

Onlineausstellung zur Bachelor-Thesis BAT_G_23_13
am Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE

Luft-Wasser-Wärmepumpe: Nachbildung der Geräusche mit Lautsprechern und Effizienzbetrachtung versus Schallreduktion

Studierende Matthias Zürcher, Pascal Ott

Dozierende Prof. Heinrich Huber
Andreas Odermatt

Experte Andreas Glauser

Auftraggeber Hochschule Luzern - Technik & Architektur

Abgabedatum 09. Juni 2023

Hinweis: Diese Onlineausstellung ist Teil der Bachelor-Thesis und wurde von keinem Dozenten nachbearbeitet. Veröffentlichungen (auch auszugsweise) sind ohne das Einverständnis des Instituts Gebäudetechnik und Energie IGE der Hochschule Luzern – Technik & Architektur nicht erlaubt.

13 Luft-Wasser-Wärmepumpe: Nachbildung der Geräusche mit Lautsprechern und Effizienzbetrachtung versus Schallreduktion

Luft-Wasser-Wärmepumpe: Nachbildung der Geräusche mit Lautsprechern und Effizienzbetrachtung versus Schallreduktion

Luft-Wasser-Wärmepumpen sind energieeffiziente umweltschonende Wärmeerzeuger. Neben den zahlreichen Vorteilen gegenüber anderen Wärmeerzeugern, führen die Schallemissionen jedoch immer wieder zu Problemen. Standartmässig wird für die Erfüllung des Schallschutzes die rechnerische Methode angewendet. Diese Methode repräsentiert jedoch nur bedingt die örtlichen Gegebenheiten.

Diese Bachelor-Thesis befasst sich im Wesentlichen mit drei Schwerpunkten. Zuerst wird der Zusammenhang zwischen der Schallemission und der Energieeffizienz untersucht. Des Weiteren geht die Arbeit der Frage nach, ob es möglich ist, den Schallschutznachweis mit einem Lautsprecher zu erbringen. Die Messungen mit einem nachgebildeten Geräusch boten dabei auch die Möglichkeit, den akustischen Einfluss der Wärmepumpe an verschiedenen Standorten zu untersuchen. Der letzte Schwerpunkt befasst sich mit dem Nachtmodus und untersucht dabei das akustische und energetische Verhalten. Beim ausgemessenen Prüfling wird dieser als Silent-Mode bezeichnet.

Für die Datenerhebung wurden umfangreiche Messungen im Hallraum an der Hochschule Luzern und im Feld an drei Standorten durchgeführt.

Ergebnisse

Die Messungen im Hallraum zeigten, dass die Schalleistung steigt, wenn die Kompressor Umdrehungen (rpm) der Wärmepumpe steigen. Die Energieeffizienz wiederum sinkt bei steigender Drehzahl. Bevor der Emulator für die Messungen genutzt wurde, wurde er mit der Wärmepumpe im Feld validiert. Dabei zeigte sich, dass das emulierte Geräusch beim Betriebspunkt mit voller Leistung sehr ähnlich gegenüber dem Geräusch der Wärmepumpe ist. Beim Betriebspunkt Silent-Mode gibt es allerdings einige Abweichungen zu den Messungen mit der Wärmepumpe. Die Ergebnisse mit dem Silent-Mode sind daher mit Vorsicht zu betrachten.

Die Messungen mit dem Emulator zeigen, dass neben dem Abstand auch die Topologie einen entscheidenden Einfluss hat. Des Weiteren wird ersichtlich, dass bei der untersuchten Wärmepumpe besonders die Frequenzen 100 Hz und 125 Hz kritisch sind. Denn bei diesen Frequenzen ist das Geräusch der Wärmepumpe lauter als der Grundschallpegel. Das zeigt die Abbildung 1, welche die Messergebnisse bei offenem Fenster in Pfäffikon ZH darstellt. Dies ist relevant, da diese Frequenzen somit auch mit blossen Ohr hörbar waren. Die anderen Frequenzen waren mit blossen Ohr nicht hörbar. Die Abbildung 1 zeigt ausserdem, dass auch der Silent-Mode in der Frequenz 100 Hz über dem Grundschallpegel liegt und somit hörbar ist. Allerdings ist zu beachten, dass das emulierte Geräusch in dieser Frequenz vom Geräusch der Wärmepumpe abweicht und die Frequenz in der Realität tiefer wäre.

13 Luft-Wasser-Wärmepumpe: Nachbildung der Geräusche mit Lautsprechern und Effizienzbetrachtung versus Schallreduktion

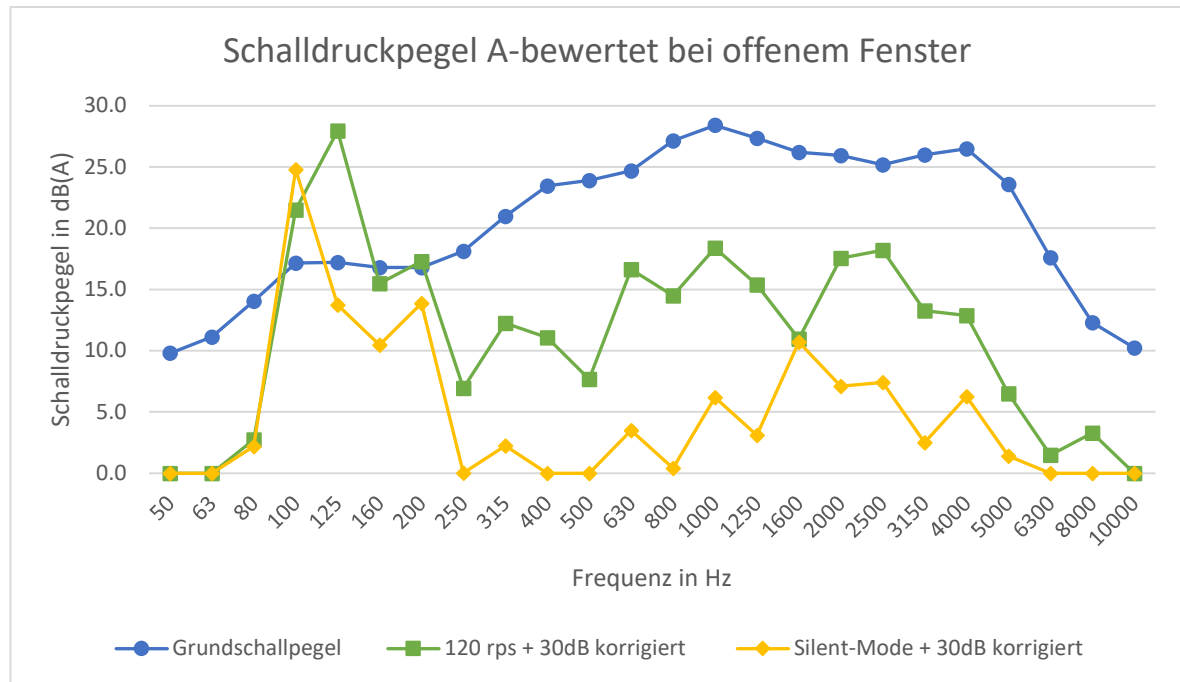


Abbildung 1: Schalldruckpegel A-bewertet bei offenem Fenster in Pfäffikon ZH

Aus der Analyse des Silent-Modes ist zu entnehmen, dass dieser einen negativen Einfluss auf die Energieeffizienz hat. Sowohl während des Betriebs, als auch am darauffolgenden Morgen ist der COP schlechter als ohne Silent-Mode.

Diskussion

Die Vergleiche der Hallraummessungen mit den Feldmessungen und den Emulationsmessungen zeigen, dass das Geräusch einer Wärmepumpe mit einem Emulator nachgebildet werden kann. Der Schallschutznachweis nach der Web-Applikation der FWS beachtet für die Berechnung die Schalleistung der Wärmepumpe den Abstand und den Aufstellungsort der Wärmepumpe. Die Messungen mit dem Emulator zeigten allerdings, dass auch die Topologie der Umgebung einen entscheidenden Einfluss auf den Schallpegel hat. Somit könnte die Verwendung eines Emulators für den Schallschutznachweis an speziellen Topologien sinnvoll sein. Auch würde der Emulator die Möglichkeit bieten, verschiedene Standorte beim Gebäude zu testen.

Des Weiteren wurde festgestellt, dass das Frequenzband genauso wichtig wie die Schalleistung ist. Denn schlussendlich ist nicht die Schalleistung entscheidend, sondern ob die Wärmepumpe hörbar ist. Somit könnte es sinnvoll sein, nicht nur die Schalleistung, sondern auch das Frequenzband beim Nachweis zu beachten.

Bei der Untersuchung des Silent-Modes wurde festgestellt, dass dieser bei den Frequenzen um die 100 Hz lauter als der Grundschallpegel und somit, obwohl er deutlich leiser als andere Betriebsfälle ist, hörbar ist. Zudem hat er einen negativen Einfluss auf die Energieeffizienz. Deshalb stellt sich die Frage, ob die Verwendung des Silent-Modus gerechtfertigt ist.