

Rauchgasmessungen Wärmeverbund Brislach GmbH

Gemäss den Baubewilligungsaufgaben sind wir zur Einhaltung nachfolgender Abgasgrenzwerte verpflichtet. Die Einhaltung dieser Abgas-Grenzwerte wird durch das Lufthygieneamt beider Basel überwacht.

- Feststoffe (Staub) 50 mg/m³
- Kohlenmonoxid (CO) 500 mg/m³

Diese Grenzwerte beziehen sich auf einen Sauerstoffgehalt im Abgas von 13 Vol-% (Bezugssauerstoff).

Angaben zur Heizungsanlage

- Brennstoff: Holzschnitzel nach LRV Anhang 5, Ziffer 3, Absatz b
- Zwei Kessel à je 420kW Feuerungswärmeleistung
- Mit je einer Abgasrezirkulation zur Minderung der Emission von Stickoxiden (NO_x)
- Mit je einem nachgeschalteten Zyklon zur Grobstaubabscheidung und
- je einem Elektrofilter zur Feinstaubabscheidung

Abgas-Messungen

Der Wärmeverbund hatte zum Zeitpunkt der Anlagenabnahme durch das Lufthygieneamt beider Basel (November 2017) erst wenige seiner Wärmebezüger erschlossen. Die noch geringe Wärmeabnahme ermöglichte es nicht, eine detaillierte und offizielle Abgasmessung der Feuerungsanlagen vorzunehmen. Dazu sind die Feuerungsanlagen eine längere Zeit mit Teil- und vor allem Vollast zu betreiben. Es wurde mit dem Lufthygieneamt vereinbart, dass die erste offizielle Abgasmessung in der Heizperiode 2017/2018 und durch das Lufthygieneamt selbst erfolgt. Das Lufthygieneamt begnügte sich bis dahin mit der Messung durch den Anlagenhersteller (siehe Beilage), welcher diese am 21. Februar mit zwei unterschiedlichen Messgeräten durchgeführt hat. Die Resultate der Messungen haben wir dem Lufthygieneamt schriftlich abgegeben. Das Lufthygieneamt hat am 24.03.2017 bestätigt (siehe Beilage), dass die Feuerungsanlagen die Vorgaben der Luftreinhalteverordnung (LRV) einhalten.

Am 8. März 2018 hat nun die erste Amtliche Messung durch das Lufthygieneamt selbst stattgefunden. Die ausführlichen Messresultate können dem beiliegenden Bericht entnommen werden. Nachfolgend die wichtigsten Messresultate aufgeführt:

	Einheit	Grenzwert	Messung vom 21.02.2017	Messung vom 08.03.2018 Kessel 1 / 2
Feststoffe (Staub) Messgerät verwendet: - Testo 380 (Viessmann) PM Ø U - Wöhler SM500 (APF) m _{StU} - bei Vollast - bei Teillast	mg/m ³	50	1.3 1.0	5.7 / 7.0 2.1 / 3.4
Kohlenmonoxid (CO) Messgerät verwendet: - Testo 380 (Viessmann) CO Ø U - Wöhler SM500 (APF) CO _{NV} - bei Vollast - bei Teillast	mg/m ³	500	59.2 50	438 / < 5 114 / 19

Dokumentiert und zusammengefasst aufgrund der vorliegenden Messprotokolle.

Martin Bucher, 19.05.2018



Messbericht Nr. 18/6

2018-05-_LHA-Messbericht_Nr_18-6..docx

Firma: **Wärmeverbund Brislach GmbH**
Breitenbacherstrasse 7
4225 Brislach

Gemessene Anlagen: **Zwei Holzfeuerungen im Primarschulhaus Brislach**

Auftrag: **Bestimmung der Abgasemissionen gemäss LHA-Messprogramm vom 16. November 2017**

Messdatum: **8. März 2018**

Sachbearbeiter: **D. Häusler / J. Brunner**

1 Zusammenfassung

Am 8. März 2018 führte das Lufthygieneamt beider Basel (LHA) Abgasmessungen im Primarschulhaus in Brislach durch.

Tabelle 1-1 Messauftrag

Abgasquelle	Parameter	gesetzliche Grundlage
2 Holzfeuerungen	• Kohlenmonoxid (CO)	LRV ¹ Anhang 3 Ziffer 5
Kessel 1 Master	• Feststoffe (Staub)	und
Kessel 2 Slave	• Kohlendioxid (CO ₂)	VVESA ² Paragraph 14
	• Sauerstoff (O ₂)	

Die beiden Holzfeuerungen hielten den LRV-Grenzwert für Staub und Kohlenmonoxid ein.

Das LHA bestimmte zusätzlich den Gehalt an Stickoxiden (NO_x), Gesamt-C, Chlorwasserstoffsäure (HCl) und Schwefeldioxid (SO₂) im Abgas.

Der NO_x-Gehalt betrug 167 (Kessel 1) bzw. 162 mg/m³ (Kessel 2). Die SO₂- und HCl-Konzentration lagen unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Die Stoffe SO₂, NO_x und HCl hielten den LRV-Grenzwert ein, weil der jeweilige Massenstrom unterschritten war. Für Gesamt-C gilt für diese Anlagengrösse kein LRV-Grenzwert.

2 Veranlassung

Abnahmemessungen gemäss LRV Artikel 13 Absatz 1

3 Anlage

Die erzeugte Wärme der beiden gemessenen Holzfeuerungen können einem Warmwasserspeicher (Volumen: 15'000 Liter) zugeführt werden. Das Abgas durchströmt den Elektroabscheider und gelangt anschliessend ins Freie. Solange die Abgastemperatur die Betriebsbedingungen des Elektroabscheiders nicht erfüllt, wird das Abgas nicht durch diesen geführt.

3.1 Beschreibung der beiden Holzfeuerungen

Kessel 1 Master

Hersteller:	Fa. Viessmann AG	Typ:	Vitoflex 300 FSB
Feuerungswärmeleistung (FWL):	480 kW ³	Kesselleistung:	418 kW
Baujahr:	2015	Seriennummer:	7490042400006105
Betriebsstunden total:	3413 h am 8. März 2018		
Brennstoff:	Holzhackschnitzel geliefert von der Bürgerkooperation Brislach berechneter Holzheizwert: 3,6 kWh/kg		

¹ Luftreinhalteverordnung

² Verordnung über die Verschärfung von Emissionsbegrenzungen für stationäre Anlagen

³ berechnet gemäss BAFU-Vollzugsrichtlinie Emissionsmessung bei stationären Anlagen (Emissions-Messempfehlungen);
Kesselleistung x 1,15 = Feuerungswärmeleistung

Kessel 2 Slave

Hersteller:	Fa. Viessmann AG	Typ:	Vitoflex 300 FSB
Feuerungswärmeleistung (FWL):	480 kW ⁴	Kesselleistung:	418 kW
Baujahr:	2015	Serienummer:	52089455
Betriebsstunden total:	4493 h am 8. März 2018		
Brennstoff:	Holzhackschnitzel geliefert von der Bürgerkooperation Brislach berechneter Holzheizwert: 3,6 kWh/kg		

3.2 Technische Angaben zum Elektroabscheider

Kessel 1 Master

Hersteller:	Fa. APF GmbH	Typ:	eTFdx 405/3800
Elektroabscheider-Spannung:	65 kV	Stromstärke:	19 mA
Abreinigungsintervall:	240 min		
Betriebsstunden:	Zählerstand am 8. März 2018		
	Holzfeuerung ein: 3410 h	Bypass:	? h

Kessel 2 Slave

Hersteller:	Fa. APF GmbH	Typ:	eTFdx 405/3800
Elektroabscheider-Spannung:	65 kV	Stromstärke:	19 mA
Abreinigungsintervall:	240 min		
Betriebsstunden:	Zählerstand am 8. März 2018		
	Holzfeuerung ein: 3205 h	Bypass:	1288 h

3.3 Betriebsbedingungen während der Messung

Die Messungen fanden bei fest eingestellten Lastzuständen von 40 % (Kessel 1: 10:15 – 11:15 Uhr; Kessel 2: 12:25 – 13:45 Uhr) und 100 % (Kessel 1: 8:55 – 9:55 Uhr; Kessel 2: 13:30 – 14:25 Uhr) statt.

Die Feuerraumtemperatur bei Kessel 1 lag im Bereich von 923 – 993 °C (Last 40%; Soll: 950 °C) bzw. 944 – 1029 °C (Last 100%; Soll: 950 °C).

Die Feuerraumtemperatur bei Kessel 2 lag im Bereich von 834 – 909 °C (Last 40%; Soll: 950 °C) bzw. 957 – 982 °C (Last 100%; Soll: 950 °C).

Die Kesselrohrreinigung war während der Messung bei beiden Holzfeuerungen in Betrieb.

Am 19. (Kessel 2) bzw. 26. Februar 2018 (Kessel 1) fand die letzte Reinigung durch den Kaminfeger (Frey GmbH) statt.

Herr Suleymani (Fa. Viessmann) begleitete die Messung.

4 Messresultate

Grenzwertüberschreitungen sind fett geschrieben und einschattiert. Liegt die Konzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze, wird der Massenstrom mit der halben Bestimmungsgrenze berechnet. Alle Angaben beziehen sich auf Normbedingungen (0 °C und 1013 mbar), trockenes Abgas und 13 Vol-% Sauerstoff.

⁴ berechnet gemäss BAFU-Vollzugsrichtlinie Emissionsmessung bei stationären Anlagen (Emissions-Messempfehlungen);
Kesselleistung x 1,15 = Feuerungswärmeleistung

4.1 Hilfsparameter

Tabelle 4.1-1 Hilfsparameter

Messstelle	Abgastemperatur	Abgasfeuchte	Volumenstrom bei Betriebsbedingungen
Kessel 1 Master	100 - 132 °C	11 -16 Vol-%	610 – 1'510 m ³ /h
Kessel 2 Slave	82 - 143 °C	13 -16 Vol-%	600 – 1'420 m ³ /h

4.2 Resultate der Messungen vom 8. März 2018

Tabelle 4.2-1 Messwerte vom 8. März 2018 Kessel 1 Master

Messzeit	Q	O ₂	CO		Staub		NOx		NH ₃	
	m ³ /h	Vol-%	mg/m ³	g/h	mg/m ³	g/h	mg/m ³	g/h	mg/m ³	g/h
8:57 - 9:12	1100	8,4	801	881	6,3	7	133	146	< 2	1,1
9:17 - 9:32	1290	8,8	74	95	5,1	7	167	215	< 2	1,3
9:36 - 9:51	1180	9,0	1	3	1,8	2,1	167	197	< 2	1,2
10:15 - 10:30	840	8,9	227	191	1,2	1,0	134	113	< 2	0,8
10:34 - 10:49	800	9,4	1	2	2,8	2,2	150	120	< 2	0,8
10:53 - 11:08	600	9,5	11	7	1,4	0,8	119	71	< 2	0,6
höchster 30min-Mittelwert	Volllast		438		5,7		167 206		< 2	
	Teillast		114		2,1		142 116		< 2	
LRV-Grenzwert			500		50		250 2500			
Fracht (8:57 - 11:08)			786 kg/a		13 kg/a		575 kg/a		4 kg/a	

hochgerechnet auf 4000 h/a

Tabelle 4.2-2 Messwerte vom 8. März 2018 Kessel 1 Master

Messzeit	Q	O ₂	Gesamt-C		HCl ⁵		SO ₂		CO ₂	FWL ⁶
	m ³ /h	Vol-%	mg/m ³	g/h	mg/m ³	g/h	mg/m ³	g/h	Vol-% _n ⁷	kW
8:57 - 9:12	1100	8,4	7	8	< 3	1,7	< 5	3	11,5	424
9:17 - 9:32	1290	8,8	< 2	1,3	< 3	1,9	< 5	3	11,2	495
9:36 - 9:51	1180	9,0	< 2	1,2	< 3	1,8	< 5	3	11,1	455
10:15 - 10:30	840	8,9	< 2	0,8	< 3	1,3	< 5	2,1	11,2	324
10:34 - 10:49	800	9,4	< 2	0,8	< 3	1,2	< 5	2,0	10,7	309
10:53 - 11:08	600	9,5	< 2	0,6	< 3	0,9	< 5	1,5	10,6	231
höchster 30min-Mittelwert	Volllast		4		< 3 1,9		< 5 3			
	Teillast		< 2		< 3 1,2		< 5 2,1			
LRV-Grenzwert			kein Grenzwert		30 300		250 2500			
Fracht (8:57 - 11:08)			8 kg/a		6 kg/a		10 kg/a		560 t/a	

hochgerechnet auf 4000 h/a

⁵ Für das Abgas aus einer Holzfeuerung ist die HCl-Messung nicht eignungsgeprüft.

⁶ berechnet gemäss BAFU-Vollzugsrichtlinie Emissionsmessung bei stationären Anlagen (Emissions-Messempfehlungen)

⁷ nicht O₂-normiert; 0 °C, 1013 mbar und trocken

Tabelle 4.2-3 Messwerte vom 8. März 2018 **Kessel 2 Slave**

Messzeit	Q	O ₂	CO		Staub		NOx		NH ₃	
	m ³ /h	Vol-%	mg/m ³	g/h	mg/m ³	g/h	mg/m ³	g/h	mg/m ³	g/h
12:26 - 12:41	570	8,4	22	13	0,3	0,2	128	73	< 2	0,6
12:46 - 13:00	630	8,7	16	10	5,5	3	135	85	< 2	0,6
13:04 - 13:19	620	8,5	20	12	1,2	0,7	137	85	< 2	0,6
13:30 - 13:45	1200	7,1	< 5	3	12	14	145	174	< 2	1,2
13:49 - 14:04	1260	8,1	< 5	3	2,0	3	161	203	< 2	1,3
14:09 - 14:24	1230	8,0	< 5	3	4,1	5	163	200	< 2	1,2
höchster 30min-Mittelwert	Teillast		19		3,4		136 85		< 2	
	Volllast		< 5		7,0		162 202		< 2	
LRV-Grenzwert			500		50		250 2500			
Fracht (12:26 - 14:24)			29 kg/a		17 kg/a		547 kg/a		4 kg/a	

hochgerechnet auf 4000 h/a

Tabelle 4.2-4 Messwerte vom 8. März 2018 **Kessel 2 Slave**

Messzeit	Q	O ₂	Gesamt-C		HCl ⁵		SO ₂		CO ₂	FWL ⁶
	m ³ /h	Vol-%	mg/m ³	g/h	mg/m ³	g/h	mg/m ³	g/h	Vol-% _n ⁷	kW
12:26 - 12:41	570	8,4	< 2	0,6	< 3	0,9	< 5	1,4	11,7	221
12:46 - 13:00	630	8,7	< 2	0,6	< 3	0,9	< 5	1,6	11,6	246
13:04 - 13:19	620	8,5	< 2	0,6	< 3	0,9	< 5	1,6	11,7	242
13:30 - 13:45	1200	7,1	< 2	1,2	< 3	1,8	< 5	3	13,0	467
13:49 - 14:04	1270	8,0	< 2	1,3	< 3	1,9	< 5	3	12,1	494
14:09 - 14:24	1230	8,0	< 2	1,2	< 3	1,8	< 5	3	12,2	484
höchster 30min-Mittelwert	Teillast		< 2		< 3	0,9	< 5	1,6		
	Volllast		< 2		< 3	1,9	< 5	3		
LRV-Grenzwert			kein Grenzwert		30	300	250	2500		
Fracht (12:26 - 14:24)			4 kg/a		6 kg/a		9 kg/a		540 t/a	

hochgerechnet auf 4000 h/a

5 Messunsicherheit

Tabelle 5-1 Messunsicherheit

Parameter	Konzentration		Massenstrom
	Messunsicherheit	mindestens	Messunsicherheit
Stickoxide (NOx) als NO ₂	10 %	5 mg/m ³	14 %
Schwefeldioxid (SO ₂)	15 %	5 mg/m ³	18 %
Kohlenmonoxid (CO)	10 %	5 mg/m ³	14 %
Gesamtkohlenstoff	20 %	2 mg/m ³	22 %
Staub (Planfilter)	15 %	0,2 mg/m ³	18 %
Chlorwasserstoffsäure (NDIR)	15 %	3 mg/m ³	18 %
Ammoniak (NDIR)	15 %	2 mg/m ³	18 %
Lachgas (N ₂ O)	10 %	20 mg/m ³	14 %
Kohlendioxid (CO ₂)	10 %	0,2 Vol-%	14 %
Sauerstoff (O ₂)	3 %	0,2 Vol-%	
Abgasfeuchte (r _{H2O})	6 %	1 Vol-%	

Parameter	Konzentration		Massenstrom Messunsicherheit
	Messunsicherheit	mindestens	
Abgasgeschwindigkeit (v_K)	5 %	0,4 m/s	
Abgasvolumenstrom (Q)	10 %		

6 Messmethodik

Das Messgas gelangte über eine 20 m beheizte Leitung zu den Messgeräten im klimatisierten Messanhänger. Die Probenahme für Staub erfolgte direkt an der Messstelle.

Schwefeldioxid-Konzentration: Infraroteinstrahlfotometer mit den Bifrequenz- und Gasfilterkorrelationsverfahren MCS100E HW S/N 11481887

(SO₂)

Firma SICK Maihak GmbH

Messbereich: 0 - 350 ppm (serieller Abgriff über RS 232)

Kalibriergas: 81 ppm SO₂ in N₂

Nullgas: Stickstoff (N₂)

Kohlenmonoxid-Konzentration: Infraroteinstrahlfotometer mit den Bifrequenz- und Gasfilterkorrelationsverfahren MCS100E HW S/N 11481887

(CO)

Firma SICK Maihak GmbH

Messbereich: 0 - 5000 ppm (serieller Abgriff über RS 232)

Kalibriergas: 279 ppm CO in N₂

Nullgas: Stickstoff (N₂)

Kohlendioxid-Konzentration: Infraroteinstrahlfotometer mit den Bifrequenz- und Gasfilterkorrelationsverfahren MCS100E HW S/N 11481887

(CO₂)

Firma SICK Maihak GmbH

Messbereich: 0 - 25 Vol-% (serieller Abgriff über RS 232)

Kalibriergas: 15,1 Vol-% CO₂ in N₂

Nullgas: Stickstoff (N₂)

Chlorwasserstoff-Konzentration: Infraroteinstrahlfotometer mit den Bifrequenz- und Gasfilterkorrelationsverfahren MCS100E HW S/N 11481887

(HCl)

Firma SICK Maihak GmbH

Messbereich: 0 - 100 ppm (serieller Abgriff über RS 232)

Nullgas: Stickstoff (N₂)

Ammoniak-Konzentration: Infraroteinstrahlfotometer mit den Bifrequenz- und Gasfilterkorrelationsverfahren MCS100E HW S/N 11481887

(NH₃)

Firma SICK Maihak GmbH

Messbereich: 0 - 100 ppm (serieller Abgriff über RS 232)

Nullgas: Stickstoff (N₂)

Lachgas-Konzentration: (N ₂ O)	Infraroteinstrahlfotometer mit den Bifrequenz- und Gasfilterkorrelationsverfahren MCS100E HW S/N 11481887 Firma SICK Maihak GmbH Messbereich: 0 - 500 ppm (serieller Abgriff über RS 232) Kalibriergas: 402 ppm N ₂ O in N ₂ Nullgas: Stickstoff (N ₂)
Sauerstoff-Konzentration: (O ₂)	Zirkoniumdioxid-Sensor MCS100E HW S/N 11481887 Firma SICK Maihak GmbH Messbereich: 0 - 25 Vol-% (serieller Abgriff über RS 232) Kalibriergase: 2,2 Vol-% O ₂ in N ₂ und Umgebungsluft (20,9 Vol-%)
Stickoxid-Konzentration: (NO _x)	Chemilumineszenzdetektor CLD 822M drk2 Firma Eco Physics Dem Messgerät ist ein Kohlenstoffkonverter und Gaskühler vorgeschaltet. Messbereich: 0 - 1500 ppm (serieller Abgriff über RS 232) Kalibriergase: 91 ppm NO in N ₂ und 40 ppm NO ₂ in N ₂ Nullgas: Stickstoff
Gesamtkohlenstoff-Konzentration: (Gesamt-C)	Flammen-Ionisations-Detektor (FID) Testa 1230 S/N 14-11-003 mit automatischer Messbereichsumschaltung Firma Testa (LHA-Inv.-Nr. 749) Messbereich: 0 - 100'000 ppm (serieller Abgriff über RS 232) Kalibriergas: 80 ppm Propan in synthetischer Luft Nullgas: Stickstoff
Staub-Konzentration: (Staub)	automatisches isokinetisches Probenahmesystem Typ iPNS Firma: Deltatech AG Gravimetrisch gemäss Emissions-Messempfehlungen BAFU 2013 Pkt. 4.2.2 „Innenliegendes Planfilter“
Abgasgeschwindigkeit: (v _K)	Wirbelfrequenzmessung Vortex VA 40 (KKZ-Nr.: 07686B67) Firma Höntzsch Messbereich: 0,5 - 40 m/s Bemerkung: kontinuierliche Messung
Abgastemperatur: (T _K)	Widerstandsthermometer Pt100 des Probenahmesystem Typ iPNS Firma Deltatech Messbereich: -100 - 500 °C Bemerkung: kontinuierliche Messung
Abgasfeuchte: (r _{H2O})	Infraroteinstrahlfotometer mit den Bifrequenz- und Gasfilterkorrelationsverfahren MCS100E HW S/N 11481887 Firma SICK Maihak GmbH Messbereich: 0 - 40 Vol-% (serieller Abgriff über RS 232) Nullgas: Stickstoff (N ₂) Bemerkung: kontinuierliche Messung

Datenerfassung: im Probenahmesystem Typ iPNS integriert
Firma Deltatech AG
Die Werte sind als Minuten-Mittelwert für die Abgastemperatur und -geschwindigkeit mit einem Messintervall von 1 s gespeichert.

Datenerfassung: Programm "Easycomp 2010 / Anavis32"
Firma Breitfuss
Die Messwerte werden im 1-Sekundentakt ausgelesen und zur vollen Minuten als 1-Minutenmittelwert abgespeichert.

7 Probenahmestelle

Die Probenahmestellen entsprechen der Vollzugsrichtlinie "Emissions-Messempfehlungen" des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).

Tabelle 7-1 Beschreibung Messort

Abgasquelle	Durchmesser bzw. Lage Messpunkte	Messöffnung	Messplatz
Kessel 1 Master	Ø = 0,35 m Staub: 0,18 m v _K : 0,18 m Gase: 0,18 m	EMPA-Stutzen	im Freien oberhalb der Heizzentrale
Kessel 2 Slave	Ø = 0,35 m Staub: 0,18 m v _K : 0,18 m Gase: 0,18 m	EMPA-Stutzen	im Freien oberhalb der Heizzentrale

Liestal, 4. Mai 2018

LUFTHYGIENEAMT BEIDER BASEL

Daniel Häusler

Messtechniker

Jonathan Brunner

Leiter Messtechnik

Beilage
Stellungnahme des LHA's zum Messbericht

Bemerkung

Die Rechnung für diese Messung wird Ihnen später durch die Abteilung Wirtschaft und Finanzen der Bau- und Umweltschutzdirektion BL (BUD) zugestellt.