

Prüfbericht

Nr.: WRG 564

PHI



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

Prüfstelle	TÜV SÜD Industrie Service GmbH Center of Competence für Kälte- und Klimatechnik
Prüfgegenstand	Zentrales Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung vom Typ „ComfoAir 350“ der Fa. Zehnder Group Nederland B.V.
Serien-Nr.	000837312001
Auftraggeber	Zehnder Group Nederland B.V. Lingenstraat 2 NL-8028 PM Zwolle
Auftragsumfang	Prüfungen nach dem Prüfverfahren zur energetischen und schalltechnischen Beurteilung von Passivhaus-Lüf- tungsgeräten, für die Zertifizierung als „Passivhaus ge- eignete Komponente“ :2009-09
Eingangsdatum	13.01.2019
Prüfzeitraum	22.01.2019 – 15.02.2019
Prüfort(e)	München/ Olching
Sachverständige(r)	Björn Ulrich / Heiko Mirring / Sebastian Rieger
Prüfgrundlage	Prüfverfahren zur energetischen und schalltechnischen Beurteilung von Passivhaus-Lüftungs- geräten, für die Zertifizierung als „Passivhaus geeignete Komponente“ :2009-09 PHI Beiblatt Frostschutz – vorläufig 2014:08

Datum: 27.03.2019

Unser Zeichen:
IS-TAK-MUC / ul

Dokument: wrg564 Zehnder
ComfoAir 350 Bericht PHI
190327 ulbu.docx

A-Nr.: 2998505

Seite 1 von 41

Die auszugsweise Wiedergabe des
Dokumentes und die Verwendung
zu Werbezwecken bedürfen der
schriftlichen Genehmigung der
TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.



1 Prüfumfang

Im Auftrag der Fa. Zehnder Group Nederland B.V. wurden Prüfungen nach dem „Prüfverfahren zur energetischen und schalltechnischen Beurteilung von Passivhaus-Lüftungsgeräten, für die Zertifizierung als „Passivhaus geeignete Komponente“:2009-09 an einem Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung vom Typ „ComfoAir 350“ durchgeführt.

2 Gerätebeschreibung des Lüftungsgerätes vom Typ „ComfoAir 350“

Der Aufbau des zentralen Lüftungsgerätes mit Wärmerückgewinnung ist in Bild 1 dargestellt.

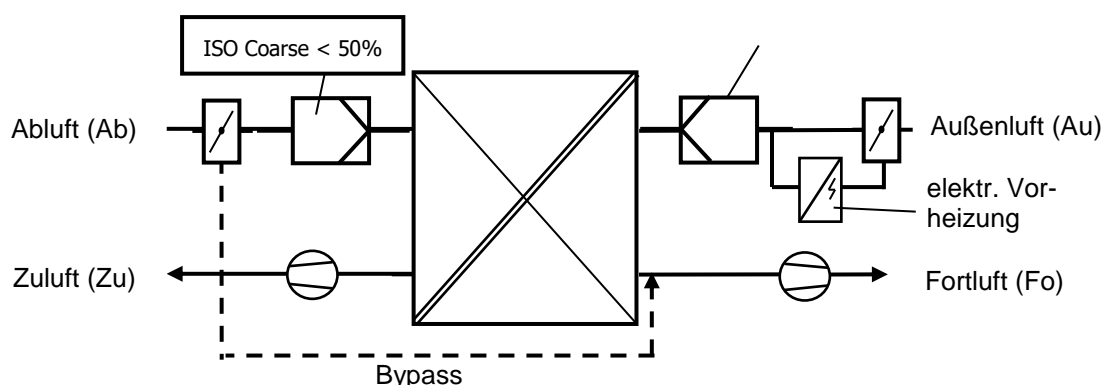


Bild 1: Prinzipbild des Lüftungsgerätes mit Wärmerückgewinnung vom Typ „ComfoAir 350“ der Fa. Zehnder Group Nederland B.V.¹

Bilder des zur Prüfung vorgestellten Lüftungsgerätes sind in Anhang A dargestellt.

Die Daten des geprüften Lüftungsgerätes und seiner Einbauteile sind in Anhang B aufgelistet.

Das Lüftungsgerät ist lt. Hersteller zur kontrollierten Be- und Entlüftung von Wohnungen oder vergleichbaren Nutzungseinheiten geeignet.

Das Lüftungsgerät ist mit einer elektromotorisch betriebenen Bypassklappe auf der Außenluftseite ausgestattet.

Die Montage des Lüftungsgerätes ist auf dem Boden stehend bzw. an der Wand hängend (Montagebügel auf Rückseite des Gerätes) in frostfreien Räumen vorgesehen.

Fortluftseitig anfallendes Kondensat kann durch einen freien Auslauf abgeführt werden.

¹ Die im Prüfbericht angegebenen Filterklassen beziehen sich auf Herstellerangaben. Prüfungen zur Bestimmung der Filterklasse wurden im Rahmen der Prüfungen nicht durchgeführt.



Industrie Service

3 Durchführung der Prüfungen

Die Prüfungen wurden an den Prüfständen des Center of Competence für Kälte- und Klimatechnik der TÜV SÜD Industrie Service GmbH durchgeführt.

Die Prüfungen beinhalteten folgende Prüfschritte:

- Eingangskontrolle
- Undichtheitsprüfung
- lufttechnische Prüfung
- thermodynamische Prüfung
- Frostschutzprüfung
- Schalltechnische Prüfung

Die Auflistung der verwendeten Messmittel ist bei der Prüfstelle hinterlegt.

3.1 Eingangskontrolle

Bei der Eingangskontrolle wurden die relevanten technischen Daten des Lüftungsgerätes erfasst.

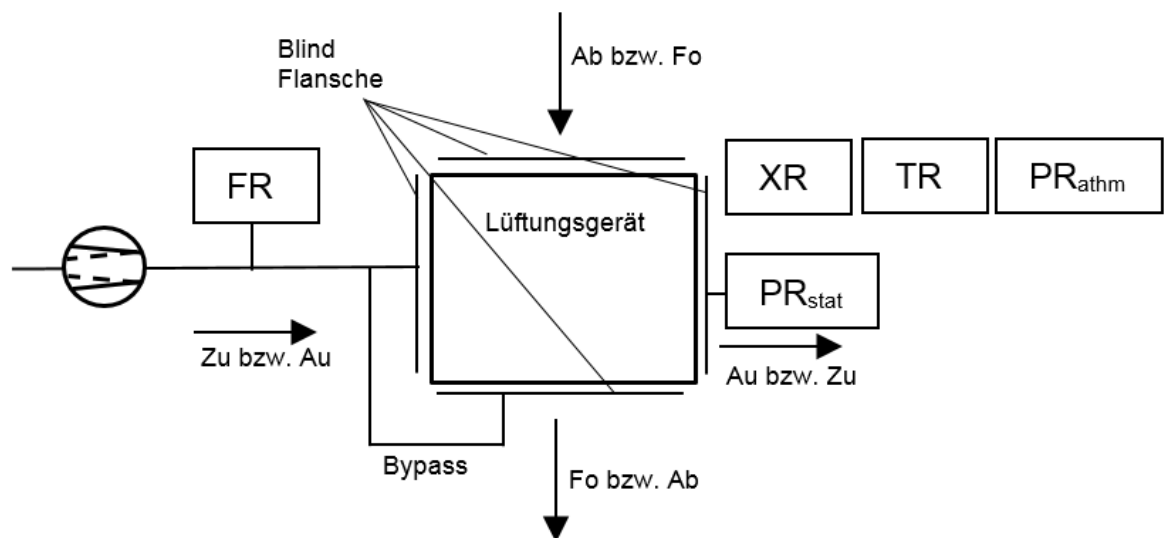
3.2 Undichtheitsprüfungen

3.2.1 Äußere Undichtheitsprüfung

Der äußere Leckluftstrom des Lüftungsgerätes wurde bestimmt, indem eine Druckdifferenz zwischen dem Inneren des Prüflings und seiner Umgebung erzeugt wurde. Der zur Aufrechterhaltung der Druckdifferenz erforderliche, gemessene Luftvolumenstrom stellt die äußere Undichtheit dar.

Die ermittelten Leckvolumenströme sowie auch die statischen Differenzdrücke wurden auf eine Luftdichte von 1,2 kg/m³ umgerechnet.

Der messtechnische Aufbau ist in Bild 2 schematisch dargestellt.



Legende:

Gruppe 1	Messgröße	Gruppe 2	Messgröße
F	Volumenstrom	R	Registrierung
T	Temperatur		
X	Feuchte		
P	stat. bzw. athm. Druck		

Bild 2: Messtechnischer Aufbau zur Bestimmung der äußeren Undichtheit

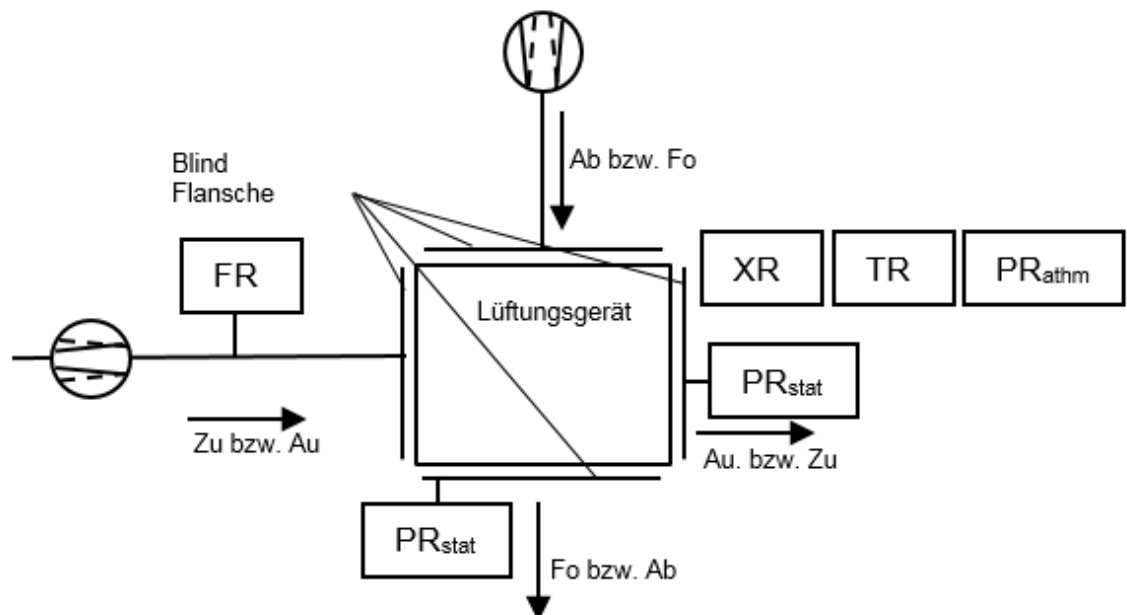
3.2.2 Innere Undichtheitsprüfung

Der innere Leckluftstrom wurde bestimmt, indem die Abluft-/Fortluftseite des Prüflings unter Über- bzw. Unterdruck gesetzt wurde und der Außenluft-/Zuluftseite ein gemessener Volumenstrom zu- bzw. abgeführt wurde, um den Differenzdruck zwischen der Umgebung und der Außenluft-/Zuluftseite auf 0 Pa zu halten.

Da somit zwischen der Umgebung und der Außenluft-/Zuluftseite kein Differenzdruck vorhanden war, entspricht der zu- bzw. abströmende Volumenstrom dem inneren Leckluftstrom und somit der inneren Undichtheit.

Die ermittelten Leckvolumenströme sowie auch die statischen Differenzdrücke wurden auf eine Luftdichte von $1,2 \text{ kg/m}^3$ umgerechnet.

Der messtechnische Aufbau ist in Bild 3 schematisch dargestellt.



Legende:

Gruppe 1	Messgröße	Gruppe 2	Messgröße
F	Volumenstrom	R	Registrierung
T	Temperatur		
X	Feuchte		
P	stat. bzw. athm. Druck		

Bild 3: Messtechnischer Aufbau zur Bestimmung der inneren Undichtheit



3.3 Lufttechnische Prüfung

Die lufttechnischen Prüfungen beinhalteten die zeitgleiche Aufnahme der statischen Differenzdrücke, Luftvolumenströme, Temperaturen und Feuchten in den ein- und austretenden Luftströmen sowie die Messung der elektrischen Leistungsaufnahme des gesamten Gerätes, an den eingestellten Betriebspunkten.

Die Ermittlung der Luftvolumenströme des Lüftungsgerätes erfolgte in einer Doppelklimakammer in Anlehnung an die Norm DIN EN ISO 5801:2018-04, Kategorie – D mittels stationär installierten Volumenstrommesseinrichtungen.

Die Lufttemperatur betrug während den Messungen $21^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ K}$.

Der messtechnische Aufbau der lufttechnischen Prüfungen ist unter Punkt 3.4 in Bild 4 schematisch dargestellt.

Die lufttechnischen Prüfungen, zur Bestimmung der spezifischen Ventilator Leistung, wurden an den nachfolgend aufgeführten Betriebspunkten durchgeführt:

Maximaler Luftvolumenstrom bei	$\Delta p_{\text{stat}} 169 \text{ Pa} = 1,3 V_{\text{E max}}$
Oberer Einsatzbereich bei	$\Delta p_{\text{stat}} 100 \text{ Pa} = 1,0 V_{\text{E max}}$
Unterer Einsatzbereich bei	$\Delta p_{\text{stat}} 100 \text{ Pa} = 1,0 V_{\text{E min}}$
Minimaler Luftvolumenstrom bei	$\Delta p_{\text{stat}} 49 \text{ Pa} = 0,7 V_{\text{E min}}$

Die ermittelten elektrischen Wirkleistungsaufnahmen wie auch die statischen Differenzdrücke wurden auf eine Luftdichte von $1,2 \text{ kg/m}^3$ umgerechnet.

Zur Ermittlung der volumenstromspezifischen Leistungsaufnahme wurde der Zuluftvolumenstrom verwendet.

3.4 Thermodynamische Prüfung

Die thermodynamischen Prüfungen wurden in einer Doppel-Klimakammer durchgeführt.

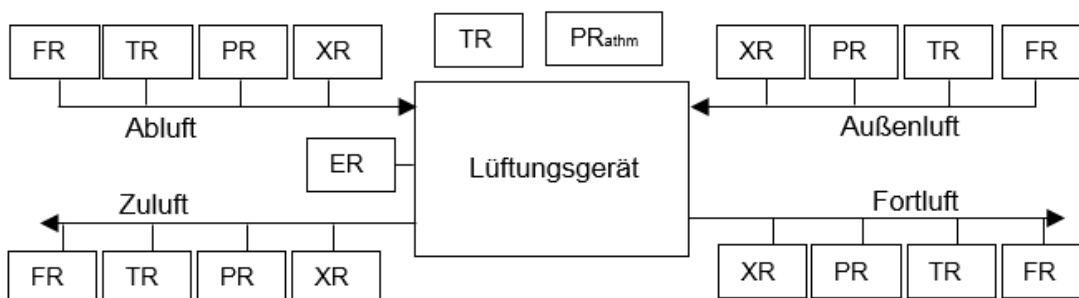
An den Bilanzgrenzen des Lüftungsgerätes wurden die Parameter Temperatur, Feuchte, Luftvolumenstrom, statischer Druck sowie die gesamte elektrische Wirkleistungsaufnahme, aufgenommen. Hierbei wurden die kalorischen Mitteltemperaturen² in Anlehnung an die Norm DIN EN 308:1997-07 bestimmt.

Als Bilanzgrenze wurde der Eintritt der Abluft in und der Austritt der Fortluft aus dem Lüftungsgerät, sowie der Eintritt der Außenluft in und der Austritt der Zuluft aus dem Lüftungsgerät definiert.

Die Umgebungstemperatur des Lüftungsgerätes ist gleichzusetzen mit der zugeführten Ablufttemperatur und lag innerhalb der zugelassenen Toleranz von $\pm 1 \text{ K}$.

Der messtechnische Aufbau ist in Bild 4 schematisch dargestellt.

² Die kalorische Mitteltemperatur beschreibt die mittlere Temperatur der verwendeten Messfühler an der Bilanzgrenze des Gerätes, aus welcher sich der Energieinhalt des Luftstromes ableiten lässt.



Legende:

Gruppe 1	Messgröße	Gruppe 2	Messgröße
F	Volumenstrom	R	Registrierung
T	Temperatur		
E	elektrische Größen		
X	Feuchte		
P	stat. bzw. athm. Druck		

Bild 4: MSR Schema der thermodynamischen Prüfung

Die thermodynamischen Prüfungen wurden bei nachfolgenden Temperaturbedingungen durchgeführt:

	Luftzustand trocken	Luftzustand feucht
Ablufttemperatur	21 °C	21 °C
Abluftfeuchte	<35 % r.F.	50 % r.F.
Außenlufttemperatur	4 °C	4 °C
Außenluftfeuchte	-	80 % r.F.

Hierbei wurden die nachfolgenden Luftvolumenströme und Differenzdrücke eingestellt:

Bezeichnung	Luftvolumenstrom	Δp stat. <small>$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$</small>
	[m³/h]	[Pa]
MV 1	90	100
MV 2	144	100
MV 3	231	100

Die eingestellten Differenzdrücke wurden auf eine Luftdichte von 1,2 kg/m³ umgerechnet. Die ermittelten Wirkleistungsaufnahmen wurden nicht dichtekorrigiert.



Industrie Service

3.5 Funktionsprüfungen

3.5.1 Frostschutzprüfung

Die Frostschutzprüfung erfolgte im Anschluss an die thermodynamische Prüfung. Hierbei wurde die Außenlufttemperatur ausgehend von 2°C schrittweise abgesenkt und die Einschalttemperatur der Frostschutzeinrichtung ermittelt.

Zusätzlich wurde die Wirksamkeit der Frostschutzstrategie im Rahmen eines Zyklusversuches geprüft.

Die Frostschutzversuche wurden mit folgender Frostschutzstrategie durchgeführt:

- Elektrische Vorheizung in der Außenluft

Die Prüfungen wurden mit einem Volumenstrom von 295 m³/h bei nachfolgender Temperaturbedingung durchgeführt:

	Symbol	Luftzustand
Ablufttemperatur	Θ_{11}	20 °C
Abluftfeuchtkugelttemperatur	Θ_{wb11}	12 °C
Außenlufttemperatur	Θ_{21}	-15 °C
Außenluftfeuchtkugelttemperatur	Θ_{wb21}	-

3.5.2 Überprüfung der Frostschutzabschaltung für hydraulische Heizregister in der Zuluft

Um Frostschäden an evtl. nachgeschalteten hydraulischen Heizregistern zu vermeiden, muss das Gerät über eine Notabschaltung des Außenluft-/Zuluftventilators verfügen.

Diese Notabschaltung soll mit dem Hinweis einer Fehlermeldung bei der Unterschreitung einer Zulufttemperatur von ca. +5°C erfolgen.

3.5.3 Bestimmung der elektrischen Leistungsaufnahme im Stand-by-Betrieb

Die gesamte elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes (inklusive Steuerung etc.) im Stand-by- Betrieb wurde für das Gerät bestimmt.



Industrie Service

3.5.4 Behaglichkeitskriterium

Um die Anforderung der Passivhaus-Kriterien an die Behaglichkeit zu erfüllen, muss eine Zulufttemperatur vom mindestens 16,5 °C, bei einer Außenlufttemperatur von -10 °C und einer Ablufttemperatur von 21°C³ gewährleistet werden.

Ein Versuch zur Bestimmung der Zulufttemperatur, bei einer Außenlufttemperatur von -10 °C wurde im Anschluss an den Frostversuch durchgeführt.

3.5.5 Wiederanfahren nach Stromausfall

Entsprechend den Passivhaus-Kriterien muss durch die Regelung des Gerätes sichergestellt werden, dass das Gerät nach einem Stromausfall den regulären Betrieb ohne Eingriff des Nutzers wieder selbsttätig aufnimmt.

Zur Überprüfung dieser Funktion, wurde die Spannungsversorgung des Gerätes während des Betriebes unterbrochen und nach einer Wartezeit von 5 Minuten wiederhergestellt, um das Verhalten des Gerätes zu beobachten.

3.6 Schalltechnische Prüfung

Die schalltechnischen Prüfungen umfassen die vom Gerät abgestrahlte Schallleistung sowie die Schalleistung im Ab-, Fort-, Außen- und Zuluftkanal und wurden nach den Vorgaben der Norm DIN EN ISO 9614-2:2009-11 gemessen.

Die Prüfungen wurden beim oberen Volumenstrom des Einsatzbereiches mit dem zugehörigen externen statischen Druck von 100 Pa durchgeführt.

Zudem wurde eine Überprüfung hinsichtlich tieffrequenter Geräuschemissionen nach DIN 45680 am freisaugenden / freiblasenden Gerät durchgeführt.

³: Die Anforderung entspricht nicht der messtechnischen Untersuchung. Der Nachweis der Anforderung erfolgt rechnerisch auf Basis der Messung. Im Falle der Nichteinhaltung soll seitens des Herstellers eine Kompensationsmaßnahme angeboten werden.



Industrie Service

4 Ergebnisse der Prüfungen

4.1 Eingangskontrolle

Die ermittelten, relevanten technischen Daten des Lüftungsgerätes und seiner Einbauteile sind in Anhang B aufgelistet.

Die Sichtprüfung des Lüftungsgerätes ergab folgende Ergebnisse:

- Kennzeichnung des Lüftungsgerätes
 - Das zur Prüfung vorgestellte Lüftungsgerät war mit einem Typenschild und mit einem CE-Zeichen versehen
- elektrische Sicherheit
 - Das Öffnen des Gerätedeckels ist nicht ohne die Benutzung eines Werkzeuges möglich.
 - Spannungsführende Teile waren bei geöffnetem Gerätedeckel zugänglich.
 - Das Lüftungsgerät wird beim Öffnen des Gerätedeckels nicht über einen Kontaktschalter abgeschaltet.
- mechanische Sicherheit
 - Das Öffnen des Gerätedeckels ist nicht ohne die Benutzung eines Werkzeuges möglich.
 - Das Lüftungsgerät wird beim Öffnen des Gerätedeckels nicht über einen Kontaktschalter abgeschaltet.
- Bedienung und Montage
 - Der Hersteller hat dem geprüften Gerät eine Montage- und Bedienungsanleitung beigelegt.
 - Standardmäßig erfolgt die Bedienung des Lüftungsgerätes über eine Gerätebedieneinheit an der Vorderseite des Gerätes, welche während der Prüfung mit dem Lüftungsgerät verbunden war.
 - Über die Bedieneinheit können die Parameter des Lüftungsgerätes abgefragt bzw. geändert werden.
 - Über einen externen Stufenschalter können drei Lüfterstufen ausgewählt werden.
 - Die Parameter der Ventilatorsteuerung können für jede Lüfterstufe und jeden Ventilator separat eingestellt werden.
- Wartung
 - Die Filter befinden sich auf der Außenluft- und der Abluftseite des Lüftungsgerätes und können nach dem Abnehmen der Filterabdeckung entnommen werden.
 - Das Lüftungsgerät ist mit einer laufzeitgesteuerten Filterüberwachung ausgestattet. Nach Ablauf des einstellbaren Zeitintervalls wird der Benutzer durch eine Meldung im Bedienteil informiert.



Industrie Service

4.2 Einsatzbereich des Lüftungsgerätes

Der Einsatzbereich des zentralen Lüftungsgerätes wurde gemäß dem PHI-Prüfverfahren wie folgt ermittelt:

Maximaler Luftvolumenstrom bei	$\Delta p_{\text{stat}} 169 \text{ Pa} = 1,3 V_{E \text{ max}}$	379 m³/h
Oberer Einsatzbereich bei	$\Delta p_{\text{stat}} 100 \text{ Pa} = 1,0 V_{E \text{ max}}$	292 m³/h
Unterer Einsatzbereich bei	$\Delta p_{\text{stat}} 100 \text{ Pa} = 1,0 V_{E \text{ min}}$	71 m³/h
Minimaler Luftvolumenstrom bei	$\Delta p_{\text{stat}} 49 \text{ Pa} = 0,7 V_{E \text{ min}}$	50 m³/h

Mittlerer Volumenstrom des Einsatzbereiches: 182 m³/h

4.3 Undichtheitsprüfung

Die Ergebnisse der Undichtheitsprüfung sind in Anhang C dargestellt.

Die prozentualen Anteile der Leckluftströme bezogen auf den mittleren Volumenstrom des Einsatzbereiches des Lüftungsgerätes betrugen:

	- 100 Pa	+ 100 Pa
äußere Undichtheit	1,2 %	1,2 %
innere Undichtheit	1,5 %	1,7 %

4.4 Lufttechnische Prüfung

Im Rahmen der lufttechnischen Prüfung wurden die Einsatzgrenzen des Lüftungsgerätes ermittelt.

Die Meßwerte der lufttechnischen Prüfung sind in Anhang D dargestellt.

4.5 Thermodynamische Prüfung

Die Meß- und Rechenwerte der thermodynamischen Prüfung sind in Anhang E dargestellt.



Industrie Service

4.6 Funktionsprüfungen

4.6.1 Frostschutzprüfung

Die Außenlufttemperatur bei Aktivierung des Frostschutzes mit elektrischer Vorheizung in der Außenluft betrug ca. -12,6°C.

Der bei einer Außenlufttemperatur von ca. -15°C durchgeführte Zyklusversuch zur Überprüfung der Wirksamkeit des Frostschutzes zeigte, dass die Frostschutzstrategie wirksam ist.

Eine Beschreibung der Frostschutzstrategie/n kann aus Anhang F entnommen werden.

Diagramme zur Veranschaulichung des Versuchsablaufes sind in Anhang G dargestellt.

4.6.2 Überprüfung der Frostschutzabschaltung für hydraulische Heizregister in der Zuluft

Bei einer Zulufttemperatur von ca. 2,2 °C wurde der Zuluftventilator zum Schutze eines eventuell vorhandenen hydraulischen Heizregisters in der Zuluft abgeschaltet.

Nach Erreichen einer Zulufttemperatur von ca. 8,0°C schaltete das Gerät wieder ein.

Diagramme zur Veranschaulichung des Versuchsablaufes sind in Anhang H dargestellt.

4.6.3 Bestimmung des Stand-by-Verlustes

Das zur Prüfung vorgestellte Gerät war mit einem externen Stufenschalter ausgestattet.

Mit Hilfe des Stufenschalters ist es nicht möglich das Gerät im Stand-by-Modus zu betreiben. Die Stand-by Leistung des Gerätes konnte somit nicht ermittelt werden.

4.6.4 Behaglichkeitskriterium

Die gemessene Zulufttemperatur bei einer Außenlufttemperatur von -10 °C betrug ca. 12,7 °C.

Diagramme zur Veranschaulichung des Temperaturverlaufs sind in Anhang I dargestellt.

4.6.5 Wiederanfahren nach Stromausfall

Nach Unterbrechen der Spannungsversorgung des Gerätes während des Betriebes, startet das Lüftungsgerät bei Wiederherstellung der Spannungsversorgung selbständig.

Ein Diagramm zur Veranschaulichung des Versuchsablaufes ist in Anhang J dargestellt.



Industrie Service

4.7 Schalltechnische Prüfung

Die Ergebnisse der schalltechnischen Prüfung sind in Anhang K dargestellt.

5 Zusammenfassung

5.1 Eingangskontrolle

Das zur Prüfung vorgestellte Lüftungsgerät war mit einem Typenschild und einem CE-Zeichen versehen.

Die Ventilatoren des Gerätes befinden sich auf der Fortluft- und der Zuluftseite.

Das Lüftungsgerät ist mit einer laufzeitgesteuerten Filterüberwachung ausgestattet.

5.2 Einsatzbereich des Lüftungsgerätes

Der Einsatzbereich des Lüftungsgerätes liegt im Bereich von

$$V_{E \min} = 71 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{bis} \quad V_{E \max} = 292 \text{ m}^3/\text{h}$$

Der mittlere Volumenstrom des Einsatzbereiches beträgt 182 m³/h.

5.3 Undichtheitsprüfung

Anforderung eines zulässigen Leckluftstromes von <3 % des mittleren Volumenstromes des Einsatzbereiches wurde vom Gerät erfüllt.

5.4 Lufttechnische Prüfung

Die für das Lüftungsgerät ermittelten Luftvolumenströme sind in Anhang D tabellarisch dargestellt.

5.5 Thermodynamische Prüfung

Für das Lüftungsgerät wurden folgende gerätespezifischen Kennzahlen ermittelt (s. a. Anhang E):

Messbedingung		MV 1	MV 2	MV 3
Zuluftvolumenstrom	m³/h	89	143	233
effektiver Wärmebereitstellungsgrad (unkorr.)	%	82	79	75
effektiver Wärmebereitstellungsgrad (korr.)	%	82	79	75
Feuchteverhältnis	%	72	65	56
effektiver Wärmebereitstellungsgrad incl. Feuchteübertragung	%	86	84	79
Zuluftvolumenbez. elektr. Ventilatorleist.	W/(m³/h)	0,25	0,24	0,27



Industrie Service

5.6 Funktionsprüfungen

Die Außenlufttemperatur bei Aktivierung des Frostschutzes mit elektrischer Vorheizung in der Außenluft betrug ca. $-12,6^{\circ}\text{C}$.

Der bei einer Außenlufttemperatur von ca. -15°C durchgeführte Zyklusversuch zur Überprüfung der Wirksamkeit des Frostschutzes zeigte, dass die Frostschutzstrategie wirksam ist.

Diagramme zur Veranschaulichung des Versuchsablaufes sind in Anhang G dargestellt.

Bei einer Zulufttemperatur von ca. $2,2^{\circ}\text{C}$ wurde der Zuluftventilator zum Schutz eines eventuell vorhandenen hydraulischen Heizregisters in der Zuluft abgeschaltet.

Nach dem Erreichen einer Zulufttemperatur von ca. $8,0^{\circ}\text{C}$ schaltete das Gerät wieder ein.

Diagramme zur Veranschaulichung des Versuchsablaufes sind in Anhang H dargestellt.

Das zur Prüfung zur Verfügung gestellte Gerät war mit einem externen Stufenschalter ausgestattet.

Mit Hilfe des Stufenschalters ist es nicht möglich das Gerät im Stand-by-Modus zu betreiben. Die Stand-by Leistung des Gerätes konnte somit nicht ermittelt werden.

Die Anforderungen an die Behaglichkeit wurden nicht erfüllt.
Die Ergebnisse des Versuchs sind in Anhang I dargestellt

Nach Unterbrechen der Spannungsversorgung des Gerätes während des Betriebes startet das Lüftungsgerät bei Wiederherstellung der Spannungsversorgung selbständig.
Ein Diagramm zur Veranschaulichung des Versuchsablaufes ist in Anhang J dargestellt.



Industrie Service

5.7 Schalltechnische Prüfung

Die für das Gerät ermittelten schalltechnischen Messwerte sind in Anhang K dargestellt.

Das vom Gerät abgestrahlte Geräusch ist nicht tieffrequent im Sinne der Norm DIN 45680.

Das vom Gerät abgestrahlte Geräusch enthält keine deutlich hervortretenden Einzeltöne.

Center of Competence für
Kälte- und Klimatechnik
Prüfbereich Lüftungs-, u. Klimatechnik: WRG
Verantwortlicher des Prüfbereiches

Experte

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Thomas Busler'.

Thomas Busler

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Björn Ullrich'.

Björn Ullrich

Anhang:

Anhang A1 – A13:	Bilddokumentation
Anhang B1 – B3:	Daten des geprüften Lüftungsgerätes
Anhang C:	Ergebnisse der Undichtheitsprüfung
Anhang D:	Ergebnisse der lufttechnischen Prüfung
Anhang E:	Mess- und Rechenwerte der thermodynamischen Prüfung
Anhang F:	Beschreibung der Frostschutzstrategie
Anhang G:	Frostschutzprüfung
Anhang H:	Vereisungsschutz hydraulisches Heizregister
Anhang I:	Behaglichkeitskriterium
Anhang J:	Wiederanfahren nach Stromausfall
Anhang K1 – K2:	Ergebnisse der schalltechnischen Prüfung

Anhang A1: Bilddokumentation

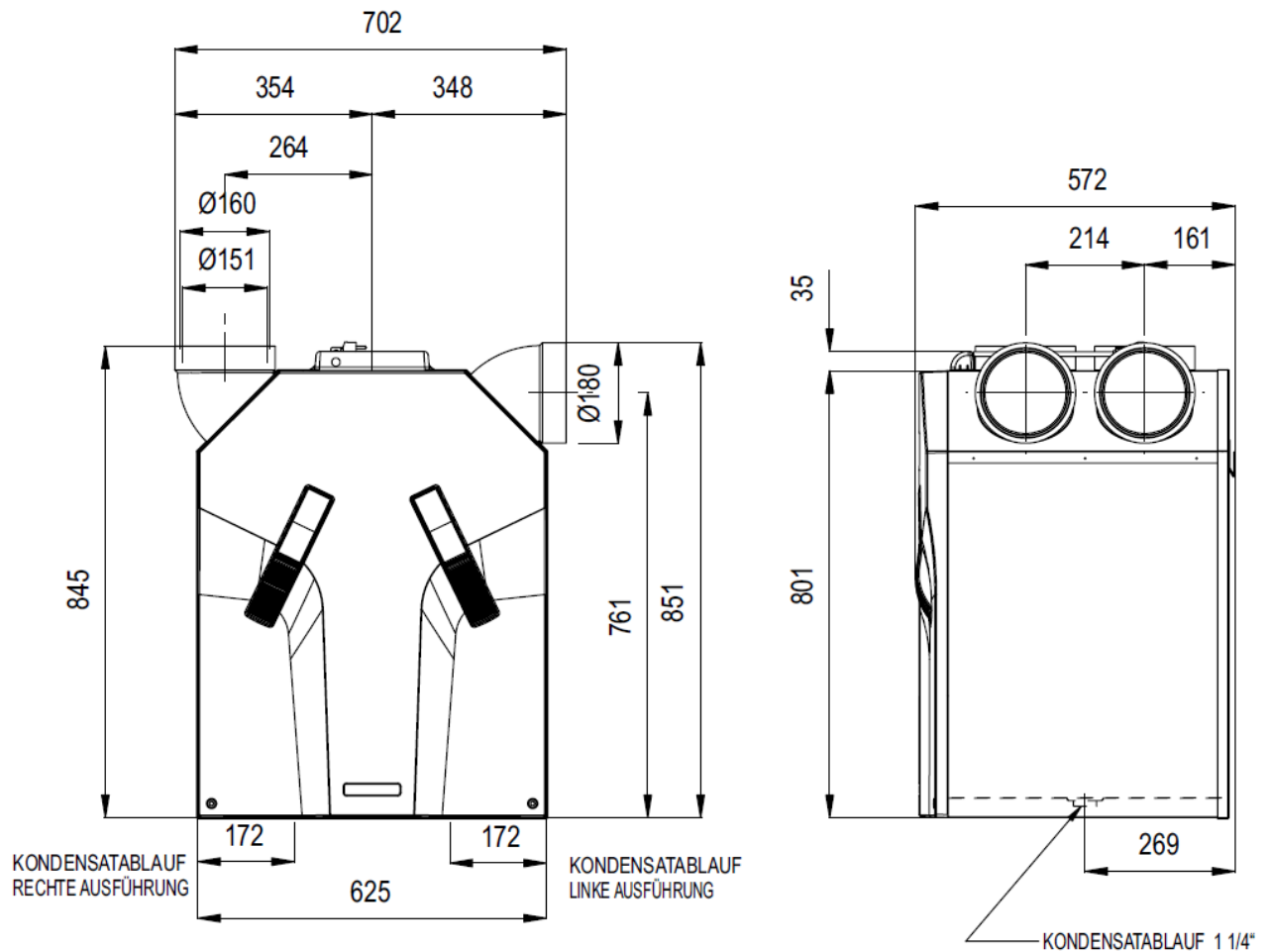


Bild A-1: Gerätezeichnung

Anhang A2: Bilddokumentation



Bild A-2: Vorder- und Rückansicht des Lüftungsgerätes

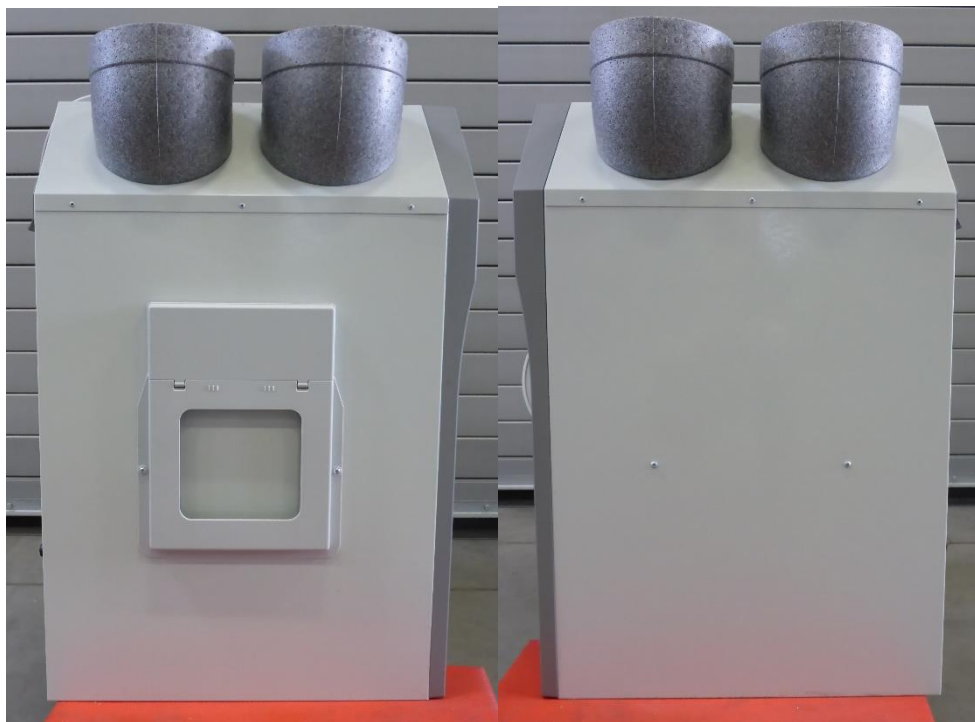


Bild A-3: Seitenansicht des Lüftungsgerätes

Anhang A3: Bilddokumentation

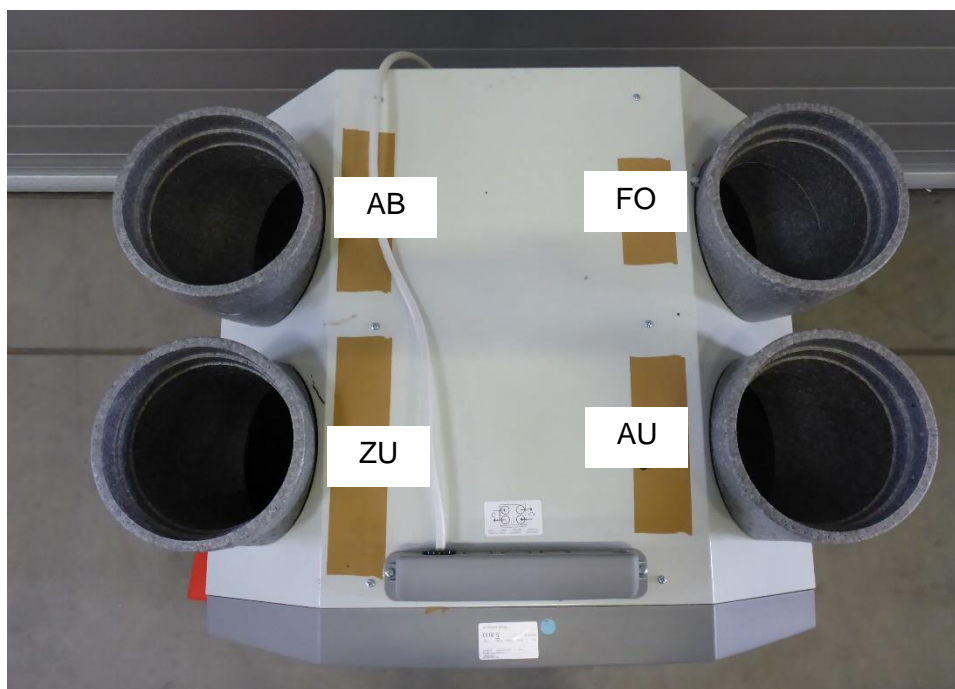


Bild A-4: Oberseite des Lüftungsgerätes



Bild A-5: Filtereinschübe ohne Filterabdeckung

Anhang A4: Bilddokumentation



Bild A-6: Filtereinschübe mit herausgezogenen Filtern

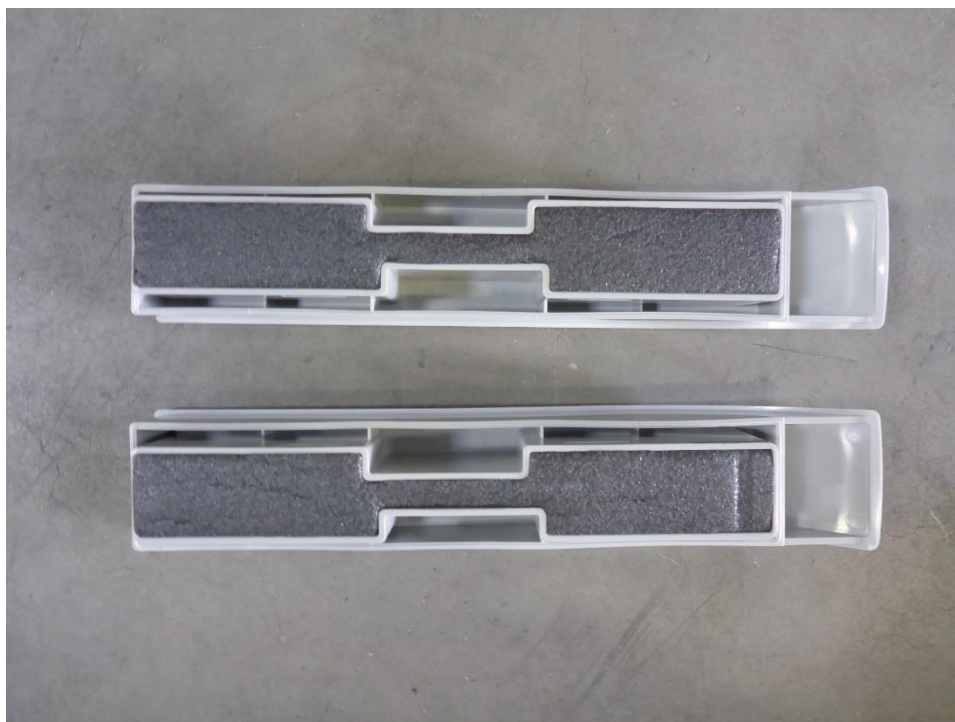


Bild A-7: Filterabdeckungen des Lüftungsgerätes

Anhang A5: Bilddokumentation

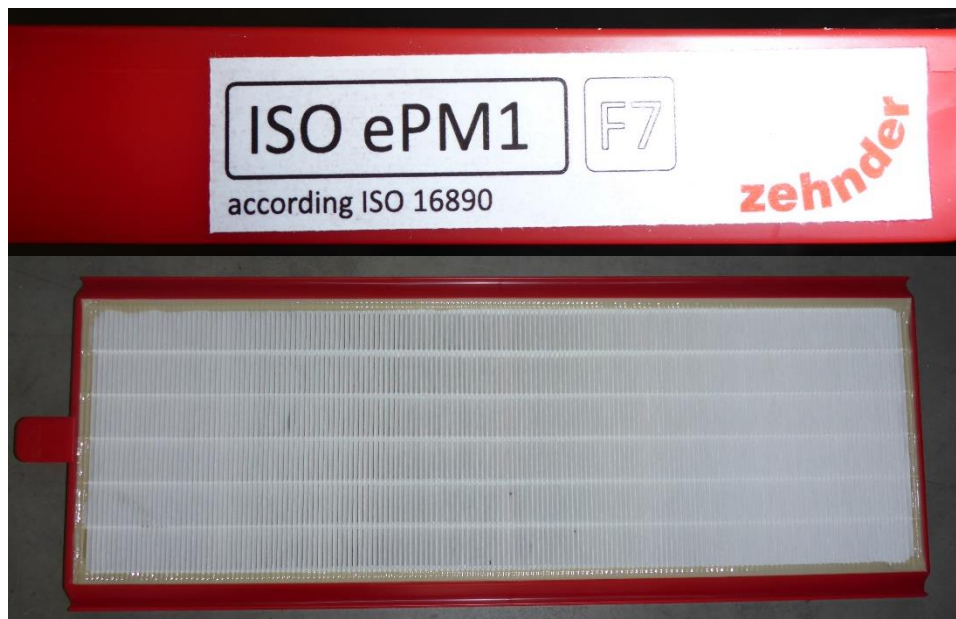


Bild A-8: Außenluftfilter ePM₁ (F7) des Lüftungsgerätes



Bild A-9: Abluftfilter ISO Coarse (G4) des Lüftungsgerätes

Anhang A6: Bilddokumentation



Bild A-10: Vorderansicht ohne Geräteabdeckung

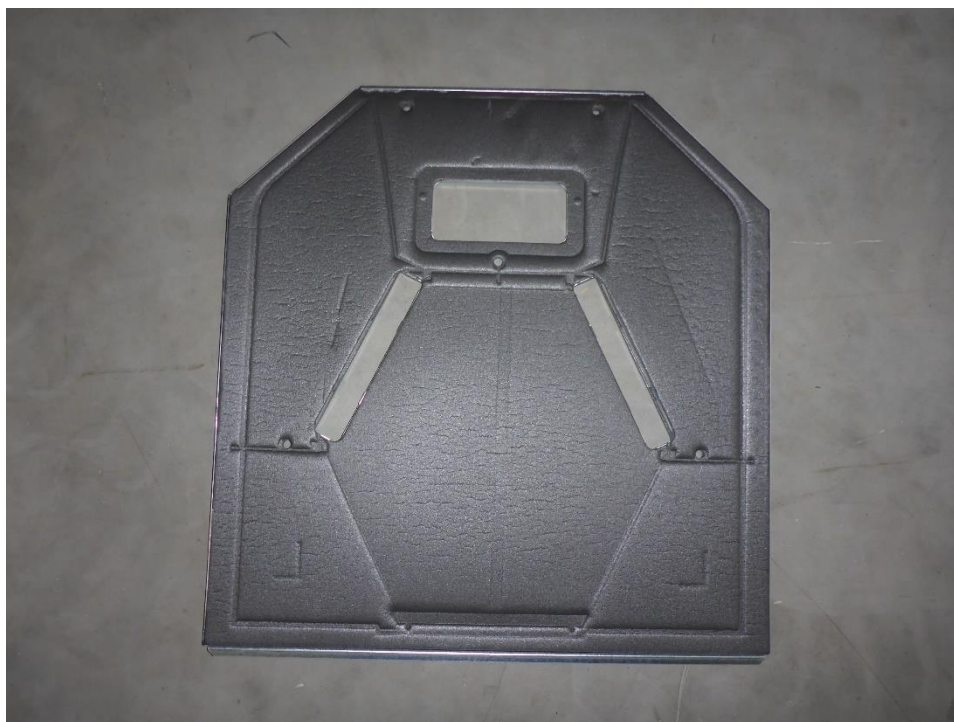


Bild A-11: Rückseite des Gerätedeckels

Anhang A7: Bilddokumentation

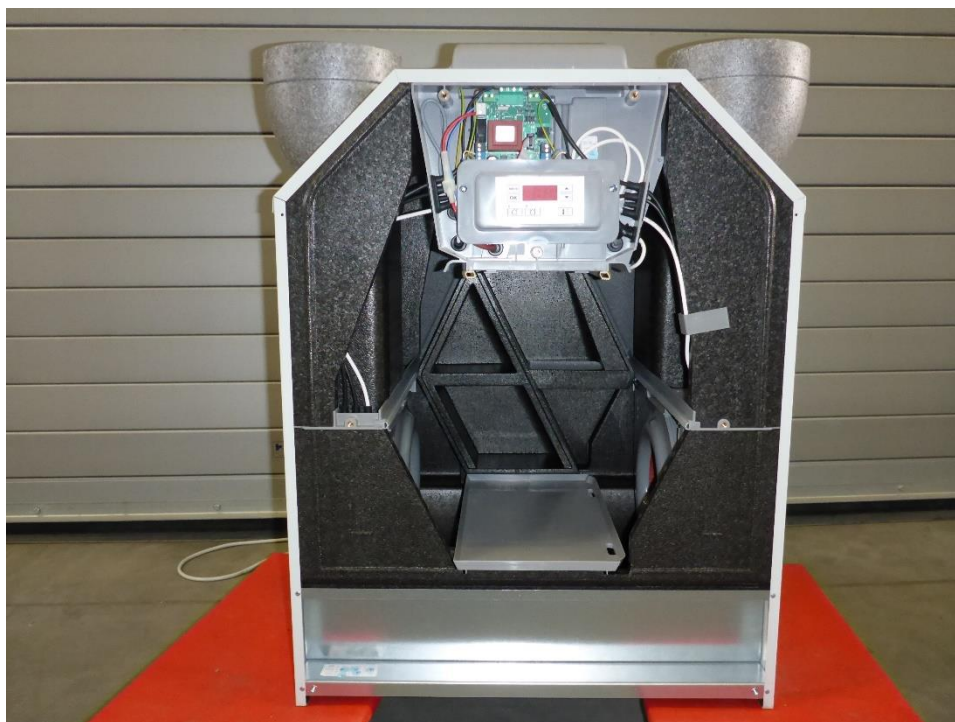


Bild A-12: Vorderansicht ohne Wärmeübertrager und Filter



Bild A-13: Typenschild des Wärmeübertragers

Anhang A8: Bilddokumentation



Bild A-14: Oberseite des Wärmeübertragers



Bild A-15: Seitenansicht des Wärmeübertragers

Anhang A9: Bilddokumentation



Bild A-16: Zuluftventilator des Lüftungsgerätes



Bild A-17: Typenschild des Zuluftventilators

Anhang A10: Bilddokumentation



Bild A-18: Fortluftventilator des Lüftungsgerätes



Bild A-19: Typenschild des Fortluftventilators

Anhang A11: Bilddokumentation

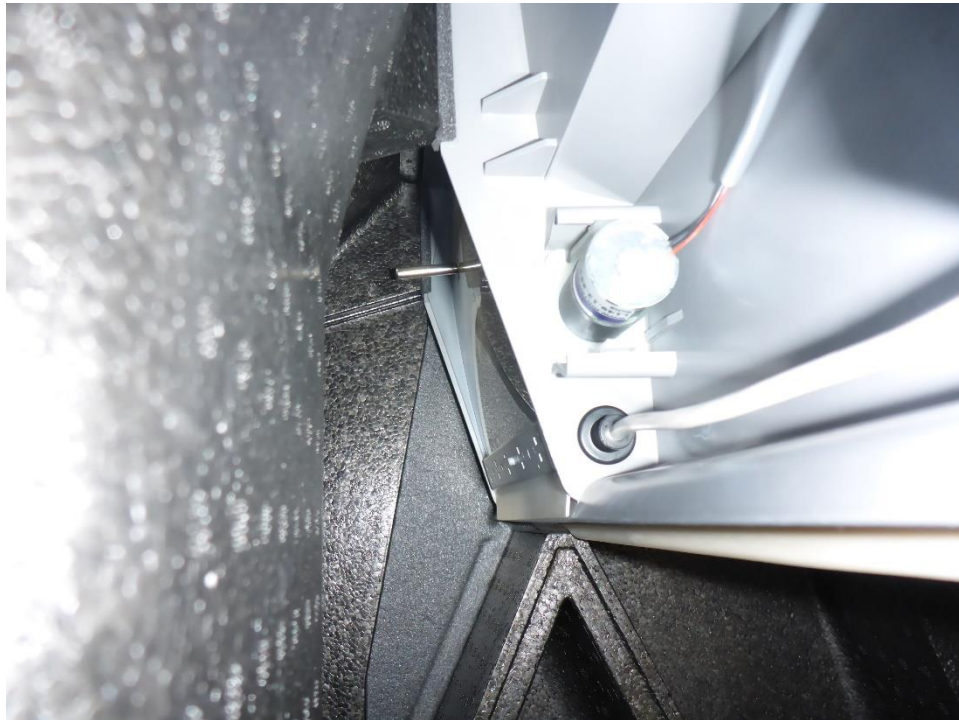


Bild A-20: Bypassklappe des Lüftungsgerätes



Bild A-21: Klappe vor dem elektrischen Vorheizregister

Anhang A12: Bilddokumentation



Bild A-22: Elektrisches Vorheizregister des Lüftungsgerätes

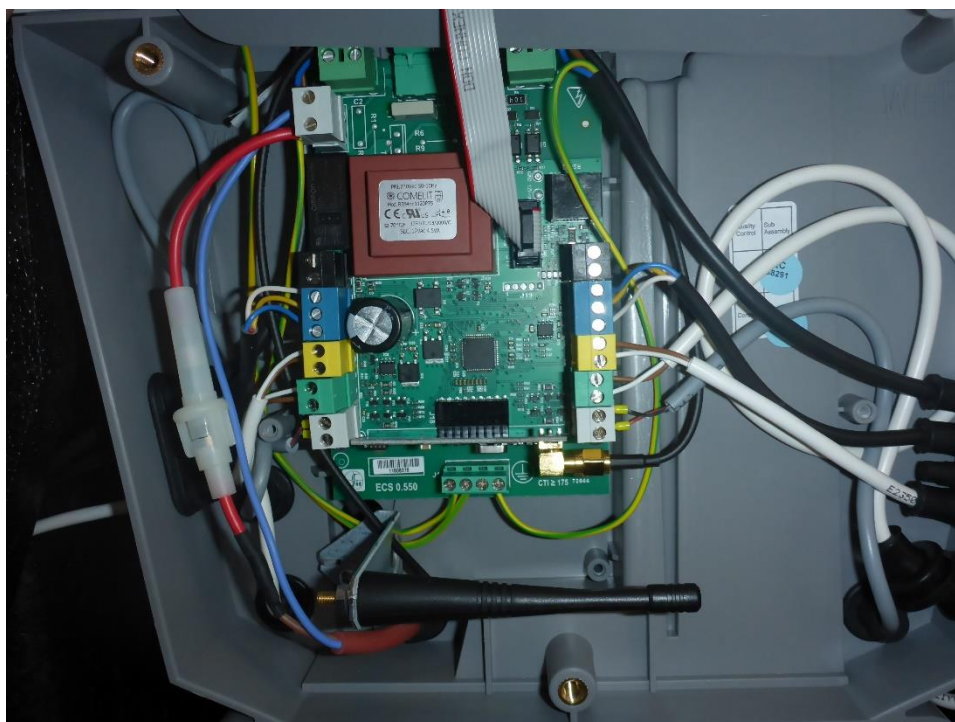


Bild A-23: Steuerungsplatine des Lüftungsgerätes

Anhang A13: Bilddokumentation



Bild A-24: Bedienteil des Lüftungsgerätes

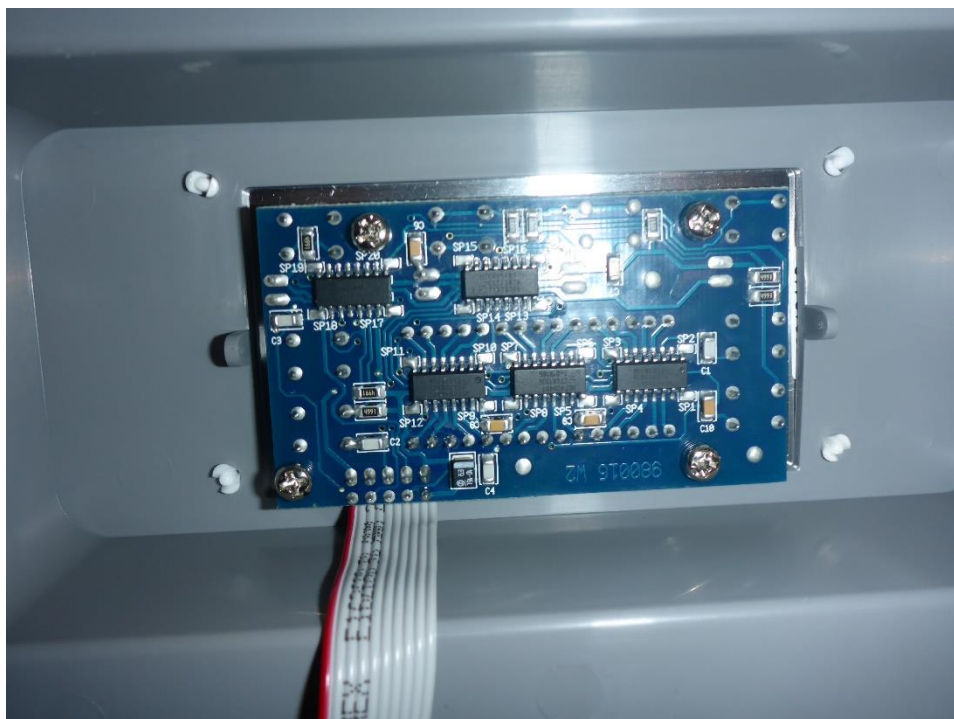


Bild A-25 Rückseite des Bedienteils

Anhang B1: Daten des geprüften Lüftungsgerätes

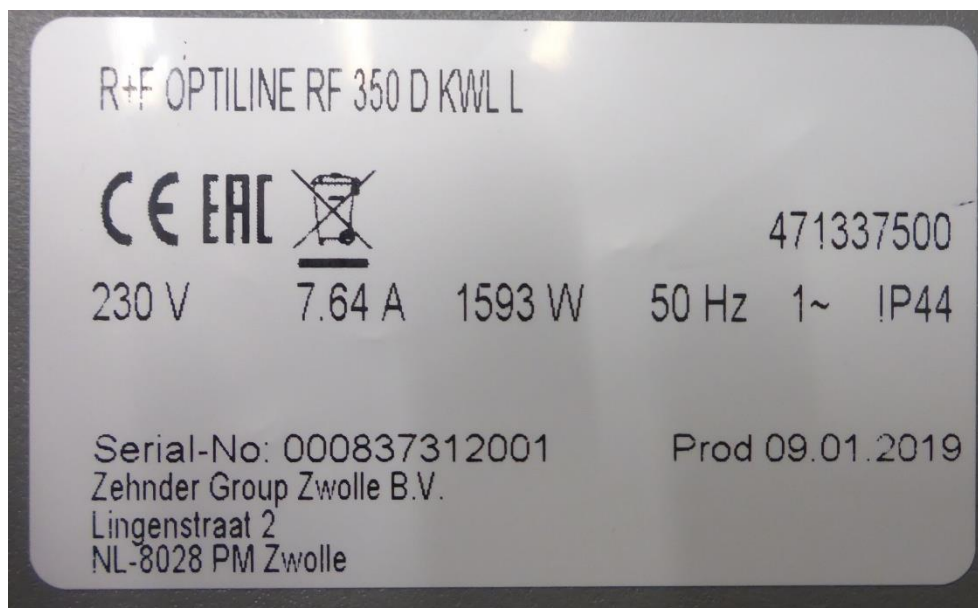


Bild B-1: Typenschild des Lüftungsgerätes

Angaben des Herstellers zum Lüftungsgerät

Hersteller:	Zehnder Group Zwolle B.V.
Firmensitz:	Lingenstraat 2 NL-8028 PM Zwolle
Gerätetyp:	R+F Optiline RF 350 D KWL L
Seriennummer:	000837312001
Spannung/Frequenz:	230 V / 50 Hz
maximale Leistungsaufnahme.:	1593 W
maximale Stromaufnahme.:	7,64 A
Baujahr:	09.01.2019
Schutzklasse:	IP44

Abmaße des Lüftungsgerätes (Angaben der Prüfstelle)

Höhe:	800 mm
Breite:	620 mm
Tiefe:	560 mm



Industrie Service

Anhang B2: Daten des geprüften Lüftungsgerätes

Angaben zu den Filtern⁴

Beschreibung:	Anzahl:	Filterklasse:	Abmaße BxHxT in mm:
Außenluftfilter:	1	ePM ₁ ≥ 50% (F7)	165x500x15
Abluftfilter:	1	ISO Coarse < 50% (G4)	165x500x15

Angaben zum Zuluftventilator

Anzahl:	1
Bauart:	radial rückwärts gekrümmt
Hersteller:	ebm papst
Typ:	R3G220-RG19-07
Spannung:	200-240 V
Frequenz:	50/60 Hz
Leistungsaufnahme:	115 W
Stromaufnahme max:	0,97 A
Baujahr:	2018
Drehzahl max:	2790 1/min

Angaben zum Fortluftventilator

Anzahl:	1
Bauart:	radial rückwärts gekrümmt
Hersteller:	ebm papst
Typ:	R3G220-RG19-07
Spannung:	200-240 V
Frequenz:	50/60 Hz
Leistungsaufnahme:	115 W
Stromaufnahme max:	0,97 A
Baujahr:	2018

⁴ Anmerkung:

Die im Prüfbericht angegebenen Filterklassen beziehen sich auf Herstellerangaben.
Prüfungen zur Bestimmung der Filterklasse wurden im Rahmen der Prüfungen nicht durchgeführt.

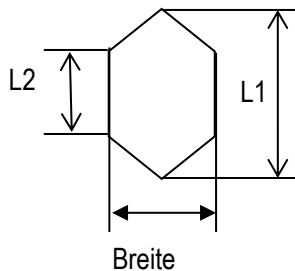


Industrie Service

Anhang B3: Daten des geprüften Lüftungsgerätes

Angaben zum Wärmeübertrager

Anzahl:	1
Bauart:	kreuzgegenstrom
Material:	Kunststoff
Hersteller:	CORE
Typ:	ERV366-H378-S-002071
Serien Nr.:	8193520-0012
Feuchterückgewinnung:	Ja
Abmaße (incl. Gehäuse)	Breite: 365 mm Länge 1: 190 mm Länge 2: 370 mm Tiefe: 375 mm



Angaben zu den Luftanschlüssen

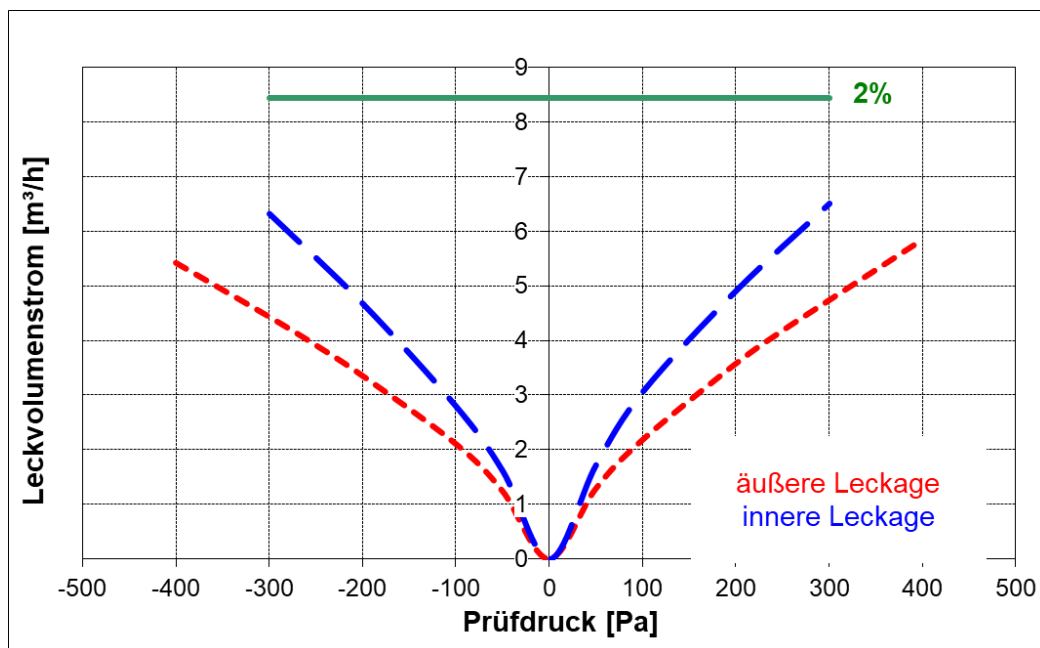
Abluft:	DN 160
Fortluft:	DN 160
Außenluft:	DN 160
Zuluft:	DN 160

Anhang C: Ergebnisse der Undichtheitsprüfung

Der Einsatzbereich des Lüftungsgerätes erstreckte sich von 71 m³/h bis 292 m³/h.
 Dadurch ergab sich ein mittlerer Volumenstrom von 182 m³/h.

Der Leckluftstrom und die Leckage, bezogen auf den mittleren Volumenstrom des Einsatzbereiches betrugen:

Messung	P _{stat} ρ = 1,2 kg/m³	Äußere Undichtheit		Innere Undichtheit	
		Leckluftstrom	Leckage	Leckluftstrom	Leckage
Nr.	[Pa]	[m³/h]	%	[m³/h]	%
1	-300,0	4,4	2,4	6,3	3,5
2	-200,0	3,4	1,8	4,7	2,6
3	-100,0	2,1	1,2	2,8	1,5
4	-50,0	1,2	0,7	1,6	0,9
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	50,0	1,3	0,7	1,7	1,0
7	100,0	2,2	1,2	3,1	1,7
8	200,0	3,6	2,0	4,9	2,7
9	300,0	4,7	2,6	6,5	3,6



Anhang D: Ergebnisse der lufttechnischen Prüfung

- Maximaler Volumenstrom bei 169 Pa
 mit den Einstellungen: 95 % am Zuluftventilator und 91 % am Fortluftventilator

	p stat. (Zu-Au) $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$	Volumenstrom Zu	p stat. (Ab-Fo) $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$	Volumenstrom Ab	P _{el}	P _{el} $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$	spez. el. Leistungsauf- nahme	spez. el. Leistungsauf- nahme $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$
	[Pa]	[m³/h]	[Pa]	[m³/h]	[W]	[W]	[W/(m³/h)]	[W/(m³/h)] ⁵
1	174,4	375,5	174,2	372,8	184,8	199,1	0,49	0,53
2⁶	169,0	379,4	169,0	375,4	185,3	199,6	0,49	0,53
3	168,7	379,5	164,1	377,8	185,3	199,6	0,49	0,53

- Obere Grenze des Einsatzbereiches bei 100 Pa
 mit den Einstellungen: 70 % am Zuluftventilator und 68 % am Fortluftventilator

	p stat. (Zu-Au) $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$	Volumenstrom Zu	p stat. (Ab-Fo) $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$	Volumenstrom Ab	P _{el}	P _{el} $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$	spez. el. Leistungsauf- nahme	spez. el. Leistungsauf- nahme $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$
	[Pa]	[m³/h]	[Pa]	[m³/h]	[W]	[W]	[W/(m³/h)]	[W/(m³/h)]
1	102,8	292,2	100,7	289,5	94,3	101,5	0,32	0,35
2	100,0	293,8	100,0	290,1	94,4	101,6	0,32	0,35
3	99,1	294,2	97,5	292,0	94,4	101,6	0,32	0,35

- Untere Grenze des Einsatzbereiches bei 100 Pa
 mit den Einstellungen: 38 % am Zuluftventilator und 37 % am Fortluftventilator

	p stat. (Zu-Au) $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$	Volumenstrom Zu	p stat. (Ab-Fo) $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$	Volumenstrom Ab	P _{el}	P _{el} $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$	spez. el. Leistungsauf- nahme	spez. el. Leistungsauf- nahme $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$
	[Pa]	[m³/h]	[Pa]	[m³/h]	[W]	[W]	[W/(m³/h)]	[W/(m³/h)]
1	100,7	70,5	104,0	68,7	19,3	20,9	0,27	0,30
2	100,0	71,4	100,0	74,2	19,3	21,0	0,27	0,29
3	98,7	73,2	99,2	75,3	19,5	21,2	0,27	0,29

- Minimaler Volumenstrom bei 49 Pa
 mit den Einstellungen: 27 % am Zuluftventilator und 25 % am Fortluftventilator

	p stat. (Zu-Au) $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$	Volumenstrom Zu	p stat. (Ab-Fo) $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$	Volumenstrom Ab	P _{el}	P _{el} $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$	spez. el. Leistungsauf- nahme	spez. el. Leistungsauf- nahme $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$
	[Pa]	[m³/h]	[Pa]	[m³/h]	[W]	[W]	[W/(m³/h)]	[W/(m³/h)]
1	51,6	51,4	51,9	47,7	11,6	12,3	0,23	0,24
2	49,0	53,2	49,0	49,9	11,6	12,4	0,22	0,23
3	47,2	54,5	47,7	50,9	11,7	12,4	0,21	0,23

⁵ Zur Ermittlung der volumenstromspezifischen Leistungsaufnahme wurde der Zuluftvolumenstrom verwendet (gültig für alle Tabellen auf dieser Seite).

⁶ Interpolierter Wert (gilt für alle grau hinterlegten Werte auf dieser Seite)

Anhang E: Meß- und Rechenwerte der thermodynamischen Prüfung

PHI Prüfverfahren							
Mess- bzw. Rechengröße	Einheit	trocken	feucht	trocken	feucht	trocken	feucht
		89 m³/h	88 m³/h	143 m³/h	142 m³/h	233 m³/h	234 m³/h
Messwerte							
Temperatur Außenluft (Au)	°C	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	4,0
Temperatur Zuluft (Zu)	°C	19,1	19,3	18,3	18,3	17,4	17,4
rel. Feuchte Außenluft	%	85	78	85	82	84	83
rel. Feuchte Zuluft	%	32	50	32	51	34	52
Außenluftvolumenstrom	m³/h	84	85	137	137	223	223
Zuluftvolumenstrom	m³/h	89	88	143	142	233	234
Temperatur Abluft (Ab)	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,1	21,0
Temperatur Fortluft (Fo)	°C	7,8	8,1	8,3	8,5	9,3	9,3
rel. Feuchte Abluft	%	28	50	26	50	26	50
rel. Feuchte Fortluft	%	66	75	62	79	58	80
Abluftvolumenstrom	m³/h	90	91	144	145	237	239
Fortluftvolumenstrom	m³/h	86	87	139	139	228	229
Umgebungsdruck	Pa	94.002	93.564	92.991	93.389	93.168	93.310
externer Druck (Au-Zu) $\rho=1.2 \text{ kg/m}^3$	Pa	99	99	101	101	102	103
externer Druck (Ab-Fo) $\rho=1.2 \text{ kg/m}^3$	Pa	100	99	104	103	97	97
elektr. Wirkleistung gesamt	W	22,4	22,4	33,7	33,4	63,8	63,8
Rechenwerte							
Sättigungsdruck des WD (Au)	Pa	807	812	813	820	818	816
Sättigungsdruck des WD (Zu)	Pa	2.211	2.241	2.100	2.108	1.992	1.989
Sättigungsdruck des WD (Ab)	Pa	2.496	2.486	2.497	2.485	2.503	2.493
Sättigungsdruck des WD (Fo)	Pa	1.062	1.081	1.099	1.110	1.172	1.170
Wassergehalt Außenluft	g/kg	4,57	4,24	4,64	4,48	4,64	4,56
Wassergehalt Zuluft	g/kg	4,67	7,56	4,49	7,28	4,54	6,94
Wassergehalt Abluft	g/kg	4,65	8,44	4,36	8,43	4,40	8,47
Wassergehalt Fortluft	g/kg	4,64	5,42	4,61	5,87	4,61	6,29
Dichte Außenluft	kg/m³	1,18	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
Dichte Zuluft	kg/m³	1,12	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Dichte Abluft	kg/m³	1,11	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Dichte Fortluft	kg/m³	1,16	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Massenstrom Außenluft	kg/h	99	99	159	160	260	261
Massenstrom Zuluft	kg/h	99	97	158	157	260	260
Massenstrom Abluft	kg/h	100	100	158	160	261	263
Massenstrom Fortluft	kg/h	100	100	159	160	261	263
Massenstrom Disbalance (=m _{AU} -m _{FO})	kg/h	-0,1	-0,5	-0,1	0,0	-0,8	-2,0
Spülluftmassenstrom (=m _{AU} -m _{ZU})	kg/h	0,3	2,3	0,8	2,4	0,9	0,8
Enthalpiestrom ¹ Au	kW	0,424	0,404	0,691	0,682	1,138	1,123
Enthalpiestrom ¹ Zu	kW	0,855	1,040	1,306	1,611	2,091	2,532
Enthalpiestrom ¹ Ab	kW	0,911	1,180	1,414	1,885	2,344	3,113
Enthalpiestrom ¹ Fo	kW	0,540	0,604	0,883	1,034	1,519	1,837
Enthalpie-Differenz Zu-Au	kW	0,430	0,636	0,616	0,929	0,953	1,409
Enthalpie-Differenz Ab-Fo	kW	0,371	0,575	0,531	0,851	0,825	1,276
Fortlufttemperatur korrigiert	°C	7,8	8,0	8,3	8,5	9,3	9,2
Ergebniswerte							
effektiver Wärmebereitstellungsgrad (unkorr.)	%	82	81	79	78	75	74
effektiver Wärmebereitstellungsgrad (korr.)	%	82	-	79	0	75	0
Feuchteverhältnis	%	-	72	-	65	-	56
effektiver Wärmebereitstellungsgrad inclusive Feuchteübertragung	%	-	86	-	84	-	79
volumenbez. elektr. Ventilatorleist. (Vzu)	W/(m³/h)	0,25	0,26	0,24	0,24	0,27	0,27

¹⁾ Es gelten folgende Konstanten:

c _{p,L} [kJ/(kgK)]	c _{p,D} [kJ/(kgK)]	r ₀ [kJ/kg]
1,004	1,86	2500



Industrie Service

Anhang F: Beschreibung der Frostschutzstrategie

Frostschutz mit elektrischer Vorheizung in der Außenluft

Die Vorheizung wird nur aktiviert, wenn keine Störung des Zuluftventilators vorliegt (Störung E1). Die Frostschutzstrategie basiert auf einer Summenbildung des Wertes der Temperatur nach dem Vorheizregister T1.

Es wird jede Sekunde die Temperatur T1 aufsummiert, unabhängig davon, ob die Vorheizung aktiv ist oder nicht.

Liegt T1 unter -5°C , wird deren Wert mit dem Faktor $\frac{1}{4}$ multipliziert.

Gilt $T1 \geq 1^{\circ}\text{C}$, wird mit dem Faktor $\frac{3}{4}$ multipliziert.

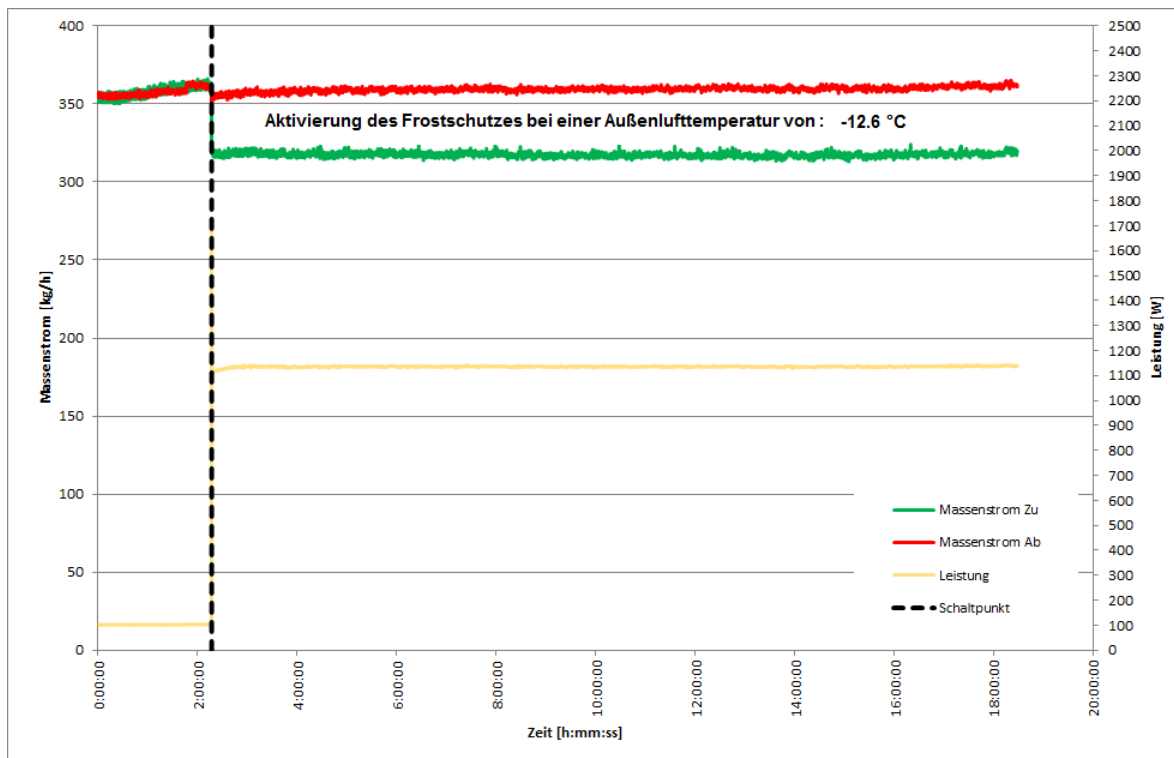
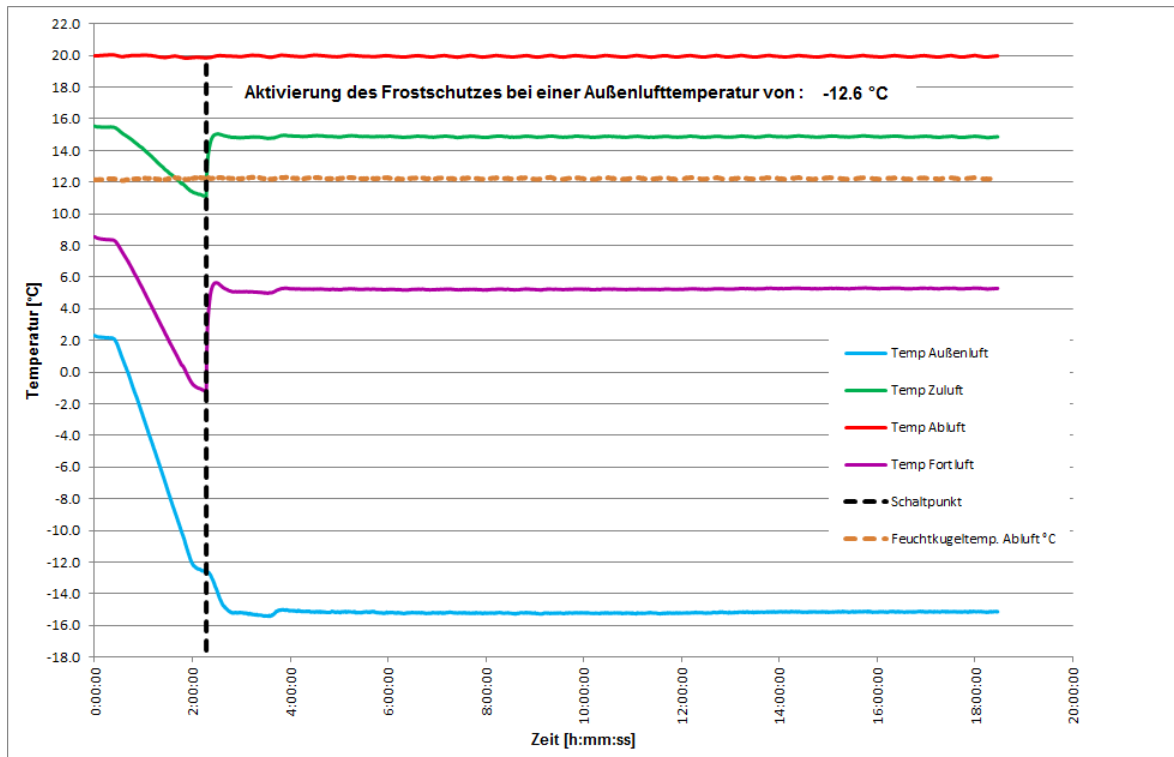
Im Bereich von -5°C bis $< 1^{\circ}\text{C}$ wird nicht aufsummiert.

Erreicht die Summe einen Wert von -4000 bleibt die Vorheizung solange aktiv, bis die Summe einen Wert von 0 erreicht.

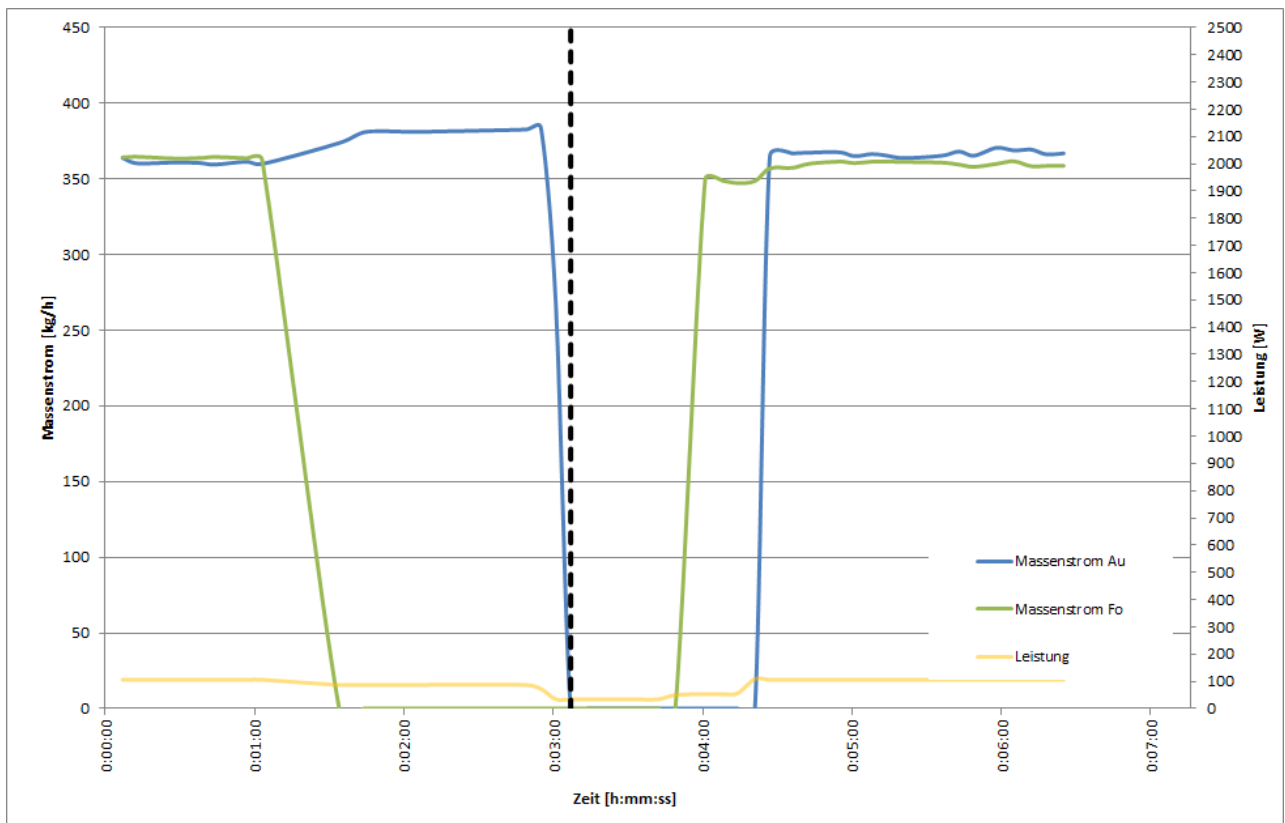
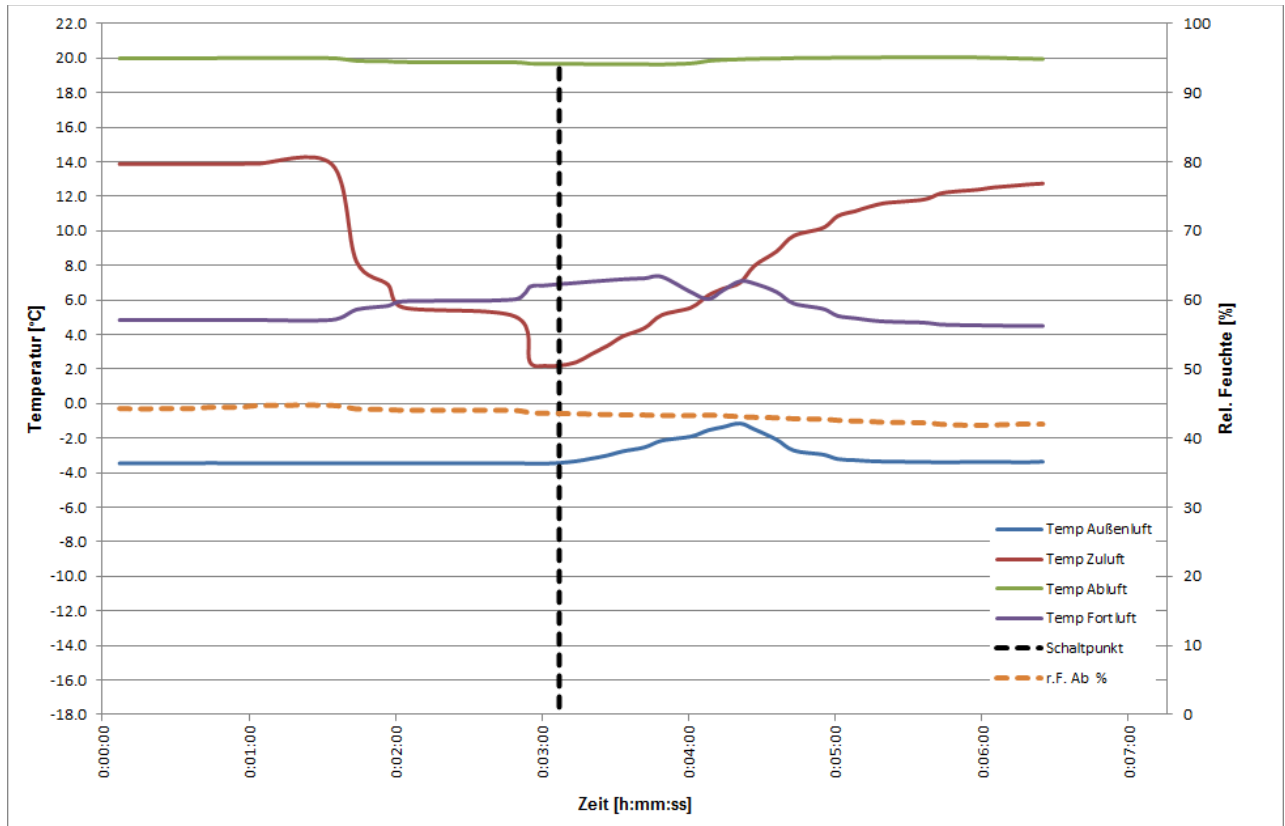
Bei Aktivierung der Vorheizung öffnet sich eine Klappe, welche die Luft durch das elektrische Heizregister leitet. Bei Deaktivierung schließt die Klappe nach 30s.

Anhang G: Vereisungsversuch

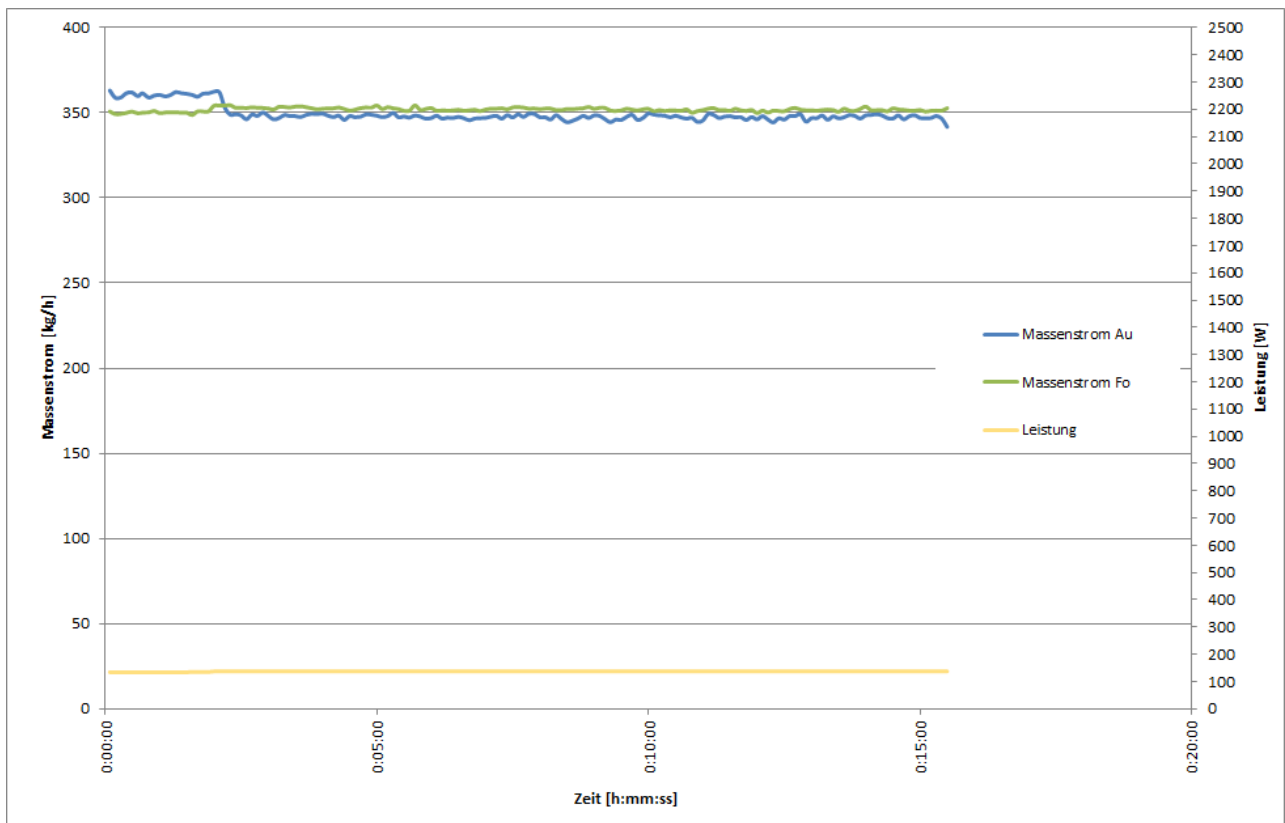
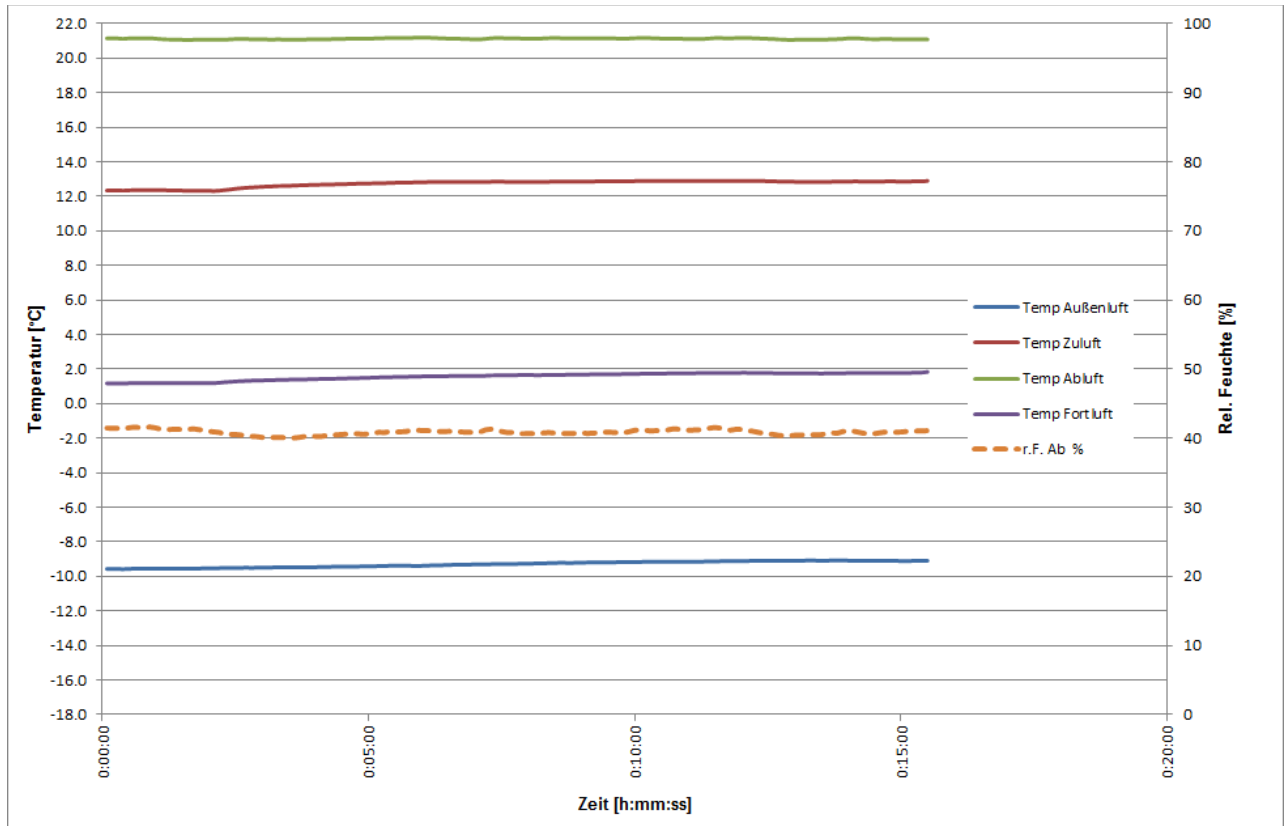
Diagramm Vereisungsversuch mit elektrischer Vorheizung



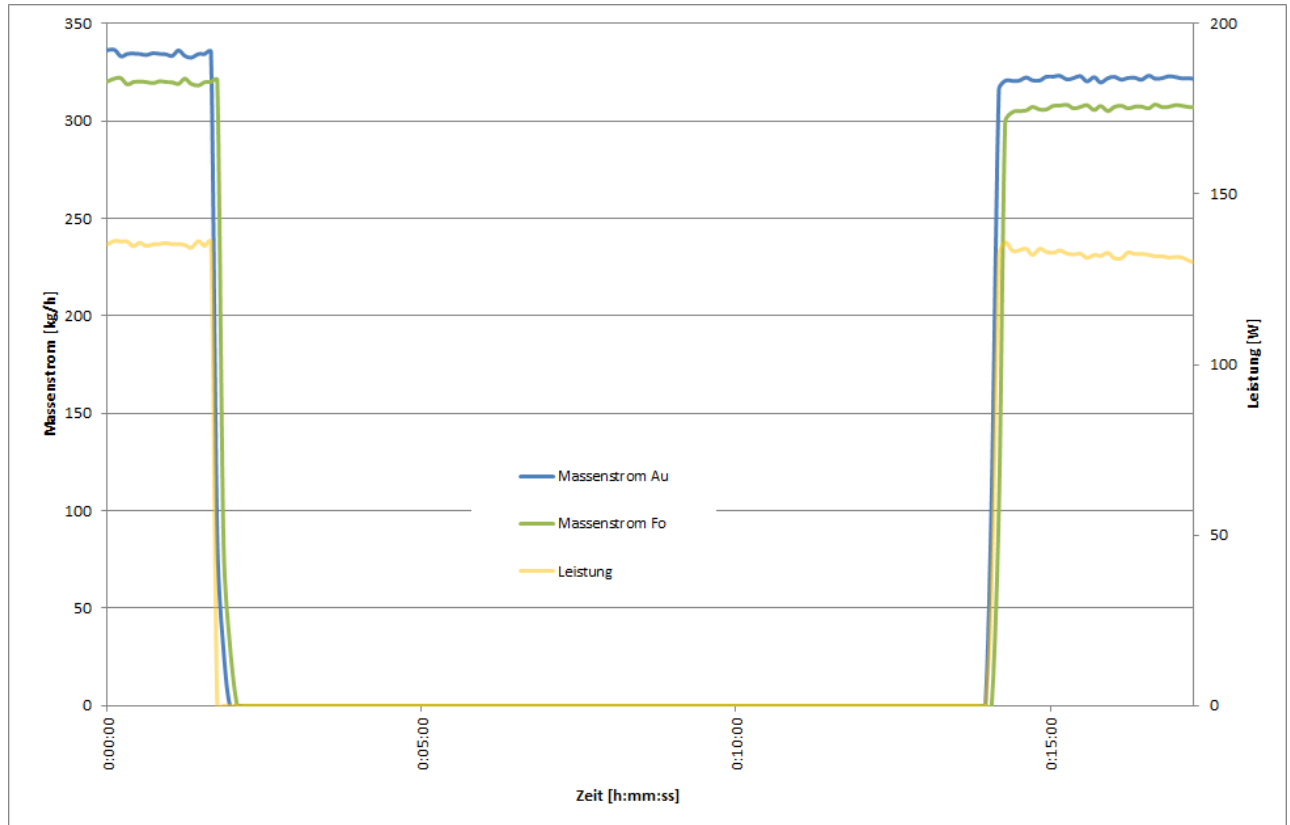
Anhang H: Vereisungsschutz hydraulisches Heizregister



Anhang I: Behaglichkeitskriterium



Anhang J: Wiederanfahren nach Stromausfall



Anhang K1: Ergebnisse der schalltechnischen Prüfung

Umgebungsbedingungen:

Rel. Feuchte: 26,0 %
 Luftdruck: 97,4 kPa
 Lufttemperatur: 23,3 °C
 Versorgungsspannung: 230V / 50 Hz

		Schallleistungspegel [dB]										
		Außenluft		Abluft		Fortluft		Zuluft		Gehäuse		
Bandmittenfrequenz [Hz]	100	51,8	53,3	56,5	57,3	63,2	64,5	63,7	65,8	49,5	52,7	
	125	46,2		45,1		57,9		61,1		47,1		
	160	42,8		47,1		51,2		51,4		46,7		
	200	49,1	51,9	51,7	55,7	52,5	63,2	54,3	67,0	49,2	58,5	
	250	47,3		53,3		62,4		66,5		57,5		
	315	42,6		40,8		52,3		54,7		47,5		
	400	41,9	46,2	33,5	44,6	50,4	53,9	53,2	56,5	45,9	50,8	
	500	41,1		41,7		49,4		52,0		47,1		
	630	41,3		40,7		46,7		49,3		44,9		
	800	34,9	39,4	37,3	41,4	45,6	51,7	49,1	54,4	40,2	43,1	
	1000	36,7		38,2		47,9		50,3		37,8		
	1250	29,7		32,3		46,9		49,5		36,2		
	1600	32,6	35,6	35,8	38,2	46,4	51,2	48,1	52,1	35,6	37,5	
	2000	31,0		32,9		47,6		48,0		30,9		
	2500	27,6		29,8		45,0		45,3		28,5		
	3150	22,8	25,4	26,2	28,1	40,4	42,7	41,4	43,6	23,8	25,5	
	4000	19,3		21,3		35,9		36,9		18,2		
	5000	18,4		19,7		35,9		36,3		17,0		
	6300	15,0	17,0	16,4	18,5	34,1	36,8	34,8	37,4	5,8	10,8	
	8000	11,3		13,3		32,4		32,8		-1,5		
	10000	6,4		7,9		26,9		27,3		8,8		
	L _W		56,2		59,8		67,4		69,9		60,2	
	L _{WA}		47,4		49,6		59,0		61,7		52,7	
Messwerte am Lüftungsgerät												
p stat. ρ = 1,2 kg/m³ [Pa]												
(AU/ZU)		99		98		99		99		98		
(AB/FO)		100		102		100		102		102		
Leistungsaufnahme [W]		96,5		96,9		97,0		96,5		96,5		
Einstellwerte am Lüftungsgerät												
Zuluft [%]		70		70		70		70		70		
Fortluft [%]		68		68		68		68		68		

Mit

L_W Schallleistungspegel
 L_{WA} A-bewerteter Schallleistungspegel

Anhang K2: Ergebnisse der schalltechnischen Prüfung

Überprüfung hinsichtlich tieffrequenter Geräuschemissionen nach DIN 45680

Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen nach DIN 45680

Beurteilungszeit: Nachtstunden

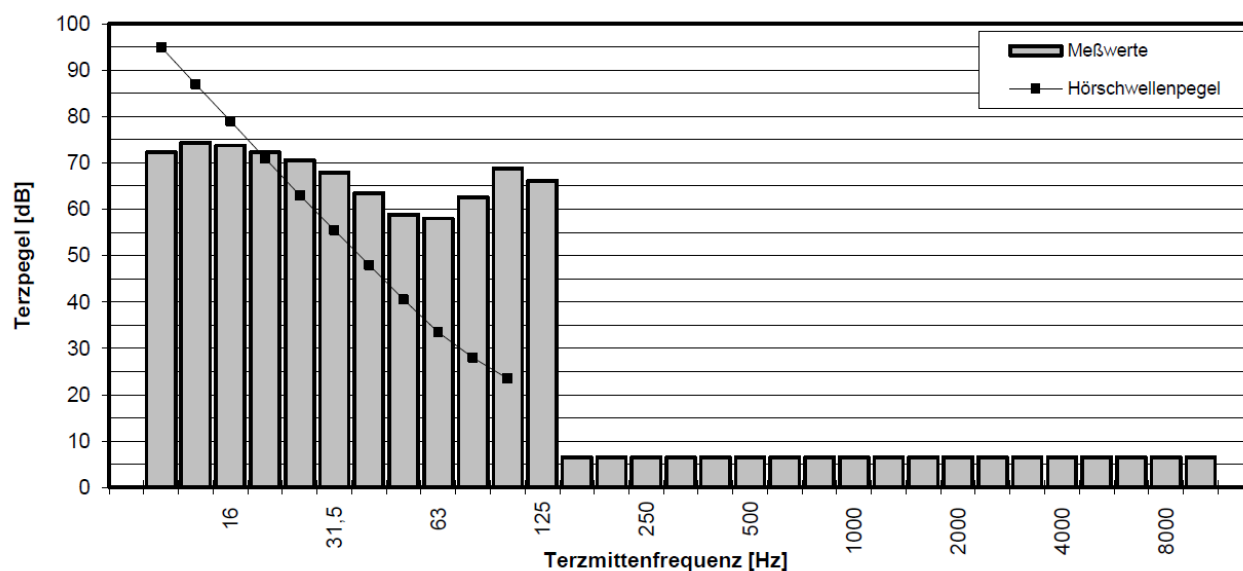
Bemerkungen: Schalldruckpegel 0,5 m über dem freiansaugenden und freiausblasenden Gerät

Terzmittenfrequenz [Hz]		10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	Σ
L_{Aeq}	[dB]												56,7
L_{Ceq}	[dB]												60,4
$L_{Ceq} - L_{Aeq}$	[dB]												3,7

Das Geräusch ist nicht tieffrequent im Sinne der DIN 45680!

Das Geräusch enthält keine deutlich hervortretenden Einzeltöne!

Terzmittenfrequenz [Hz]		10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	Σ
$L_{Terz,eq}$	[dB]	72,3	74,4	73,8	72,3	70,6	68,0	63,5	58,9	58,0	62,6	68,8	
T_e	[min]	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	
T_r	[min]	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	
$L_{Terz,r}$	[dB]	72,3	74,4	73,8	72,3	70,6	68,0	63,5	58,9	58,0	62,6	68,8	
L_{HS}		95,0	87,0	79,0	71,0	63,0	55,5	48,0	40,5	33,5	28,0	23,5	
$\Delta L_1 = L_{Terz,r} - L_{HS}$	[dB]	-22,7	-12,6	-5,2	1,3	7,6	12,5	15,5	18,4	24,5	34,6	45,3	
Anhaltswerte	[dB]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	10,0	25,0
L_r	[dB]				21,8	25,9	28,5	28,9	28,6	31,8	40,1	49,6	50,3



Mit

L_{Aeq}	gemittelter A-bewerteter Schalldruckpegel im Terzband
L_{Ceq}	gemittelter C-bewerteter Schalldruckpegel im Terzband
$L_{Terz,eq}$	gemittelter zeitkorrigierter Schalldruckpegel im Terzband
T_e	Einwirkzeit
T_r	Beurteilungszeit
$L_{Terz,r}$	zeitkorrigierter unbewerteter Schalldruckpegel im Terzband
L_{HS}	Hörschwellenpegel