

Prüfung von
Wohnungslüftungsgeräten
mit Wärmerückgewinnung



Climate for life.

Ergebnisdarstellung

An-Institut der

**Fachhochschule
Dortmund**

University of Applied Sciences and Arts

Geprüftes Gerät: Itho Advance
Hersteller: Itho Daalderop

Auftraggeber: Itho Daalderop
Admiraal de Ruyterstraat 2
3115 HB Schiedam
Netherlands

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:

Dr.-Ing. M. Gringel (Vors.)
Prof. Dr.-Ing. U. Hahn (Stellv.)
Dipl.-Ing. T. Özbiyik (Stellv.)
Dipl.-Bew. J. Köntopp

Registergericht
Amtsgericht Dortmund
VR 5236

Die Weitergabe des Dokumentes und die Verwendung zu Werbezwecken sind nicht gestattet. Diese Ergebnisdarstellung dient nur zur internen Verwendung beim Auftraggeber und zur Information.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebene Seriennummer.

- Dichtheitsprüfung
- Lüftungstechnische Prüfung
- Thermodynamische Prüfung
- Frostschutzprüfung

Prüfungsnummer: M.87.07.168.AA

Dortmund, 25.09.2013

Prüfgrundlage: Richtlinie des DIBt
DIN 24 163 T 1-3
DIN EN 308

TZWL
EUROPÄISCHES TESTZENTRUM FÜR
WOHNUNGSLÜFTUNGSGERÄTE E.V.

B.-Eng. (FH) A. El Mejdoub

Inhalt

1	Hinweise zur Verwendung des Prüfberichtes	3
2	Dichtheit	4
2.1	<i>Externe Leckvolumenströme</i>	4
2.2	<i>Interne Leckvolumenströme</i>	4
2.3	<i>Auswertung der Leckagen</i>	5
3	Lüftungstechnische Prüfung	6
3.1	<i>Bestimmung der einzustellenden Abluftvolumenströme</i>	7
3.2	<i>Druck / Volumenstromkennlinie</i>	8
3.3	<i>Mess- und Rechenwerte der thermodynamischen Prüfung</i>	12
4	Mess- und Rechenwerte der Thermodynamischen Prüfung	13
4.1	<i>Graphische Darstellung der Ergebnisse</i>	15
5	Frostschutzprüfung	16
5.1	<i>Funktionsprinzip nach Herstellerangabe</i>	16
5.2	<i>Prüfablauf</i>	16
5.3	<i>Auswertung der Frostschutzprüfung</i>	16

1 Hinweise zur Verwendung des Prüfberichtes

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

Die Ergebnisdarstellung bezieht sich ausschließlich auf das vorgestellte Lüftungsgerät.

2 Dichtheit

Bei der Dichtheitsprüfung sind an vier Messpunkten (50, 100, 200, 300 Pa) die internen und externen Leckvolumenströme zu ermitteln.

Die Dichtheitsprüfung erfolgt nach der Nordtest-Methode Finnland, NT VVS 022 HEATRECOVERY Units internal Leakage, NT VVS 022 HEATRECOVERY Units external Leakage, in Verbindung mit der EN 308 1997-07 „Wärmeaustauscher – Prüfverfahren zur Bestimmung der Leistungskriterien von Luft/Luft- und Luft/Abgas-Wärmerückgewinnungsanlagen.

Die gemessenen Leckvolumenströme sind durch eine Ausgleichsfunktion anzunähern und der approximierter Wert von 100 Pa Über – bzw. Unterdruck zu bestimmen. Die so ermittelten Leckvolumenströme dürfen nicht größer als 5 % des ermittelten mittleren Volumenstromes des Einsatzbereiches des Wohnungslüftungsgerätes sein.

Bei den Leckagemessungen wird der Differenzdruck für 5 % innere Leckage ermittelt (soweit er den Einsatzbereich des Gerätes nicht übersteigt).

2.1 Externe Leckvolumenströme

Der Leckvolumenstrom des Prüflings gegen die Umgebung wird bestimmt, indem eine Druckdifferenz zwischen dem Inneren des Prüflings und seiner Umgebungsluft erzeugt wird. Die Prüfung bestimmt die Luftzufuhr (= Leckvolumenstrom), die notwendig ist, um die gewünschte Druckdifferenz aufrecht zu halten.

Der externe Leckvolumenstrom beträgt bei 100 Pa:

Unterdruck:	3,42 m ³ /h	3,3 %
Überdruck:	2,98 m ³ /h	2,8 %

2.2 Interne Leckvolumenströme

Der Leckvolumenstrom des Prüflings zwischen Ab-/Fort- und Außen-/Zuluftrakt wird bestimmt, indem der Ab-/Fortlufttrakt unter Druck gesetzt wird. Der Differenzdruck zwischen Umgebungsluft und Außen-/Zuluftrakt wird konstant auf null gehalten. Da die andere Seite des Außen-/Zuluftrakts geschlossen ist, muss der interne Leckvolumenstrom dem zu- bzw. abströmenden Volumenstrom entsprechen, der zur Aufrechterhaltung des Differenzdruckes von 0 Pa nötig ist.

Der interne Leckvolumenstrom beträgt bei 100 Pa:

Unterdruck:	2,11 m ³ /h	2,0 %
Überdruck:	2,23 m ³ /h	2,1 %

2.3 Auswertung der Leckagen

Die 5-Prozent-Grenze wird bei folgendem Druck überschritten:

Extern, Überdruck: >230 Pa
 Extern, Unterdruck: >300 Pa
 Intern, Überdruck: >300 Pa
 Intern, Unterdruck: >300 Pa

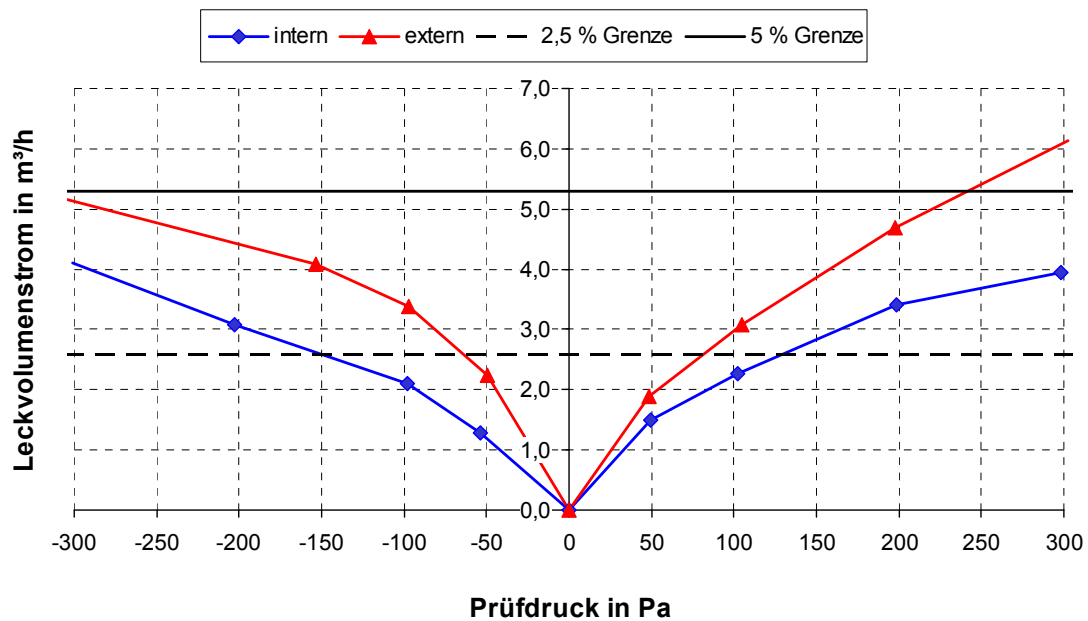


Bild 1: Diagramm Dichtheitsprüfung: 2,5% und 5% (2,6 m³/h und 5,3 m³/h) bezogen auf einen mittleren Volumenstrom von 105 m³/h (Einsatzbereich: 60 bis 150 m³/h)

3 Lüftungstechnische Prüfung

Die Aufnahme der Druck-Volumenstrom-Kennlinien der Ventilatoren erfolgt nach DIN 24163 Teil 1-3 (Leistungsmessung) mit der Ausnahme, dass die Werte für die elektrische Leistungsaufnahme aufgrund der stark lastabhängigen Drehzahl der Ventilatoren nicht dichtekorrigiert werden. Die Temperaturen der angesaugten Luft sind während der Messungen auf 21°C bei einer Differenz von plus/minus 2 K einzustellen.

Für die lüftungstechnische Prüfung müssen die Wohnungslüftungsgeräte voll ausgestattet sein. Filter im Neuzustand und sonstige werksmäßig vorgesehenen Einbauten müssen im Gerät vorhanden sein.

Das Gerät wurde im beschriebenen Anlieferungszustand für die lüftungstechnische Prüfung eingesetzt und erfüllt somit vorgenannte Bedingung.

Die Druck-Volumenstrom-Kennlinien sind bei allen möglichen, vom Hersteller vorzugebenden Drehzahlstufen zu ermitteln und anzugeben. Dabei ist auch die für jeden Messpunkt zugehörige elektrische Leistungsaufnahme der Ventilatoren einschließlich der Regelung zu erfassen.

Funktionsprinzip des Prüfstands

Prüfaufbau

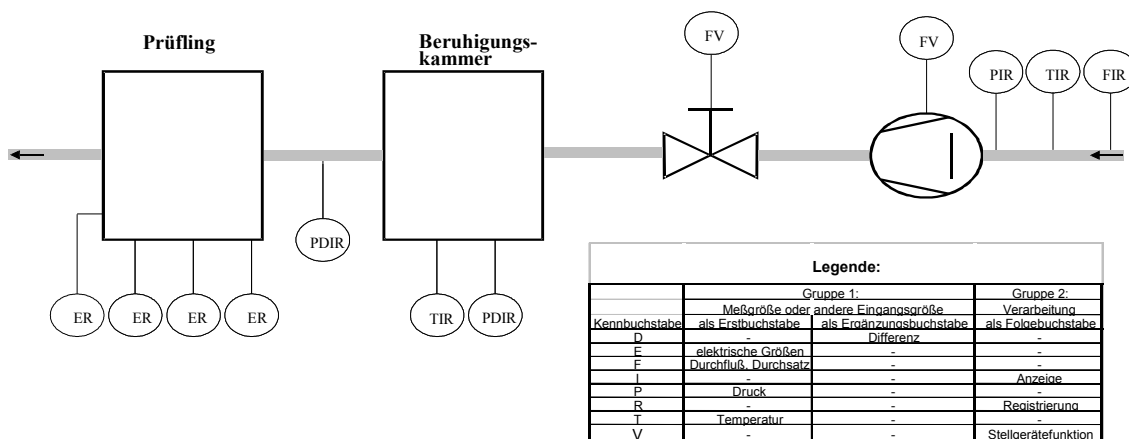


Bild 2: Prüfaufbau der lüftungstechnischen Prüfung

3.1 Bestimmung der einzustellenden Abluftvolumenströme

Zur Bestimmung der einzustellenden Abluftvolumenströme ist der vom Hersteller angegebene Einsatzbereich in Teilbereiche mit einem maximalen Volumenstromverhältnis von 1 : 1,6 aufzuteilen.

Es werden folgende Berechnungen durchgeführt:

Ermittlung der notwendigen Anzahl an Teilbereichen

$$n \geq 2,13 * \ln \left[\frac{\dot{V}_{\max}}{\dot{V}_{\min}} \right] \text{ in ---}$$

Ermittlung der m-ten oberen Bereichsgrenze

$$\dot{V}_{B,m} = \dot{V}_{\min} * n \sqrt[n]{\left[\frac{\dot{V}_{\max}}{\dot{V}_{\min}} \right]^m} \text{ in m}^3/\text{h}$$

Ermittlung des m-ten Bereichsvolumenstromes

$$\dot{V}_{M,m} = \dot{V}_{\min} * 2n \sqrt[n]{\left[\frac{\dot{V}_{\max}}{\dot{V}_{\min}} \right]^{(2m-1)}} \text{ in m}^3/\text{h}$$

untere Grenze: 60 m³/h

obere Grenze: 150 m³/h

mittlerer Volumenstrom: **105 m³/h**

Teilbereich	mittlerer Bereichsvolumenstrom
60 < V ≤ 95 m ³ /h	75 m ³ /h
95 < V ≤ 150 m ³ /h	119 m ³ /h

3.2 Druck / Volumenstromkennlinie

Das Gerät wurde in 4 Lüftervolumenströme geprüft Die Einstellungen der Ventilatoren liegen bei:

Volumenstrom in m ³ /h	Bei der Nachmessung ermittelte Werte	
	Zuluft U/min	Abluft U/min
unterer Einsatzbereich - 60	1100	1100
Stufe 1 - 75	1300	1300
Stufe 2 - 119	1895	1895
oberer Einsatzbereich - 150	2330	2330

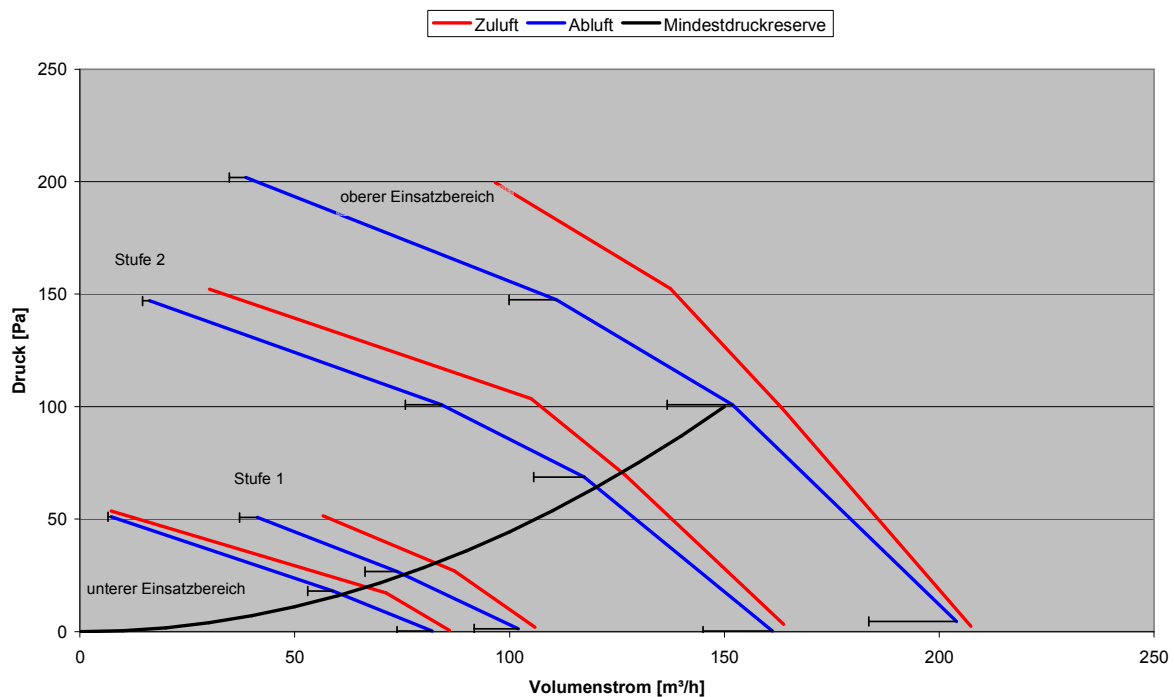


Bild 3: Druck-Volumenstrom-Kennlinie

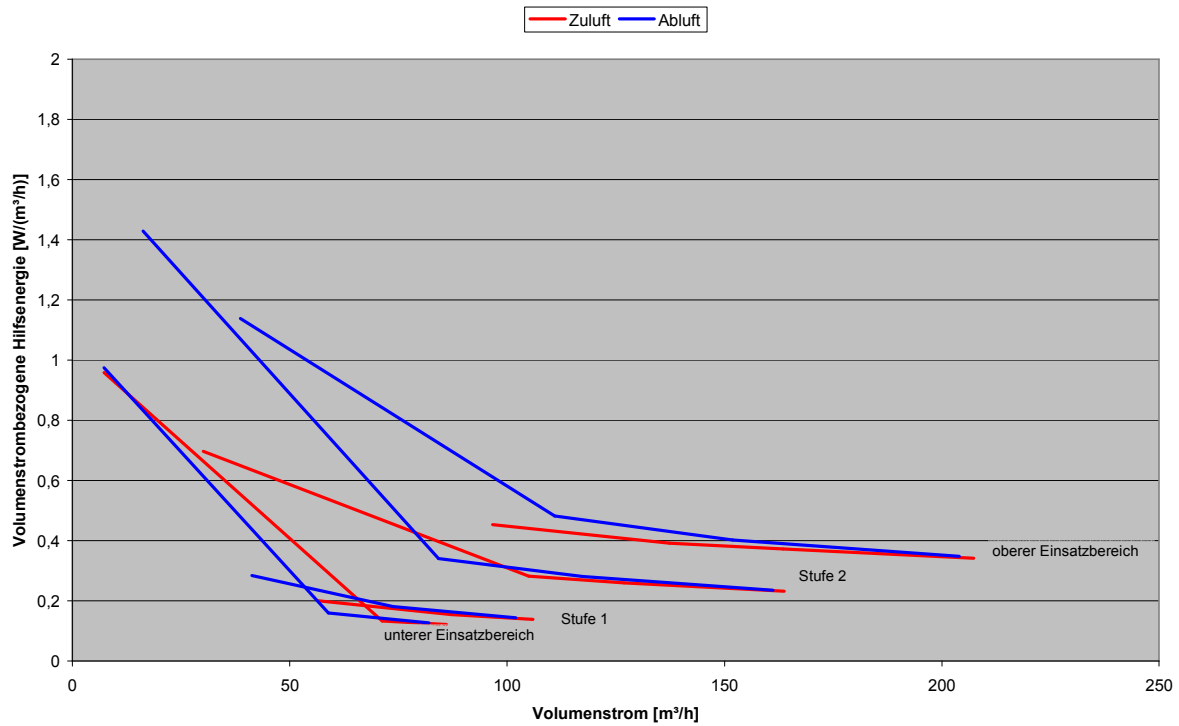


Bild 4: Volumenstrombezogener Hilfsenergiebedarf mit oberer und unterer Einsatzbereichsgrenze

Messdaten der Lüftungstechnischen Prüfung

Luftdruck	Trocken- temperatur	Druck- erhöhung	Volumenstrom, Eintritt	gemessene Wirkleistung, Prüfling	Volumenstrom- bezogene Hilfsenergie
[Pa]	[°C]	[Pa]	[m ³ /h]	[W]	[W/(m ³ /h)]
Untere Einsatzgrenze – 60 m ³ /h					
1003,00	19,5	0,5	86,1	10,46	0,12148
1002,00	19,5	17,2	71,3	9,52	0,13351
1002,00	19,5	53,7	7,3	6,95	0,95870
Zuluft Messpunkt 1 – 75 m ³ /h					
1002,00	19,5	2,1	106,0	14,74	0,13908
1003,00	19,4	27,1	87,1	13,45	0,15440
1002,00	19,5	51,5	56,6	11,35	0,20060
Zuluft Messpunkt 2 – 119 m ³ /h					
1002,00	19,6	3,3	163,8	38,07	0,23243
1002,00	19,7	69,8	126,9	32,97	0,25983
1002,00	19,8	103,5	105,0	29,69	0,28273
1002,00	19,6	152,3	30,1	20,98	0,69665
Obere Einsatzgrenze – 150 m ³ /h					
1002,00	19,7	2,4	207,4	70,80	0,34143
1002,00	19,7	99,3	163,5	60,93	0,37270
1002,00	19,8	152,4	137,4	53,86	0,39204
1002,00	19,8	199,6	96,7	43,84	0,45357

Messdaten der Lüftungstechnischen Prüfung					
Luftdruck	Trocken- temperatur	Druck- erhöhung	Volumenstrom, Eintritt	gemessene Wirkleistung, Prüfling	Volumenstrom- bezogene Hilfsenergie
[Pa]	[°C]	[Pa]	[m ³ /h]	[W]	[W/(m ³ /h)]
Untere Einsatzgrenze – 60 m ³ /h					
1003,00	19,6	0,3	82,0	10,38	0,12661
1003,00	19,6	18,1	58,9	9,41	0,15967
1003,00	19,6	51,2	7,2	7,07	0,97512
Abluft Messpunkt 1 – 75 m ³ /h					
1003,00	19,4	1,3	102,0	14,74	0,14453
1003,00	19,4	26,8	73,8	13,34	0,18083
1003,00	19,3	50,8	41,3	11,74	0,28436
Abluft Messpunkt 2 – 119 m ³ /h					
1003,00	19,3	0,3	161,2	37,99	0,23574
1003,00	19,5	68,8	117,4	33,06	0,28168
1003,00	19,5	100,9	84,2	28,73	0,34117
1003,00	19,5	147,1	16,2	23,16	1,42844
Obere Einsatzgrenze – 150 m ³ /h					
1003,00	19,6	4,6	204,0	71,06	0,34833
1003,00	19,5	101,0	151,8	61,03	0,40197
1003,00	19,6	147,5	110,9	53,45	0,48180
1003,00	19,6	201,9	38,7	44,04	1,13876

3.3 Mess- und Rechenwerte der thermodynamischen Prüfung

Die vorliegende Prüfung des Wohnungslüftungsgerätes gibt Aufschluss über die energetische Effizienz.

Als Prüfgrundlage gilt die LÜ A 20 des DIBT vom 7.02.2002. Es liegen folgende Richtlinien zugrunde:

DIN 24 163 T 1-3 Leistungsmessung, Normkennlinien, Normprüfstände (01/1985)
DIN EN 308 Wärmetauscher, Prüfbedingungen zur Bestimmung von Leistungskriterien von Luft/Luft und Luft/Abgas-Wärmerückgewinnungsanlagen (06/1997)

Es werden folgende Berechnungen durchgeführt:

Berechnung des Wärmebereitstellungsgrades

$$\eta'_{W \text{ pro Aussenluftzustand}} = \frac{\dot{H}_{Zu} - \dot{H}_{Au}}{\dot{H}^*_{Zu} - \dot{H}_{Au}} [-]$$

Ermittlung der volumenstrombezogenen Leistungsaufnahme

$$P_{\text{elektrisch Ventilatoren}} = \frac{P_{\text{elektrisch Ventilatoren}}}{\dot{V}_{\text{Abluft}}} [\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})]$$

Berechnung des elektrischen Wirkungsverhältnisses

$$\varepsilon_{el} = \frac{\dot{H}_{Zu} - \dot{H}_{Au}}{P_{\text{elektrisch Ventilatoren}}} [-]$$

Bei der durchgeführten thermodynamischen Prüfung werden folgende Werte vorgegeben:

Außentemperatur θ_{AU} in °C	rel. Außenfeuchte φ in %	Ablufttemperatur θ_{AB} in °C	rel. Abluftfeuchte φ in %
- 3	80	+21	36
+ 4	80	+21	46
+10	80	+21	56

4 Mess- und Rechenwerte der Thermodynamischen Prüfung

Soll - Volumenstrom in m ³ /h	75	Ventilatorstufe		1
Statischer Druck in Pa	25			
Mess- bzw. Rechengröße	Einheit	Luftzustand 3 + 10°C	Luftzustand 2 + 4°C	Luftzustand 1 - 3°C
Messwerte				
Temperatur Außenluft (AU)	°C	10,1	4,0	-3,0
Temperatur Zuluft (ZU)	°C	19,9	19,3	17,2
relative Feuchte Außenluft (AU)	%	81,3	83,2	77,0
relative Feuchte Zuluft (ZU)	%	42,4	30,0	18,8
Außenluftvolumenstrom (AU)	m ³ /h	76,2	75,3	74,5
Temperatur Abluft (AB)	°C	20,9	20,9	20,9
Temperatur Fortluft (FO)	°C	12,4	8,3	4,3
relative Feuchte Abluft (AB)	%	56,5	46,1	34,7
relative Feuchte Fortluft (FO)	%	95,9	93,8	87,7
Abluftvolumenstrom (AB)	m ³ /h	79,4	78,9	78,6
Umgebungsluftdruck	Pa	102.316	102.318	101.940
elektrische Wirkleistung Zuluftventilator (ZU)*	W	7,2	7,3	7,4
elektrische Wirkleistung Abluftventilator (AB)*	W	7,2	7,3	7,4
elektrische Wirkleistung gesamt	W	14,4	14,6	14,7
Rechenwerte				
Sättigungsdruck des WD (AU)	Pa	1.237	814	476
Sättigungsdruck des WD (ZU)	Pa	2.326	2.241	1.964
Sättigungsdruck des WD (AB)	Pa	2.474	2.474	2.474
Sättigungsdruck des WD (FO)	Pa	1.441	1.096	831
Wassergehalt Außenluft (AU)	g/kg	6,17	4,14	2,24
Wassergehalt Zuluft (ZU)	g/kg	6,05	4,11	2,26
Wassergehalt Abluft (AB)	g/kg	8,61	7,01	5,28
Wassergehalt Fortluft (FO)	g/kg	8,52	6,31	4,48
Dichte Außenluft, feucht (AU)	kg/m ³	1,25	1,28	1,31
Dichte Abluft, feucht (AB)	kg/m ³	1,21	1,21	1,20
Massenstrom Außen-/Zuluft, trocken	kg/s	0,0264	0,0267	0,0271
Massenstrom Ab-/Fortluft, trocken	kg/s	0,0264	0,0263	0,0261
Enthalpie AU	kJ/kg	25,69	14,40	2,59
Enthalpie ZU	kJ/kg	35,64	29,88	22,95
Enthalpie ZU*	kJ/kg	36,66	31,50	26,68
Enthalpiestrom AU	kW	0,68	0,38	0,07
Enthalpiestrom ZU	kW	0,94	0,80	0,62
Enthalpiestrom ZU*	kW	0,97	0,84	0,72
Enthalpie-Differenz ZU-AU	kW	0,26	0,41	0,55
Enthalpie-Differenz ZU*-AU	kW	0,29	0,46	0,65
Ergebniswerte				
Wärmebereitstellungsgrad	%	90,74	90,53	84,52
volumenbez. elektr. Ventilatorleist.	W/(m ³ /h)	0,18	0,19	0,19
Zusätzliche Ergebniswerte				
el. Wirkungsverhältnis	-	18,22	28,32	37,53

Soll - Volumenstrom in m ³ /h	119	Ventilatorstufe			2
Statischer Druck in Pa	67				
Mess- bzw. Rechengröße	Einheit	Luftzustand 3 + 10°C	Luftzustand 2 + 4°C	Luftzustand 1 - 3°C	
Messwerte					
Temperatur Außenluft (AU)	°C	10,0	4,0	-3,0	
Temperatur Zuluft (ZU)	°C	19,6	19,1	17,6	
relative Feuchte Außenluft (AU)	%	81,6	79,4	80,2	
relative Feuchte Zuluft (ZU)	%	41,4	28,6	19,0	
Außenluftvolumenstrom (AU)	m ³ /h	116,3	115,1	113,6	
Temperatur Abluft (AB)	°C	20,9	21,0	21,0	
Temperatur Fortluft (FO)	°C	12,7	9,2	4,5	
relative Feuchte Abluft (AB)	%	55,2	47,0	35,5	
relative Feuchte Fortluft (FO)	%	94,3	93,9	90,7	
Abluftvolumenstrom (AB)	m ³ /h	122,1	122,9	123,5	
Umgebungsluftdruck	Pa	101.941	100.727	100.858	
elektrische Wirkleistung Zuluftventilator (ZU)*	W	18,6	18,3	18,4	
elektrische Wirkleistung Abluftventilator (AB)*	W	18,6	18,3	18,4	
elektrische Wirkleistung gesamt	W	37,1	36,5	36,8	
Rechenwerte					
Sättigungsdruck des WD (AU)	Pa	1.229	814	476	
Sättigungsdruck des WD (ZU)	Pa	2.283	2.213	2.014	
Sättigungsdruck des WD (AB)	Pa	2.474	2.489	2.489	
Sättigungsdruck des WD (FO)	Pa	1.470	1.164	843	
Wassergehalt Außenluft (AU)	g/kg	6,18	4,01	2,36	
Wassergehalt Zuluft (ZU)	g/kg	5,82	3,93	2,37	
Wassergehalt Abluft (AB)	g/kg	8,44	7,31	5,50	
Wassergehalt Fortluft (FO)	g/kg	8,57	6,83	4,75	
Dichte Außenluft, feucht (AU)	kg/m ³	1,25	1,26	1,30	
Dichte Abluft, feucht (AB)	kg/m ³	1,20	1,19	1,19	
Massenstrom Außen-/Zuluft, trocken	kg/s	0,0401	0,0402	0,0409	
Massenstrom Ab-/Fortluft, trocken	kg/s	0,0404	0,0402	0,0406	
Enthalpie AU	kJ/kg	25,60	14,08	2,88	
Enthalpie ZU	kJ/kg	35,35	29,36	23,66	
Enthalpie ZU*	kJ/kg	36,67	31,28	27,08	
Enthalpiestrom AU	kW	1,03	0,57	0,12	
Enthalpiestrom ZU	kW	1,42	1,18	0,97	
Enthalpiestrom ZU*	kW	1,47	1,26	1,11	
Enthalpie-Differenz ZU-AU	kW	0,39	0,61	0,85	
Enthalpie-Differenz ZU*-AU	kW	0,44	0,69	0,99	
Ergebniswerte					
Wärmebereitstellungsgrad	%	88,07	88,82	85,83	
volumenbez. elektr. Ventilatorleist.	W/(m ³ /h)	0,30	0,30	0,30	
Zusätzliche Ergebniswerte					
el. Wirkungsverhältnis	-	10,54	16,82	23,07	

(*) Die zwei Ventilatoren werden nur mit einem einzigen Motor angetrieben.

4.1 Graphische Darstellung der Ergebnisse

Der niedrigere Wärmebereitstellungsgrad bei -3 °C kann mit dem Einfrieren des Wärmeübertragers erklärt werden.

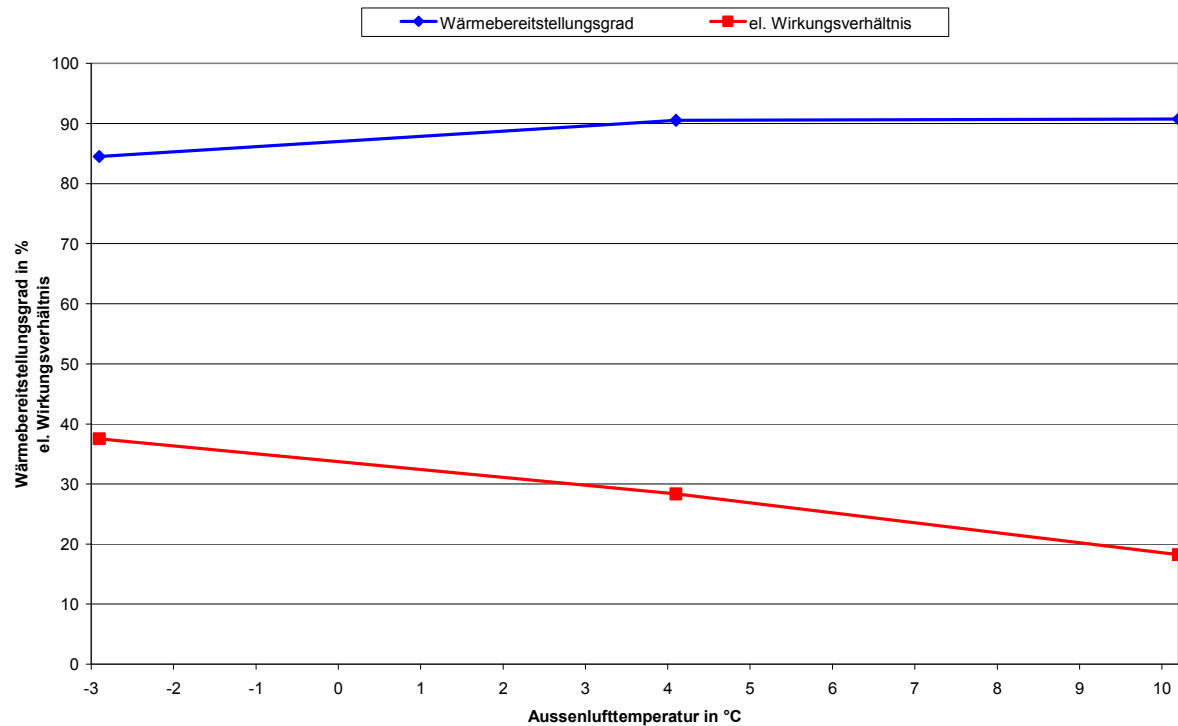


Bild 5: Stufe 1

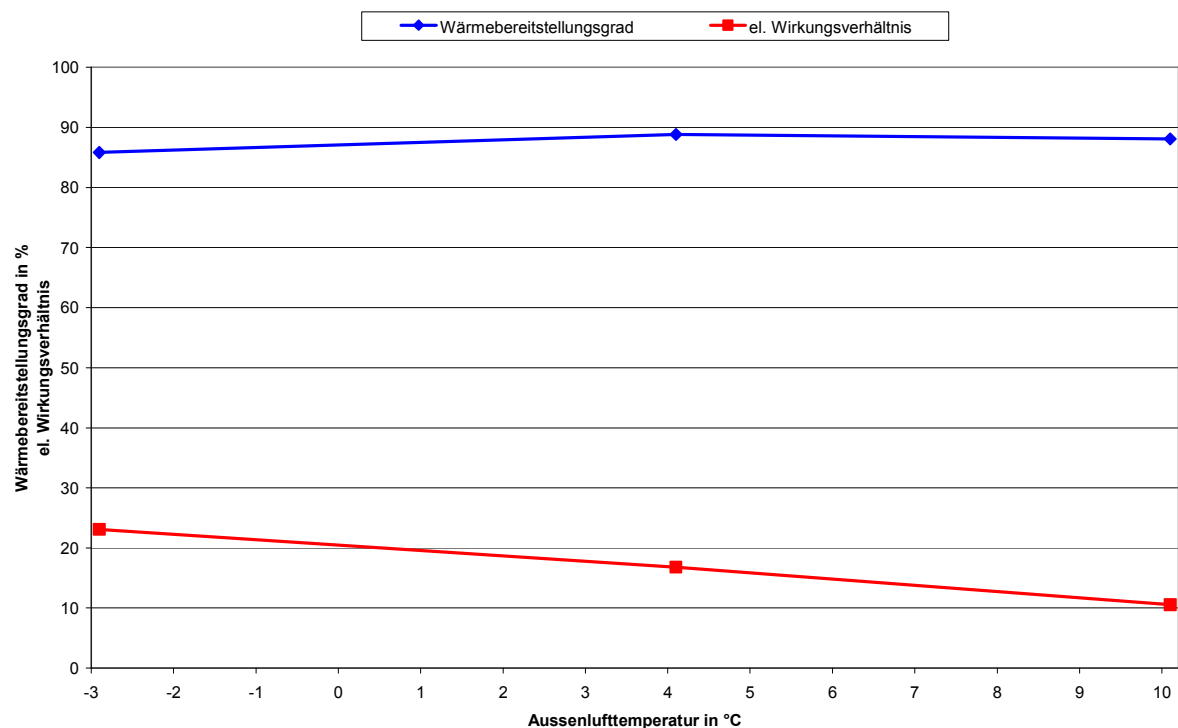


Bild 6: Stufe 2

5 Frostschutzprüfung

5.1 Funktionsprinzip nach Herstellerangabe

Aufgabe der Frostschutzfunktion ist es, zu gewährleisten, dass der Wärmeübertrager auf der Ab-/Fortluftseite nicht einfriert.

Ab einer gemessenen Außenlufttemperatur von $>-2\text{ °C}$ schaltet das elektrische Vorheizregister ein. Die interne Regelung des Vorheizregisters hält dabei die Temperatur hinter dem Vorheizregister auf $-1,0\text{ °C}$.

5.2 Prüfablauf

Ausgehend von $5,0\text{ °C}$ und einem Abluftzustand von $+21\text{ °C}$ und 36% relativer Feuchte wurde die Außenlufttemperatur abgesenkt. Der dabei eingestellte Zu-/Abluftvolumenstrom von $75\text{ m}^3/\text{h}$ entspricht dem ersten Bereichsvolumenstrom VM 1.

Die Außenlufttemperatur wurde von $5,0\text{ °C}$ auf $-6,2\text{ °C}$ abgesenkt, wobei die Absenkung nicht schneller als 1 Kelvin pro 5 Minuten erfolgt ist.

Nach 74 Minuten und bei einer Außenlufttemperatur von $-2,2\text{ °C}$ schaltet das Gerät das Vorheizregister erstmalig ein. Die Außenlufttemperatur wurde weiter auf $-6,2\text{ °C}$ abgesenkt und konstant gehalten.

5.3 Auswertung der Frostschutzprüfung

Die gesamte elektrische Leistungsaufnahme hat während der Konstanthaltungszeit einen Maximalwert von ca. 606 W erreicht.

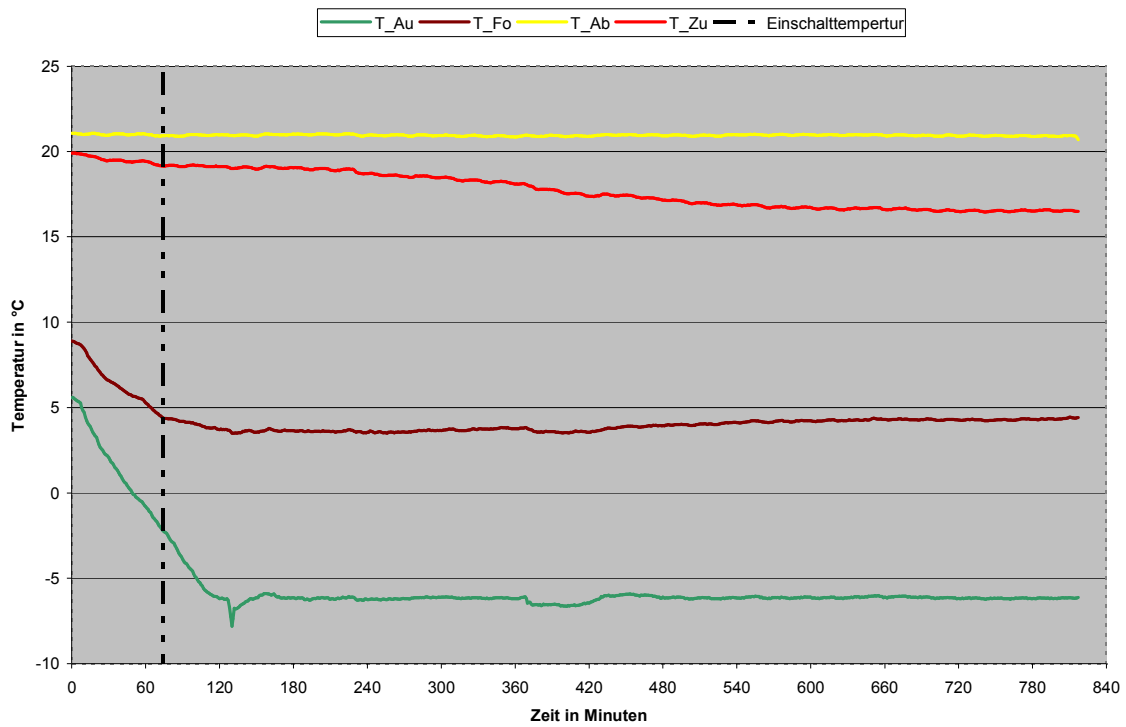


Bild 7: Diagramm Temperaturverlauf

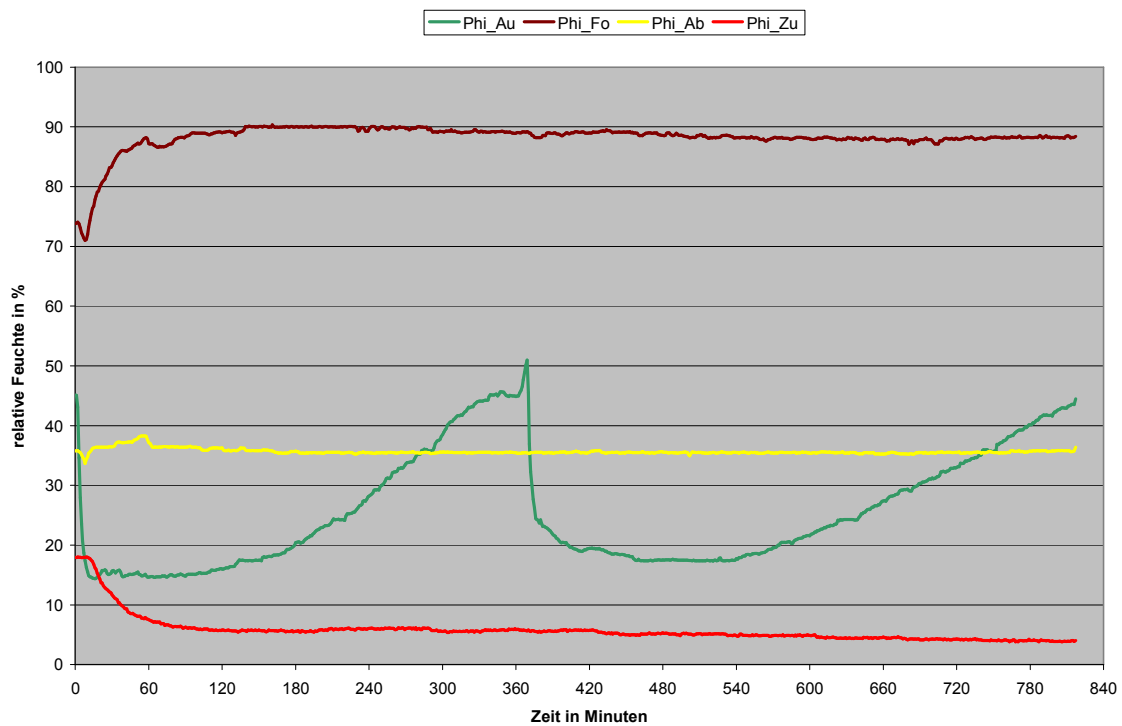


Bild 8: Diagramm Feuchteverlauf

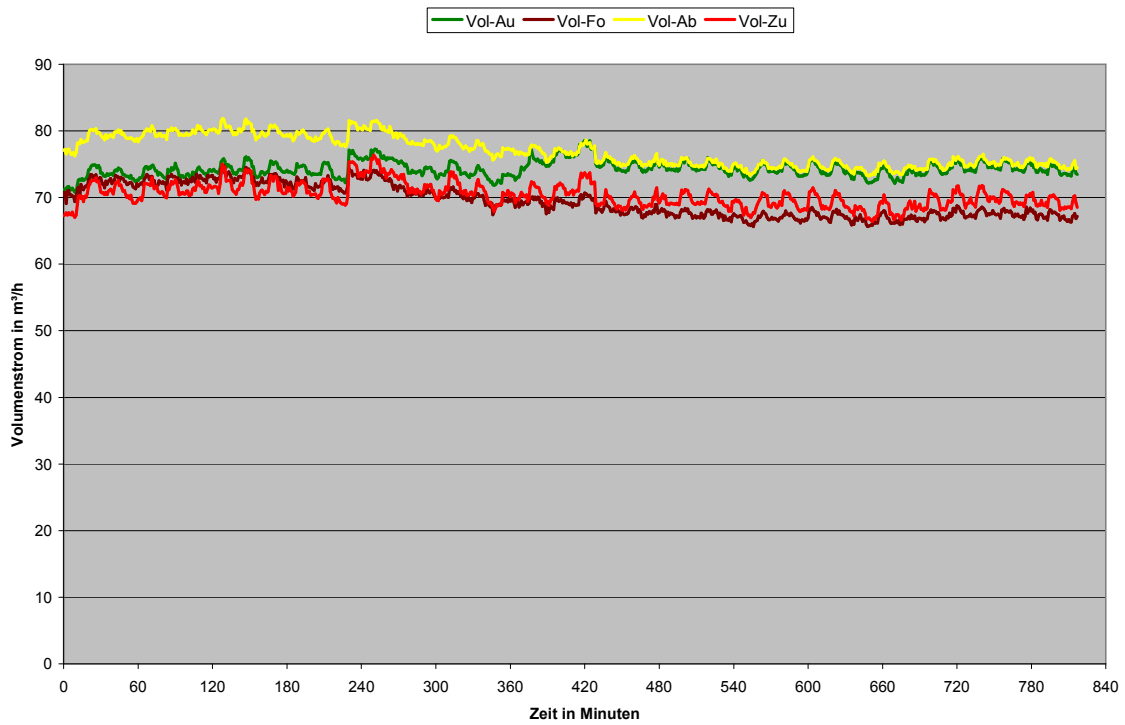


Bild 9: Diagramm Volumenstromverlauf

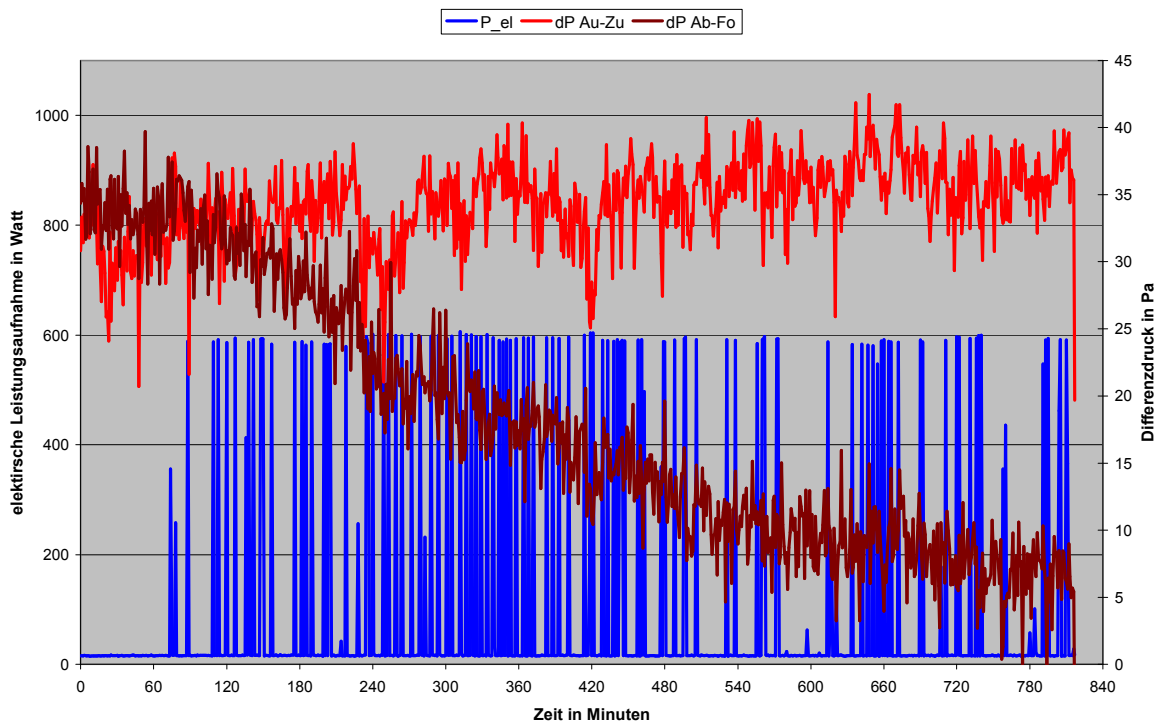


Bild 10: Diagramm Leistungsaufnahme und Druckdifferenz

Nach Ende der Frostschutzprüfung konnte den Wärmeübertrager nicht geprüft werden.