

Schallabstrahlung von Luftwärmepumpen

Sebastian Derr und Christian Burkhart

Akustikbüro Schwarzenberger und Burkhart, www.akustikbuero.com

Einleitung

In den letzten Jahren wurde die Energieerzeugung durch politischen Druck und durch die technischen Möglichkeiten weg von fossilen und nuklearen hin zu regenerativen Energiequellen verlagert. Aktuelle Zahlen des statistischen Bundesamtes besagen, dass Wärmepumpenanlagen bei ca. einem Drittel aller neugebauten Wohngebäude installiert werden.

Aber warum sind Wärmepumpenanlagen so beliebt? Einerseits gibt es teilweise eine staatliche Förderung oder Sonderpreise von Stromanbietern. Andererseits spielt der "Umweltgedanke" eine regenerative Energiequelle zu nutzen eine Rolle. Am Anfang lag das Hauptaugenmerk auf der Optimierung der Stromerzeugung und Verbreitung der Anlagen, der Schallschutz wurde zunächst vernachlässigt. Die Aufstellung und Inbetriebnahme solcher Anlagen bedeutet jedoch einen baulichen und schalltechnischen Eingriff in die Umgebung. Gerade in ruhigen innerstädtischen Lagen und im dörflichen Bereich führt dies bei üblichen Außenlärmpegeln zwischen 20 bis 30 dB(A) zu Problemen. Die Hersteller und Betreiber der Anlagen berufen sich gerne auf die Orientierungs- und Richtwerte in Regelwerken wie beispielsweise der DIN 18005 oder der TA Lärm. Diese Regelwerke wurden jedoch vor vielen Jahrzehnten aus anderer Motivation und nicht für privat betriebene Anlagen im Wohnbereich geschaffen. Aufgrund der dezentralen Aufstellung von mehreren Anlagen in der Nachbarschaft kommt es häufig zu einer schalltechnischen Überlagerung. Das gewünschte Schutzziel muss demnach gemeinsam eingehalten werden, wodurch sich für die einzelne Anlage eine Reduzierung der Anforderung zwischen 6 bis 10 dB ergibt. Die am häufigsten vorkommenden Anlagen sind Luft/Wasser-Wärmepumpen. Hier ist es besonders wichtig noch vor der Aufstellung geeignete schalltechnische Maßnahmen festzulegen.

Funktionsweise einer Wärmepumpe

In einer Definition heißt es: "Eine Wärmepumpe nimmt thermische Energie aus einem Reservoir mit niedriger Temperatur auf und überträgt diese als Nutzwärme auf ein zu beheizendes System mit höherer Temperatur." Vereinfacht gesagt wird als Wärmequelle die Umweltwärme in Form von Grundwasser, Erdreich (Sole) oder Außenluft benutzt. In der Wärmepumpe gibt es einen Kreislauf mit einem Kältemittel. Bei einer Luft/Wasser-Wärmepumpe wird die Außenluft über den Ventilator angesaugt und dem Kreislauf zugeführt. Durch die Vorgänge im Verdampfer, Verdichter (Kompressor) und Verflüssiger wird das Kältemittel im Kreislauf "erhitzt" und damit die Umweltwärme an das Wärmeverteilsystem, sprich an den Heizkreislauf im Gebäude, abgegeben. Das Expansionsventil dient anschließend zum Entspannen des Kältemittels. Die maßgebliche Schallabstrahlung erfolgt bei einer Luft/Wasser-Wärmepumpe über den Ventilator und den Verdichter (Kompressor).

Absatzzahlen und Bauweisen

Der Gesamtabsatz der Heizungswärmepumpen lag im Jahr 2014 bei ca. 58.000 Stück [1]. Die Wärmepumpenanlagen werden nach der Energiequelle unterschieden, deshalb gibt es die Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen. Die Luft/Wasser-Wärmepumpe hat mit einem Absatz im Jahr 2014 von knapp 40.000 Stück den größten Anteil. Baulich bedingt (Außenluft) werden derartige Geräte im Freien betrieben, deshalb treten insbesondere hier die meisten schalltechnischen Beschwerden auf.

Bei einer Luft/Wasser-Wärmepumpe wird zwischen zwei Bauweisen unterschieden. Von einem "Monoblock" ist die Rede, wenn die Wärmepumpe komplett in einem Gerät im Freien aufgestellt wird. Immer beliebter sind aber die Splitgeräte, bei denen ein Teil der Anlage im Gebäudeinneren, also im Heizungskeller, installiert wird. Die Bauteile Ventilator, Verdampfer und Verdichter (Kompressor) werden in einem weiteren Gerät im Außenbereich aufgestellt. Der starke Anstieg der Splitgeräte von fast 8 % im Vergleich zum Vorjahr 2013 lässt sich übrigens auf den etwas günstigeren Preis zurückführen, weil derartige Geräte meist kostengünstig in Großserien produziert werden können.

Hersteller und Werbung

Die bekanntesten Herstellerfirmen von Luft/Wasser-Wärmepumpenanlagen sind unter anderem AlphaInnoTec, Viessmann, Stiebel Eltron, Buderus, Ochsner, Dimplex und Wolf.

In aktuellen Prospekten und Broschüren werben diese beispielsweise mit folgenden Ausführungen:

- "flüsterleise im Betrieb" / "sehr leise im Betrieb"
- "auch die Nachbarn schlafen gut"
- "Kompressor ist doppelt schwingungsentkoppelt"
- "durch ihren geringen Platzbedarf ist sie [also die Wärmepumpe] besonders attraktiv für Neubauten, Reihenhäuser sowie bei enger Bebauung"

Es zeigt sich, dass gerade im dörflichen Bereich (z.B. im reinen Wohngebiet) und bei enger Bebauung Probleme bei der Aufstellung von Luft/Wasser-Wärmepumpenanlagen entstehen.

Hauptschallquellen, Aufstellort und Schallleistungspegel

Die Hauptschallquellen von Luft/Wasser-Wärmepumpenanlagen sind der Ventilator und der Verdichter (Kompressor). Eine untergeordnete Rolle spielen Rohrleitungen, Luftkanäle oder schwingende Verkleidungsbleche.

Weiterhin ist hinsichtlich der Schallausbreitung der Aufstellort entscheidend. Bei der Außenaufstellung wird hauptsächlich

lich Luftschall emittiert, bei der Aufstellung im Gebäudeinneren ist zusätzlich die Körperschallübertragung zu berücksichtigen.

Der Schall-Leistungspegel einer Luft/Wasser-Wärmepumpe variiert je nach Hersteller und Anlage zwischen 50 bis 70 dB(A). Ein üblicher Schall-Leistungspegel liegt in der Größenordnung von ca. 60 dB(A). Gemäß dem Stand der Technik sind gegenwärtig jedoch Pegelwerte kleiner 50 dB(A) möglich. Anhand des Schall-Leistungspegels und des geplanten Aufstellorts (Berücksichtigung des Richtungsfaktors) kann bereits vorab beispielsweise über die Formel aus dem "Leitfaden Schall" [2] der Schalldruckpegel am maßgeblichen Immissionsort abgeschätzt werden. Verglichen mit tatsächlich messtechnisch erfassten Wärmepumpenanlagen führen die Berechnungen zu realistischen Ergebnissen.

Anforderungen, Richt- und Orientierungswerte

Hinsichtlich der Schallabstrahlung von technischen Anlagen im privaten Bereich gibt es keine konkreten Anforderungen. Immissionsschutzrechtlich gehören Wärmepumpen zu den nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen und unterliegen den Paragraphen 22 bis 24 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Daraus sind keine konkreten Zahlenwerte abzuleiten, eine Ableitung von Orientierungs- bzw. Richtwerten ist aus der städtebaulichen Planung, also konkret aus dem Beiblatt 1 der DIN 18005, oder aus der schalltechnischen Betrachtung von Gewerbebetrieben, der TA Lärm, möglich. Die Werte der DIN 18005 und der TA Lärm sind identisch und richten sich nach der Gebietsausweisung. Beispielsweise betragen die Richtwerte für ein reines Wohngebiet tags 50 dB(A) und nachts 35 dB(A).

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass die Richtwerte am jeweiligen Immissionsort durch alle Lärmquellen, für die die Bestimmungen gelten, gemeinsam eingehalten werden müssen (z.B. wenn mehrere vergleichbare Anlagen auf einen Immissionsort einwirken können). Üblicherweise wird dies durch die Vergabe von Lärmkontingenten oder durch um 6 bis 10 dB reduzierte Immissionsrichtwerte sichergestellt. Wird von einer 10 dB Reduzierung aufgrund der Einwirkung mehrerer Quellen ausgegangen, so betragen die Richtwerte im reinen Wohngebiet tags 40 dB(A) und nachts 25 dB(A).

Ein weiterer Ansatz für die schalltechnische Beurteilung von Wärmepumpenanlagen ist das Heranziehen von üblichen Außenlärmpegeln vorwiegend in ruhigen innerstädtischen Lagen und im dörflichen Bereich. Die im Laufe der Jahre durch diverse Messungen festgestellten üblichen Außenpegel betragen beispielsweise im reinen Wohngebiet nachts zwischen 20 und 30 dB(A).

An dieser Stelle sei die Maschinenlärmschutzverordnung erwähnt. In der aktuell gültigen Fassung (August 2002) sind Wärmepumpenanlagen nicht aufgeführt. Der Entwurf vom Mai 2013 geht auf die Lärmproblematik beim Betrieb von stationären Geräten im Freien ein, d.h. Wärmepumpen werden berücksichtigt. Unter anderem ist die Rede von um 6 dB reduzierte Immissionsrichtwerte, was durchaus ein sinnvoller Ansatz ist, inwieweit 6 dB ausreichend sind ist fraglich.

Beispiel: Störung durch eine Luft/Wasser-Wärmepumpe in einem reinen Wohngebiet

Bei der im Folgenden beschriebenen Störung ist die Luft/Wasser-Wärmepumpe unmittelbar an der Grundstücksgrenze zwischen zwei Einfamilienhäusern in einem überdachten Durchgang neben einer Garage aufgestellt. Die Gebäude befinden sich in einem reinen Wohngebiet in ruhiger Umgebung. Es ist von den reduzierten Immissionsrichtwerten tags 40 dB(A) und nachts 25 dB(A) sowie von einem üblichen Außenpegel nachts zwischen 20 bis ca. 30 dB(A) auszugehen. Bei der Wärmepumpenanlage handelt es sich um ein "Monoblock-Gerät". Schalltechnische Schutzmaßnahmen wie z.B. eine Einhausung sind zum Zeitpunkt der Messdurchführung nicht vorhanden. Die maßgeblichen Immissionsorte sind das Schlafzimmer im Obergeschoss und der Freisitz im Gartenbereich des Beschwerdeführers. Der Abstand zwischen Wärmepumpenanlage und dem Freisitz beträgt ca. 4 m, der Abstand zum Schlafzimmer im Obergeschoss ist ca. 18 m. Es wurden schalltechnische Messungen an beiden Immissionsorten durchgeführt.

In Abbildung 1 ist der Pegel-Zeit-Verlauf am Freisitz in ca. 4 m Abstand zur Wärmepumpenanlage über einen Zeitraum von ca. 6 Stunden dargestellt. Die Startzeit der Messung war um ca. 13:00 Uhr. Es ist festzustellen, dass bis auf einzelne kurze Phasen (Abtauphasen) ein A-bewerteter Schalldruckpegel von knapp über 50 dB(A) am Immissionsort vorliegt. Wird nun der reduzierte Immissionsrichtwert für die Tagzeit in das Diagramm eingetragen (rot gestrichelt), so ist festzustellen, dass nahezu durchgehend eine Überschreitung um über 10 dB vorliegt. Einen Schutz des Außenwohnbereichs wie z.B. einer Terrasse oder eines Freisitzes sieht die TA Lärm nicht ausdrücklich vor. Im vorliegenden Fall wird aber gerade dort eine maßgebliche Störung durch die Luft/Wasser-Wärmepumpe hervorgerufen.



Abbildung 1: Pegel-Zeit-Verlauf, Messung am Immissionsort Freisitz in ca. 4 m Abstand zur Luft/Wasser-Wärmepumpe, rot-gestrichelt: um 10 dB reduzierter Immissionsrichtwert tags für ein reines Wohngebiet.

In Abbildung 2 ist der Pegel-Zeit-Verlauf gemessen auf dem Balkon vor dem Schlafzimmer in ca. 18 m Entfernung zur Wärmepumpenanlage über einen Zeitraum von ca. 12 Stunden dargestellt. Die Startzeit der Messung war um ca. 19:00 Uhr. Es ist festzustellen, dass der A-bewertete Schalldruckpegel nahezu durchgehend über 40 dB(A) liegt.

In der Mitte der Grafik bei ca. 6:00 Stunden (entspricht der Nachtzeit bei ca. 01:00 Uhr) ist eine kurze Ruhephase der Wärmepumpenanlage zu sehen. Hier fällt der Schalldruckpegel auf ca. 25 dB(A) ab.

Werden nun die reduzierten Immissionsrichtwerte für die Tag- und Nachtzeit eingetragen (rot gestrichelt), so ist festzustellen, dass gerade der Nachtwert fast durchgehend um über 15 dB überschritten ist. Wird zusätzlich der Bereich für einen üblichen Außenlärmpegel nachts im reinen Wohngebiet im Diagramm markiert (grün gestrichelt), ist bei ca. 6:00 Stunden zu erkennen, dass der gemessene Schalldruckpegel am Immissionsort dort hineinfällt. Damit steht fest, dass bei keinem Betrieb der Luft/Wasser-Wärmepumpe die erwarteten Außenlärmpegel nachts erreicht werden.

In diesem konkreten Beispiel wurde mittlerweile die Überdachung, unter der die Wärmepumpenanlage installiert ist, teilweise seitlich sowie zum Nachbargrundstück hin geschlossen und innenseitig mit schallabsorbierendem Material ausgekleidet. Weitere Messungen werden stattfinden.

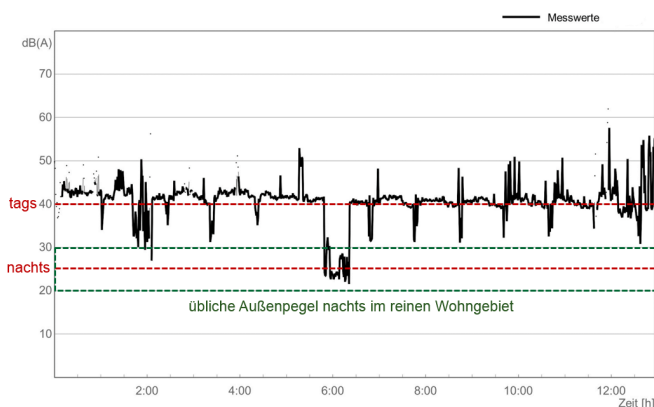


Abbildung 2: Pegel-Zeit-Verlauf, Messung am Immissionsort auf dem Balkon vor dem Schlafzimmer in ca. 18 m Abstand zur Luft/Wasser-Wärmepumpe, rot-gestrichelt: um 10 dB reduzierter Immissionsrichtwert tags bzw. nachts für ein reines Wohngebiet, grün-gestrichelt: übliche Außenlärmpegel nachts im reinen Wohngebiet.

Beispiel: Schalltechnische Auswirkung mehrerer Luft/Wasser-Wärmepumpen auf einen fiktiven Immissionsort

Die schalltechnischen Auswirkungen beim Einwirken mehrerer Schallquellen in Form von Luft/Wasser-Wärmepumpenanlagen auf einen Immissionsort sind im Folgenden beschrieben. Die Berechnungen erfolgen bei halbkugelförmiger Schallausbreitung. Jede Luft/Wasser-Wärmepumpe wird mit einem Schall-Leistungspegel von 65 dB(A) angesetzt. Die Wärmepumpenanlagen werden in unterschiedlichen Abständen um einen fiktiven Immissionsort herum positioniert. Die zugehörigen Daten sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Das erste Aggregat ruft in einem Abstand zum Immissionsort von 20 m einen Teilpegel von 31,0 dB(A) hervor. Ein zusätzliches zweites Gerät in 15 m Abstand besitzt einen Teilpegel von 33,5 dB(A), der Summenpegel liegt damit bei ca. 35 dB(A). Die weiteren Schallquellen in den angegebenen Abständen erhöhen den Summenpegel am Immissionsort bis auf ca. 40 dB(A) bei insgesamt 6 Geräten.

Der reduzierte Immissionsrichtwert nachts liegt in einem reinen Wohngebiet bei 25 dB(A) und wird somit um ca. 15 dB überschritten.

Tabelle 1: Daten für die Berechnung des Schalldruckpegels an einem fiktiven Immissionsort bei halbkugelförmiger Schallausbreitung, Formel aus dem "Leitfaden Schall" [2]

Aggregat	Abstand	Teilpegel	Summe (kum.)
1. Aggregat	20 m	31,0 dB(A)	31,0 dB(A)
2. Aggregat	15 m	33,5 dB(A)	35,4 dB(A)
3. Aggregat	10 m	37,0 dB(A)	39,3 dB(A)
4. Aggregat	30 m	27,5 dB(A)	39,6 dB(A)
5. Aggregat	40 m	25,0 dB(A)	39,7 dB(A)
6. Aggregat	50 m	23,0 dB(A)	39,8 dB(A)

Maßnahmen zur Schallpegelreduzierung

Zunächst ist die Art der Schallübertragung (Luft- oder Körperschall) zu klären. Es sollte von vornherein ein lärmarmes Luft/Wasser-Wärmepumpenmodell verwendet werden. Ganz besonders wichtig ist die Auswahl des richtigen Aufstellortes. Es muss der maximal mögliche Abstand zu den maßgeblichen Immissionsorten in der Nachbarschaft ausgesucht werden. Zudem ist eine Aufstellung vor schallreflektierenden Wänden (z.B. vor Garage) unbedingt zu vermeiden. Zusätzlich sollte auf eine geeignete Abschirmung (Umhausung) geachtet werden. Wichtig ist die Auskleidung der zur Wärmepumpe hin gerichteten Innenwände mit schallabsorbierendem Material. Weiterhin können Schalldämpfer im Leitungsnetz eingesetzt werden. Bei der Aufstellung im Gebäudeinneren ist auf eine schalltechnisch geeignete Schwingungsisolierung der Wärmepumpe auf einem Beruhigungsfundament zu achten. Dies ist nur eine kleine Auflistung möglicher Maßnahmen zur Schallpegelreduzierung.

Zusammenfassung

Die Werbeslogans der Luft/Wasser-Wärmepumpenhersteller (z.B. "flüsterleise im Betrieb") entsprechen meistens nicht der Wahrheit. Die Mehrzahl der Luft/Wasser-Wärmepumpen liegen mit einem Schall-Leistungspegel von rund $L_{WA} = 60$ dB(A) deutlich über dem Stand der Technik. Es sind Schall-Leistungspegel von weniger als 50 dB(A) technisch möglich.

Weiterhin werden gerade die reduzierten Immissionsrichtwerte bzw. die üblichen Außenlärmpegel oft deutlich überschritten. Deshalb müssen reduzierte Richtwerte beispielsweise in der "neuen" Maschinenlärmschutzverordnung "festgeschrieben" werden. Inwieweit eine 6 dB Reduzierung ausreichend ist fraglich.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Luft/Wasser-Wärmepumpe in ihrer jetzigen Form für den Einsatz im dörflichen Bereich (reines Wohngebiet) nur bedingt geeignet ist. Eine technische Weiterentwicklung ist zwingend erforderlich.

Literatur

- [1] "Wärmepumpen-Absatz 2014 leicht rückläufig", Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V., 22.01.2015
- [2] "Leitfaden Schall", Herausgeber: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V., Stand: Dezember 2010

TAGUNGSBAND

DAGA 2015 - 41. Jahrestagung für Akustik

16.-19. März 2015, Nürnberg

ISBN 978-3-939296-08-9



DAGA 2015
N Ü R N B E R G

[START](#)

[SUCHE](#)

[SITZUNGEN](#)

[TAGESANSICHT](#)

[AUTOREN](#)

[SPONSOREN
UND](#)

[AUSSTELLER](#)

[IMPRESSUM](#)

[DRUCKVERSI...](#)

IMPRESSUM

DAGA 2015 - 41. Jahrestagung für Akustik
16. - 19. März 2015 in Nürnberg

Veranstalter

- [Deutsche Gesellschaft für Akustik \(DEGA\)](#)
- [Friedrich Alexander Universität Erlangen- Nürnberg, Lehrstuhl für Prozessmaschinen und Anlagentechnik](#)

In Zusammenarbeit mit

- [Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS](#)
- [International Audio Laboratories Erlangen](#)
- [Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik und Lehrstuhl für Multimediakommunikation und Signalverarbeitung](#)
- [Universitätsklinikum Erlangen, Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie und HNO-Klinik](#)

unter Mitwirkung von

- [Deutsche Physikalische Gesellschaft \(DPG\)](#)

- Informationstechnische Gesellschaft (ITG) im VDE
- NALS im DIN und im VDI

Wissenschaftliche Tagungsleitung

- Stefan Becker, Friedrich Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Prozessmaschinen und Anlagentechnik

Programmausschuss

- Stefan Becker
- Michael Döllinger
- Jürgen Herre
- Ulrich Hoppe
- Moni Islam
- Walter Kellermann
- Reinhard Lerch
- Hans Miehling
- Rudolf Rabenstein
- Eberhard Schlücker
- Andreas Silzle
- Ulrich Widmann

Organisationsteam

- Stefan Becker
- Martina Konein
- Reinhard Lerch
- Stefan Müller
- Teresa Samulewicz
- Ines Wischnewski

Bildnachweis

Logo: Ina Platte | www.inani-design.de

Fotos:

Kurt Fuchs | www.fuchs-foto.de (Startseite)

Teresa Samulewicz | DEGA e.V. (Startseite, die letzten 4 Fotos)

Wissenschaftliche Edition

- Stefan Becker

Verlag und Bezug

Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.

Voltastraße 5

Gebäude 10-6

13355 Berlin

www.dega-akustik.de

Zitierhinweis

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im
Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.
Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), Berlin, 2015
ISBN: 978-3-939296-08-9

© 2015 by Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA)
