

Energiepraxis-Seminar 2016-2

Lucerne University of Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE LUZERN
Technik & Architektur


Pendellüfter

Einzelraum-Lüftungsgeräte mit Strömungsumkehr

Zentrum für Integrale Gebäudetechnik

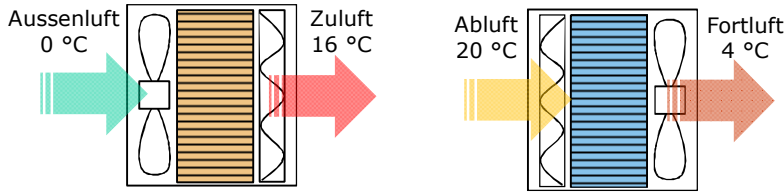
Prof. Heinrich Huber
Leiter Prüfstelle Gebäudetechnik
T direkt +41 41 349 32 71
heinrich.huber@hslu.ch
Rotkreuz, 22.11.2016

FH Zentralschweiz




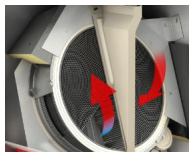
Hochschule Luzern
Technik & Architektur

**Das Prinzip:
Eine thermische Speichermasse wird zyklisch be- und entladen.**



Das Prinzip der regenerativen Wärmerückgewinnung hat sich bei grösseren Anlagen (mit getrennter Zu- und Abluft) bewährt und kann hohe Temperatur- und Feuchte-Änderungsgrad erreichen.

Beispiele von Regeneratoren:



Bildquellen: Hoval AG Polybloc AG

Folie 2, Energiepraxis-Seminar 2016-2/Pendellüfter, H. Huber

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Einzelraum-Lüftungsgeräte mit Strömungsumkehr: Typischer Einsatz und Funktion

Die Umkehr der Strömungsrichtung erfolgt durch Axialventilatoren mit umkehrbarer Drehzahlrichtung

Paarweise in einem Raum

Paarweise für Kaskaden- oder Verbundlüftung über mehrere Räume

Nicht geeignet für innenliegende Räume oder Kochstellenabluft

Folie 3, Energiepraxis-Seminar 2016-2/Pendellüfter, H. Huber

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Dimensionierung der Luftvolumenströme

bei gleicher Raumlufthausqualität wie bei einer Komfortlüftung mit 30 m³/h pro Zimmer (entspricht Standardwert SIA 2023)

Zu- und Abluftvolumenstrom

pro Gerät 30 m³/h

pro Gerät 60 m³/h

pro Gerät 60 m³/h

Paarweise in einem Raum

Paarweise für Kaskaden- oder Verbundlüftung über mehrere Räume

Folie 4, Energiepraxis-Seminar 2016-2/Pendellüfter, H. Huber

Normen

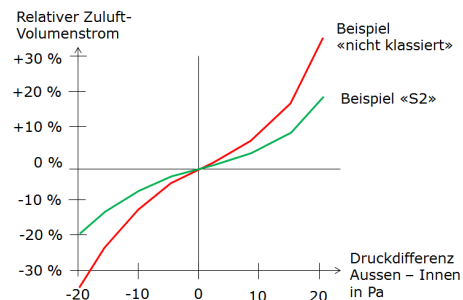
In laufenden Revisionen von europäischen Normen wird das Thema aufgenommen. Der aktuelle Stand in der prEN 13142 ist:

- Um die Wärmerückgewinnung anzurechnen, muss eine Gerätepaar als Einheit deklariert werden.
- Die **Druckschwankungsempfindlichkeit** wird bei einem Differenzdruck von +20 Pa und -20 Pa gemessen und klassiert.

Class	Maximum deviation of airflow compared to maximum airflow %	
	at + 20 Pa	at - 20 Pa
S1	≤ 10	≤ 10
S2	≤ 20	≤ 20
S3	≤ 30	≤ 30
Not classified	> 30	> 30

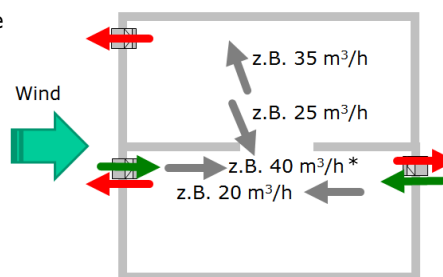
Zitat aus prEN 13142 (Stand 01.08.16)

Folie 5, Energiepraxis-Seminar 2016-2/Pendellüfter, H. Huber



Bedeutung der Druckschwankungsempfindlichkeit

- Mit zunehmender Druckschwankungsempfindlichkeit steigt der unerwünschte Einfluss von Wind und Stackeffekt. **Der Nutzen der Wärmerückgewinnung nimmt dadurch ab**, ein anerkanntes Berechnungsverfahren besteht aber noch nicht.
- Gemäss der EU-Verordnung 1254/2014 (Energieetikette Wohnungslüftungsgeräte) muss die Druckschwankungsempfindlichkeit vom Lieferanten deklariert werden.
- Es ist zu vermuten, dass diverse auf dem Markt angebotene Pendellüfter unter die Klasse «nicht klassiert» fallen.



*Beispiel bei S3 und Windgeschwindigkeit von ca. 25 km/h

Folie 6, Energiepraxis-Seminar 2016-2/Pendellüfter, H. Huber

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Dimensionierung der Überström-Durchlässe

Empfehlung: Bei einer Druckschwankungsempfindlichkeit «nicht klassiert» max. 2 Pa pro Überström-Durchlass.

pro Gerät 30 m³/h pro Gerät 60 m³/h pro Gerät 60 m³/h

Paarweise in einem Raum

Zimmer Zimmer Wohnen

$\Delta p \leq 2 \text{ Pa}$
bei 60 m³/h

Paarweise für Kaskaden- oder Verbundlüftung über mehrere Räume

Bad Abst. Küche/Essen

Bei Kaskadenlüftung und üblichen Schallschutzanforderungen ist eine Überströmung durch einen Luftspalt unter der Tür nicht mehr praktikabel. (Luftspalthöhe ca. 15 mm; auch Lichtdurchlass kann stören)

Folie 7, Energiepraxis-Seminar 2016-2/Pendellüfter, H. Huber

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Akustische Anforderungen

Anforderungswert für Luftschall externe Quellen
D_e = 27 ... ca. 40 dB je nach Lage
(Nachweis nach SIA 181)

Schalldruckpegel im Raum (verursacht durch die Geräte):
max. 25 dBA
auch bei 2 Geräten oder 60 m³/h

Die Schallangaben der Lieferanten sind nicht immer hilfreich. Bei einem «Schalldruckpegel in 1 m Abstand» von 25 dBA wird die Anforderung von 25 dBA in einem Schlafzimmer nicht erreicht (sondern ca. 30 bis 33 dBA).

Folie 8, Energiepraxis-Seminar 2016-2/Pendellüfter, H. Huber

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Filter

Anforderungen nach SIA 382/1

- Zuluftfilter **mindestens F7**
- Bei Anlagen mit einer Filterstufe sind die **Filter vor der WRG** anzuordnen.
- Mit geeigneten Massnahmen wie Vorwärmer oder genügend Länge der Luftleitung vor dem Filter ist sicherzustellen, dass die **relative Feuchte der Aussenluft vor der ersten Filterstufe in der Regel unter 80 %** bleibt.

SIA 2023 (in Revision)

- Anhang F: «Ein wechselseitiges Durchströmen ist hygienisch nicht akzeptabel.»

Hygienischer Grundsatz: Wenn Anlagenteile sowohl mit Zuluft- wie auch mit Abluft in Berührung kommen, ist die Abluft zu filtern (mind. M5).

Mögliche Umsetzung der normativen Filteranforderungen:

In der Praxis erfüllen Pendellüfter kaum die Filteranforderungen der Normen.

Folie 9, Energiepraxis-Seminar 2016-2/ Pendellüfter, H. Huber

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Wechselseitiges Durchströmen von Filtern

Hygienisch heikel ist eine allfällige Rückströmung von Partikeln in den Raum, da an verschmutzten Filtern eine Kontamination stattfinden kann. *Systematische und fundierte Untersuchungen sind heute nicht bekannt. Die Beurteilung der Ablösung ist eine Interpretation des Verfassers.*

Siebeffekt: Die Partikel sind grösser als der Abstand zwischen den Fasern.

Eine Ablösung und damit Rückströmung von grossen Partikeln ist möglich. Je feiner das Gewebe und je tiefer die Geschwindigkeit, desto mehr wirken die Adhäsion und Verzahnung einer Ablösung entgegen.

Sperr- und Trägheitseffekt: Die Partikel bleiben aufgrund der Grösse und der Geschwindigkeit an den Fasern hängen.

Eine Ablösung und damit Rückströmung von kleinen Partikeln scheint wenig wahrscheinlich zu sein.

Sowohl von der Abscheidung wie auch vom Risiko der Rückströmung her sind Feinstaubfilter mit Tiefenwirkung auf der Raumseite zu empfehlen (mind. F7).

Folie 10, Energiepraxis-Seminar 2016-2/ Pendellüfter, H. Huber

Zusammenfassung der Hinweise für Planung und Betrieb (1)

- In einer Lüftungszone muss eine **gerade Anzahl** von Pendellüftern vorhanden sein. Die Einheiten sind **steuerungstechnisch zu verknüpfen**, so dass immer die ein Hälfte im Abluft- und die andere im Zuluft-Modus arbeitet.
- Bei nur **einer Einheit pro Raum** muss der **Luftvolumenstrom doppelt so gross** sein, wie bei einer klassischen Lüftung mit kontinuierlichem Betrieb (z.B. 60 m³/h statt 30 m³/h)
- **Akustische Anforderungen**: Schalldämmmass gegen aussen gemäss SIA 181. Schalldruckpegel im Raum max. 25 dBA (auch bei zwei Einheiten pro Raum)
- Es wird **Druckschwankungsempfindlichkeit** Klasse S2 oder besser empfohlen. Bei «nicht klassiert» sollen die Überströmdurchlässe auf max. 2 Pa Druckverlust ausgelegt werden. Bei windexponierten Lagen oder Lüftungszonen mit mehr als zwei Geschossen ist der Einsatz von Pendellüftern zu hinterfragen (falls erhältlich: Klasse S1).

Zusammenfassung der Hinweise für Planung und Betrieb (2)

- Wie bei anderen Lüftungssystemen mit mechanischer Zuluft sind **F7-Filter** einzusetzen. Empfehlung: Taschen- oder Zellenfilter auf der Raumseite. Auf der Aussenseite sind Massnahmen zu treffen, dass die WRG und der Ventilator nicht verschmutzen.

Weitere Hinweise für Planung und Betrieb

- Die **Kombination mit Abluftventilatoren** (z.B. innenliegendes Bad, Küche) sinkt der Nutzen der WRG. Die Dimensionierung und der Betrieb muss gut durchdacht und mit dem Lieferanten der Pendellüfter geklärt werden.
- Die **Wartung und Instandhaltung** muss bereits in der Planung überlegt werden (z.B. bei Mehrfamilienhäusern zweimal jährlich Zugang zu allen Zimmern)
- Ein **Sommerbypass** (über der WRG) ist bei vielen Geräten nicht vorhanden. (zu beachten, falls die mechanische Lüftung die Nachauskühlung unterstützen soll).

Vor- und Nachteile von Pendellüftern gegenüber der Komfortlüftung

Vorteile

- ~ Kostengünstige Geräte und einfache Installation.
- ~ Geringer baulicher Eingriff in der Wohnung.
- ~ Etappierung gut realisierbar.
- ~ Bei Bedarf können einzelne Zimmer individuell belüftet werden (erfordert ein Gerätepaar pro Zimmer).

Nachteile

- Die Lage der Aussenluftfassung kann oft nicht gewählt werden (Strassenfassade, stark besonnte Fassaden).
- Die Einhaltung der akustischen Anforderungen ist sehr anspruchsvoll. Der Schallschutz gegenüber Aussenlärm ist geringer als bei einer Komfortlüftung.
- Die Druckschwankungsempfindlichkeit reduziert den Nutzen der Wärmerückgewinnung.
- Bei Kaskadenlüftung sind speziell grosse Überströmdurchlässe erforderlich.
- In jedem Raum müssen ein bis zwei Filter gewartet werden. Bei einer Komfortlüftung lassen sich höhere Filterstufen realisieren.
- Baulicher Eingriff an der Fassade. Die Geräte resp. Gitter sind sichtbar.