

34 (2007) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefasst

Michael Krämer, Norbert Rambašek

Geräuschemissionen von Luft/Wasser Wärmepumpen

Einleitung

Aufgrund der gestiegenen Heizölpreise ist die Nachfrage nach alternativen Heizsystemen in den letzten Jahren stark angestiegen. Eine Möglichkeit sind Wärmepumpen, die sowohl für Innen- und Außenaufstellung verfügbar sind, siehe **Bild 1**. Akustisch können Wärmepumpen jedoch problematisch sein, da sie Lärmquellen in Form von Ventilatoren und Verdichtern enthalten. Am Fraunhofer-Institut für Bauphysik wurden im Rahmen einer akustischen Bestandsaufnahme von Luft/Wasser-Wärmepumpen schalltechnische Untersuchungen durchgeführt. Anhand der Ergebnisse sollen akustische Verbesserungspotentiale aufgezeigt werden.

Bei außen aufgestellten Anlagen steht der abgestrahlte Luftschall im Vordergrund. Je nach Leistung der Wärmepumpe stellt entweder der Ventilator oder der Verdichter die Hauptlärmquelle dar.

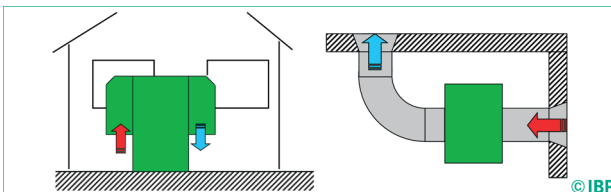


Bild 1: Schematische Darstellung einer Wärmepumpe für Außenaufstellung (links) und Innenaufstellung (rechts).

Bei innen aufgestellten Anlagen ist zusätzlich ein Körperschalleintrag in die angrenzenden Räume zu erwarten. Hauptverursacher ist hier vor allem der Verdichter des Kältemittelkreislaufes, dessen Hauptstörfrequenz meist tieffrequent im Bereich um 50 Hz liegt.

Untersucht wurden zwei Wärmepumpen mit den Nennwärmeleistungen vom 10 und 20 kW, die durch Umbau der Seitenteile sowohl für eine Innen- als auch für eine Außenaufstellung verwendet werden konnten. Die Messungen der Schalleistung nach Genauigkeitsklasse 2 [1] wurden im Halbfreifeldraum des IBP durchgeführt.

Gemessen wurde für die Gehäuseabstrahlung der Schalldruckpegel L_{PA} in 1 m Entfernung zum Gerät sowie der Schalleistungspegel L_{WA} . Bei den Geräten zur Innenaufstellung kam der Schalldruckpegel in 1 m Entfernung zum Luftein- und Luftaustritt hinzu.

Wärmepumpe für Außenaufstellung

Für eine Dokumentation der Geräuschteile von Verdichter und Ventilator wurde der Schalldruckpegel in 1 m Abstand bei alleinigem Betrieb des Ventilators bzw. des Verdichters gemessen.

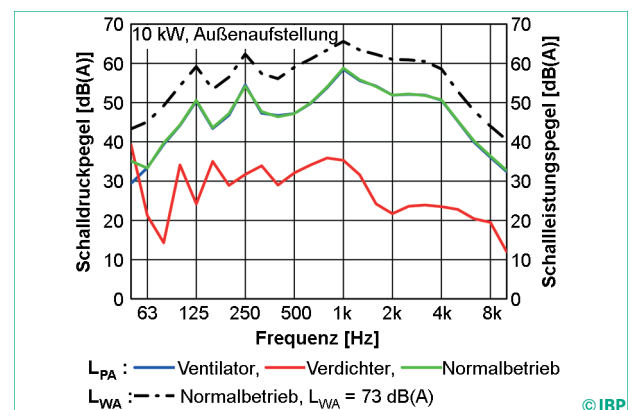


Bild 2: Messergebnisse einer Wärmepumpe für Außenaufstellung mit einer Nenn-Wärmeleistung von 10 kW.

In **Bild 2** ist zu erkennen, dass bei der außen aufgestellten Anlage mit der Nennleistung von 10 kW, der Ventilator die bestimmende Geräuschquelle ist. Klar sind die Schaufelfrequenz des Ventilators (125 Hz) und deren Vielfache zu erkennen. Die Hauptstörfrequenzen beim Betrieb des Verdichters liegen bei der Verdichterdrehzahl (50 Hz) und deren Vielfachen. Besonders deutlich ist der Ton bei 50 Hz zu hören, der als Brummen wahrgenommen wird. Eine wesentliche Senkung der Schalleistung kann hier vor allem durch Maßnahmen, die zur Reduzierung der Schallabstrahlung des Ventilators führen, erreicht werden.

Bei dem Gerät mit einer Nenn-Wärmeleistung von 20 kW sind die Geräuschanteile von Ventilator und Verdichter in etwa gleich groß. Verantwortlich hierfür ist die wesentlich höhere Leistung des Verdichters. Aufgrund des in beiden Anlagen verwendeten gleichen Ventilator Typs sind die Frequenzspektren bei Ventilatorbetrieb sehr ähnlich. Der gemessene Schallleistungspegel der Anlage bei Normalbetrieb beträgt dabei $L_{WA} = 75 \text{ dB(A)}$. Zur Reduzierung des Schallleistungspegels müssen geräuschreduzierende Maßnahmen sowohl am Ventilator als auch am Verdichter durchgeführt werden.

Wärmepumpe für Innenaufstellung

Um bei der Messung des Schallleistungspegels der innen aufgestellten Wärmepumpen den Einfluss der Schallanteile aus der Zu- und Abluftöffnung gering zu halten, wurde die Abluft mit flexiblen Rohrleitungen im Umluftbetrieb in einen angrenzenden Raum geleitet. Die Zuluftöffnung wurde in gleicher Weise von der Anlage im Raum ca. 5 m weit weg verlegt.

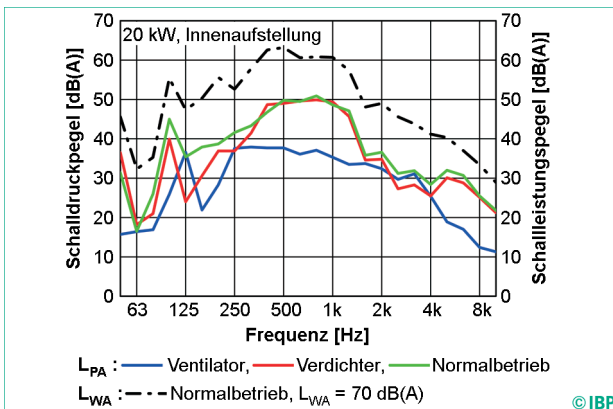


Bild 3: Messergebnisse einer Wärmepumpe für Innenaufstellung mit einer Nenn-Wärmeleistung von 20 kW.

Wie Bild 3 zeigt, ist der Verdichter der 20 kW Anlage die dominierende Geräuschquelle. Der Anteil des Ventilators am Gesamtgeräusch hat wegen der angeschlossenen Zu- und Abluftleitung abgenommen. Eine Reduzierung des Schallleistungspegels kann hier durch eine verringerte Schallabstrahlung des Verdichters erreicht werden.

Die Schallleistung der 10 kW Anlage ist durch die geringere Leistung des Verdichters um 6 dB geringer. Hier muss zur Reduzierung der Schallleistung sowohl die Abstrahlung des Verdichters als auch des Ventilators verringert werden.

Zur Messung des Schalldruckpegels in 1 m Entfernung der Zu- und Abluftöffnung wurde das Gerät im Hallraum aufgebaut und eine Wanddurchführung in den Halbfreifeldraum hergestellt. Die Wärmepumpe ist über eine flexible Rohrleitung mit der Wanddurchführung verbunden. Bild 4 zeigt Ergebnisse in 1 m Entfernung zur Ausblasöffnung mit Wetterschutzgitter sowie mit Wetterschutzgitter und zusätzlicher

Ausblashaube. Durch die akustisch wirksame Innenauskleidung der Haube wird das Geräusch an der Abluftöffnung nahezu über den gesamten Frequenzbereich bedämpft. Der Summenpegel mit Ausblashaube ist um ca. 7 dB geringer. Eine zusätzliche Pegelsenkung kann durch eine akustisch ausgekleidete Rohrleitung sowie durch einen optimierten Ventilator erreicht werden.

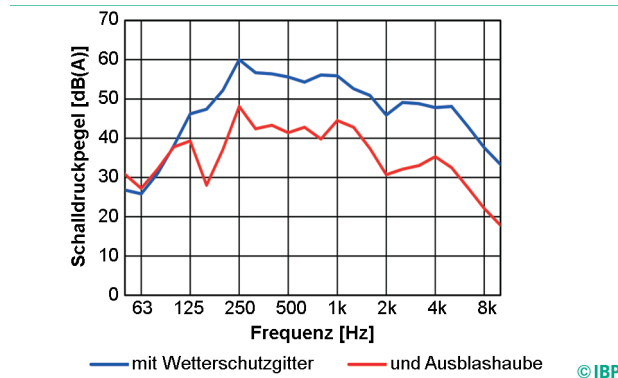


Bild 4: Schalldruckpegel in 1 m Entfernung zur Ausblasöffnung einer Wärmepumpe mit 10 kW Nenn-Wärmeleistung.

Maßnahmen

Wie in den Bildern aufgezeigt wurde, wirken sich Maßnahmen am Verdichter und Ventilator sehr unterschiedlich auf den Schalleistungspegel aus. Zusammenfassend kommen folgende Verbesserungsmaßnahmen in Betracht, wobei der Körperschalleinfluss auf die Luftschallabstrahlung durch zusätzliche Entkopplungsversuche ermittelt wurde.


- Körperschallentkopplung des Verdichters zum Gehäuse,
- Verbesserung der Schalldämpfung am Lufteinlass und Auslass bei Außenaufstellung,
- Schalldämmender sowie schalldämpfender Zu- und Abluftschlauch bei Wärmepumpe für Innenaufstellung,
- Körperschallentkopplung von Kältemittelleitungen,
- Anpassung des Ventilators an die tatsächlich benötigte Luftmenge,
- Verbesserte Abdichtung von Fugen und Durchlässen am Gehäuse.

Zusammenfassung

Die durchgeführten Messungen haben gezeigt, wie stark die einzelnen Geräuschquellen an den abgestrahlten Schalleistungen der Wärmepumpen beteiligt sind. Verbesserungsmaßnahmen konnten so gezielt erarbeitet werden. Zwischenzeitlich wurden erste Maßnahmen erfolgreich umgesetzt.

Literatur

- [1] 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“, November 1995.



Fraunhofer Institut Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

Institutsleitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/970-00
83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/643-0
34127 Kassel, Gottschalkstr. 28a, Tel. 05 61/804-18 70