

Wärmepumpen- Problemstellungen im Sanierungsfall

ÖAL 20.5.2026

284. Plenarsitzung

- Gustav Luckinger
- 62 Jahre
- verheiratet, 3 Kinder
- TU Wien (Elektrotechnik)
- Mehr als 35 Jahre Erfahrung im Bereich Schall- und Schwingungsmesstechnik



Akustik Engineering Luckinger GmbH

- Ingenieurbüro seit 2011
- Dienstleistungen im Bereich Schall und Schwingung, Automatisierung
- Mitglied im Normenausschuss
K138 Akustik
K208 Akustische Eigenschaften von Bauprodukten
und von Gebäuden
- Sachverständiger seit 2018

Einleitung

- Wärmepumpen werden auf Grund der hohen Energiepreise immer beliebter
- In Kombination mit einer PV Anlage unterstützen sie einen günstigen Betrieb in der Übergangszeit und beim Kühlen im Sommer
- Verursachen auch Lärm
- Aspekte, wie Gerätewahl, Aufstellung, rechtliche Rahmenbedingungen spielen eine wesentliche Rolle

Inhalt

- Funktion einer Wärmepumpe
- Kenndaten einer Wärmepumpe
- Rechtliche Anforderungen
- Schalleistung / Schalldruck
- Messung der Schalleistung
- Einfluss des Aufstellungsortes
- Beispiele
- Entkoppelung bei Dachaufstellung
- Anwendung von Schalldämmgehäusen

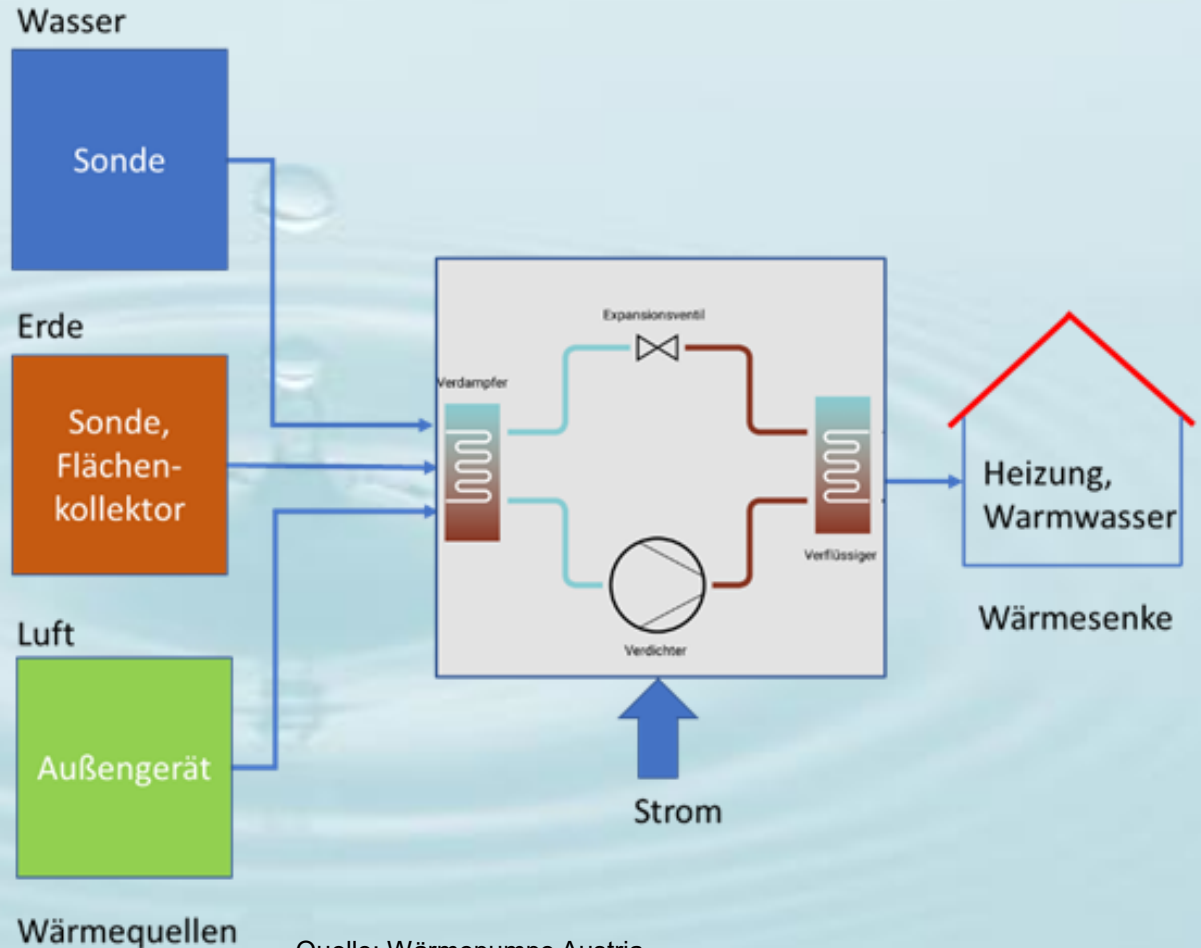
Funktion einer Wärmepumpe

Funktion ähnlich
einem Kühlschrank in
umgekehrter Richtung

Wärme wird der
Umgebung entzogen

Und auf ein höheres
Niveau gebracht

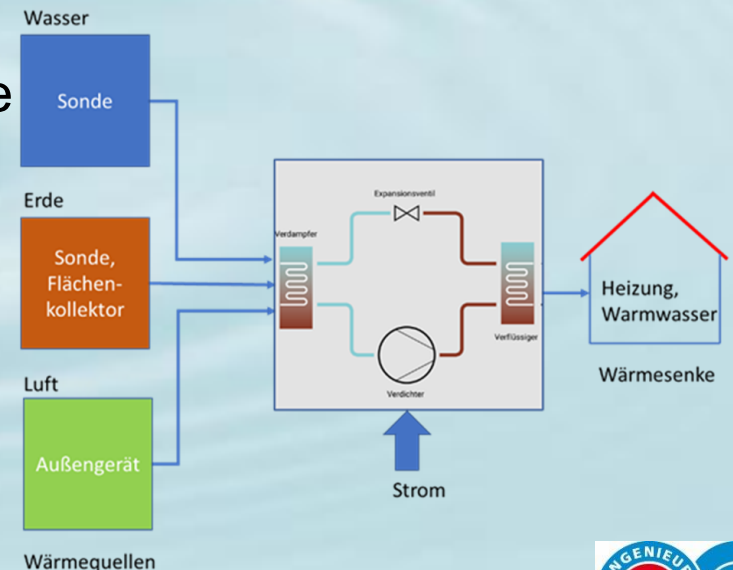
Für den Betrieb muss
man Energie (Strom)
zuführen



Quelle: Wärmepumpe Austria

Funktion einer Wärmepumpe

- Im Verdampfer wird der Umgebung Wärme entzogen und das Kältemittel verdampft.
- Der Kompressor erhöht den Druck und die Temperatur.
- Im Verflüssiger wird das Kältemittel verflüssigt und die Wärme dem Heizungssystem zugeführt.
- Durch das Expansionsventil wird der Druck im Kältemittel reduziert.
- Für den Betrieb muss elektrische Energie zugeführt werden.



Arten von Wärmepumpe

- Sole – Wasser Wärmepumpen
 - Lärmquellen meist innen im Technikraum
- Wasser – Wasser Wärmepumpen
 - Lärmquellen meist innen im Technikraum
- Luft - Wärmepumpe
 - Split Wärmepumpen
 - Komponenten teilweise außen und innen
 - Monoblock Wärmepumpen
 - Alle Komponenten außen

Komponenten einer Luft - Wärmepumpe

- Lärmquellen:
 - Kompressor Drehzahl geregelt oder konstant
 - Ventilator Drehzahl- bzw. Stufengeregelt oder konstant
 - Expansionsventil bei Großanlagen
 - Pumpen Drehzahl geregelt oder konstant
- Abtaumodus

Kenndaten einer Wärmepumpe nach ÖNORM EN 14511

- Leistung
- Leistungszahl (COP)
- Schallwerte:
 - Schalleistung meist bei 7°C Außentemperatur, 35°C Vorlauftemperatur
 - Schalldruckpegel meist in 1,5 m Höhe und 1 m Abstand vom Gehäuse

Typische Werte für ein Einfamilienhaus

- Leistung 6 – 12 kW
- COP ~ 4
- $L_{w,A}$ 42 – 57 dB(A)

Neutralisierte Messergebnisse des AIT Wien und des Fraunhofer Instituts

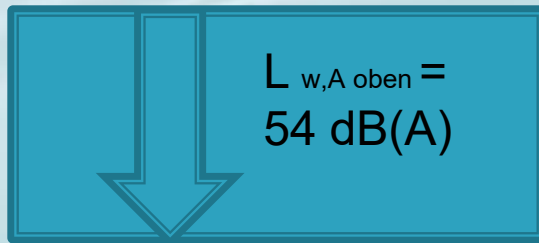
- <https://tucloud.tuwien.ac.at/index.php/s/RyDPPM66cXCyndY>
- Daten beinhalten Schalleistung einer Quadermessung für alle Teilflächen
- Im Moment sind nur sehr laute WP in der Datenbank enthalten

| Side description | Surface | Geometry | Unit surfaces | Measuring distance | Overall dB(A) | Lw at 100 Hz | Lw at 125 Hz | Lw at 160 Hz | Lw at 200 Hz | Lw at 250 Hz | Lw at 315 Hz | Lw at 400 Hz | Lw at 500 Hz | Lw at 630 Hz | Lw at 800 Hz | Lw at 1000 Hz | Lw at 1250 Hz | Lw at 1600 Hz | Lw at 2000 Hz | Lw at 2500 Hz | Lw at 3150 Hz | Lw at 4000 Hz | Lw at 5000 Hz | Lw at 6300 Hz | Lw at 8000 Hz | Lw at 10000 Hz |
|------------------|---------|------------|----------------|--------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | % | | m ² | m | dB(A) | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB | dB |
| Overall | - | Overall | 9,58 | | 64,4 | 57,8 | 60,4 | 60,4 | 57,7 | 56,9 | 62,9 | 59,7 | 60,2 | 55,8 | 54,6 | 52,3 | 52,0 | 52,3 | 48,4 | 45,7 | 43,4 | 42,6 | 43,9 | 45,3 | 45,1 | 44,8 |
| Blind | 100% | Top | 1,19 | 0,50 | 54,3 | 44,9 | 51,5 | 51,7 | 47,9 | 47,6 | 53,1 | 50,7 | 49,7 | 44,9 | 45,0 | 41,7 | 40,9 | 41,6 | 38,4 | 35,3 | 31,1 | 29,7 | 30,5 | 30,2 | 31,6 | 35,8 |
| Fan x2 | 50% | Long side | 3,21 | 0,50 | 58,9 | 52,1 | 57,0 | 54,8 | 53,3 | 52,8 | 56,2 | 54,1 | 55,2 | 51,4 | 50,1 | 46,2 | 45,9 | 46,8 | 42,0 | 38,5 | 35,9 | 32,9 | 30,9 | 35,8 | 35,9 | 37,8 |
| Heat exchanger | 100% | Long side | 3,21 | 0,50 | 59,9 | 54,7 | 55,3 | 55,8 | 52,2 | 51,3 | 57,1 | 54,4 | 54,8 | 51,0 | 50,8 | 48,6 | 48,1 | 48,5 | 44,9 | 42,6 | 40,9 | 40,2 | 42,2 | 43,4 | 42,6 | 41,0 |
| Heat exchanger | 100% | Short side | 0,99 | 0,50 | 55,5 | 48,4 | 47,2 | 50,4 | 48,0 | 45,5 | 57,4 | 51,3 | 50,2 | 45,7 | 44,0 | 40,8 | 42,9 | 42,8 | 39,4 | 35,7 | 30,7 | 29,1 | 27,0 | 29,3 | 31,0 | 35,2 |
| Blind | 100% | Short side | 0,99 | 0,50 | 56,5 | 46,2 | 47,8 | 52,1 | 49,2 | 48,7 | 54,2 | 51,8 | 53,2 | 46,9 | 48,7 | 44,2 | 43,3 | 42,2 | 38,5 | 37,2 | 36,0 | 35,8 | 36,7 | 38,6 | 39,0 | 36,8 |

Beispiel einer gemessenen Wärmepumpe

- Schalleistung der Wärmepumpe gemessen mit SI Sonde
- $L_{w,A \text{ Gesamt}} = 60 \text{ dB(A)}$ $\Delta L_{w,A}$ bezogen auf $L_{w,A \text{ Gesamt}}$

$$L_{w,A \text{ hinten}} = 53 \text{ dB(A)}$$



$$L_{w,A \text{ vorne}} = 56 \text{ dB(A)}$$

$$\Delta L_{w,A \text{ hinten}} = -7 \text{ dB}$$

$$\Delta L_{w,A \text{ Seiten}} = -10 \text{ dB}$$



$$\Delta L_{w,A \text{ vorne}} = -4 \text{ dB}$$

Beispiel eines Klimagerätes

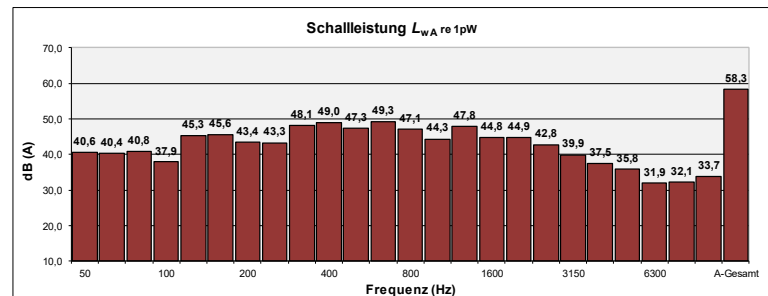


- LG MU4R25 U22
- $L_{w,A} = 66 \text{ dB(A)}$ bei 35°C laut Datenblatt
- $L_{w,A} = 58 \text{ dB(A)}$ bei 30°C Messung bei max. Betrieb
- Richtwirkung +/- 1dB
- $L_{p,A} = 58 \text{ dB} - 5 \text{ dB} - 20 \times \lg(2,5) = 45 \text{ dB}$
- Schalleistung bei 30°C deutlich niedriger, als bei 35°C !!!

Schalleistungspegel L_{wA}^* : 58 dB

*re 1pW

| Teilleistungen | Fläche | Teilleistungen |
|----------------|--------------------------|-----------------|
| Vorn | 1,1 m ² | 54 dB(A) |
| Links | 0,8 m ² | 53 dB(A) |
| Rechts | 0,8 m ² | 52 dB(A) |
| Oben | 1,1 m ² | 48 dB(A) |
| Gesamt | 3,8 m² | 58 dB(A) |



| | Winkel | $L_{p,A}$ 2,5 m | RW |
|--------|--------|-----------------|------|
| rechts | -90 | 44,2 | -0,8 |
| | -45 | 45 | 0 |
| | 0 | 45 | 0 |
| | 45 | 43,9 | -1,1 |
| links | 90 | 45,9 | 0,9 |

Gesetzliche / rechtliche Anforderungen

- ÖNORM S 5021 Widmungsbasispegel
- Gesetzliche Grenzwerte z.B. Tirol, Burgenland
- OIB Richtlinie 5 / 2023 nicht umgesetzt
 - Grenzwerte an Grundstücksgrenze und an Fenstern und Fassade anderer Wohneinheiten am eigenen Grundstück
 - Einheitliche Regelung wäre hilfreich

5 Schutz vor Schallimmissionen von technischen Anlagen für die Konditionierung von Gebäuden bei Übertragung im Freien

5.1 Anwendungsbereich

Die Anforderungen gemäß Punkt 5.2 gelten für technische Anlagen für die Konditionierung von Gebäuden.

5.2 Anforderungen

5.2.1 Entsprechend der Umgebungssituation (Kategorie 1 bis 3) sind folgende Anforderungen einzuhalten, wobei die Kategorien 1 bis 3 durch die Bundesländer festzulegen sind.

5.2.2 Technische Anlagen für die Konditionierung von Gebäuden oder Teilen von Gebäuden sind so zu dimensionieren, zu errichten und zu betreiben, dass die energieäquivalenten Dauerschallpegel (kein zeitbewerteter Pegel) der Anlagengeräusche in der jeweiligen Betriebsart an der Nachbargrundstücksgrenze als auch an Fenstern und Außentüren von Aufenthaltsräumen anderer Wohneinheiten auf dem eigenen Grundstück die Werte nachstehender Tabelle nicht übersteigen:

5.2.3 Werden diese technischen Anlagen in den verschiedenen Tageszeitabschnitten in unterschiedlichen Betriebsarten eingestellt, gelten die Anforderungen in der jeweiligen Betriebsart. Trifft dies nicht zu, so gelten die Anforderungen für den Vollbetrieb.

| Kategorie | Tag 6:00 Uhr bis 19:00 Uhr | Abend 19:00 Uhr bis 22:00 Uhr | Nacht 22:00 Uhr bis 6:00 Uhr |
|---------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1 Kategorie 1 | 40 dB | 35 dB | 30 dB |
| 2 Kategorie 2 | 45 dB | 40 dB | 35 dB |
| 3 Kategorie 3 | 50 dB | 45 dB | 40 dB |

5.2.4 In ruhiger Lage (z.B. in Innenhöfen, an schall- und verkehrsabgewandten Nachbargrundstücksgrenzen, an schallabgewandten Gebäudeteilen) sind die Werte gemäß Zeile 1 der o.a. Tabelle heranzuziehen.

5.2.5 Mehrere technische Anlagen für die Konditionierung von Gebäuden auf einem Grundstück sind als eine gesamte Anlage zu betrachten.

5.2.6 Die in obiger Tabelle festgelegten Grenzwerte dürfen überschritten werden, wenn der nach dem Stand der Technik an der für die Beurteilung an den maßgebenden Immissionsorten ermittelte Basispegel bei gleichzeitiger Einwirkung des Dauergeräusches der technischen Anlage um nicht mehr als 3 dB angehoben wird.

Nachweis

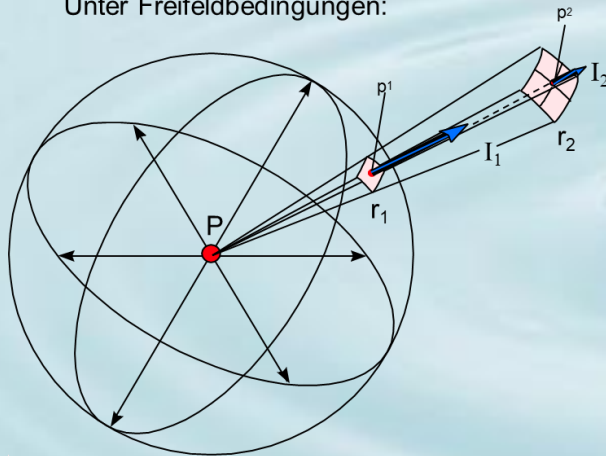
- Erfolgt meist rechnerisch
- Fallweise auch messtechnisch
- Manche Bundesländer bieten einfache Formulare und Merkblätter, wie z.B. Kärnten

Schalldruck / Schalleistung

- Schalleistung ist unabhängig vom Aufstellungsort
- Bei Schalldruckpegel muss immer der Abstand und die Bedingungen / Aufstellung angegeben werden

→

Unter Freifeldbedingungen:



$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{p^2}{\rho c}$$

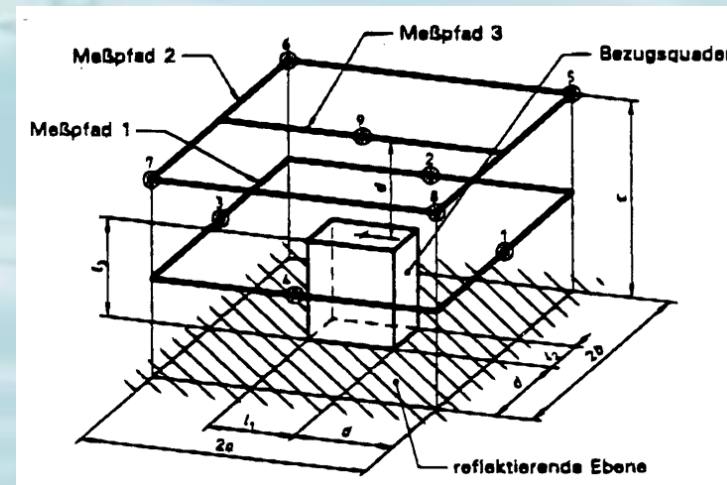
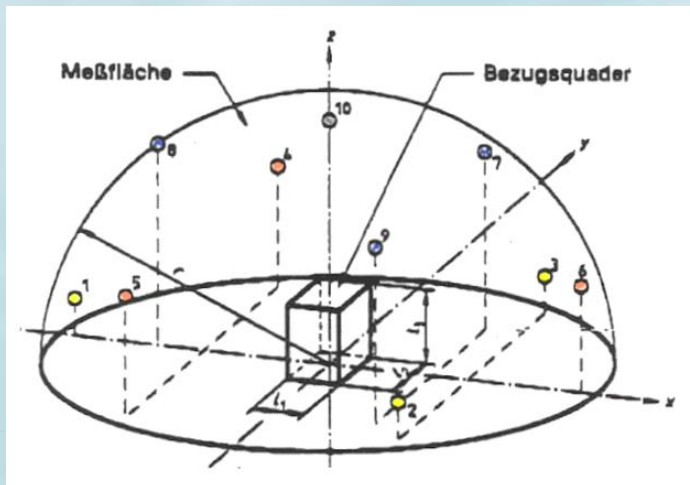
Leistung: P [W]

Intensität: I [J/s/m²] = W/m²

Druck: p [Pa = N/m²]

Bestimmung der Schalleistung

- ÖNORM EN ISO 3744
 - Messung basierend auf Schalldruckmethode
 - Hüllfläche
 - Messung des Schalldruckpegels
 - Raumkorrektur mit Referenzschallquelle
 - Ergebnis Schalleistung meist ab 100 Hz



Bestimmung der Schalleistung

- ÖNORM EN ISO 9614-2 bzw. ÖNORM EN ISO 9614-3
 - Messung basierend auf Schallintensität
 - Hüllfläche
 - Abstreichen der Hüllfläche mit SI Sonde
 - Ergebnis ist Schalleistung ab 50 Hz im Freifeld

Bestimmung der Schalleistung

- ÖNORM EN ISO 9614-2
- Auch große Anlagen können gemessen werden
- Ergebnis ab 50 Hz
- Hotspots können bestimmt werden



Aufstellungsort

- Schalleistung ist unabhängig vom Aufstellungsort
- Bei Schalldruckpegel muss immer der Abstand und die Bedingungen / Aufstellung angegeben werden

- Bei einfacher Halbkugelausbreitung

$$L_{p,A} = L_{w,A} - 20 \times \lg(d) + L_z - 8$$

L_z berücksichtigt Aufstellung
 d Abstand

- 6 dB Abnahme bei Verdoppelung des Abstandes



Aufstellung allseitig frei: Zuschlag (A): $L_z = 0$ dB



Aufstellung an einer Wand (einseitig): Zuschlag (B): $L_z = 3$ dB



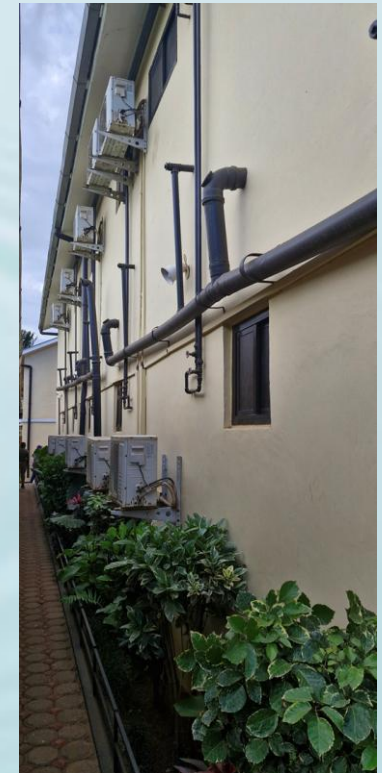
Aufstellung in einer Ecke (zweiseitig): Zuschlag (C): $L_z = 6$ dB

Quelle: Leitfaden Schallschutz haustechnischer Anlagen Magistrat Wien

- „Schallrechner“ von Wärmepumpe-Austria berücksichtigt Schalldaten der Wärmepumpe und berechnet nach obiger Formel
<https://www.waermepumpe-austria.at/schallrechner>

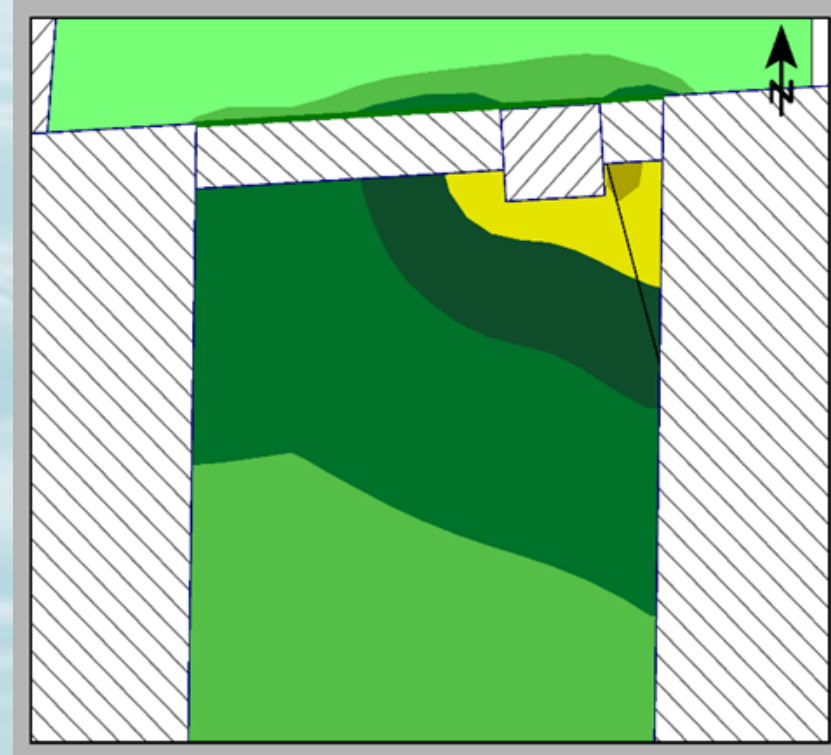
Aufstellungsort

- Andere Länder andere Sitten



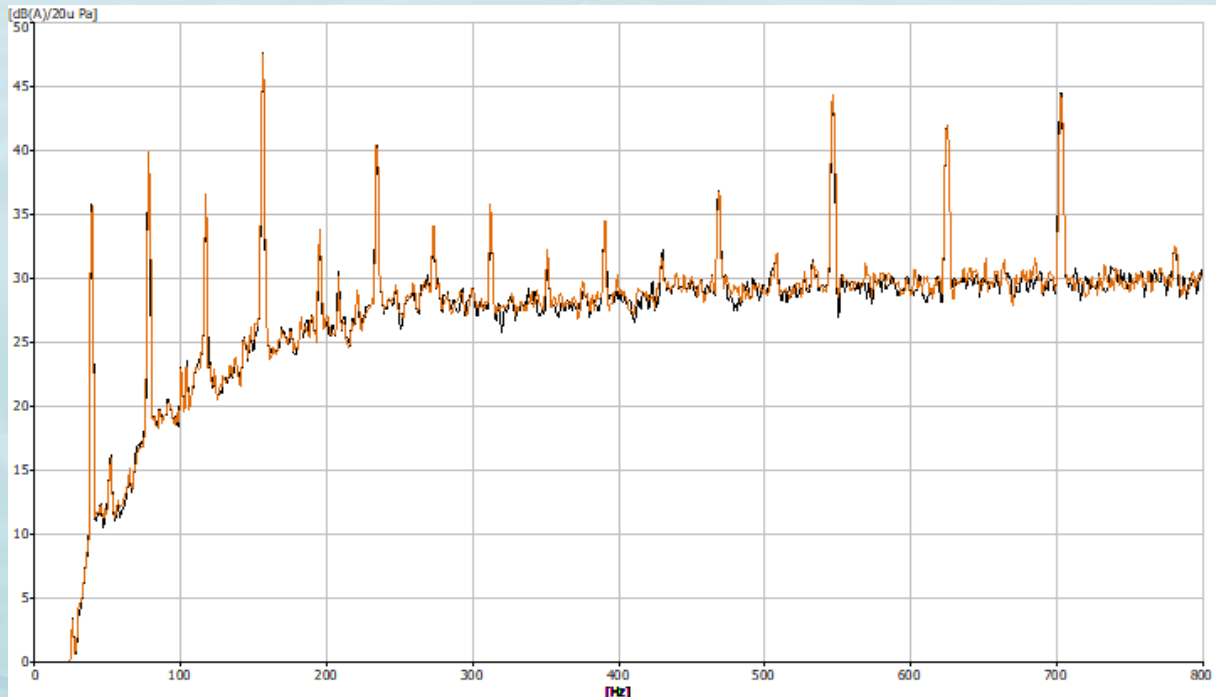
Schallausbreitung

- Betrieb mehrerer Geräte bzw. Aufstellung in Innenhöfen erfordern meist eine Schallausbreitungsberechnung nach (ÖAL28 bzw.) ÖNORN EN ISO 9613-2
- Ergebnis Rasterlärmkarte mit Immissionspegeln



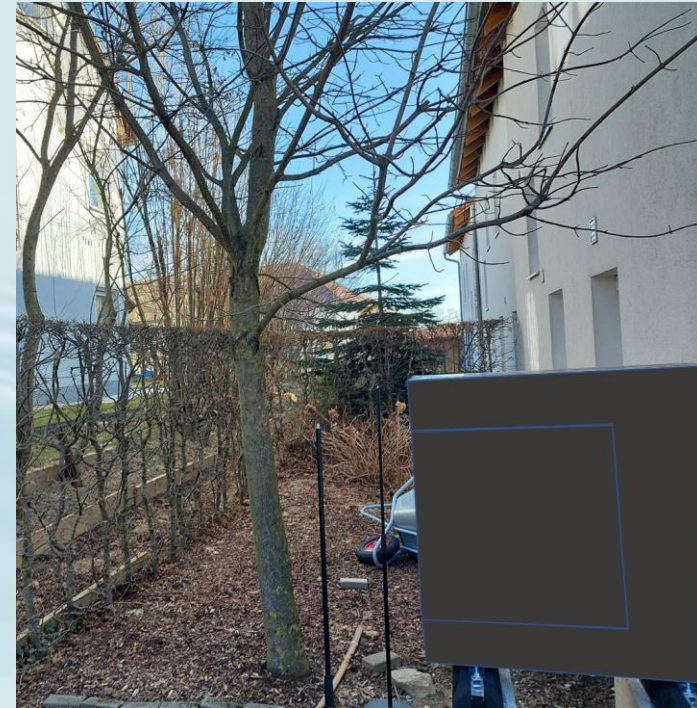
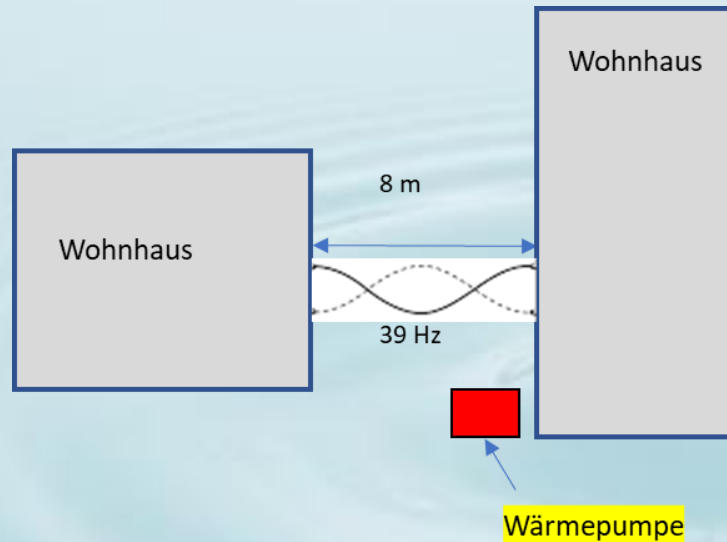
Beispiel 1 tieffrequenter Lärm

- Beschwerde tieffrequenter Lärm bei 39 Hz und Vielfachen
- 39 Hz, 78 Hz, 117 Hz, 156 Hz, ...



Beispiel 1 tieffrequenter Lärm

- 2 Wohnhäuser mit paralleler Fassade

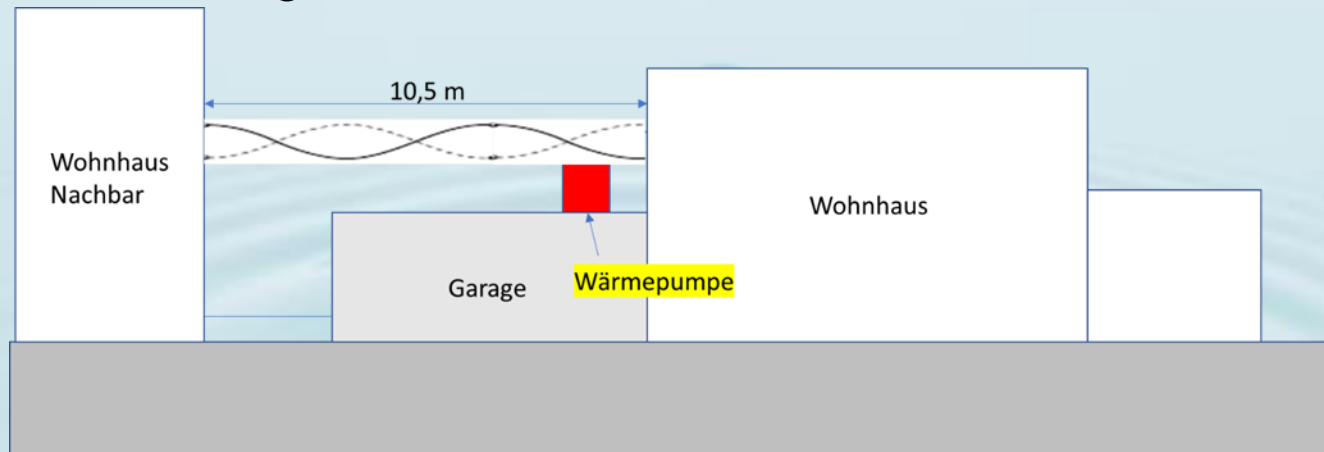


- Stehende Welle (Resonanz) bei 39 Hz und Vielfachen
- 78 Hz war Vorzugsdrehzahl bei höherer Leistung
- Schalldämmgehäuse brachte keine Verbesserung
- Lösung andere Position bzw. anderes Modell

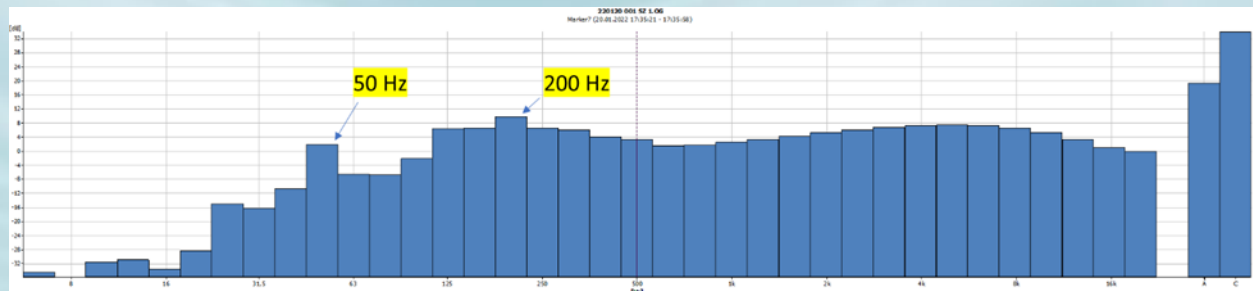
A step to a silent future

Beispiel 2 tieffrequenter Lärm

- Dachaufstellung auf Garage, Inneneinheit mit Kompressor steht in Garage



- Messung im Schlafzimmer zeigt höhere Pegel bei 50 Hz und 200 Hz

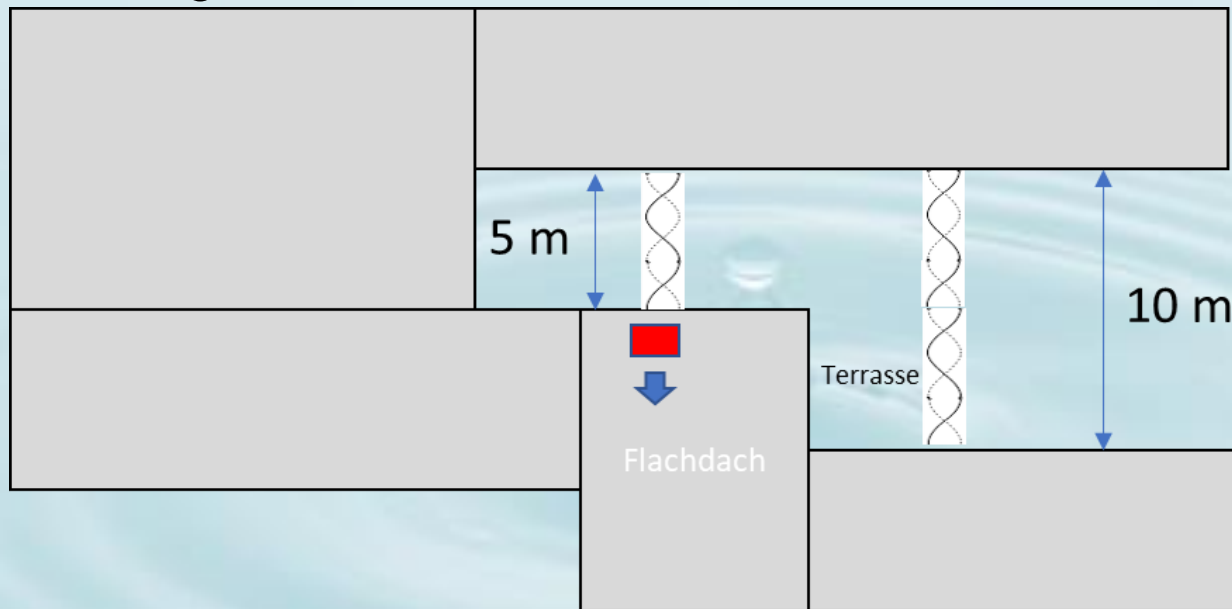


Beispiel 2 tieffrequenter Lärm

- Die Wellenlänge bei 50 Hz beträgt ~ 7 m. Es passen 1,5 Wellenlängen, gleich 10,5 m, zwischen die Fassaden.
- Im konkreten Fall war die Lüfterdrehzahl variabel, aber der Kompressor lief fix mit 50 Hz. Der Kompressor war in der Inneneinheit, die in der Garage platziert. Pulsationen werden über die Leitung und das Medium in den Verdampfer übertragen
- Das Ergebnis wurde mit einem Lautsprecher verifiziert und andere Positionen ausprobiert.

Beispiel 3 Dachaufstellung einer Wärmepumpe

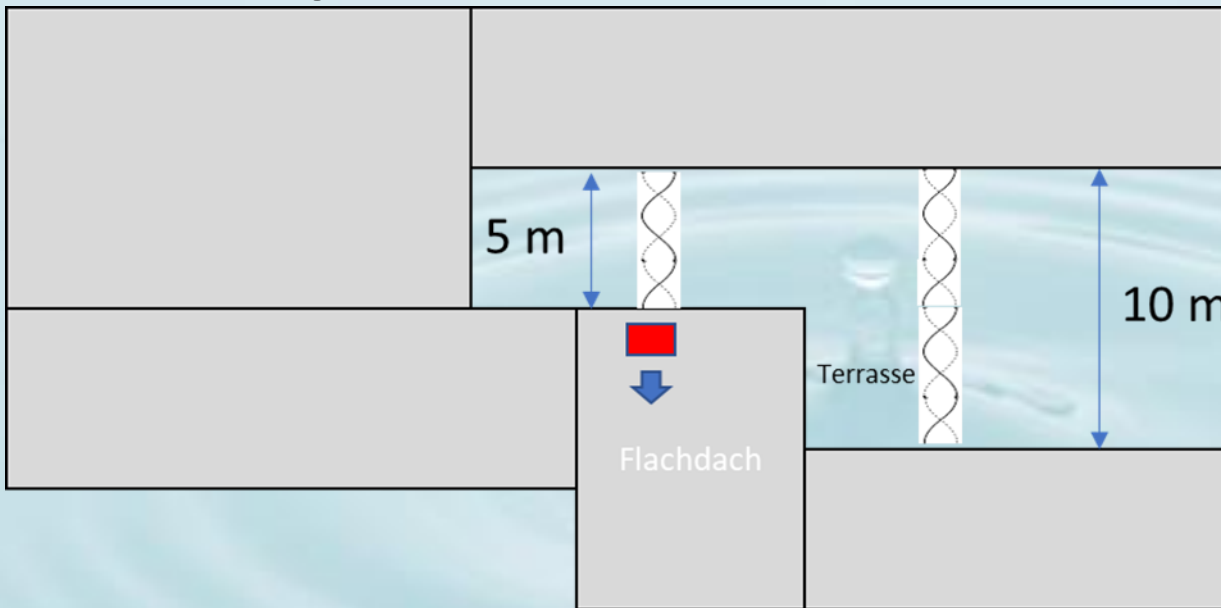
- Messungen im Hof



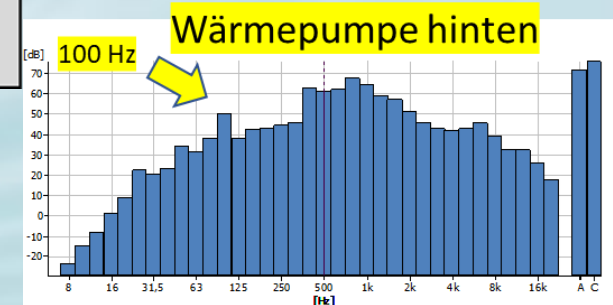
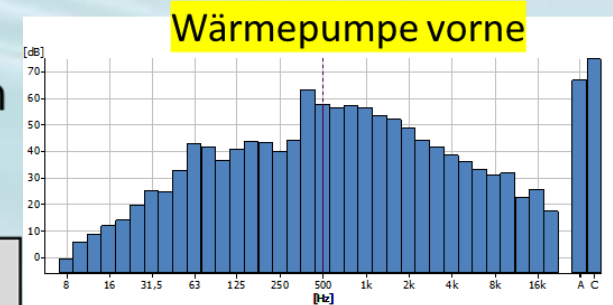
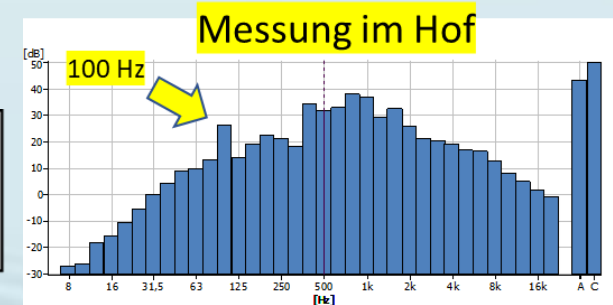
- Resonanzen bei 100 Hz

Beispiel 3 Dachaufstellung einer Wärmepumpe

- Messungen im Hof

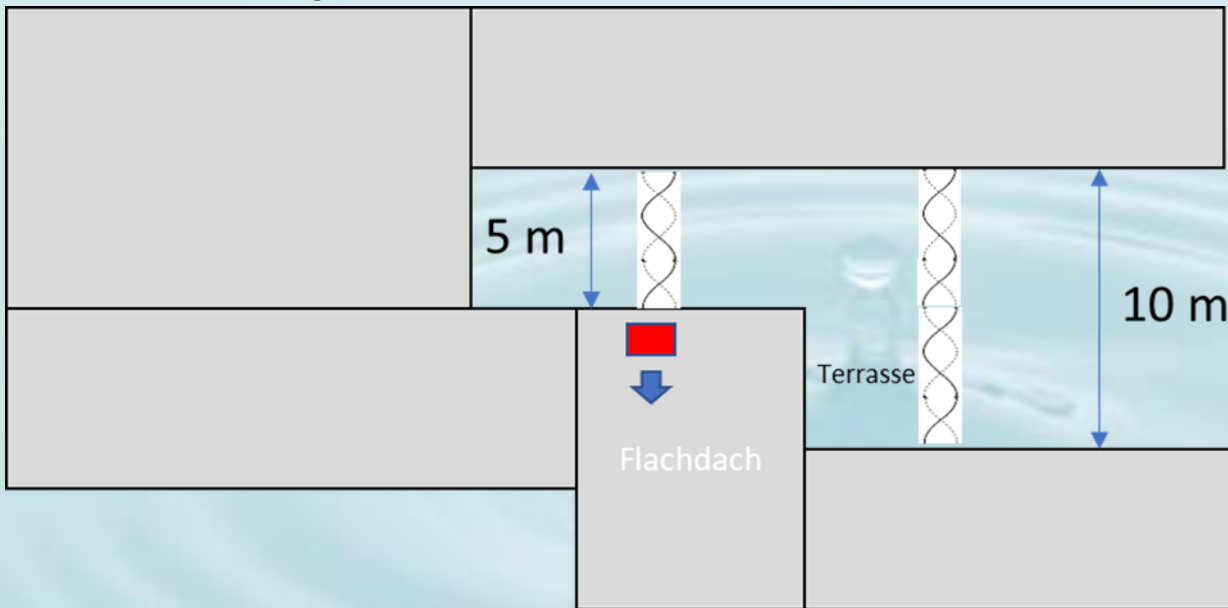


- Resonanzen bei 100 Hz



Beispiel 3 Dachaufstellung einer Wärmepumpe

- Messungen im Hof

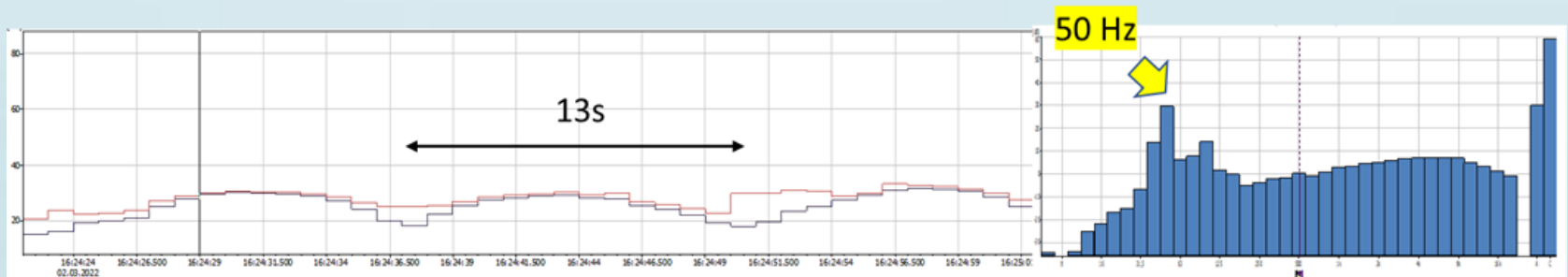


- Lösung andere Position, **anderes Gerät!!!**



Beispiel 3 Dachaufstellung einer Wärmepumpe

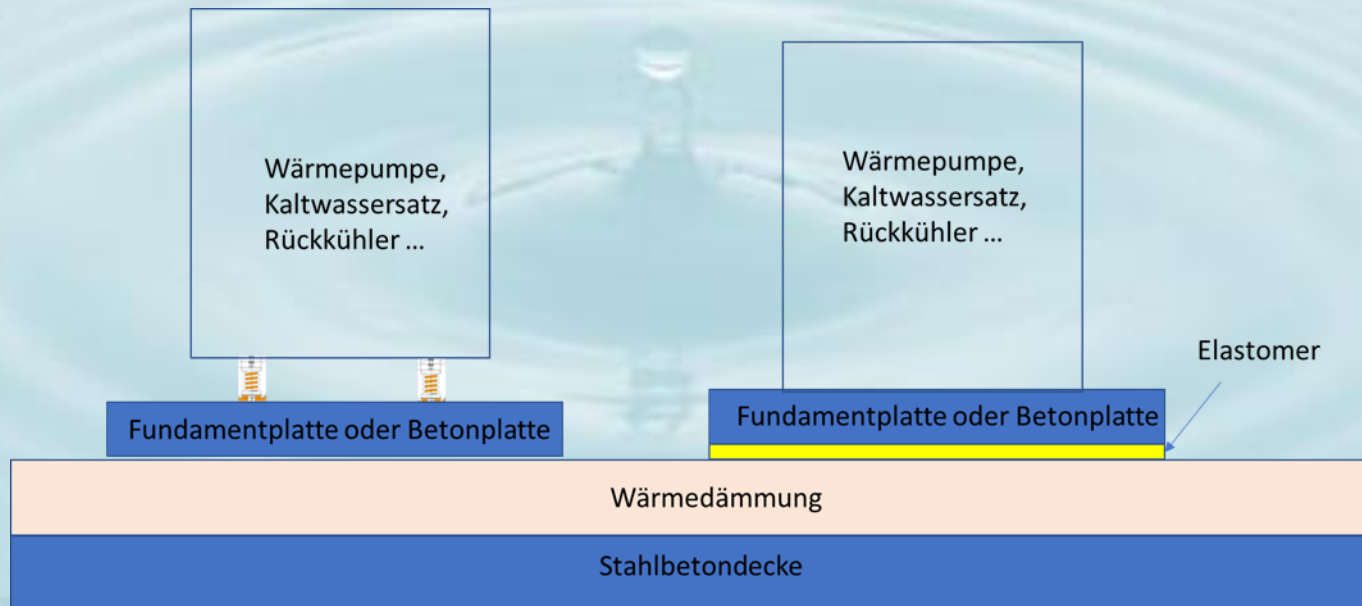
- Messung im Schlafzimmer



- Schwebung bei 50 Hz
- Ursache 2 Kompressoren bei großer Wärmepumpe. Die Kompressoren laufen nie mit gleicher Drehzahl.
- Das Phänomen kann auch bei großen Rückkühlern mit vielen Ventilatoren auftreten.

Beispiel 4 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Entkoppelung

- Entkoppelung mit Feder oder Elastomer
- Resonanzfrequenz im Bereich 10 Hz oder niedriger
- Lösung mit Elastomer erhöht auch die Luftschalldämmung!!!



Beispiel 4 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Entkoppelung

- Schrauben dürfen seitlich nicht an Platte anstehen!!!



Beispiel 4 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Entkoppelung

- Entkoppelung mit Stahlrahmen auf Federn
- Leitungsstützen sind auf Rahmen montiert

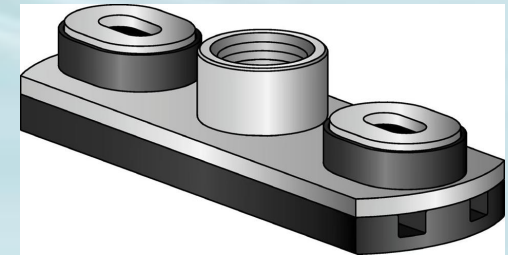


Beispiel 4 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Entkoppelung

- Entkoppelung mit Federn auf Stahlrahmen ohne Fundament reicht bei großen Anlagen oft nicht aus
- Schalldruckpegel unter dem Gerät 70 dB(A)
- R_w Stahlbetondecke bei 50 Hz ~ 44 dB
- Erhöhung der Luftschalldämmung mit Elastomer gelagerten Betonplatten



Beispiel 4 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Entkoppelung



Untergrundanbindung MGS2-1 der Fa. HILTI

A step to a silent future

Beispiel 4 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Entkoppelung

- Entkoppelung mit Federn in Schalldämmgehäuse



Beispiel 5 Dachaufstellung einer Wärmepumpe, Luftschall

- 2 große Wärmepumpen mit je 500 kW stehen auf Stahlgerüst am Dach eines Heizwerkes

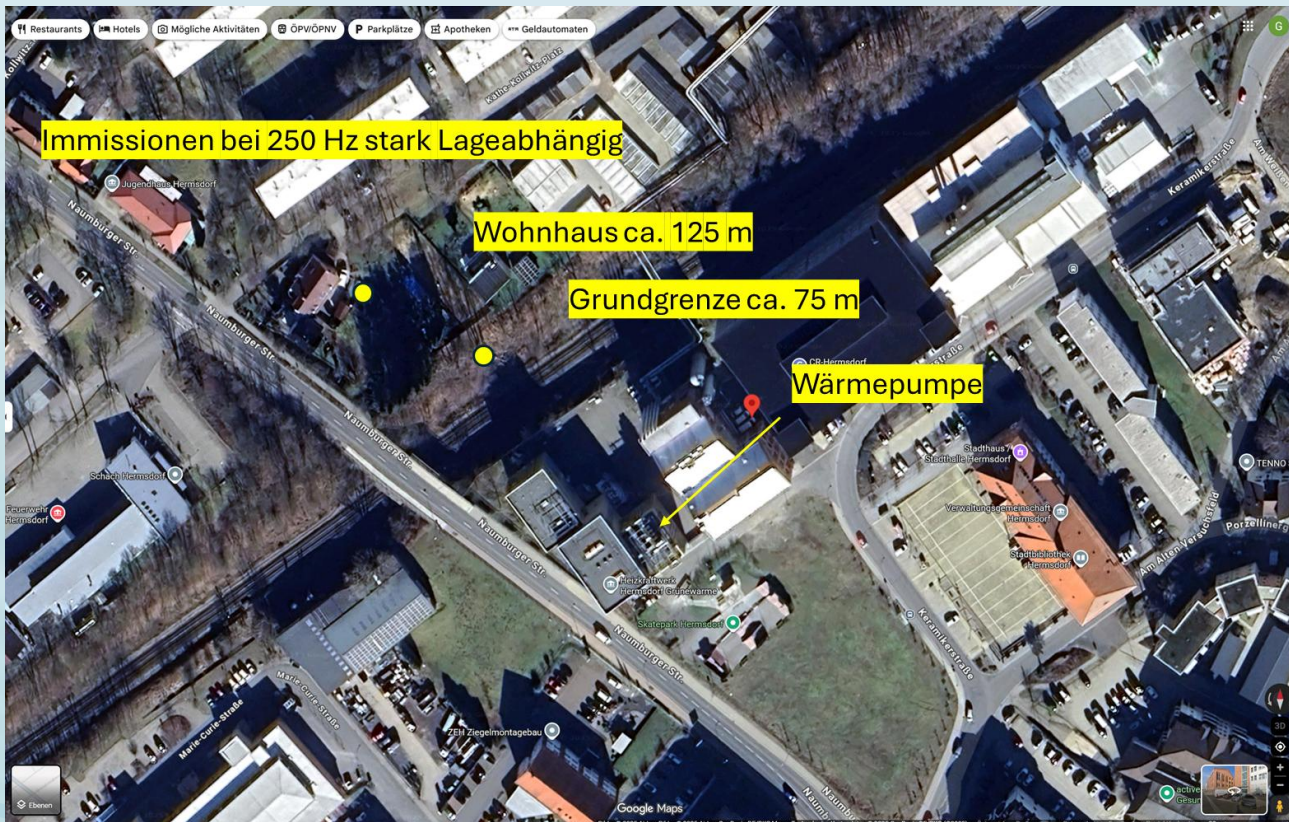


Beispiel 5 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Luftschall

- In ca. 75 m an der Grundstücksgrenze, bzw. 125 m bei Wohnhaus hört man den Kompressor bei 250 Hz
- Immission ist Standortabhängig
- Beanstandung in D nach TA Lärm. Beurteilung erfolgt nach Flächenwidmung mit
- Tonzuschlag 6 dB lt. GA



Beispiel 5 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Luftschall



Beispiel 5 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Luftschall

- Schirmung mit Blechen zeigt Verbesserung



Beispiel 5 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Luftschall

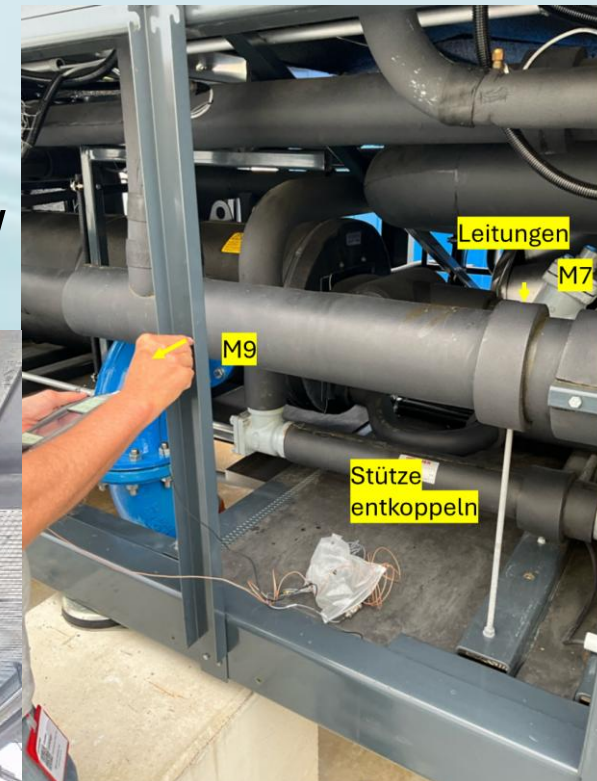


A step to a silent future

Quelle: Google Maps

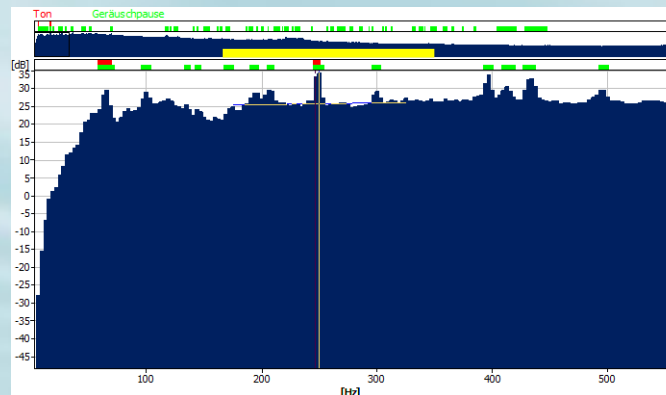
Beispiel 5 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Luftschall

- Messung der Körperschallübertragung
- Entkoppelung der wesentlichen Lagerungen der Leitungen
- Vibrationen am Stahlrahmen werden auf Blechteile außen übertragen
- Schalldämmung unten mit Stahlplatten und MW
- Ergebnis $L_{w,A} \sim 90 \text{ dB(A)}$
- 8 dB Verbesserung
- Das Gerät ist nun eines der leisesten seiner Klasse !!!



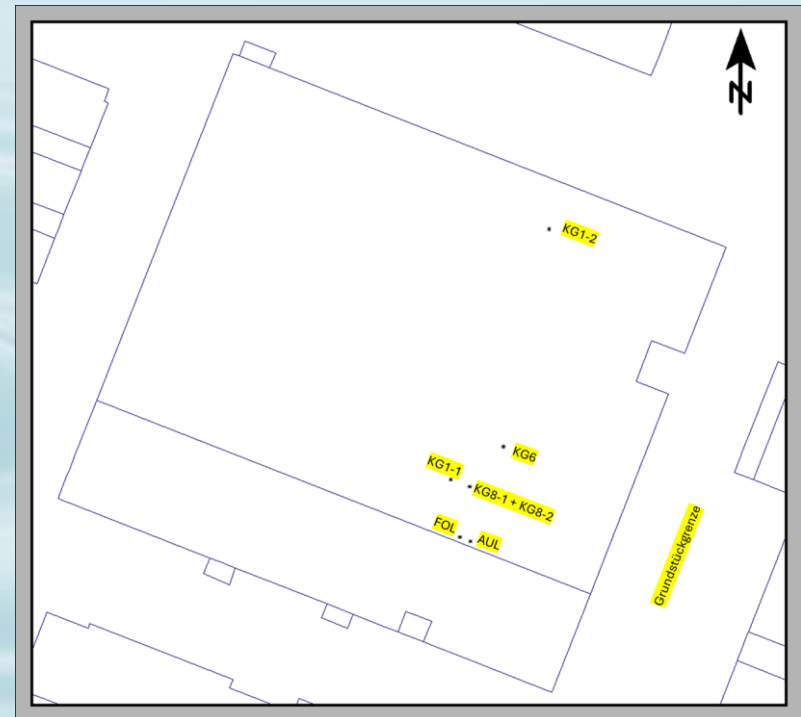
Beispiel 5 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Luftschall

- Tonzuschlag nach ISO 1996:2007, DIN 45681
- Tonaler Pegel in Relation des Umgebungslärms ohne Ton (Maskierungspegel) mit kritischer Bandbreite von 100 Hz
- Zuschlag 0 – 6 dB
- Messung Umgebungslärm in der Nacht, hohe Pegel durch Verkehrslärm
- Zuschlag reduzierte sich auf 0 dB
- Prognose im Vorfeld nicht möglich!!!



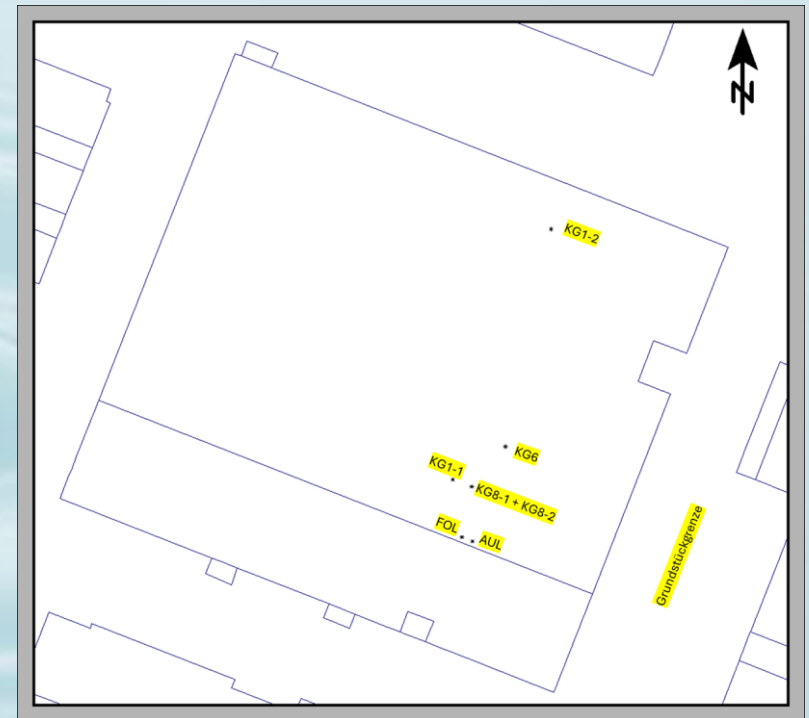
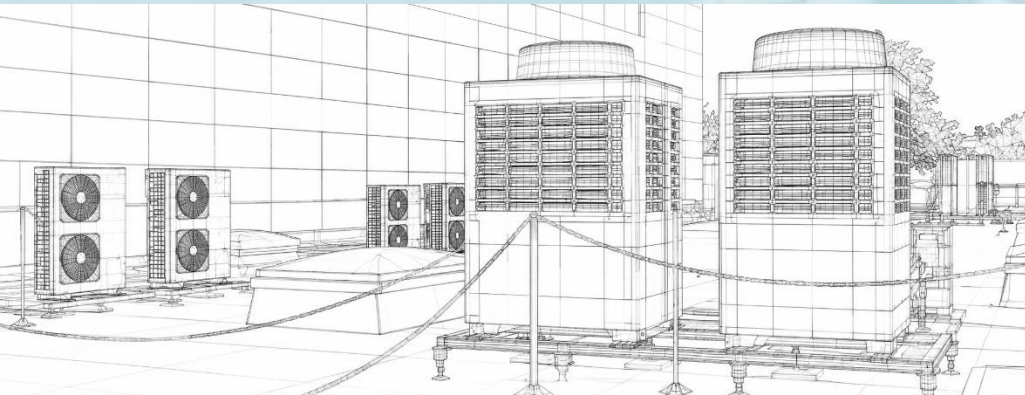
Beispiel 6 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Luftschall

- Klimageräte Aufstellung auf Hallendach einer ehemaligen Werkstätte, Nutzung als Schulungszentrum
- Leise Umgebung
- Bürogebäude in der Nachbarschaft
- Erfüllung der Anforderungen des Basipegels am Tag von 41 dB
- Immissionspegel an Gstkgr 44 dB
- Maßnahmen nötig!!!



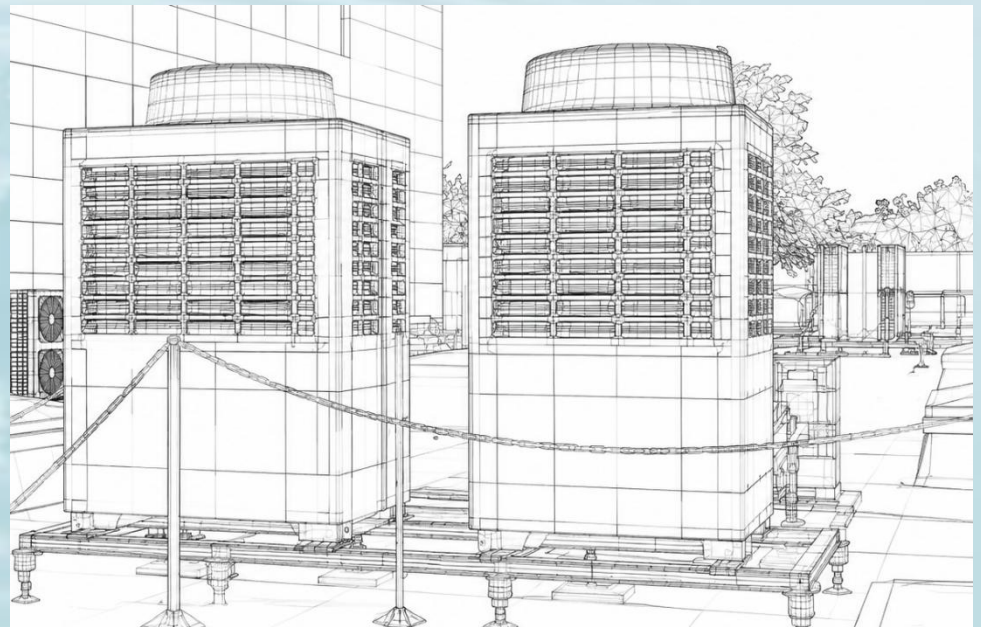
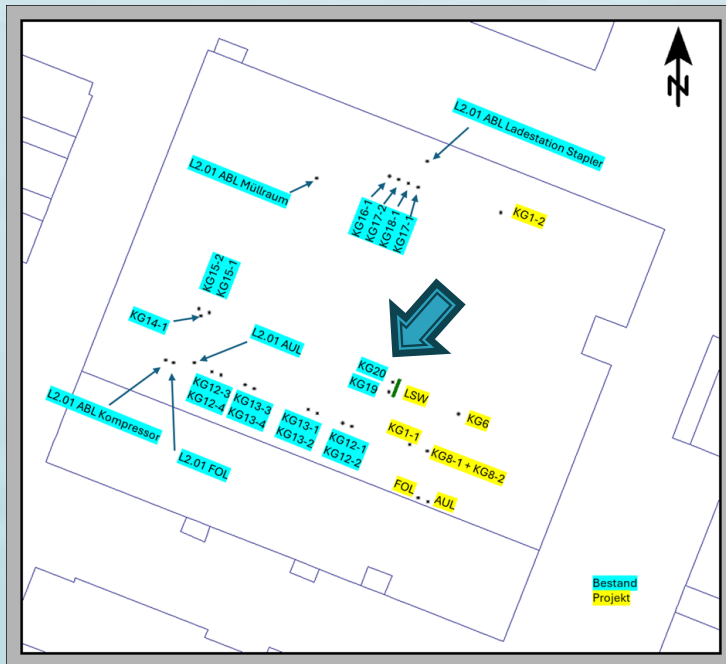
Beispiel 6 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Luftschall

- Weitere Geräte am Dach



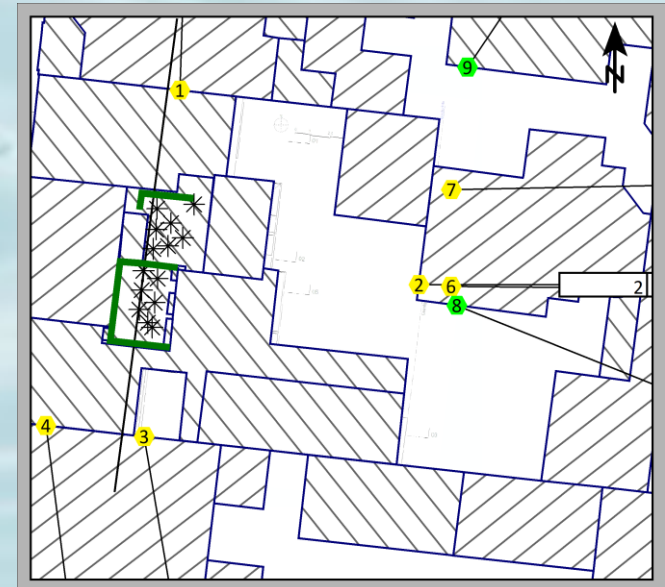
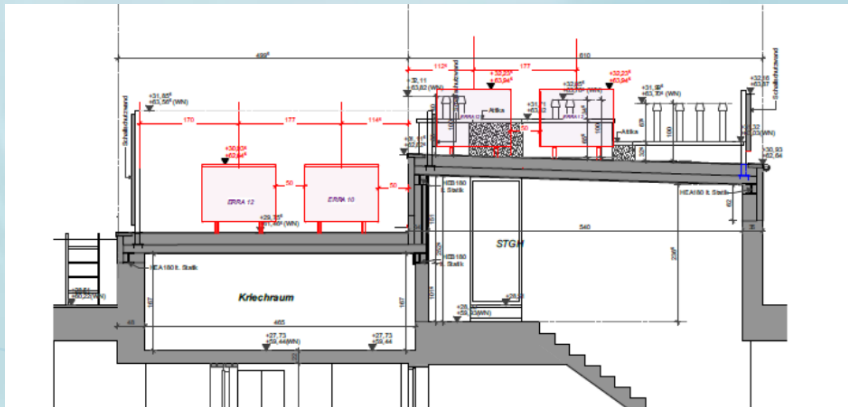
Beispiel 6 Dachaufstellung Klimageräte / Luftschall

- Große Anzahl an genehmigten Geräten am Dach
- 2 dominierende Schallquellen



Beispiel 7 Dachaufstellung WHA

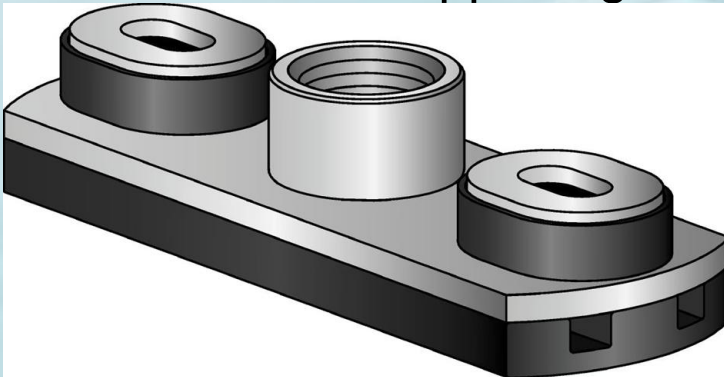
- Große Anzahl an Geräten am Dach auf mehreren Ebenen
- Maßgeblich Immission auf Emissionsebene
- Ausnützen von Schirmung von Fängen, LSW, Absorber an Wand
- Nachtmodus, abgesenkter Betrieb oft hilfreich, aber oft nicht verfügbar



A step to a silent future

Beispiel 8 Dachaufstellung Rückkühler, Hotel

- Rückkühler am Dach, WP im Keller
- Viele Lüfter, massive Leitungen
- In Zimmer darunter bzw. in Nähe des Schachtes tieffrequentes Brummen hörbar
- Am stärksten bei Kopfposition im Bett
- Entkoppelung des RK mit Federn bzw. Element von Hilti zur Entkoppelung der Leitungen



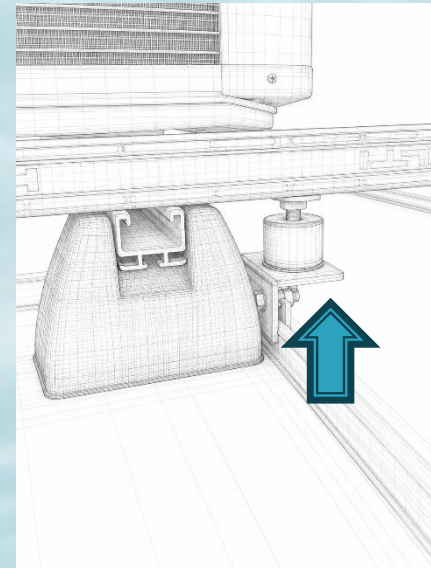
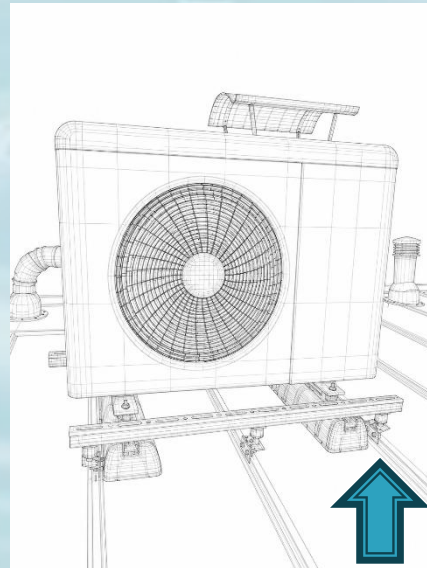
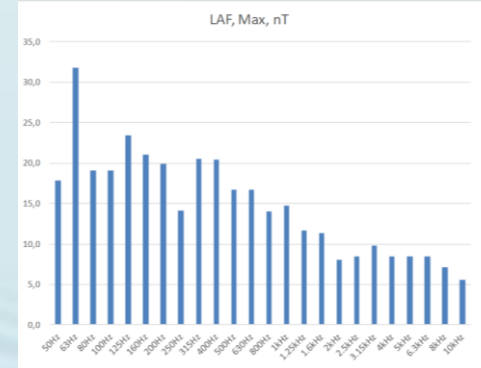
Untergrundanbindung MGS2-1 der Fa. HILTI

A step to a silent future



Beispiel 9 Dachaufstellung WP auf Flachdach

- Blechdach, Leichtkonstruktion
- Aufstellung auf Flachdach
- Im Wohnraum darunter Brummen
- Ursache Kompressor der WP
- Unzureichende Entkoppelung
- Abhören mit Stethoskop



Schalldämmgehäuse

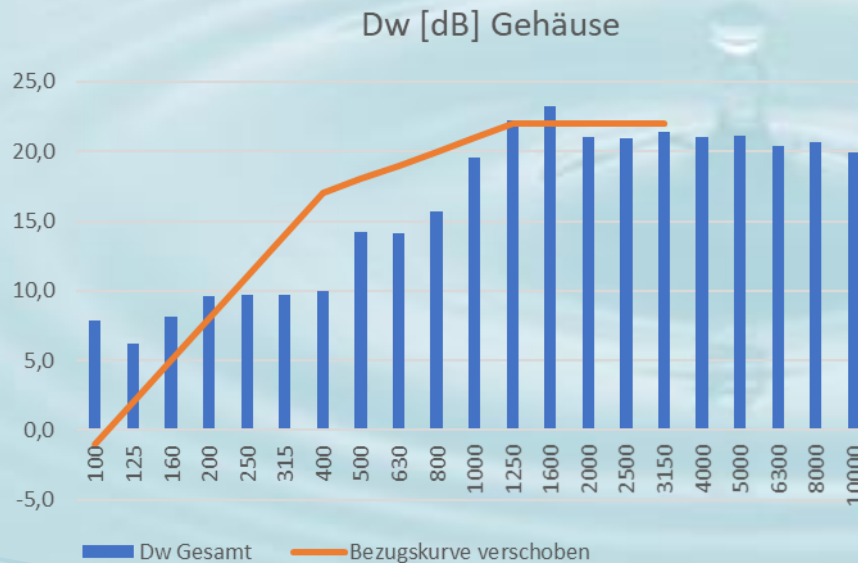
- Ein Schalldämmgehäuse reduziert den Lärm
- Kenngröße D_w Schalleistungsminderung
- Messung mit Beschallung mit und ohne Schalldämmgehäuse nach ÖNORM EN ISO 11546-1



Quelle: Kellner Engineering GmbH

Schalldämmgehäuse

- D_w Schalleistungsminderung
- Ergebnis ist frequenzabhängig
- Einzahlwert wird als D_w bzw. $D_w + C_{tr}$ entsprechend ÖNORM EN ISO 717-1 angegeben.

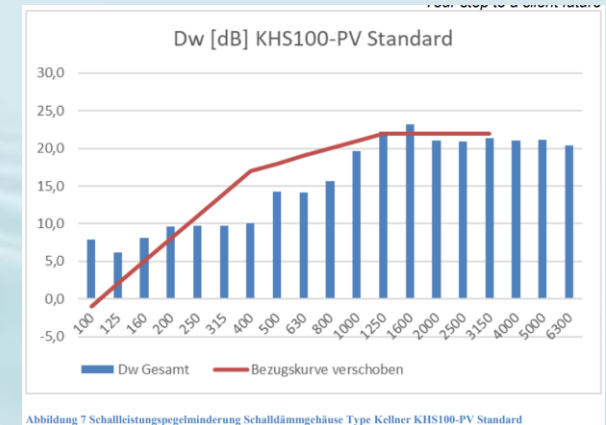


Quelle: Kellner Engineering GmbH

Schalldämmgehäuse

- D_w Schalleistungsminderung ist für jede Fläche angegeben

| Dw [dB] KHS100-PV Standard | | | | | | |
|----------------------------|--------|-------|-------|--------|--------|------|
| Frequenz (Hz) | Gesamt | vorne | links | hinten | rechts | oben |
| 125 | 7,3 | 7,2 | 5,6 | 8,5 | 7,5 | 9,1 |
| 250 | 9,7 | 6,0 | 11,6 | 6,7 | 13,7 | 15,0 |
| 500 | 12,3 | 9,5 | 16,0 | 10,0 | 16,2 | 17,5 |
| 1000 | 18,3 | 15,7 | 18,1 | 15,2 | 17,4 | 28,5 |
| 2000 | 21,6 | 18,5 | 25,4 | 18,2 | 24,2 | 32,8 |
| 4000 | 21,2 | 17,4 | 23,6 | 18,2 | 23,7 | 33,5 |
| 8000 | 20,4 | 16,1 | 23,6 | 16,8 | 25,7 | 35,0 |
| D_w Mittelwert | 18,6 | 15,3 | 21,6 | 15,5 | 21,4 | 30,0 |
| D_{ww} 0,1 dB | 18,2 | 15,2 | 20,5 | 15,2 | 20,7 | 25,8 |
| D_{ww} | 18,0 | 15,0 | 20,0 | 15,0 | 20,0 | 25,0 |
| C | -1,0 | -1,0 | -2,0 | -1,0 | -1,0 | -2,0 |
| Ctr | -3,0 | -3,0 | -4,0 | -3,0 | -4,0 | -5,0 |



- Im Schalldämmgehäuse sind Freifeld Bedingungen
- Kennt man die Abstrahlung des Gerätes kann damit direct gerechnet werden. Meist Messung nötig
- Kennt man die Schalleistung eines Gerätes, kann vereinfacht die Schalleistung auf die einzelnen Flächen aufgeteilt werden

Schalldämmgehäuse

- $L_{w,A WP, vorne} = L_{w,A WP} + 10 \times \lg (A_{vorne} / A_{Gesamt})$
- $L_{w,A WP, links} = L_{w,A WP} + 10 \times \lg (A_{links} / A_{Gesamt})$
- $L_{w,A WP, hinten} = L_{w,A WP} + 10 \times \lg (A_{hinten} / A_{Gesamt})$
- $L_{w,A WP, rechts} = L_{w,A WP} + 10 \times \lg (A_{rechts} / A_{Gesamt})$
- $L_{w,A WP, oben} = L_{w,A WP} + 10 \times \lg (A_{oben} / A_{Gesamt})$

- $L_{w,A WP SDG, vorne} = L_{w,A WP, vorne} - D_{w, vorne}$
- $L_{w,A WP SDG, links} = L_{w,A WP, links} - D_{w, links}$
- $L_{w,A WP SDG, hinten} = L_{w,A WP, hinten} - D_{w, hinten}$
- $L_{w,A WP SDG, rechts} = L_{w,A WP, rechts} - D_{w, rechts}$
- $L_{w,A WP SDG, oben} = L_{w,A WP, oben} - D_{w, oben}$

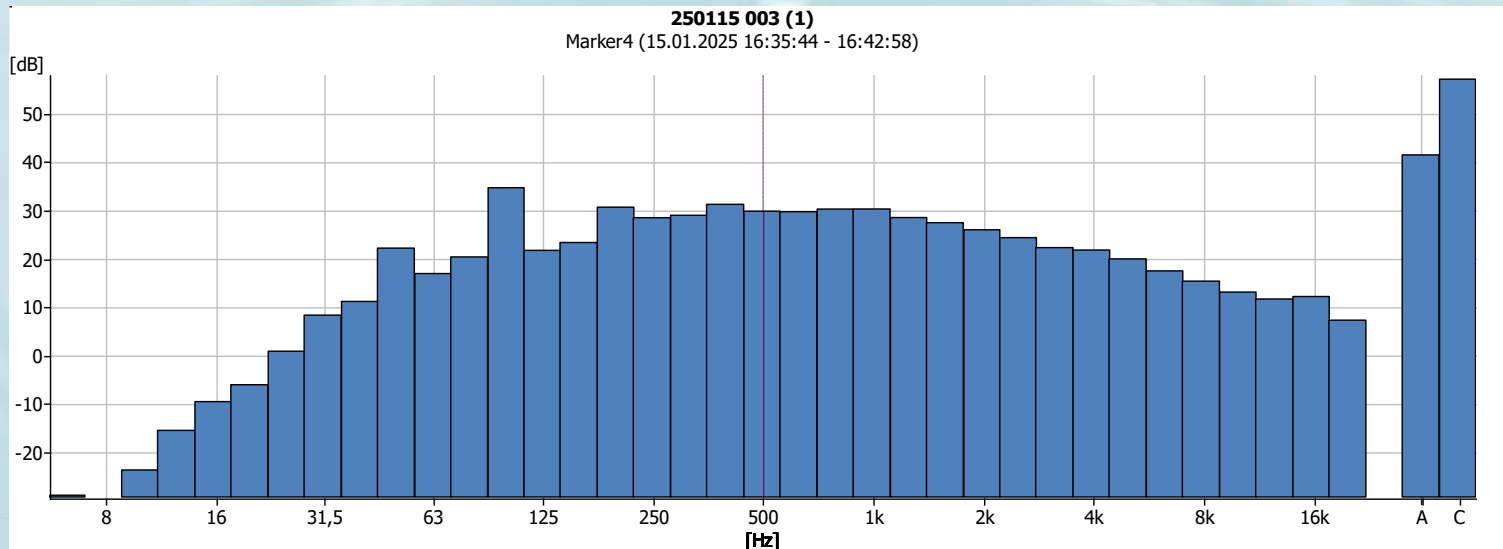
Quelle: Kellner Engineering GmbH

Berechnung Wärmepumpe + Schalldämmgehäuse

- Schalleistung $L_{w,A}$ meist nur als Einzahl verfügbar
- D_w Schalleistungsminderung als Einzahl oder Spektrum verfügbar
- Empfehlung Verwendung von C_{tr} :
- $L_{w,A WP + SDG} = L_{wA WP} - D_w + C_{tr}$
- Wünschenswert wäre eine Herstellerangabe der Spektren
- Alternativ eine „ C_{WP} “ Bewertung für Wärmepumpen

Berechnung Wärmepumpe + Schalldämmgehäuse

- Achtung: Wenn Kompressor Geräusch dominiert, dann ist oft mit keiner nennenswerten Verbesserung zu rechnen.
- Auf Entkoppelung zwischen Wärmepumpe und Gehäuse ist zu achten



Zusammenfassung - Ausblick

- Wärmepumpen sind ein effizientes System zur Wärmegewinnung
- Bandbreite an verfügbaren Wärmepumpen ermöglicht Aufstellung auch in leisen Gegenden, schmalen Grundstücken und in Innenhöfen
- OIB Richtline 2023 vereinheitlicht die Anforderungen
- Wünschenswert wäre Angabe des Schalleistungsspektrums
- Angabe der Schalleistung auch mit Abtaumodus
- Bei richtiger Planung ist eine

gibt es keine Sanierungsfälle

Danke für die Aufmerksamkeit

Akustik Engineering Luckinger GmbH
DI Gustav Luckinger
Scheibengasse 18
A-7033 Pöttsching
www.ae-luckinger.at
gustav.luckinger@ae-luckinger.at