

## **Anforderungen und Prüfverfahren zur energetischen und schalltechnischen Beurteilung von Passivhaus-Lüftungsgeräten < 600 m<sup>3</sup>/h für die Zertifizierung als „Passivhaus geeignete Komponente“**

Für die Beurteilung, ob ein Lüftungsgerät als „Passivhaus geeignete Komponente“ vom Passivhaus Institut zertifiziert werden kann, sind mindestens die nachstehend aufgeführten Messungen bei einer unabhängigen vom PHI anerkannten Prüfstelle in Auftrag zu geben. Alle Messdaten und Dokumentationen des Prüfinstituts müssen vollständig dem PHI zur Verfügung gestellt werden.

Der Hersteller ist verpflichtet, ein Gerät aus der Serie zur Prüfung bei der unabhängigen Prüfstelle anzuliefern. Speziell präparierte Geräte werden für die Prüfung nicht akzeptiert und müssen auf Kosten des Herstellers zurückgenommen werden. Die Prüfstelle gewährleistet einen Ablauf der Prüfung gemäß dieses Prüfreglements.

### **1. Versuchsaufbau**

Der Siphon des Kondensatablaufs ist mit Wasser zu füllen und das Gerät entsprechend den Herstellerangaben aufzustellen und in Betrieb zu nehmen

#### **Feinfilter**

Vor Beginn der Prüfung sind Art und Typ der eingebauten Filter zu prüfen. Außenluftseitig ist ein Filter der Klasse F7, Abluftseitig der Klasse G4 einzusetzen.

Bietet das Gerät keine Möglichkeit ein F7 Filter einzusetzen, ist eine vom Hersteller zu benennende und zu liefernde externe Filterbox mit F7 Filter in den Versuchsaufbau zu integrieren. Ein geräteintegriertes Außenluftfilter geringerer Güte kann dann entfernt werden.

Eine externe Filtereinrichtung wird direkt am Außenluftstutzen des Gerätes montiert und für alle Untersuchungen als Teil des Gerätes behandelt: Der Druckabfall der externen Filtereinrichtung, ihre Leckagen und Wärmeströme durch das Filtergehäuse gehen voll in die Werte des Gerätes ein: Luftkondition und Volumenstrom<sub>z</sub> werden vor Eintritt in die externe Zusatzeinrichtung gemessen.

#### **Vereisungsschutz Wärmeübertrager**

Es ist zu prüfen, ob eine Frostschutzeinrichtung für den Wärmeübertrager (Vorheizregister) integriert ist. Ist dies nicht der Fall, ist eine vom Hersteller zu benennende und zu liefernde externe Frostschutzeinrichtung mit der zugehörigen Steuerung in den Versuchsaufbau zu integrieren. Eine externe Frostschutzeinrichtung wird direkt am Außenluftstutzen des Gerätes montiert, ggfs. frontständig in Bezug zu einer erforderlichen externen Filterbox. Sie gilt für alle

Untersuchungen als Teil des Gerätes: Der Druckabfall der externen Frostschutzeinrichtung, ihre Leckagen und Wärmeströme durch das Gehäuse gehen voll in die Werte des Gerätes ein. Luftkondition und Volumenstrom werden vor Eintritt in die externe Zusatzeinrichtung gemessen.

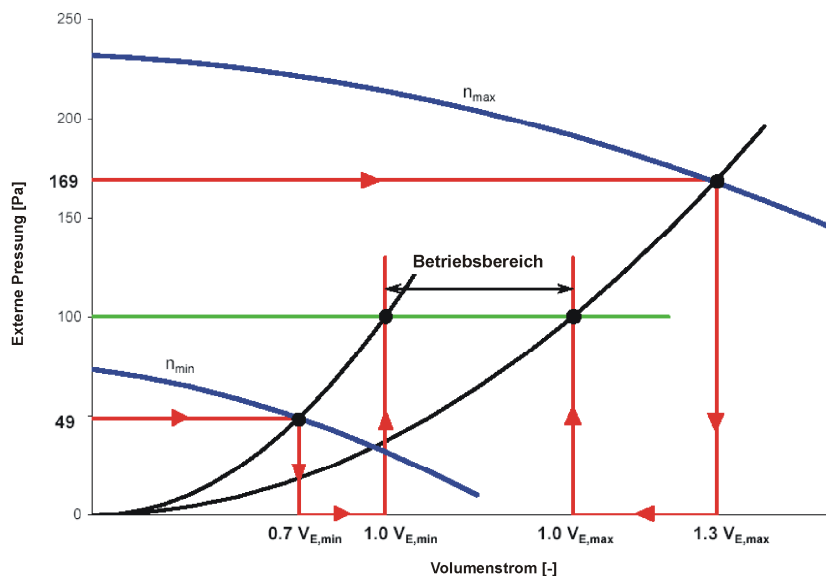
## Notabschaltung Frostschutz

Ebenso ist zu prüfen, ob das Gerät über eine integrierte Notabschaltung bei gefährlich niedriger Zulufttemperatur (Vereisungsschutz Luftheizregister) verfügt. Ist dies nicht der Fall, ist eine geeignete externe Vorrichtung vom Hersteller zu liefern. Sie wird mit der gelieferten Werkseinstellung Bestandteil des Versuchsaufbaus.

Ist die Notabschaltung nur über eine externe Einrichtung möglich, ist in der Montageanleitung ausdrücklich und unübersehbar darauf hinzuweisen, dass diese für Passivhäuser mit hydraulischem Zuluftheizregister zwingend zu verwenden ist.

## 2. Einsatzbereich und Volumenströme für die Prüfung

Die Grenzen des Einsatzbereichs, bestimmen sich mit dem Versuchsaufbau nach 1. wie folgt:



- Das Gerät wird auf maximaler Stufe mit einer externen Pressung von  $100 \text{ Pa} \times 1,3^2 = 169 \text{ Pa}$  betrieben. Der dabei gemessene Volumenstrom dividiert durch 1,3 stellt die obere Grenze des Einsatzbereiches dar.
- Das Gerät wird mit einer externen Pressung von  $100 \text{ Pa} \times 0,7^2 = 49 \text{ Pa}$  in der kleinsten Ventilatorstufe betrieben. Der dabei gemessene Volumenstrom dividiert durch 0,7 stellt die untere Grenze des Einsatzbereiches dar.
- Der Volumenstrom für die Prüfung bestimmt sich als Mittelwert aus oberer und unterer Grenze des Betriebsbereiches.
- Ist das Verhältnis zwischen oberer und unterer Grenze größer als 1,6:1, sind mehrere Messreihen erforderlich. Der gesamte Einsatzbereich wird in gleichgroße Teilbereiche aufgeteilt, die im Verhältnis  $\leq 1,6:1$  bleiben müssen. Innerhalb dieser Teilbereiche wird jeweils beim mittleren Volumenstromwert gemessen.

Nennvolumenstrom ist in allen Fällen der Zuluftvolumenstrom. Der für die Messungen aufzuprägende Differenzdruck (externe Pressung) ist in allen Fällen gleichmäßig (d.h. zu jeweils etwa 50 %) auf Saug- und Druckseite zu verteilen.

### 3. Dichtheitsprüfung

Der Versuchsaufbau folgt der Nordtest-Methode [NT VVS 022 HEATRECOVERY Units, internal Leakage; NT VVS 023 HEATRECOVERY Units, external Leakage].

Untersucht werden interne und externe Dichtheit des Prüflings.

Die Dichtheitsprüfung ist vor Beginn der thermodynamischen Prüfung sowohl für Unter- als auch Überdruck durchzuführen.

Die Messungen erfolgen jeweils bei mindestens vier Prüfdrücken im Bereich zwischen 50 Pa und 300 Pa.

- a) Externe Leckage: Bestimmt wird der Luftvolumenstrom, der zur Aufrechterhaltung einer stationären Druckdifferenz zwischen Geräteinnerem und der Umgebung erforderlich ist.
- b) Interne Leckage: Bestimmt wird der Luftvolumenstrom zwischen Abluft-/Fortluftseite und Außenluft-/Zuluftseite indem die Abluft-/Fortluftseite verschlossen und unter Über-/Unterdruck gesetzt wird. Zwischen der Umgebungsluft und der Außenluft-/Zuluftseite wird durch Stützventilatoren ein Differenzdruck von 0 Pa ausgeregelt. Der interne Leckagevolumenstrom wird unter dieser Voraussetzung durch den zu- bzw. abgeführten Volumenstrom repräsentiert, der zur Ausregelung des Differenzdruckes von 0 Pa nötig ist.

Die Leckage wird jeweils für Überdruck und Unterdruck durch Verwendung der aus den Messwerten bestimmten Regressionsgerade auf 100 Pa normiert angegeben. Als Ergebnis der Dichtheitsprüfung wird der jeweilige Mittelwert aus Überdruckmessung und Unterdruckmessung ermittelt. Alle Messwerte sind im Prüfbericht zu dokumentieren.

Die ermittelten Leckagen dürfen nicht größer als 3 % des mittleren Volumenstromes des nach Abschnitt 2 bestimmten Einsatzbereiches des Wohnungslüftungsgerätes sein. Nennvolumenstrom ist der Zuluftvolumenstrom.

### 4. Thermodynamische Prüfung

Der für die Messungen aufzuprägende Differenzdruck (externe Pressung) beträgt generell 100 Pa. Der aufgeprägte externe Druckabfall soll gleichmäßig (d.h. zu jeweils etwa 50 %) auf Saug- und Druckseite verteilt werden.

- a) Die Massenströme der Außen- und Fortluft werden durch Einstellung am Gerät (falls es sich nicht um automatisch geregelte Ventilatoren handelt) im Rahmen der Messgenauigkeit abgeglichen.
- b) Es werden alle Volumenströme (AU/FO + ZU/AB) gemessen und aufgezeichnet.
- c) Lufttemperatur und –feuchte wird für alle Volumenströme (AU/FO + ZU/AB) gemessen und aufgezeichnet.
- d) Die Außenlufttemperatur ist möglichst tief zu wählen, jedoch so hoch, dass bei der vorliegenden Luftfeuchte von Außen- und Abluft mit Sicherheit keine Kondensation im Wärmetauscher auftreten kann.
- e) Während der Messungen ist die gesamte elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes (inklusive Steuerung, auch evtl. erforderlicher externer Systeme etc.) zu bestimmen und aufzuzeichnen.

Der Luftvolumenstrom/die Luftvolumenströme für die Messung(en) wird nach den Vorschriften in 2. bestimmt. Nennvolumenstrom ist der Zuluftvolumenstrom.

Es ist für alle Messreihen sicherzustellen und durch die aufgezeichneten Messdaten zu belegen, dass der gesamte Versuchsaufbau einen stationären Zustand erreicht hat.

## Geräte mit manueller Massenstrombalance

Der effektive trockene Wärmebereitstellungsgrad muss mit balancierten Massenströmen der Außen- und Fortluft bei Außenlufttemperaturen zwischen – 15 und + 10 °C und trockener Abluft (ca. 20 °C) höher als 75 % sein.

$$\eta_{WRG,t,eff} = \frac{(\vartheta_{AB} - \vartheta_{FO}) + \frac{P_{el}}{\dot{m} \cdot c_p}}{(\vartheta_{AB} - \vartheta_{AU})} \quad [1]$$

Aus der Dokumentation des Gerätes muss klar erkennbar sein, wie der Abgleich der Ventilatoren zur Herstellung der außen-/fortluftseitigen Massenstrombalance und die Anpassung an den Druckverlust eines gegebenen Kanalnetzes erfolgen kann.

## Geräte mit volumenstromkonstanten Ventilatoren

Bei Geräten mit volumenstromkonstanten Ventilatoren wird der Balanceabgleich auf der Außenluft-/Fortluftseite automatisch erreicht, allerdings treten einige Prozent Abweichung auf. Zulässig ist eine Disbalance von maximal 10 %. Besteht die Möglichkeit einer manuellen Nachjustierung der Balance, so ist diese ebenfalls vor Beginn der Messung durchzuführen.

Mit der verbleibenden Disbalance wird wie folgt verfahren: Im Falle von Außenluftüberschuss wird die Fortlufttemperatur rechnerisch durch „Beimischung“ bei Ablufttemperatur wie folgt korrigiert:

$$\vartheta_{FO,korr} = \frac{(\dot{m}_{Dis} \cdot \vartheta_{AB} + \dot{m}_{FO} \cdot \vartheta_{FO})}{\dot{m}_{AU}} \quad [2] \quad \text{mit} \quad \dot{m}_{Dis} = \dot{m}_{AU} - \dot{m}_{FO} \quad [3]$$

es gilt

$$\eta_{WRG,t,eff} = \frac{(\vartheta_{AB} - \vartheta_{FO,korr}) + \frac{P_{el}}{\dot{m} \cdot c_p}}{(\vartheta_{AB} - \vartheta_{AU})} \quad [4]$$

Aus der Dokumentation des Gerätes muss klar erkennbar sein, wie ggfs. die Nachjustierung der Ventilatoren zur Optimierung der außen-/fortluftseitigen Massenstrombalance und die Anpassung an den Druckverlust eines gegebenen Kanalnetzes erfolgen kann.

## **5. Elektroeffizienz**

Die gesamte elektrische Leistungsaufnahme des Lüftungsgeräts (beide Ventilatoren, inklusive Steuerung, auch evtl. erforderlicher externer Systeme) darf beim Volumenstrom der oberen Grenze des Einsatzbereiches 0,45 W pro (m<sup>3</sup>/h) gefördertem Zuluftvolumenstrom nicht überschreiten. Der Vereisungsschutz für den Wärmeübertrager bleibt deaktiviert. Die Prüfung wird bei 100 Pa externer Pressung (siehe Abschnitt 2.) durchgeführt.

## **6. Schalltechnische Prüfung**

### **Emissionsspektren**

Die Messung der vom Gerät abgestrahlten Schalleistung erfolgt gem. DIN EN ISO 3743-1 (Geräteaufstellung im Prüfraum gemäß Herstellerangaben). Zusätzlich wird die Schalleistung in den Außen-/Fort-/Zu- und Abluftkanälen gem. DIN EN ISO 5136 (Okt. 2003) gemessen. Die Messergebnisse werden in Terzbändern (31,5 Hz – 8000 Hz) angegeben. Alle Prüfungen werden bei 100 Pa externer Pressung und dem oberen Volumenstrom des Einsatzbereiches (siehe Abschnitt 2.) durchgeführt.

### **Geräteschallemission**

Uneingeschränkt Passivhaus geeignete Geräte weisen bei äquivalenten Raumabsorptionsflächen von 4 m<sup>2</sup> einen Schalldruckpegel im Aufstellraum von ≤ 35 dB(A) auf. Sie können noch ohne weitere Maßnahmen in einem Nebenraum (z.B. Küche, Bad, Abstellraum) betrieben werden. Wird dieser Wert überschritten, kann ein Zertifikat nur mit der Einschränkung auf Installation in einem separaten Technikraum o.ä. ausgestellt werden.

### **Schalldämpferempfehlung**

Vom Hersteller sind auf der Grundlage der gemessenen Emissionen Vorschläge für geeignete Schalldämpfer für Zuluft- und Abluftstrang zu machen. Da in Passivhäusern optimierte und sehr kurze Kanalsysteme eingesetzt werden, sind die Schalldämpfer zu bemessen ohne dass eine Dämpfung durch das Kanalnetz in Ansatz gebracht wird. Die Annahme der Einfügungsdämpfung eines Zuluft- bzw. Abluftventils ist zulässig.

In Wohnräumen (Zuluft) wird ein Schalldruckpegel ≤ 25 dB(A), in Funktionsräumen (Abluft) ein Schalldruckpegel ≤ 30 dB(A) gefordert.

Erfolgt keine Empfehlung durch den Hersteller werden vom PHI beispielhaft Orientierungshilfen auf der Grundlage von Standardwerten typischer Dämpfer gegeben.

## **7. Frostschutzabschaltung für hydraulisches Heizregister in der Zuluft**

Um Frostschäden an evtl. nachgeschalteten hydraulischen Heizregistern (Passivhaus-Zuluftheizung) zu vermeiden, muss das Gerät eine Notabschaltung des Zuluftventilators bei Unterschreitung einer Zulufttemperatur von ca. +5 °C aufweisen. Für den Nutzer ist eine gut wahrnehmbare entsprechende Fehlermeldung am Bedienteil auszugeben.

Die Prüfung erfolgt über Verschließen des Abluftstutzens und paralleles Absenken der Außenlufttemperatur. Der Temperaturverlauf der Luftströme, die Entwicklung der

Volumenströme und die elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes sind im Prüfbericht des Messlabors darzustellen.

## **8. Überprüfung der Frostschutzschaltung für den Wärmeübertrager**

### **Schaltschwelle der Werkseinstellung**

Der Frostschutz des Gerätes muss bei regulärem Betrieb, das heißt mit Massenstrombalance auf der Außenluft-/ Fortluftseite und unvermindertem Massenstrom, zu allen Zeiten sichergestellt sein. Hierzu ist ggfs. ein geeignetes Vorheizregister erforderlich (siehe 1.).

Dieses ist in der vom Hersteller gelieferten Werkseinstellung zu betreiben.

Im Versuch ist bei standardisierter Abluftkondition von 21 °C /50% rF messtechnisch zu bestimmen, bei welcher Außenlufttemperatur die Vorheizung aktiviert wird.

Die Schaltschwelle für den Frostschutz muss bei –3 °C oder darunter liegen. Der Temperaturverlauf der Luftströme, Luftfeuchten und die Entwicklung der Volumenströme sowie die elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes sind im Prüfbericht des Messlabors darzustellen

### **Wirksamkeit Vereisungsschutz**

In einem zwölfstündigen Dauerversuch bei einer Außenlufttemperatur von –15 °C ist bei standardisierter Abluftkondition von 21 °C /50% rF die Wirksamkeit des Vereisungsschutzes nachzuweisen. Eine Sichtprüfung des Wärmeübertragers auf Eisansatz schließt diesen Teil der Untersuchung ab. Der Versuch ist mit dem Volumenstrom der oberen Grenze des Einsatzbereiches durchzuführen. Der Temperaturverlauf der Luftströme, Luftfeuchten und die Entwicklung der Volumenströme sowie die elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes sind im Prüfbericht des Messlabors darzustellen.

### **Messung der Grenztemperatur**

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

Diese für das Gerät bei Innenaufstellung ermittelte kritische Temperatur ist zu dokumentieren. Der Versuch wird mit dem mittleren Volumenstrom des Einsatzbereiches durchgeführt. Der Temperaturverlauf der Luftströme, Luftfeuchten und die Entwicklung der Volumenströme sowie die elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes sind im Prüfbericht des Messlabors darzustellen.

Für einen minimierten Energiebedarf des Frostschutzes soll die Grenztemperatur so eingestellt werden können, dass zuverlässig gerade kein Frost im Wärmeübertrager auftritt.

Die Vorgehensweise für die manuelle Nachjustierung der Frostschutzgrenztemperatur muss in der dem Gerät beigefügten Montageanleitung klar beschrieben sein. Unbedingt muss jedoch die Werkseinstellung die Maximaltemperatur von –3 °C gewährleisten.

## **9. Behaglichkeitskriterium**

Die Einhaltung einer minimalen Zulufttemperatur von 16,5 °C bis –10 °C Außenlufttemperatur ist messtechnisch nachzuweisen. Eine Frostschutzeinrichtung für den Wärmeübertrager ist in diesem Versuch mit ihrer Werkseinstellung aktiv. Der Temperaturverlauf der Luftströme, Luftfeuchten und die Entwicklung der Volumenströme sowie die elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes sind im Prüfbericht des Messlabors darzustellen

## **10. Bestimmung des Standbyverlustes**

Die elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes (inklusive Steuerung, auch evtl. erforderlicher externer Systeme) ist für den reinen Standby-Betrieb des Gerätes zu bestimmen. Im Standby-Modus soll eine Leistung von 1 W nicht überschritten werden. Anderenfalls ist vom Hersteller eine Möglichkeit zur vollständigen Netztrennung als Standardausstattung bereitzustellen.

## **11. Wiederanfahren nach Stromausfall**

Die Regelung des Gerätes muss sicherstellen, dass das Gerät nach einem Stromausfall den regulären Betrieb ohne Nutzereingriff wieder selbsttätig aufnimmt. Der Betrieb muss in der vor dem Ausfall bestehenden Einstellung fortgesetzt werden. Der Versuch ist durch Ziehen des Netzsteckers mit anschließender Wartezeit von 10 Minuten durchzuführen.

## **12. Hygiene**

Das Zentralgerät einschließlich Wärmeübertrager muss einfach zu inspizieren und zu reinigen sein. Der Filterwechsel muss vom Betreiber (kein Fachpersonal) selbst durchgeführt werden können, eine diesbezügliche Beschreibung und Bezugsquellen für die Filter sind im Handbuch zu dokumentieren.

Die Filterstandzeit des Außenluftfilters ist auf ein Jahr zu begrenzen (Vermeidung von Endotoxinen). Der Gerätehersteller hat entweder durch Gerätebestandteile oder durch obligatorisch beigefügtes Zubehör dafür Sorge zu tragen, dass die Vermehrung von Mikroorganismen und der Eintrag von Endotoxinen dauerhaft vermieden wird.

## **13. Sonstiges**

Alle genannten Prüfvorschriften gelten für typische Fälle. Bei ungewöhnlichen Bauarten können abweichende oder zusätzliche Untersuchungen erforderlich sein. Es wird empfohlen, dies frühzeitig mit dem Passivhaus Institut abzustimmen.

Sollten einzelne Luftkonditionen durch die an einem bestimmten Labor verfügbaren Einrichtungen nicht erreicht werden können, ist in frühzeitiger Absprache mit dem PHI eine Regelung zu treffen, die der Intention der Vorgabe so nahe wie möglich kommt.

## 14. Symbole und Abkürzungen

AU	Außenluft	[-]
FO	Fortluft	[-]
ZU	Zuluft	[-]
AB	Abluft	[-]
$\vartheta_{AU}$	Temperatur Außenluft	[°C]
$\vartheta_{FO}$	Temperatur Fortluft	[°C]
$\vartheta_{FO,korr}$	Korrigierte Temperatur Fortluft	[°C]
$\vartheta_{ZU}$	Temperatur Zuluft	[°C]
$\vartheta_{AB}$	Temperatur Abluft	[°C]
$\dot{m}$	Massenstrom	[kg/h]
$\dot{m}_{Dis}$	Massenstromdifferenz/Disbalance	[kg/h]
$\dot{m}_{AU}$	Massenstrom Außenluft	[kg/h]
$\dot{m}_{FO}$	Massenstrom Fortluft	[kg/h]
$c_p$	Spezifische Wärmekapazität der Luft	[Wh/(kg K)]
$P_{el}$	Elektrische Wirkleistung	[W]
$\eta_{WRG,t,eff}$	Effektiver Wärmebereitstellungsgrad	[%]



Passivhäuser stellen aufgrund der Möglichkeit, auf ein separates Heizsystem zu verzichten, hohe Anforderungen an die Qualität der verwendeten Bauteile. Ein hocheffizientes Wärmerückgewinnungsgerät ist notwendiger Bestandteil für die Komfortlüftung im Passivhaus

Vom PHI wurden die folgenden Anforderungen für das Zertifikat „Passivhaus geeignete Komponente – Wärmerückgewinnungsgerät“ festgesetzt (Details und Erläuterungen sind im Anhang zum Zertifikat aufgenommen):

<b>Passivhaus - Behaglichkeitskriterium</b>	Minimale Zulufttemperatur von 16,5 °C
<b>Effizienz - Kriterium (Wärme)</b>	<p>Der effektive trockene Wärmebereitstellungsgrad muss mit balancierten Massenströmen bei Außentemperaturen zwischen – 15 und + 10 °C und trockener Abluft (ca. 20 °C) höher als 75 % sein.</p> $\eta_{\text{WRG,t,eff}} = \frac{(\vartheta_{\text{Ab}} - \vartheta_{\text{Fo}}) + \frac{P_{\text{el}}}{\dot{m} \cdot c_p}}{(\vartheta_{\text{Ab}} - \vartheta_{\text{Au}})}$
<b>Strom-Effizienz-Kriterium</b>	Die gesamte elektrische Leistungsaufnahme des Lüftungsgeräts darf beim Auslegungsmassenstrom 0,45 W pro (m <sup>3</sup> /h) gefördertem Zuluftvolumenstrom nicht überschreiten.
<b>Ableich und Regelbarkeit</b>	Zuluft- und Abluft-Massenstrom müssen bei Nennvolumenstrom ausbalanciert werden können, Regelbarkeit mindestens 3 Stufen (Grundlüftung (70-80%), Standardlüftung (100%), erhöhte Lüftung (130%).
<b>Schallschutz</b>	Schalldruckpegel im Aufstellraum < 35 dB(A), in Wohnräumen < 25 dB(A), in Funktionsräumen < 30 dB(A).
<b>Raumlufthygiene</b>	Außenluftfilter mindestens F7, Abluftfilter mindestens G4
<b>Frostschutz</b>	Frostschutz für Wärmeübertrager ohne Frischluftunterbrechung, Frostschutz für Nachheizregister bei Ausfall des Fortluftventilators oder des Frostschutzheizregisters