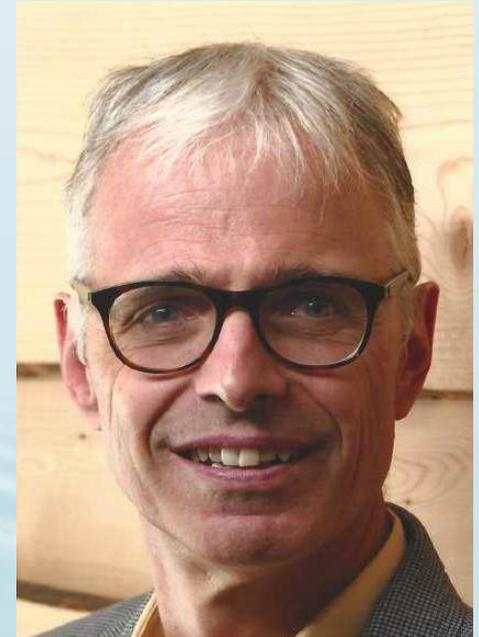


# Wärmepumpe JA – Lärmpumpe NEIN

ÖAL 4.10.2023

281. Plenarsitzung

- Gustav Luckinger
- 59 Jahre
- verheiratet, 3 Kinder
- TU Wien (Elektrotechnik)
- Mehr als 30 Jahre Erfahrung im Bereich Messtechnik, Automatisierung und Verkauf



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
- Förderaktionen, wie Öl raus – Gas raus
- 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
- Eine Wärmepumpe soll keinesfalls eine Lärmpumpe sein

## Inhalt

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

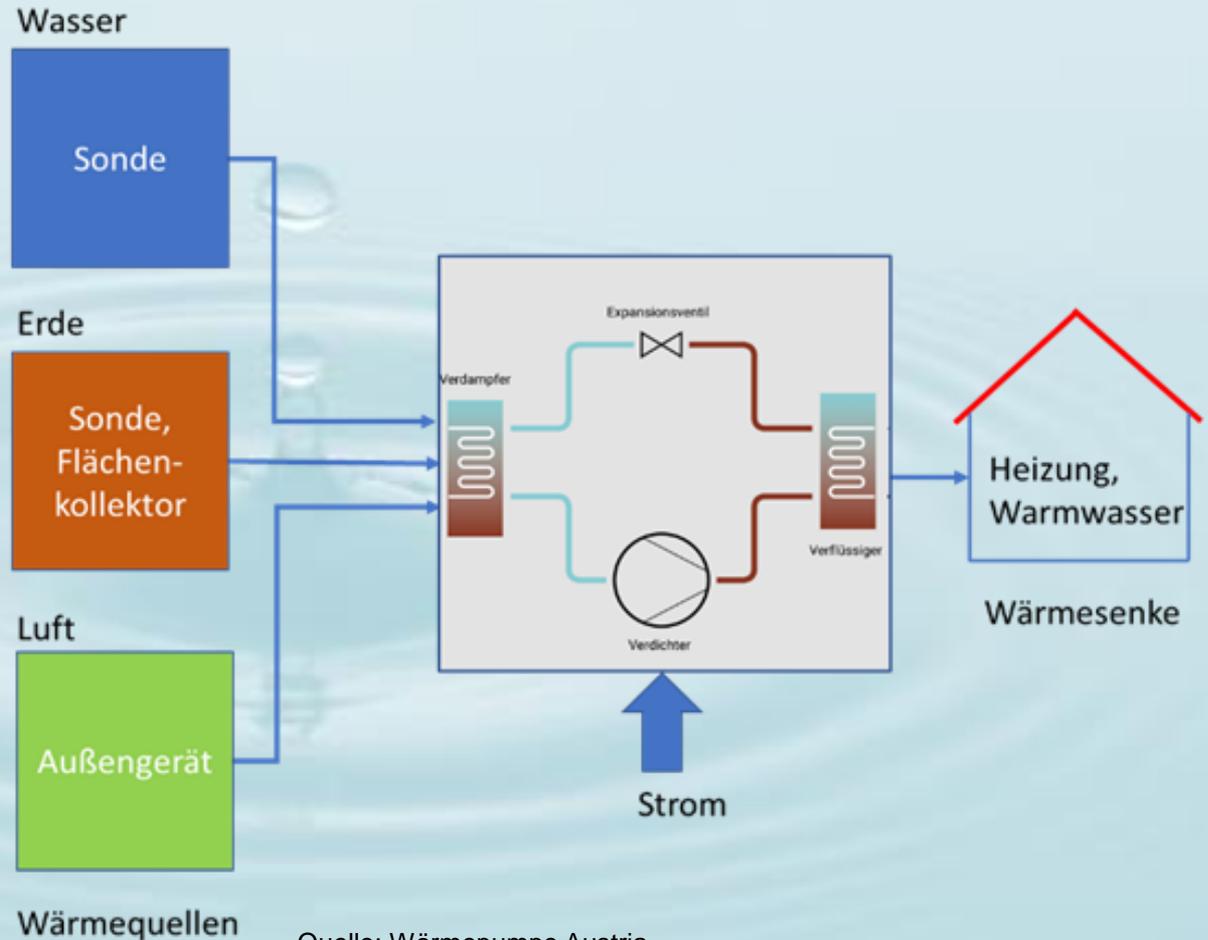
## Funktion einer Wärmepumpe

Funktion ähnlich  
einem Kühlschrank in  
umgekehrter Richtung

Wärme wird der  
Umgebung entzogen

Und auf ein höheres  
Niveau gebracht

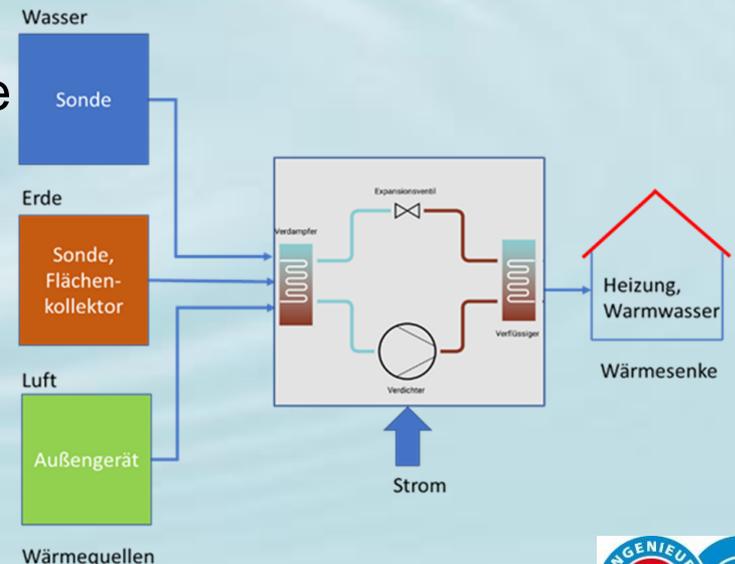
Für den Betrieb muss  
man Energie (Strom)  
zuführen



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)

# Kenndaten verfügbar auf

- /www.produktdatenbank-get.at

The screenshot shows a web browser displaying the 'get' product database. The page title is 'Wärmepumpen / Luft/Wasser'. The table lists various models with columns for ID, Name, EPA Güterklasse, EER, COP, and other performance metrics. A detailed view of model 27332 is shown on the right side of the screen.

ID	Name	EPA Güterklasse	EER	COP	...
26991	Dakin EPRA32E...	A+++	8,3 kW	138 %	...
26999	Dakin EPRA32E...	A+++	8,3 kW	137 %	...
26995	Dakin EPRA32E...	A+++	8,3 kW	136 %	...
26992	Dakin EPRA32E...	A+++	8,3 kW	136 %	...
26993	Dakin EPRA32E...	A+++	8,3 kW	134 %	...
26966	Dakin EPRA32E...	A+++	8,3 kW	134 %	...
26883	Dakin EPRA32E...	A+++	8,3 kW	131 %	...
26892	Dakin EPRA32E...	A+++	8,3 kW	131 %	...
26984	Dakin EPRA32E...	A+++	8,3 kW	130 %	...
26885	Dakin EPRA32E...	A+++	8,3 kW	130 %	...
26894	Dakin EPRA32E...	A+++	8,3 kW	131 %	...
27307	Dakin EPRA340...	A+++	12,5 kW	142 %	...
27332	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
13877	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
13897	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
13898	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
13899	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
13900	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
27338	Dakin EPRA340...	A+++	12,5 kW	140 %	...
27313	Dakin EPRA340...	A+++	12,5 kW	142 %	...
13903	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
13904	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
13905	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
13906	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
13907	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
27311	Dakin EPRA340...	A+++	12,5 kW	142 %	...
27314	Dakin EPRA340...	A+++	12,5 kW	142 %	...
13910	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
13911	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
13912	Dakin EPRA340...	A+++	13 kW	140 %	...
25838	Dakin ERGA32E...	A+++	6 kW	125 %	...
25839	Dakin ERGA32E...	A+++	6 kW	125 %	...
27386	Dakin ERGA32E...	A+++	6 kW	125 %	...
27388	Dakin ERGA32E...	A+++	6 kW	125 %	...
25848	Dakin ERGA32E...	A+++	6 kW	125 %	...
25849	Dakin ERGA32E...	A+++	6 kW	125 %	...
25833	Dakin ERGA32E...	A+++	7 kW	127 %	...
25834	Dakin ERGA32E...	A+++	7 kW	128 %	...
27289	Dakin ERGA32E...	A+++	7 kW	128 %	...
13111	Dakin ERGA32E...	A+++	7 kW	128 %	...
25843	Dakin ERGA32E...	A+++	7 kW	128 %	...
25844	Dakin ERGA32E...	A+++	7 kW	128 %	...
25831	Dakin ERGA32E...	A+++	8 kW	131 %	...
13305	Dakin ERGA32E...	A+++	8 kW	131 %	...

*A step to a silent future*



## Gesetzliche / rechtliche Anforderungen

- ÖNORM S 5021 Widmungsbasispegel
- Gesetzliche Grenzwerte z.B. Tirol, Burgenland
- OIB Richtlinie 5 / 2023 in Umsetzung
  - Grenzwerte an Grundstücksgrenze und an Fenstern und Fassade anderer Wohneinheiten am eigener Grundstück

### 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

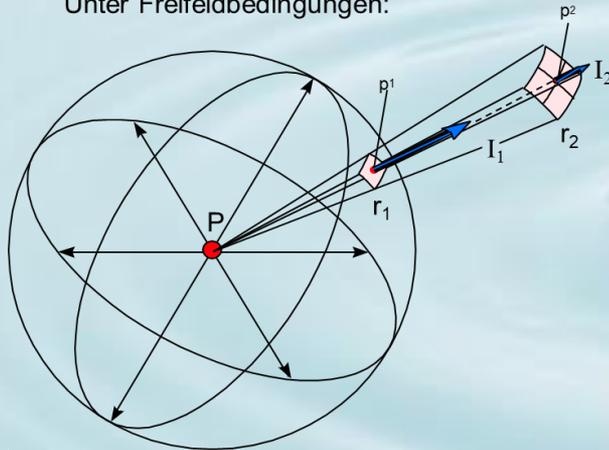
- Erfolgt meist rechnerisch
- Fallweise auch messtechnisch
- Manche Bundesländer bieten einfache Formulare und Merkblätter

## Schalldruck / Schalleistung

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

→

Unter Freifeldbedingungen:



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

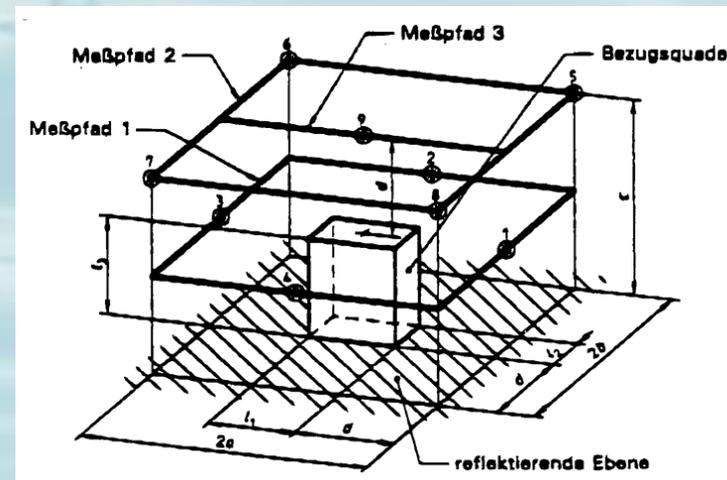
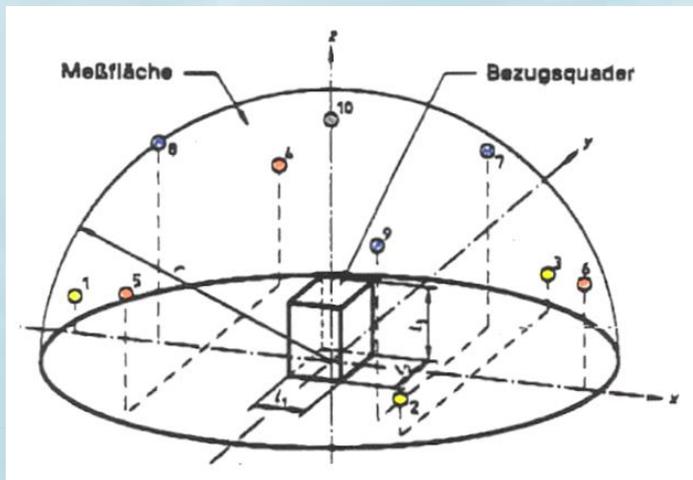
Leistung:  $P$  [W]

Intensität:  $I$  [J/s/m<sup>2</sup>] = W/m<sup>2</sup>

Druck:  $p$  [Pa = N/m<sup>2</sup>]

## 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

## Bestimmung der Schalleistung

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



## Beispiel einer gemessenen Wärmepumpe

- Schallleistung der Wärmepumpe gemessen mit SI Sonde

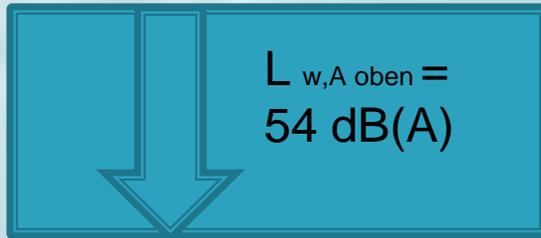
- $L_{w,A \text{ Gesamt}} = 60 \text{ dB(A)}$

$\Delta L_{w,A}$  bezogen auf  $L_{w,A \text{ Gesamt}}$

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

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

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



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



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

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

## Aufstellungsort

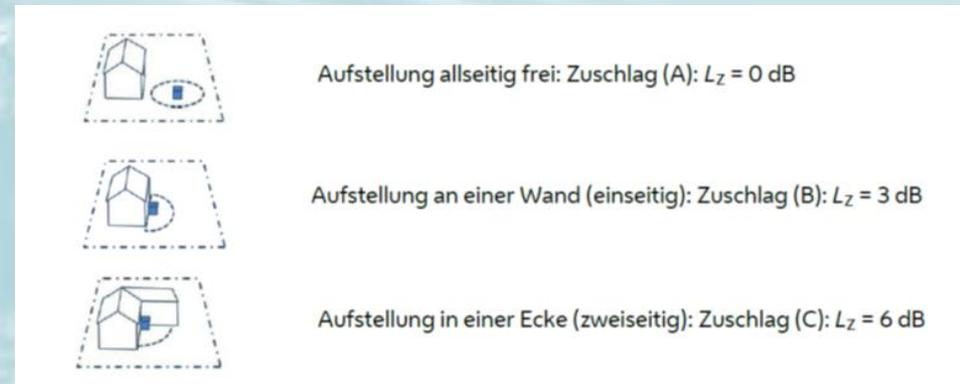
- Schalleistung ist unabhängig vom Aufstellungsort
- Bei Schalldruckpegel muss immer der Abstand und die Bedingungen / Aufstellung angegeben werden

- 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

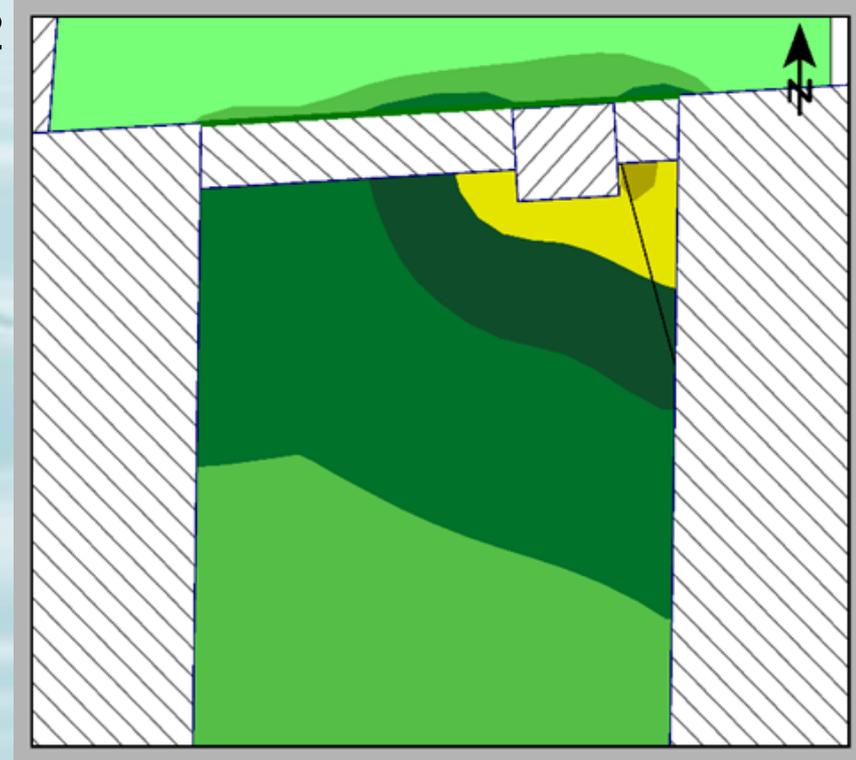


Quelle: Leitfaden Schallschutz haustechnischer Anlagen Magistrat Wien

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

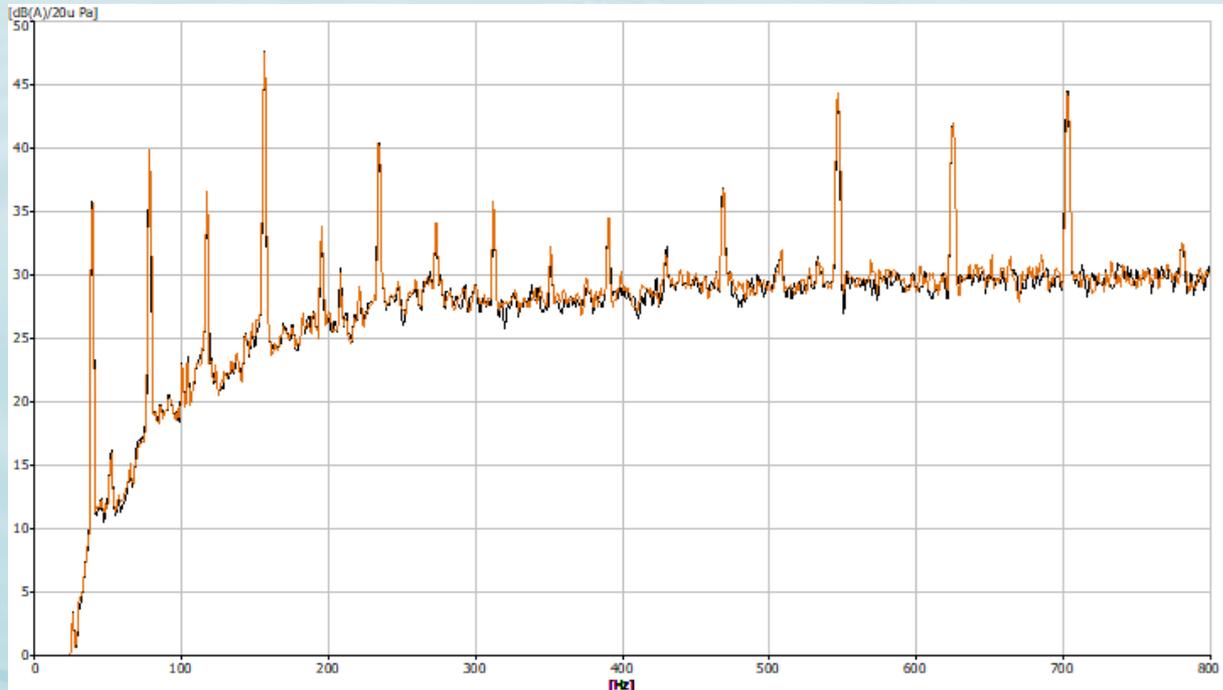
## Schallausbreitung

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



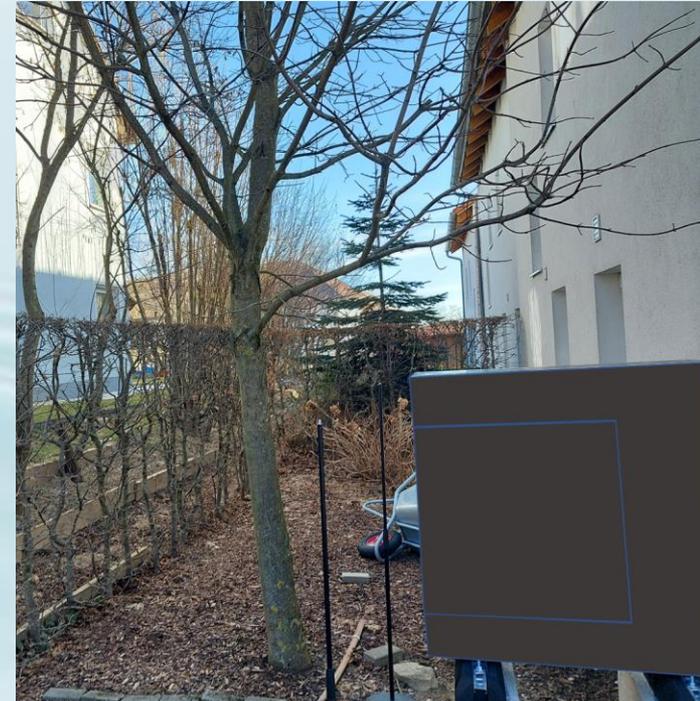
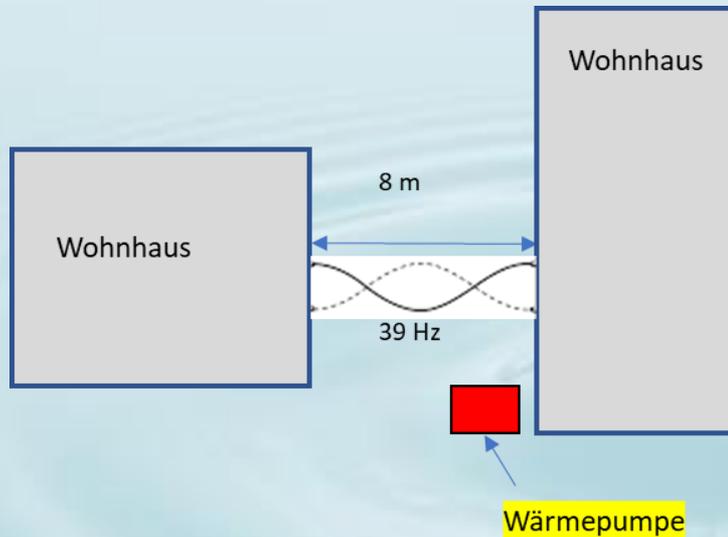
## Beispiel 1 tieffrequenter Lärm

- 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

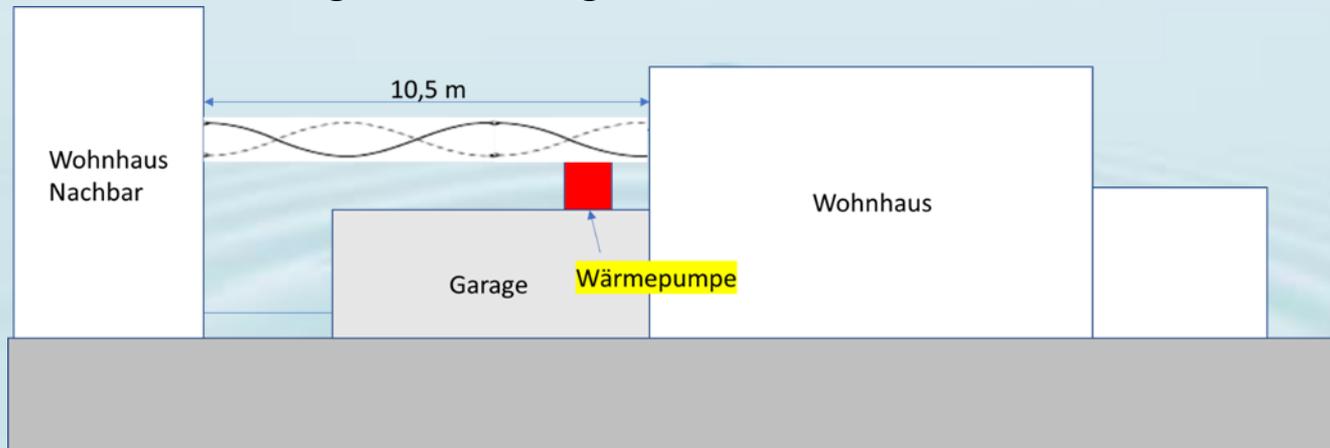


- Stehende Welle (Resonanz) bei 39 Hz und Vielfachen
- 78 Hz war Vorzugsdrehzahl bei höherer Leistung
- Schalldämmgehäuse brachte keine Verbesserung
- Lösung andere Position bzw. anderes Modell

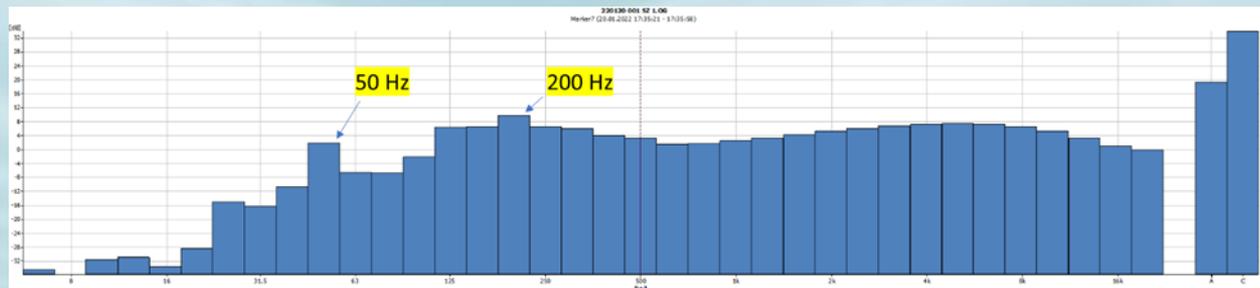
*A step to a silent future*

## Beispiel 2 tieffrequenter Lärm

- Dachaufstellung auf Garage



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

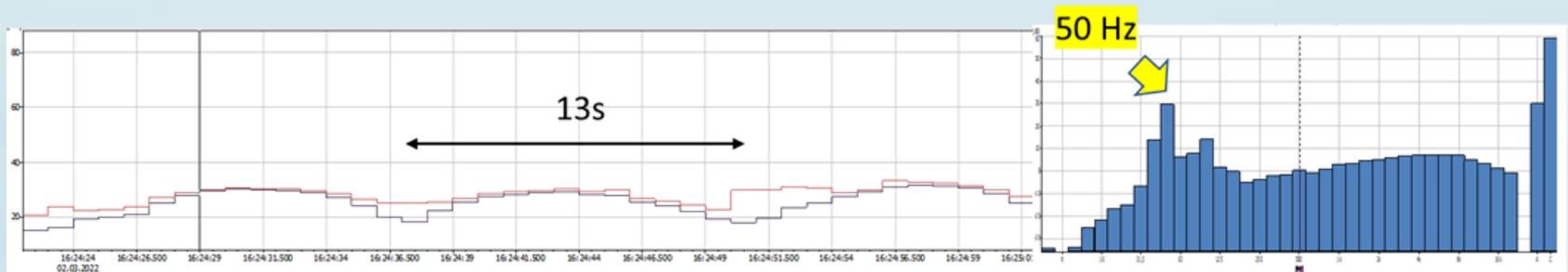


## Beispiel 2 tieffrequenter Lärm

- Die Wellenlänge bei 50 Hz beträgt  $\sim 7$  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.
- Das Ergebnis wurde mit einem Lautsprecher verifiziert und andere Positionen ausprobiert.

## Beispiel 3 Dachaufstellung einer Wärmepumpe

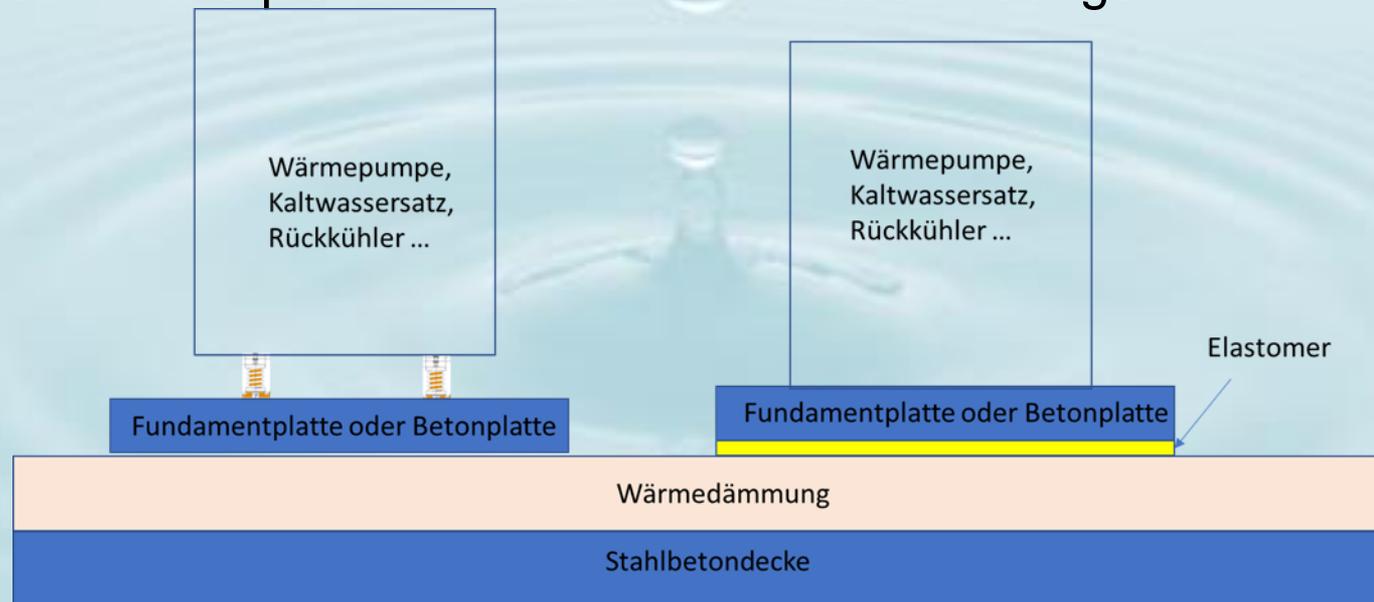
- Messung im Schlafzimmer



- 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



## 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 nicht aus
- Schalldruckpegel unter dem Gerät 70 dB(A)
- $R_w$  Stahlbetondecke bei 50 Hz ~ 44 dB



## Beispiel 4 Dachaufstellung einer Wärmepumpe / Entkoppelung

- Entkoppelung mit Federn in Schalldämmgehäuse



## Schalldämmgehäuse

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



## 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

## Berechnung Wärmepumpe + Schalldämmgehäuse

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

## 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

Wärmepumpe **keinesfalls** eine Lärmpumpe

# Danke für die Aufmerksamkeit

Akustik Engineering Luckinger GmbH  
DI Gustav Luckinger  
Scheibengasse 18  
A-7033 Pötttsching  
[www.ae-luckinger.at](http://www.ae-luckinger.at)  
[gustav.luckinger@ae-luckinger.at](mailto:gustav.luckinger@ae-luckinger.at)