



**Forschungs- und Transferzentrum e.V. an der
Westsächsischen Hochschule Zwickau**

Messprotokoll

**Messungen an einem zentralen Wohnungslüftungsgerät nach dem
Prüfverfahren zur energetischen Beurteilung von Passivhaus-
Lüftungsgeräten für die Zertifizierung
„Passivhaus geeignete Komponente“**

"focus 200"

Auftraggeber: Paul Wärmerückgewinnung GmbH
August-Horch-Straße 7
08141 Reinsdorf

Prüfstelle: FTZ e.V. an der Westsächsischen Hochschule Zwickau
Institut Energiemanagement
PF 201037
D-08012 Zwickau

- im Original gezeichnet -

Prof. Dr.rer.nat. Matthias Hoffmann

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Theil

Zwickau, am 18.08.2010

Dieser Bericht umfasst 14 Seiten.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.

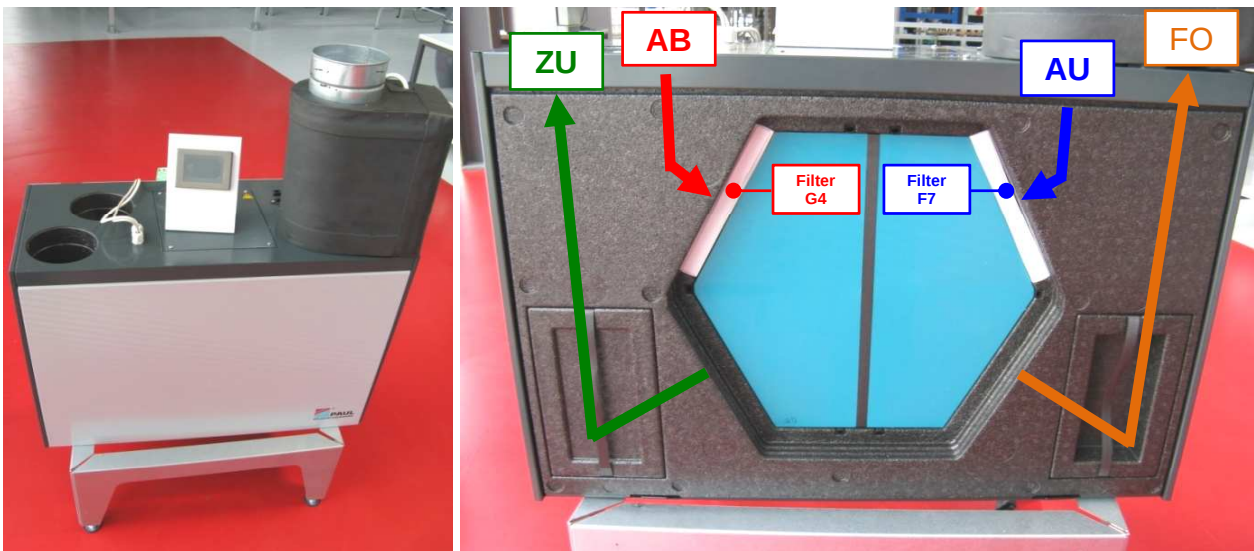
Gerätebeschreibung

Gerät

Bei dem Prüfling handelt es sich um ein zentrales Wohnungslüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung. Hersteller ist der Auftraggeber.

Angaben nach Typenschild des Gerätes:

Bezeichnung	focus 200
Seriennummer	0016
Baujahr	2010
Version	LINKS
Spannung	230 V / 50 Hz
Nennleistung	0,14 kW
Schutzart	IP 30



Ventilatoren

Die Ventilatoren sind wie folgt angeordnet:

AU / ZU	zuluftseitig
AB / FO	fortluftseitig

Der Abgleich der Ventilatoren (Disbalance Massentröme) erfolgt manuell über die Bedieneinheit.

Filter

Außenluft	F7
Abluft	G4

Beide Filter sind Bestandteil des Gerätes (intern).

Vereisungsschutz Wärmeübertrager

Das Gerät besitzt keine interne Frostschutzeinrichtung und wurde mit einer externen Frostschutzeinrichtung außenluftseitig ausgerüstet.



Elektrohrheizregister zum Einbau in Rundrohr

Typ: E-NHR-125/1200

Rohranschluss: 125mm

Heizleistung: 1200W



Die Temperaturregelung erfolgt mittels einer Automatiksteuerung. Hierüber können die Sollwerteinstellungen vorgenommen werden. Das Heizregister inkl. Steuerung ist über eine Schnittstelle elektrisch mit dem Lüftungsgerät verbunden. Die Spannungsversorgung der externen Frostschutzeinrichtung erfolgt also direkt über das Lüftungsgerät! Im Standbybetrieb des Lüftungsgerätes wird die Steuerung der Frostschutzeinrichtung durch das Lüftungsgerät deaktiviert.

Bestimmung des Standbyverlustes

Standbyverlust	0,89 W
----------------	--------

Wiederaufstart nach Stromausfall

Nach Stromausfall nimmt das Gerät den regulären Betrieb mit dem vor dem Ausfall bestehenden Einstellungen selbstständig wieder auf.

Einsatzbereich und Volumenströme

max. Stufe $n_{\max}$		
bei 100 Pa $\times 1,3^2 =$ 169 Pa	201	m ³ /h

min. Stufe $n_{\min}$		
bei 100 Pa $\times 0,7^2 =$ 49 Pa	81	m ³ /h

somit ergeben sich der Einsatzbereich und die Messpunkte wie folgt:

Einsatzbereich		
oberer Punkt	155	m ³ /h
mittlerer Volumenstrom	135	m ³ /h
unterer Punkt	116	m ³ /h

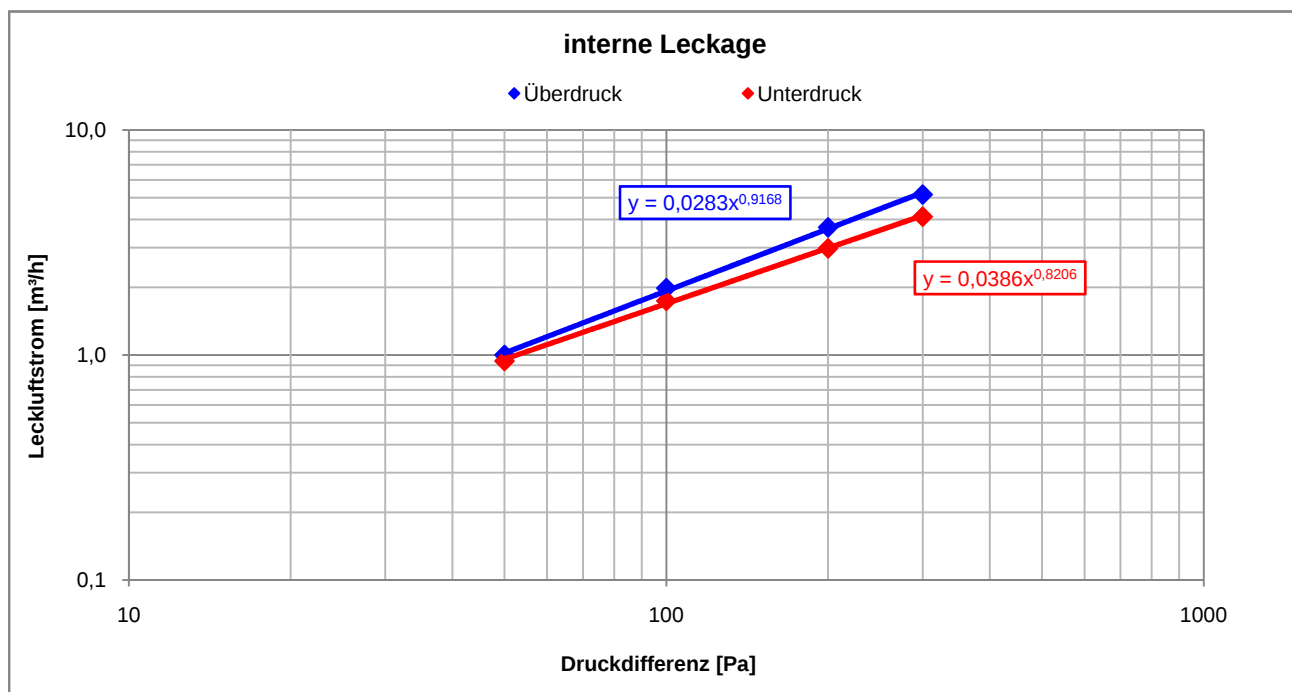
Messpunkte		
Messpunkt 1	135	m ³ /h

(Verhältnis der Teilbereiche: 1,34:1)

Dichtheitsprüfung - externe Leckagen

Überdruck	Druckdifferenz zur Umgebung		Pa	50	100	200	300
	Leckluftstrom	Au/Zu-Trakt	m³/h	0,10	0,30	0,45	0,66
		Ab/Fo-Trakt	m³/h	0,90	1,68	3,24	4,50
		gesamt	m³/h	1,00	1,98	3,69	5,16
Unterdruck	Druckdifferenz zur Umgebung		Pa	50	100	200	300
	Leckluftstrom	Au/Zu-Trakt	m³/h	0,10	0,46	0,60	0,68
		Ab/Fo-Trakt	m³/h	0,84	1,28	2,38	3,44
		gesamt	m³/h	0,94	1,74	2,98	4,12

Bezugswert für Dichtheitsprüfung (mittlerer Volumenstrom des Einsatzbereiches): 135 m³/h

**Kennlinien**

Leckluftstrom bei **Überdruck** : $\dot{V}_{L, \text{Über}} = 0,0283 \cdot \Delta p^{0,9168}$ in m³/h

Leckluftstrom bei 100 Pa: $\dot{V}_{L, \text{Über}, 100 \text{ Pa}} = 1,93 \text{ m}^3/\text{h} \equiv 1,4\%$

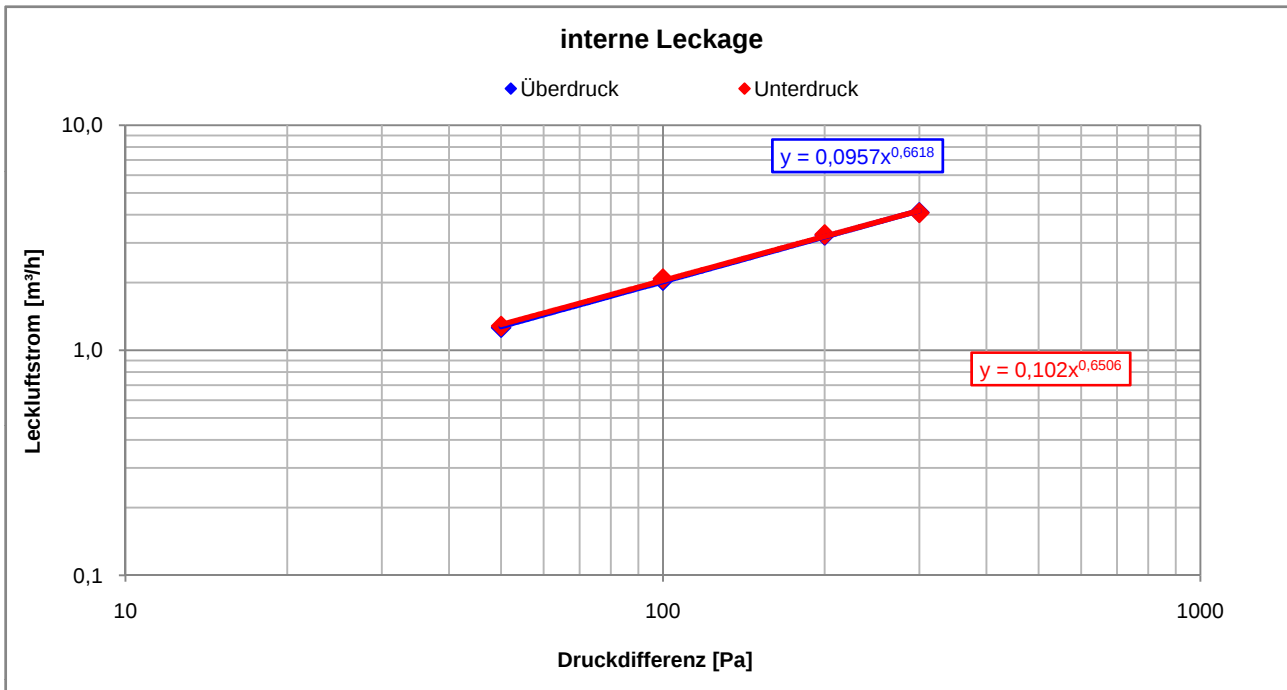
Leckluftstrom bei **Unterdruck** : $\dot{V}_{L, \text{Unter}} = 0,0386 \cdot \Delta p^{0,8206}$ in m³/h

Leckluftstrom bei 100 Pa: $\dot{V}_{L, \text{Unter}, 100 \text{ Pa}} = 1,69 \text{ m}^3/\text{h} \equiv 1,3\%$

Dichtheitsprüfung - interne Leckagen

Überdruck	Druckdifferenz AB/FO-AU/ZU	Pa	50	100	200	300
	interner Leckluftstrom	m³/h	1,26	2,04	3,24	4,10
Unterdruck	Druckdifferenz AB/FO-AU/ZU	Pa	50	100	200	300
	interner Leckluftstrom	m³/h	1,28	2,08	3,27	4,08

Bezugswert für Dichtheitsprüfung (mittlerer Volumenstrom des Einsatzbereiches): 135 m³/h

**Kennlinien**

Leckluftstrom bei **Überdruck** : $\dot{V}_{L, \text{Über}} = 0,0957 \cdot \Delta p^{0,6618}$ in m³/h

Leckluftstrom bei 100 Pa: $\dot{V}_{L, \text{Über}, 100 \text{ Pa}} = 2,02 \text{ m}^3/\text{h} \equiv 1,5\%$

Leckluftstrom bei **Unterdruck** : $\dot{V}_{L, \text{Unter}} = 0,1020 \cdot \Delta p^{0,6506}$ in m³/h

Leckluftstrom bei 100 Pa: $\dot{V}_{L, \text{Unter}, 100 \text{ Pa}} = 2,04 \text{ m}^3/\text{h} \equiv 1,5\%$

Thermodynamische Prüfung - Messpunkt 1**Prüfpunkt Nennvolumenstrom: 135 m³/h**

Luftdruck: 959 mbar
 el. Leistungsaufnahme des Gerätes:
 bei der Prüfung: 40,7 W
 Standby-Betrieb: 0,89 W

Umgebungsluft des Gerätes: 24,3 °C
 externe Pressung: AU/ZU 101,8 Pa (ca. 50/50 %)
 AB/FO 101,0 Pa (ca. 50/50 %)

Luftstrom	Messwerte			Rechenwerte				
	Lufttemperatur	rel. Feuchte	Volumenstrom	abs. Feuchte	Dichte	Enthalpie	Massenstrom	Wärmestrom
	°C	%	m³/h	g/kg	kg/m³	kJ/kg	kg/h	kW
AU	5,12	48,7	126,3	2,79	1,20	12,2	151,2	0,51
ZU	20,72	18,4	131,7	2,93	1,13	28,4	149,3	1,18
AB	21,86	19,3	132,1	3,30	1,13	30,5	149,1	1,26
FO	7,76	40,0	128,3	2,75	1,19	14,8	152,2	0,62

Leistungsbilanz:

ZU+FO	(abgeführt)	1,80	kW
AB+AU+P _{el}	(zugeführt)	1,81	kW
Differenz		-0,015	kW
		-0,8	%

Massenstrombilanz:

ZU+FO	(abgeführt)	301,5	kg/h
AB+AU	(zugeführt)	300,4	kg/h
Differenz		1,1	kg/h
		0,4	%

Temperatur-Änderungsgrad¹⁾ $(T_{ZU}-T_{AU})/(T_{AB}-T_{AU})$: **0,93**

Temperaturverhältnis²⁾ $(T_{ZU}-T_{AU})/(T_{AB}-T_{AU}) \cdot MS_{ZU}/MS_{AB}$: **0,93**

effektiver Wärmebereitstellungsgrad: **0,90**

spez. elektr. Leistungsaufnahme: **0,31 W/(m³/h)**

¹⁾ Angabe Temperatur-Änderungsgrad nach DIN EN 308 (ohne Kondensation)

²⁾ Angabe Temperaturverhältnis nach DIN EN 13141-7 (ohne Kondensation)

Thermodynamische Prüfung - Messpunkt 2*

*Die Messung erfolgte in Anlehnung an das Prüfverfahren zur energetischen und schalltechnischen Beurteilung von Passivhaus-Lüftungsgeräten für die Zertifizierung als "Passivhaus geeignete Komponente". Der Messpunkt selbst ist jedoch kein Bestandteil der Passivhauszertifizierung des Gerätes "focus 200"!

Prüfpunkt Nennvolumenstrom: 110 m³/h

Luftdruck: 959 mbar
 el. Leistungsaufnahme des Gerätes:
 bei der Prüfung: 34,1 W
 Standby-Betrieb: 0,89 W

Umgebungsluft des Gerätes: 23,5 °C
 externe Pressung: AU/ZU 104,1 Pa (ca. 50/50 %)
 AB/FO 102,3 Pa (ca. 50/50 %)

Luftstrom	Messwerte			Rechenwerte				
	Lufttemperatur	rel. Feuchte	Volumenstrom	abs. Feuchte	Dichte	Enthalpie	Massenstrom	Wärmestrom
	°C	%	m³/h	g/kg	kg/m³	kJ/kg	kg/h	kW
AU	5,77	45,3	107,8	2,72	1,19	12,7	128,8	0,45
ZU	21,20	17,3	108,3	2,83	1,13	28,6	122,6	0,97
AB	22,28	18,4	109,4	3,23	1,13	30,7	123,3	1,05
FO	8,00	38,6	107,3	2,70	1,19	14,9	127,1	0,53

Leistungsbilanz:

ZU+FO	(abgeführt)	1,50	kW
AB+AU+P _{el}	(zugeführt)	1,54	kW
Differenz		-0,039	kW
		-2,6	%

Massenstrombilanz:

ZU+FO	(abgeführt)	249,7	kg/h
AB+AU	(zugeführt)	252,1	kg/h
Differenz		-2,4	kg/h
		-1,0	%

Temperatur-Änderungsgrad¹⁾ $(T_{ZU}-T_{AU})/(T_{AB}-T_{AU})$: **0,93**

Temperaturverhältnis²⁾ $(T_{ZU}-T_{AU})/(T_{AB}-T_{AU}) \cdot MS_{ZU}/MS_{AB}$: **0,93**

effektiver Wärmebereitstellungsgrad: **0,92**

spez. elektr. Leistungsaufnahme: **0,31 W/(m³/h)**

¹⁾ Angabe Temperatur-Änderungsgrad nach DIN EN 308 (ohne Kondensation)

²⁾ Angabe Temperaturverhältnis nach DIN EN 13141-7 (ohne Kondensation)

Frostschutzabschaltung für hydraulisches Heizregister in der Zuluft

Ein event. nachgeschaltetes zuluftseitiges hydraulisches Heizregister ist durch eine Frostschutzschaltung geschützt. Diese arbeitet mit Hilfe eines Temperaturfühlers in der Zuluft. Unterschreitet die Zulufttemperatur an diesem Fühler einen hinterlegten Grenzwert, so schaltet der Zuluftventilator ab. Wird dieser Grenzwert wieder überschritten, läuft der Zuluftventilator wieder an.

Messparameter:

Volumenstrom der oberen Grenze des Einsatzbereiches: **ca. 155m³/h**

Differenzdruck AU/ZU (externe Pressung): **ca. 100Pa** (zu jeweils 50%)

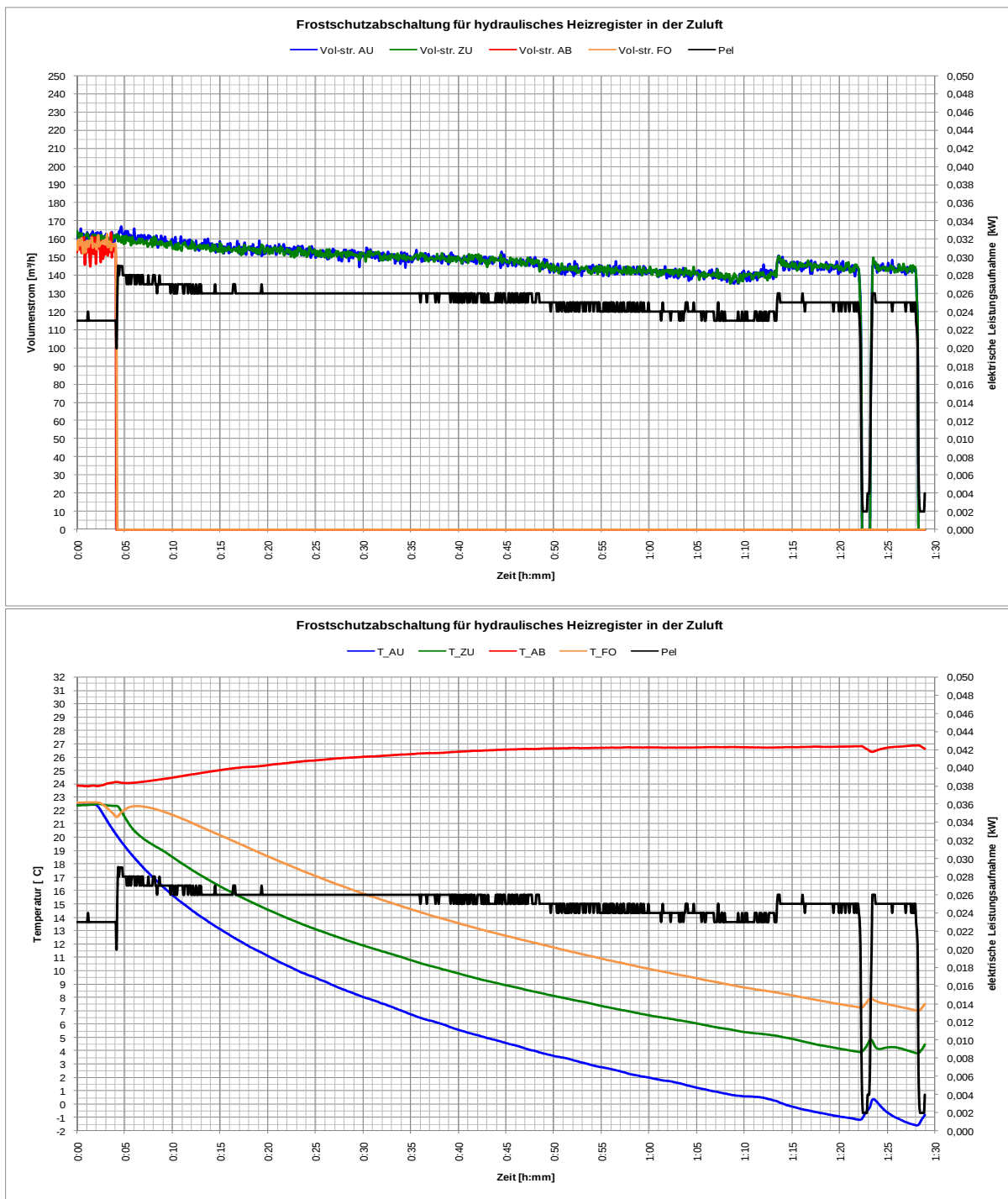
Differenzdruck AB/FO (externe Pressung): **ca. 100Pa** (zu jeweils 50%)

Sollwert - Schaltpunkt Zuluftventilator (Werkseinstellung): 5°C

Für die Bestimmung der Abschalttemperatur des Zuluftventilators wurde im Versuch die Abluftöffnung verschlossen (AB / FO - Volumenstrom = 0).

Die messtechnisch ermittelte Schaltschwelle liegt bei einer Zulufttemperatur von **ca. 3,9°C**.

Die Ventilatorabschaltung wird im Display der Bedieneinheit als Warnung angezeigt.



Schaltschwelle der Werkseinstellung

Durch eine Frostschuttsicherung soll der Wärmeübertrager gegen dauerhaftes Vereisen geschützt werden. Ein Temperaturfühler in der Außenluft erfasst die Temperatur und schaltet bei Über- / Unterschreitung eines hinterlegten Grenzwertes das Vorheizregister ab / zu.

Messparameter:

Volumenstrom der oberen Grenze des Einsatzbereiches: **ca. 155m³/h**

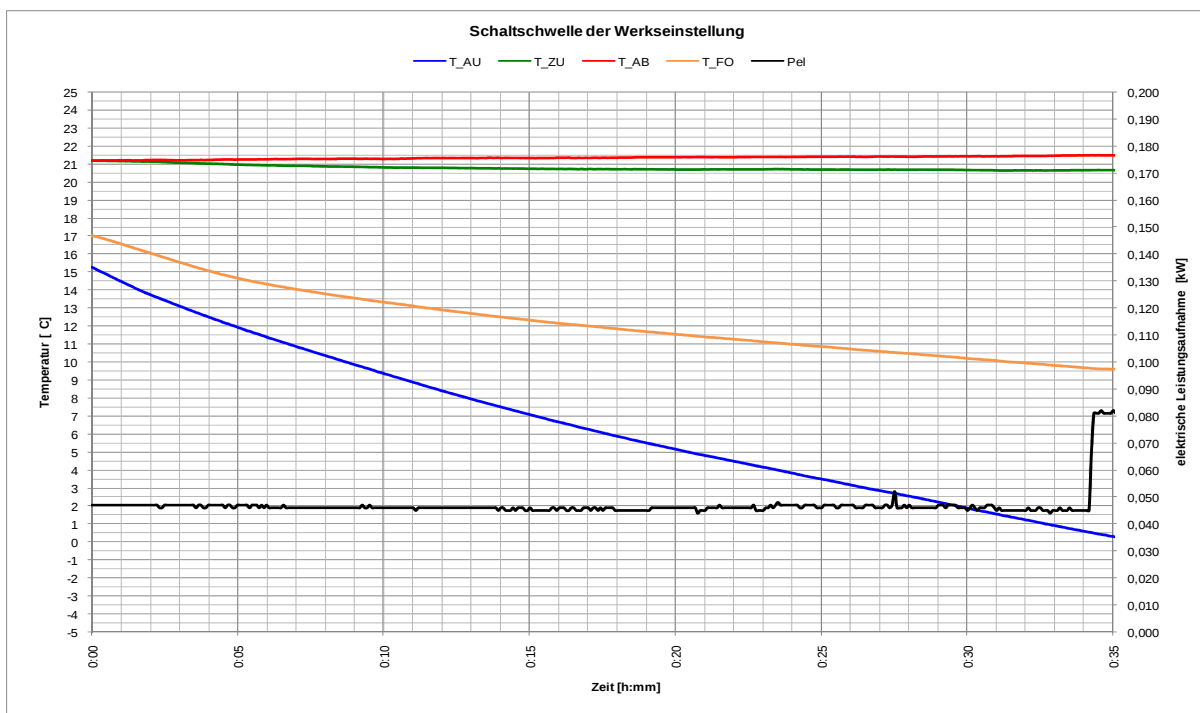
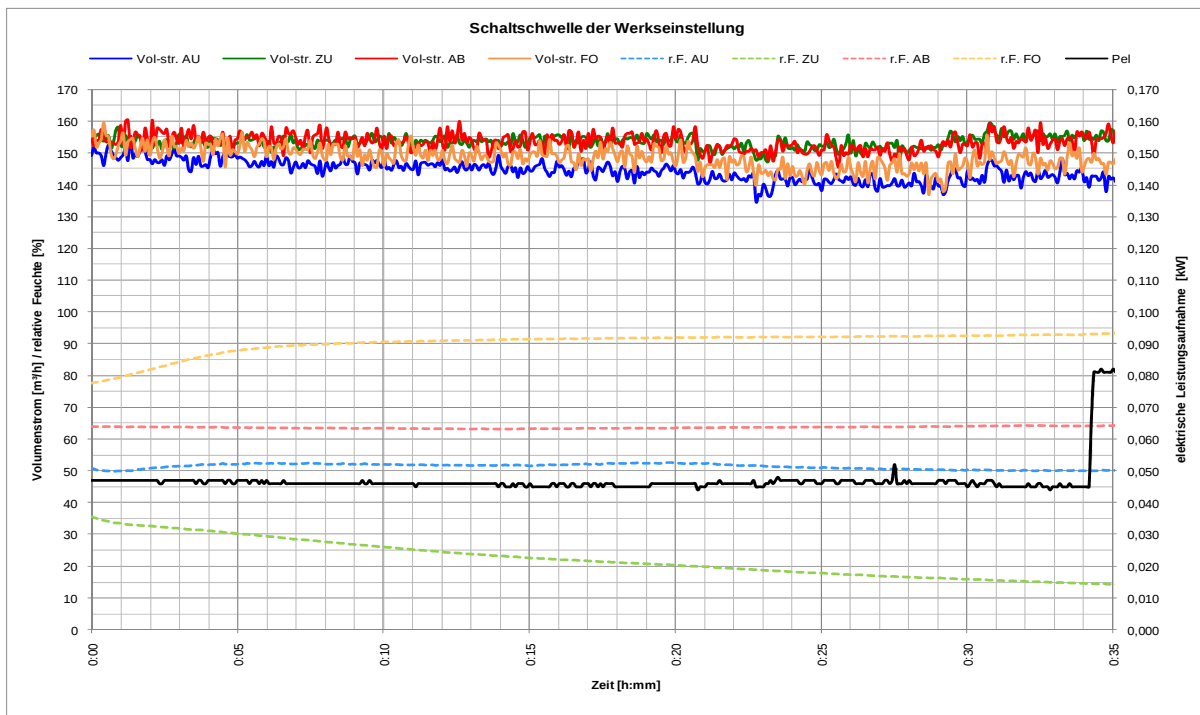
Differenzdruck AU/ZU (externe Pressung): **ca. 100Pa** (zu jeweils 50%)

Differenzdruck AB/FO (externe Pressung): **ca. 100Pa** (zu jeweils 50%)

Abluftkondition: **ca. 21°C / ca. 63% r.F.** (Die relative Feuchte ist stark von den Witterungseinflüssen abhängig. Im Labor besteht die Möglichkeit der Luftbefeuchtung im Rahmen der Abluftkonditionierung. Eine Entfeuchtung der Abluft ist jedoch nicht möglich!)

Sollwert - Zuschaltung Frostschutteinrichtung (Werkseinstellung): **2°C**

Die messtechnisch ermittelte Schaltschwelle liegt bei einer Außenlufttemperatur von **ca. 0,5°C**.



Wirksamkeit Vereisungsschutz

In diesem zwölfstündigen Dauerversuch ist die Wirksamkeit des Vereisungsschutzes für den Wärmetauscher nachzuweisen.

Messparameter:

Volumenstrom der oberen Grenze des Einsatzbereiches: **ca. 155m³/h**

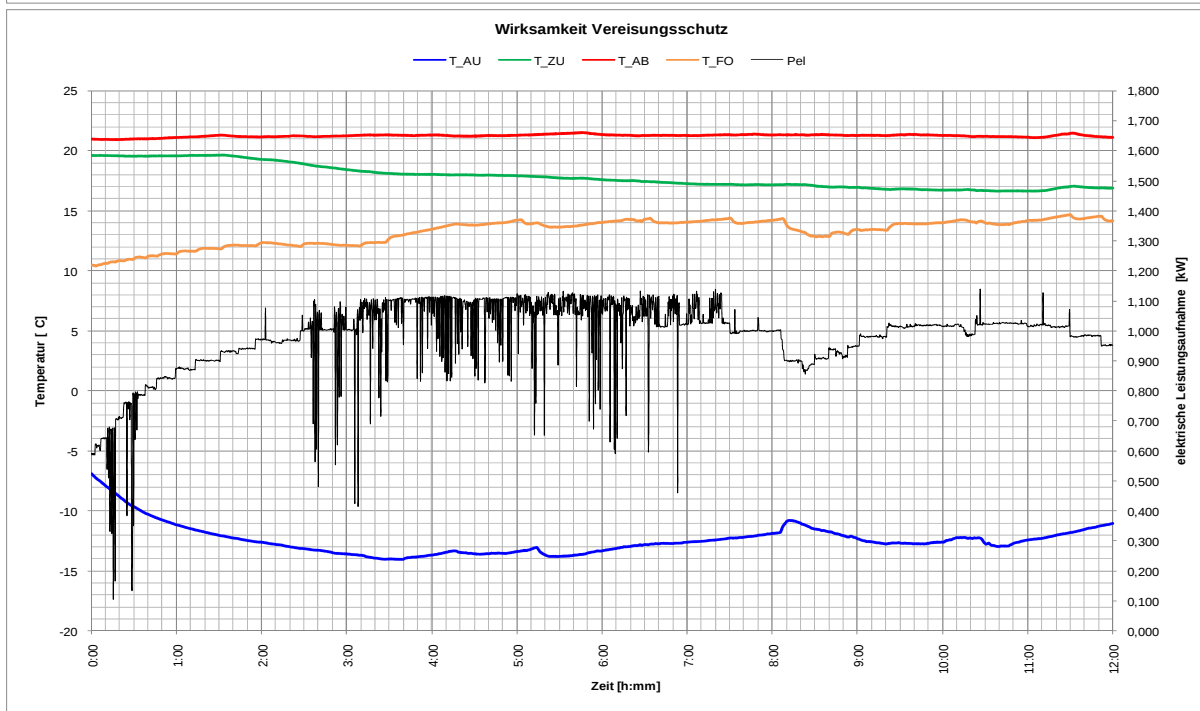
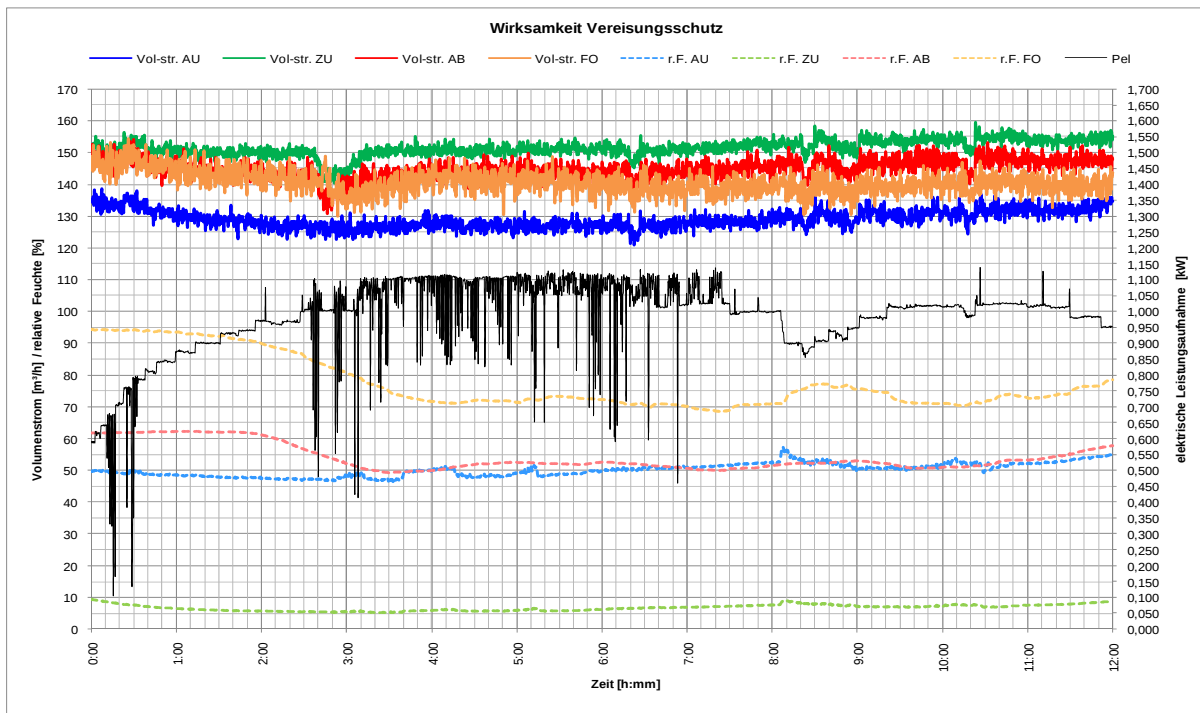
Differenzdruck AU/ZU (externe Pressung): **ca. 100Pa** (zu jeweils 50%)

Differenzdruck AB/FO (externe Pressung): **ca. 100Pa** (zu jeweils 50%)

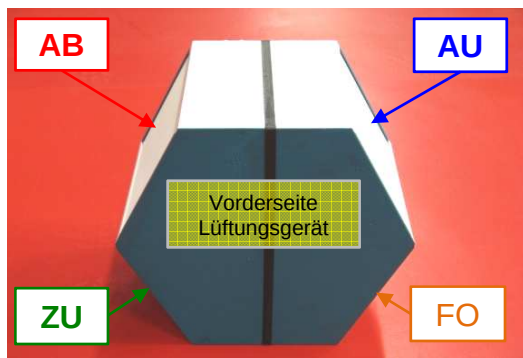
Abluftkondition: **ca. 21°C / ca. 50% r.F.**

Außenluft: **ca. -15°C**

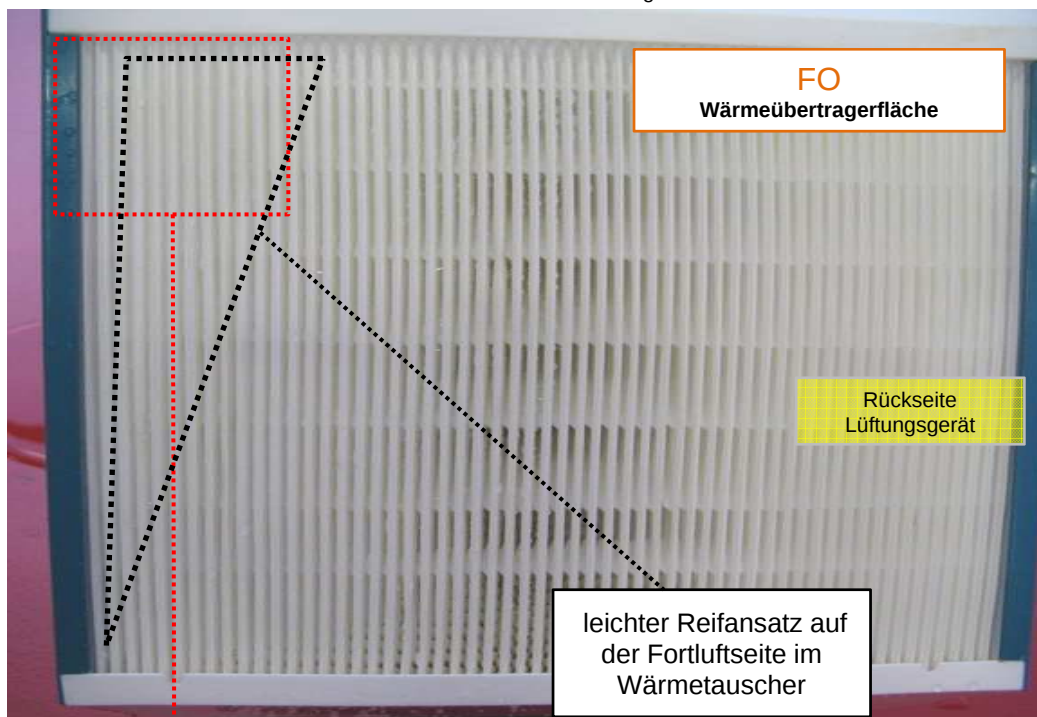
Aus anlagentechnischen Gründen konnte die Außentemperatur nicht über die komplette Versuchsdauer von 12 Stunden konstant gehalten werden. Die Leistungsgrenze der Anlage zur Außenluftkonditionierung wurde hier erreicht! Die relative Feuchte ist stark von den Witterungseinflüssen abhängig. Im Labor besteht die Möglichkeit der Luftbefeuchtung im Rahmen der Abluftkonditionierung. Eine Entfeuchtung der Abluft ist jedoch nicht möglich! Die erhöhten Feuchtwerte der Abluft im ersten Viertel und gegen Ende der Messung sind auf diese Umstände zurück zu führen!



Die Sichtprüfung zum Abschluss der Untersuchung zeigte partiellen Reifansatz auf der Fortluftseite des Wärmeübertragers (Bild unten).



Anmerkung: Da dieses Lüftungsgerät über keine interne Frostschutzeinrichtung verfügt wurde es mit einer externen Frostschutzeinrichtung am Außenluftstutzen versehen. Diese Baugruppe ist Bestandteil des Prüflings. Um die Nachteile bei Dichtheits- sowie thermodynamischer Prüfung durch diese externe Baugruppe so gering wie möglich zu halten, befindet sich selbige unmittelbar am Außenluftstutzen des Lüftungsgerätes. Diese Position erweist sich jedoch als nicht optimal. Durch eine zu kurze Abströmstrecke nach der Frostschutzeinrichtung kann sich die zuströmende Luft nicht optimal vermischen. Somit kommt es zu einer Temperaturschichtung über die Wärmetauschereintrittsfläche, welche Ursache für den partiellen Reifansatz sein kann. Eine entsprechende, wie in der Praxis übliche Abströmstrecke nach der Frostschutzeinrichtung könnte für eine bessere Durchmischung der Außenluft nach der Frostschutzeinrichtung sorgen und sich somit nochmals positiv gegen eine Eisbildung auswirken.



Messung der Grenztemperatur

Bei deaktivierter Vorheizung ist zu ermitteln, bei welcher Außenlufttemperatur die Fortlufttemperatur die Frostgrenze erreicht.

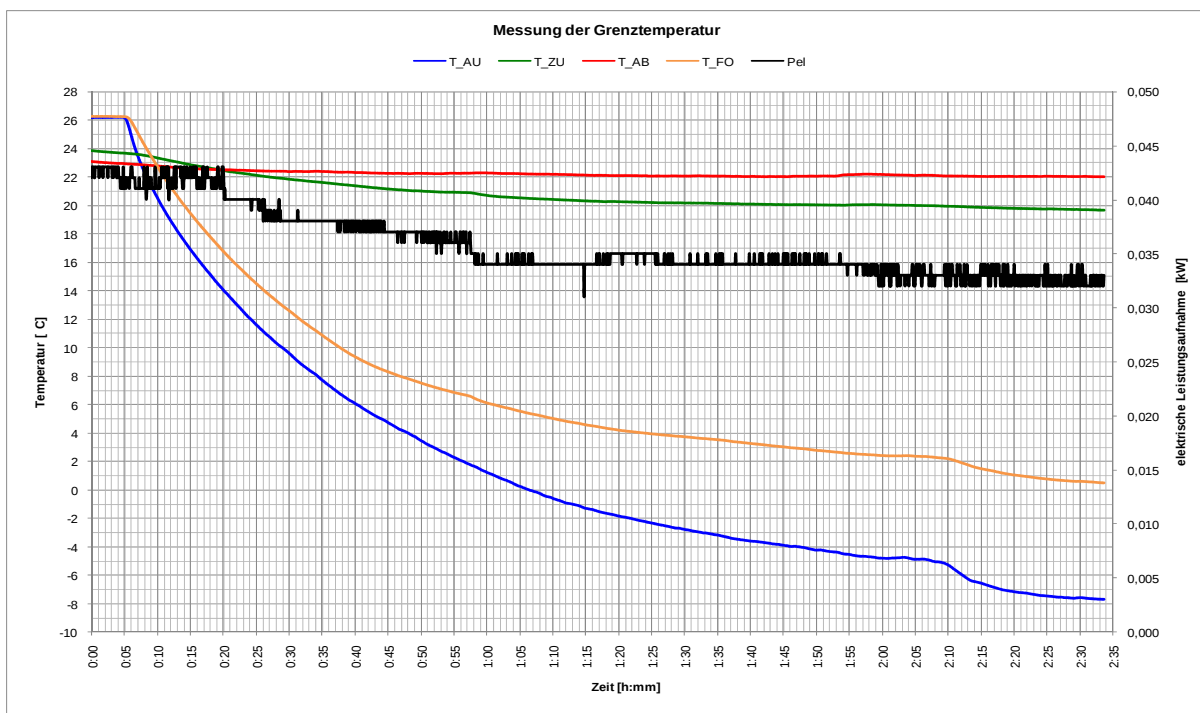
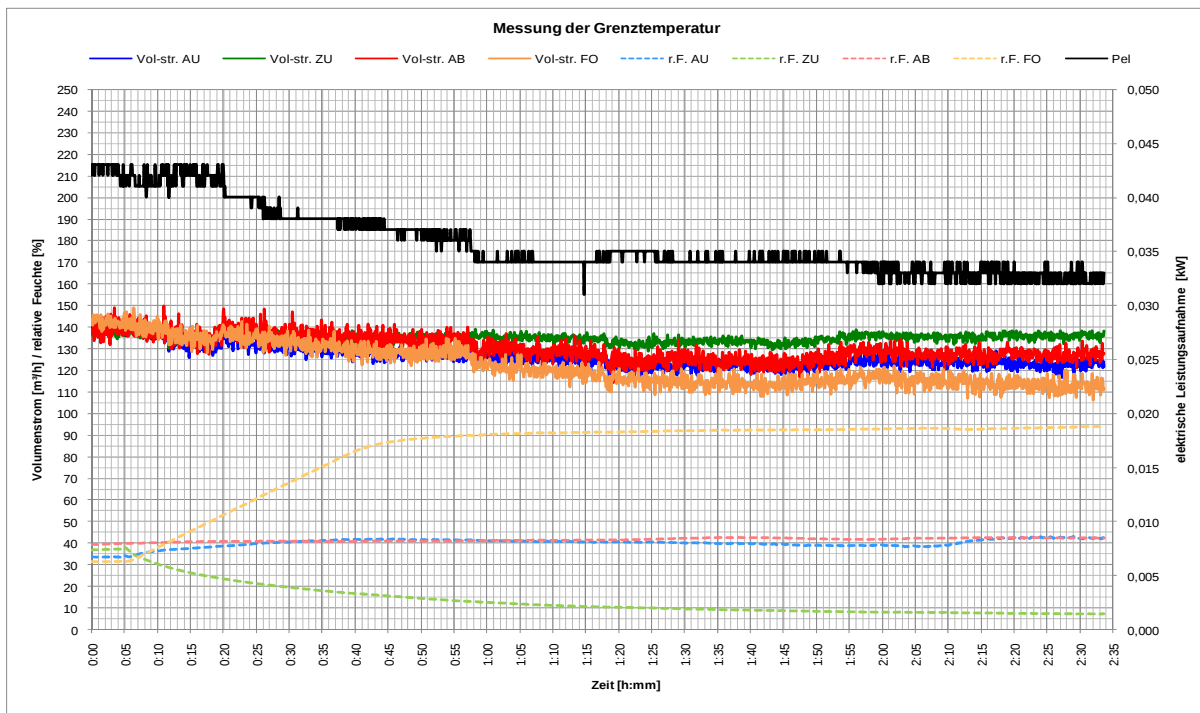
Messparameter:

mittlerer Volumenstrom des Einsatzbereiches: **ca. 135m³/h**

Differenzdruck AU/ZU (externe Pressung): **ca. 100Pa** (zu jeweils 50%)

Differenzdruck AB/FO (externe Pressung): **ca. 100Pa** (zu jeweils 50%)

Bei einer Außenlufttemperatur von **ca. -8°C** wird die Frostgrenze der Fortluft (ca. 0°C) erreicht.



Behaglichkeitskriterium

Bei aktiver Frostschutteinrichtung und Außenlufttemperaturen bis -10°C ist eine Zulufttemperatur von $>16,5^{\circ}\text{C}$ nachzuweisen.

Messparameter:

Volumenstrom der oberen Grenze des Einsatzbereiches: **ca. $155\text{m}^3/\text{h}$**

Differenzdruck AU/ZU (externe Pressung): **ca. 100Pa** (zu jeweils 50%)

Differenzdruck AB/FO (externe Pressung): **ca. 100Pa** (zu jeweils 50%)

Abluftkondition: **ca. 21°C / ca. 63% r.F.** (Die relative Feuchte ist stark von den Witterungseinflüssen abhängig. Im Labor besteht die Möglichkeit der Luftbefeuchtung im Rahmen der Abluftkonditionierung. Eine Entfeuchtung der Abluft ist jedoch nicht möglich!)

Sollwert - Zuschaltung Frostschutteinrichtung (Werkseinstellung): **2°C**

Bei einer Außenlufttemperatur von -10°C wurde eine Zulufttemperatur von **ca. $20,1^{\circ}\text{C}$** messtechnisch ermittelt.

