

**Kurzdokumentation Nr. LX16650.3/01**

über interne Emissionsmessungen im Abgas eines Verbrennungsmotors (MTU 12V 4000 R43L)  
beim Einsatz unterschiedlicher Brennstoffe für die DB Cargo AG in Bremen

---

Betreiber:

DB Cargo AG  
Edmund-Rumpler-Straße 3  
60549 Frankfurt am Main

Bearbeiter:



Berichtsdatum:

31.03.2022



ZECH Umweltanalytik GmbH • Hessenweg 38 • 49809 Lingen  
Tel +49 (0)5 91 - 8 00 16-10 • Fax +49 (0)5 91 - 8 00 16-80 • E-Mail [umweltanalytik@zechgmbh.de](mailto:umweltanalytik@zechgmbh.de)

**ANALYTIK**

**LUFTINHALTSSTOFFE**

**STAUB**

[www.zechgmbh.de](http://www.zechgmbh.de)

**Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen**

Name der nach § 29b BImSchG

bekannt gegebenen Stelle: ZECH Umweltanalytik GmbH

Befristung der Bekanntgabe

nach § 29b BImSchG: 03.02.2024 für die Gruppe I Nr. 1: G, P, Sp und IV: P

Aktenzeichen/Berichtsnummer: LX16650.3/01

Datum: 31.03.2022

Auftraggeber:

DB Cargo AG  
Edmund-Rumpler-Straße 3  
60549 Frankfurt am Main

Standort:

Motorenprüfstand 1  
Am Wasserturm 10  
28309 Bremen

Art der Messung:

Messung zur Ermittlung von Emissionsänderungen beim Einsatz  
unterschiedlicher Brennstoffe

Messtermin:

22.03. und 23.03.2022

Auftragsnummer:

0014 / VE2 / 11151358

Auftragsdatum:

16.03.2022

Umfang Kurzdokumentation:

10 Seiten

---

**INHALT**

	<u>Seite</u>
1.) Beschreibung .....	4
2.) Messverfahren .....	5
3.) Betriebszustand der Anlage während der Messung .....	6
4.) Zusammenstellung der Messergebnisse .....	7

## **1.) Beschreibung**

### **Aufgabenstellung**

Im Abgas eines Verbrennungsmotors wurden beim Einsatz von zwei unterschiedlichen Brennstoffen (Diesel und HVO) und drei Lastzuständen (100 %, 50 % und 5 %) die nachfolgend aufgeführten Komponenten mit je 6 Viertelstundenmittelwerten (je 2 pro Lastzustand) gemessen:

- Kohlenmonoxid (CO)
- Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)
- Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)
- organischer Gesamtkohlenstoff (HC)
- Gesamtstaub

Bei diesen Messungen soll die Änderung des Emissionsverhaltens beim Einsatz von zwei unterschiedlichen Brennstoffen und drei Leistungszuständen ermittelt werden.

### **Verbrennungsmotoranlage**

In der folgenden Tabelle sind die technischen Daten des Verbrennungsmotors angegeben.

**Tabelle 1**      technische Daten Motor

Hersteller	MTU
Typ	12V 4000 R43L
Motornummer	526 106 334
Baujahr	2011
Brennstoffe	Diesel / HVO

### **Einrichtung zur Minderung der Emissionen**

Einrichtungen zur Minderung der Emissionen sind bei diesem Versuchsaufbau nicht vorhanden.

## 2.) Messverfahren

**Tabelle 2** Übersicht Messverfahren

Volumenstrom	Berechnung des Volumenstroms über die Druckverhältnisse im Abgaskanal, der Querschnittsfläche des Abgaskanals sowie der Abgasdichte; gemäß DIN EN ISO 16911, Blatt 1
Kohlenmonoxid (CO)	Bestimmung der Massenkonzentration von Kohlenmonoxid (CO) - Referenzmessverfahren - nicht dispersive Infrarotspektrometrie; gemäß DIN EN 15058
Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> )	Bestimmung der Massenkonzentration von Stickstoffoxiden (NO <sub>x</sub> ) - Referenzmessverfahren - Chemilumineszenz; gemäß DIN EN 14792
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	Bestimmung der Volumenkonzentration von Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) - nicht dispersiver Infrarotspektrometrie (NDIR)
organischer Gesamtkohlenstoff (HC)	Bestimmung der Massenkonzentration von organisch gebundenem Gesamtkohlenstoff (HC) - Flammenionisationsdetektor; gemäß DIN EN 12619
Gesamtstaub	Bestimmung der Massenkonzentration von Gesamtstaub - gravimetrisches Verfahren; gemäß VDI-Richtlinie 2066, Blatt 1 bzw. DIN EN 13284

### 3.) Betriebszustand der Anlage während der Messung

Die in Tabelle 3 und Tabelle 4 aufgeführten Daten wurden durch einen Mitarbeiter des Prüfstandes von den Betriebsmessgeräten als Momentanwerte (Ist-Werte) aufgenommen und sind als Durchschnittswerte angegeben.

**Tabelle 3** Betriebsdaten beim Einsatz mit Diesel

Datum	22.03.2022			
Kraftstoff	Diesel			
Uhrzeit [hh:mm]	17:30	18:35	19:37	
Drehzahl [1/min]	1800	1350	600	
Leistung [kW]	1.766	491	90	
spez. Kraftstoffverbrauch [g/kWh]	225,1	220,2	239,6	

**Tabelle 4** Betriebsdaten beim Einsatz von HVO

Datum	23.03.2022			
Kraftstoff	HVO			
Uhrzeit [hh:mm]	14:07	15:50	16:43	
Drehzahl [1/min]	1800	1350	600	
Leistung [kW]	1.780	491	90	
spez. Kraftstoffverbrauch [g/kWh]	217,6	211,9	233,3	

#### 4.) Zusammenstellung der Messergebnisse

In den nachfolgenden Aufstellungen sind die Ergebnisse der Messungen aufgeführt. Alle Angaben sind - sofern nicht anders gekennzeichnet - bezogen auf Normbedingungen (273 K, 1.013 hPa, trockenes Abgas). Alle Ergebnisse sind ohne erweiterte Messunsicherheit angegeben.

Abweichungen von Ergebnisangaben zu Rechenwerten sind auf Anwendung der Rundungsregelungen zurückzuführen und stellen deshalb keinen Fehler dar.

**Tabelle 5** Volumenstrom-Ergebnisse am 22.3. und 23.03.2022

<b>Lastzustand</b>		<b>100 %</b>	<b>50 %</b>	<b>5 %</b>
Volumenstrom (Diesel)	[m <sup>3</sup> /h]	13.259	3.777	2.105
Volumenstrom (HVO)	[m <sup>3</sup> /h]	7.865	2.220	1.408

**Tabelle 6** Kohlenmonoxid (CO)-Ergebnisse am 22.3. und 23.03.2022

<b>Lastzustand</b>		<b>100 %</b>	<b>50 %</b>	<b>5 %</b>
<b>Uhrzeit (Diesel; 22.03.)</b>	<b>[hh:mm]</b>	<b>17:22 - 18:08</b>	<b>18:30 - 19:11</b>	<b>19:33 - 20:15</b>
<b>Uhrzeit (HVO; 23.03.)</b>	<b>[hh:mm]</b>	<b>14:04 - 14:53</b>	<b>15:49 - 16:25</b>	<b>16:42 - 17:17</b>
Konzentration (Diesel)	[g/m <sup>3</sup> ]	0,155	0,133	0,106
Konzentration (HVO)	[g/m <sup>3</sup> ]	0,174	0,117	0,083
Differenz	[g/m <sup>3</sup> ]	+ 0,019	- 0,016	- 0,023
Differenz	[%]	+ 12,1	- 11,8	- 21,9
spez. Massenstrom (Diesel)	[g/kWh]	1,164	1,022	2,472
spez. Massenstrom (HVO)	[g/kWh]	0,768	0,530	1,291
Differenz	[g/kWh]	- 0,396	- 0,492	- 1,181
Differenz	[%]	- 34,0	- 48,2	- 47,8

**Tabelle 7** Ergebnisse Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) am 22.3 und 23.03.2022

<b>Lastzustand</b>		<b>100 %</b>	<b>50 %</b>	<b>5 %</b>
<b>Uhrzeit (Diesel; 22.03.)</b>	<b>[hh:mm]</b>	<b>17:22 - 18:08</b>	<b>18:30 - 19:11</b>	<b>19:33 - 20:15</b>
<b>Uhrzeit (HVO; 23.03.)</b>	<b>[hh:mm]</b>	<b>14:04 - 14:53</b>	<b>15:49 - 16:25</b>	<b>16:42 - 17:17</b>
Konzentration (Diesel)	[g/m <sup>3</sup> ]	0,939	1,533	1,277
Konzentration (HVO)	[g/m <sup>3</sup> ]	0,912	1,579	1,364
Differenz	[g/m <sup>3</sup> ]	- 0,026	+ 0,046	+ 0,087
Differenz	[%]	- 2,8	+ 3,0	+ 6,8
spez. Massenstrom (Diesel)	[g/kWh]	7,048	11,788	29,869
spez. Massenstrom (HVO)	[g/kWh]	4,031	7,138	21,345
Differenz	[g/kWh]	- 3,017	- 4,651	- 8,524
Differenz	[%]	- 42,8	- 39,5	- 28,5

**Tabelle 8** Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>)-Ergebnisse am 22.3 und 23.03.2022

<b>Lastzustand</b>		<b>100 %</b>	<b>50 %</b>	<b>5 %</b>
<b>Uhrzeit (Diesel; 22.03.)</b>	<b>[hh:mm]</b>	<b>17:22 - 18:08</b>	<b>18:30 - 19:11</b>	<b>19:33 - 20:15</b>
<b>Uhrzeit (HVO; 23.03.)</b>	<b>[hh:mm]</b>	<b>14:04 - 14:53</b>	<b>15:49 - 16:25</b>	<b>16:42 - 17:17</b>
Volumenprozent (Diesel)	[Vol.-%]	7,10	6,56	3,81
Volumenprozent (HVO)	[Vol.-%]	6,89	6,36	3,71
Differenz	[Vol.-%]	- 0,22	- 0,20	- 0,10
Differenz	[%]	- 3,1	- 3,0	- 2,5
spez. Massenstrom (Diesel)	[g/kWh]	707,700	667,942	1.167,207
spez. Massenstrom (HVO)	[g/kWh]	403,226	380,441	760,151
Differenz	[g/kWh]	- 304,474	- 287,501	- 407,056
Differenz	[%]	- 43,0	-43,0	- 34,9



**Tabelle 9** Ergebnisse organischer Gesamtkohlenstoff (HC) am 22.3 und 23.03.2022

Lastzustand		100 %	50 %	5 %
<b>Uhrzeit (Diesel; 22.03.)</b>	<b>[hh:mm]</b>	<b>17:22 - 18:08</b>	<b>18:30 - 19:11</b>	<b>19:33 - 20:15</b>
<b>Uhrzeit (HVO; 23.03.)</b>	<b>[hh:mm]</b>	<b>14:04 - 14:53</b>	<b>15:49 - 16:25</b>	<b>16:42 - 17:17</b>
Konzentration (Diesel)	[g/m <sup>3</sup> ]	0,0226	0,0577	0,0568
Konzentration (HVO)	[g/m <sup>3</sup> ]	0,0244	0,0632	0,0624
Differenz	[g/m <sup>3</sup> ]	+ 0,0018	+ 0,0055	+ 0,0056
Differenz	[%]	+ 8,2	+ 9,5	+ 9,9
spez. Massenstrom (Diesel)	[g/kWh]	0,1693	0,4438	1,3281
spez. Massenstrom (HVO)	[g/kWh]	0,1078	0,2857	0,9758
Differenz	[g/kWh]	- 0,0615	- 0,1581	- 0,3523
Differenz	[%]	- 36,3	- 35,6	- 26,5

**Tabelle 10** Gesamtstaub-Ergebnisse am 22.3 und 23.03.2022

Lastzustand		100 %	50 %	5 %
<b>Uhrzeit (Diesel; 22.03.)</b>	<b>[hh:mm]</b>	<b>17:22 - 18:08</b>	<b>18:30 - 19:11</b>	<b>19:33 - 20:15</b>
<b>Uhrzeit (HVO; 23.03.)</b>	<b>[hh:mm]</b>	<b>14:04 - 14:53</b>	<b>15:49 - 16:25</b>	<b>16:42 - 17:17</b>
Konzentration (Diesel)	[g/m <sup>3</sup> ]	0,0113	0,0135	0,0123
Konzentration (HVO)	[g/m <sup>3</sup> ]	0,0065	0,0064	0,0097
Differenz	[g/m <sup>3</sup> ]	- 0,0048	- 0,0071	- 0,0026
Differenz	[%]	- 42,3	- 52,7	- 20,9
spez. Massenstrom (Diesel)	[g/kWh]	0,0845	0,1040	0,2882
spez. Massenstrom (HVO)	[g/kWh]	0,0287	0,0289	0,1524
Differenz	[g/kWh]	- 0,0558	- 0,0751	- 0,1357
Differenz	[%]	- 66,0	- 72,2	- 47,1

Die vorstehende Kurzdokumentation wurde nach bestem Wissen und Gewissen mit größter Sorgfalt erstellt. Die Kurzdokumentation besteht aus 10 Seiten.

Lingen, den 31.03.2022 PF/LR

ZECH Umweltanalytik GmbH

ZECH Umweltanalytik GmbH  
Luftschadstoffe · Staub  
Hessenweg 38 · 49809 Lingen (Ems)  
Tel. 05 91 - 80 01 610 · Fax 05 91 - 8 00 16 80

Messstelle nach § 29b BImSchG für  
Luftinhaltsstoffe

geprüft durch:

erstellt durch:

