



## 1. Grundlagen

### 1.1 Arten von Wärmepumpen

Bei Wärmepumpen wird im Wesentlichen zwischen Erdsonden-, Luft/Luft- und Luft/Wasser-Wärmepumpen unterschieden. Erdsonden-Wärmepumpen, entweder Sole/Wasser oder Wasser/Wasser, werden in Gebäuden installiert und weisen in der Regel keine Aussenlärmemissionen auf.

Sie sind lärmässig unproblematisch und eine Lärm-Beurteilung ist somit nicht nötig. Luft/Luft-Wärmepumpen können innen oder aussen aufgestellt sein. Beide Aufstellungsarten führen zu Aussenlärmemissionen und erfordern deshalb eine Lärmbeurteilung.

Die weitaus häufigste Art von Wärmepumpen sind die Luft/Wasser-Wärmepumpen. Hier wird hauptsächlich zwischen innen aufgestellten und aussen aufgestellten Wärmepumpen unterschieden. Beide Typen erzeugen Aussenlärm. Eine weitere Gruppe von Luft/Wasser-Wärmepumpen sind die Splitgeräte mit einer Aussen- und einer Inneneinheit. Der aussen aufgestellte Teil erzeugt Aussenlärm und erfordert eine Lärmbeurteilung.

### 1.2 Geltungsbereich

Diese Vollzugshilfe gilt generell für Luft/Wasser-Wärmepumpen, die als Ersatz von anderen Hei-

zungsanlagen sowie bei Neubauten eingebaut werden. Es kann sinngemäss auch für die Beurteilung von Heizungsanlagen, Klimageräten bei Wohn- und Gewerbebauten und ähnlichen Anlagen verwendet werden.

Bei privaten Schwimmbädern mit Umwälzpumpen oder Wärmepumpen zum Heizen kann die Vollzugshilfe auch verwendet werden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass aus Sicht des Vorsorgeprinzips, der Betrieb in den Nachtstunden einzuschränken ist.

### 1.3 Instrumente des Vollzugs

- Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983 (USG; SR 814.01)
- Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986 (LSV; SR 814.41)

#### Art. 11 Abs. 2 USG (Vorsorgeprinzip)

*Unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung sind Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.*

#### Art. 12 Abs. 2 USG (Emissionsbegrenzungen)

*Begrenzungen werden durch Verordnungen oder, soweit diese nichts vorsehen, durch unmittelbar auf dieses Gesetz abgestützte Verfügungen vorgeschrieben.*

### **Art. 7 Abs. 1 LSV (neue ortsfeste Anlagen)**

Die Lärmemissionen einer neuen ortsfesten Anlage müssen nach den Anordnungen der Vollzugsbehörde so weit begrenzt werden

- a) als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist und
- b) dass die von der Anlage alleine erzeugten Lärmmissionen die Planungswerte nicht überschreiten.

### **Anhang 6, Ziffer 1, Absatz 1, Buchstabe e LSV (Geltungsbereich)**

Wärmepumpen werden nach Anhang 6 der LSV beurteilt.

### **Art. 32 Abs. 1 LSV (Schallschutz bei haustechnischen Anlagen, SIA 181)**

Der Bauherr eines neuen Gebäudes sorgt dafür, dass der Schallschutz bei (...) haustechnischen Anlagen den anerkannten Regeln der Baukunst entspricht. Als solche gelten (...) insbesondere die Mindestanforderungen nach der SIA-Norm 181 des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Ver-eins.

#### **Fazit:**

Das Vorsorgeprinzip und die Einhaltung der Planungswerte sind gleichwertig. Bei der Beurteilung sind beide zu berücksichtigen (siehe Anhang 4).

## **1.4 Ziele des einheitlichen Vollzugs**

Bereits im Rahmen des Bewilligungsverfahrens ist sicher zu stellen, dass der Betrieb der Wärmepumpe die bundesrechtlichen Lärmschutzbestimmungen (Vorsorge und Planungswert) einhält und zu keinen lärmrechtlichen Problemen führen wird. Der einheitliche Vollzug bei der Beurteilung von Wärmepumpen gibt für die Wärmepumpenhersteller, Planer, Bauherrschaften, Installateure und Vollzugsbehörden Sicherheit bei der Planung, der Eingabe und der Behandlung von Gesuchen.

## **1.5 Rechtlicher Stellenwert der Vollzugshilfe**

Diese Vollzugshilfe des Cercle Bruit richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Es konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und fördert eine einheitliche Vollzugspraxis. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfe, so können sie davon ausgehen,

dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind.

## **1.6 Instrumente des Vollzugs**

Folgende Instrumente führen dazu, dass der Vollzug bei der lärmtechnischen Beurteilung von Wärmepumpen vereinheitlicht wird:

- Überprüfen des Vorsorgeprinzips (siehe Kapitel 2.1).
- Vorgaben zur Ermittlung des Beurteilungspegels (siehe Kapitel 2.2).
- Formular für den Lärmschutznachweis bei Wärmepumpen (siehe Anhang 1).
- Katalog von möglichen technischen Minderungs-massnahmen und Abschätzung ihrer Wirkung (Anhang 2).
- Standardisiertes Mess- und Beurteilungskonzept zur Überprüfung der Angaben im Baubewilligungsverfahren und zur allfälligen Behandlung von Lärmklagen (Anhang 3).

## **2. Beurteilung**

---

### **2.1 Gewährleistung des Vorsorgeprinzips**

Dem Vorsorgeprinzip ist grundsätzlich und unabhängig von der Einhaltung der Belastungsgrenzwerte der LSV sowie der bestehenden Lärmbelastung Rechnung zu tragen. Neu eingebaute Wärmepumpenanlagen erfüllen dieses Prinzip, wenn die Lärmmissionen im Bereich des Standes der Technik (siehe Anhang 4) liegen und der Aufstellungsort richtig gewählt ist.

Im Einzelfall muss geklärt werden, ob unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung die Emissionen soweit begrenzt sind, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

Folgende emissionsreduzierende Massnahmen müssen im Rahmen der Umsetzung des Vorsorgeprinzips geprüft werden (für Details siehe Anhang 2):

- Wahl einer Anlage mit tiefem Schalleistungspegel
- Aufstellungsort der lärmigen Anlagenkomponenten
- Schalldämpfung jeglicher Art
- evtl. betriebliche Regulierungen

## 2.2 Lärmschutznachweis

Die massgebenden Belastungsgrenzwerte der LSV dürfen nicht überschritten werden. Zur Beurteilung derer Einhaltung dient ein Lärmschutznachweis mittels standardisiertem Formular (Anhang 1). Dabei wird der Beurteilungspegel  $L_r$  nach Anhang 6 LSV wie folgt berechnet:

$$L_r = Leq + K1 + K2 + K3 + 10 \cdot \log\left(\frac{t_i}{t_0}\right)$$

$L_r$	Beurteilungspegel nach LSV
$L_{eq}$	A-bewerteter Mittelungspegel am Immissionsort (Messwert oder berechneter Wert)
K1	Pegelkorrektur aufgrund des Anlagentyps
K2	Pegelkorrektur aufgrund der Hörbarkeit des Tongehalts am Immissionsort
K3	Pegelkorrektur aufgrund der Hörbarkeit des Impulsgehalts am Immissionsort
$10 \cdot \log(t_i/t_0)$	Zeitkorrektur
$t_i$	Durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphase i in Minuten
$t_0$	720 Minuten

Folgende Vorgaben sind bei der Planung zu verwenden:

K1	5 dB am Tag und 10 dB in der Nacht
K2	2 dB; schwach hörbarer Tongehalt, 4 dB bei Anlagen mit Schalldämpfern
K3	0 dB; kein Impulsgehalt
$10 \cdot \log(t_i/t_0)$	0 dB, in Folge $t_i = 720$ Minuten (Annahme: Dauerbetrieb, Abweichungen sind zu begründen)

Der Beurteilungspegel  $L_r$  ist in der Mitte der offenen Fenster lärmempfindlicher Räume respektive bei unbebauten Bauparzellen auf der Baulinie (Parzellengrenze + gesetzlicher Bauabstand) zu ermitteln<sup>2</sup>. Die alleine von der Anlage erzeugten Lärmimmissionen – nach Gewährleistung der Anforderungen und Umsetzung der Massnahmen im Sinne der Vorsorge – dürfen die Planungswerte gemäss Anhang 6 LSV nicht überschreiten<sup>3</sup>.

Der A-bewertete Mittelungspegel  $L_{eq}$ , in der Mitte der offenen Fenster von lärmempfindlichen Räumen (Immissionsort), kann wie folgt aus dem Schalleistungspegel  $L_{W,A}$  der Wärmepumpe berechnet werden:

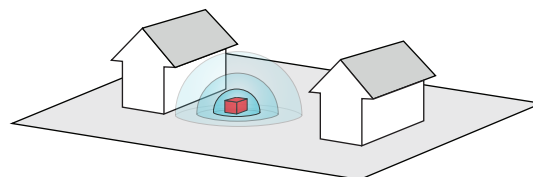
$$Leq = L_{W,A} - 11 + D_c - 20 \cdot \log(s) + 1$$

$L_{eq}$	A-bewerteter Mittelungspegel in der Mitte der offenen Fenster von lärmempfindlichen Räumen (Messwert oder berechneter Wert)
$L_{W,A}$	Schalleistungspegel
$D_c$	Richtwirkungsmass
$20 \cdot \log(s)$	Abstandsdämpfung
s	Abstand s in Metern zwischen der Wärmepumpe und des massgebenden Fensters (oder Baulinie)
+1	Korrekturwert für das offene Fenster

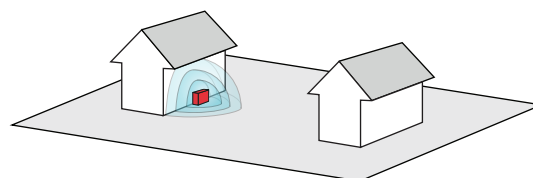
Der Schalleistungspegel  $L_{W,A}$  der Wärmepumpe ist aus den Prüfergebnissen des WPZ Wärmepumpen-Testzentrums ([www.wpz.ch](http://www.wpz.ch)) oder einer analogen Prüfanstalt zu entnehmen. Fehlen diese Angaben, so können die Angaben des Herstellers, sofern die Messung nach EN 12102 durchgeführt wurde, verwendet werden.

Liegen detailliertere Angaben, wie z.B. die Verteilung des Schalldruckpegels im Freifeld (Richtcharakteristik) vor und ist die Orientierung der Wärmepumpe bekannt, so kann mit dem entsprechenden Schalldruckpegel gerechnet werden, ansonsten ist der Schalleistungspegel zu verwenden.

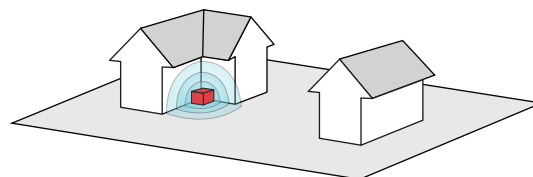
Das Richtwirkungsmass  $D_c$  beträgt:



freistehend +3 dB(A)



an der Fassade +6 dB(A)



einspringende Fasadenecke +9 dB(A)

<sup>2</sup> Art. 39 LSV

<sup>3</sup> Art 7 Abs. 1 Bst. b LSV

## 2.3 Überprüfung der Lärmimmissionen bei Lärmklagen

Bei speziellen Verhältnissen und in Zweifelsfällen sind Messungen sinnvoll. Auch bei Lärmklagen ist die Überprüfung der Lärmimmissionen mittels Messungen ein geeignetes Mittel. Wenn möglich erfolge die Messung im offenen Fenster des am stärksten betroffenen lärmempfindlichen Raumes. Die Messungen sind gemäss Anhang 3 durchzuführen.

### Hinweise:

- Die Pegelkorrekturen K2 (Tongehalt) und K3 (Impulsgehalt) sind am Immissionsort durch eine Fachperson zu bestimmen.
- Bei Wärmepumpen von Mehrfamilienhäusern befindet sich vielmals der vom Lärm am stärksten betroffene Raum im Mehrfamilienhaus selber.

## 3. Weiterführende Unterlagen

---

### 3.1 Literatur

- [1] Eggenschwiler K., Lärm von Wärmepumpen, Emissionen – Immissionen, ERFA-Seminar 25. Februar 2002, EMPA Dübendorf, [http://www.empa.ch/plugin/template/empa/\\*/2815](http://www.empa.ch/plugin/template/empa/*/2815)
- [2] Baschnagel K., Zur lärmarmen Konstruktion von Wärmepumpenanlagen, ERFA-Seminar 25. Februar 2002, EMPA Dübendorf [http://www.empa.ch/plugin/template/empa/\\*/2828/](http://www.empa.ch/plugin/template/empa/*/2828/)
- [3] Bundesamt für Energie, Handbuch Wärmepumpen: Planung / Optimierung / Betrieb / Wartung, 2008 [http://www.fws.ch/dateien/WP\\_Buch\\_web.pdf](http://www.fws.ch/dateien/WP_Buch_web.pdf)
- [4] SUVA, Lärmbekämpfung durch Kapselungen, Infoschrift Nr. 66026 <https://extra.suva.ch/suva/b2c/b2c/start.do>
- [5] SUVA, Schallemissionsmessungen an Maschinen, Infoschrift Nr. 66027 <https://extra.suva.ch/suva/b2c/b2c/start.do>
- [6] SUVA, Elastische Lagerung von Maschinen, Infoschrift Nr. 66057 <https://extra.suva.ch/suva/b2c/b2c/start.do>
- [7] Lips W., Strömungsakustik in Theorie und Praxis, Expert Verlag, Band 474
- [8] Geräuschemissionen von Luft/Wasser Wärmepumpen, IBP-Mitteilung Nr 484 <http://www.baufachinformation.de/zeitschriftenartikel.jsp?z=2008029001657>
- [9] Umrechnung Schalleistungspegel in Schalldruckpegel, WPZ-Bulletin 01-2011 <http://www.ntb.ch/fileadmin/Institute/IES/pdf/WPZ%20Bulletin%2001-2011%20DE.pdf>
- [10] Bayerisches Landesamt für Umwelt, Tieffrequente Geräusche bei Biogasanlagen und Luftwärmepumpen, Leitfaden 2011 [http://www.lfu.bayern.de/laerm/luftwaermepumpen/doc/tieffrequente\\_gerauesche\\_teil3\\_luftwaermepumpen.pdf](http://www.lfu.bayern.de/laerm/luftwaermepumpen/doc/tieffrequente_gerauesche_teil3_luftwaermepumpen.pdf)
- [11] Bundesamt für Energie, Lärmreduktion von Luft/Wasser-Wärmepumpen, 2002 [http://www.fws.ch/dateien/Laermreduktion\\_LW\\_WP.pdf](http://www.fws.ch/dateien/Laermreduktion_LW_WP.pdf)

### Lärmschutznachweis für Luft / Wasser-Wärmepumpen

Beurteilung der Lärmimmissionen von Luft / Wasser-Wärmepumpen (WP) mit einer Heizleistung von max. 35 kW. Beurteilung nur während der Nacht

#### Generelle Angaben

Adresse  
PLZ / Ort

Telefon  
E-Mail



#### Angaben zur Luft / Wasser-Wärmepumpe (techn. Datenblatt + Situationsplan mit eingezeichneter WP beilegen)

gemäss Euro-Norm EN 255 resp. EN 14511 (siehe auch www.wpz.ch)

Hersteller

Modell / Typ

Leistung

kW

Schalleistung  $L_{WA}$

Schalldruckpegel  $L_{pA}$

bei  $s_1$

dBA

dBA

m

$L_{WA}$

$L_{pA}$

Angabe des  
Herstellers:

Aufstellungsart

Innenaufstellung

Aussenaufstellung

Splitbauweise

Schalleistungspegel aussen  $L_{WA}$  (Herstellerangaben / Wärmepumpen-Testzentrum www.wpz.ch)

0 dBA

Distanz (s) Quelle - Empfänger (Nachbargebäude; wenn unbebaute Nachbarparzelle: Baulinie)

m

Planungswert gemäss Anhang 6 LSV

ES II (Wohnzone)

ES III (z.B. Mischzone)

45 dBA

#### Berechnung des Beurteilungspegels $L$ , am Empfangsort

##### Korrekturfaktoren

Richtwirkungs-



WP im Gebäude, Schacht an der Fassade (+ 6 dB)

korrektur  $D_c$



WP im Gebäude, Schacht in einspringender Fassadenecke (+ 9 dB)



WP aussen an der Fassade (+ 6 dB)



WP aussen in einspringender Fassadenecke (+ 9 dB)



WP freistehend (+ 3 dB)

6 dB

Schalldruckpegel  $L_{pA}$  am Empfangsort ( $L_{pA} = L_{WA} - 11 + D_c - 20 \cdot \log(s) + 1$ )

dBA

Pegelkorrektur  $K_1$

Heizbetrieb während der Nacht (19:00 - 07:00 Uhr)

10 dB

Pegelkorrektur  $K_2$

Hörbarkeit der Tonhaltigkeit

nicht hörbar

schwach hörbar + 2 dB (Normalfall)

deutlich hörbar + 4 dB

stark hörbar + 6 dB

2 dB

Pegelkorrektur  $K_3$

Hörbarkeit der Impulshaltigkeit

nicht hörbar (Normalfall: 1-stufiger monoventiler Betrieb)

schwach hörbar + 2 dB (2-stufiger Betrieb od. Doppelanlage)

deutlich hörbar + 4 dB

stark hörbar + 6 dB

0 dB

Pegelkorrektur durch Betriebsdauer  $t$  (In der Regel:  $t = 720$  Min.)

720 Min.

0.0 dB

#### Lärmschutzmassnahmen

Wetterschutzgitter schalldämmend (ca. -3 dB)

Lichtschacht klein (ca. 1,5 m tief, ca. -5 dB)

Lichtschacht gross (ca. 2,0 m tief, ca. -6 dB)

Andere:

Andere:

dB

dB

0 dB

#### Beurteilungspegel $L$ ,

dBA

Der Planungswert von

45 dBA wird

Wurde das Vorsorgeprinzip berücksichtigt?

Ja

Nein

#### Verfasser

Ört, Datum

Unterschrift



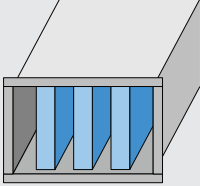
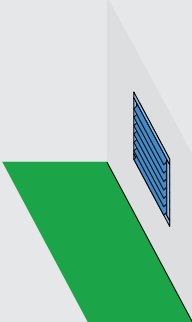
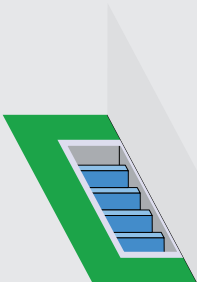
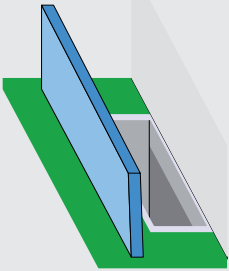
Die wirkungsvollste Massnahme ist der Einsatz einer möglichst leisen Wärmepumpe und ein guter Standort. Dem optimalen Standort der Wärmepumpe bei aussen aufgestellten Anlagen resp. dem Standort der Lüftungsschächte bei innen aufgestellten Anlagen ist möglichst frühzeitig grösste Beachtung zu schenken (möglichst grosse Distanz

zu den Nachbarliegenschaften, Abschirmung durch dem Gebäude vorgelagerte Bauten wie Garagen, Böschungen, etc.). Der Aufstellungsraum im Inneren des Gebäudes ist so zu wählen, dass er sich nicht im Bereich von lärmempfindlichen Räumen befindet (Wohn- und Schlafzimmer).

### Massnahmen für innen aufgestellte Wärmepumpen:

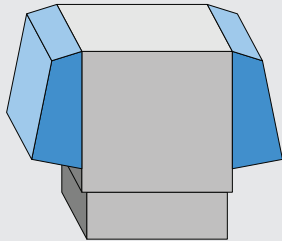
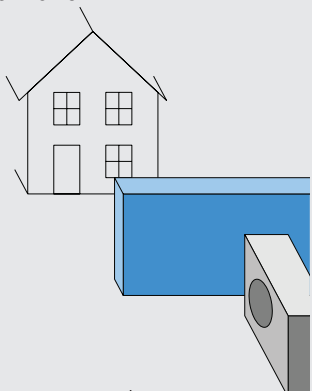
Die erzielbaren Pegelreduktionen sind durch eine Fachperson zu bestimmen.

Massnahme	Wirkung in dB(A)	Hinweise
<b>Vorsorgemassnahmen</b>		
Wahl des Aufstellungsortes	bis -25 dB	
Wahl einer lärmarmen Wärmepumpe	bis -10 dB	
<b>Technische Massnahmen</b>		
Lichtschacht klein (bis ca. 1,5 m tief)	-3 bis -5 dB	
Lichtschacht gross (bis ca. 2,0 m tief)	-3 bis -6 dB	
Auskleiden der Schächte / Kanäle mit schallabsorbierendem Material	-2 bis -4 dB	<p>– Reduktionswirkung stark frequenzabhängig bzw. abhängig von der absorbierenden Materialdicke</p> <p>Wirksame Auskleidungs-Materialdicken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ca. 50 mm für den mittleren Frequenzbereich</li> <li>– für tiefe Frequenzen oft unrealistisch (&gt; 300 mm, führt zu massiven Querschnittsverkleinerungen)</li> </ul>

<p>Schalldämpfer in Luftführungskanälen</p> 	<p>–3 bis –15 dB</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oft aus Platzgründen nicht realisierbar</li> <li>– Reduktionswirkung stark frequenzabhängig</li> </ul> <p>falls genügend Platz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– bis –15 dB(A) bei dominanten mittleren Frequenzen</li> <li>– bis –5 dB(A) bei dominanten tiefen Frequenzen</li> </ul>
<p>Schalldämpfendes Wetterschutzgitter</p> 	<p>0 bis –3 dB</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Frequenzbezogene Einfügungsdämpfungswerte beachten.</li> </ul>
<p>Kulissenschalldämpfer in Lichtschacht</p> 	<p>–3 bis –15 dB</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reduktionswirkung stark frequenzabhängig;</li> <li>– falls genügend Platz vorhanden: bis –15 dB(A) bei dominanten mittleren Frequenzen bzw. bis –5 dB(A) bei tiefen Frequenzen möglich</li> </ul>
<p>Abschirmwand vor Lichtschacht</p>  <p>Schalldämmung <math>R'_w \geq 25</math> dB Reflexionsverlust <math>DL_q \geq 8</math> dB (Quellenseitig)</p>	<p>bis –8 dB</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Abschirmwirkung ist stark abhängig vom Überdeckungsgrad zwischen Emissions- und Immissionspunkt</li> <li>– bei dominanten tieffrequenten Lärmanteilen wird die Wirkung von Lärmschutzwänden stark abgemindert, bzw. es sind wesentlich massivere Wände (<math>R'_w</math> bis zu 55 dB) und einem hohem Überdeckungsgrad (Berechnung nach Maekawa) erforderlich</li> </ul>
<p>Weitere anlagenspezifische Massnahmen</p>		
<p><b>Betriebliche Massnahmen</b></p>		
<p>Herabsetzen der Drehzahl</p>	<p>–2 bis –6 dB</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorsicht: Erhöhung der tieffrequenten Lärmanteile</li> </ul>
<p>Flüstermodus (während der Nacht)</p>	<p>–2 bis –6 dB</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorsicht: Erhöhung der tieffrequenten Lärmanteile</li> </ul>

## Massnahmen für aussen aufgestellte Wärmepumpen:

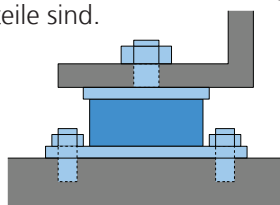
Die erzielbaren Pegelreduktionen sind durch eine Fachperson zu bestimmen.

Massnahme	Wirkung in dB(A)	Hinweise
<b>Vorsorgemassnahmen</b>		
Wahl des Aufstellungsortes	bis -25 dB	
Wahl einer lärmarmen Wärmepumpe	bis -10 dB	
<b>Technische Massnahmen</b>		
Schalldämmhaube	bis -8 dB	Falls dominante tieffrequente Lärmanteile, Reduktion bis -3 dB
Hutzen 	-2 bis -6 dB	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resonanzbildung bei Körperschalleinwirkungen können zu erhöhter Schallabstrahlung führen</li> <li>– direkte Schallabstrahlung im unteren Bereich der Hutzen vermeiden; ausreichender Überdeckungsgrad erforderlich</li> </ul>
Lärmschutzwand   Schalldämmung $R'_w \geq 25$ dB Reflexionsverlust $DL_w \geq 8$ dB (Quellenseitig)	bis -8 dB	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Abschirmwirkung ist stark abhängig vom Überdeckungsgrad zwischen Emissions- und Immissionspunkt</li> <li>– Bei dominanten tieffrequenten Lärmanteilen nimmt die Wirkung von Lärmschutzwänden stark ab, bzw. es sind wesentlich massivere Wände (<math>R'_w</math> bis zu 55 dB) und einem hohem Überdeckungsgrad (Berechnung nach Maekawa) erforderlich</li> </ul>
<b>Weitere anlagenspezifische Massnahmen</b>		
<b>Betriebliche Massnahmen</b>		
Herabsetzen der Drehzahl	-2 bis -6 dB	– Vorsicht: Erhöhung der tieffrequenten Lärmanteile
Flüstermodus (während der Nacht)	-2 bis -6 dB	– Vorsicht: Erhöhung der tieffrequenten Lärmanteile

Die ausgewiesenen Wirkungen verstehen sich als Richtwerte. Je nach Ausführung kann die Wirkung grösser oder kleiner ausfallen. Alle aufgeführten Massnahmen sind grundsätzlich frequenzbezogen auszulegen. Prinzipiell ist die Realisierung wirksamer Massnahmen umso schwieriger, je bedeutender die tieffrequenten Lärmanteile sind.

### Minderungsmassnahmen bei Körperschall:

Elastisch gelagerte Wärmepumpen und Rohrleitungen vermeiden Lärmimmissionen durch sekundär abgestrahlten Körperschall im Innern des Gebäudes. Detailliertere Angaben zu Massnahmen gegen den Körperschall finden sich in [2] und [3].



Schwingungsdämpfende Lagerung



## 1. Generelles

Messungen dienen dazu, beim konkreten Betrieb einer Wärmepumpe die Einhaltung der Planungswerte nachzuweisen.

Eine Messung kann dort erforderlich werden, wo vom Hersteller keine Daten zum Schalleistungspegel einer Wärmepumpe vorliegen und somit der Nachweis über die Einhaltung der Planungswerte nicht vorgängig (z.B. in einem Baubewilligungsverfahren) möglich ist. Weiter kommt die Messung bei der Behandlung von Lärmklagen oder wenn Zweifel an der Richtigkeit der Angaben vorliegen zur Anwendung.

## 2. Anforderungen an die Messung

Bei Lärmklagen ist die Messung nach Möglichkeit beim Kläger in der Mitte des offenen Fensters (Art. 39 LSV) durchzuführen, soweit das aufgrund von Störgeräuschen möglich ist. Allenfalls ist der Grundgeräuschpegel separat zu messen und vom Messwert energetisch zu subtrahieren oder der Schalldruck wird näher an der Anlage gemessen und auf die Distanz des Beurteilungsortes (Fenster) umgerechnet. Der  $L_{eq}$  ist während mind. 30 Sekunden zu messen. Die Messung ist 2 bis 3-mal zu wiederholen. Die Messwerte sind energetisch zu mitteln. Falls die Messung durch Störgeräusche beeinflusst wird, kann auch der Gesamtlärm kontinuierlich während ca. 5 bis 10 Minuten mit der Zeitkonstante Slow gemessen und dabei der  $L_{min}$  bestimmt werden. Falls die Wärmepumpe während der Messzeit konstant den gleichen Schall emittiert, so kann  $L_{min}$  anstelle  $L_{p,A}$  resp. anstelle des  $L_{eq}$  verwendet werden.

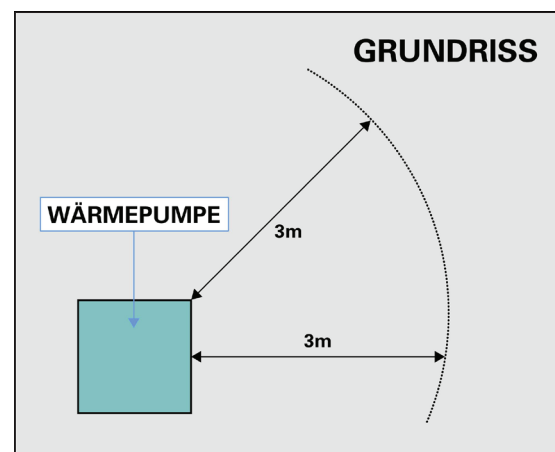
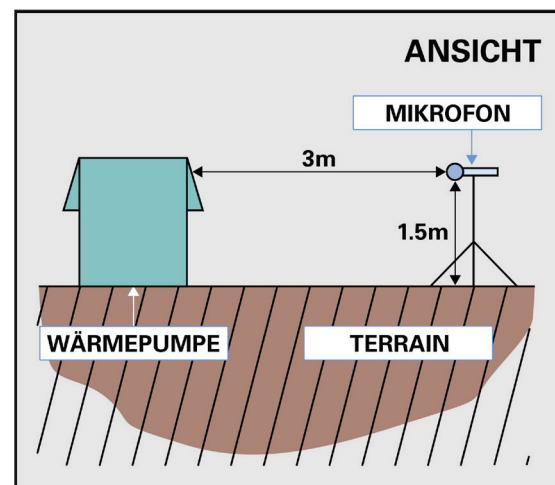
- Die Messanordnung soll möglichst einfach und reproduzierbar sein.
- Die Messung darf nicht durch Störgeräusche verfälscht werden. Der Hintergrundpegel sollte am Ort der Messung deutlich tiefer sein als der Schalldruckpegel der Wärmepumpe. Allenfalls muss in der Nacht gemessen werden oder die

Messung erfolgt näher bei der Anlage, falls dies möglich und vertretbar ist.

- Die Wärmepumpe sollte in einem repräsentativen Betriebszustand sein. Dazu sollte nach Möglichkeit ein Vertreter des Herstellers vor Ort sein.

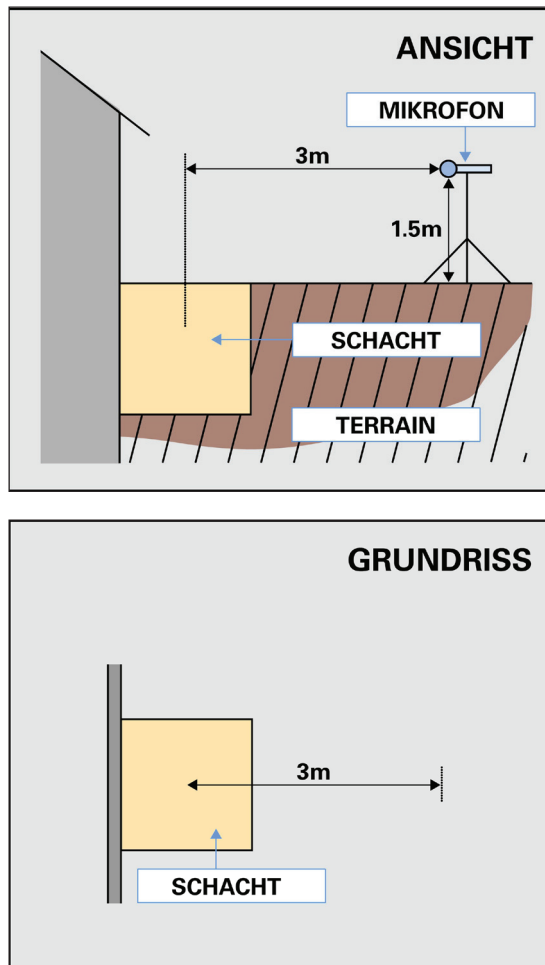
### Messanordnung aussen aufgestellter Wärmepumpen

3 m Abstand zur Geräteausenhülle, gemessen in Richtung Empfangsort



## Messanordnung innen aufgestellter Wärmepumpen

3 m Abstand zu Mitte Schacht



## 3. Inhalt des Messberichtes

Im Messprotokoll sind folgende Angaben notwendig:

- Messgerät (Typ, Geräte- oder Fabrikationsnummer, Mikrofonnummer, letzte Eichung)
- Kalibration (Zeitpunkt, verwendeter Kalibrator, Kalibrationspegel, letzte Eichung)
- Messort (Standort des Mikrophons (Plan und Fotos), Distanz zur Quelle, Hindernisse)
- Quelle (falls vorhanden: Wärmepumpentyp, Hersteller, Seriennummer, Baujahr, Schallleistungspegel  $L_{w,A}$ , Standort, Ausrichtung, Dimensionen, Schacht, Betriebsart, allfällige lärmindernde Massnahmen; evtl. Foto)
- Zeitpunkt der Messung (Datum und Zeit)
- Wetter (Temperatur, Windrichtung und Geschwindigkeit, Bedeckungsgrad)
- Nebengeräusche (Art des Nebengeräuschs, Pegel, Dauer)
- Messunsicherheit

Ausgewiesen werden die einzelnen gemessenen  $L_{eq}$  und der daraus ermittelte energetische Mittelwert.

### BGE 1C\_506\_2008 :

*Gemeinde Metzleren-Mariastein (Kt. SO), Einsprache gegen Baubewilligung für ein Einfamilienhaus mit Wärmepumpe.*

#### Auszug aus den Erwägungen:

Nach Art. 7 Abs. 1 LSV sind die Lärmemissionen einer neuen ortsfesten Anlage nach den Anordnungen der Vollzugsbehörde so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist (lit. a; vgl. auch Art. 11 Abs. 2 USG [SR 814.01]) und dass die von der Anlage allein erzeugten Lärmimmissionen die Planungswerte nicht überschreiten (lit. b; vgl. auch Art. 23 USG). Im Bereich des Lärmschutzes gelten somit die Voraussetzungen der Einhaltung der Planungswerte und der vorsorglichen Emissionsbegrenzung kumulativ. Auch wenn ein Projekt die Planungswerte einhält, ist deshalb anhand der in Art. 11 Abs. 2 USG und Art. 7 Abs. 1 lit. a LSV genannten Kriterien zu prüfen, ob das Vorsorgeprinzip weitergehende Beschränkungen erfordert (BGE 124 II 517 E. 4b S. 521 f. mit Hinweisen). Daraus folgt, dass sich die Baubewilligungsbehörde nicht darauf beschränken darf, dem Baugesuchsteller die Auswahl zwischen verschiedenen, die Planungswerte einhaltenden Projektvarianten zu gewähren. Vielmehr hat sie sich für jene Massnahme zu entscheiden, welche im Rahmen des Vorsorgeprinzips und des Verhältnismässigkeitsprinzips (Art. 5 Abs. 2 BV) den besten Lärmschutz gewährleistet. Dies kann auch dazu führen, dass verschiedene Lärmschutzmassnahmen kumulativ anzuordnen sind.

#### Fazit:

Die Vollzugsbehörde hat in jedem Fall zu prüfen, ob es nicht noch weitere emissionsbegrenzende Massnahmen gibt, die verhältnismässig sind, d.h. die bei geringem Aufwand eine wahrnehmbare Lärmreduktion bewirken.

### Kommentar USG zu Art. 11, Stand der Technik (Ziff. 27 ff, S. 20)

Der Gesetzgeber hat darauf verzichtet, **den massgeblichen Stand der Technik** im USG näher zu umschreiben. Dafür hat der Bundesrat in Art. 4 Abs. 2 LRV eine Definition gegeben, die über den Bereich der Luftreinhaltung hinaus für den gesamten Immissionsschutz Geltung beansprucht: Technisch und betrieblich möglich sind Massnahmen zur Emissionsbegrenzung, die

- a. bei vergleichbaren Anlagen im In- oder Ausland erfolgreich erprobt sind oder
- b. bei Versuchen erfolgreich eingesetzt wurden und nach den Regeln der Technik auf andere Anlagen übertragen werden können.

**Bst. b** zielt dabei darauf, den zeitlichen Abstand zwischen dem Abschluss einer technischen Neuentwicklung und ihrer Durchsetzbarkeit durch die Behörden im Interesse des Umweltschutzes zu reduzieren. Der Stand der Technik wird somit auf den Entwicklungsstand fortschrittlicher Techniken zur Emissionsbegrenzung bezogen. Es genügt also, dass die praktische Eignung (d.h. die Umsetzbarkeit einer bestimmten Technik auf die betrieblichen Verhältnisse) nach den jeweiligen Erkenntnissen gesichert erscheint. Somit reicht auch bereits ein erfolgreicher Probetrieb, sofern er unter praxisnahen Bedingungen stattgefunden hat

#### Fazit:

Der Stand der Technik bezieht sich auf den Entwicklungsstand fortschrittlicher Techniken zur Emissionsbegrenzung. Es genügt, dass die praktische Eignung (d.h. die Umsetzbarkeit einer bestimmten Technik auf die betrieblichen Verhältnisse) nach den jeweiligen Erkenntnissen gesichert erscheint. Es reicht sogar ein erfolgreicher Probetrieb, sofern er unter praxisnahen Bedingungen stattgefunden hat.