



Prüfbericht Nr. PL.11.WLG.91

über die Prüfung von Wohnungslüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung nach DIBt

- 1 Prüfstelle** Prüfstelle HLK
Universität Stuttgart, Institut für GebäudeEnergetik
Pfaffenwaldring 35
70569 Stuttgart
- 2 Auftraggeber** Lunos Lüftungstechnik GmbH

Wilhelmstr. 31
13593 Berlin
- 3 Prüfgegenstand** Dezentrales Wohnungslüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung
Herstellerbezeichnung: e²
(Details siehe Folgeseiten)
- 4 Prüfungen** Prüfung nach Vereinbarungen des SVA-A Lüftungstechnik des DIBt
Lü-A Nr. 20 bzw. davon abgeleitete Verfahren
(Details siehe Folgeseiten)
- 5 Ergebnisse** Gemessener Wärmebereitstellungsgrad:

 $\eta_{WRG} = 90,6\%$

Details und weitere Ergebnisse siehe Folgeseiten.

Stuttgart, den 11.4.11



Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt

Dipl.-Ing. Bernd Klein

Das Institut für Gebäudeenergetik (IGE) ist ein vom DAR nach ISO/IEC 17025 akkreditiertes sowie von der DIN CERTCO anerkanntes Prüflaboratorium. Weiterhin ist das IGE eine nach ISO/IEC 17020 akkreditierte Inspektionsstelle.

Dieser Bericht umfasst 16 Seiten. Er darf ohne Genehmigung des Auftragnehmers nur in vollem Umfang vervielfältigt werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.

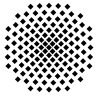


Inhalt

3	Angaben zum Prüfgegenstand	3
3.1	Funktionsbeschreibung	3
3.2	Gerätekenzeichnung	3
3.3	Gerätemaße	4
3.4	Ventilatoren	4
3.5	Wärmeübertrager	4
3.6	Filter	4
4	Angaben zum Prüfverfahren und zum Prüfstand	5
4.1	Dichtheitsprüfung	5
4.2	Lüftungstechnische Prüfung	5
4.3	Thermodynamische Prüfung	6
5	Prüfergebnisse	8
5.1	Dichtheitsprüfung	8
5.1.1	Dichtheit bei abgeschaltetem Gerät	8
5.2	Lüftungstechnische Prüfung	8
5.3	Thermodynamische Prüfung	11
5.3.1	Wärmeübertrager Cordierit (COR)	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3.2	Wärmeübertrager Tonerdeporzellan (TEP)	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.4	Frostschutzprüfung	13
6	Anhang	14
6.1	Herstellerezeichnung	14
6.2	Fotos	15

Abkürzungen

AU - Außenluft
ZU - Zuluft
AB - Abluft
FO – Fortluft
V – Volumenstrom
m - Massenstrom
dp – Differenzdruck
THP – Thermische Prüfung
LTP – Lüftungstechnische Prüfung
WLG - Wohnungslüftungsgerät
** - Herstellerangabe



3 Angaben zum Prüfgegenstand

#####

Bild 1: Prüfling

Eingangsdatum des Prüflings: 25.1.10

3.1 Funktionsbeschreibung

Bei dem Prüfling handelt es sich um ein dezentrales Wohnungslüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung zum Einbau in die Außenwand. Zur Wärmerückgewinnung wird ein regenerativer Wärmeübertrager verwendet. Hierbei werden identische Geräte in der Regel geradzahlpaarig eingesetzt. Zur Wärmerückgewinnung werden die Geräte alternierend mit einer Zykluszeit von ca. 75 Sekunden betrieben.

Das Gerät besteht aus einem Einbaurohr und einem Geräteinsatz. Das Einbaurohr besteht aus Kunststoff.

Der Geräteinsatz besteht aus einem Axial-Ventilator, einem Keramikkörper als Wärmespeicher und einem Filter. Er wird auf der Innenseite in das Einbaurohr eingeschoben. Auf der Innenseite schließt das Gerät mit einer Abdeckhaube aus Kunststoff ab, in die ein dreh- bzw. verschließbarer Luftauslass und ggf. die Steuerung (Variante V-WRG) integriert ist.

Nach Abnehmen der Abdeckhaube auf der Innenseite ist der Filter zugänglich. Zur Wartung kann anschließend der Lüftungseinsatz von der Innenseite aus den Luftstrecken gezogen werden. Nach Öffnen des Gerätegehäuses sind Wärmeübertrager und Ventilator zugänglich. Das Gehäuse ist nicht gedämmt. Eine Abfuhr von eventuell anfallendem Kondensat ist über die Teleskop-einheit nach außen vorgesehen.

Das Gerät ist mit einem Wärmeübertrager aus Cordierit ausgerüstet. Zur verbesserten Wärmerückgewinnung kann alternativ ein Wärmeübertrager aus Tonerdeporzellan eingesetzt werden. Die Wärmeübertrager sind geometrisch identisch.

Die Filterwechselanzeige wird über eine hinterlegte Standzeit von 4000 Stunden aktiviert. Ein notwendiger Filterwechsel wird am Display durch blinken von LED's angezeigt.

Die Geräte werden über eine elektronische Steuerung geregelt. Die Variante V-WRG arbeitet mit einer dezentralen Steuerung. Dazu ist in jedem Gerät ein Controller integriert. Die Geräte kommunizieren hierbei über das Stromnetz. Die Variante Z-WRG arbeitet mit einem zentralen Controller. Von diesem muss zu jedem Gerät eine Steuerleitung verlegt werden. Hinsichtlich des Lüftungs- und wärmetechnischen relevanten Aufbaus sind diese Gerätevarianten identisch.

Der Nutzer kann fünf Stufen und zwei Funktionen auswählen. Neben der Funktion Wärmerückgewinnung kann die Funktion Querlüftung gewählt werden. Hierbei Laufen die Geräte immer in eine Richtung, so dass der Wärmetauscher außer Kraft gesetzt wird.

3.2 Gerätekenzeichnung

Wesentliche Angaben auf dem Typschild:



Typ	###
Seriennummer	###
CE-Kennzeichnung	ja

3.3 Gerätemaße

	Durchmesser	Länge
	in mm	in mm
Wandrohr	175	175
Wand-Teleskopeinheit Kunststoff	170	170
Geräteeinsatz	155	155

3.4 Ventilatoren

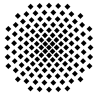
Anzahl	-	1
Hersteller	-	###
Typ	-	###
Bauart	-	Axial
Betriebsspannung	V	12V
Ansaugöffnung	mm	114
Motor	-	DC
Anordnung		Außen

3.5 Wärmeübertrager

Anzahl	1
Bauart	Regenerativ
Hersteller**	###
Material**	Keramik
Außenmaße in mm (BxHxT)	###
Freier Querschnitt je Kanal in	Quadratisch, Teilung ca. 4mm, freier Querschnitt ca. 3mm
Anzahl durchströmter Kanäle	40x40=160

3.6 Filter

Art/Einbauort	Anzahl	Filterklasse**	Maße in mm
Zu-/Abluft	1	G3	168x168x10



4 Angaben zum Prüfverfahren und zum Prüfstand

4.1 Dichtheitsprüfung

Die Dichtheitsprüfung am Gerät entfällt. Lediglich der Verschluss wird auf Dichtheit nach Anforderungen der ENEC geprüft. Dazu wird auf jeder Seite ein Über-/Unterdruck von jeweils 10Pa aufgeprägt und der Leckluftstrom gemessen.

Der Prüfstand besteht aus zwei baugleichen Messstrecken. Die Messstrecken beinhalten jeweils einen Hilfsventilator, einen Balgengaszähler zur Erfassung der Leckluftströme und eine Temperaturmessstelle. Die Druckdifferenz zwischen Prüfling und Umgebung wird in den Übergangsstücken des Prüfstands gemessen.

4.2 Lüftungstechnische Prüfung

Es werden in Anlehnung an die DIN 24163 die $\Delta p, \dot{V}$ -Kennlinien des Prüflings ermittelt. Hierzu werden für verschiedene, von außen aufgeprägte, statische Druckdifferenzen die sich einstellenden Luftströme gemessen. Bei Geräten mit mehreren Drehzahlstufen werden den Vorgaben des DIBt LÜ-A Nr. 20 entsprechend mehrere solcher $\Delta p, \dot{V}$ -Kennlinien ermittelt und in einem Diagramm dargestellt. Weiterhin wird die elektrische Leistungsaufnahme der Ventilatoren gemessen.

Der Prüfstand besteht aus zwei baugleichen Messstrecken. Die Messstrecken beinhalten jeweils eine Drosselklappe, einen Hilfsventilator, eine Beruhigungskammer und eine Einströmdüse für die Luftstrommessung. Die statische Druckerhöhung zwischen Ein- und Austritt des Prüflings wird in den Übergangsstücken des Prüfstands die den Durchmesser der Geräteanschlüsse haben gemessen.



4.3 Thermodynamische Prüfung

Die einzustellenden Luftströme sind durch das DIBt LÜ-A Nr. 20 und die Lüftungstechnische Prüfung bestimmt. Der Außenluft- und der Abluftzustand werden in zwei einander unabhängigen Luftkonditionierungseinheiten hergestellt. Sie bestehen jeweils aus mehreren Luftkühlern, einem Erwärmer, einem Dampfluftbefeuchter und der Messstrecke der Lüftungstechnischen Prüfung.

Alternierend arbeitende Lüftungsgeräte arbeiten mit regenerativen Wärmeübertragern zur Wärmerückgewinnung. Dieser wird dabei zyklisch durch Strömungsumkehr geladen und entladen. Um die Luftbilanz im Raum ausgeglichen zu halten, sind mindestens zwei Luftstrecken erforderlich, die gegenläufig arbeiten. Um den Wärmerückgewinnungsgrad derartiger Geräte zu bestimmen, wird von der Vorgehensweise bei Rekuperatoren, wie in LÜ-A 20 des DIBt beschrieben, abgewichen. Es wird ein Verfahren verwendet, mit dem die mittlere Zulufttemperatur bestimmt wird um daraus den Wärmebereitstellungsgrad nach LÜ-A Nr. 20 zu bestimmen. Dazu werden die zwei Geräte von zwei differenzdrucklosen Luftkammern (Abluftkammer und Außenluftkammer) versorgt. Die Luftkammern werden vom Prüfstand mit einem Spülluftstrom durchströmt, der den Konditionen für Ab- und Außenluft entspricht. Der Spülluftstrom ist größer als der Gerätevolumenstrom, so dass eine Rückströmung in der Bilanzkammer ausgeschlossen werden kann. Die Kammern sind so ausgeführt, dass der Wärmestrom aus der Umgebung vernachlässigbar im Verhältnis zu den vom Lüftungsgerät umgesetzten Energiemengen ist.

Das Gerät entnimmt je nach aktueller Wirkrichtung die Luft der jeweiligen Kammer, und bläst sie in die andere Kammer ein. Um einen Kurzschluss zu verhindern, sind die Kammern zwischen den Prüflingen mit einer Trennwand versehen. Die Spülluftströme der Kammern werden so abgeglichen, dass die beiden Kammern differenzdrucklos sind.

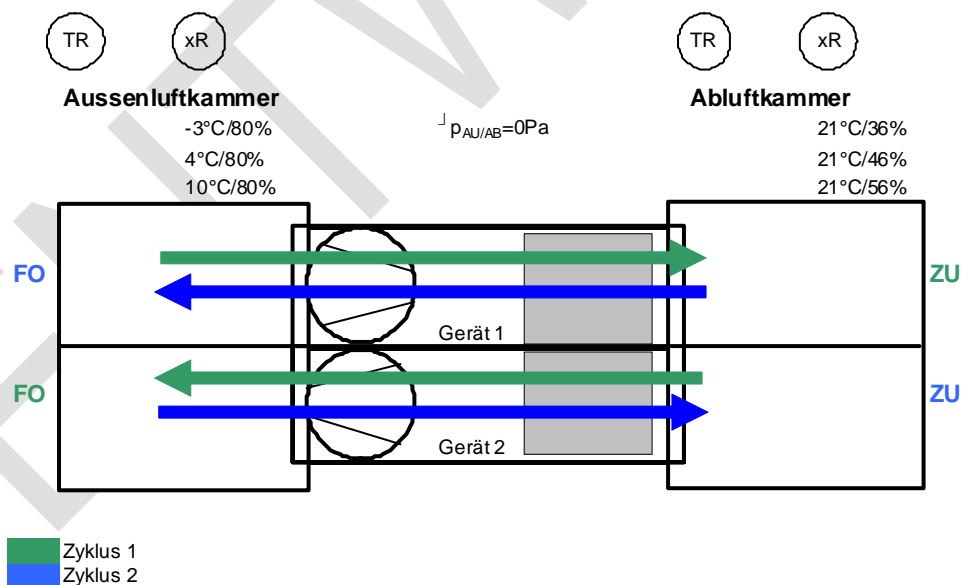


Bild 2: Aufbau Messkammern (Ansicht von oben)

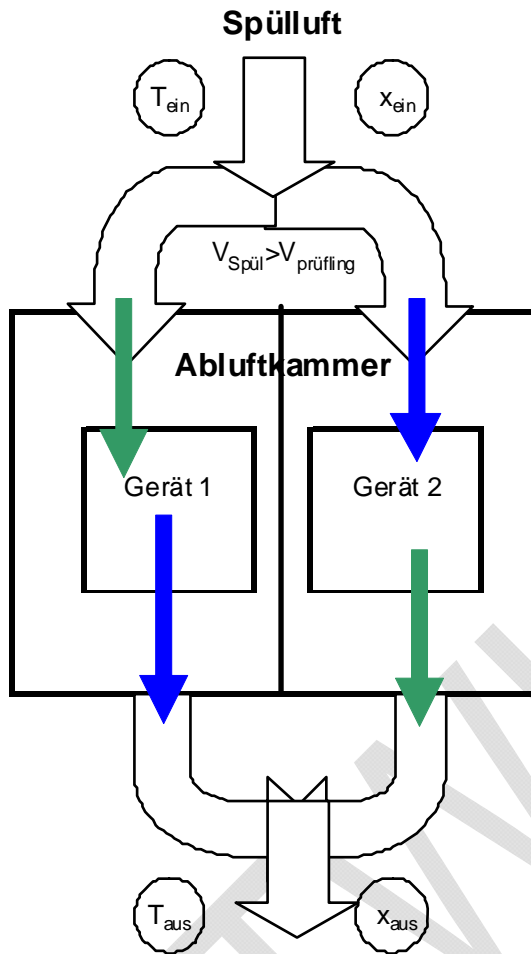
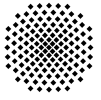
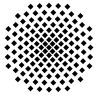


Bild 3: Spülluftstrom durch die Abluftkammer (Ansicht von vorne)

Zur Bestimmung des Wärmebereitstellungsgrades werden für jeden Messpunkt zwei Messungen durchgeführt. Bei der einen Messung werden die Geräte im Lüftungsmodus betrieben (stationäre Messung). D.h. die Geräte fördern entgegengesetzt dauerhaft in eine Richtung. Bei der zweiten Messung werden die Geräte im Wärmerückgewinnungsmodus betrieben (instationäre Messung). Hierbei fördern die Geräte alternierend wie durch die Regelung festgelegt. Das sich einstellende Temperaturverhältnis am Austritt der Abluftkammer ist gleichzusetzen mit dem Wärmebereitstellungsgrad nach DIBT LÜ-A Nr. 20:

$$\eta = \frac{T_{AB,aus,instat} - T_{AB,ein.}}{T_{AB,aus,stat} - T_{AB,ein}}$$

Der so ermittelte Wärmebereitstellungsgrad ist unabhängig vom Spülluftvolumenstrom.



5 Prüfergebnisse

Prüfzeitraum: 26.1.11 – xx.xx.11

5.1 Dichtheitsprüfung

Die Prüfung einer internen und externen Leckage kann bauartbedingt entfallen.

5.1.1 Dichtheit bei abgeschaltetem Gerät

Das Gerät kann mit Hilfe eines drehbaren Ausblasgitters auf der Innenseite verschlossen werden. Ein unkontrollierter Luftaustausch kann so bei abgeschaltetem Gerät verhindert werden. Die Dichtheit des Verschlusses wurde separat ohne Gerät gemessen.

Tabelle 1: Ergebnisse Dichtheit bei ausgeschaltetem Gerät

Prüfdruck [Pa]	Leckage [m ³ /h]
10	#
-10	#

5.2 Lüftungstechnische Prüfung

Die Lüftungstechnische Prüfung wird im Betriebsmodus Dauerlüftung durchgeführt. Ein Ventilator übernimmt dabei die Aufgabe des Zuluftventilators, der andere des Abluftventilators. Es wurden Kennlinien für beide Stufen aufgenommen.



Tabelle 2: Messwerte der Lüftungstechnischen Prüfung.

Stufe 1	Außenluft	\dot{V}	m ³ /h	17	11	6													
		Δp	Pa	0	5	9													
	Abluft	\dot{V}	m ³ /h	18	11	8													
		Δp	Pa	0	5	7													
		P_{el}	W	6	6	6													
	$P_{el,Vent}$	$\frac{W}{m^3/h}$	0,33	0,55	0,77														
Stufe 2	Außenluft	\dot{V}	m ³ /h	28	24	20	16	12											
		Δp	Pa	0	5	10	15	21											
	Abluft	\dot{V}	m ³ /h	31	26	21	16	12											
		Δp	Pa	0	5	10	15	18											
		P_{el}	W	9	9	9	9	10											
		$P_{el,Vent}$	$\frac{W}{m^3/h}$	0,28	0,34	0,44	0,60	0,85											

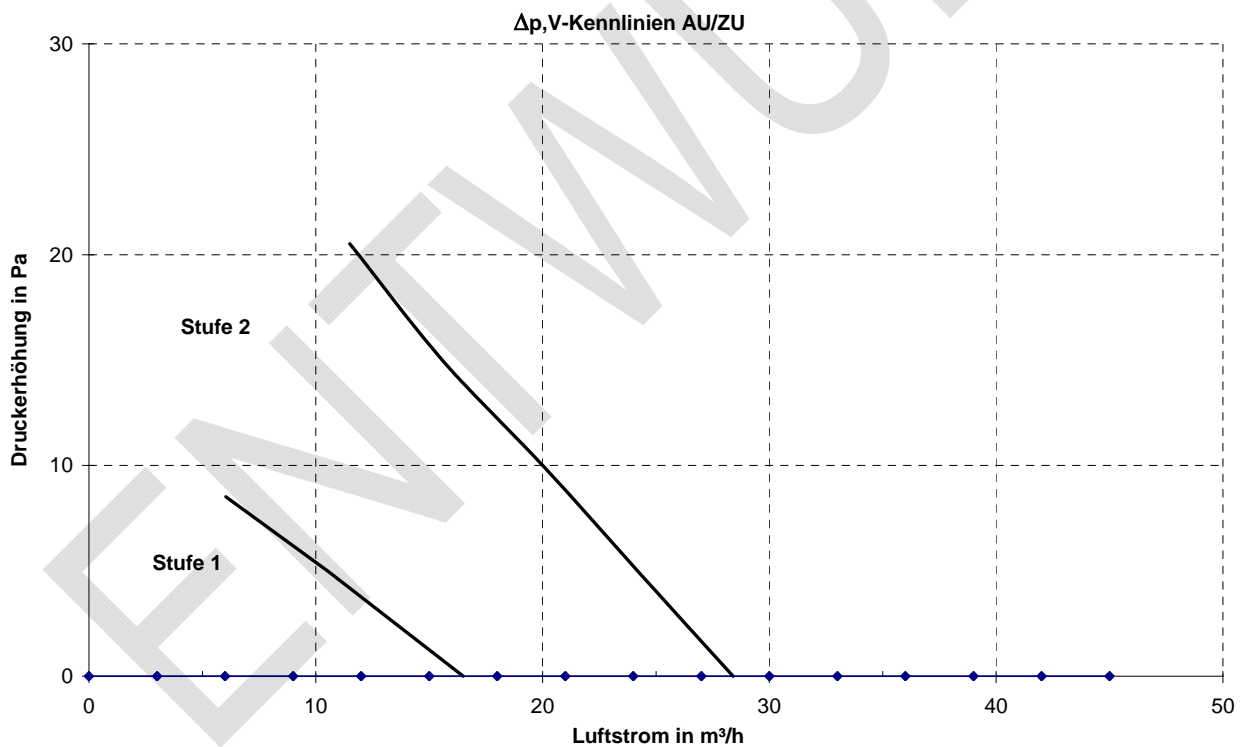


Bild 4: $\Delta p, \dot{V}$ -Kennlinien der Außen-/Zuluft.

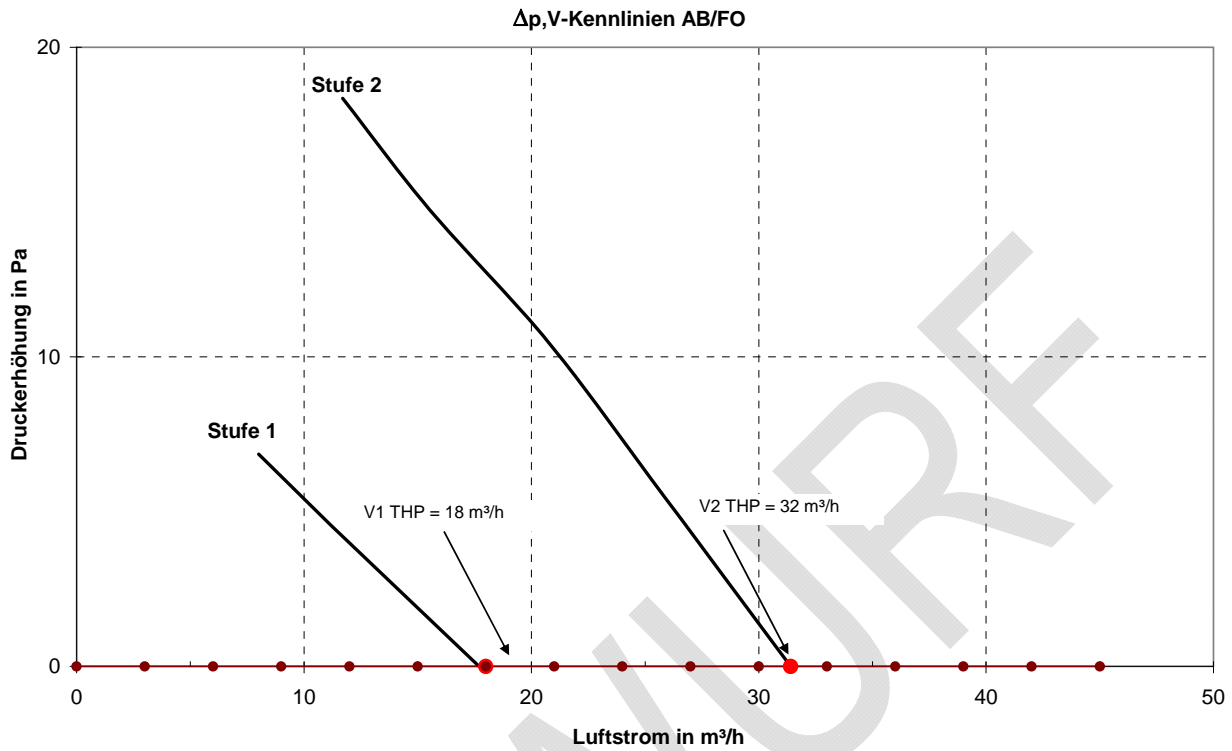


Bild 5: $\Delta p, \dot{V}$ -Kennlinien der Ab-/Fortluft.

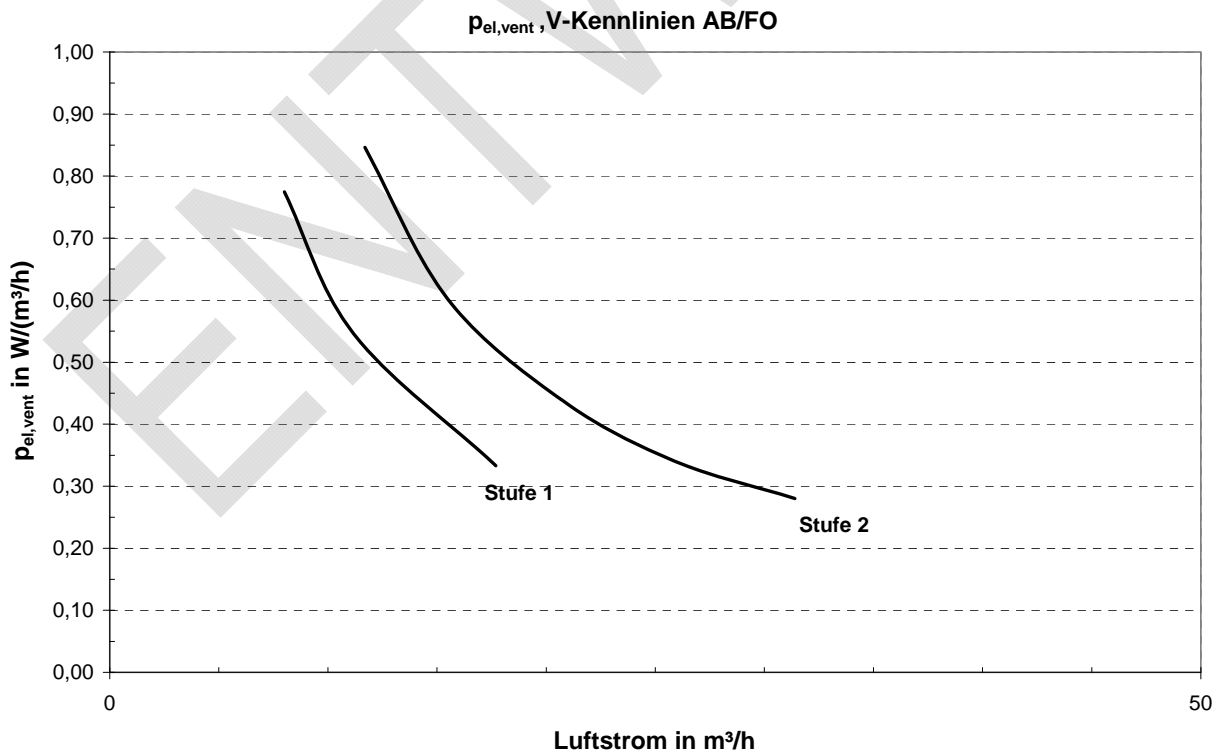


Bild 6: $p_{el,vent}, \dot{V}$ -Kennlinien der Ab-/Fortluft.

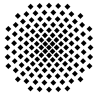
**5.3 Thermodynamische Prüfung****Tabelle 3: Messwerte thermodynamische Prüfung bei Stufe 1**

Volumenstrom 18m³/h				
Mess- bzw. Rechengröße	Einheit	Luftzustand 1	Luftzustand 2	Luftzustand 3
Gerät				
Mittlerer Volumenstrom (aus Itp)	m ³ /h	17	17	17
Temperatur am Ventilator	°C	15,5	12,4	9,1
Dichte am Ventilator	kg/m ³	1,17	1,17	1,19
Mittlerer Massenstrom	kg/s	0,0055	0,0055	0,0056
Instationär				
Messwerte				
Temperatur Außenluft	°C	10,0	4,0	-3,0
rel. Feuchte Außenluft	%	76,7	74,8	69,0
Spülluftstrom Außenluft	m ³ /h	29,4	28,9	28,2
Temperatur Abluft ein	°C	21,0	21,0	21,0
rel. Feuchte Abluft	%	56,9	43,9	37,7
Spülluftstrom Abluft	m ³ /h	30,6	30,6	30,7
Temperatur Abluft aus	°C	21,0	20,7	20,4
Umgebungsluftdruck	Pa	97.277	96.530	96.600
elektr. Wirkleistung gesamt	W	6,0	5,9	5,9
Rechenwerte				
Wassergehalt Außenluft	g/kg	6,11	3,94	2,13
Wassergehalt Abluft	g/kg	9,20	7,11	6,09
Dichte Außenluft	kg/m ³	1,19	1,21	1,24
Dichte Abluft	kg/m ³	1,15	1,14	1,14
Spülluftstrom Außenluft	kg/s	0,0097	0,0097	0,0097
Spülluftstrom Abluft	kg/s	0,0097	0,0097	0,0097
Stationär				
Messwerte				
Temperatur Außenluft	°C	10,0	3,9	-2,9
rel. Feuchte Außenluft	%	75,9	74,9	68,5
Spülluftstrom Außenluft	m ³ /h	29,3	28,9	28,1
Temperatur Abluft ein	°C	21,0	21,0	21,0
rel. Feuchte Abluft	%	58,6	45,0	37,7
Spülluftstrom Abluft	m ³ /h	30,6	30,7	30,7
Temperatur Abluft aus	°C	17,3	14,5	11,7
Umgebungsluftdruck	Pa	96.670	96.640	96.810
Rechenwerte				
Wassergehalt Außenluft	g/kg	6,05	3,92	2,12
Wassergehalt Abluft	g/kg	9,50	7,28	6,09
Dichte Außenluft	kg/m ³	1,19	1,21	1,24
Dichte Abluft	kg/m ³	1,15	1,14	1,14
Spülluftstrom Außenluft	kg/s	0,0097	0,0097	0,0097
Spülluftstrom Abluft	kg/s	0,0097	0,0097	0,0097
Ergebniswerte				
Temperaturverhältnis ZU (Wärmebereitstellungsgrad)	%	99,5	95,9	93,6
volumenbez. elektr. Ventilatorleist.	W/(m ³ /h)	0,35	0,35	0,35



Tabelle 4: Messwerte thermodynamische Prüfung bei Stufe 2

Volumenstrom 32m ³ /h		Druckdifferenz 0Pa		
Mess- bzw. Rechengröße	Einheit	Luftzustand 1	Luftzustand 2	Luftzustand 3
Gerät				
Mittlerer Volumenstrom (aus Itp)	m ³ /h	30	30	30
Temperatur am Ventilator	°C	15,5	12,4	9,0
Dichte am Ventilator	kg/m ³	1,15	1,17	1,19
Mittlerer Massenstrom	kg/s	0,0096	0,0098	0,0099
Instationär				
Messwerte				
Temperatur Außenluft	°C	10,0	4,0	-3,0
rel. Feuchte Außenluft	%	75,0	74,9	68,4
Spülluftstrom Außenluft	m ³ /h	38,3	37,3	36,3
Temperatur Abluft	°C	21,0	21,0	21,0
rel. Feuchte Abluft	%	56,5	44,3	34,4
Spülluftstrom Abluft	m ³ /h	39,8	39,7	39,6
Temperatur Abluft aus	°C	20,3	19,4	18,2
Umgebungsluftdruck	Pa	96.030	96.271	96.281
elektr. Wirkleistung gesamt	W	9,0	8,9	8,9
Rechenwerte				
Wassergehalt Außenluft	g/kg	6,03	3,95	2,11
Wassergehalt Abluft	g/kg	9,25	7,20	5,57
Dichte Außenluft	kg/m ³	1,18	1,21	1,24
Dichte Abluft	kg/m ³	1,13	1,13	1,14
Spülluftstrom Außenluft	kg/s	0,0125	0,0125	0,0125
Spülluftstrom Abluft	kg/s	0,0125	0,0125	0,0125
Stationär				
Messwerte				
Temperatur Außenluft	°C	10,0	3,9	-3,0
rel. Feuchte Außenluft	%	79,0	74,9	68,8
Spülluftstrom Außenluft	m ³ /h	38,2	37,3	36,3
Temperatur Abluft	°C	21,0	21,0	21,0
rel. Feuchte Abluft	%	58,2	46,2	35,1
Spülluftstrom Abluft	m ³ /h	39,7	39,6	39,5
Temperatur Abluft aus	°C	14,8	10,8	6,3
Umgebungsluftdruck	Pa	96.110	96.180	96.198
Rechenwerte				
Wassergehalt Außenluft	g/kg	6,33	3,94	2,12
Wassergehalt Abluft	g/kg	9,49	7,51	5,70
Dichte Außenluft	kg/m ³	1,18	1,21	1,24
Dichte Abluft	kg/m ³	1,13	1,13	1,14
Spülluftstrom Außenluft	kg/s	0,0125	0,0125	0,0125
Spülluftstrom Abluft	kg/s	0,0125	0,0125	0,0125
Ergebniswerte				
Temperaturverhältnis ZU (Wärmebereitstellungsgrad)	%	89,3	84,1	80,8
volumenbez. elektr. Ventilatorleist.	W/(m ³ /h)	0,30	0,30	0,30



5.4 Frostschutzprüfung

Das Gerät enthält keine Frostschutzstrategie, da es laut Hersteller bauartbedingt nicht vereist. Zum Nachweis wurde das Gerät bei Stufe 1 geprüft. Dazu wurde ausgehend von -3°C die Außentemperatur auf -12°C abgesenkt und das Gerät ca. 12 Stunden betrieben. Zur Kontrolle waren auf der Raumseite jeweils am Geräteaustritt Temperaturfühler zur Messung der Austrittstemperatur angebracht (G1 ZU T und G2 ZU T).

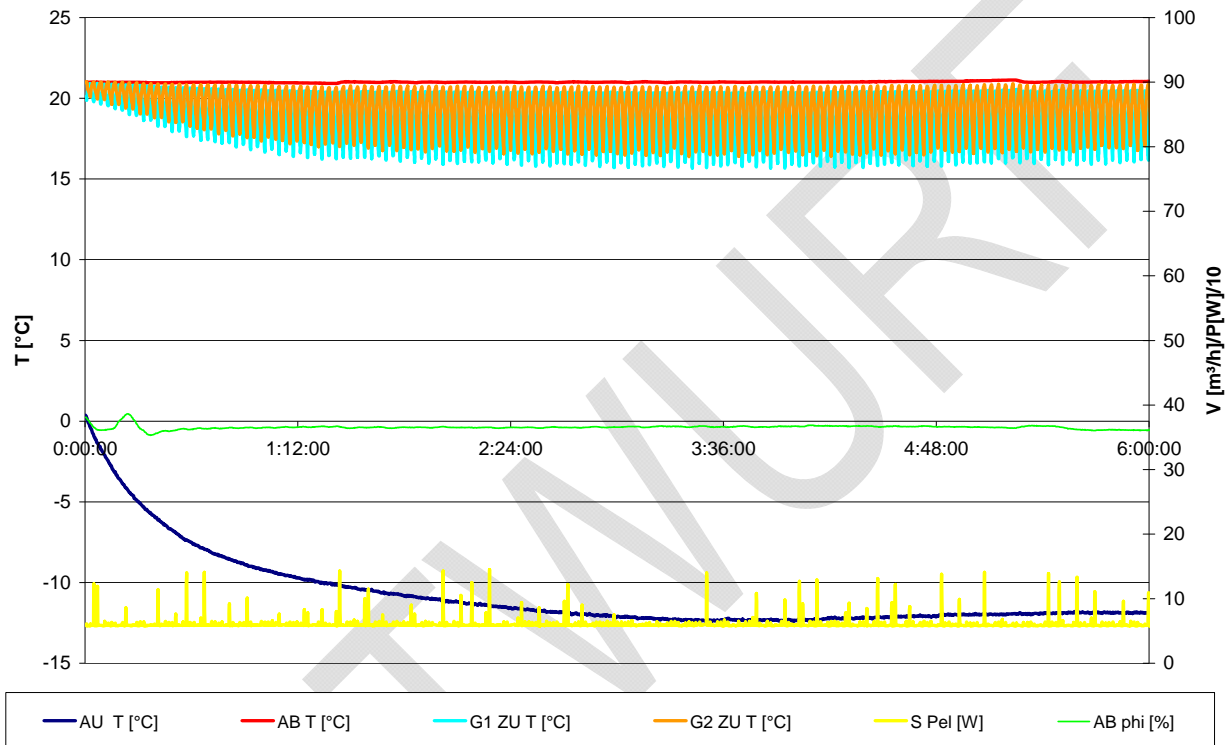
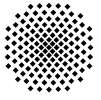


Bild 7: Zustandsverläufe während der Prüfung des Frostbetriebes.

Das Gerät wurde insgesamt mehr als 12 Stunden betrieben. Es wurden nur die ersten 6 Stunden aufgezeichnet.

Während des Versuches war keine Eisbildung erkennbar.

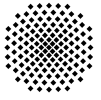


6 Anhang

6.1 Herstellerskizze



ENTWURF



6.2 Fotos

#

Bild 8: Äußere Abdeckhaube abgenommen, Gerät aus Einbauhülse gezogen

#

Bild 9: Luftauslass innen oben, geöffnet und verschlossen

Bild 10: Innere Abdeckhaube abgenommen, Filter

#

Bild 11: Filter herausgenommen

#

Bild 12: Filter

#

Bild 13: Geräteeinsatz herausgezogen

#

Bild 14: Geräteeinsatz geöffnet

#

Bild 15: Wärmetauscher entnommen

#

Bild 16: Wärmetauscher

#

Bild 17: Ventilator

#

Bild 18: Gerätesteuerung

Bild 19: Typschild

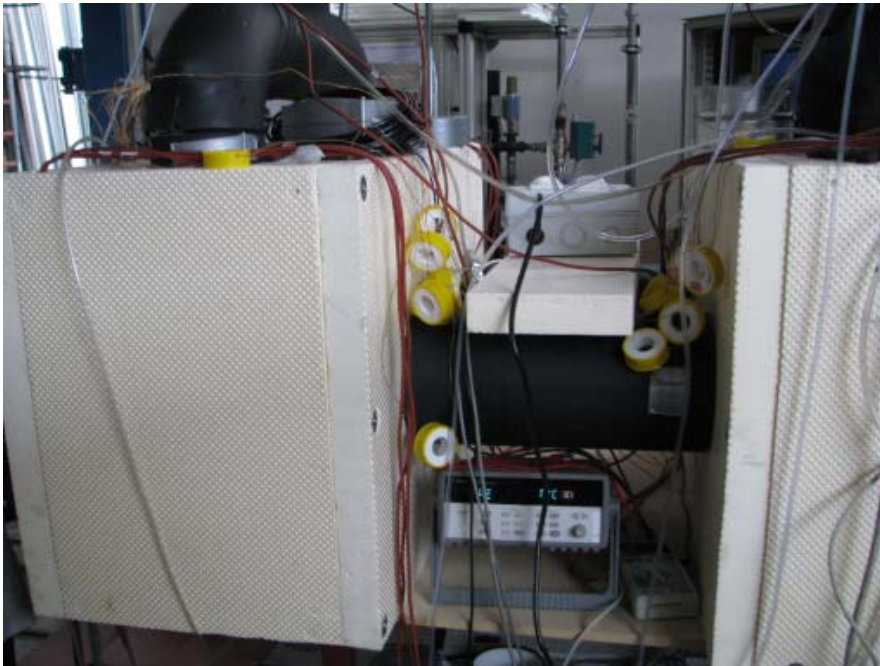
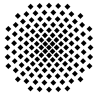


Bild 20: Aufbau am Prüfstand für die thermische Prüfung