ³	50		
Staub-Massenstrom	kg/h	0,214	0,204	0,186

n,tr wasserdampffreies Abgas, bezogen auf 273 K und 101,3 kPa

¹⁾ vorgefundene maximale Anlagenleistung

²⁾ bezogen auf 5 Vol.-% Sauerstoffgehalt

Motor 3

Brennstoff		Heizöl EL		
Datum	2022	31.03.	31.03.	31.03.
Messzeitraum	von bis	16:24 16:54	17:00 17:30	17:32 18:02
Betriebszustand	Last Stufe	Volllast ¹⁾		
Durchsatz	kg/h	250	250	250
Feuerungswärmeleistung	MW	3,0	3,0	3,0
Luftdruck	hPa	974	974	974
Abgastemperatur	°C	360	363	362
O ₂ -Konzentration, trocken	Vol.-%	12,58	12,56	12,56
O ₂ -Bezugswert	Vol.-%	5	5	5
CO ₂ -Konzentration, trocken	Vol.-%	8,0	8,0	8,0
Abgasfeuchte (f)	m ³ /m ³	0,055	0,055	0,055
Abgasvolumenstrom (n,tr)	m ³ /h	8.260	8.260	8.260
Staub-Konzentration (n, tr)	mg/m ³	32,3	26,8	26,7
Staub-Konzentration (n,tr,O ₂) ²⁾	mg/m ³	61,4	50,9	50,7
Erw. Messunsicherheit U _{0,95}	mg/m ³	8,7	7,2	7,2
Staub-Grenzwert ²⁾	mg/m ³	50		
Staub-Massenstrom	kg/h	0,267	0,222	0,221
HCHO-Konzentration (n, tr)	mg/m ³	2,5	2,8	2,2
HCHO-Konzentration (n,tr,O ₂) ²⁾	mg/m ³	4,8	5,4	4,2
Erw. Messunsicherheit U _{0,95}	mg/m ³	2,67	2,77	2,57
HCHO-Grenzwert ²⁾	mg/m ³	60		
HCHO-Massenstrom	kg/h	0,021	0,024	0,019

n,tr wasserdampffreies Abgas, bezogen auf 273 K und 101,3 kPa

¹⁾ vorgefundene maximale Anlagenleistung

²⁾ bezogen auf 5 Vol.-% Sauerstoffgehalt

Die Einzelergebnisse und Messprotokolle befinden sich im Anhang.

6.3 Messunsicherheiten

Gesamtstaub:

Laborversuche haben bei einer Nachwägung von Leerfiltern, bei einer Trocknung bei 380 °C im Mittel einen Minderbefund von 0,25 mg ergeben. Die Messunsicherheit wurde deshalb um 50 % erhöht.

Formaldehyd:

Der Absorptionswirkungsgrad für die Komponente Formaldehyd an dem Motor 3 entspricht 61,8 %. Aus diesem Grund wurde die Messunsicherheit um den Massenkonzentrationswert des nachgeschalteten Adsorptionsröhrchen inklusive der erweiterten Messunsicherheit erhöht. Dieser Wert entspricht einem maximalen erneuten Durchschlag der Komponente.

Bestimmungsmethoden
alle Komponenten:

rechnerischer Ansatz

6.4 Plausibilitätsprüfung

Die Anlagenauslastung ist anhand des Brennstoffverbrauchs von ca. 250 l/h und der elektrischen Leistung von 1,08 MW nachvollziehbar.

Die Einzelergebnisse und Messprotokolle befinden sich im Anhang.

Unter Berücksichtigung der Messgenauigkeit der angewandten Messverfahren und der vorgefundenen Betriebsweise der Anlage sind die Ergebnisse plausibel.

Die Messergebnisse entsprechen den Ergebnissen der Vormessungen und entsprechen den Ergebnissen an vergleichbaren Anlagen.

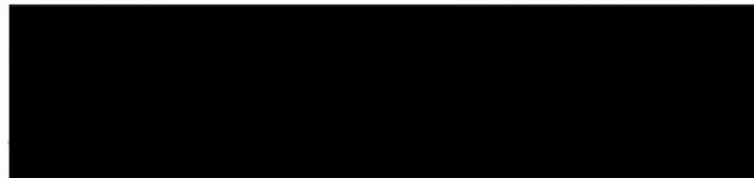
Die Messergebnisse korrelieren mit den angegebenen Betriebszuständen.

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die untersuchte Anlage im beschriebenen Zustand.

Abteilung Immissionsschutz / Luftreinhaltung (936)

Der Bearbeiter:

Fachlich Verantwortlicher



Köln, 16.05.2022

936/212555527/C

7 Anhang

- A1:** Abgasrandbedingungen
- A2:** Auswertung der Schadstoffmessungen
- A3:** Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten
- A4:** Abkürzungen

Anhang A1: Abgasrandbedingungen

Berechnung des Hauptvolumenstroms im Kanal:		
Firma	Buchmann GmbH	
Anlage	Motor 1	
Messstelle	Kamin / Riengas	
Messtag	31.03.2022	
Messung	Nr.	1
Betriebszustand der Anlage		Vollast
Messbeginn	Uhr	12:00
Mittlere Abgastemperatur	°C	338
desgleichen absolut	K	611
Luftdruck	hPa	974
statische Druckdifferenz	Δ hPa	-0,68
absoluter Druck	hPa	973
Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	12,5
Bezugs-Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	5
Kohlendioxidkonzentration	Vol.-%	6,1
Abgasfeuchte (f _t) *	m³/m³	0,054
Wassergehalt bez. auf trockenes Abgas	g/m³	45,0
Dichte (n,f)	kg/m³	1,295
Dichte Kanalzustand (t,p,f)	kg/m³	0,556
Mittlerer Wurzelwert d. dyn. Druck	√Pa	3,80
mittlere Gasgeschwindigkeit	m/s	6,1
Kanalquerschnitt	m²	0,785
Hauptvolumenstrom (t,p,f)	m³/s	4,8
desgleichen stündlich (t,p,f)	m³/h	17.100
desgleichen (n,f)	m³/h	7.360
desgleichen (n,tr)	m³/h	6.960
desgleichen bei 5 Vol.-% Sauerstoff	m³/h	3.700
* entspr. Auffang-Wirkungsgrad korrigiert // Faktor Volumenstrommessung = 0,840		
t,p,f = Betriebszustand		
n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas		
n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas		

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen Verbrennungsmotoranlagen 1-3 für den Notstrombetrieb bei der Firma Buchmann GmbH in Annweiler-Sarnstall für die Messobjekte Staub, HCHO (nur Motor 3) und O₂, Berichts-Nr. 936/21255527/C

Seite 29 von 36

Berechnung des Hauptvolumenstroms im Kanal:		
Firma	Buchmann GmbH	
Anlage	Motor 2	
Messstelle	Kamin / Riengas	
Messtag	31.03.2022	
Messung	Nr.	1
Betriebszustand der Anlage		Vollast
Messbeginn	Uhr	14:10
Mittlere Abgastemperatur	°C	352
desgleichen absolut	K	625
Luftdruck	hPa	974
statische Druckdifferenz	Δ hPa	-0,83
absoluter Druck	hPa	973
Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	12,7
Bezugs-Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	5
Kohlendioxidkonzentration	Vol.-%	6,0
Abgasfeuchte (f _i) *	m³/m³	0,062
Wassergehalt bez. auf trockenes Abgas	g/m³	52,9
Dichte (n,f)	kg/m³	1,290
Dichte Kanalzustand (t,p,f)	kg/m³	0,541
Mittlerer Wurzelwert d. dyn. Druck	√Pa	4,63
mittlere Gasgeschwindigkeit	m/s	7,5
Kanalquerschnitt	m²	0,785
Hauptvolumenstrom (t,p,f)	m³/s	5,9
desgleichen stündlich (t,p,f)	m³/h	21.200
desgleichen (n,f)	m³/h	8.880
desgleichen (n,tr)	m³/h	8.320
desgleichen bei 5 Vol.-% Sauerstoff	m³/h	4.320
* entspr. Auffang-Wirkungsgrad korrigiert // Faktor Volumenstrommessung = 0,840		
t,p,f = Betriebszustand		
n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas		
n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas		

Berechnung des Hauptvolumenstroms im Kanal:		
Firma	Buchmann GmbH	
Anlage	Motor 3	
Messstelle	Kamin / Riengas	
Messtag	31.03.2022	
Messung	Nr.	1
Betriebszustand der Anlage		Vollast
Messbeginn	Uhr	16:10
Mittlere Abgastemperatur	°C	360
desgleichen absolut	K	633
Luftdruck	hPa	974
statische Druckdifferenz	Δ hPa	-0,81
absoluter Druck	hPa	973
Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	12,6
Bezugs-Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	5
Kohlendioxidkonzentration	Vol.-%	6,1
Abgasfeuchte (f _i) *	m³/m³	0,055
Wassergehalt bez. auf trockenes Abgas	g/m³	45,9
Dichte (n,f)	kg/m³	1,294
Dichte Kanalzustand (t,p,f)	kg/m³	0,536
Mittlerer Wurzelwert d. dyn. Druck	√Pa	4,60
mittlere Gasgeschwindigkeit	m/s	7,5
Kanalquerschnitt	m²	0,785
Hauptvolumenstrom (t,p,f)	m³/s	5,9
desgleichen stündlich (t,p,f)	m³/h	21.100
desgleichen (n,f)	m³/h	8.740
desgleichen (n,tr)	m³/h	8.260
desgleichen bei 5 Vol.-% Sauerstoff	m³/h	4.340
* entspr. Auffang-Wirkungsgrad korrigiert // Faktor Volumenstrommessung = 0,840		
t,p,f = Betriebszustand		
n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas		
n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas		

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen Verbrennungsmotoranlagen 1-3 für den Notstrombetrieb bei der Firma Buchmann GmbH in Annweiler-Sarnstall für die Messobjekte Staub, HCHO (nur Motor 3) und O₂, Berichts-Nr. 936/21255527/C

Seite 31 von 36

Anhang A2: Auswertung der Schadstoffmessungen

Tabelle Anhang: Auswertung der Staubemissionsmessungen

Firma		Buchmann GmbH		
Anlage	Motor 1			
Messstelle	Kamin / Riengas			
Messtag		31.03.2022	31.03.2022	31.03.2022
Messung	Nr.	1	2	3
Volumenstrom-Messung	Nr.	1	1	1
Lastzustand		Vollast	Vollast	Volllast
Messbeginn	Uhr	12:13	12:52	13:25
Messende	Uhr	12:43	13:22	13:55
HAUPTVOLUMENSTROM				
Temperatur (im Mittel)	°C	338	338	338
desgleichen absolut	K	611	611	611
Barometerstand	hPa	974	974	974
statische Druckdifferenz	hPa	-1	-1	-1
absoluter Druck im Kanal	hPa	973	973	973
Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	12,5	12,5	12,5
Bezugs-Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	5	5	5
Kohlendioxidkonzentration	Vol.-%	6,1	6,1	6,1
Feuchte (n,f)	m³/m³	0,054	0,054	0,054
Wassergehalt bez. auf trockenes Abgas	g/m³	45,0	45,0	45,0
Dichte (n,f)	kg/m³	1,295	1,295	1,295
Dichte (t,p,f)	kg/m³	0,556	0,556	0,556
Mittlerer Wurzelwert d. dyn. Drucks	√Pa	3,8	3,8	3,8
Mittlere Gasgeschwindigkeit	m/s	6,1	6,1	6,1
Kanalquerschnitt	m²	0,79	0,79	0,79
Hauptvolumenstrom (t,p,f)	m³/s	4,8	4,8	4,8
desgleichen stündlich (t,p,f)	m³/h	17.100	17.100	17.100
bz. auf Normzustand fe.(n,f)	m³/h	7.360	7.360	7.360
bz. auf Normzustand tr.(n,tr)	m³/h	6.960	6.960	6.960
ABGESAUGTES TEILGASVOLUMEN				
Dauer der Absaugung	h:min	00:30	00:30	00:30
Temperatur an der Gasuhr	°C	11,5	13,7	15,8
statischer Druck an der Gasuhr	hPa	0	0	0
Sondendurchmesser	mm	14	14	14
Teilgasvolumen (t,p,tr)	m³	0,778	0,77	0,76
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,014	1,014	1,014
bz. auf Normzustand tr.(n,tr)	m³	0,728	0,715	0,700
Isokinetisches Verhältnis	%	107	105	103
MASSENKONZENTRATION- UND STROM				
Staubmasse, Filter	mg	14,0	13,6	13,7
Staubmasse vor Filter	mg	0,58	0,56	0,56
Staubmasse, gesamt	mg	14,60	14,2	14,2
Gesamtleerprobe, Feldblindwert	mg	< 0,40	< 0,40	< 0,40
bezogen auf das Teilgasvolumen (Norm, tr)	mg/m³	< 0,55	< 0,56	< 0,57
Blindwert in Relation zum Grenzwert	%	< 1,1	< 1,1	< 1,1
Blindwert in Relation zum Messwert	%	< 3	< 3	< 3
Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol.-%	12,57	12,55	12,53
Massenstrom	kg/h	0,140	0,138	0,141
Staubkonzentration (n,f)	mg/m³	19,01	18,82	19,20
Staubkonzentration (n,tr)	mg/m³	20,1	19,9	20,3
Staubkonzentration (n,tr), bei 5 Vol.-% O2	mg/m³	38,1	37,6	38,4

t,p,f = Betriebszustand

n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas

n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas

t,p,tr = Gasuhrzustand nach Abgastrocknung



Tabelle Anhang: Auswertung der Staubemissionsmessungen

Firma		Buchmann GmbH		
Anlage		Motor 2		
Messstelle		Kamin / Riengas		
Messtag		31.03.2022	31.03.2022	31.03.2022
Messung	Nr.	1	2	3
Volumenstrom-Messung	Nr.	1	1	1
Lastzustand		Volllast	Volllast	Volllast
Messbeginn	Uhr	14:19	14:51	15:24
Messende	Uhr	14:49	15:21	15:54
HAUPTVOLUMENSTROM				
Temperatur (im Mittel)	°C	352	352	352
desgleichen absolut	K	625	625	625
Barometerstand	hPa	974	974	974
statische Druckdifferenz	hPa	-1	-1	-1
absoluter Druck im Kanal	hPa	973	973	973
Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	12,7	12,7	12,7
Bezugs-Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	5	5	5
Kohlendioxidkonzentration	Vol.-%	6,0	6,0	6,0
Feuchte (n,f)	m³/m³	0,062	0,062	0,062
Wassergehalt bez. auf trockenes Abgas	g/m³	52,9	52,9	52,9
Dichte (n,f)	kg/m³	1,290	1,290	1,290
Dichte (t,p,f)	kg/m³	0,541	0,541	0,541
Mittlerer Wurzelwert d. dyn. Drucks	√Pa	4,6	4,6	4,6
Mittlere Gasgeschwindigkeit	m/s	7,5	7,5	7,5
Kanalquerschnitt	m²	0,79	0,79	0,79
Hauptvolumenstrom (t,p,f)	m³/s	5,9	5,9	5,9
desgleichen stündlich (t,p,f)	m³/h	21.200	21.200	21.200
bz. auf Normzustand fe.(n,f)	m³/h	8.880	8.880	8.880
bz. auf Normzustand tr.(n,tr)	m³/h	8.320	8.320	8.320
ABGESAUGTES TEILGASVOLUMEN				
Dauer der Absaugung	h:min	00:30	00:30	00:30
Temperatur an der Gasuhr	°C	15	15	15
statischer Druck an der Gasuhr	hPa	0	0	0
Sondendurchmesser	mm	13	13	13
Teilgasvolumen (t,p,tr)	m³	0,795	0,815	0,78
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,014	1,014	1,014
bz. auf Normzustand tr.(n,tr)	m³	0,735	0,753	0,721
Isokinetisches Verhältnis	%	104	107	103
MASSENKONZENTRATION- UND STROM				
Staubmasse, Filter	mg	18,2	17,9	15,6
Staubmasse vor Filter	mg	0,63	0,62	0,54
Staubmasse, gesamt	mg	18,87	18,5	16,2
Gesamtleerprobe, Feldblindwert	mg	< 0,40	< 0,40	< 0,40
bezogen auf das Teilgasvolumen (Norm, tr)	mg/m³	< 0,54	< 0,53	< 0,55
Blindwert in Relation zum Grenzwert	%	< 1,1	< 1,1	< 1,1
Blindwert in Relation zum Messwert	%	< 2	< 2	< 2
Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol.-%	12,66	12,63	12,64
Massenstrom	kg/h	0,214	0,204	0,186
Staubkonzentration (n,f)	mg/m³	24,09	23,06	20,99
Staubkonzentration (n,tr)	mg/m³	25,7	24,6	22,4
Staubkonzentration (n,tr), bei 5 Vol.-% O2	mg/m³	49,3	47,0	42,9

t,p,f = Betriebszustand

n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas

n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas

t,p,tr = Gasuhrzustand nach Abgastrocknung

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen Verbrennungsmotoranlagen 1-3 für den Notstrombetrieb bei der Firma Buchmann GmbH in Annweiler-Sarnstall für die Messobjekte Staub, HCHO (nur Motor 3) und O₂, Berichts-Nr. 936/21255527/C

Seite 33 von 36

Tabelle Anhang: Auswertung der Staubemissionsmessungen

Firma		Buchmann GmbH		
Anlage		Motor 3		
Messstelle		Kamin / Riengas		
Messtag		31.03.2022	31.03.2022	31.03.2022
Messung	Nr.	1	2	3
Volumenstrom-Messung	Nr.	1	1	1
Lastzustand		Volllast	Volllast	Volllast
Messbeginn	Uhr	16:24	17:00	17:32
Messende	Uhr	16:54	17:30	18:02
HAUPTVOLUMENSTROM				
Temperatur (im Mittel)	°C	360	360	360
desgleichen absolut	K	633	633	633
Barometerstand	hPa	974	974	974
statische Druckdifferenz	hPa	-1	-1	-1
absoluter Druck im Kanal	hPa	973	973	973
Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	12,6	12,6	12,6
Bezugs-Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	5	5	5
Kohlendioxidkonzentration	Vol.-%	6,1	6,1	6,1
Feuchte (n,f)	m³/m³	0,055	0,055	0,055
Wassergehalt bez. auf trockenes Abgas	g/m³	45,9	45,9	45,9
Dichte (n,f)	kg/m³	1,294	1,294	1,294
Dichte (t,p,f)	kg/m³	0,536	0,536	0,536
Mittlerer Wurzelwert d. dyn. Drucks	√Pa	4,6	4,6	4,6
Mittlere Gasgeschwindigkeit	m/s	7,5	7,5	7,5
Kanalquerschnitt	m²	0,79	0,79	0,79
Hauptvolumenstrom (t,p,f)	m³/s	5,9	5,9	5,9
desgleichen stündlich (t,p,f)	m³/h	21.100	21.100	21.100
bz. auf Normzustand fe.(n,f)	m³/h	8.740	8.740	8.740
bz. auf Normzustand tr.(n,tr)	m³/h	8.260	8.260	8.260
ABGESAUGTES TEILGASVOLUMEN				
Dauer der Absaugung	h:min	00:30	00:30	00:30
Temperatur an der Gasuhr	°C	15	15	15
statischer Druck an der Gasuhr	hPa	0	0	0
Sondendurchmesser	mm	13	13	13
Teilgasvolumen (t,p,tr)	m³	0,78	0,775	0,782
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,014	1,014	1,014
bz. auf Normzustand tr.(n,tr)	m³	0,721	0,716	0,723
Isokinetisches Verhältnis	%	103	103	104
MASSENKONZENTRATION- UND STROM				
Staubmasse, Filter	mg	22,3	18,4	18,5
Staubmasse vor Filter	mg	0,98	0,81	0,81
Staubmasse, gesamt	mg	23,32	19,2	19,3
Gesamtleerprobe, Feldblindwert	mg	< 0,40	< 0,40	< 0,40
bezogen auf das Teilgasvolumen (Norm, tr)	mg/m³	< 0,56	< 0,56	< 0,55
Blindwert in Relation zum Grenzwert	%	< 1,1	< 1,1	< 1,1
Blindwert in Relation zum Messwert	%	< 2	< 2	< 2
Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol.-%	12,58	12,56	12,56
Massenstrom	kg/h	0,267	0,222	0,221
Staubkonzentration (n,f)	mg/m³	30,54	25,44	25,34
Staubkonzentration (n,tr)	mg/m³	32,3	26,9	26,8
Staubkonzentration (n,tr), bei 5 Vol.-% O ₂	mg/m³	61,5	50,9	50,7

t,p,f = Betriebszustand

n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas

n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas

t,p,tr = Gasuhrzustand nach Abgastrocknung

Tabelle Anhang: Bestimmung der Emissionen an Formaldehyd

Firma	Buchmann GmbH			
Anlage	Motor 3			
Messstag		31.03.2022	31.03.2022	31.03.2022
Messung Nr.		1	2	3
Betriebszustand		Vollast	Vollast	Vollast
Messbeginn	Uhr	16:24	17:00	17:32
Messende	Uhr	16:54	17:30	18:02
Abgesaugtes Teilgasvolumen	trockene Gasuhr			
Dauer der Absaugung	h:min	00:30	00:30	00:30
Stand der Gasuhr am Ende	m³	0,0123	0,0128	0,0128
Stand der Gasuhr am Anfang	m³	0,0000	0,0000	0,0000
Abges. Teilgasvolumen (t,p,tr)	m³	0,0123	0,0128	0,0128
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,008	1,008	1,008
Mittl. Temperatur an der Gasuhr	°C	11	11,5	11,5
Desgl. in abs. Temperaturgraden	K	284	285	285
Barometerstand	hPa	974	974	974
Stat. Druckdifferenz an der Gasuhr	hPa	0	0	0
Wasserdampfpartialdruck	hPa	13	14	14
Korr. Druck an der Gasuhr	hPa	974	974	974
Abges. Teilgasvolumen (n,tr)	m³	0,0115	0,0119	0,0119
Massenkonzentration und -strom				
gefundene Masse Formaldehyd in der Probe	µg	29	34	27
Masse, Feldblindwert	µg	< 2	< 2	< 2
bezogen auf das Teilgasvolumen (ntr)	mg/m³	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Blindwert in Relation zum Grenzwert	%	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Blindwert in Relation zum Messwert	%	< 7,9	< 7,0	< 8,8
Formaldehyd-Massenkonzentration (n,tr)	mg/m³	2,53	2,86	2,27
Hauptvolumenstrom (n,tr)	m³/h	8,260	8,260	8,260
Massenstrom	kg/h	0,0209	0,0236	0,0187
Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol.-%	12,58	12,56	12,56
Bezugssauerstoffgehalt	Vol.-%	5	5	5
Massenkonzentration (n,tr), 5 Vol.-% O ₂	mg/m³	4,81	5,41	4,30

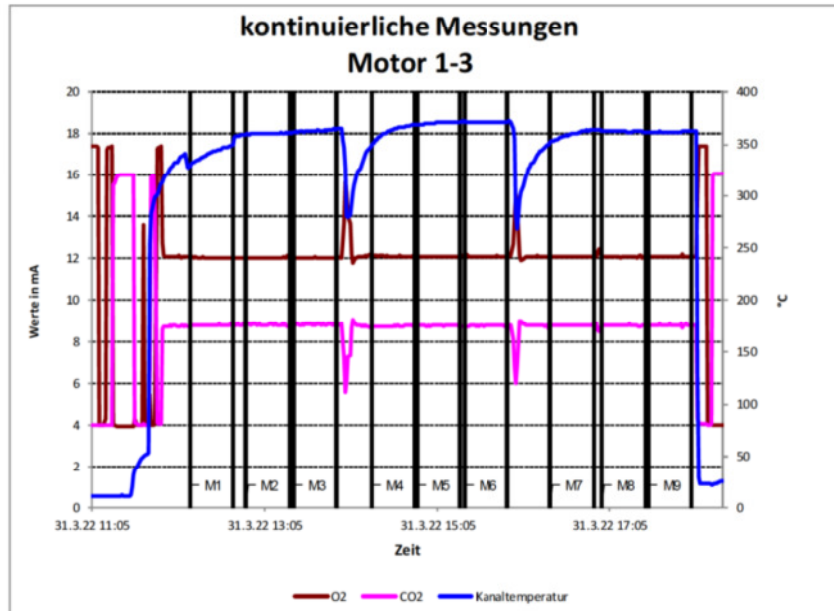
Die Analyse der beiden Ab-/Adsorptionseinheiten ergab einen Formaldehyd-Anteil von 61,8 % in der 1. bzw. 38,2 % in der 2. Einheit.

t,p,tr = bezogen auf Betriebszustand ohne Feuchteanteil

n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas

n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas

Anhang A3: Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten



Nr.	Messung	von	bis	Betrieb
1	M1	12:13	12:43	Volllast Motor 1
2	M2	12:52	13:22	Volllast Motor 1
3	M3	13:25	13:55	Volllast Motor 1
4	M4	14:19	14:49	Volllast Motor 2
5	M5	14:51	15:21	Volllast Motor 2
6	M6	15:24	15:54	Volllast Motor 2
7	M7	16:24	16:54	Volllast Motor 3
8	M8	17:00	17:30	Volllast Motor 3
9	M9	17:32	18:02	Volllast Motor 3

Anhang A4: Abkürzungen

Abkürzungen

Staub	Gesamtstaub
HCHO	Formaldehyd
O ₂	Sauerstoff
CO ₂	Kohlenstoffdioxid

TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen Verbrennungsmotoranlagen 2 & 3 bei der Firma Buchmann GmbH in Annweiler für die Messobjekte Staub und O₂

TÜV-Bericht Nr.: 936/21256707/C
Köln, 10.01.2023

www.umwelt-tuv.de



tre-service@de.tuv.com

**Die TÜV Rheinland Energy GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz
für die Arbeitsgebiete:**

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Emissionen von Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Feuerraummessungen;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung
- Bestimmung der Schornsteinhöhen und Immissionsprognosen für Schadstoffe und Geruchsstoffe;
- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen und Vibrationen, Bestimmung von Schallleistungspegeln und Durchführung von Schallmessungen an Windenergieanlagen

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung hat die DAkkS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

**TÜV Rheinland Energy GmbH
D-51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-5200, Fax: 0221 806-1349**

1033597_2022_936_21256707C.docx

Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage D-PL-11120-02-00 festgelegten Umfang.

Leerseite



Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen Verbrennungsmotoranlagen 2 & 3 bei der Firma Buchmann GmbH in Annweiler für die Messobjekte Staub und O₂

Name der nach § 29b BImSchG bekannt gegebenen Stelle:	TÜV Rheinland Energy GmbH
Befristung der Bekanntgabe:	06.03.2023
Berichtsnummer / Datum:	936/21256707/C 10.01.2023
Betreiber:	Buchmann GmbH Wasgaustraße 5 76855 Annweiler
Standort:	Buchmann GmbH Wasgaustraße 5 76855 Annweiler
Kundennummer:	1033597
Messtermin:	21.10.2022
Berichtsumfang:	insgesamt 28 Seiten Anhang ab Seite 21

Leerseite

Zusammenfassung

Anlage:	Verbrennungsmotoranlage für den Einsatz von Dieselmotoren im Notstrombetrieb
Quellennummer:	Verbrennungsmotor 2 & 3
Anlagenzustand:	Es wurden je Motor 3 Einzelmessungen bei maximal möglicher Leistung (Vollast) vorgenommen. Der angegebene maximale Messwert beschreibt den höchsten Wert aus allen Messungen.

Messkomponente y	Einheit	Maximaler Messwert $y_{\max}$ bezogen auf Bezugswert	Erw. Messunsicherheit ($U_{p, 0,95}$)	$y_{\max} - U_{0,95}$	$y_{\max} + U_{0,95}$	Grenzwert
Verbrennungsmotor 2						
Staub	mg/m ³	43,3	4,1	39	47	50
O ₂ , Bezugswert	Vol.-%	-	-	-	-	5
Verbrennungsmotor 3						
Staub	mg/m ³	50,4	4,8	46	55	50
O ₂ , Bezugswert	Vol.-%	-	-	-	-	5

Die Emissionswerte beziehen sich auf wasserdampffreies Abgas im Normzustand (273 K, 101,3 kPa) und den oben angegebenen Sauerstoffbezugswert.

Da die Verbrennungsmotoren ausschließlich für den Notbetrieb konzipiert sind, ist der bestimmungsgemäße Zustand der Anlagen bei Vollast. Dieses entspricht einer Auslastung von 100 %.

Leerseite

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung	5
1 Messaufgabe	7
1.1 Auftraggeber:	7
1.2 Betreiber:	7
1.3 Standort:	7
1.4 Anlage:	7
1.5 Datum der Messung:	7
1.6 Anlass der Messung:	7
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:	7
2 Beschreibung der Anlage / gehandhabte Stoffe	9
2.1 Bezeichnung der Anlage:	9
2.2 Beschreibung der Anlage	9
2.3 Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben	10
2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe:	10
2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben	10
2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen	10
3 Beschreibung der Probenahmestelle	11
3.1 Lage des Messquerschnittes	11
3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt	12
4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte	13
4.1 Abgasrandbedingungen	13
4.2 Automatische Messverfahren	14
4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen	15
4.4 Messverfahren für partikelförmige Emissionen	15
4.5 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe	16
4.6 Geruchsemissionen	16
5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen	17
5.1 Anlage	17
5.2 Abgasreinigungsanlagen	17
6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	18
6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen	18
6.2 Messergebnisse	18
6.3 Messunsicherheiten	20
6.4 Diskussion der Ergebnisse	20
7 Übersicht über den Anhang	20



TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Seite 6 von 28

TÜV Rheinland Energy GmbH
Luftreinhaltung

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen
Verbrennungsmotoranlagen 2 & 3 bei der Firma Buchmann GmbH in Annweiler für
die Messobjekte Staub und O₂, Berichts-Nr.: 936/21256707/C

Leerseite

1 Messaufgabe

- 1.1 Auftraggeber:** Buchmann GmbH
Wasgaustraße 5
76855 Annweiler
- 1.2 Betreiber:** Buchmann GmbH
Wasgaustraße 5
76855 Annweiler
- Ansprechpartner:** [REDACTED]
Telefon: [REDACTED]
- 1.3 Standort:** Buchmann GmbH
Wasgaustraße 5
76855 Annweiler
- 1.4 Anlage:** Verbrennungsmotoranlage gemäß Nr.
1.2.3.2, des Anhangs 1 zur 4. BImSchV
- Betriebstätten- oder Arbeitsstätten-Nr.:** keine Angaben
- Anlagen-Nr. gemäß Genehmigung:** keine Angaben
- 1.5 Datum der Messung:** 21.10.2022 (Wiederholungsmessung)
- Datum der letzten Messung:** 31.03.2022
- Datum der nächsten Messung:** 2023
- 1.6 Anlass der Messung:** Messungen zur Überprüfung der Einhaltung
der Emissionsbegrenzungen
- Genehmigungsbehörde:** Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
- Genehmigungsbescheid, Az.:** 23/5/5.1/2020/0096 GRO vom 20.0.2020
- Grenzwerte:** siehe Zusammenfassung
- Amtliche Messung:** ja
- 1.8 Messkomponenten und Messgrößen:** Staub und O₂ sowie CO₂, Feuchte, Volumen-
strom, Druck und Temperatur
- 1.9 Ortsbesichtigung vor
Messdurchführung:** ☐ durchgeführt am
- ☒ nicht durchgeführt, weil die Messstelle
aus vorherigen Messungen bereits be-
kannt ist
- 1.10 Messplanabstimmung:** mit dem Betreiber; die länderspezifische An-
meldung wurde am 19.09.2022 an die Fach-
behörde versendet
- 1.11 An der Messung beteiligte Personen:** [REDACTED]
- weiteres fachkundiges Personal:** [REDACTED]
- 1.12 Beteiligung weiterer Institute:** keine
- 1.13 Fachlich Verantwortliche:** [REDACTED]
Gruppe I Nr. 1 (G, P, Sp)
gemäß Anlage 1 zur 41. BImSchV



TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

TÜV Rheinland Energy GmbH
Luftreinhaltung

Seite 8 von 28

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen
Verbrennungsmotoranlagen 2 & 3 bei der Firma Buchmann GmbH in Annweiler für
die Messobjekte Staub und O₂, Berichts-Nr.: 936/21256707/C

Telefon-Nr.:

Email-Adresse:



2 Beschreibung der Anlage / gehandhabte Stoffe

2.1 **Bezeichnung der Anlage:** Notstromaggregate für den Einsatz von Dieselmotoren

2.2 Beschreibung der Anlage

Grundlegendes:

Die Firma Buchmann GmbH betreibt am Standort Annweiler-Sarnstall eine Produktionsstätte für Papier. Damit der reibungslose Betrieb gewährleistet werden kann, benötigen die Anlagen für die Papierherstellung eine kontinuierliche Stromversorgung. Diese Stromversorgung wird über das örtliche Stromnetz gewährleistet. Bei gelegentlichen Witterungsereignissen kam es jedoch in der Vergangenheit zu Unterbrechungen der Stromversorgung. Dieses war der Fall bei Unwetterlagen, wobei umstürzende Bäume aus dem Pfälzerwald die Netzleitungen beschädigten.

Damit der Betrieb der Anlagen zur Herstellung von Papier autark der Witterung stattfinden kann, wurden 3 Verbrennungsmotoren installiert, welche im Inselbetrieb den Ausfall der örtlichen Stromversorgung kompensieren sollen.

Anlagen:

Die 3 Verbrennungsmotoren stehen parallel zueinander im Aufstellraum. Einzelheiten zu den Motoren sind aus der Tabelle unten zu entnehmen.

Verbrennungsluftversorgung:

Die Verbrennungsluftversorgung wird über den Aufstellraum bezogen. Damit eine permanente Verbrennungsluft gewährleistet werden kann, wird diese über einen Zuluftkanal (Ø 800 mm) sichergestellt. Weitere Informationen zum Zuluftkanal sind aus der Tabelle unten zu entnehmen.

Abgasanlage:

Die Abgasanlage besteht aus einem waagegerechten Teil (Verbindungsstück sowie Sammelstück) und einem senkrechten Teil (Schornstein). Die Emissionen der einzelnen Verbrennungsmotoren werden über die jeweiligen Verbindungsstücke in ein Sammelstück geleitet. Das Sammelstück mündet in den Schornstein, welcher sich außerhalb des Aufstellraumes befindet.

Anzahl der Einzelanlagen:	3
Motorbauart:	Mehrzylindriger Hubkolbenmotor
Hersteller:	MWM
Typ:	██████████
Fabr.-Nr.:	████████████████████ ████████████████████ ████████████████████
Baujahr:	nicht bekannt, Aufstellung am Standort 2020
Brennstoff:	Dieselmotoren
Heizwert Hu:	████
Elektrische Leistung in kW:	████
Feuerungswärmeleistung in MW:	████

Katalysator

Bauart:	Oxidationskatalysator (Magergasmotor)
Hersteller:	Aprovis Energy Systems GmbH
Typ:	██
Volumen:	████████████████
Zellenzahl:	████████
Baujahr:	████



Letzter Katalysatorwechsel:	neu seit Errichtung
Bauart:	Synchrongenerator
Hersteller:	AVK
Typ:	[REDACTED]
Fabr.-Nr.:	[REDACTED]
	[REDACTED]
	[REDACTED]
Baujahr:	nicht bekannt, Aufstellung am Standort 2020
Zuluftgebläse	
Hersteller:	Babcock - BSH
Fabr.-Nr.:	[REDACTED]
Typ:	[REDACTED]
Baujahr:	1983
Volumenstrom:	58 000

2.3 Beschreibung der Emissionsquellen nach Betreiberangaben

Bezeichnung der Emissionsquelle:	Kamin
Höhe über Grund:	21 m
UTM-Koordinaten:	Z: 32U E: 422514 N: 5451438
Bauausführung:	Stahl

2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe:

Dieselskraftstoff

2.5 Betriebszeiten nach Betreiberangaben

Gesamtbetriebszeit:	max. 300 h/a, in Abhängigkeit der Unwetterlage
---------------------	--

2.6 Einrichtung zur Erfassung und Minderung der Emissionen

2.6.1	Einrichtung zur Erfassung der Emissionen	geschlossene Anlage mit gerichteter Emissionsquelle
2.6.1.2	Ventilator Kenndaten:	nicht zutreffend
2.6.2	Einrichtung zur Verminderung der Emissionen:	zur Emissionsminderung ist ein Katalysator vorhanden (s. unter Kapitel 2.2)
2.6.3	Einrichtung zur Verdünnung des Abgases:	keine

3 Beschreibung der Probenahmestelle

3.1 Lage des Messquerschnittes

3.1.1 Lage und Abmessungen

Die Messstelle befindet sich am senkrechten Kamin in einer höheren Ebene, ca. 3,5 m über dem Bodenniveau (Hangseite). Diese Messstellenebene ist über eine Leiter zu erreichen.

Abmessungen des Messquerschnittes: Ø 100 cm

gerade Einlaufstrecke: 11 m

gerade Auslaufstrecke: 10 m

Strecke bis zur Mündung: 10 m

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

3.1.2 Arbeitsfläche und Messbühne

Die Arbeitsfläche ist ausreichend groß und die Messöffnungen sind gefahrlos zu erreichen. Eine ausreichende Rückenfreiheit zum Einführen der Entnahmesonden ist gegeben. Ein Wetterschutz ist sowohl an den Messöffnungen als auch am Aufstellort vorhanden.

3.1.3 Messöffnungen:

Anzahl der Messöffnungen: 1

Lichter Durchmesser: 3"

Stützenlänge: 20 cm

3.1.4 Strömungsbedingungen im Messquerschnitt

Winkel zwischen Gasstrom/Mittelachse Abgaskanal < 15°: erfüllt

keine negative lokale Strömung: erfüllt

Verhältnis von höchster zu niedrigster Geschwindigkeit < 3:1: erfüllt

Mindestgeschwindigkeit (in Abhängigkeit vom verwendeten Messverfahren): erfüllt

3.1.5 Zusammenfassende Beurteilung der Messbedingungen

Messbedingungen nach DIN EN 15259: Es steht nur eine Messachse zur Verfügung, die Anforderungen werden im untersuchten Teilabschnitt eingehalten.

ergriffene Maßnahmen: Die Messpunkteanzahl wurde von 4 auf 8 erhöht, da nur eine Messachse zum Zeitpunkt der Messung zur Verfügung stand.

zu erwartende Auswirkungen auf das Ergebnis:

Da sich die Mess-stelle im senkrechten Teil der Abgasanlage befindet mit einer Einlaufstrecke von ca. 11 m, ist von einer guten Durchmischung der Abgase auszugehen. Die Anzahl der Messpunkte wurde erhöht und auf die eine Achse gelegt. Da die andere Achse nicht zugänglich ist, kann ein Einfluss auf die Messunsicherheit nicht ausgeschlossen werden. Dieser Einfluss lässt sich jedoch nicht quantifizieren.

Empfehlungen und Hinweise zur Verbesserung der Messbedingungen:

Installierung einer zweiten Messachse, in der gleichen Ebene, um 90° versetzt.

3.2 Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

3.2.1 Darstellung der Lage der Messpunkte im Messquerschnitt:

Achsen: 1
Messpunkte je Achse: 8
Abstand der Messpunkte vom Kanalrand: 5, 11, 19, 32, 68, 81, 90, 95

3.2.2 **Homogenitätsprüfung:** nicht durchgeführt, weil Netzmessungen vorgenommen wurden

3.2.3 Komponentenspezifische Darstellung

Messkomponente	Anzahl der Messachsen	Anzahl der Messpunkte je Messachse	Homogenitätsprüfung durchgeführt	Beliebiger Messpunkt	Repräsentativer Messpunkt
O ₂	s. 3.2.1	s. 3.2.1	☐	☐	☐
CO ₂	s. 3.2.1	s. 3.2.1	☐	☐	☐
partikelförmige Komponenten	s. 3.2.1	s. 3.2.1	☐	☐	☐
Geschwindigkeit	s. 3.2.1	s. 3.2.1	☐	☐	☐

4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte

4.1 Abgasrandbedingungen

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

Ermittlungsmethode:	Staudrucksonde mit Mikromanometer
Messverfahren:	DIN EN ISO 16911, Juni 2013
Messeinrichtung:	SI Special Instruments / LPU 3 Profi
Messbereich:	0 - 5000 Pa
Berechnungsverfahren:	gemäß DIN EN ISO 16911 ohne Berücksichtigung von Wandeffekten
kontinuierliche Ermittlung:	nein

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin:	Manometer nach 4.1.1
--	----------------------

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle

Messeinrichtung:	Greisinger / GPB 3300
------------------	-----------------------

4.1.4 Abgastemperatur:

Messeinrichtung:	NiCr-/Ni-Thermoelement, Typ K
Messbereich:	Messdatenerfassung wie in 4.2.1.8
Messbereich:	0 – 1370°C
kontinuierliche Ermittlung:	ja

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte)

Messverfahren:	Adsorption an Silikagel und nachfolgende gravimetrische Bestimmung gemäß DIN EN 14790, Mai 2017
Messeinrichtung:	Kern / 474-42
Messbereich:	0 - 4200 g

4.1.6 Abgasdichte:

berechnet unter Berücksichtigung der Abgasbestandteile an Sauerstoff (O₂), Kohlendioxid (CO₂), Stickstoff (mit 0,933 % Argon), Abgasfeuchte (Wasserdampfanteil im Abgas) sowie der Abgastemperatur und Druckverhältnisse im Kanal

4.1.7 Abgasverdünnung:

nicht festgestellt

4.1.8 Volumenstrom

mittlere Abgasgeschwindigkeit:	s. 4.1.1
Querschnittsfläche:	Längenmessung der Messachsen und Stützen mit einer Messstange, Abmessen der Messstange mit Gliedermaßstab
Fläche der Volumenstrommesseinrichtung zu Querschnittsfläche:	< 5 %

4.2 Automatische Messverfahren

4.2.1 Messkomponente:

Sauerstoff (O₂)

4.2.1.1 Messverfahren:

Bestimmung der Volumenkonzentration von Sauerstoff, Standardreferenzverfahren: Paramagnetismus gemäß DIN EN 14789, Mai 2017

4.2.1.2 Analysator:

Horiba / PG-350 E Zertifizierung nach DIN EN 15267-3, Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert

4.2.1.3 eingestellter Messbereich in Vol.-%:

0 - 25

4.2.1.4 Gerätetyp eignungsgeprüft:

siehe unter 4.2.1.2

4.2.1 Messkomponente:

Kohlendioxid (CO₂)

4.2.1.1 Messverfahren:

NDIR / Hausverfahren in Anlehnung an DIN EN 15058, Mai 2017

4.2.1.2 Analysator:

Horiba / PG-350 E Zertifizierung nach DIN EN 15267-3, Einsatzfähigkeit des Geräts für den mobilen Einsatz wurde verifiziert

4.2.1.3 eingestellter Messbereich in Vol.-%:

0 - 20

4.2.1.4 Gerätetyp eignungsgeprüft:

siehe unter 4.2.1.2

Beschreibung für O₂ und CO₂ von 4.2.1.5 bis 4.2.1.9

4.2.1.5 Probenahme und Probenaufbereitung

Entnahmesonde:

Edelstahl, beheizt durch Abgas

maximale Eintauchtiefe in m:

0,95

Staubfilter:

Quarzwatte, beheizt durch Abgas

Probengasleitung vor Gasaufbereitung:

beheizt auf °C

180

Probengasleitung vor Gasaufbereitung:

Länge in m:

15

Probengasleitung nach Gasaufbereitung:

Länge in m:

5

Messgasaufbereitung

Messgaskühler

M & C / PSS 5

Temperatur geregelt auf:

≤ 4°C

4.2.1.6 Überprüfen von Null- und Referenzpunkt mit Prüfgasen

Nullgas:

N₂

N₂

Prüfgas:

O₂, Außenluft

CO₂ in N₂

Konzentration:

in Vol.-%

20,94

15,34

Unsicherheit:

in %

-

2

Flaschen ID-Nummer:

-

16907

Hersteller:

-

Nippon Gases

Herstelldatum:

-

13.10.2020

Stabilitätsgarantie in Monaten:

-

60

rückführbar zertifiziert:

-

ja

Überprüfung des Zertifikates durch:

-

TÜV Rheinland

am:

-

10.12.2020

4.2.1.7 90%-Einstellzeit des gesamten Messaufbaus

Ermittelt durch Aufgabe von
Prüfgas in die Entnahmesonde: 55 s

4.2.1.8 Registrierung der Messwerte

mit einer Messwerterfassungsanlage
(Rechner), Fabrikat / Typ: Yokogawa / MV 1012

Erfassungsprogramm (Software): Yokogawa / Excel

4.2.1.9 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Dichtheitsprüfung (Abweichung < 2,0%) durch
Prüfung von Null- und Referenzpunkt über das
gesamte System

Ergebnis der Überprüfung des Nullpunkts und
des Referenzpunkts nach der Messung:

Komponente	Drift am Nullpunkt	Drift am Re- ferenzpunkt
O ₂	< 2,0 %	< 2,0 %
CO ₂	< 2,0 %	< 2,0 %

Eine rechnerische Berücksichtigung der Null-
und Referenzpunktdrift war nicht erforderlich.

4.3 Manuelle Messverfahren für gas- und dampfförmige Emissionen

nicht zutreffend

4.4 Messverfahren für partikelförmige Emissionen

4.4.1 Messkomponente:

Gesamtstaub

4.4.1.1 Messverfahren:

Ermittlung der Staubmasse bei geringen
Staubgehalten;
manuelles gravimetrisches Verfahren gemäß
DIN EN 13284, Teil 1, April 2002

4.4.1.2 Probenahme und Probenaufbereitung

Rückhaltesystem für partikelförmige Stoffe

Filtergerät: Planfilterkopfgerät

Anordnung: Instack mit Krümmer zwischen Entnahme-
sonde und Filtergehäuse

Filtrationstemperatur in °C: ca. 380°C (Abgastemperatur)

Wirkdurchmesser Entnahmesonde: siehe Tabelle, Anhang 2

Material Entnahmesonde: Titan

Material Absaugrohr: Edelstahl

Material Filter: Quarzfaser

Filterdurchmesser: 50 mm

Absorptionssysteme für filtergängige Stoffe: nicht zutreffend

Absaugeinrichtung: Drehschieberpumpe, mind. 6 m³/h
mit Gaszähler G4

Dichtheitsprüfung: Undichtigkeit < 2 % des Probenahme-volu-
menstromes

4.4.1.3 Behandlung der Filter und der Ablagerungen

	Trocknungstemperatur / -zeit	
	vor der Beaufschlagung:	600 °C / mind. 1 h
	nach der Beaufschlagung:	160 °C / mind. 1 h
	Rückgewinnung von Ablagerungen	nach jeder Messreihe
	vor dem Filter:	(mindestens einmal pro Tag)
	Konditionierung im Wägebraum (vor / nach):	24 h / 24 h (klimatisierter Wägebraum)
	Waage / Hersteller:	XPE 205 / Mettler Toledo / 0 - 220 g
	Bestimmungsgrenze:	0,3 mg $\hat{=}$ 0,3 mg/m ³ bei 1 m ³ Probengasvolumen
4.4.1.4	Aufbereitung und Analyse der Filter und Absorptionslösungen:	nicht zutreffend
	Die Angaben zur Einhaltung der isokinetischen Bedingungen finden sich in Anhang 2.	
4.5	Besondere hochtoxische Abgasinhalts- stoffe	nicht zutreffend
4.6	Geruchsemissionen	nicht zutreffend

5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen

5.1 Anlage

Betriebsweise:	Beide Verbrennungsmotoren wurden mit Voll- last (am Tag der Messung vorgefundenen maximalen Anlagenleistung) betrieben.
Durchsatz / Leistung:	Die Leistung ist anhand der abgegebenen elektrischen Energie nachvollziehbar.
Einsatzstoffe / Brennstoffe:	Diesel
Produkte:	Strom
charakteristische Betriebsgrößen:	Zustand und Alter des Katalysators Laufzeit der Verbrennungsmotoren. Die nach- stehende Tabelle umfasst weitere Daten zu den Betriebsgrößen

Verbrennungsmotor-Nr.:	2	3
Betriebsstunden:	323,7	216,2
elektrische Leistung MW:	1,08	1,08
Abgastemperatur vor Kat.:	460	500

Abweichungen von genehmigter bzw. be-
stimmungsgemäßer Betriebsweise: nicht festgestellt

besondere Vorkommnisse: keine

5.2 Abgasreinigungsanlagen

Oxidationskatalysator

Betriebsdaten:	Temperatur vor Kat.
Betriebstemperaturen:	Siehe Tabelle in Kapitel 5.1
emissionsbeeinflussende Parameter:	Alter und Zustand des Katalysators
Besonderheiten der Abgasreinigung:	Ausführung ohne Anbauten / Schnellwechsel- gehäuse

Abweichungen von bestimmungs-
gemäßer Betriebsweise: nicht festgestellt

besondere Vorkommnisse: keine

Die Aufzeichnungen des Betriebes über die Abgasreinigungsanlage befinden sich im An-
hang.

6 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen

Während der Messungen wurden die Anlagen im bestimmungsgemäßen Betrieb bei einer Leistung von 100 % betrieben (siehe Abschnitt 6.2).

Die Emissionsmessungen erfolgten als Netzmessung (siehe Abschnitt 3.3.1) auf einer Ebene. Da nur eine Messöffnung vorhanden ist wurde die Anzahl der Messpunkte von 4 auf 8 erhöht und auf eine Achse gelegt. Aufgrund der langen Einlaufstrecke kann jedoch von einer sehr guten Durchmischung der Abgase ausgegangen werden. Die Strömungsverteilung erwies sich als gleichmäßig.

Die Betriebsbedingungen während der Messungen entsprachen dem Zustand der höchsten Emissionen.

6.2 Messergebnisse

Betriebs- und Abgasbedingungen sowie Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen

Motor 2

Brennstoff		Heizöl EL		
Datum	2022	21.10.	21.10.	21.10.
Messzeitraum	von bis	11:03 11:33	11:35 12:05	12:11 12:41
Betriebszustand	Last	Volllast ¹⁾		
Luftdruck	hPa	988	988	988
Abgastemperatur	°C	382	383	383
O ₂ -Konzentration, trocken	Vol.-%	12,49	12,49	12,43
O ₂ -Bezugswert	Vol.-%	5	5	5
CO ₂ -Konzentration, trocken	Vol.-%	6,1	6,1	6,2
Abgasfeuchte (f)	m ³ /m ³	0,061	0,061	0,061
Abgasvolumenstrom (n,tr)	m ³ /h	8.090	8.090	8.090

Brennstoff		Heizöl EL		
Datum	2022	21.10.	21.10.	21.10.
Messzeitraum	von bis	11:03 11:33	11:35 12:05	12:11 12:41
Betriebszustand	Last	Volllast ¹⁾		
Staub-Konzentration (n, tr)	mg/m ³	22,6	23,0	21,9
Staub-Konzentration (n,tr,O ₂) ²⁾	mg/m ³	42,5	43,3	40,8
Erw. Messunsicherheit U _{0,95}	mg/m ³	4,0	4,1	3,8
Staub-Grenzwert ²⁾	mg/m ³	50		
Staub-Massenstrom	kg/h	0,183	0,187	0,177

n,tr wasserdampffreies Abgas, bezogen auf 273 K und 101,3 kPa

¹⁾ vorgefundene maximale Anlagenleistung

²⁾ bezogen auf 5 Vol.-% Sauerstoffgehalt

Motor 3

Brennstoff		Heizöl EL		
Datum	2022	21.10.	21.10.	21.10.
Messzeitraum	von	13:12	13:44	14:15
	bis	13:42	14:14	14:45
Betriebszustand	Last	Volllast ¹⁾		
Luftdruck	hPa	989	989	989
Abgastemperatur	°C	368	372	376
O ₂ -Konzentration, trocken	Vol.-%	12,33	12,28	12,22
O ₂ -Bezugswert	Vol.-%	5	5	5
CO ₂ -Konzentration, trocken	Vol.-%	6,2	6,3	6,3
Abgasfeuchte (f)	m ³ /m ³	0,062	0,062	0,062
Abgasvolumenstrom (n,tr)	m ³ /h	7.710	7.710	7.710

Brennstoff		Heizöl EL		
Datum	2022	21.10.	21.10.	21.10.
Messzeitraum	von	13:12	13:44	14:15
	bis	13:42	14:14	14:45
Betriebszustand	Last	Volllast ¹⁾		
Staub-Konzentration (n, tr)	mg/m ³	25,3	25,8	27,6
Staub-Konzentration (n,tr,O ₂) ²⁾	mg/m ³	46,7	47,3	50,4
Erw. Messunsicherheit U _{0,95}	mg/m ³	4,4	4,5	4,8
Staub-Grenzwert ²⁾	mg/m ³	50		
Staub-Massenstrom	kg/h	0,195	0,199	0,213

n,tr wasserdampffreies Abgas, bezogen auf 273 K und 101,3 kPa

¹⁾ vorgefundene maximale Anlagenleistung

²⁾ bezogen auf 5 Vol.-% Sauerstoffgehalt

Die Einzelergebnisse und Messprotokolle befinden sich im Anhang.

6.3 Messunsicherheiten

siehe unter Zusammenfassung Seite 5

Die Messunsicherheiten werden bei allen Komponenten rechnerisch ermittelt. Hierbei werden die Vorgaben der komponentenspezifischen Normen berücksichtigt. Bei diskontinuierlich gemessenen Komponenten ist die Messunsicherheit immer eine Kombination der Messunsicherheiten von Probenahme und Analytik.

6.4 Diskussion der Ergebnisse

Die Anlagenauslastung ist anhand der elektrischen Leistung von 1,08 MW nachvollziehbar.

Unter Berücksichtigung der Messgenauigkeit der angewandten Messverfahren und der vorgefundenen Betriebsweise der Anlage sind die Ergebnisse plausibel. Die ermittelten Werte sind repräsentativ für die Emissionsquelle.

Die Messergebnisse entsprechen den Ergebnissen der Vormessungen und entsprechen den Ergebnissen an vergleichbaren Anlagen.

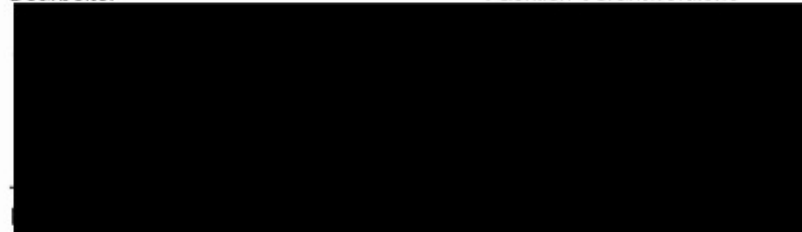
Die Messergebnisse korrelieren mit den angegebenen Betriebszuständen.

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die untersuchte Anlage im beschriebenen Zustand.

Abteilung Immissionsschutz / Luftreinhaltung (936)

Bearbeiter

Fachlich Verantwortliche



Köln, 10.01.2023

936/21256707/C

7 Übersicht über den Anhang

- A1:** Abgasrandbedingungen
- A2:** Auswertung der Schadstoffmessungen
- A3:** Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten
- A4:** Abkürzungen

Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen an den dieselbetriebenen Verbrennungsmotoranlagen 2 & 3 bei der Firma Buchmann GmbH in Annweiler für die Messobjekte Staub und O₂, Berichts-Nr. 936/21256707/C

Seite 21 von 28

Anhang A1: Abgasrandbedingungen

Motor 2

Berechnung des Hauptvolumenstroms im Kanal:		
Firma	Buchmann	
Anlage	Motor 2	
Messstelle	Reingas	
Messtag	21.10.2022	
Messung	Nr.	1
Betriebszustand der Anlage		Volllast
Messbeginn	Uhr	10:50
Mittlere Abgastemperatur	°C	381
desgleichen absolut	K	654
Luftdruck	hPa	988
statische Druckdifferenz	Δ hPa	-0,66
absoluter Druck	hPa	987
Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	12,4
Bezugs-Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	5
Kohlendioxidkonzentration	Vol.-%	6,2
Abgasfeuchte (f _i) *	m³/m³	0,061
Wassergehalt bez. auf trockenes Abgas	g/m³	51,9
Dichte (n,f)	kg/m³	1,291
Dichte Kanalzustand (t,p,f)	kg/m³	0,525
Mittlerer Wurzelwert d. dyn. Druck	√Pa	4,57
mittlere Gasgeschwindigkeit	m/s	7,5
Kanalquerschnitt	m²	0,785
Faktor Volumenstrommessung		0,84
Hauptvolumenstrom (t,p,f)	m³/s	5,9
desgleichen stündlich (t,p,f)	m³/h	21.200
desgleichen (n,f)	m³/h	8.620
desgleichen (n,tr)	m³/h	8.090
desgleichen bei 5 Vol.-% Sauerstoff	m³/h	4.350
* adsorptive Feuchtemessung entspr. Auffang-Wirkungsgrad korrigiert		
t,p,f = Betriebszustand		
n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas		
n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas		

Verteilung der Geschwindigkeiten im Messnetz

Messung Nr.	1
Last	Volllast
Einheit	m/s
Punkt 1	6,25
Punkt 2	7,22
Punkt 3	7,74
Punkt 4	7,57
Punkt 5	7,39
Punkt 6	7,57
Punkt 7	7,74
Punkt 8	7,57

Motor 3

Berechnung des Hauptvolumenstroms im Kanal:		
Firma	Buchmann	
Anlage	Motor 3	
Messstelle	Reingas	
Messstag	21.10.2022	
Messung	Nr.	1
Betriebszustand der Anlage		Vollast
Messbeginn	Uhr	13:10
Mittlere Abgastemperatur	°C	362
desgleichen absolut	K	635
Luftdruck	hPa	989
statische Druckdifferenz	Δ hPa	-0,7
absoluter Druck	hPa	988
Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	12,3
Bezugs-Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	5
Kohlendioxidkonzentration	Vol.-%	6,3
Abgasfeuchte (f _i) *	m³/m³	0,062
Wassergehalt bez. auf trockenes Abgas	g/m³	52,4
Dichte (n,f)	kg/m³	1,291
Dichte Kanalzustand (t,p,f)	kg/m³	0,542
Mittlerer Wurzelwert d. dyn. Druck	√Pa	4,29
mittlere Gasgeschwindigkeit	m/s	6,9
Kanalquerschnitt	m²	0,785
Faktor Volumenstrommessung		0,84
Hauptvolumenstrom (t,p,f)	m³/s	5,4
desgleichen stündlich (t,p,f)	m³/h	19.600
desgleichen (n,f)	m³/h	8.220
desgleichen (n,tr)	m³/h	7.710
desgleichen bei 5 Vol.-% Sauerstoff	m³/h	4.170
* adsorptive Feuchtemessung entspr. Auffang-Wirkungsgrad korrigiert		
t,p,f = Betriebszustand		
n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas		
n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas		

Verteilung der Geschwindigkeiten im Messnetz

Messung Nr.	1
Last	Vollast
Einheit	m/s
Punkt 1	6,25
Punkt 2	6,46
Punkt 3	6,85
Punkt 4	7,40
Punkt 5	7,40
Punkt 6	7,40
Punkt 7	7,22
Punkt 8	6,46

Anhang A2: Auswertung der Schadstoffmessungen

Motor 2

Tabelle Anhang: Auswertung der Staubemissionsmessungen

Firma		Buchmann		
Anlage		Motor 2		
Messstelle		Reingas		
Messtag		21.10.2022	21.10.2022	21.10.2022
Messung	Nr.	1	2	3
Volumenstrom-Messung	Nr.	1	1	1
Lastzustand		Vollast	Vollast	Vollast
Messbeginn	Uhr	11:03	11:35	12:11
Messende	Uhr	11:33	12:05	12:41
HAUPTVOLUMENSTROM				
Temperatur (im Mittel)	°C	361	361	361
desgleichen absolut	K	634	634	634
Barometerstand	hPa	988	988	988
statische Druckdifferenz	hPa	-1	-1	-1
absoluter Druck im Kanal	hPa	987	987	987
Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	12,4	12,4	12,4
Bezugs-Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	5	5	5
Kohlendioxidkonzentration	Vol.-%	6,2	6,2	6,2
Feuchte (n,f)	m³/m³	0,061	0,061	0,061
Wassergehalt bez. auf trockenes Abgas	g/m³	51,9	51,9	51,9
Dichte (n,f)	kg/m³	1,291	1,291	1,291
Dichte (t,p,f)	kg/m³	0,542	0,542	0,542
Mittlerer Wurzelwert d. dyn. Drucks	√Pa	4,6	4,6	4,6
Mittlere Gasgeschwindigkeit	m/s	7,4	7,4	7,4
Kanalquerschnitt	m²	0,79	0,79	0,79
Hauptvolumenstrom (t,p,f)	m³/s	5,8	5,8	5,8
desgleichen stündlich (t,p,f)	m³/h	20.900	20.900	20.900
bz. auf Normzustand fe.(n,f)	m³/h	8.760	8.760	8.760
bz. auf Normzustand tr.(n,tr)	m³/h	8.220	8.220	8.220
ABGESAUGTES TEILGASVOLUMEN				
Dauer der Absaugung	h:min	00:30	00:30	00:30
Temperatur an der Gasuhr	°C	20	21,25	23
statischer Druck an der Gasuhr	hPa	0	0	0
Sondendurchmesser	mm	14	14	14
Teilgasvolumen (t,p,tr)	m³	0,927	0,947	0,925
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,013	1,013	1,013
bz. auf Normzustand tr.(n,tr)	m³	0,853	0,868	0,843
Isokinetisches Verhältnis	%	106	108	105
MASSENKONZENTRATION- UND STROM				
Staubmasse, Filter	mg	18,4	19,1	17,6
Staubmasse vor Filter	mg	0,90	0,94	0,86
Staubmasse, gesamt	mg	19,30	20,0	18,5
Gesamtleerprobe, Feldblindwert	mg	< 0,40	< 0,40	< 0,40
bezogen auf das Teilgasvolumen (Norm, tr)	mg/m³	< 0,47	< 0,46	< 0,47
Blindwert in Relation zum Grenzwert	%	< 0,9	< 0,9	< 0,9
Blindwert in Relation zum Messwert	%	< 2	< 2	< 2
Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol.-%	12,49	12,49	12,43
Massenstrom	kg/h	0,186	0,190	0,180
Staubkonzentration (n,f)	mg/m³	21,21	21,68	20,55
Staubkonzentration (n,tr)	mg/m³	22,6	23,1	21,9
Staubkonzentration (n,tr), bei 5 Vol.-% O ₂	mg/m³	42,5	43,4	40,9

t,p,f = Betriebszustand

n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas

n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas

t,p,tr = Gasuhrzustand nach Abgastrocknung

In dieser Tabelle sind gerundete Rechenwerte dargestellt, so dass sich Abweichungen zur Darstellung in Kapitel 6 ergeben können.

1033597_2022_936_21256707C.docx



Motor 3

Tabelle Anhang: Auswertung der Staubemissionsmessungen

Firma		Buchmann		
Anlage		Motor 3		
Messstelle		Reingas		
Messtag		21.10.2022	21.10.2022	21.10.2022
Messung	Nr.	1	2	3
Volumenstrom-Messung	Nr.	1	1	1
Lastzustand		Vollast	Vollast	Vollast
Messbeginn	Uhr	13:12	13:44	14:15
Messende	Uhr	13:42	14:14	14:45
HAUPTVOLUMENSTROM				
Temperatur (im Mittel)	°C	362	362	362
desgleichen absolut	K	635	635	635
Barometerstand	hPa	989	989	989
statische Druckdifferenz	hPa	-1	-1	-1
absoluter Druck im Kanal	hPa	988	988	988
Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	12,3	12,3	12,3
Bezugs-Sauerstoffkonzentration	Vol.-%	5	5	5
Kohlendioxidkonzentration	Vol.-%	6,3	6,3	6,3
Feuchte (n,f)	m³/m³	0,062	0,062	0,062
Wassergehalt bez. auf trockenes Abgas	g/m³	52,4	52,4	52,4
Dichte (n,f)	kg/m³	1,291	1,291	1,291
Dichte (t,p,f)	kg/m³	0,542	0,542	0,542
Mittlerer Wurzelwert d. dyn. Drucks	√Pa	4,3	4,3	4,3
Mittlere Gasgeschwindigkeit	m/s	6,9	6,9	6,9
Kanalquerschnitt	m²	0,79	0,79	0,79
Hauptvolumenstrom (t,p,f)	m³/s	5,4	5,4	5,4
desgleichen stündlich (t,p,f)	m³/h	19.600	19.600	19.600
bz. auf Normzustand fe.(n,f)	m³/h	8.220	8.220	8.220
bz. auf Normzustand tr.(n,tr)	m³/h	7.710	7.710	7.710
ABGESAUGTES TEILGASVOLUMEN				
Dauer der Absaugung	h:min	00:30	00:30	00:30
Temperatur an der Gasuhr	°C	22,5	25	24
statischer Druck an der Gasuhr	hPa	0	0	0
Sondendurchmesser	mm	14	14	14
Teilgasvolumen (t,p,tr)	m³	0,877	0,885	0,84
Korrekturfaktor der Gasuhr		1,013	1,013	1,013
bz. auf Normzustand tr.(n,tr)	m³	0,801	0,802	0,764
Isokinetisches Verhältnis	%	106	106	101
MASSENKONZENTRATION- UND STROM				
Staubmasse, Filter	mg	19,2	19,6	20,0
Staubmasse vor Filter	mg	1,08	1,10	1,12
Staubmasse, gesamt	mg	20,28	20,7	21,1
Gesamtleerprobe, Feldblindwert	mg	< 0,40	< 0,40	< 0,40
bezogen auf das Teilgasvolumen (Norm, tr)	mg/m³	< 0,50	< 0,50	< 0,52
Blindwert in Relation zum Grenzwert	%	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Blindwert in Relation zum Messwert	%	< 2	< 2	< 2
Sauerstoffgehalt im Abgas	Vol.-%	12,332	12,28	12,22
Massenstrom	kg/h	0,195	0,199	0,213
Staubkonzentration (n,f)	mg/m³	23,74	24,21	25,99
Staubkonzentration (n,tr)	mg/m³	25,3	25,8	27,7
Staubkonzentration (n,tr), bei 5 Vol.-% O ₂	mg/m³	46,7	47,4	50,4

t,p,f = Betriebszustand

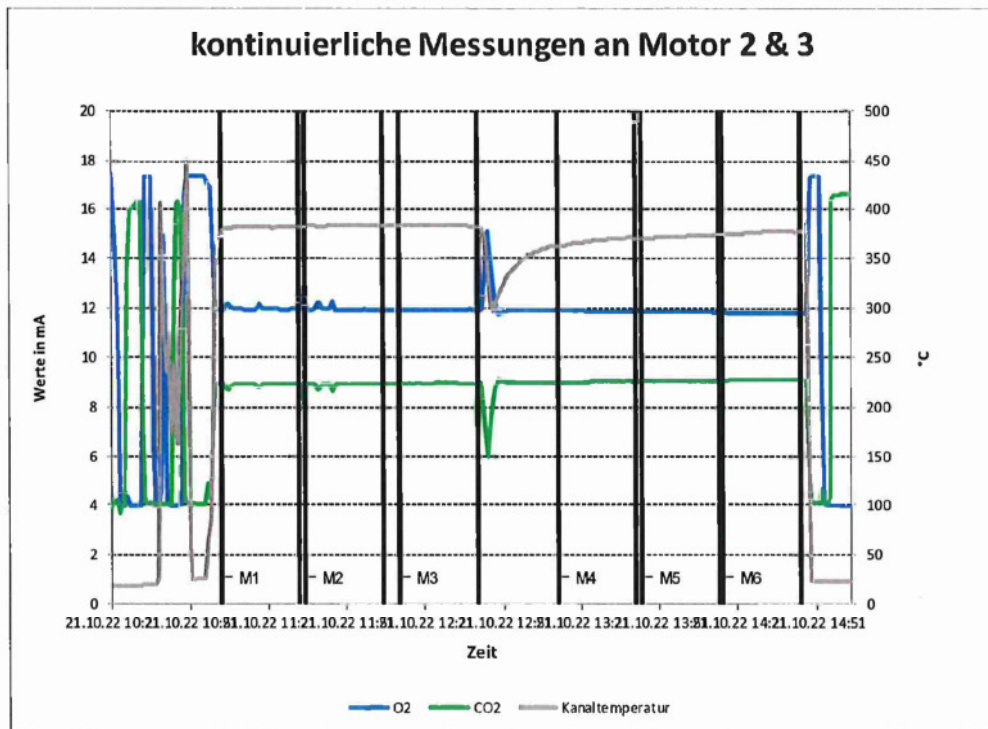
n,f = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) feuchtes Abgas

n,tr = bezogen auf Normzustand (273 K, 1013 hPa) trockenes Abgas

t,p,tr = Gasuhrzustand nach Abgastrocknung

In dieser Tabelle sind gerundete Rechenwerte dargestellt, so dass sich Abweichungen zur Darstellung in Kapitel 6 ergeben können

Anhang A3: Grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs kontinuierlich gemessener Komponenten



Nr.	Messung	von	bis	Betrieb
1	M1	11:03	11:33	Motor 2
2	M2	11:35	12:05	Motor 2
3	M3	12:11	12:41	Motor 2
4	M4	13:12	13:42	Motor 3
5	M5	13:44	14:14	Motor 3
6	M6	14:15	14:45	Motor 3



Anhang A4: Abkürzungen

Abkürzungen

O ₂	Sauerstoff
CO ₂	Kohlendioxid
Staub	Gesamtstaub