

Schalleistungsmessung von dezentralen Lüftungsgeräten

Andreas Drechsler, Philipp Eschbach, Heinz-Martin Fischer

Hochschule für Technik, 70174 Stuttgart, E-Mail: andreas.drechsler@hft-stuttgart.de

Einleitung

Dezentrale Lüftungsgeräte werden vorwiegend bei der energetischen Sanierung in Bestandsgebäuden aber auch im Neubau eingesetzt. Der Einbau erfolgt üblicherweise in den Außenwänden der zu belüftenden Räume. Aus akustischer Sicht sind bei den Geräten die Lüftungsgeräusche und die Geräteabstrahlung innerhalb der Wohnung, sowie die Verringerung der Schalldämmung gegen Außenlärm von Bedeutung.

Die Bestimmung des Geräteschalls erfolgt meist in einem Hallraum oder in einem Halbfreinfeldraum. Beide Methoden können im Labor der HFT Stuttgart an dezentralen Lüftungsgeräten angewandt werden und werden nachfolgend kurz vorgestellt. Aktuelle Messergebnisse ergänzen den Beitrag und zeigen den Stand des Schallschutzes bei dezentralen Lüftungsgeräten.

Dezentrale Lüftungsgeräte

Dezentrale Lüftungsgeräte sind Einzelraumlüftungsgeräte, die in jeden zu belüftenden Raum eingebaut werden. Üblicherweise verfügen sie über einen Wärmetauscher und werden alternierend betrieben, also abwechselnd im Zu- und Abluftbetrieb. Für den Einbau wird ein Loch in die Außenwand gebohrt mit Durchmessern von etwa 180 bis zu 250 mm (siehe auch Abbildung 1).

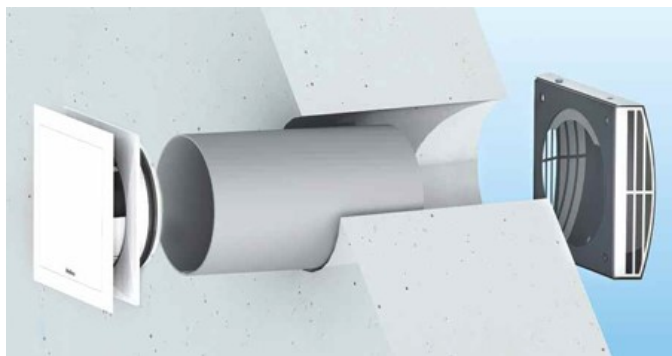


Abbildung 1: Dezentrales Lüftungsgerät in einer Außenwand. Quelle: www.heliosventilatoren.de

In diese Durchführung wird das komplette Lüftungsgerät eingebaut. Eine typische Einbausituation für eine Zweizimmerwohnung zeigt Abbildung 2. In diesem Beispiel werden insgesamt vier dezentrale Lüftungsgeräte eingesetzt, zwei davon, im Wohnzimmer und im Schlafzimmer, arbeiten im alternierenden Betrieb. Da die Lüftungsgeräte immer in Außenwänden eingebaut werden, haben sie auch, abhängig von ihrer Schalldämmung, einen mehr oder weniger großen Einfluss auf den Schallschutz gegen Außenlärm.

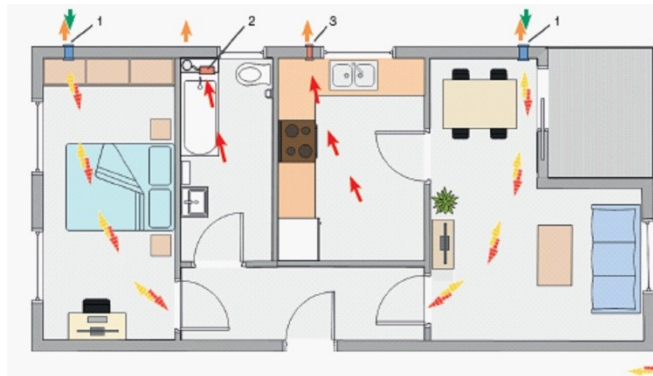


Abbildung 2: Dezentrale Lüftungsgeräte in einer Zweizimmerwohnung.

Quelle: www.maico-ventilatoren.de

Methoden zur Schalleistungsmessung

Üblicherweise werden Schalleistungen von Maschinen und Geräten nach genormten Verfahren im Halbfreinfeld oder Diffusfeld gemessen. Die spezielle Einbausituation von dezentralen Lüftungsgeräten erfordert allerdings im Halbfreinfeld eine Wand für den Einbau des Gerätes und in einem Hallraum eine entsprechende Durchdringung in einer Wand. Da es sinnvoll ist bei der akustischen Charakterisierung von dezentralen Lüftungsgeräten neben der Schalleistung auch die Schalldämmung zu bestimmen, bietet es sich an beide Messungen an einem Aufbau durchzuführen. An der HFT Stuttgart werden deshalb die Messungen von dezentralen Lüftungsgeräten im Fensterprüfstand ausgeführt und dort sowohl die Schalldämmung gemäß DIN EN ISO 10140-1 [1] wie auch die Schalleistung gemäß DIN EN ISO 3743-1 [2] bestimmt. Die Genauigkeit der Schalleistungsmessungen gemäß [2] wurde durch einen Vergleich mit Messungen im Halbfreinfeldraum gemäß DIN EN ISO 3744 [3] überprüft. Nachfolgend werden das Vorgehen und die Messmethoden kurz erläutert und die Ergebnisse der Vergleichsmessungen werden vorgestellt.

Vergleichsverfahren nach DIN EN ISO 3743-1

Die Messungen der Schalleistung im Fensterprüfstand der HFT Stuttgart erfolgen nach dem Vergleichsverfahren [2]. Der Aufbau orientiert sich an den Vorschlägen vom TÜV Süd für alternierende Lüftungsgeräte vom Mai 2015 [4]. In die Fensteröffnung des Prüfstandes wird hierzu eine zweischalige, hochschalldämmende Trockenbauwand und in diese wiederum das Lüftungsgerät eingebaut. Die Ansaug- bzw. Ausblasöffnung muss mindestens 1 m über dem Boden sein. Der Einbau erfolgt bündig und die Vergleichsschallquelle (RSS) wird dann in Höhe der Ansaug- bzw. Ausblasöffnung mit 1 m Abstand zur Wand positioniert. Abbildung 3 zeigt die Öffnung des Fensterprüfstandes der HFT Stuttgart mit eingebautem Lüftungsgerät.



Abbildung 3: Dezentrales Lüftungsgerät im Fensterprüfstand der HFT Stuttgart.

Hüllflächenverfahren nach DIN EN ISO 3744

Bei diesem Verfahren wird das Lüftungsgerät in eine schallharte, reflektierende Wand im Halbfreifeldraum eingebaut. Das Flächengewicht der Wand muss dabei größer 20 kg/m^2 betragen. Die Ansaug- bzw. Ausblasöffnung soll mindestens $0,7 \text{ m}$ über dem Boden liegen. Die Messung erfolgt auf einer quaderförmigen Hüllfläche mit $d = 1 \text{ m}$.

Messergebnisse

Die Messergebnisse der Schalleistungspegel L_{WA} für ein dezentrales Lüftungsgerät mit maximalem und minimalem Volumenstrom, gemessen im Fensterprüfstand und im Halbfreifeldraum der HFT Stuttgart zeigt Abbildung 4.

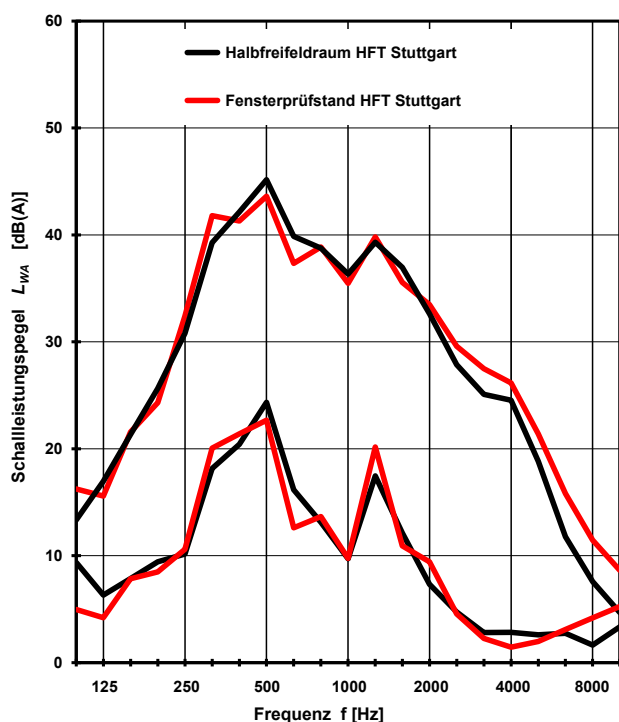


Abbildung 4: A-bewertete Schalleistungspegel L_{WA} eines dezentralen Lüftungsgerätes, Stufen 1 (untere Kurven) und 5 (obere Kurven), Vergleich der Messungen im Halbfreifeldraum (schwarz) und im Fensterprüfstand (rot) der HFT Stuttgart.

Der spektrale Verlauf stimmt sehr gut überein und die Einzahlwerte haben Unterschiede $\leq 0,5 \text{ dB(A)}$, so dass auch im Fensterprüfstand Messungen mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden können.

Stand des Schallschutzes

Schalldämmung

Die Schalldämmungen von dezentralen Lüftungsgeräten wurden an der HFT Stuttgart bereits in einem Projekt von 2009 bis 2011 betrachtet [5]. In Abbildung 5 sind die Mittelwerte der Norm-Schallpegeldifferenzen $D_{n,e}$ von acht damals untersuchten Geräten aufgeführt (schwarze Kurve). In den letzten anderthalb Jahren wurden nochmals zehn neuere Geräte geprüft und deren Mittelwerte zeigt die grüne Kurve in Abbildung 5 (Stand 2016 „offen“). Inzwischen sind Geräte auf dem Markt die über zusätzliche Klappen verfügen, die den Luftweg bei nicht eingeschaltetem Gerät komplett verschließen können. Den Mittelwert der Norm-Schallpegeldifferenzen für diese Geräte ($n = 5$) zeigt die blaue Kurve. In Einzahlwerten ausgedrückt beträgt der Mittelwert der bewerteten Norm-Schallpegeldifferenz $D_{n,e,w} + C_{tr}$ für die Geräte 2011 36 dB(A) , für die Geräte 2016 (offen) 38 dB(A) und für den „geschlossenen“ Zustand der Geräte $46,6 \text{ dB(A)}$.

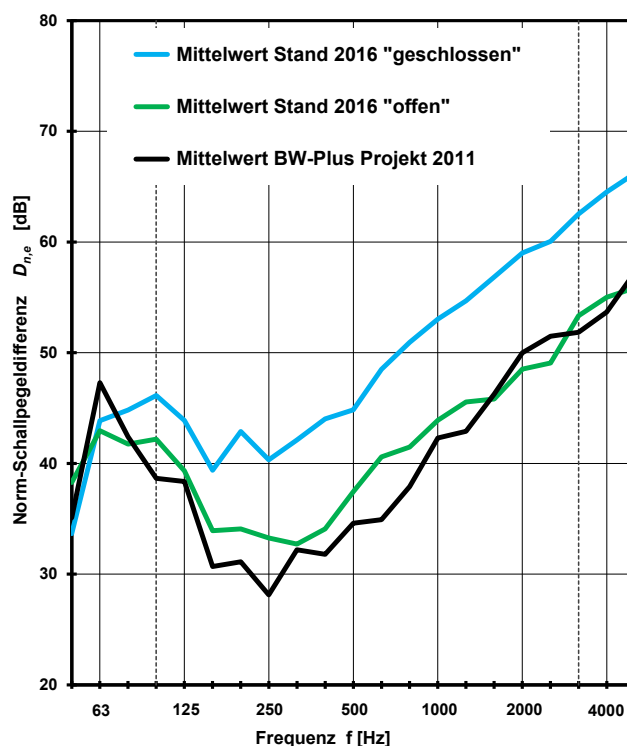


Abbildung 5: Norm-Schallpegeldifferenzen von dezentralen Lüftungsgeräten.

Seit 2011 hat sich bei der Schalldämmung der Geräte leider nicht sehr viel getan. Die recht gute Schalldämmung im geschlossenen Zustand hat für die Praxis keine größere Bedeutung, da ein Mindestluftdurchsatz zum Schutz vor Feuchteschäden immer gewährleistet sein sollte, die Geräte also normalerweise ständig in Betrieb sind.

Dezentrale Lüftungsgeräte werden häufig auch aus Lärmschutzgründen eingesetzt, um die Fenster geschlossen

halten zu können. Dies macht aber nur Sinn, wenn die Schalldämmung der Geräte besser oder zumindest genauso gut ist wie die der Fenster. Das ist vor deren Einsatz unbedingt zu prüfen.

Geräteschall - Schalleistung

Für die untersuchten zehn Geräte wurden auch die Schalleistungspegel in dB(A) bestimmt. Abbildung 6 zeigt die Mittelwerte der spektralen Verläufe bei niedrigem und hohem Volumenstrom. Wiederum in Einzahlwerten ausgedrückt ergibt sich bei geringem Volumenstrom (11 bis 17 m³/h) ein Mittelwert für die zehn Geräte von $L_{WA} = 26$ dB(A), bei hohem Volumenstrom (40 bis 55 m³/h) von 47,3 dB(A). Die gestrichelten Kurven zeigen die Streubreite der Gerätwerte für die unterschiedlichen Volumenströme.

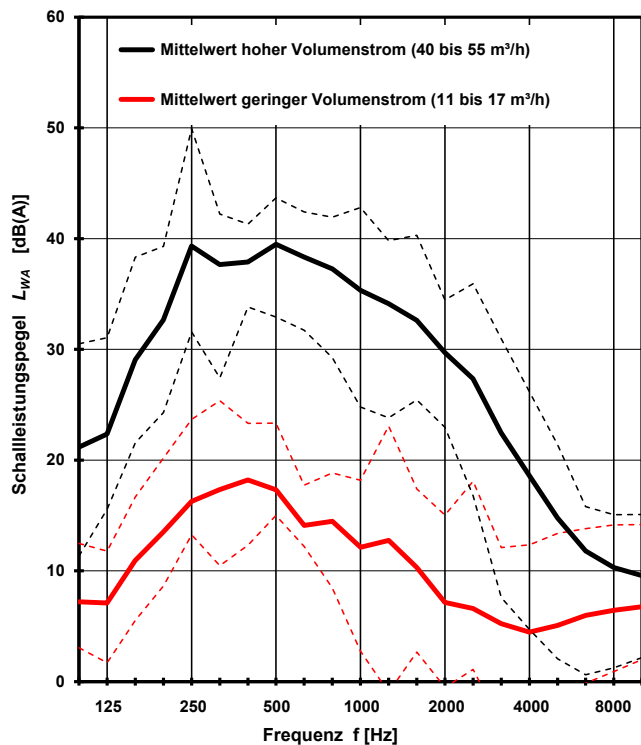


Abbildung 6: A-bewerteter Schalleistungspegel von dezentralen Lüftungsgeräten.

Empfehlungen

Zur Einordnung der Geräte ist es sinnvoll die Messergebnisse mit den aktuellen Empfehlungen für den eigenen Wohn- und Arbeitsbereich zu vergleichen. Aktuelle Empfehlungen sind zum Beispiel das DEGA Memorandum BR 0104 vom Februar 2015 [6] oder der Entwurf zur DIN 4109-1 vom Juni 2013 [7]. Hier werden Empfehlungen für einen maximalen A-bewerteten Norm-Schalldruckpegel formuliert. Im DEGA Memorandum als Mindestschallschutz EW 1 ein $L_{AF,max,n}$ von ≤ 30 dB(A) und im Anhang B zur E DIN 4109-1 ein $L_{AF,max,n}$ von ≤ 32 dB(A) für Wohn- und Schlafräume.

Um den Vergleich mit den Messungen zu ermöglichen, müssen die Messergebnisse von Schalleistungspegeln L_W in Schalldruckpegel L_p umgerechnet werden. Formel (1) zeigt die Umrechnung für ein diffuses Schallfeld und eine Position außerhalb des Hallradius.

$$L_p = L_W - 10 \lg(A/m^2) + 6 \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

Bei einer äquivalenten Absorptionsfläche von $A = 10$ m² ergibt sich für A-bewertete Einzahlwerte der einfache Zusammenhang von (2).

$$L_{A,n} = L_{WA} - 4 \quad [\text{dB(A)}] \quad (2)$$

Damit ergeben sich mittlere A-bewertete Norm-Schalldruckpegel der Geräte von $L_{A,n} = 43,3$ dB(A) für hohe Volumenströme und 22 dB(A) bei geringem Volumenstrom.

Volumenströme

Welche Volumenströme werden nun tatsächlich benötigt? Für die Beispielsituation der Zweizimmerwohnung in Abbildung 2 wurde eine Berechnung der Lüftung nach DIN 1946, Teil 6 [8] vorgenommen. Die Berechnung ergab die in Tabelle 1 dargestellten Volumenströme.

Tabelle 1: Volumenströme für eine Zweizimmerwohnung mit einer Gesamtfläche von 74 m².

Lüftung zum Feuchteschutz	30 m ³ /h
Nennlüftung	90 m ³ /h
Nennlüftung Schlafzimmer	41 m ³ /h
Nennlüftung Wohnzimmer	49 m ³ /h

Maßgeblich bei normaler Nutzung der Wohnung ist die Nennlüftung. Damit sind Volumenströme > 40 m³/h für den Wohn- und Schlafräum notwendig. Dies ergibt wiederum einen mittleren A-bewerteten Norm-Schalldruckpegel der gemessenen Geräte von 43,3 dB(A), der doch recht weit von den Empfehlungen für einen Mindestschallschutz von $L_{AF,max,n}$ von $\leq 30/32$ dB(A) entfernt ist. Das akustisch beste der zehn gemessenen Geräte hatte einen A-bewerteten Norm-Schalldruckpegel von 37 dB(A) bei 55 m³/h Luftdurchsatz.

Zusammenfassung

Zur akustischen Charakterisierung von dezentralen Lüftungsgeräten und für die planerische Praxis ist es sinnvoll, neben der Schalleistung auch die Schalldämmung der Geräte zu bestimmen. Beide Messungen können an einem Aufbau zum Beispiel in einem Fensterprüfstad durchgeführt werden. Die Bestimmung der Schalleistung kann dabei durch das Vergleichsverfahren gemäß DIN EN ISO 3743-1 mit guter Genauigkeit erfolgen.

Werden dezentrale Lüftungsgeräte eingesetzt, ist bei der Planung des Schallschutzes gegen Außenlärm die Schalldämmung der Geräte unbedingt zu beachten und in die Planung mit einzubeziehen.

Bei den zehn untersuchten, derzeit aktuellen dezentralen Lüftungsgeräten liegt der Mittelwert des Geräteschalls bei Volumenströmen > 40 m³/h bei $L_{A,n} > 40$ dB(A). Dies ist deutlich zu laut, gemessen an den aktuellen Empfehlungen von $\leq 30/32$ dB(A). Beim Einsatz der Geräte im normalen Betrieb ist daher mit Belästigungen und in deren Folge mit Beschwerden zu rechnen.

Literatur

- [1] DIN EN ISO 10140-1, Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand –Teil 1: Anwendungsregeln für bestimmte Produkte, Januar 2015
- [2] DIN EN ISO 3743-1, Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen -Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 für kleine, transportable Quellen in Hallfeldern- Teil 1: Vergleichsverfahren in einem Prüfraum mit schallharten Wänden, Januar 2011
- [3] DIN EN ISO 3744, Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen –Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene, Februar 2011
- [4] Vorschlag Schalleistungsmessung Alternierende Lüftungsgeräte, TÜV Süd, Mai 2015
- [5] D. Pietruschka et al.: “Energetische und akustische Sanierung von Wohngebäuden-vom Altbau zum akustisch optimierten Passivhaus“, Abschlussbericht FZKA-BWPLUS, März 2011
- [6] DEGA BR 0104, Memorandum Schallschutz im eigenen Wohnbereich, Februar 2015
- [7] E DIN 4109-1, Schallschutz im Hochbau –Teil 1: Anforderungen an die Schalldämmung, Juni 2013
- [8] DIN 1946-6, Raumlufttechnik-Teil 6: Lüftung von Wohnungen, Mai 2009