

Geräuschemissionen von Luft/Wasser Wärmepumpen

Michael Krämer, Norbert Rambauck

Institut für Bauphysik, 70569 Stuttgart, Deutschland, Email: michael.kraemer@ibp.fraunhofer.de

Einleitung

Aufgrund der gestiegenen Heizölpreise ist die Nachfrage nach alternativen Heizsystemen in den letzten Jahren stark angestiegen. Eine Möglichkeit sind Wärmepumpen (WP), die sowohl für Innen- und Außenaufstellung verfügbar sind, siehe Abbildung 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 eines Herstellers, schalltechnische Untersuchungen durchgeführt. Anhand der Ergebnisse sollen akustische Verbesserungspotentiale aufgezeigt werden, die für anstehende Weiterentwicklungen genutzt werden können.

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

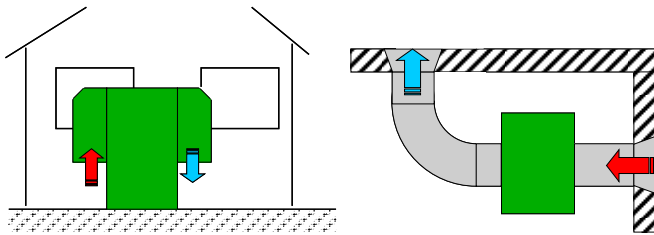


Abbildung 1: Schematische Darstellung einer WP für Außenaufstellung (links) und Innenaufstellung (rechts).

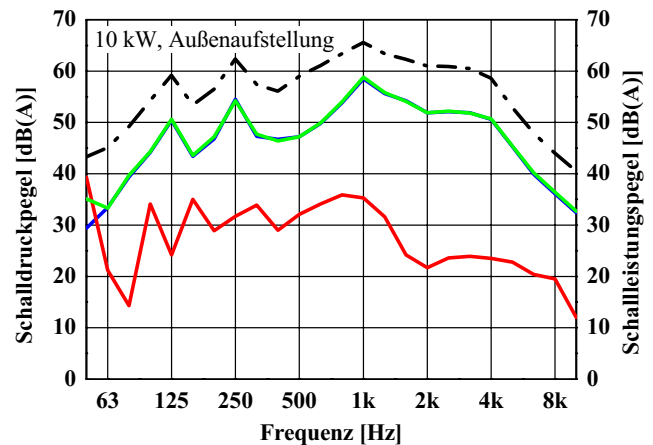
Bei innen aufgestellten Anlagen ist zusätzlich ein Körperschalleintrag in die angrenzenden Räume zu erwarten. Hauptverursacher ist hier vor allem der Verdichter des Kältemittelkreislaufes, dessen Hauptstörfrequenz meist tieffrequent im Bereich um 50 Hz liegt.

Untersucht wurden zwei WP mit den Nenn-Wärmeleistungen vom 10 und 20 kW, die durch Umbau der Seitenteile sowohl für eine Innen- als auch für eine Außenaufstellung verwendet werden konnten. Der Halbfreifeldraum des IBP [1] ist für Messungen der Genauigkeitsklasse 1 ab einer unteren Grenzfrequenz von 125 Hz geeignet. Für die Messungen der Schalleistung nach Genauigkeitsklasse 2 [2] konnte die untere Grenzfrequenz bis zu 50 Hz, durch eine absolute Vergleichsprüfung mit einer Vergleichsschallquelle, erweitert werden.

Gemessen wurde der Schalldruckpegel L_{PA} auf halber Gerätehöhe in 1 m Entfernung, sowie der Schalleistungspegel L_{WA} . Bei den Geräten zur Innenaufstellung wurde zusätzlich der Schalldruckpegel in 1 m Entfernung zum Luftein- und Luftaustritt bestimmt.

Untersuchung WP für Außenaufstellung

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



L_{PA} : — Ventilator, — Verdichter, — Normalbetrieb
 L_{WA} : - - - Normalbetrieb, $L_{WA} = 73$ dB(A)

Abbildung 2: Messergebnisse einer WP für Außenaufstellung mit einer Nenn-Wärmeleistung von 10 kW.

In Abbildung 2 ist zu erkennen, dass bei der außen aufgestellten Anlage mit der Nennleistung von 10 kW, der Ventilator die bestimmende Geräuschquelle ist. Klar ist die Schaufelfrequenz des Ventilators (125 Hz) und deren Vielfachen zu erkennen. Die Hauptstörfrequenz beim Betrieb des Verdichters liegt 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 Schalleistungspegel der Anlage bei Normalbetrieb beträgt dabei $L_{WA} = 75$ dB(A). Zur Reduzierung des Schalleistungspegels müssen geräuschreduzierende Maßnahmen sowohl am Ventilator als auch am Verdichter durchgeführt werden.

Untersuchung WP 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 den angrenzenden Hallraum geleitet. Die Zuluftöffnung wurde in gleicher Weise von der Anlage im Raum ca. 5 m weit weg verlegt.

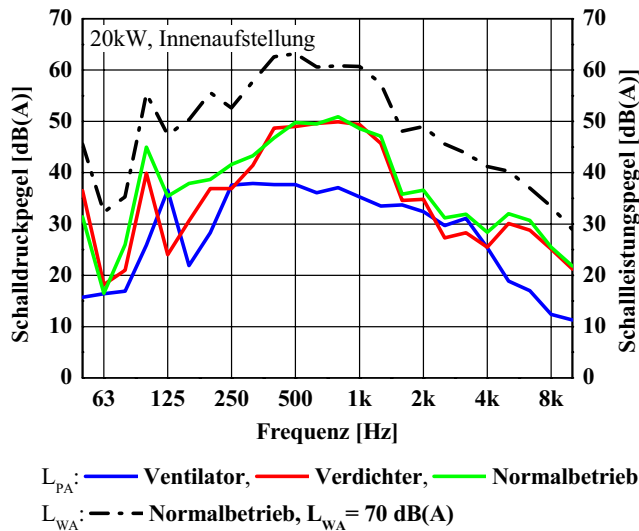


Abbildung 3: Messergebnisse einer WP für Innenaufstellung mit einer Nenn-Wärmeleistung von 20 kW.

Wie Abbildung 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 Schalleistungspegels 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.

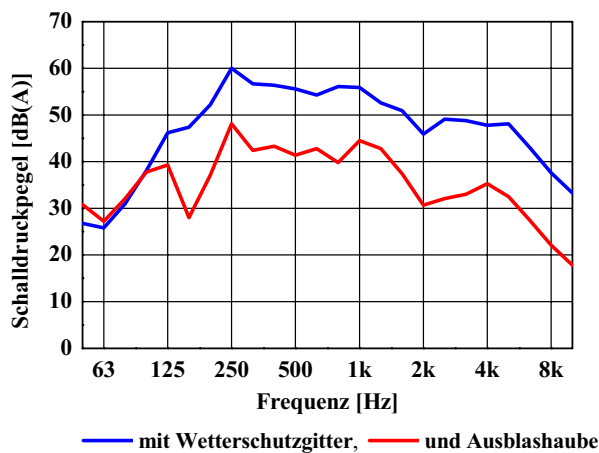


Abbildung 4: Schalldruckpegel in 1 m Entfernung zur Ausblasöffnung einer WP mit 10 kW Nenn-Wärmeleistung.

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 WP ist über eine flexible Rohrleitung mit der Wanddurchführung verbunden. Abbildung 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.

Maßnahmen

Wie in den Abbildungen aufgezeigt wurde, wirken sich Maßnahmen am Verdichter und Ventilator sehr unterschiedlich auf den Schalleistungspegel aus. Zusammenfassend kommen folgende Verbesserungsmaßnahmen in Betracht.

- Körperschallentkopplung des Verdichters zum Gehäuse,
- Verbesserung der Schalldämpfung am Lufteinlass und Auslass bei Außenaufstellung,
- Schalldämmender sowie schalldämpfender Zu- und Abluftschlauch bei WP 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] IBP Halbfreifeldraum, URL:
www.ibp.fhg.de/akustik/labors/p19.pdf
- [2] 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.