



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 verursachen in der Regel keine Aussenlärmemissionen. Sie sind lärmässig unproblematisch und eine Lärmbeurteilung ist somit nicht nötig.

Luft/Luft-Wärmepumpen können innen oder aussen aufgestellt sein. Beide Aufstellungsarten führen zu Aussenlärmemissionen und erfordern deshalb eine Lärmbeurteilung.

Am weitaus häufigsten sind die Luft/Wasser-Wärmepumpen. Auch hier wird hauptsächlich zwischen innen und aussen aufgestellten Wärmepumpen unterschieden. Ein weiterer Typ sind die Splitgeräte mit einer Aussen- und einer Inneneinheit. Sowohl innen wie aussen aufgestellte Luft/Wasser-Wärmepumpen wie auch Splitgeräte erzeugen Aussenlärm und erfordern eine Lärmbeurteilung.

1.2 Geltungsbereich

Diese Vollzugshilfe gilt generell für Luft/Wasser-Wärmepumpen, die als Ersatz von anderen Heizungsanlagen sowie bei Neubauten eingebaut werden.

Für Wärmepumpen zum Heizen von privaten Schwimmbädern sind in dieser Vollzugshilfe zusätzliche Bestimmungen festgehalten.

1.3 Rechtliche Grundlagen

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

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.

Die Vollzugshilfe liegt in mehreren Sprachen vor. Bei Widersprüchen zwischen den verschiedenen Sprachversionen ist die deutsche Fassung massgebend. Bei den anderen Sprachversionen handelt es sich um eine Übersetzung der deutschen Fassung.

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 Lärmimmissionen die Planungswerte nicht überschreiten.

Art. 36 Abs. 1 LSV

Die Vollzugsbehörde ermittelt die Aussenlärmimmissionen ortsfester Anlagen oder ordnet deren Ermittlung an, wenn sie Grund zur Annahme hat, dass die massgebenden Belastungsgrenzwerte überschritten sind oder ihre Überschreitung zu erwarten ist.

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

Der Lärm von Wärmepumpen wird nach Anhang 6 der LSV beurteilt.

Fazit

Das Vorsorgeprinzip und die Einhaltung der Planungswerte gelten kumulativ. Bei der Beurteilung sind beide zu berücksichtigen.

Rechtsprechung

Die aktuelle Rechtsprechung zu Lärm von Wärmepumpen ist auf der Webseite laerm.ch¹ des Cercle Bruit zu finden.

1.4 Rechtlicher Stellenwert der Vollzugshilfe

Diese Vollzugshilfe des Cercle Bruit richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie 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.

1.5 Ziele des einheitlichen Vollzugs

Im Rahmen des Bewilligungsverfahrens ist sicherzustellen, dass der Betrieb der Wärmepumpe die bundesrechtlichen Lärmschutzbestimmungen (Vorsorge und Planungswert) einhält. Ein einheitlicher Vollzug bei der Beurteilung von Wärmepumpen führt bei Wärmepumpenherstellern, Planern, Bauherrschaften, Nachbarn, Installateuren und Vollzugsbehörden zu mehr Rechtssicherheit bei der Planung, der Eingabe und der Behandlung von Gesuchen und bei Lärmklagen.

Folgende Inhalte der Vollzugshilfe unterstützen die einheitliche lärmrechtliche Beurteilung von Wärmepumpen:

- Prüfung von Lärmschutzmassnahmen (Kapitel 2.2).
- Vorgaben zur Ermittlung des Beurteilungspegels (Kapitel 2.3)
- Web-Applikation zur Erstellung eines Lärmschutznachweises bei Wärmepumpen (Anhang 1)
- Liste möglicher Lärmschutzmassnahmen inkl. Abschätzung ihrer Wirkung (Anhang 2)
- Standardisiertes Mess- und Beurteilungskonzept zur Überprüfung der Angaben im Baubewilligungsverfahren und zur allfälligen Behandlung von Lärmklagen (Anhang 3)
- Fallbeispiel (Anhang 4)

¹ www.laerm.ch > Lärmsorgen > Recht & Gesetz > Rechtsprechung > Industrie- & Gewerbelärm > Wärmepumpen

2. Beurteilung

2.1 Vorsorgliche Massnahmen

Unabhängig von der bestehenden Lärmbelastung und zusätzlich zur Einhaltung der Planungswerte sind vorsorgliche Massnahmen zu prüfen. Sind die Planungswerte eingehalten, so gelten weitere Massnahmen zur Emissionsbegrenzung nach der Rechtsprechung nur dann als wirtschaftlich tragbar, wenn sich mit relativ geringem Aufwand eine wesentliche zusätzliche Reduktion der Immissionen erreichen lässt.

Bei der Beurteilung, ob eine emissionsbegrenzende Massnahme im Rahmen der Vorsorge nötig und verhältnismässig ist, ist zuerst festzustellen, ob sie zu einer wesentlichen und wahrnehmbaren Reduktion des Immissionspegels führen würde. Als zweites stellt sich die Frage, wie hoch der Aufwand wäre.

Erforderliche Pegelreduktion und zumutbarer Aufwand

Unterhalb der Planungswerte sind Pegelreduktionen von weniger als 3 dB als nicht wesentlich zu betrachten. Massnahmen, die eine geringere Wirkung erzielen, müssen daher nicht umgesetzt werden.

Pegelreduktionen von mehr als 3 dB lassen sich grundsätzlich mit den unter Kapitel 2.2.1 aufgeführten primär zu prüfenden planerischen Massnahmen erreichen. Ist der dafür erforderliche Aufwand relativ gering (bis 1% der Investitionskosten der Wärmepumpen-Anlage), so ist die Massnahme umzusetzen.

Mit den im Kapitel 2.2.2 und Anhang 2 aufgeführten weiteren technischen und baulichen Massnahmen lässt sich ebenfalls eine wesentliche Reduktion der Lärmpegel erreichen. Die Kosten dafür betragen jedoch in der Regel mehr als 1% der Investitionskosten der Wärmepumpen-Anlage. Die Verhältnismässigkeit dieser Massnahmen ist bei eingehaltenen Planungswerten sodann nicht gegeben.

2.2 Lärmschutzmassnahmen

2.2.1 Primäre Massnahmen

Folgende emissionsreduzierenden Massnahmen müssen geprüft und im Lärmschutznachweis ausgewiesen werden:

- Innenaufstellung der Wärmepumpe
- Wahl einer Anlage mit tiefem Schallleistungspegel
- Optimierung des Aufstellungsortes

Bei Wärmepumpen mit einem schallreduzierten Nachtbetrieb ist als emissionsreduzierende Massnahme zudem der Flüstermodus in der Nacht zu aktivieren. Dieser wird im Lärmschutznachweis jeweils automatisch berücksichtigt.

Innenaufstellung der Wärmepumpe

Die Innenaufstellung von Wärmepumpen ist in der Regel nur bei Neubauten verhältnismässig oder wenn bei bestehenden Gebäuden die geeigneten Öffnungen für Zu- und Abluft bereits vorhanden sind. Bei einem Heizungersatz ist für die Innenaufstellung erfahrungsgemäss mit hohen planerischen und baulichen Aufwendungen von mehreren tausend Franken zu rechnen (Wanddurchbrüche, Zu-/Abluftschächte, etc.).

Wahl einer Anlage mit tiefem Schallleistungspegel

Bei Wärmepumpen mit vergleichbaren Heizleistungen können erhebliche Unterschiede bei der Lärmabstrahlung zwischen verschiedenen Wärmepumpen-Modellen vorliegen. Die Gründe sind technischer Natur und können z. B. auf spezielle, bereits integrierte emissionsarme Konstruktionen zurückgeführt werden.

Die Wahl eines Wärmepumpen-Modells mit möglichst tiefen Schallemissionen ist eine wirkungsvolle emissionsreduzierende Massnahme an der Quelle. Die Emissionspegel lauterer Modelle können durch integrierte quellenseitige Massnahmen (Schalldämmhauben, Kanalschalldämpfer etc.) reduziert werden.

Optimierung des Aufstellungsortes

Bei der Wahl des optimalen Aufstellungsortes sind verschiedene Kriterien zu berücksichtigen. Grundsätzlich ist der Aufstellungsort der lärmigen Anlagekomponenten so zu wählen, dass die Lärmimmissionen bei den lärmempfindlichen Räumen und im Aussenbereich, wo sich Personen längere Zeit aufhalten (z. B. Sitzplatz), möglichst gering sind. Wenn möglich ist der Standort so zu wählen, dass möglichst wenige Personen von Immissionen betroffen sind und neue Lärmquellen dort angeordnet werden, wo bereits andere Lärmquellen vorhanden sind (z. B. Strasse) und somit ruhige Zonen vor neuem Lärm geschützt werden. Demgegenüber sind aber auch technische Kriterien zu berücksichtigen. So kann bei aussen aufgestellten Wärmepumpen der Aufstellungsort eine Auswirkung auf die Leitungslängen und auf die Wärmeverluste haben, die Abluft der Wärmepumpe im Winter zu einer Vereisung von Gehwegen führen oder die Topografie die möglichen Standorte einschränken.

Flüstermodus

Modulierende (drehzahlgesteuerte) Luft/Wasser-Wärmepumpen erzeugen bei maximaler Drehzahl die grösste Heizleistung. Gleichzeitig sind dabei auch die Lärmemissionen am höchsten (Anhang 1, Lärmschutznachweis: Schalleistungspegel Tagbetrieb maximal). Solche Wärmepumpen können so programmiert werden, dass die maximale Drehzahl zu gewissen Zeiten eingeschränkt ist (Flüstermodus, schallreduzierter Nachtbetrieb). Im Sinne der Vorsorge ist bei diesen Wärmepumpen während der Nacht (19 bis 07 Uhr) grundsätzlich der Flüstermodus (schallreduzierter Nachtbetrieb) zu aktivieren. Dieser kann zwar in Einzelfällen eingeschränkt werden. Im Zeitraum von 22 bis 06 Uhr ist der Flüstermodus jedoch in jedem Fall zu aktivieren. Diese vorsorgliche Massnahme wird im Lärmschutznachweis (Anhang 1, Schalleistungspegel Nachtbetrieb maximal) berücksichtigt. Das Heizsystem muss dabei so ausgelegt werden, dass die benötigte Heizleistung auch im Flüstermodus ohne die Verwendung eines elektrischen Heizeinsatzes gewährleistet werden kann. Planer, Installateur und Betreiber der Luft/Wasser-Wärmepumpen sorgen gemeinsam für die Umsetzung dieser Massnahme.

2.2.2 Weitere Massnahmen

Eine Liste weiterer technischer und baulicher Massnahmen ist im Anhang 2 dieser Vollzugshilfe enthalten. Diese Massnahmen dienen dazu, die Lärmimmissionen so weit zu reduzieren, dass die Planungswerte eingehalten werden können. Sind die Planungswerte jedoch bereits eingehalten, so sind diese Massnahmen in der Regel wie in Kapitel 2.1 erläutert aus Kostengründen nicht verhältnismässig.

Betriebliche Einschränkungen

Weitere zeitliche Einschränkungen des Betriebes haben sich gemäss Erfahrungen im Vollzug als nicht zweckmässig herausgestellt, da Wärmepumpen bezüglich ihrer Heizleistung möglichst ohne Leistungsreserve dimensioniert werden. Bei einer zusätzlichen zeitlichen Betriebseinschränkung könnte eine genügende Heizleistung bei kalter Witterung allenfalls nur durch eine leistungsstärkere und damit tendenziell auch lautere Wärmepumpe erbracht werden.

Schalldämmhauben

Mit einer Schalldämmhaube kann bei aussen aufgestellten Wärmepumpen in der Regel eine deutliche Pegelreduktion erreicht werden. Aufgrund der erheblichen Kosten einer Schalldämmhaube von mehreren tausend Franken erweist sich diese Massnahme bei eingehaltenen Planungswerten in der Regel nicht als verhältnismässig.

Lärmschutzwände

Die effektive Wirkung einer solchen Massnahme wird oft überschätzt, da es aufgrund der dominanten tiefen Frequenzen bei Wärmepumpen vermehrt zu Schallbeugungseffekten kommt. Zudem besteht die Gefahr, dass Reflexionen an der Wand neue störende Geräusche erzeugen. Verbunden mit der herausfordernden korrekten Dimensionierung einer solchen Massnahme und den damit anfallenden Kosten, ist die Verhältnismässigkeit bei eingehaltenen Planungswerten grundsätzlich nicht gegeben.

2.3 Lärmermittlung

Der Beurteilungspegel L_r nach Anhang 6 LSV wird wie folgt ermittelt:

$$L_r = L_{eq} + K1 + K2 + K3 + 10 \cdot \log(t / t_0)$$

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
$10 \cdot \log(t / t_0)$	Betriebszeitkorrektur
t	Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer 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
K3	0 dB; kein Impulsgehalt
$10 \cdot \log(t / t_0)$	0 dB, in Folge $t = 720$ Minuten Annahme: Dauerbetrieb, Abweichungen nur möglich, wenn Betrieb z. B. mit Schaltuhr eingeschränkt

Zwei konservative Berechnungsannahmen im Lärmschutznachweis (Anhang 1) bewirken, dass der ermittelte Beurteilungspegel eher überschätzt wird:

- Annahme eines Dauerbetriebs in der Nacht
- Berücksichtigung des maximalen Schallleistungspegels L_{WAmax} am Tag resp. in der Nacht

Annahme eines Dauerbetriebs in der Nacht

Bei einer korrekt dimensionierten Wärmepumpe beträgt die Betriebszeit während der Nacht im Durchschnitt über sämtliche «Betriebstage» etwa vier Stunden, womit eine Betriebszeitkorrektur von rund -5 dB resultieren würde. Bei Annahme eines Dauerbetriebs liegt der Beurteilungspegel im Lärmschutznachweis somit grundsätzlich rund 5 dB höher als wenn auf einen durchschnittlichen Betrieb von 4 Stunden abgestellt würde. Durch dieses Vorgehen werden emissionsarme Wärmepumpen gefördert, weil laute Wärmepumpen nur unter Einrechnung der Betriebszeitkorrektur die Planungswerte einhalten könnten, jedoch während dem Betrieb lauter bzw. störender sind.

Berücksichtigung des maximalen Schallleistungspegels L_{WAmax} am Tag resp. in der Nacht

Bei modulierenden Wärmepumpen dürfte ein Betriebszustand mit L_{WAmax} nur an wenigen, sehr kalten Tagen pro Jahr auftreten. Während der restlichen Zeit liegen die Lärmimmissionen deutlich tiefer. Durch eine Dimensionierung auf Basis L_{WAmax} wird gewährleistet, dass selbst bei L_{WAmax} keine störenden Lärmimmissionen auftreten.

Lärmbeurteilung

Der Beurteilungspegel L_r ist in der Mitte der offenen Fenster lärmempfindlicher Räume und bei un bebauten Bauparzellen auf der Baulinie (Parzellengrenze + gesetzlicher Bauabstand) zu ermitteln². Die alleine von der Anlage erzeugten Lärmimmissionen (Beurteilungspegel L_r) – nach Gewährleistung der Anforderungen und Umsetzung der Massnahmen im Sinne der Vorsorge – dürfen die Planungswerte gemäss Anhang 6 LSV nicht überschreiten³.

Bei Wärmepumpen von Mehrfamilienhäusern befindet sich oftmals der vom Lärm am stärksten betroffenen Raum im Mehrfamilienhaus selber.

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

$$L_{eq} = L_{WAmax} - 11 \text{ dB} + D_C - 20 \cdot \log(s / s_0)$$

L_{eq}	A-bewerteter Mittelungspegel in der Mitte der offenen Fenster von lärmempfindlichen Räumen (Messwert oder berechneter Wert)
L_{WAmax}	A-bewerteter maximaler Schallleistungspegel
D_C	Richtwirkungsmass
$20 \cdot \log(s / s_0)$	Abstandsdämpfung
s	Abstand s in Metern zwischen Lärmquelle und Immissionsort
s_0	1 Meter

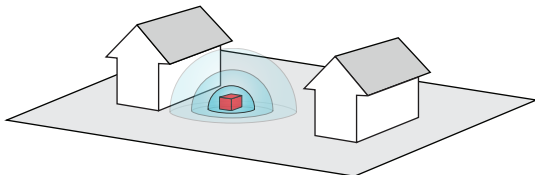
Der maximale Schallleistungspegel L_{WA} der Wärmepumpe ist aus dem Schalldaten-Verzeichnis der Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS zu entnehmen. Fehlen diese Angaben, so können die Angaben des Herstellers, sofern die Messung nach EN 12102-1 durchgeführt wurde, verwendet werden.

² Art. 39 LSV

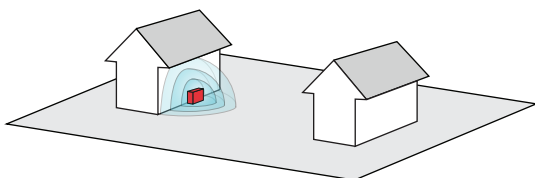
³ Art. 7 Abs. 1 Bst. b LSV

Liegen detailliertere Angaben, wie z. B. die Verteilung des Schalldruckpegels im Freifeld (Richtcharakteristik), vor und ist die Orientierung der Wärmepumpe bekannt, so kann diese bei der Berechnung berücksichtigt werden.

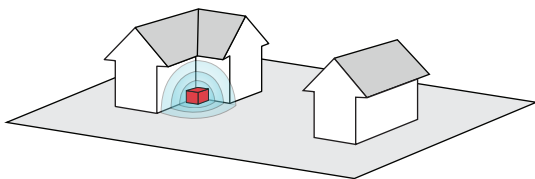
Das Richtwirkungsmaß D_C beträgt:



freistehend +3 dB
(mindestens 5 Meter Abstand zur Wand)



an der Wand +6 dB



einspringende Ecke +9 dB

2.4 Lärmschutznachweis für einfache Situationen

Mit dem Lärmschutznachweis soll nachgewiesen werden, dass vorsorgliche Massnahmen ausreichend geprüft wurden und die Planungswerte eingehalten sind. Dieser Nachweis kann bei einzelnen Anlagen und einfachen Umgebungssituationen mit der Web-Applikation «Lärmschutznachweis» der Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS) erstellt werden. (Anhang 1).

Weil Luft/Wasser-Wärmepumpen während der Nacht (19 bis 07 Uhr) deutlich strenger beurteilt werden als am Tag, ist für die Beurteilung in der Regel der kritischere Nachtzeitraum massgebend. Der Lärmschutznachweis kann jedoch auch für Anlagen verwendet werden, die nur am Tag (07 bis 19 Uhr) betrieben werden.

Angaben zur Wärmepumpe, Massgebender Schalleistungspegel

Für die Lärmberechnung ist der maximale Schalleistungspegel im Tag- resp. Nachtbetrieb massgebend. Für viele Luft/Wasser-Wärmepumpen können diese Werte direkt dem Schalldaten-Verzeichnis im Lärmschutznachweis entnommen werden. Fehlen diese Angaben, können diese manuell in der Web-Applikation eingegeben werden. Dabei müssen die Angaben des Herstellers detailliert dokumentiert werden (Datenblatt beilegen).

Einhaltung Belastungsgrenzwerte

Die Planungswerte sind eingehalten, wenn die Beurteilungspegel die massgebenden Planungswerte am Immissionsort nicht überschreiten. Ansonsten sind weitere Massnahmen zur Reduktion der Emissionen notwendig.

Prüfung vorsorglicher Massnahmen

Die Prüfung vorsorglicher emissionsreduzierenden Massnahmen ist im Lärmschutznachweis zu deklarieren.

2.5 Wärmepumpen von Einfamilienhäusern

Die Bewohner eines Einfamilienhauses (in der Regel die Eigentümer und Gesuchsteller) haben Einfluss auf den Betrieb der Wärmepumpe und auch ein eigenes Interesse, sich entsprechend vor dem Lärm zu schützen. Die massgebenden Belastungsgrenzwerte müssen grundsätzlich auch beim eigenen Einfamilienhaus (EFH) eingehalten werden.

Bei einer Wärmepumpe resp. einem Schacht, welcher sich nahe an der Fassade des EFH befindet, lässt sich die Schallausbreitung gegenüber dem eigenen Gebäude nicht mit der Web-Applikation «Lärmschutznachweis» (Anhang 1) berechnen.

Wenn sich die lärmigen Wärmepumpen-Komponenten resp. die Luftein- und -auslässe nahe an der Fassade des EFH befinden, sollten diese nach Möglichkeit dort platziert werden, wo:

- keine Fenster von lärmempfindlichen Räumen vorhanden sind,
- ein möglichst grosser Abstand zu den Fenstern der lärmempfindlichen Räume vorhanden ist,
- die lärmempfindlichen Räume ein weiteres Fenster an einer von der Wärmepumpe abgewandten Seite haben.

Bei Umsetzung mindestens einer dieser Massnahmen kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass höchstens eine geringfügige Belastung vorliegt, womit auf die Ermittlung eines quantitativen Beurteilungspegels am EFH verzichtet werden kann.

2.6 Wärmepumpen von privaten Schwimmbädern

Als Spezialfall sind Luft/Wasser-Wärmepumpen zum Beheizen von Pools zu betrachten. Sie dienen dem Aufheizen des Wassers in einem Schwimmbad oder Whirlpool und sind in der Regel aussen aufgestellt.

Vereinzelte sind diese Pool-Wärmepumpen in der Datenbank des FWS aufgeführt. Entsprechend kann der Lärmschutznachweis mit der Web-Applikation durchgeführt werden. Für Pool-Wärmepumpen, die nicht in der Datenbank des FWS enthalten sind, kann das Formular «Lärmschutznachweis für HLKK-Anlagen»⁴ verwendet und die Daten manuell eingegeben werden. Dabei ist zu beachten, dass die Messnormen für Pool-Wärmepumpen von den Normen der Heizungs-Wärmepumpen abweichen. Es sind daher sinngemäss die Werte für die Heizleistungen zu übernehmen (anstelle von A2/W35: Luft 28°C/Wasser 28°C, anstelle von A-7/W35: Luft 15°C/Wasser 26°C).

Bei der Beurteilung von Pool-Wärmepumpen ist die Berücksichtigung einer Betriebszeitkorrektur dann zulässig, wenn die Pool-Wärmepumpe über längere Zeit ausgeschaltet ist (z. B. mittels Zeitschaltuhr).

Im Sinne der Vorsorge sind zudem folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Betrieb in der Nacht nur in begründeten Fällen
- Bei der Wahl des Aufstellungsortes sind genutzte Aussenräume wie z. B. Sitzplätze oder Terrassen der Nachbarn zu berücksichtigen.

Nicht ausser Acht gelassen werden darf zudem, dass üblicherweise bei einer Pool-Anlage nicht alleine die Wärmepumpe Lärmemissionen verursacht und daher auch andere Komponenten wie Umwälzpumpe, Filter, Gegenstromanlage etc. berücksichtigt werden müssen.

2.7 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 erfolgt die Messung am offenen Fenster des am stärksten betroffenen lärmempfindlichen Raumes. Die Messungen sind gemäss Anhang 3 durchzuführen.

Hinweis

Die Pegelkorrekturen K2 (Tongehalt) und K3 (Impulsgehalt) sind am Immissionsort durch eine Fachperson zu bestimmen.

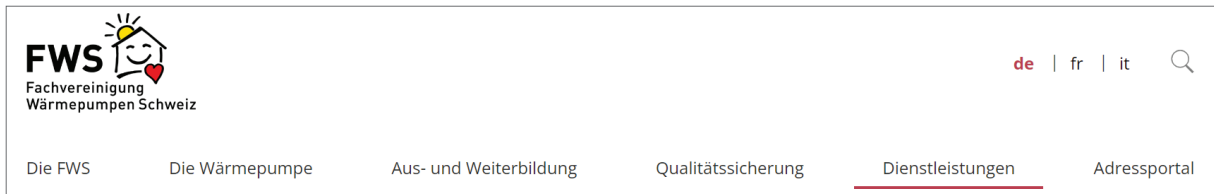
⁴ Cercle Bruit Vollzugshilfe 6.20 «Lärmrechtliche Beurteilung von Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen»

3. Weiterführende Unterlagen

3.1 Literatur

- [1] Bundesamt für Energie, Handbuch Wärmepumpen: Planung / Optimierung / Betrieb / Wartung, 2008
- [2] SUVA, Lärmbekämpfung durch Kapselungen, Infoschrift Nr. 66026
- [3] SUVA, Schallemissionsmessungen an Maschinen, Infoschrift Nr. 66027
- [4] Lips W., Strömungsakustik in Theorie und Praxis, Expert Verlag, Band 474
- [5] Bayerisches Landesamt für Umwelt, Tieffrequente Geräusche bei Biogasanlagen und Luftwärmepumpen, Leitfaden 2011

Die Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS hat in Zusammenarbeit mit dem Cercle Bruit die Web-Applikation «Lärmschutznachweis» entwickelt. Diese kann auf der Webseite des FWS⁵ aufgerufen werden. Die Web-Applikation ersetzt das Excel-Formular «Lärmschutznachweis für Luft/Wasser-Wärmepumpen».



Der Anhang 1 dieser Vollzugshilfe dient als Handbuch zum Lärmschutznachweis.

Hinweis

Die Darstellung des Lärmschutznachweises auf der Webseite kann von der Darstellung im Handbuch abweichen.

Angaben zur Wärmepumpe

Unter «Angaben zur Wärmepumpe» können die Wärmepumpen der verschiedenen Hersteller ausgewählt werden. Mit einem Klick auf das entsprechende Hersteller-Logo rechts wird in der Hersteller-Auswahlliste automatisch der entsprechende Hersteller übernommen. Nach Auswahl von Modell/Typ werden die Angaben zu Heizleistung und Schallleistungspegel der Wärmepumpe angezeigt.⁶

Angaben zur Wärmepumpe	
Hersteller	Bitte auswählen ▼
Modell/Typ	Bitte auswählen ▼
Heizleistung (A2/W35)	<input type="text"/> kW
Heizleistung (A-7/W35)	<input type="text"/> kW
Heizleistung (Nachtbetrieb maximal)	<input type="text"/> kW
Schallleistungspegel nach ErP (A7/W47-55)	<input type="text"/> dB(A)
Schallleistungspegel Tagbetrieb maximal	<input type="text"/> dB(A)
Schallleistungspegel Nachtbetrieb maximal	<input type="text"/> dB(A)

Bei Wärmepumpen die nicht in der Datenbank vorhanden sind, können die Daten manuell eingegeben werden, dazu ist unter «Hersteller» der unterste Eintrag «Daten selber eingeben» zu wählen. Werden die Daten manuell eingegeben, so ist dem Lärmschutznachweis das Datenblatt mit den Schallpegelangaben der Wärmepumpe beizulegen.

⁵ <https://www.fws.ch/laermschutznachweis/>

⁶ Es besteht eine Ombudsstelle, welche die Schallleistungsangaben auf Hinweis hin überprüft. Fragwürdige Einträge können der Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS unter info@fws.ch gemeldet werden.

Es werden die Heizleistung und die Schalleistungspegel bei Normbedingung (ErP), bei maximalem Betrieb im Standardbetrieb (Tag) und im Flüstermodus (Nacht) angegeben. Für die weitere Berechnung im Lärmschutznachweis werden die maximalen Schalleistungspegel für den Tag resp. die Nacht verwendet.

Lärmrechtliche Beurteilung gemäss Cercle Bruit

Der Lärmschutznachweis wurde in Zusammenarbeit mit der FWS erstellt und durch den Cercle Bruit geprüft. Über den Link (blau) kann die vorliegende Vollzugshilfe inkl. Anleitung Web-Applikation «Lärmschutznachweis» aufgerufen werden.

Lärmrechtliche Beurteilung gemäss Cercle Bruit			
Vollzugshilfe des Cercle Bruit			
Aufstellungsart	Aussenaufstellung		
Lärmempfindliche Räume am Empfangsort	Räume in Wohnungen	Tag	Nacht
Massgebender Planungswert am Empfangsort (Empfindlichkeitsstufe ES)	<input type="radio"/> ES I (Erholungszone) <input checked="" type="radio"/> ES II (Wohnzone) <input type="radio"/> ES III (z. B. Mischzone) <input type="radio"/> ES IV (Industriezone)	55 dB(A)	45 dB(A)

Aufstellungsart

Es kann zwischen folgenden drei Aufstellungsarten gewählt werden:

- Innenaufstellung: Die gesamte Wärmepumpe befindet sich im Gebäude und die Luftzufuhr und der Luftaustritt erfolgt über Schächte oder Fassadenöffnungen.
- Aussenaufstellung: Die gesamte Wärmepumpe steht im Freien.
- Splitbauweise: Die Verdampfer-Einheit steht im Freien, der Kompressor im Gebäude.

Grundsätzlich ergibt sich die Aufstellungsart aus dem gewählten Wärmepumpen-Typ. Es kann jedoch vorkommen, dass Wärmepumpen anders als vom Hersteller vorgesehen aufgestellt werden. Entsprechend ist die effektive Aufstellungsart zu wählen.

Lärmempfindliche Räume am Empfangsort


Es kann zwischen lärmempfindlichen Räumen in Wohnungen und in Betrieben gewählt werden. Bei lärmempfindlichen Räumen in Betrieben, gelten in der Empfindlichkeitsstufe I, II und III um 5 dB höhere Planungswerte.

Massgebender Planungswert am Empfangsort (Empfindlichkeitsstufe ES)

Für die Beurteilung der Lärmbelastung ist die Lärm-Empfindlichkeitsstufe (ES) im Umfeld der Anlage massgebend. Die ES-Zuordnung kann den kommunalen Zonenplänen resp. Lärmempfindlichkeitsstufen-Plänen entnommen werden. Oft sind diese auch über ein WebGIS der Gemeinde oder des Kantons abrufbar.

Einhaltung Belastungsgrenzwerte

Der Lärmschutznachweis berechnet die Einhaltung der Belastungsgrenzwerte sowohl für den Tag als auch für die Nacht. Der Lärmschutznachweis kann somit auch für Wärmepumpen verwendet werden, die nur am Tag (7 bis 19 Uhr) betrieben werden.

Einhaltung Belastungsgrenzwerte		Tag	Nacht
Schalleistungspegel	Nachtbetrieb aktiviert von <input type="text" value="19"/> bis <input type="text" value="7"/> Uhr	58 dB(A)	49 dB(A)
Umrechnungsterm Schalldruckpegel		-11 dB	-11 dB
Richtwirkungskorrektur D_c	<input type="text" value="WP / Schacht an Fassade"/> 	6 dB	6 dB
Distanz zum Empfangsort Nachbargebäude; wenn unbebaute Nachbarparzelle Baulinie resp. Grenzabstand; bei MFH im Gebäude selber	<input type="text" value="10"/> m	-20 dB	-20 dB
Lärmschutzmassnahmen	<input type="checkbox"/> Wetterschutzgitter schallgedämmt (bis -3 dB) <input type="checkbox"/> Schacht, 1.5-2 m tief (bis -5 dB) <input type="checkbox"/> Andere <input type="checkbox"/> Andere	0 dB	0 dB
Wärmepumpen in Kaskade	<input type="checkbox"/> mehrere Wärmepumpen in Kaskade	0 dB	0 dB
Schalldruckpegel L_{pA} am Empfangsort		33 dB(A)	24 dB(A)
Pegelkorrektur K1 für Heizungsanlagen		5 dB	10 dB
Pegelkorrektur K2 Hörbarkeit des Tongehalts	<input type="text" value="schwach hörbar (Normalbetrieb) +2 dB"/>	2 dB	2 dB
Pegelkorrektur K3 Hörbarkeit des Impulsgehalts	<input type="text" value="nicht hörbar"/>	0 dB	0 dB
Betriebszeitkorrektur	<input type="text" value="Betrieb ohne Zeiteinschränkung"/>	0 dB	0 dB
Beurteilungspegel L_r	<input checked="" type="checkbox"/> Die Planungswerte werden eingehalten.	40 dB(A)	36 dB(A)

Schalleistungspegel

Der Lärmschutznachweis verwendet für die Lärmbeurteilung den maximalen Schalleistungspegel für den Tag- resp. Nachtbetrieb. Standardmässig wird der Nachtbetrieb von 19 bis 7 Uhr im Lärmschutznachweis berücksichtigt. Die Zeiten können manuell verändert werden, was sich auf den für die Lärmbeurteilung verwendeten Schalleistungspegel in der Nacht auswirkt. In der Zeit von 22 bis 6 Uhr ist die Wärmepumpe jedoch immer im schallreduzierten Nachtbetrieb (Flüstermodus) zu betreiben. Der Flüstermodus ist bei der Wärmepumpe gemäss den angegebenen Zeiten zu programmieren.

Richtwirkungskorrektur D_c

Je nach Aufstellungsort der lärmigen Komponente kann sich der Schall nicht in alle Richtungen ausbreiten und wird reflektiert. Entsprechend ist der Standort der Wärmepumpe resp. des Schachtes anzugeben:

- WP / Schacht freistehend (mindestens 5 Meter Abstand zur Wand)
- WP / Schacht aussen an Fassade
- WP / Schacht an einspringender Fassadenecke

Distanz zum Empfangsort

Dies ist der Abstand zwischen der Wärmepumpe resp. dem Schacht und dem nächsten Fenster von lärmempfindlichen Räumen (Wohnen, Schlafen, etc.) in der Umgebung. Bei unbebauten Bauparzellen gilt der Abstand zwischen der lärmigen Komponente resp. dem Schacht und der Baulinie resp. dem gesetzlichen Grenzabstand.

Bemerkung: Der Lärmschutznachweis kann zurzeit nicht für die Beurteilung am eigenen Gebäude verwendet werden, da die Abstrahleigenschaften im Nahbereich der Wärmepumpe nicht bekannt sind und lokale Abschirmwirkungen nicht einfach berechnet werden können. Wie die Lärmermittlung am eigenen Gebäude in den Lärmschutznachweis integriert werden kann, ist noch in Abklärung. Entsprechende Untersuchungen wurden veranlasst.

Lärmschutzmassnahmen

Hier können die Lärmschutzmassnahmen mit Angabe ihrer Wirkung ausgewählt werden. Die Pegelreduktion durch den schallreduzierten Nachtbetrieb (Flüstermodus) darf hier nicht erfasst werden, da diese bei den Herstellerangaben mit dem geringeren Schallleistungspegel bereits berücksichtigt ist.

Wärmepumpen in Kaskade

Werden mehrere baugleiche Wärmepumpen am selben Ort aufgestellt und in Kaskade betrieben, so kann dies im Lärmschutznachweis angewählt und die Anzahl Wärmepumpen angegeben werden. Abhängig von der Anzahl Wärmepumpen wird die Pegelerhöhung berechnet.

Schalldruckpegel L_{pA} am Empfangsort

Der Schalldruckpegel am Immissionsort wird aus der Summe der bisherigen Werte berechnet.

Pegelkorrekturen K1 bis K3 und Betriebszeitkorrektur

Die Pegelkorrekturen sind gemäss Vollzugshilfe voreingestellt. Erläuterungen sind in Kap. 2.3 der Vollzugshilfe zu finden. Ist der Betrieb der Wärmepumpe während der Nacht mit einer Zeitschaltuhr eingeschränkt, so ist die Sperrzeit (Uhrzeit von/bis) anzugeben. Diese gilt dann verbindlich als Vorgabe. Bei der Berechnung der Betriebszeitkorrektur fliesst die Angabe zum aktivierten Nachtbetrieb beim Schallleistungspegel mit ein. Wird vom standardmässigen Nachtbetrieb von 19 bis 07 Uhr abgewichen, handelt es sich bei der Betriebszeitkorrektur in der Nacht um eine Mischrechnung der zwei unterschiedlichen Lärmphasen mit dem maximalen Schallleistungspegel Tag resp. Nacht.

Beurteilungspegel L_r

Wenn alle nötigen Daten ausgefüllt sind, wird der Beurteilungspegel automatisch berechnet und es wird angezeigt, ob die Belastungsgrenzwerte (Planungswerte) der gewählten ES eingehalten werden.

Prüfung vorsorglicher Massnahmen

Neben der Einhaltung der Planungswerte ist im Lärmschutznachweis aufzuzeigen, dass vorsorgliche Massnahmen geprüft wurden.

Prüfung vorsorglicher Massnahmen			
Sind die Planungswerte eingehalten (insb. in der ES II), so gelten zusätzliche Massnahmen zur Emissionsbegrenzung in der Regel nur dann als wirtschaftlich tragbar, wenn sich mit relativ geringem Aufwand (< 1% der Anlagekosten) eine wesentliche zusätzliche Reduktion der Emissionen (≥ 3 dB) erreichen lässt.			
Innenaufstellung	ja		
Schalleistungspegel	<input checked="" type="checkbox"/> Wärmepumpe mit tiefem Schalleistungspegel		
Optimierter Aufstellungsort	Lärmoptimierter Standort für Nachbarschaft und eigenes Gebäude		
Schallreduzierter Nachtbetrieb	Aktiviert in der Zeit von 19:00 bis 07:00 Uhr Die Einstellung ist erforderlich zur Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben und darf nicht verändert werden. Nutzer und/oder Eigentümer der Anlage wurden auf die Bedeutung dieser Zeitfenster hingewiesen.		
Beurteilung Vorsorge	<input checked="" type="checkbox"/> Die in Betracht fallenden vorsorglichen Massnahmen wurden geprüft, und die verhältnismässigen Massnahmen werden umgesetzt. Das Vorsorgeprinzip wird somit erfüllt.		

Innenaufstellung

Bei aussen aufgestellten Wärmepumpen ist zu begründen, weshalb eine Innenaufstellung nicht möglich bzw. unverhältnismässig ist. Es stehen folgende Begründungen zur Auswahl:

- Löst unverhältnismässige Kosten aus
- Kein Platz vorhanden
- Beurteilungspegel deutlich unter Planungswert
- Eigene Begründung: ...

Schalleistungspegel

Wärmepumpen mit hohen Schalleistungspegeln sind zu vermeiden. Zu beachten ist dabei, dass drehzahlgesteuerte Wärmepumpen zu einem grossen Teil der Betriebszeit auf Teillast laufen, und hohe bzw. die maximalen Schalleistungspegel in der Regel nur bei tiefen Aussentemperaturen oder während der Aufheizung von Brauchwarmwasser auftreten.

Optimierter Aufstellungsort

Es ist anzugeben, wie der Aufstellungsort optimiert wurde:

- Lärmoptimierter Standort für Nachbarschaft (z. B. nahe am eigenen Gebäude)
- Lärmoptimierter Standort für Nachbarschaft und eigenes Gebäude (z. B. Wärmepumpe an der Strassen-
seite)
- Lärmoptimierter Standort für eigenes Gebäude (z. B. Abschirmung durch Nebengebäude)
- Eigene Begründung (z. B. Beurteilungspegel deutlich unter Planungswert)

Schallreduzierter Nachtbetrieb

Die Zeiten werden von den unter Schalleistungspegel «Nachtbetrieb aktiviert von: ... bis: ... Uhr» gemachten Angaben übernommen. Der Lieferant/Installateur verpflichtet sich, den Flüstermodus für die im Lärmschutznachweis deklarierte Zeit (Standard: von 19 bis 07 Uhr, Minimum: von 22 bis 06 Uhr) zu aktivieren.

Beurteilung Vorsorge

Wenn die Prüfung der vorsorglichen Massnahmen ausgefüllt ist, wird angezeigt ob die vorsorglichen Massnahmen ausreichend geprüft und umgesetzt sind.

Projektdaten

Zum Erstellen des Lärmschutznachweises als PDF sind die Felder Gesuchsteller/in, Adresse, PLZ und Ort zwingend auszufüllen. Bei der Adresse ist der Standort der Wärmepumpe/lärmigen Komponenten anzugeben.

Projektdaten			
Gesuchsteller/in	<input type="text"/>		
Parzelle Nr.	<input type="text"/>		
Baugesuch Nr.	<input type="text"/>		
Adresse	<input type="text"/>		
PLZ / Ort	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Für Rückfragen			
Verfasser/in	<input type="text"/>		
E-Mail	<input type="text"/>		
Telefon	<input type="text"/>		
Ort, Datum	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="button" value="PDF-Datei erstellen"/>			

Für Rückfragen

Die Angaben zu Verfasser/in des Lärmschutznachweises sind für Rückfragen der Behörden zwingend anzugeben.

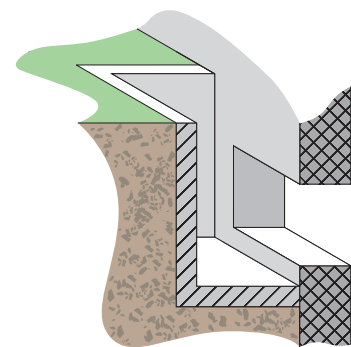
PDF-Datei erstellen

Mit dem Knopf «PDF Datei erstellen» kann von dem Web-Formular eine PDF-Datei erstellt und lokal gespeichert werden. Die erstellte PDF-Datei beinhaltet in der Fusszeile einen Link, mit dem das Lärmschutznachweis-Web-Formular inkl. sämtlicher Eingaben wieder aufgerufen werden kann.

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 vorgelagerte Bauten wie Garagen, Böschungen, etc.). Ein Aufstellungsraum im Inneren des Gebäudes ist möglichst so zu wählen, dass er sich nicht im Bereich von lärmempfindlichen Räumen befindet (Wohn- und Schlafzimmer).

Die erzielbaren Pegelreduktionen sind durch eine Fachperson zu bestimmen.

Massnahme	Wirkung
Primäre Massnahmen	
Wahl des Aufstellungsortes	bis -25 dB
Wahl einer Wärmepumpe mit tiefem Schalleistungspegel	bis -10 dB
Flüstermodus (schallreduzierter Nachtbetrieb) – ist standardmässig von 19 bis 7 Uhr zu aktivieren (mindestens von 22 bis 6 Uhr) – Wirkung gemäss Angabe Hersteller – Wird bei der Beurteilung berücksichtigt	
Weitere technische und bauliche Massnahmen für innen aufgestellte Wärmepumpen	
Schacht – 1,5 m bis 2,0 m tief	bis -5 dB



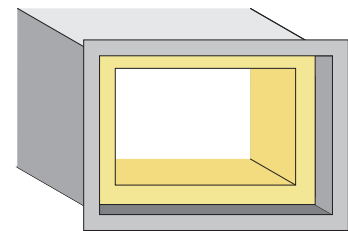
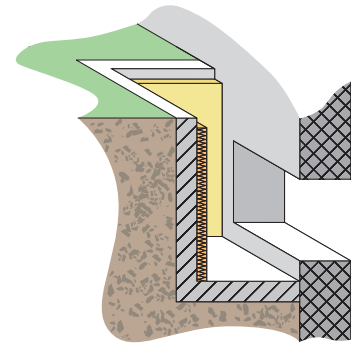
Auskleiden der Schächte / Kanäle mit schallabsorbierendem Material

- Reduktionswirkung stark frequenzabhängig bzw. abhängig von der absorbierenden Materialdicke

Wirksame Auskleidungs-Materialdicken:

- ca. 50 mm für den mittleren Frequenzbereich
- für tiefe Frequenzen oft unrealistisch (> 300 mm, führt zu massiven Querschnittsverkleinerungen)

-2 bis -4 dB



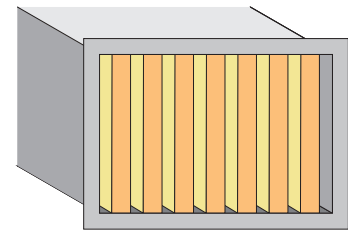
Schalldämpfer in Luftführungskanälen

- oft aus Platzgründen nicht realisierbar
- Reduktionswirkung stark frequenzabhängig

falls genügend Platz vorhanden:

- bis -15 dB bei dominanten mittleren Frequenzen
- bis -5 dB bei dominanten tiefen Frequenzen

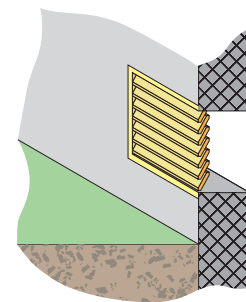
-3 bis -15 dB

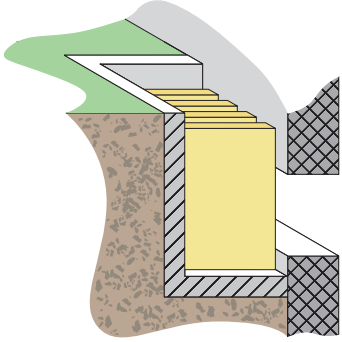
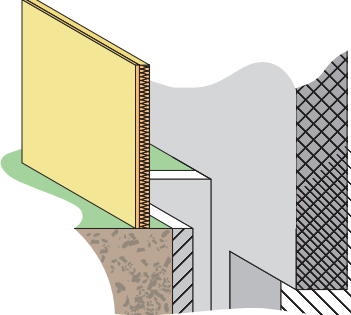
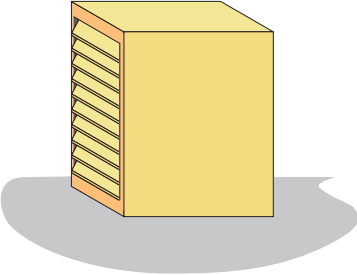
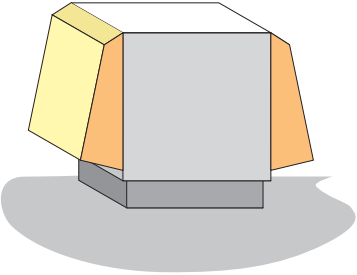


Schalldämpfendes Wetterschutzgitter

- Frequenzbezogene Einfügungsdämpfungswerte beachten

0 bis -3 dB



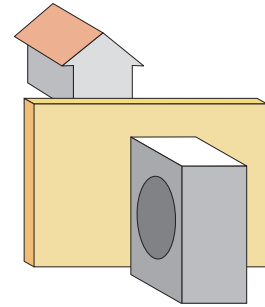
<p>Kulissenschalldämpfer in Lichtschacht</p> <ul style="list-style-type: none"> – Reduktionswirkung stark frequenzabhängig <p>falls genügend Platz vorhanden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – bis –15 dB bei dominanten mittleren Frequenzen – bis –5 dB bei dominanten tiefen Frequenzen möglich 	<p>–3 bis –15 dB</p>	
<p>Abschirmwand vor Schacht</p> <p>Schalldämmung $R'_w \geq 25$ dB Reflexionsverlust $DL_a \geq 8$ dB (Quellenseitig)</p> <ul style="list-style-type: none"> – die Abschirmwirkung ist stark abhängig vom Überdeckungsgrad zwischen Emissions- und Immissionspunkt – bei dominanten tieffrequenten Lärmanteilen wird die Wirkung von Lärmschutzwänden stark abgemindert, bzw. es sind wesentlich massivere Wände (R'_w bis zu 55 dB) und einem hohem Überdeckungsgrad (Berechnung nach Maekewa) erforderlich 	<p>bis –8 dB</p>	
<p>Weitere technische und bauliche Massnahmen für aussen aufgestellte Wärmepumpen</p>		
<p>Schalldämmhaube</p> <ul style="list-style-type: none"> – Falls dominante tieffrequente Lärmanteile, Reduktion bis -3 dB 	<p>bis –8 dB</p>	
<p>Hutzen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Resonanzbildung bei Körperschalleinwirkungen können zu erhöhter Schallabstrahlung führen – direkte Schallabstrahlung im unteren Bereich der Hutzen vermeiden; ausreichender Überdeckungsgrad erforderlich 	<p>–2 bis –6 dB</p>	

Lärmschutzwand

Schalldämmung $R'_w \geq 25$ dB
Reflexionsverlust $DL_a \geq 8$ dB (Quellenseitig)

- die Abschirmwirkung ist stark abhängig vom Überdeckungsgrad zwischen Emissions- und Immissionspunkt
- bei dominanten tieffrequenten Lärmanteilen wird die Wirkung von Lärmschutzwänden stark abgemindert, bzw. es sind wesentlich massivere Wände (R'_w bis zu 55 dB) und einem hohem Überdeckungsgrad (Berechnung nach Maekewa) erforderlich

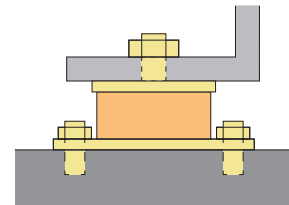
bis -8 dB



Minderungsmaßnahmen bei Körperschall

Elastische Lagerung

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 [1].



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.

1. Lärmmessung

1.1 Generelles

In manchen Fällen kann es erforderlich sein, den von einer Wärmepumpe ausgehenden Schall messtechnisch zu ermitteln. Die Lärmbelastung (Beurteilungspegel) an den relevanten Immissionsorten kann basierend auf dem gemessenen Schalldruckpegel ermittelt werden.

So kann z. B. eine Messung an einer Referenzanlage erforderlich werden, wenn 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. Messungen können ausserdem bei der Behandlung von Lärmklagen, oder wenn Zweifel an der Richtigkeit von Angaben vorliegen zur Anwendung kommen.

1.2 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.

Da am Tag häufig Störgeräusche vorhanden sind und es bei den modulierenden Wärmepumpen (drehzahl geregelt) schwierig ist, die Anlage manuell in einen definierten Betriebszustand mit maximaler Drehzahl zu setzen, wird empfohlen eine Langzeitmessung über mehrere Nächte und bei möglichst tiefen Aussentemperaturen, wie sie am Standort üblich sind, durchzuführen. Das Mikrofon kann gemäss den Vorgaben des BAFU⁷ direkt aussen auf dem geschlossenen Fenster befestigt werden. Gegenüber dem Messwert im offenen Fenster ist bei dem Messwert auf der Fensterscheibe 5 dB abzuziehen.

- a) Die Messanordnung soll möglichst einfach und reproduzierbar sein.
- b) 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 die Messung näher bei der Anlage erfolgen, falls dies möglich und vertretbar ist.

⁷ Methode zur Ermittlung der Aussenlärm-Immissionen bei geschlossenem Fenster

1.3 Inhalt des Messberichtes

Im Messprotokoll sind folgende Angaben notwendig:

- a) Messgerät (Typ, Geräte- oder Fabrikationsnummer, Mikrofonnummer, letzte Eichung)
- b) Kalibration (Zeitpunkt, verwendeter Kalibrator, Kalibrationspegel, letzte Eichung)
- c) Messort (Standort des Mikrophons: Plan und Fotos, Distanz zur Quelle, Hindernisse)
- d) Quelle (falls vorhanden: Wärmepumpentyp, Hersteller, Seriennummer, Baujahr, Schalleistungspegel $L_{WA,ErP}$, $L_{WAmax,Tag}$ und $L_{WAmax,Nacht}$, Standort, Ausrichtung, Dimensionen, Schacht, Betriebsart, allfällige lärmindernde Massnahmen, evtl. Foto)
- e) Zeitpunkt und Dauer der Messung (Datum und Zeit)
- f) Wetter (Temperatur, falls vorhanden: Windrichtung und Geschwindigkeit, Bedeckungsgrad)
- g) Nebengeräusche (Art der Nebengeräusche, Pegel, Dauer)
- h) Messunsicherheit

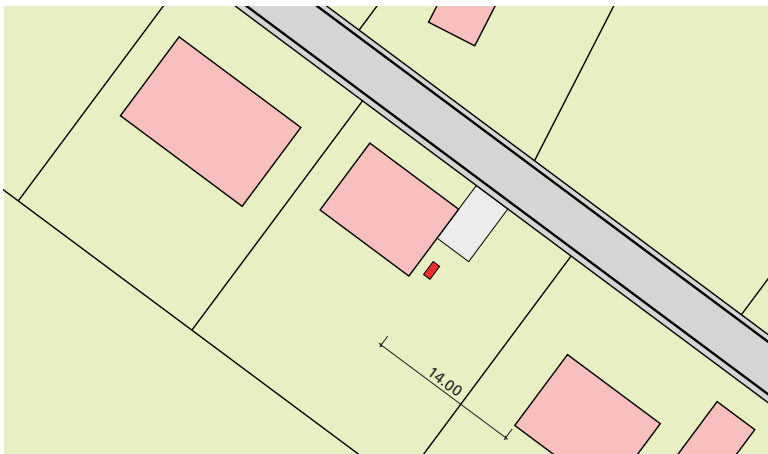
Ausgewiesen werden die einzelnen gemessenen L_{eq} , der daraus ermittelte energetische Mittelwert und die allenfalls vor Ort oder anhand von Tonaufnahmen während der Messung ermittelten Pegelkorrekturen für Ton- und Impulsgehalt.

Der auf Basis der Messung berechnete A-bewertete Mittelungspegel am Immissionsort bildet zusammen mit den Pegelkorrekturen für Ton- und Impulsgehalt die Grundlage für die Ermittlung des Beurteilungspegels gemäss Kap. 2.3 der Vollzugshilfe.

1. Aussen aufgestellte Wärmepumpe eines Einfamilienhauses

1.1 Fakten

In einem Einfamilienhaus soll die bestehende Gas-Heizung durch eine aussen aufgestellte Luft/Wasser-Wärmepumpe ersetzt werden. Die Wärmepumpe soll in 1 m Abstand zur Ostfassade aufgestellt werden. Die nächstgelegenen lärmempfindlichen Räume befinden sich in der ES II.



Die geplante Wärmepumpe hat folgende Schallwerte:

	L_{WA}
Schalleistungspegel nach ErP (A7/W47-55)	60 dB(A)
Schalleistungspegel Tagbetrieb maximal	63 dB(A)
Schalleistungspegel Nachtbetrieb maximal	57 dB(A)

1.2 Beurteilung

Der Abstand vom Einfamilienhaus zu den Nachbargebäuden beträgt 6 m (Westen) und 16 m (Osten). Im Süden angrenzend befindet sich eine unbebaute Bauparzelle.

Auf die Ostfassade des Einfamilienhauses ausgerichtet befinden sich Toilette, Eingang und Küche (Erdgeschoss) und Bad und ein Zimmer (Obergeschoss).

	Werte
$L_{WAmax,Nacht}$	57 dB(A)
D_C	6 dB
s	14 m
K1 Nacht	10 dB
K2	2 dB
K3	0 dB
t	720 Minuten
PW ES II Nacht	45 dB(A)

Beurteilung zum nächstgelegenen Gebäude im Osten der Liegenschaft

$$L_{eq} = L_{W_{Amax,Nacht}} - 11 \text{ dB} + D_C - 20 \cdot \log(s / s_0)$$

$$L_{eq} = 57 \text{ dB(A)} - 11 \text{ dB} + 6 \text{ dB} - 20 \cdot \log(14 \text{ m} / 1 \text{ m}) = 52 \text{ dB(A)} - 23 \text{ dB} = 29 \text{ dB(A)}$$

$$L_r = L_{eq} + K1 + K2 + K3 + 10 \cdot \log(t / t_0)$$

$$L_r = 29 \text{ dB(A)} + 10 \text{ dB} + 2 \text{ dB} + 0 \text{ dB} + 10 \cdot \log(720 \text{ Min.} / 720 \text{ Min.}) = 41 \text{ dB(A)}$$

Der Beurteilungspegel beträgt 41 dB(A) beim Betrieb der Wärmepumpe. Der Planungswert von 45 dB(A) in der Nacht kann eingehalten werden.

1.3 Erläuterung und Hinweise

Die Wärmepumpe wird an der Seite des Einfamilienhauses erstellt, wo der grösste Abstand zu den Nachbargebäuden besteht.

Am eigenen Gebäude ist nur ein lärmempfindlicher Raum mit einem Fenster zur Wärmepumpe hin vorhanden. Das Zimmer hat zudem ein zweites Fenster, welches auf eine, der Wärmepumpe abgewandten Fassade, ausgerichtet ist.