

Anlage A

Prüfergebnisse

Prüfaufbau

Prüfeck	nach DIN EN 13240. A.2.2
Feuerstätte Abstand Feuerstätte zu Prüfeckwänden: Rückwand Seitenwand Boden Abstand der Scheibe(n) (Strahlungsbereich) nach vorn zu den Seiten	100 mm 150 mm bodenstehend 900 mm --
Schornsteinanschluss	• Abgasstutzen Ø 150 mm, senkrecht • danach Messstrecke Ø 150 mm, senkrecht • danach OekoTube-Inside mit halbautomatischer Reinigung (Staubabscheider) Ø 150 mm, senkrecht • danach Staubmessstrecke für Staub- und Partikelanzahlmessung
Messstrecke	• nach DIN EN 13240 / DIN EN 16510-1, Ø 150 mm (vor dem Abscheider installiert) • Messpunkt für Partikelanzahlmessung 1350 mm nach dem Abscheider
Bemerkungen	Keine Temperaturmessungen im Prüfeck und an den Bedienelementen während der Nennlastprüfung
Zugbedingungen	Naturzug für die Anzündphase mit folgenden Parametern: • Lufttemperatur: 15 bis 30 °C • Kein Wind • Schornsteinhöhe: 4,05 m (Höhe inkl. Abscheider) • Durchmesser: Kaminofen & kompletter Aufbau mit Ø 150 mm (inkl. Abscheider)

Verwendete Brennstoffe

Analysenwerte und Heizwerte der Prüfbrennstoffe nach DIN EN 13240, Tabelle B.1									
Prüf- brenn- stoff	W % i. an	C % i. an	H % i. an	N % i. an	O % i. an	S % i. an	A % i. an	Hu MJ/kg	Anzahl, Länge, Position
Scheitholz (Buche)	13,8 ¹⁾	42,8	5,0	0,18	37,9	0,007	0,35	15,5	<u>Anzünden:</u> Kl. 3 x 16 cm oben quer Kl. 2 x 16 cm Mitte längs Kl. 3 x 16 cm oben quer Gr. 3 x 16 cm Mitte längs Gr. 2 x 16 cm Mitte quer <u>Nennlast:</u> 2 x 16 cm nebeneinander, Ausrichtung längs
Profilholz (Fichte)	--	--	--	--	--	--	--	--	--

¹⁾ Feuchtegehalt wurde vor den Messungen am Prüfbrennstoff ermittelt.

Verbrennungsrechnung aus der Elementaranalyse

Brennstoffanalyse vom / Nr:	17.07.2020	/	A 12023709; PB AR-20-FR-023442- 01, Proben-Nr. 120090555
Brennstoff / Typ:	Scheitholz	/	Buche

Be- stand- teil im Brenn- stoff	Stoff- anteil	Sauerstoffbedarf		Abgasbestandteile aus Brennstoff in Nm³/kg Brennstoff							
		in Nm³ je kg Be- standteil	in Nm³ je kg Brenn- stoff								
	Gew.- %	Stoff- anteil X Sauer- stoff- bedarf		CO₂		SO₂		H₂O		N₂	
		in Nm³ je kg Be- standteil	in Nm³ je kg Brenn- stoff	in Nm³ je kg Be- standteil	in Nm³ je kg Brenn- stoff	in Nm³ je kg Be- standteil	in Nm³ je kg Brenn- stoff	in Nm³ je kg Be- standteil	in Nm³ je kg Brenn- stoff	in Nm³ je kg Be- standteil	in Nm³ je kg Brenn- stoff
C	42,806	1,8600	0,7962	1,8500	0,7919	-	-	-	-	-	-
S	0,007	0,7000	0,0000	-	-	0,6800	0,0000	-	-	-	-
H	5,006	5,5500	0,2778	-	-	-	-	11,1000	0,5556	-	-
N	0,181	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8000	0,0014
O	37,887	-0,7000	-0,2652	-	-	-	-	-	-	-	-
Wasser	13,800	-	-	-	-	-	-	1,2400	0,1711	-	-
Asche	0,345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe	100,03	O _{min}	0,8008	V CO₂	0,7919	V SO₂	0,0000	V W	0,7267	V N₂	0,0014

Luftbedarf	L _{min} =	3,852	Nm³/kg	Brennstoff
Trockene stöchiometrische Abgasmenge	V _{A,tr,min} =	3,836	Nm³/kg	Brennstoff
Max. Kohlenstoffdioxid-Anteil	CO _{2,max} =	20,643	Vol.-%	
Max. Schwefeldioxid-Anteil	SO _{2,max} =	0,001	Vol.-%	
Wasserdampfmenge	V _w =	0,727	Nm³/kg	Brennstoff
	V _{A,tr,min} / L _{min} + 1 =	1,996	-	
Heizwert, wasserfrei	H _{u,wf} =	18400,0	kJ/kg	
		5,1	kWh/kg	
Heizwert, angeliefert	H _{u,anl} =	15523,7	kJ/kg	
		4,2	kWh/kg	

Auswertung

Umrechnung der mittleren gemessenen Emissionen (E_M in mg/m³) auf die zugeführte Brennstoffenergie (E_{Hu} in mg/MJ):

VA tr min - spez. Abgasvolumen, trocken	V _{A,tr,min} =	3,84	Nm³/kg	Brennstoff
VA f min - spez. Abgasvolumen, feucht	V _{A,f,min} =	4,56	Nm³/kg	Brennstoff
1. Faktor heizwertbezogene Emission, trockenes Gas (CO, NO _x , Staub)	E _{Hu} = E _M · (CO _{2,max} / CO _{2,M}) · V _{A,tr,min} / H _{u,anl} =	0,675	-	Nennlast 5,8 kW
2. Faktor heizwertbezogene Emission, feuchtes Gas (OGC / THC)	E _{Hu} = E _M · (CO _{2,max} / CO _{2,M}) · V _{A,f,min} / H _{u,anl} =	0,722	-	Nennlast 5,8 kW

Prüfung mit nachgeschaltetem Abscheider nach Abschnitt 3.1.1 & 3.7 der Vergabekriterien nach Anlage B & C, Raumheizer Typ elements 2.0 K, mit Katalysator, mit automatischer Verbrennungslufteinrichtung (AVLE) & Abscheider OekoTube-Inside mit halbautomatischer Reinigung², 400 mm Elektrodenlänge

Einheit	Anford. nach EN 13240 / 16510-1	Messergebnis einzelne Abbrände						Mess- ergeb- nis aus 1 – 6 ⁵⁾
		1 ³⁾ Zünden Anzünd.	2 ⁴⁾ (1. P.)	3 ⁴⁾ (2. P.)	4 ⁴⁾ (3. P.)	5 ⁴⁾ (1. P.)	6 ⁴⁾ (2. P.)	
		Nennlastphase						

Versuchsbedingungen:

Versuchstag, Datum		28.04.2020						--
Prüfbrennstoff	Tab. B.1	Scheitholz						--
Aufgabemasse	kg	A.4.2	3,07	1,36	1,36	1,36	1,36	1,65
Anzahl Scheite	-		8 x 16 cm 5 x 16cm	2x16cm	2x16cm	2x16cm	2x16cm	--

Stellung der Einstelleinrichtungen für

- Primärluft PL (%-Anteil, Stufe)	-	automa- tisch	automatisch	--
- Sekund.luft SL (%-Anteil, Stufe)	-			
- weitere Luft (%-Anteil, Stufe)	-	ROST 100% AUF		--
- Drosselklappe	-	Nicht vorhanden		--

Versuchsergebnisse:

Bauart Feuerstätte			Zeitbrandfeuerstätte					
Mindest-Brenndauer t _{Min.}	Min.	Tab. A.2	--	45	45	45	45	--
Abbrandzeit pro Aufgabe ⁶⁾								
Ist	Min.		91,0	48,0	44,0	47,0	45,0	53,7
Soll	Min.		--	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Abweichung	%		--	6,7	-2,2	4,4	0,0	19,3
Brennstoffdurchsatz	kg/h		2,02	1,70	1,85	1,74	1,81	1,81
Feuerungsleistung	kW		8,7	7,3	8,0	7,5	7,8	7,8
mittlerer Förderdruck ⁷⁾	Pa	6.4	7,1	11,6	12,6	12,4	12,6	11,4
mittlere Raumtemperatur t _r	°C		20,3	20,9	21,0	21,1	21,1	21,0
mittl. Abgastemp. Messstrecke als t _{a-t_r}	K		130,6	192,5	204,9	205,7	208,5	191,2
mittl. Abgastemp. am Stutzen ⁸⁾	°C		181,1	256,1	271,1	272,2	275,5	254,5
Verlust freie Wärme q _a	%		11,63	19,51	18,99	21,22	20,07	18,80
Verlust gebundene Wärme q _b	%		0,31	0,28	0,14	0,25	0,21	0,24
Verlust durch Brennbare im Rost- und Schürddurchfall q _r	%		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Wirkungsgrad η (indirekt)	%	6.3	87,56	79,71	80,36	78,03	79,22	80,47
mittlerer CO ₂ -Gehalt	%		8,30	7,21	7,99	7,09	7,66	7,54
mittlerer CO-Gehalt	ppm		405,8	314,6	179,3	273,2	245,5	277,4
mittlerer CO-Gehalt (13 % O ₂)	Vol.%	6.2	0,038	0,034	0,018	0,030	0,025	0,028
mittlerer CO-Gehalt (13 % O₂)	mg/m³		480,6	429,0	220,6	379,0	315,2	361,6
mittlerer CO-Gehalt	mg/MJ		310,3	276,1	142,3	244,1	203,1	233,1
mittlerer NO _x -Gehalt (angegeben als NO ₂) ⁹⁾	ppm		58,0	45,5	53,8	49,6	59,4	53,2
mittlerer NO_x-Gehalt (13 % O₂)	mg/m³		112,6	101,7	108,7	112,8	125,1	121,4
mittlerer NO _x -Gehalt	mg/MJ		72,7	65,4	70,1	72,6	80,6	73,3
mittlerer OGC-Gehalt (Gesamt-C) ¹⁰⁾	ppm		49,3	44,5	22,4	29,5	34,8	35,3
mittlerer OGC-Gehalt (13 % O₂)	mg/m³		82,5	85,0	38,8	57,4	62,8	61,0
mittlerer OGC-Gehalt	mg/MJ		57,4	58,4	26,9	39,4	43,3	44,5
mittl. Staub-Gehalt ¹¹⁾	mg/m ³		31,7	2,6	7,8	3,7	25,9	14,1
mittl. Staub-Gehalt (13 % O₂)	mg/m³		30,0	2,4	6,7	3,6	22,6	13,0
mittlerer Staub-Gehalt	mg/MJ		19,4	1,6	4,3	2,3	14,6	8,4

	Einheit	Anford. nach EN 13240 / 16510-1	Messergebnis Abbrand						Mess- ergeb- nis aus 1 – 6 ⁵⁾
			1 ³⁾ Zünden Anzünd.	2 ⁴⁾ (1. P.)	3 ⁴⁾ (2. P.)	4 ⁴⁾ (3. P.)	5 ⁴⁾ (1. P.)	6 ⁴⁾ (2. P.)	
Gesamtwärmeleistung	kW		7,6	5,8	6,4	5,8	6,2	5,8	6,3
Gesamtwärmeleistung (laut Herstellerangabe)	kW	6.7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	--
Abweichung Ergebnisse	%	A.5	31,0	0,0	+10,3	0,0	+6,9	0,0	--
Raumwärmeleistung	kW		7,6	5,8	6,4	5,8	6,2	5,8	6,3
Raumwärmeleistung (laut Herstellerangabe)	kW	6.7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	--
Abweichung Ergebnisse	%	A.5	31,0	0,0	+10,3	0,0	+6,9	0,0	--
Abgasmassenstrom	g/s		7,11	6,85	6,74	7,12	6,89	7,20	6,99

Versuchsergebnisse Partikelanzahl: ¹²⁾

Mittelwert der Partikelanzahl	Mio/cm ³	UZ-212 Anl. C	0,32915	0,25428	0,14328	0,09671	0,15163	0,14741	0,18707
Mittl. Partikelanzahl (13 % O₂)	Mio/cm³		0,31184	0,27739	0,14107	0,10731	0,15575	0,16553	0,19315

- ²⁾ Der Partikelabscheider wurde durch seine integrierte Regeleinheit automatisch mit Überschreiten einer Abgastemperaturdifferenz zugeschaltet.
- ³⁾ Zünden bestehend aus zwei Teilprüfungen: Zündvorgang (Kaltstart) mit der 1,25-fachen Masse der Nennlast und einmal Nachlegen mit der Nennlastmasse (Vorgabe Quick-User-Guide).
- ⁴⁾ Die Messreihe wurde nach dem von der AG bereitgestelltem Quick-User-Guide geprüft (Siehe Anlage E).
- ⁵⁾ Die Gesamtmittelwerte wurden anhand der Mittelwerte der Einzelmessungen vom 1. bis 6. Abbrand gebildet.
- ⁶⁾ Abbrandende bei allen Abbränden über das CO₂-Kriterium bestimmt.
- ⁷⁾ Förderdruck: Zündphase: Realer Naturzug
Nennlastphase: Förderdruck eingestellt auf 12 ± 2 Pa
- ⁸⁾ Die Abgastemperatur am Stutzen wurde nach DIN EN 16510-1:2018-11, Pkt. 7.2 berechnet.
- ⁹⁾ Messverfahren zur Messung von Stickstoffoxiden (NO_x) nach DIN EN 16510-1:2018-11, Anhang D nach Abschnitt D.2.3 (NDIR-Verfahren); Sonden- und Filtertemperatur 195 °C.
- ¹⁰⁾ Messverfahren zur Messung von Gesamt-Kohlenwasserstoffen (OGC) nach DIN EN 16510-1:2018-11, Anhang E als Propan Äquivalente (Messung mittels FID); Sonden- und Filtertemperatur 195 °C.
- ¹¹⁾ Messverfahren für die Partikelmessung nach DIN EN 16510-1:2018-11, Anhang F.2 (Beheizter Filter), Trocknungstemperatur vor und nach der Messung: 145 °C ± 5 K, Mindesttrocknungszeit des Filters vor und nach der Messung 1 [+1/-0] h, Filterhalter auf 110 °C ± 5 K beheizt.
Zündphase: 1 Messung über komplette Zündphase (mit Zünden & einmal Nachlegen), Start der Messung mit dem Auflegen
Nennlastphase: 1 Messung je Abbrand, Absaugzeit je 30 min, Start der Messung 3 min nach dem Auflegen
Teillastphase: entfällt, sonst 1 Messung je Abbrand, Absaugzeit < 30 min und bis zum Abbrandende, Start der Messung 3 min nach dem Auflegen
- ¹²⁾ Die Rückführbarkeit der Messergebnisse entspricht nicht den Vorgaben der DIN EN ISO/IEC 17025. Das DVGW-Prüflaboratorium Energie hat keine Verifizierung / Validierung des Verfahrens durchgeführt und kann deshalb keine Aussage über die Eignung des eingesetzten Verfahrens bzw. des Messsystems zur Partikelanzahlkonzentrationsbestimmung an Kaminöfen treffen. Einschätzung zu den Messergebnissen seitens Prüflabor: Die gemessenen Werte sind nicht plausibel. Während der Messung wurden Fehlermeldungen vom Messgerät ausgegeben. Es konnte keine Vergleichsmessung mit einem anderen Partikelzähl-messgerät durchgeführt werden, sodass die Messergebnisse in Frage zu stellen sind. Die Auftraggeberin wurde vor Beginn bzw. während der Messungen darüber informiert.

Zusammenfassung der Messergebnisse & Gegenüberstellung mit den Anforderungen nach Abschnitt 3.1.1 & 3.7 entsprechend der Vergabekriterien UZ-212, Typ elements 2.0 K, mit Katalysator, automatische Verbrennungslufteinrichtung & Abscheider OekoTube-Inside mit halbautomatischer Reinigung², 400 mm Elektrodenlänge

	Einheit	Anford. nach UZ-212	Mittelwert aus 1 – 6	Grenzwert / Anforderung	Anforderung erfüllt
Mittlerer CO-Gehalt (13 % O ₂)	g/m ³	Tab. 1, Anl. B	0,362	≤ 0,500	ja
Mittlerer NO _x -Gehalt (13 % O ₂)	g/m ³	Tab. 1, Anl. B	0,114	≤ 0,180	ja
Mittlerer OGC-Gehalt (13 % O ₂)	g/m ³	Tab. 1, Anl. B	0,065	≤ 0,070	ja
Mittlerer Staub-Gehalt (13 % O ₂)	g/m ³	Tab. 1, Anl. B	0,013	≤ 0,015	ja
Mittlere Partikelanzahl (13 % O ₂)	Mio/cm ³	Tab. 1, Anl. C	0,193	≤ 5,000	ja ¹³⁾
Mittlerer Wirkungsgrad	%	3.7	80,5	≥ 75	ja

n.z. nicht zutreffend

¹³⁾ Grenzwert gilt für die Kombination aus Feuerstätte & Partikelabscheider, gemessen nach dem Partikelabscheider, Grenzwert gilt ab 01.01.2022. Einschätzung zum Messergebnis siehe Fußnote 12.