



Prüfung von
Wohnungslüftungsgeräten
mit Wärmerückgewinnung

Prüfbericht

Geprüfte Komponenten:

**Selbstbohrschrauben S-MS01Z 4,0x13 SQ,
Montagewinkel MVA-LC100**

Hersteller:

Hilti Aktiengesellschaft

Auftraggeber:

**Firma
Hilti Aktiengesellschaft
Feldkircherstrasse 100
9494 Schaan
Liechtenstein**

Dichtheitsprüfung

Prüfungsnummer: M.91.02.010

Dortmund, 25.05.2009

An-Institut der

**Fachhochschule
Dortmund**

University of Applied Sciences

Europäisches Testzentrum für
Wohnungslüftungsgeräte (TZWL) e. V.

Ernst-Mehlich-Str. 4a
D-44141 Dortmund
Tel.: 0231 / 53477 – 0
Fax: 0231 / 53477 – 109
Email: info@tzwl.de
www.tzwl.de

Vorstand:

Prof. Dipl.-Ing. Peter Müller
Dipl.-Ing. Bernhard Bewer
Prof. Dr. rer. nat. U. Hahn
Prof. Dr.-Ing. Eberhard Menzel

Registergericht
Amtsgericht Dortmund
VR 5236

Die auszugsweise Wiedergabe des Dokumentes und die Verwendung zu Werbezwecken bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Europäischen Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte e.V.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Komponenten.



Dipl.-Ing. (FH) T. Özbiyik

Inhaltsverzeichnis

- 1 Hinweise zur Verwendung des Prüfberichtes**
- 2 Prüfauftrag**
 - 2.1 Prüfaufbau 1**
 - 2.2 Prüfaufbau 2**
 - 2.3 Durchführung der Prüfung mittels Tracergas**
 - 2.4 Durchführung der Prüfung mittels Dichtheitsprüfgerät**
 - 2.5 Ergebnis der Tracergasprüfung**
 - 2.6 Ergebnis der Prüfung mittels Dichtheitsprüfgerät**
- 3 Zusammenfassung der Ergebnisse**
 - Anhang**

1 Hinweise zur Verwendung des Prüfberichtes

Der vorliegende Prüfbericht darf ohne Genehmigung des Europäischen Testzentrums für Wohnungslüftungsgeräte (TZWL) e. V. nur in vollem Umfang veröffentlicht werden.

Der Prüfbericht bezieht sich ausschließlich auf das vorgestellte Prüfobjekt.

Dieser Bericht bezieht sich auf die vom Hersteller beauftragte Prüfung.

2 Prüfauftrag

Die Firma Hilti AG bietet Montagesysteme für Luftkanalbefestigungen an. Die Befestigungen bestehen aus Montagewinkeln und Selbstbohrschrauben.

Die Prüfung der Dichtheit eines Rechteckkanals soll nachweisen, inwieweit bei der Montage der Montagewinkel mit Selbstbohrschrauben die Dichtheit des Luftkanals beeinträchtigt wird.

Die Prüfung findet bei den beauftragten Überdrücken im Rechteckkanal von 600 Pa sowie 2000 Pa statt. 2000 Pa stellt dabei den in der DIN EN 12237 für die Dichtheitsklassen C und D ausgewiesenen Grenzwert des statischen positiven Druckes dar.

Die Prüfung bei 600 Pa wurde mittels Tracergasverfahren nach Prüfaufbau 1 auf dem dezentralen Prüfstand des TZWL durchgeführt. Auf dem dezentralen Prüfstand sind Prüfungen bis 700 Pa durchführbar. Für den Prüfdruck von 2000 Pa wurde daher wie in Kapitel 2.2, Prüfaufbau 2 beschrieben das Dichtheitsprüfgerät Wöhler DP23 eingesetzt. Eine Prüfung mittels Dichtheitsprüfgerät nach Prüfaufbau 2 bei 600 Pa Überdruck wurde vom Auftraggeber nicht beauftragt.

2.1 Prüfaufbau 1

Die Bestimmung der Leckage bei einem Überdruck von 600 Pa erfolgt mittels Tracergas (N_2O). Dazu wurde durch den zu prüfenden Luftkanal mittels eines Ventilators ein mit Tracergas versetzter Luftstrom von $50 \text{ m}^3/\text{h}$ gefördert. Über eine Blende am Luftaustritt wurde der Überdruck von 600 Pa im Luftkanal eingestellt. Am Lufteintritt und -austritt des Luftkanals wurde die Tracergaskonzentration und Temperatur gemessen. Die Tracergaskonzentrationen wurden alle 40 Sekunden abwechselnd am Lufteintritt und -austritt messtechnisch erfasst, da die Messung der Tracergaskonzentrationen zur Fehlerminimierung mit einem Detektor stattfindet. Die Tracergaskonzentrationen am Luftein- und -austritt geben Aufschluss über Leckagen des Luftkanals.

Um prüfaufbauseitige Leckagen zu erfassen, wurde die Messung mit und ohne Montagewinkel und Selbstbohrschrauben durchgeführt. Der Prüfaufbau ist in Bild 1 schematisch dargestellt.

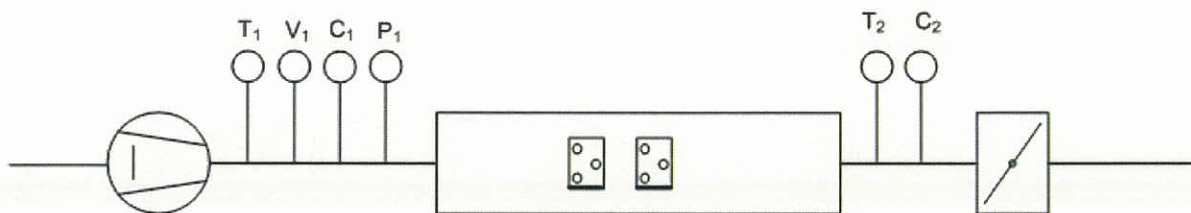


Bild 1: Prüfaufbau 1 – Tracergasverfahren. Das Rechteckrohr mit den Montagewinkeln und den Selbstbohrschrauben in der Mitte. Links am Einlauf der Ventilator, Messstellen für Temperatur, Volumenstrom, Tracergaskonzentration und Überdruck. Hinter dem Rohr Messstellen für Temperatur und Tracergaskonzentration sowie einer Blende.

2.2 Prüfaufbau 2

Die Bestimmung der Leckage bei einem Überdruck von 2000 Pa wurde unter Integration des Dichtheitsprüfgerätes Wöhler DP23 der Firma Wöhler in den Prüfaufbau durchgeführt. Dazu wurden die Luftein- und -austrittsöffnungen des Luftkanals luftdicht verschlossen. Über eine Einlaufdüse am Lufteintritt wurde durch das Dichtheitsprüfgerät ein Überdruck im Luftkanal erzeugt. Der Überdruck wurde über eine zweite Einlaufdüse am Luftaustritt des Dichtheitsprüfgerätes gemessen. Das Dichtheitsprüfgerät hält den eingestellten Überdruck von 2000 Pa selbstregelnd aufrecht und misst dabei den dazu erforderlichen Luftvolumenstrom, welcher der Leckage des Luftkanals entspricht. Um auch hier prüfaufbauseitige Leckagen zu erfassen, wurde die Messung mit und ohne Montagewinkel und Selbstbohrschrauben durchgeführt. Der Prüfaufbau ist in Bild 2 schematisch dargestellt.

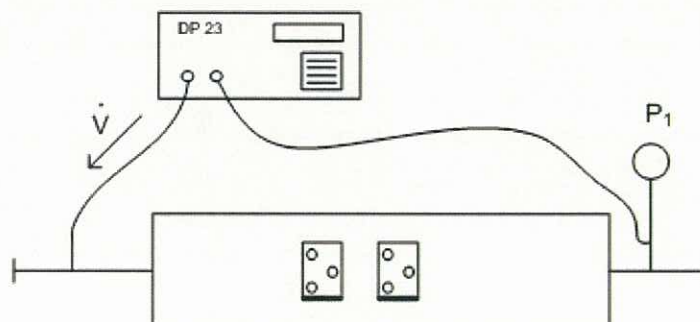


Bild 2: Prüfaufbau 2 – Dichtheitsprüfgerät Wöhler DP23. Links erfolgt der Druckaufbau mittels Lufteinströmung \dot{V} , Rechts wird der Überdruck P_1 registriert.

Angaben Rechteckrohr:

Abmessung: 1000 x 200 x 100 mm
 Material: verzinktes Stahlblech, gefalzt

Zur Erhöhung der Dichtheit des Rechteckrohres und der Übergangsstücke sind die Verbindungsstellen mit Silikon abgedichtet.

Montagewinkel: Typ Hilti – MVA-LC100

Selbstbohrschrauben: Typ S-MS01Z 4,0x13

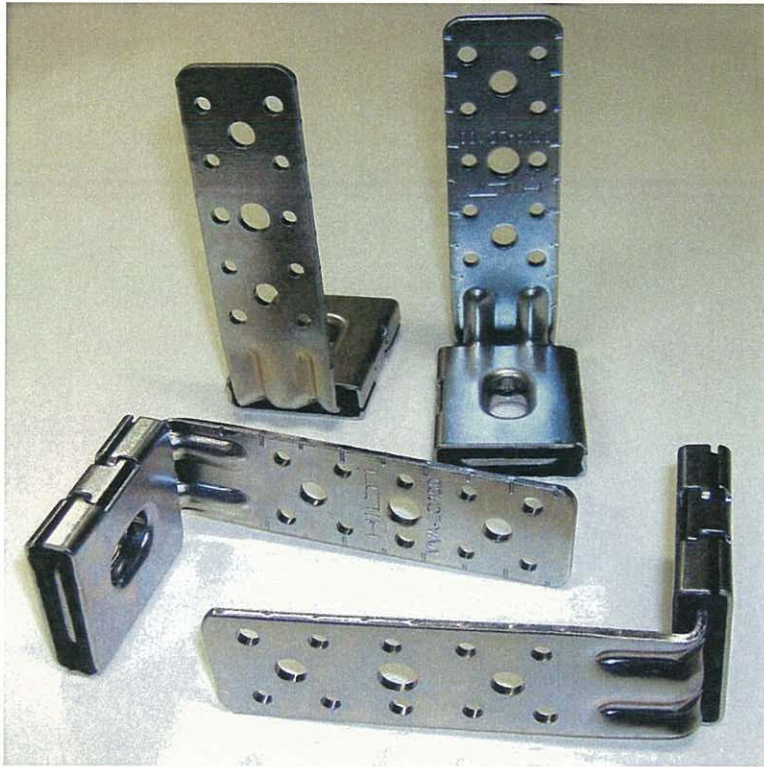


Bild 3: verwendete Montagewinkel vom Typ MVA-LC100



Bild 4: verwendete Selbstbohrschrauben vom Typ S-MS01Z 4,0x13



Bild 5: Schrauben der gleichen Familie mit gleich großem Pan-Head aber anderen Antrieb S-MS01Z 4,0x13 TX (links) und Hex-Head mit größerem Kopfdurchmesser S-MS01Z 4,0x13 HEX (rechts)

2.3 Durchführung der Prüfung mittels Tracergas

Zu Beginn wurde das Rechteckrohr ohne Montagewinkel auf Undichtigkeiten untersucht und eine Referenzmessung durchgeführt. Etwaige Leckagen durch den Prüfaufbau konnten somit bei der Messung mit Montagewinkel berücksichtigt werden. Die Tracergaskonzentration wurde bei einem Luftstrom von 50 m³/h auf 60 ppm eingestellt. Der Überdruck war auf 600 Pa eingestellt. Die Messzeit betrug 60 Minuten.

Nach Abschluss der Referenzmessung wurde die Prüfung mit vier Montagewinkeln durchgeführt. Jeder Montagewinkel war mit drei Selbstbohrschrauben an dem Rechteckrohr befestigt.

2.4 Durchführung der Prüfung mittels Dichtheitsprüfgerät

Da die Montagewinkel aus der vorherigen Messung bereits installiert waren, wurde zunächst die Prüfung mit vier Montagewinkeln á drei Selbstbohrschrauben durchgeführt. Der Überdruck war auf 2000 Pa eingestellt. Die Prüfung wurde mehrmals wiederholt.

Im Anschluss erfolgt die Referenzmessung des Rechteckrohres ohne Montagewinkel. Die durch die Selbstbohrschrauben verursachten Löcher im Kanal wurden mit Dichtungsknete (Terostat-VII) verschlossen und mit Klebeband (tesa extra Power) fixiert. Mittels Lecksuchspray wurden die abgedichteten Löcher auf Leckagen überprüft und ggf. nachgebessert.

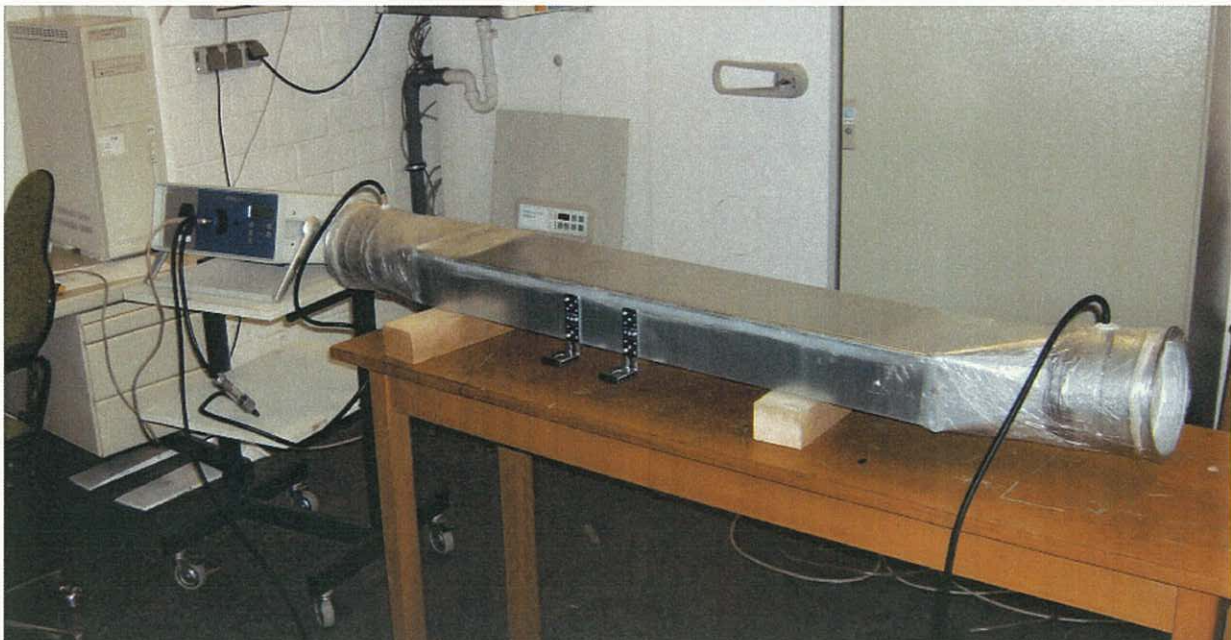


Bild 6: Prüfaufbau 2 – Dichtheitsprüfgerät Wöhler DP23. Zu sehen ist das Dichtheitsprüfgerät (links) und das Rechteckrohr mit angeschraubten Montagewinkeln (mitte).

2.5 Ergebnis der Tracergasprüfung

Die Tracergaskonzentrationen am Luftein- und -austritt werden für die letzten 600 Sekunden der Referenz- und Montagewinkelmessung betrachtet. Da die Konzentrationen alle 40 Sekunden abwechselnd am Lufteintritt und –austritt gemessen wurden, wurde zur besseren Vergleichbarkeit die Zwischenwerte interpoliert und die Differenz zwischen Luftein- und Luftaustrittskonzentration als Mittelwert ausgewiesen. Die Konzentrationswerte mit interpolierten Zwischenwerten mit Mittelwert der Referenzmessung und Montagewinkelmessung sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 hinterlegt. Die vollständigen Messwerte mit Angabe der Temperatur, des Prüfdrucks und des Volumenstroms sind im Anhang aufgeführt. Die Diagramme 1 und 2 stellen den Konzentrationsverlauf, den Überdruck, den Volumenstrom und die Temperaturen während der gesamten Messung dar.

Der Unterschied zwischen den Tracergaskonzentrationen am Lufteintritt und -austritt betragen bei der Referenzmessung im Mittel 0,93 ppm. Berücksichtigt man die Genauigkeit des Messgerätes von 1 ppm, kann der Wert von 0,93 ppm näherungsweise als Null betrachtet werden. Damit ist die Leckage des Prüfaufbaus vernachlässigbar gering.

Der Unterschied zwischen den Tracergaskonzentrationen bei der Messung der Dichtheit mit Montagewinkel beträgt im Mittel 0,90 ppm Differenz und kann analog als Null betrachtet werden.

Somit konnte mittels Tracergasverfahren keine Leckage durch das Anbringen von Montagewinkeln mittels Selbstbohrschrauben ermittelt werden.

t[s]	Eintritt C1	Austritt C2	Differenz
2960	62,17	61,49	0,68
3000	62,09	61,29	0,80
3040	62,10	61,09	1,01
3080	62,10	61,04	1,06
3120	62,30	60,99	1,31
3160	62,50	61,09	1,42
3200	62,44	61,18	1,26
3240	62,38	61,38	1,00
3280	62,43	61,58	0,84
3320	62,47	61,51	0,97
3360	62,43	61,43	0,99
3400	62,38	61,49	0,89
3440	62,13	61,55	0,58
3480	61,87	61,35	0,52
3520	61,87	61,14	0,73
3560	61,87	60,98	0,89
		Mittelwert	0,93

Tabelle 1: Tracergaskonzentrationen der Referenzmessung mit interpolierten Zwischenwerten und Mittelwertbildung über die Differenz der letzten 10 Minuten der Messung. Interpolierte Werte sind grau hinterlegt.

t[s]	Eintritt C1	Austritt C2	Differenz
2960	63,04	62,30	0,73
3000	63,07	62,15	0,92
3040	63,02	62,00	1,02
3080	62,97	62,14	0,83
3120	62,88	62,28	0,60
3160	62,79	62,13	0,66
3200	62,89	61,98	0,91
3240	62,98	61,99	0,99
3280	63,03	61,99	1,04
3320	63,07	62,03	1,04
3360	63,09	62,06	1,03
3400	63,10	62,22	0,88
3440	63,21	62,38	0,83
3480	63,32	62,37	0,95
3520	63,32	62,35	0,97
3560	63,32	62,37	0,95
	Mittelwert		0,90

Tabelle 2: Tracergaskonzentrationen der Montagewinkelmessung mit interpolierten Zwischenwerten und Mittelwertbildung über die Differenz der letzten 10 Minuten der Messung. Interpolierte Werte sind grau hinterlegt.

Referenzmessung

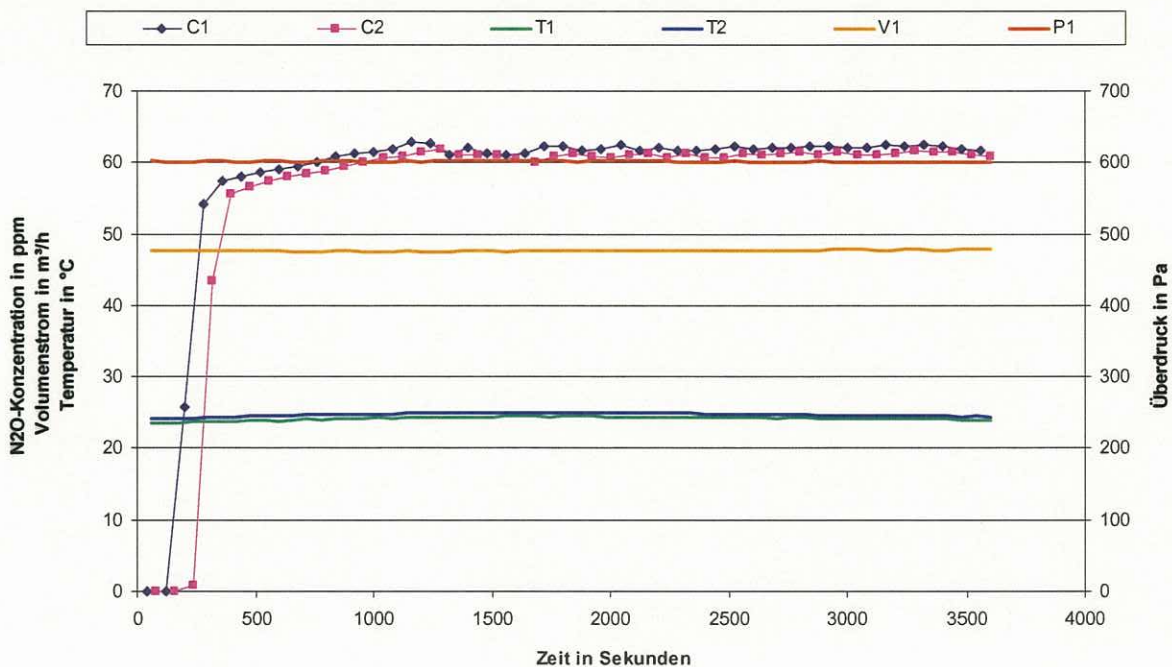


Diagramm 1: Darstellung der Temperaturen, Tracergaskonzentrationen, des Volumenstroms und des Prüfdruckes während der Referenzmessung

Messung mit Montagewinkel

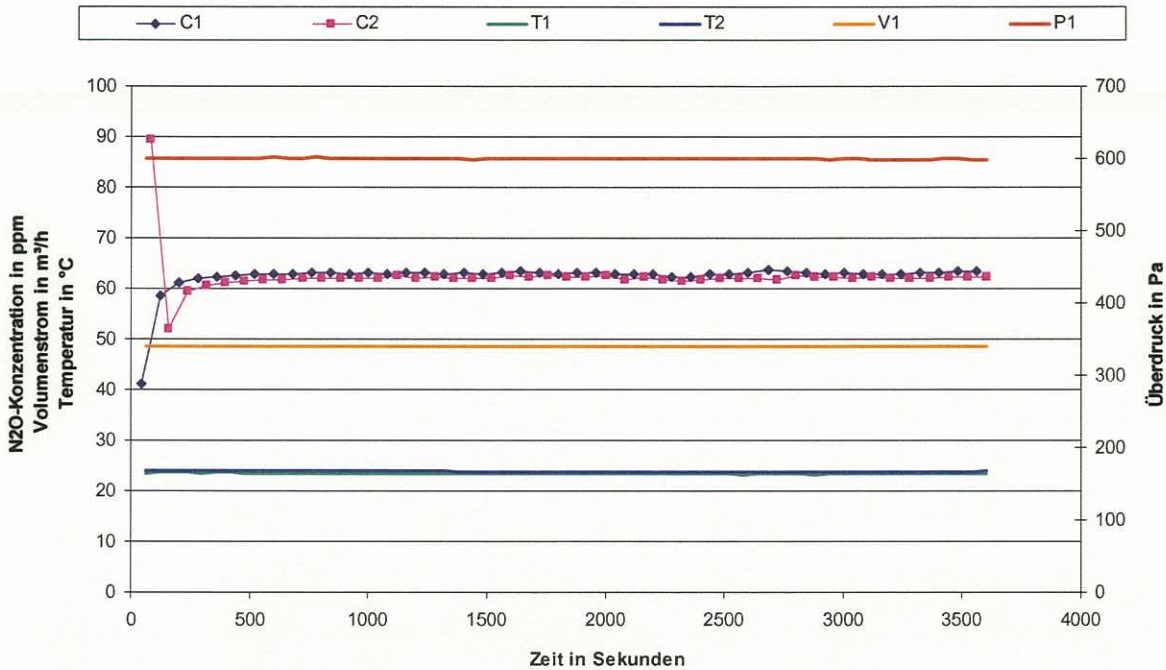


Diagramm 2: Darstellung der Temperaturen, Tracergaskonzentrationen, des Volumenstroms und des Prüfdruckes während der Messung mit Montagewinkel

2.6 Ergebnis der Prüfung mittels Dichtheitsprüfgerät

Die Messung mittels Dichtheitsprüfgerät wurde mehrmals durchgeführt. Die Schwankungen der Leckagewerte liegen dabei innerhalb der Genauigkeit des Dichtheitsprüfgerätes. Der Mittelwert der Leckage beträgt 2,324 l/min (0,139 m³/h). Bei einem Volumenstrom von 2,2 l/min beträgt die Genauigkeit ±0,16 l/min. Die Ergebnisse der Prüfung vom 23. April 2009 mit Montagewinkeln sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Überdruck in hPa	in l/min	in m³/h
19,90	2,27	0,136
20,00	2,24	0,134
20,00	2,38	0,143
20,00	2,26	0,136
20,00	2,35	0,141
20,10	2,37	0,142
20,10	2,39	0,143
20,00	2,30	0,138
20,00	2,39	0,143
20,10	2,29	0,137
Mittelwert	2,324	0,139

Tabelle 3: Leckagewerte für die Prüfung mit Montagewinkel bei einem Überdruck von 2000 Pa (20 hPa)

Die Messung des Luftkanals ohne Montagewinkel wurde ebenfalls mehrmals durchgeführt. Die Schwankungen der Leckagewerte liegen dabei innerhalb der Genauigkeit des Dichtheitsprüfgerätes. Der Mittelwert der Leckage beträgt 2,343 l/min (0,141 m³/h). Bei einem Volumenstrom von 2,3 l/min beträgt die Genauigkeit ±0,165 l/min. Die Leckage der Prüfanordnung 2 betragen somit 2,343 l/min. Die Ergebnisse der Prüfung ohne Montagewinkeln vom 23.April 2009 sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Überdruck in hPa	in l/min	in m ³ /h
20,10	2,32	0,139
19,90	2,26	0,136
20,00	2,37	0,142
19,90	2,33	0,140
20,00	2,35	0,141
19,90	2,39	0,143
20,00	2,31	0,139
20,00	2,38	0,143
19,90	2,31	0,139
19,90	2,37	0,142
Mittelwert	2,343	0,141

Tabelle 4: Leckagewerte für die Prüfung ohne Montagewinkel bei einem Differenzdruck von 2000 Pa (20 hPa)

Leckagemessung Dichtheitsmessgerät

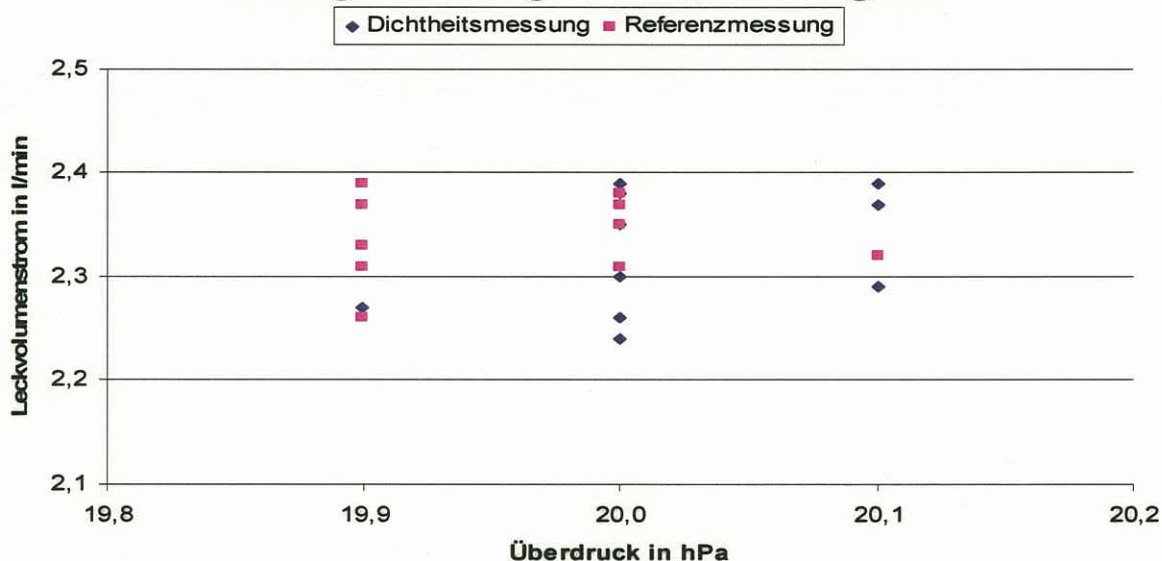


Diagramm 3: Darstellung der Leckagewerte für die Prüfung mit und ohne Montagewinkel bei einem Überdruck von 2000 Pa (20 hPa)

Der Unterschied der Leckage mit und ohne Montagewinkel beträgt im Mittelwert 0,02 l/min (0,001m³/h).

Die Undichtigkeiten von 0,02 l/min durch die vier Montagewinkel á drei Selbstbohrschrauben sind somit so gering, dass sie innerhalb des Genauigkeitsbereichs des Messgerätes liegen.

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die aus der Prüfung ermittelte Undichtheit bei 2000 Pa beträgt 0,02 l/min bezogen auf eine Kanalfläche von 0,6 m². Dies entspricht 0,033 l/(min·m²).

Die in der DIN EN 12237 ausgewiesene maximale Undichtheit unter Versuchsbedingung der höchsten Dichtheitsklasse D ist gemäß folgender Formel zu berechnen:

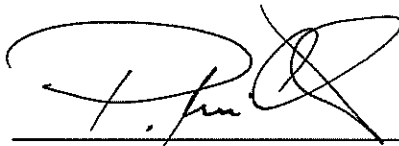
$$f = 0,001 \cdot p^{0,65}$$

mit f = Undichtheit in l/(s·m²),
 p = statischer Druck in Pa.

Für einen statischen Druck von 2000 Pa ergibt sich die maximal zulässige Undichtheit von 0,1399 l/(s·m²). Dies entspricht 8,39 l/(min·m²).

Die durch den Einsatz der geprüften Selbstbohrschrauben und Montagewinkel entstandene Undichtheit unterschreitet somit die maximale zulässige Undichtheit nach Dichtheitsklasse D.

Dortmund, 25.05.2009



Prof. Dipl.-Ing. Peter Müller

(Prüfstellenleiter)

Anhang

Dichtheitsprüfgerät

Bezeichnung: DP 23
Hersteller: Wöhler
Seriennummer: 97
Messgerätenummer: I.92.07.001

Druck-Messung:

Prinzip: piezo-resistiver Halbleiter-Sensor
Messbereich 1: 0 bis 500 Pa
Auflösung: 1 Pa
Genauigkeit: ± 2 Pa; ± 5 %v. M.
Messbereich 2: 0,0 bis 60,0 hPa
Auflösung: 0,1 hPa
Genauigkeit: $\pm 0,5$ hPa; ± 5 %v. M.

Volumenstrom-Messung (bezogen auf 1013 hPa und 20 °C):

Prinzip: Heißfilm-Anemometer
Messbereich 1: 0,1 bis 10,00 NI/min
Auflösung: 0,01 NI/min
Genauigkeit: $\pm 0,05$ NI/min; ± 5 %v. M.
Messbereich 2: 2,0 bis 200,0 Nm³/h
Auflösung: 0,1 Nm³/h
Genauigkeit: $\pm 2,5$ Nm³/h; ± 5 %v. M.

Tracergasmessung

Bezeichnung: S 710
Hersteller: Maihak
Seriennummer: 51000147
Messgerätenummer: I.92.07.002

Messmodul: Unor

Nullpunktdrift: $\leq 0,5$ ppm
Empfindlichkeitsdrift: ≤ 1 % / Woche
Rauschen: $\leq 0,25$ ppm
Linearitätsabweichung: $\leq 0,5$ ppm
Umgebungstemperatur-Einfluss: $\leq 0,5$ ppm pro 10 K für Nullpunkt
 ≤ 1 % vom Messwert für Empfindlichkeit

Temperatur, Volumenstrommessung und Überdruck

Dezentraler thermodynamischer Prüfstand des TZWL

Referenzmessung Tracergas – Tracergaskonzentrationen
 Messung vom 23. April 2009, 10:26 Uhr

t[s]	Eintritt C ₁ [ppm]	t[s]	Austritt C ₂ [ppm]
40	0,06	80	0,06
120	0,06	160	0,06
200	25,72	240	0,75
280	54,23	320	43,40
360	57,37	400	55,63
440	57,96	480	56,61
520	58,69	560	57,32
600	59,08	640	58,04
680	59,42	720	58,35
760	60,02	800	58,81
840	60,78	880	59,43
920	61,26	960	60,06
1000	61,47	1040	60,63
1080	61,79	1120	60,90
1160	63,00	1200	61,51
1240	62,73	1280	61,98
1320	61,15	1360	61,09
1400	62,12	1440	60,99
1480	61,21	1520	61,15
1560	61,12	1600	60,55
1640	61,26	1680	59,99
1720	62,33	1760	60,81
1800	62,34	1840	61,24
1880	61,64	1920	60,85
1960	61,79	2000	60,57
2040	62,54	2080	61,05
2120	61,71	2160	61,28
2200	62,13	2240	60,66
2280	61,73	2320	61,20
2360	61,68	2400	60,58
2440	61,95	2480	60,64
2520	62,20	2560	61,35
2600	61,94	2640	61,07
2680	62,11	2720	61,21
2760	62,18	2800	61,53
2840	62,20	2880	61,15
2920	62,24	2960	61,49
3000	62,09	3040	61,09
3080	62,10	3120	60,99
3160	62,50	3200	61,18
3240	62,38	3280	61,58
3320	62,47	3360	61,43
3400	62,38	3440	61,55
3480	61,87	3520	61,14
3560	61,77	3600	60,82

Referenzmessung Tracergas – Volumenstrom-, Überdruck- und Temperaturwerte

Datum	Zeit	Dauer	T1	V1	T2	P1
	[hh:mm:ss]	[sek.]	[°C]	[m³/h]	[°C]	[Pa]
23. Apr 09	10:26:36	60	23,5	47,7	24,2	602
23. Apr 09	10:27:38	120	23,5	47,6	24,1	601
23. Apr 09	10:28:39	180	23,5	47,7	24,1	601
23. Apr 09	10:29:41	240	23,7	47,7	24,1	601
23. Apr 09	10:30:43	300	23,8	47,6	24,4	602
23. Apr 09	10:31:29	360	23,8	47,6	24,4	602
23. Apr 09	10:32:31	420	23,8	47,7	24,3	601
23. Apr 09	10:33:33	480	23,9	47,7	24,5	601
23. Apr 09	10:34:34	540	24,0	47,6	24,5	602
23. Apr 09	10:35:34	600	23,7	47,6	24,5	602
23. Apr 09	10:36:35	660	24,0	47,6	24,5	601
23. Apr 09	10:37:35	720	24,1	47,6	24,7	601
23. Apr 09	10:38:36	780	24,0	47,6	24,7	602
23. Apr 09	10:39:37	840	24,1	47,6	24,7	602
23. Apr 09	10:40:38	900	24,1	47,6	24,8	602
23. Apr 09	10:41:39	960	24,2	47,5	24,8	601
23. Apr 09	10:42:40	1020	24,3	47,6	24,8	602
23. Apr 09	10:43:41	1080	24,2	47,5	24,8	601
23. Apr 09	10:44:42	1140	24,3	47,6	24,9	602
23. Apr 09	10:45:42	1200	24,4	47,5	24,9	601
23. Apr 09	10:46:44	1260	24,4	47,5	25,0	602
23. Apr 09	10:47:29	1320	24,3	47,5	25,0	602
23. Apr 09	10:48:30	1380	24,4	47,6	25,0	602
23. Apr 09	10:49:31	1440	24,4	47,6	25,0	602
23. Apr 09	10:50:31	1500	24,4	47,6	25,0	603
23. Apr 09	10:51:31	1560	24,5	47,6	25,0	602
23. Apr 09	10:52:31	1620	24,5	47,6	25,0	602
23. Apr 09	10:53:31	1680	24,5	47,6	25,0	603
23. Apr 09	10:54:32	1740	24,4	47,6	25,0	603
23. Apr 09	10:55:32	1800	24,5	47,6	25,0	603
23. Apr 09	10:56:32	1860	24,5	47,6	25,0	602
23. Apr 09	10:57:32	1920	24,5	47,7	25,0	602
23. Apr 09	10:58:33	1980	24,4	47,6	25,0	602
23. Apr 09	10:59:33	2040	24,4	47,6	25,0	602
23. Apr 09	11:00:33	2100	24,4	47,7	24,9	602
23. Apr 09	11:01:33	2160	24,4	47,7	25,0	602
23. Apr 09	11:02:33	2220	24,4	47,7	24,9	602
23. Apr 09	11:03:34	2280	24,4	47,6	24,9	601
23. Apr 09	11:04:34	2340	24,4	47,7	24,9	601
23. Apr 09	11:05:34	2400	24,4	47,7	24,8	601
23. Apr 09	11:06:35	2460	24,4	47,7	24,8	601
23. Apr 09	11:07:35	2520	24,3	47,7	24,8	602
23. Apr 09	11:08:36	2580	24,3	47,7	24,7	601
23. Apr 09	11:09:37	2640	24,3	47,7	24,8	601
23. Apr 09	11:10:37	2700	24,2	47,7	24,8	601
23. Apr 09	11:11:39	2760	24,2	47,7	24,7	601
23. Apr 09	11:12:40	2820	24,3	47,7	24,7	601

23. Apr 09	11:13:41	2880	24,2	47,7	24,6	602
23. Apr 09	11:14:42	2940	24,2	47,8	24,6	601
23. Apr 09	11:15:44	3000	24,2	47,8	24,6	601
23. Apr 09	11:16:30	3060	24,1	47,8	24,6	600
23. Apr 09	11:17:32	3120	24,2	47,8	24,5	601
23. Apr 09	11:18:34	3180	24,1	47,7	24,6	601
23. Apr 09	11:19:35	3240	24,1	47,8	24,5	601
23. Apr 09	11:20:37	3300	24,0	47,8	24,5	600
23. Apr 09	11:21:39	3360	24,1	47,7	24,5	600
23. Apr 09	11:22:42	3420	24,1	47,8	24,5	600
23. Apr 09	11:23:44	3480	23,9	47,8	24,4	600
23. Apr 09	11:24:31	3540	24,0	47,8	24,5	600
23. Apr 09	11:25:33	3600	24,0	47,8	24,4	600

Dichtheitsmessung Tracergas – Tracergaskonzentrationen
 Messung vom 23. April 2009, 12:10 Uhr

t[s]	Eintritt C ₁ [ppm]	t[s]	Austritt C ₂ [ppm]
40	41,09	80	89,48
120	58,66	160	52,06
200	61,05	240	59,30
280	61,89	320	60,52
360	62,21	400	61,14
440	62,46	480	61,51
520	62,74	560	61,70
600	62,97	640	61,63
680	62,90	720	61,93
760	63,07	800	62,02
840	63,03	880	62,11
920	62,77	960	62,00
1000	63,10	1040	61,91
1080	62,74	1120	62,43
1160	63,14	1200	61,99
1240	63,05	1280	62,41
1320	62,74	1360	62,08
1400	63,24	1440	62,14
1480	62,98	1520	62,02
1560	63,15	1600	62,50
1640	63,40	1680	62,39
1720	63,16	1760	62,43
1800	62,73	1840	62,28
1880	63,28	1920	62,34
1960	63,18	2000	62,44
2040	62,73	2080	61,75
2120	62,83	2160	62,22
2200	62,72	2240	61,59
2280	62,36	2320	61,36
2360	62,32	2400	61,62
2440	62,93	2480	61,97
2520	62,90	2560	62,00
2600	63,01	2640	62,04
2680	63,63	2720	61,84
2760	63,41	2800	62,49
2840	63,18	2880	62,30
2920	63,00	2960	62,30
3000	63,07	3040	62,00
3080	62,97	3120	62,28
3160	62,79	3200	61,98
3240	62,98	3280	61,99
3320	63,07	3360	62,06
3400	63,10	3440	62,38
3480	63,32	3520	62,35
3560	63,35	3600	62,38

Dichtheitsmessung Tracergas – Volumenstrom-, Überdruck- und Temperaturwerte

Datum	Zeit [hh:mm:ss]	Dauer [sek.]	T1 [°C]	V1 [m³/h]	T2 [°C]	P1 [Pa]
23. Apr 09	12:10:25	60	23,6	48,6	24,0	601
23. Apr 09	12:11:26	120	23,6	48,5	24,0	601
23. Apr 09	12:12:27	180	23,6	48,4	24,0	599
23. Apr 09	12:13:28	240	23,6	48,5	24,0	600
23. Apr 09	12:14:29	300	23,6	48,5	24,0	600
23. Apr 09	12:15:30	360	23,6	48,5	24,0	601
23. Apr 09	12:16:31	420	23,6	48,5	24,1	600
23. Apr 09	12:17:32	480	23,5	48,5	24,0	600
23. Apr 09	12:18:18	540	23,6	48,5	24,0	601
23. Apr 09	12:19:19	600	23,5	48,5	24,0	601
23. Apr 09	12:20:21	660	23,5	48,5	23,9	601
23. Apr 09	12:21:22	720	23,5	48,5	23,9	600
23. Apr 09	12:22:24	780	23,5	48,5	23,9	601
23. Apr 09	12:23:26	840	23,5	48,5	23,9	601
23. Apr 09	12:24:27	900	23,5	48,5	23,9	600
23. Apr 09	12:25:29	960	23,5	48,5	23,9	600
23. Apr 09	12:26:31	1020	23,4	48,5	23,9	600
23. Apr 09	12:27:17	1080	23,5	48,5	23,9	601
23. Apr 09	12:28:19	1140	23,5	48,5	23,9	600
23. Apr 09	12:29:21	1200	23,5	48,5	23,9	600
23. Apr 09	12:30:23	1260	23,4	48,5	23,9	601
23. Apr 09	12:31:26	1320	23,5	48,5	23,9	601
23. Apr 09	12:32:28	1380	23,4	48,5	23,9	599
23. Apr 09	12:33:30	1440	23,4	48,5	23,8	599
23. Apr 09	12:34:32	1500	23,4	48,4	23,7	600
23. Apr 09	12:35:18	1560	23,4	48,5	23,8	600
23. Apr 09	12:36:20	1620	23,4	48,5	23,7	599
23. Apr 09	12:37:20	1680	23,4	48,5	23,8	600
23. Apr 09	12:38:20	1740	23,4	48,5	23,8	600
23. Apr 09	12:39:20	1800	23,4	48,5	23,8	600
23. Apr 09	12:40:20	1860	23,4	48,5	23,7	600
23. Apr 09	12:41:20	1920	23,3	48,5	23,8	599
23. Apr 09	12:42:21	1980	23,4	48,5	23,8	600
23. Apr 09	12:43:21	2040	23,3	48,5	23,8	599
23. Apr 09	12:44:22	2100	23,3	48,5	23,8	599
23. Apr 09	12:45:23	2160	23,4	48,5	23,8	599
23. Apr 09	12:46:23	2220	23,4	48,5	23,7	600
23. Apr 09	12:47:24	2280	23,3	48,5	23,7	600
23. Apr 09	12:48:25	2340	23,4	48,5	23,7	600
23. Apr 09	12:49:25	2400	23,3	48,5	23,8	600
23. Apr 09	12:50:26	2460	23,4	48,5	23,8	600
23. Apr 09	12:51:27	2520	23,4	48,5	23,8	600
23. Apr 09	12:52:29	2580	23,3	48,5	23,8	600
23. Apr 09	12:53:30	2640	23,3	48,5	23,7	600
23. Apr 09	12:54:31	2700	23,3	48,5	23,7	599
23. Apr 09	12:55:32	2760	23,4	48,5	23,8	599
23. Apr 09	12:56:18	2820	23,4	48,5	23,8	600

23. Apr 09	12:57:19	2880	23,3	48,5	23,7	600
23. Apr 09	12:58:20	2940	23,3	48,5	23,8	598
23. Apr 09	12:59:21	3000	23,3	48,5	23,8	600
23. Apr 09	13:00:22	3060	23,4	48,5	23,8	599
23. Apr 09	13:01:24	3120	23,4	48,6	23,8	599
23. Apr 09	13:02:25	3180	23,4	48,5	23,8	599
23. Apr 09	13:03:26	3240	23,3	48,5	23,8	599
23. Apr 09	13:04:26	3300	23,4	48,5	23,8	598
23. Apr 09	13:05:28	3360	23,4	48,6	23,8	599
23. Apr 09	13:06:28	3420	23,4	48,5	23,8	599
23. Apr 09	13:07:29	3480	23,4	48,6	23,9	599
23. Apr 09	13:08:30	3540	23,4	48,6	23,8	598
23. Apr 09	13:09:31	3600	23,4	48,6	23,9	599