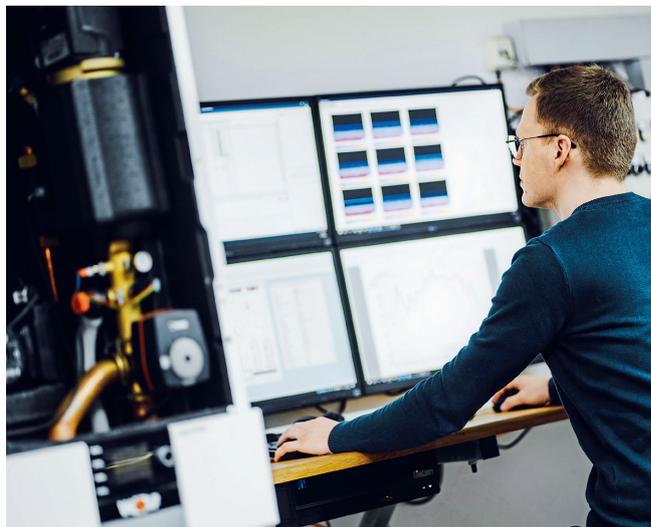




Das Wolf-Schalllabor ist entsprechend der Norm ISO 3744 für Schalleistungsmessungen der Genauigkeitsklasse 2 zertifiziert. Der Schalleistungspegel der Geräte wird entsprechend dieser Norm (ISO 3744) durch das Hüllflächenverfahren mit mindestens neun Mikrofonen bestimmt.



Alle Wärmepumpen von Wolf durchlaufen insbesondere vor der Markteinführung aufwendige Schallprüfverfahren, die zunächst in einem werkseigenen Innovationszentrum durchgeführt werden.

Schall von Luft-/Wasser-Wärmepumpen

RUHIG BLEIBEN

Wärmepumpen nach dem Stand der Technik haben nur sehr geringe Geräuschemissionen. Im Nachtbetrieb unterschreiten sie bereits ab 3 m Abstand die Grenze von 35 dB(A) Schalldruckpegel, die zwischen 22 und 6 Uhr für reine Wohngebiete gelten. Dennoch sind aus der Praxis Fälle bekannt, in denen sich Nachbarn sogar über die Lautstärke von noch nicht angeschlossenen Wärmepumpen beklagen. Tom Krawietz, Teamleiter Entwicklung Wärmepumpen, und Luca Büchel, Entwicklungsingenieur bei Wolf in Mainburg, erläutern die Grundlagen beim Thema Schall.

Ein sehr ruhiges Zimmer oder leichter Wind verursachen 30 Dezibel dB(A), Flüstern oder eine ruhige Wohnstraße nachts 40 dB(A) und Regen oder ein Kühlschrank erzeugen 50 dB(A). Eine Wärmepumpe, die bereits ab 3 m Abstand die Grenze von 35 dB(A) Schalldruckpegel unterschreitet, fällt damit tatsächlich eher optisch auf als durch ihre Akustik.

Trotzdem empfinden manche Menschen eine Lärmbelästigung durch eine nicht angeschlossene (tatsächlich „stumme“) Wärmepumpe. Gegen Irrtümer der subjektiven Wahrnehmung und Vorurteile dieser Art helfen nur Fakten in Form von exakten Messungen.

Dabei werden alle Geräusche, die tatsächlich in verschiedenen Aufstellungssituationen von der Außeneinheit einer Wärmepumpe ausgehen können, durch anerkannte Prüfmethode aufgezeichnet und bewertet.

Was ist Schall?

Luftschall wird vom menschlichen Ohr wahrgenommen, wenn eine Schallquelle die sie umgebende Luft in Schwingun-

gen versetzt. Auf diese Weise wird eine Druckwelle erzeugt, die sich wellenförmig ausbreitet und das Trommelfell des Ohres in Schwingung versetzt – hier beginnt der Prozess des menschlichen Hörens.

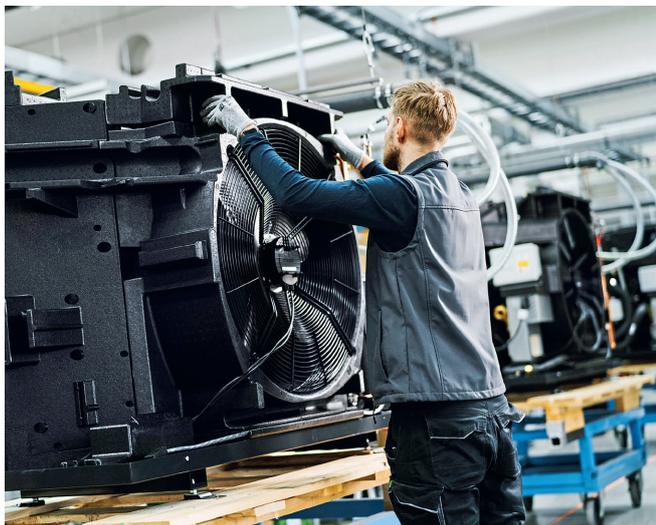
Die Ausbreitung von Schallwellen kann durch verschiedene Faktoren sowohl verstärkend als auch abschwächend beeinflusst werden:

- Massive Hindernisse wie Mauern etc. können den Schall abschirmen.
- Schallharte Oberflächen wie Mauerwerk, Putz, Glas, Asphalt, Stein können Schall reflektieren.
- Schallabsorbierende Oberflächen wie Rindenmulch oder frischer Schnee mindern den Schall.
- Insbesondere Wind kann Schall verstärken, aber auch abschwächen.

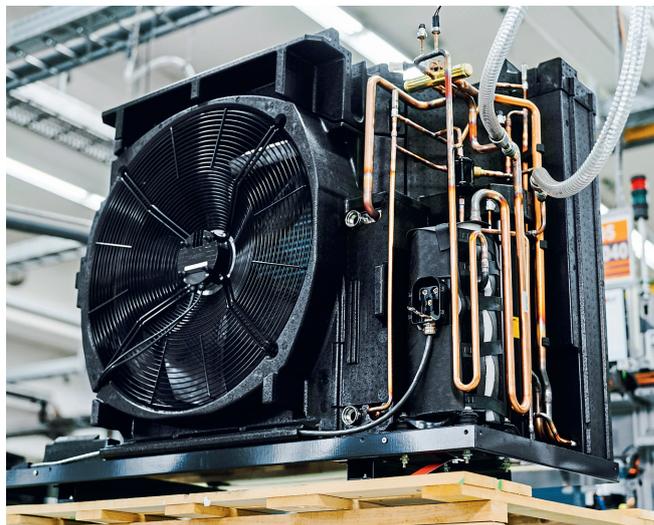
Schalldruck

Die mechanische Überlagerung des Luftdrucks durch den Schall wird als Schalldruck bzw. Schallwechseldruck bezeichnet.

Diese Druckdifferenz ist messbar. Da sich der Schallwechseldruck mit der



Das Chassis der Wolf CHA besteht aus leichten und robusten EPP-Formteilen. Es sorgt neben der Fixierung der Funktionsbauteile (z. B. Ventilator und Wärmetauscher) auch für eine ideale Luftführung.



Der Verdichter einer Wolf CHA ist durch spezielle Schwingungsdämpfer doppelt vom Gehäuse schallentkoppelt und zusätzlich mit Akustik-Vlies ummantelt.

Entfernung zur aussendenden Quelle abschwächt, wird ein Geräusch mit zunehmender Entfernung zur Schallquelle als immer leiser werdend wahrgenommen.

Je deutlicher sich der Luftdruck durch die Geräuschquelle verändert, als desto lauter wird ein Geräusch empfunden. Die Drucklage der Welle bestimmt die Lautstärke. Leise = wenig Druck, laut = hoher Druck. Die übliche Einheit für den Schalldruck ist Pascal (Pa), jedoch wird er meist als Schalldruckpegel in Dezibel (dB) angegeben.

Der Wert 0 dB ist in etwa mit der Hörschwelle des Menschen gleichzusetzen.

Schalldruckpegel L_p

Schallmessungen geben nicht die absoluten Druckwerte wieder, sondern eine daraus abgeleitete logarithmische Größe: den Schalldruckpegel L_p . Für die „Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA Lärm) ist der Schalldruckpegel die maßgebliche messtechnische Größe, welche am Ort der Schalleinstrahlung gemessen wird. Der Schalldruckpegel ist abhängig vom Abstand zur Schallquelle.

Verdoppelt sich die Entfernung zu einer Geräuschquelle, sinkt die dort wahrnehmbare Lautstärke um 6 dB(A) gegenüber der einfachen Entfernung. Eine Erhöhung des Schalldruckpegels um 3 dB wird dagegen bei einem gleichen Abstand zur Schallquelle erreicht, wenn die erste Schallquelle durch eine

zweite (neben der ersten aufgestellten) genauso laute „verdoppelt“ wird.

A-Filter

Um die Empfindlichkeit des Ohres auszugleichen, verwenden Akustiker einen sogenannten A-Filter, der Schallsignale entweder verstärkt bzw. in dem Bereich abschwächt, wo das menschliche Ohr empfindlicher ist. Der A-Filter schwächt beispielsweise Bässe und Höhen ab. Wird dieser Filter im Messverfahren eingesetzt, werden die Schallwerte in dB(A) angegeben.

Schalleistungspegel L_w

Die gesamte, durch eine Schallquelle in alle Richtungen ausgesandte Luftdruckänderung, wird als Schalleistung bzw. als Schalleistungspegel bezeichnet. Diese schallquellentypische Größe bezieht sich im Gegensatz zum Schalldruckpegel L_p auf den Schall aussendenden Gegenstand: Der Wert der Schalleistung ist immer gleich. Er ist abstands- und richtungsunabhängig und bezieht sich nur auf eine spezifische Schallquelle.

Der Schalleistungspegel L_w wird im Schalllabor aus vielen Einzelmesswerten des Schalldruckpegels errechnet, weil die abgestrahlte gesamte Schalleistung messtechnisch nicht direkt erfasst werden kann. Er wird in drei Stufen berechnet:

$$\overline{L'_p(ST)} = 10 \lg \left[\frac{1}{S} \sum_{i=1}^{N_M} S_i \times 10^{0,1 L'_p i(ST)} \right] \text{ dB}$$

Dabei ist L'_p (ST) der zeitlich gemittelte Schalldruckpegel aller Messpunkte, während die Schallquelle in Betrieb ist. S_i ist der Anteil an der Messfläche des Schallkörpers und S die gesamte Messfläche.

$$S = \sum_{i=1}^{N_M} S_i$$

N_M ist die Anzahl der Messpunkte. Mit der Formel

$$\overline{L_p} = \overline{L'_p(ST)} - K_1 - K_2$$

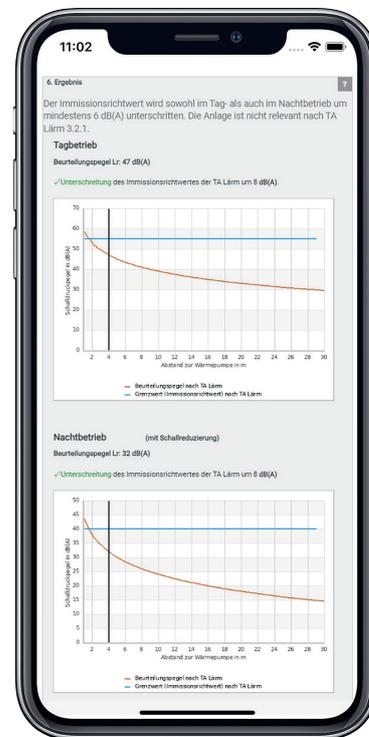
wird im nächsten Schritt der zeitlich gemittelte Messflächen-Schalldruckpegel L_p errechnet, indem die Störfaktoren von Fremdgeräuschen K_1 und die Ein-



Vor Serieneinführung werden bei Wolf die Schallwerte durch externe Prüflabore, wie beispielsweise von TÜV Süd, verifiziert.



Aus der Praxis sind Fälle bekannt, in denen sich Nachbarn über die Lautstärke von noch nicht angeschlossenen Wärmepumpen beklagen.



Mithilfe des Schallrechners können auf Basis der vom Hersteller fachgerecht ermittelten Schalleistungspegel Aufstellbedingungen bewertet werden, und zwar sowohl für den Tag- als auch für den Nachtbetrieb.

flüsse der Messumgebung K_2 subtrahiert werden.

Auf dieser Basis erhält man den Schalleistungspegel mit der Formel

$$L_w = \overline{L_p} + 10 \lg \frac{S}{S_0} \text{ dB}$$

Dabei ist S die gesamte Messfläche und S_0 entspricht 1 m^2 .

Herstellerangaben zum Schall

Wärmepumpenhersteller geben für ihre Außeneinheiten stets den Schalleistungspegel an. Dieser Wert wird unter Laborbedingungen gemäß EN 12102-1 und der Ökodesign-Richtlinie (EN 14825) ermittelt. Hier ist genau festgelegt, was bei Schallmessungen zwingend zu beachten ist, um belastbare Werte bzw. reproduzierbare und untereinander vergleichbare Ergebnisse gewinnen zu können. Daher können mithilfe der Werte des Schalleistungspegels unterschiedliche Schallquellen (bzw. Außengeräte unterschiedlicher Wärmepumpen) miteinander verglichen werden. Er wird auch zur Schallprognose vor Ort genutzt.

Schalleinwirkung vor Ort

Das Außengerät einer Wärmepumpe sollte mindestens mit einem 3-m-Abstand zum Nachbarn aufgestellt wer-

den. Allein diese Entfernung ist jedoch noch keine Garantie für niedrige Schallwerte. So wirken sich Aufstellorte in Nischen oder zwischen zwei Mauern, unter Vordächern oder in Ecken ungünstig auf die Schallentwicklung (Schalldruckpegel) aus. Insbesondere an senkrechten Flächen kann der Schall reflektieren und das Gerät wird bei gleichen Betriebsdaten als lauter wahrgenommen, als wenn es im Freifeld steht. Mit der Anzahl der senkrechten Flächen (Wände, Mauern etc.) am Aufstellort erhöht sich der Schalldruckpegel gegenüber der freien Aufstellung. Beispielsweise entstehen durch Schallreflexion zusätzlich zu den normalen Betriebsgeräuschen 9 dB(A) , wenn die Außeneinheit unter einem Vordach bis zu 5 m Höhe aufgestellt wird. Dauerhafte Vegetation wie Büsche oder Rasen wiederum können den Schalldruckpegel senken.

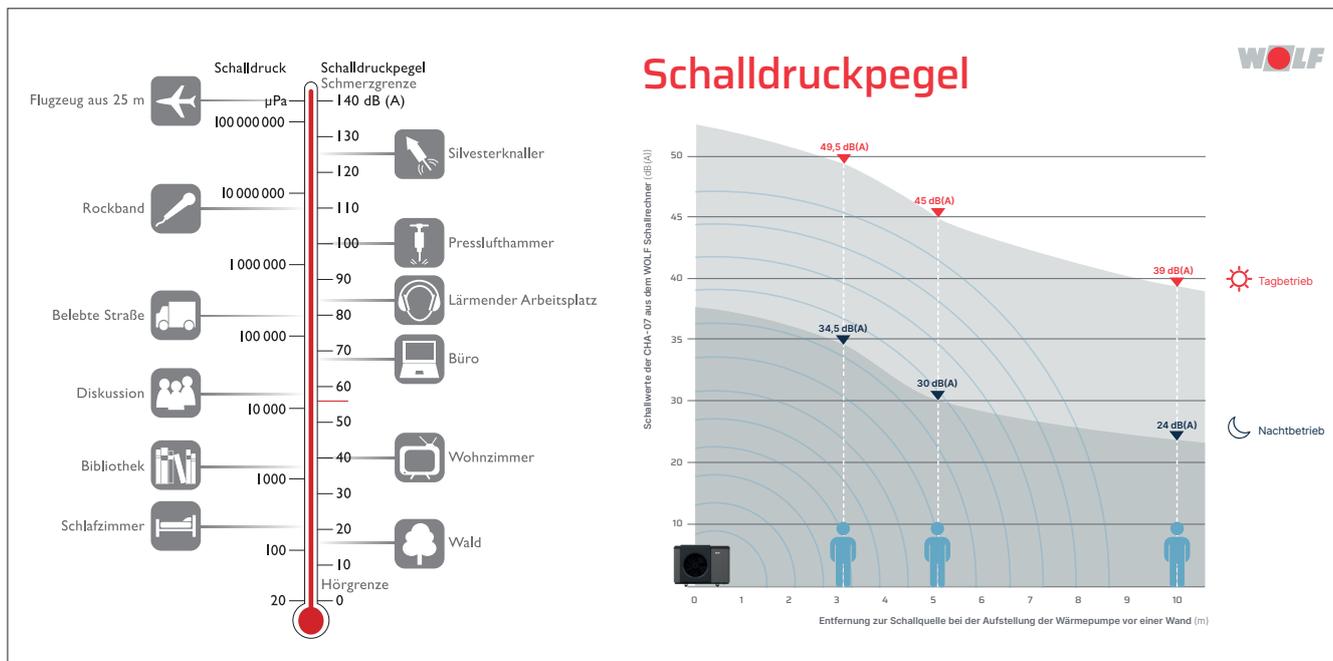
Wolf-Schallrechner

Um vor Ort schnell die Schalleinwirkung einer Wärmepumpe auf die tatsächliche Aufstellungsumgebung abschätzen zu können, gibt es verschiedene Online-Schallrechner. Auf Basis des „Leitfadens für die Verbesserung des Schutzes gegen Lärm bei stationären Geräten“ von der Bund/Länder-Arbeitsgemein-

schaft Immissionsschutz (LAI) stellt Wolf ein solches digitales Werkzeug unter www.wolf.eu/schall-rechner zur Verfügung. Auch ungünstige Aufstellbedingungen auf Basis der fachgerecht ermittelten Schalleistungspegel können damit bewertet werden, und zwar sowohl für den Tag- als auch für den Nachtbetrieb. Ziel des Wolf-Schallrechners ist, für die Außeneinheit einer Luft-/Wasser-Wärmepumpe den notwendigen Abstand zum Nachbarn bzw. den besten Aufstellort zu finden, indem die Lärmeinwirkung auf maßgebliche Immissionsorte (insbesondere schützenswerte Räume wie z. B. Schlafräume) der angrenzenden Grundstücke berechnet wird.

Prognoseverfahren der TA Lärm

Die Ergebnisse resultieren aus dem überschlägigen Prognoseverfahren der TA Lärm. Diese können zwar im Falle eines Nachbarschaftsstreits kein individuelles Schallgutachten ersetzen, bieten aber eine hohe Sicherheit bei der Planung. Liegt der berechnete Wert bei der betrachteten Betriebszeit (Tag/Nacht) 6 dB unterhalb des jeweiligen gültigen Grenzwertes für ein definiertes Gebiet, ist eine Aufstellung nach TA Lärm problemlos möglich. Ist er kleiner, sollte nach einem alternativen Standort



Beispiele für Schalldruckpegel: Der Schalldruckpegel ist abhängig vom Abstand zur Schallquelle. Verdoppelt sich die Entfernung zu einer Geräuschquelle, sinkt die dort wahrnehmbare Lautstärke um 6 dB(A) gegenüber der einfachen Entfernung.

für das Gerät gesucht oder ein Schallgutachten beauftragt werden.

Normgerechte Prüfverfahren

Alle Wärmepumpen von Wolf (www.wolf.eu) durchlaufen insbesondere vor der Markteinführung aufwendige Schallprüfverfahren, die zunächst in einem werkseigenen Innovationszentrum durchgeführt werden.

Das Wolf-Schalllabor ist entsprechend der Norm ISO 3744 für Schallleistungsmessungen der Genauigkeitsklasse 2 zertifiziert. Der Schallleistungspegel der Geräte wird entsprechend dieser Norm (ISO 3744) durch das Hüllflächenverfahren mit mindestens neun Mikrofonen bestimmt.

Vor Serieneinführung werden alle Schallwerte beispielsweise im Prüflabor von TÜV Süd und damit von unabhängiger Seite verifiziert. Dort wird eine alternative Messmethode verwendet, mit der auch Messungen in Klimakammern bei verschiedenen Betriebszuständen und unterschiedlichen Temperaturen möglich sind.

Hier wird der Schallleistungspegel nach der Norm DIN EN ISO 9614-2:1996-12 durch aufwendiges und zeitintensives Abtasten von fünf Hüllflächen um die Wärmepumpe mit einer speziellen Schallintensitätssonde bestimmt.

Schallentkoppelter Verdichter

Der Ventilator und Verdichter einer Luft-/Wasser-Wärmepumpe sind die Hauptschallquellen im Außenbereich und müssen daher konstruktiv vom Gehäuse entkoppelt werden. So wird verhindert, dass Vibrationen als Körperschall auf das Gehäuse übertragen werden und damit störende Geräusche erzeugen.

Der Verdichter einer Wolf CHA ist durch spezielle Schwingungsdämpfer doppelt vom Gehäuse schallentkoppelt und zusätzlich mit Akustik-Vlies ummantelt. Das Gehäuse der Wolf CHA ist innen mit robustem und schallabsorbierendem Dämmschaumstoff ausgekleidet. In der unebenen Oberfläche und der offenporigen Struktur des Dämmmaterials „verfängt“ sich der Schall und wird nur zu einem sehr geringen Anteil reflektiert.

Ventilator mit aerodynamisch idealen Geometrien

Auch der Ventilator einer Wärmepumpenaußeneinheit bietet großes Potenzial, Schallemissionen zu reduzieren. Die wichtigste Maßnahme ist ein ruhig gelagerter Motor und gut ausgewuchtete Ventilatorflügel. Eine weitere Möglichkeit ist, die Ventilatorblätter im geräuschoptimierten

Eulenflügel-Design mit gezackten Hinterkanten auszuführen. Das gewellte bionische Profil der Luftleitschaufeln sorgt dafür, dass große, schallerzeugende Verwirbelungen vermieden werden. Gleichzeitig zeichnen sich diese Ventilatoren durch eine besonders effiziente Betriebsweise aus, die durch geringere Drehzahlen reduzierte Schallwerte erzielt.

Dank dieser Ausstattung gehört die Wolf CHA zu den leisesten und gleichzeitig effizientesten Luft-/Wasser-Wärmepumpen auf dem Markt. ■

Die Autoren

Tom Krawietz, Teamleiter Entwicklung Wärmepumpen, und Luca Büchel, Entwicklungsingenieur Wärmepumpen, von der Wolf GmbH aus Mainburg.

