



Kantonale Wegleitung zur Planung von Luft/Wasser-Wärmepumpen (LWP)

Schwyz, 1. Juli 2021



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Bewilligungsverfahren	2
3	Besonderheiten im Kanton Schwyz	3
4	Ablaufdiagramm	4
5	Innen- oder Aussenaufstellung	5
6	Standort- und Typenwahl Innenaufstellung	5
7	Standort- und Typenwahl Aussenaufstellung	6
8	Nachbarschaft miteinbeziehen	6
9	Lärmschutznachweis ausfüllen	7
10	Erforderliche Unterlagen für die Baueingabe	9
11	Vorsorgeprinzip	10
12	Sonderfall LWP zur Poolheizung	14
13	Amtliche und private Abnahme der Luft-Wärmepumpe	14
14	Lärmklagen	14
15	Rechtliche Grundlagen	14
16	Anhang	15

1 Einleitung

Eine klimafreundliche Wärmegewinnung ist aufgrund des Klimawandels ein wichtiger Punkt, um den Energiebedarf für Raumwärme des Häuserparks zu reduzieren. Dieser ist mit rund einem Sechstel der durchschnittlichen pro Kopf Umweltbelastung entscheidend für die notwendige Klimaneutralität. Luft/Wasser-Wärmepumpen (LWP) bilden einen möglichen Weg, um die Umweltbelastung durch die Wärmeerzeugung zu reduzieren - die damit verbundenen Lärmemissionen können jedoch andere Probleme mit sich bringen, welche ein juristisches Verfahren auslösen. Vor der konkreten Planung einer LWP sind folgende, umweltfreundlichere Alternativen vorab genauer zu prüfen:

- Wärmeverbund bzw. Fernwärme;
- Erdsonden-Wärmepumpe;
- Solarwärme.

Für alle Bauvorhaben mit LWP bildet diese Wegleitung eine gute Hilfe, um die gesetzlichen Vorgaben erfüllen zu können und die Gefahr von möglichen Einsprachen und juristischen Verfahren zu minimieren.

Eine LWP zur Poolheizung ist ein nicht notwendiger Luxus. Zusätzlich zu den Grundsätzen von LWP zur Erzeugung von Raumwärme gilt es besonders auch den Punkt 12, Sonderfall LWP zur Poolheizung, zu beachten.

2 Bewilligungsverfahren

Im Kanton Schwyz können innenaufgestellte LWP im Meldeverfahren bewilligt werden. Das Meldeformular finden Sie unter www.sz.ch/lärm > Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen > Formulare.

Ausnahmen bestehen ausserhalb der Bauzone: Wenn nennenswerte von aussen sichtbare bauliche Änderungen notwendig sind, ist ein ordentliches Baugesuch einzureichen.

Aussenaufgestellte LWP innerhalb der Bauzone können im vereinfachten Baubewilligungsverfahren bewilligt werden. Ausserhalb der Bauzone ist für aussenaufgestellte LWP jedoch immer ein ordentliches Baubewilligungsverfahren notwendig.

Im Falle eines Widerspruchs, also wenn die Unterlagen unvollständig oder fehlerhaft sind, wird das Meldeverfahren sowie das vereinfachte Baubewilligungsverfahren in ein ordentliches Baubewilligungsverfahren überführt.

Im vereinfachten Baubewilligungsverfahren ist das schriftliche Einverständnis der direkten Anstösser sowie der zuständigen Bewilligungsinstanzen des Kantons und der Gemeinde notwendig. Ohne schriftliches Einverständnis eines direkten Anstössers wird diesem mittels schriftlicher Anzeige eine Frist von 20 Tagen angesetzt mit dem Hinweis, dass innert dieser Frist Einsprache erhoben werden kann. Bei einer Einsprache wird das vereinfachte Baubewilligungsverfahren in ein ordentliches Baubewilligungsverfahren überführt.

Die Abbildung 1 auf der nächsten Seite stellt die genannten Bewilligungsverfahren grafisch dar.

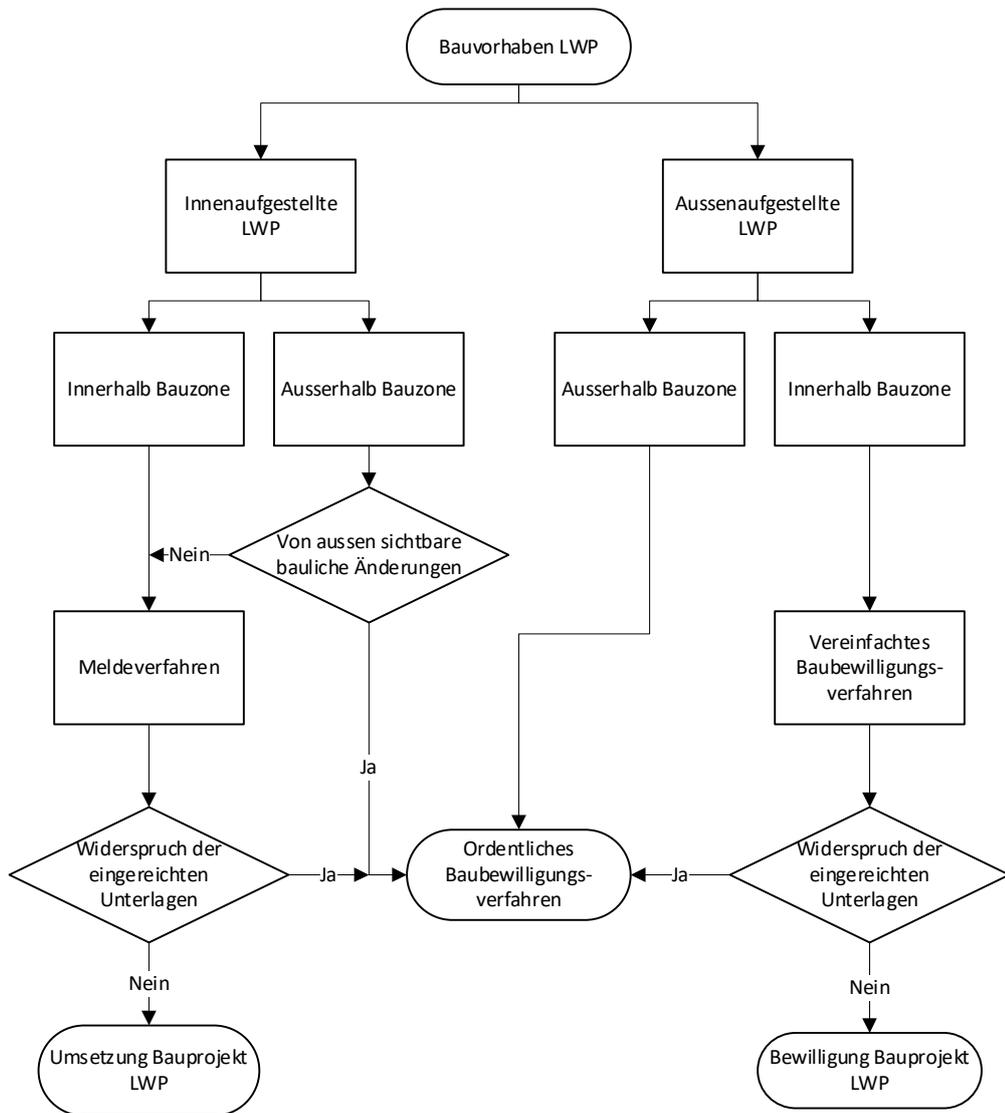


Abbildung 1: Verfahrensübersicht des Bewilligungsverfahrens

3 Besonderheiten im Kanton Schwyz

Im Gegensatz zu anderen Kantonen ist gemäss Urteil des Schwyzer Verwaltungsgerichts (VGE III 2015 184) im Kanton Schwyz der nächstgelegene lärmempfindliche Raum primär im Gebäude selber massgebend, unabhängig ob es sich um ein Einfamilienhaus oder Mehrfamilienhaus handelt. Gegebenenfalls ist auch das benachbarte Grundstück oder die Baulinie einer unbebauten eingezonten Parzelle zu berücksichtigen.

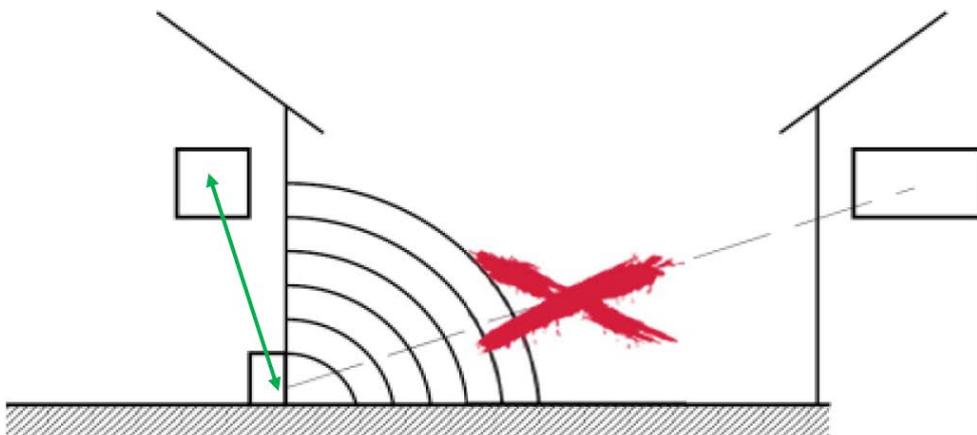


Abbildung 2: Distanz nach VGE III 2015 184

4 Ablaufdiagramm

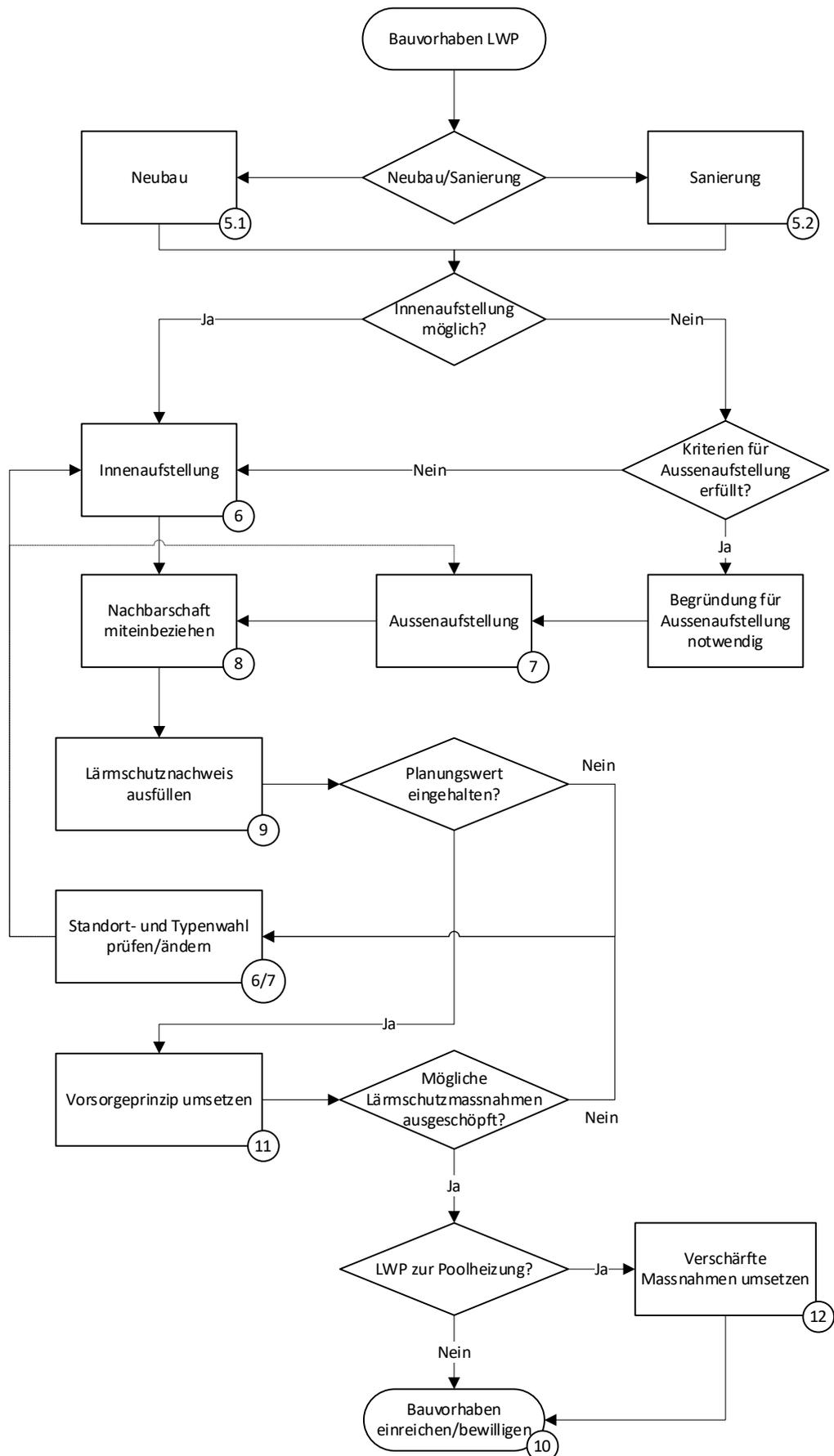


Abbildung 3: Ablaufdiagramm für LWP-Bauvorhaben, Nummern weisen auf das jeweilige Kapitel hin

5 Innen- oder Aussenaufstellung

5.1 Neubau

Bei Neubauten ist in der Regel eine Innenaufstellung zu fordern, da die LWP bereits in der Planung berücksichtigt werden kann. Zudem fällt eine Innenaufstellung günstiger aus, da Innenmodelle eher preiswerter sind, die Leitungen kürzer ausfallen und geringere Wärmeverluste auftreten.

In komplexen Situationen kann es jedoch vorkommen, dass eine Innenaufstellung nicht umsetzbar ist. In einem solchen Fall soll eine stichhaltige Begründung mit dem Baugesuch eingereicht werden, welche zeigt, warum der Technikraum oder ein anderer Raum für eine Innenaufstellung nicht in Frage kommt.

5.2 Sanierung

Bei Sanierungen ist eine Innenaufstellung zu fordern, wenn:

- ein geeigneter Raum im UG oder EG vorhanden ist, der nicht zu Wohnzwecken dient. Dabei sind insbesondere die vorgängig genutzten Heizungs- oder Technikräume zu betrachten;
- die Ansaug- und Ausblasöffnung mindestens im Abstand von 2 m oder übers Eck realisiert werden können.

Eine Aussenaufstellung kann **in Aussicht** gestellt werden, wenn:

- kein geeigneter Raum gemäss vorhergehenden Punkten vorhanden ist;
- durch die Innenaufstellung unverhältnismässige Mehrkosten entstehen. Dazu sind die Kosten der Innen- und Aussenaufstellung gegenüberzustellen. **Mehrkosten bis 20 %** für die Innenaufstellung gegenüber der Aussenaufstellung gelten als **vertretbar**;
- durch die Innenaufstellung das Einhalten der Planungswerte an den nächstgelegenen lärmempfindlichen Räumen mit dem Stand der Technik nicht möglich ist.

6 Standort- und Typenwahl Innenaufstellung

6.1 Standort

Folgende Kriterien sind für die optimale Standortfindung einer Innenaufstellung zu beachten:

- Die Ausblasöffnung soll sich möglichst weit von dem nächstgelegenen lärmempfindlichen Raum befinden. Dies kann zum Beispiel in Richtung Strassenseite sein, wo sich meist keine lärmempfindlichen Räume wie Küche und Nebenräume befinden;
- Ansaug- und Ausblasöffnung müssen mindestens im Abstand von 2 m oder übers Eck realisiert werden;
- Ausblasöffnung muss, sofern möglich, an einer von den Nachbargebäuden abgewandten Fassade platziert werden.

6.2 Typ

Um die Typenwahl zu erleichtern, kann vorgängig die maximal erlaubte Lärmemission (Schallleistungspegel L_w) der LWP für einfache Situationen ermittelt werden (Formelherleitung siehe Anhang 16.2):

$$L_w = L_{r,i} - 1 \text{ dB(A)} - D_c + 20 \cdot \log_{10}(r) + D_L$$

wobei:

- D_c = 3 dB(A) für LWP Schacht freistehend;
- = 6 dB(A) für LWP Schacht an Fassade;
- = 9 dB(A) für LWP Schacht an einspringender Fassadenecke.
- D_L = 3 dB(A) für Lichtschächte mit rund 1,5 m Tiefe;

- = 6 dB(A) für Lichtschächte ab 2 m Tiefe;
- r = Distanz in m zum nächstgelegenen lärmempfindlichen Raum;
- $L_{r,i}$ = 45 dB(A) in der Empfindlichkeitsstufe (ES) II;
- = 50 dB(A) in der ES III.

Das online Planungs-Tool der Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS) (<https://www.fws.ch/unsere-dienstleistungen/bewilligungs-tool-fuer-luft-wasser-waermepumpen/>) bietet einen ähnlichen Service und listet direkt mögliche gängige LWP-Typen auf. Der maximal erlaubte dB-Wert der LWP wird jedoch explizit nicht angezeigt.

7 Standort- und Typenwahl Aussenaufstellung

7.1 Standort

Folgende Kriterien sind für die optimale Standortfindung einer Aussenaufstellung zu beachten:

- Vorgängig sind alle lärmempfindlichen Räume zu ermitteln. Wenn möglich ist ein Standort in der Nähe von nicht lärmempfindlichen Räumen zu wählen;
- Die Standortwahl ist mit der Nachbarschaft abzusprechen.
- Eine Ausrichtung gegen das Nachbargrundstück (Grundstückgrenze) ist zu vermeiden bzw. von den Nachbargrundstücken abgewandte Orte sind stets zu bevorzugen.

7.2 Typ

Um die Typenwahl zu erleichtern, kann vorgängig die maximal erlaubte Lärmemission (Schallleistungspegel L_w) der LWP für einfache Situationen ermittelt werden (Formelherleitung siehe Anhang 16.3):

$$L_w = L_{r,i} - 1 \text{ dB(A)} - D_c + 20 \cdot \log_{10}(r)$$

wobei:

- D_c = 3 dB(A) für LWP Schacht freistehend;
- = 6 dB(A) für LWP Schacht an Fassade;
- = 9 dB(A) für LWP Schacht an einspringender Fassadenecke.
- r = Distanz in m zum nächstgelegenen lärmempfindlichen Raum;
- $L_{r,i}$ = 45 dB(A) in der Empfindlichkeitsstufe (ES) II;
- = 50 dB(A) in der ES III.

Das online Planungs-Tool der FWS (<https://www.fws.ch/unsere-dienstleistungen/bewilligungs-tool-fuer-luft-wasser-waermepumpen/>) bietet einen ähnlichen Service und listet direkt mögliche gängige LWP-Typen auf. Der maximal erlaubte dB-Wert der LWP wird jedoch explizit nicht angezeigt.

8 Nachbarschaft miteinbeziehen

Um Einsprachen und Lärmklagen vorzubeugen, ist der Miteinbezug der betroffenen Nachbarschaft möglichst frühzeitig während der Planungsphase sehr wichtig. Ist die Akzeptanz der Nachbarschaft vorhanden, so sind die grössten Stolpersteine für die Realisierung und den Betrieb einer LWP aus dem Weg geräumt.

9 Lärmschutznachweis ausfüllen

9.1 Formular

Zum Erstellen des Lärmschutznachweises ist der online Lärmschutznachweis der FWS (<https://www.fws.ch/laermschutznachweis/>) zu verwenden.

Nachfolgend werden die wichtigsten Punkte des Formulars erläutert.

9.2 Aufstellungsart

Es wird unterschieden zwischen folgenden LWP-Aufstellungsarten:

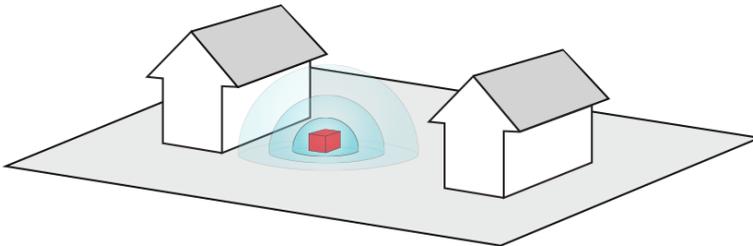
- Innenaufstellung, wo sich alle Komponenten im Hausinneren befinden;
- Aussenaufstellung, wo sich der komplette Kältekreis im Aussengerät befindet (Monoblock);
- Splitbauweise, wo sich Verdampfer und Verdichter im Aussengerät befindet, der Verflüssiger im Innengerät.

Betreffend den Lärmemissionen sind LWP des selben Funktionstyps in Aussenaufstellung sowie der Splitbauweise meist ähnlich laut.

9.3 Richtwirkungskorrektur

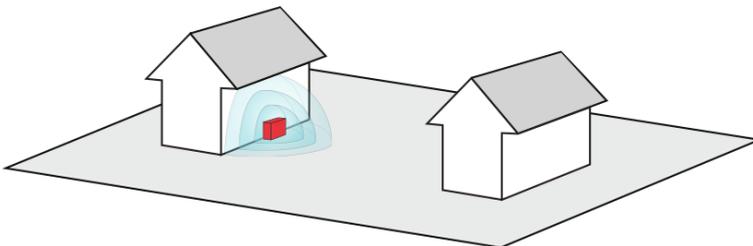
Grundsätzlich wird zwischen den folgenden drei Aufstellungsarten unterschieden:

9.3.1 Schacht / LWP freistehend



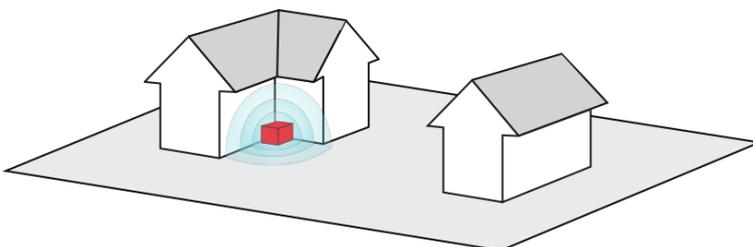
Befindet sich um die LWP bzw. um den Lichtschacht im Umkreis von **5 m keine Wand**, so ist «LWP / Schacht freistehend (+ 3 dB)» zu wählen.

9.3.2 Schacht / LWP aussen an Fassade



Ist im Umkreis von 5 m zur LWP bzw. zum Lichtschacht **eine Wand** vorhanden, so ist «LWP / Schacht aussen an Fassade (+ 6 dB)» zu wählen.

9.3.3 Schacht / LWP an einspringender Fassadenecke



Ist im Umkreis von 5 m zur LWP bzw. zum Lichtschacht **eine Fassadenecke** vorhanden, so ist «LWP / Schacht an einspringender Fassadenecke (+ 9 dB)» zu wählen.

9.4 Empfangspunkte / Distanz zum Empfangsort

Wie bereits unter Punkt 3, Besonderheiten im Kanton Schwyz, erwähnt, gilt immer der nächstgelegene lärmempfindliche Raum.

Bei einer Innenaufstellung sind zwei Lärmquellen vorhanden. Es wird aber stets nur die Abluftöffnung betrachtet, da diese die Hauptlärmquelle darstellt.

Bei Aussenaufgestellten LWP wird die Ausrichtung bzw. Drehung der LWP nicht mitberücksichtigt. Es gilt immer die kürzeste Distanz von der Mitte der zugewandten LWP-Seite zum jeweiligen nächstgelegenen lärmempfindlichen Raum. Es wird zudem empfohlen, stets auch den nächstgelegenen Empfangspunkt am Nachbargebäude auszuweisen, sofern ein solches in näherer Umgebung liegt.

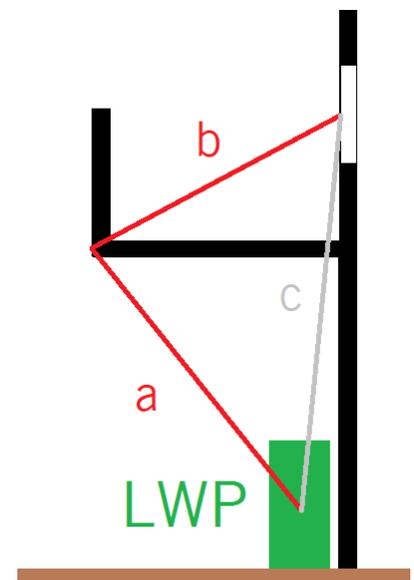
Die Grundrisse des Wohngebäudes der Bauherrschaft sowie gegebenenfalls des Nachbargebäudes, falls ein Empfangspunkt dort liegt, ist mit eingezeichneter Distanz zum nächstgelegenen lärmempfindlichen Raum **immer** mit dem Lärmschutznachweis einzureichen.

9.4.1 Distanzen zum Empfangsort bei Balkonen

Liegt zwischen LWP und dem nächstgelegenen lärmempfindlichen Raum ein Balkon, so setzt sich die Distanz gemäss Abbildung rechts aus **a plus b** zusammen statt c. Hierfür sind jedoch folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- Der **Balkonboden** muss aus **Beton** bestehen;
- Der Balkon muss in der **Tiefe** sowie in der **Breite** die LWP um mindestens **0.5 m überragen**;
- Für alle lärmempfindlichen Orte eines **Nachbarhauses** direkt gegenüber ist eine **Richtwirkungskorrektur** gemäss «Schacht / LWP an einspringender Fassadenecke» von **9 dB** zu verwenden.

Mit dem Lärmschutznachweis ist eine Seitenansicht der Situation vergleichbar mit der Abbildung rechts einzureichen.



9.5 Pegelkorrekturen

Bei LWP gilt in der Regel «schwach hörbar (Normalbetrieb) + 2 dB» für K2 und «nicht hörbar» für K3. Der online Lärmschutznachweis der FWS berücksichtigt direkt den abgesenkten Nachtbetrieb des jeweils gewählten LWP-Typs. Eine allfällige **Betriebszeitkorrektur** (reduzierter Betrieb) ist zu Begründen. Diese muss **mittels Plombierung, nicht manipulierbare Programmierung** oder vergleichbaren Massnahmen gewährleistet sein. Ist dies nicht möglich, so darf keine Betriebszeitkorrektur vorgenommen werden.

9.6 Lärmschutzmassnahmen

Im Formular können getroffene Lärmschutzmassnahmen direkt mitberücksichtigt werden. Die jeweiligen Dämmwerte sind aus dem Datenblatt oder aus Berechnungen des Planungsbüros zu entnehmen. Die Dämmwerte von Lärmschutzwänden können dem Anhang unter dem Punkt 16.4, Berechnung nach Maekawa, entnommen werden. Eine Übersicht der gängigsten Lärmschutzmassnahmen sowie deren Rahmenbedingungen werden unter dem Punkt 11, Vorsorgeprinzip, gelistet.

10 Erforderliche Unterlagen für die Baueingabe

10.1 Grundsätzliche Dokumente

Folgende Dokumente sind für die Baueingabe immer erforderlich:

- Lärmschutznachweis;
- Technische Dokumentation (Datenblatt) der LWP mit Angaben zur Schalleistung oder zum Schalldruckpegel;
- Situations- und Grundrissplan bzw. Schnitt- und Fassadenansicht mit eingezeichneter sowie vermasster Distanz von der LWP zum nächstgelegenen lärmempfindlichen Raum (auch die Räume des Gebäudes der Bauherrschaft sind zu berücksichtigen);
- Optional: Datenblätter der Lärmschutzmassnahmen.

10.2 Zusätzliche Dokumente für die Einreichung im Meldeverfahren

- Meldeformular (www.sz.ch/lärm > Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen > Formulare);

10.3 Zusätzliche Dokumente für die Einreichung im vereinfachten Baubewilligungsverfahren

- Formular vereinfachtes Baubewilligungsverfahren mit Unterschrift der Nachbarschaft(en);
- Kostengegenüberstellung Innen- und Aussenaufstellung sowie Begründung für eine Aussenaufstellung;
- Auflistung der geprüften Lärmschutzmassnahmen im Sinne der Vorsorge sowie deren Kosten.

10.4 Zusätzliche Dokumente für die Einreichung im ordentlichen Baubewilligungsverfahren

- Formular(e) ordentliches Baubewilligungsverfahren;
- Kostengegenüberstellung Innen- und Aussenaufstellung sowie Begründung für eine Aussenaufstellung;
- Auflistung der geprüften Lärmschutzmassnahmen im Sinne der Vorsorge sowie deren Kosten.

11 Vorsorgeprinzip

11.1 Grundsatz

Gemäss Art. 7 Lärmschutz-Verordnung (LSV) sind die Lärmemissionen einer neuen ortsfesten Anlage so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist. Weiterführende Lärmschutzmassnahmen im Sinne der Vorsorge sind in jedem Fall, auch bei Einhaltung der Planungswerte (PW), kumulativ zu prüfen und umzusetzen (vgl. BGE 1C 204/2015). Um dem Vorsorgeprinzip gerecht zu werden, ist nachzuweisen, dass weiterführende Lärmschutzmassnahmen (eine Massnahme muss mindestens eine Lärmreduktion von 2 dB(A) ergeben) geprüft wurden.

11.2 Massnahmenübersicht

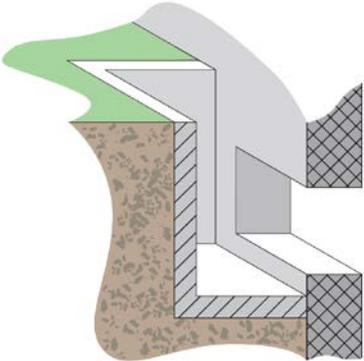
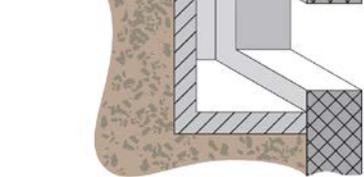
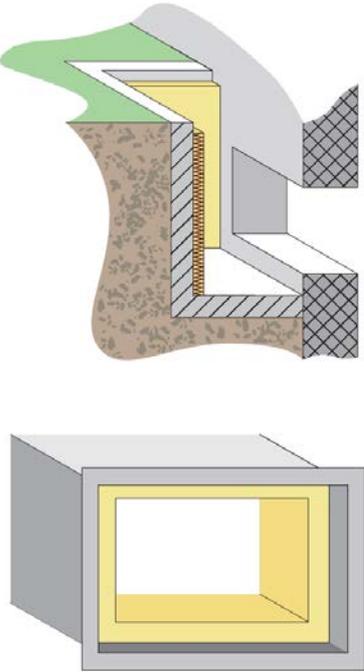
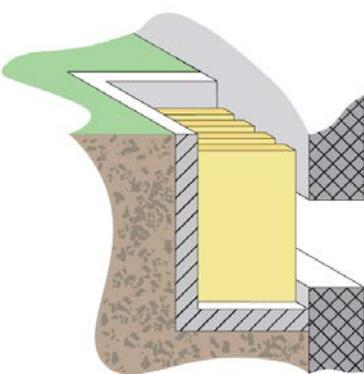
Nachfolgend werden mögliche Lärmschutzmassnahmen kurz erläutert und dessen geschätzte Wirkung genannt. Im Lärmschutznachweis ist die Wirkung einer Lärmschutzmassnahme genau zu definieren sowie mittels beigelegtem Datenblatt oder Berechnungen auszuweisen. Die Ausnahme dabei bildet der Lichtschacht, sofern die Standardwerte gemäss Lärmschutznachweis verwendet werden.

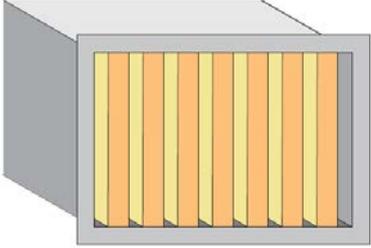
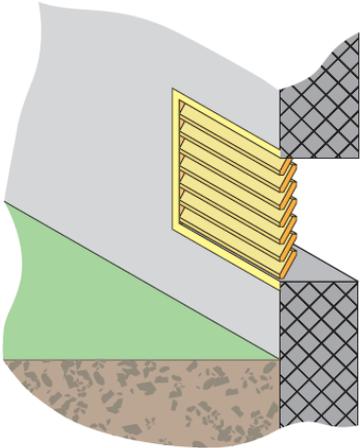
Massnahme	Wirkung ¹
Wahl des Aufstellungsortes	bis - 25 dB(A)
Wahl eines lärmarmen Wärmepumpen-Typs	bis - 10 dB(A)
Flüstermodus (schallreduzierter Nachtbetrieb) <ul style="list-style-type: none">• Ist von 19:00 bis 17:00 Uhr zu aktivieren• Wirkung gemäss Herstellerangabe• Wird im online Formular der FWS bereits mitberücksichtigt	bis etwa - 8 dB(A) ²

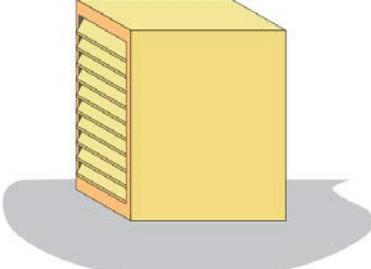
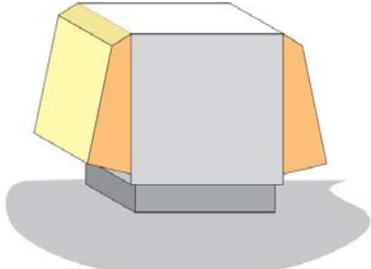
¹ Gemäss Cercle Bruit, Vollzugshilfe 6.21: Lärmrechtliche Beurteilung von Luft/Wasser-Wärmepumpen

² Erfahrungswerte gemäss Vollzug im Kanton Schwyz

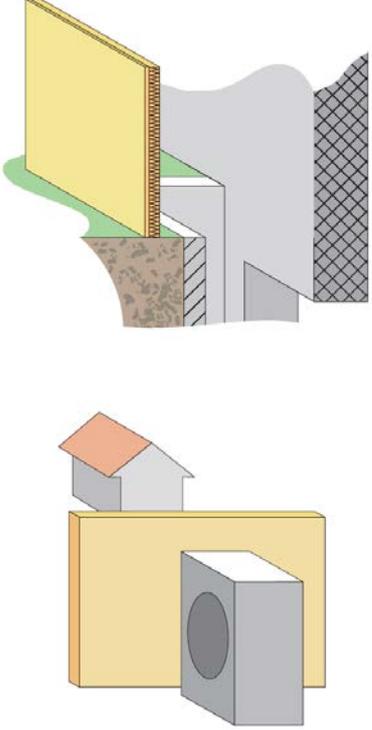
Technische Massnahmen Innenaufstellung

	<p>Lichtschacht klein (ca. 1,5 m Tiefe)</p>	<p>- 3 bis - 5 dB(A)</p>
	<p>Lichtschacht gross (ca. 2 m Tiefe)</p>	<p>- 3 bis - 6 dB(A)</p>
	<p>Auskleiden der Schächte / Kanäle mit schallabsorbierendem Material</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wirkung stark frequenzabhängig bzw. abhängig von der absorbierenden Materialdicke <p>Wirksame Auskleidungsmaterialdicken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ca. 50 mm für den mittleren Frequenzbereich • für tiefe Frequenzen oft unrealistisch (> 300 mm, führt zu massiven Querschnittsverkleinerungen) 	<p>- 2 bis - 4 dB(A)</p>
	<p>Kulissenschalldämpfer in Lichtschacht</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wirkung stark frequenzabhängig • falls genügend Platz vorhanden: bis - 15 dB bei dominanten mittleren Frequenzen bzw. bis - 5 dB bei dominanten tiefen Frequenzen möglich 	<p>- 3 bis - 15 dB(A)</p>

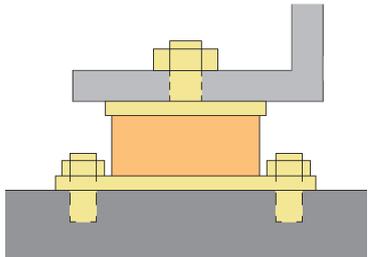
	<p>Schalldämpfer in Luftführungskanälen</p> <ul style="list-style-type: none"> • oft aus Platzgründen nicht realisierbar • Wirkung stark frequenzabhängig • falls genügend Platz vorhanden: bis - 15 dB bei dominanten mittleren Frequenzen bzw. bis - 5 dB bei dominanten tiefen Frequenzen 	<p>- 3 bis - 15 dB(A)</p>
	<p>Schalldämpfendes Wetterschutzgitter</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frequenzbezogene Einfügungsdämpfungswerte beachten 	<p>0 bis - 3 dB(A)</p>

Technische Massnahmen Aussenaufstellung		
	<p>Schalldämmhaube</p>	<p>bis - 8 dB(A)</p> <p>Falls dominante tieffrequente Lärmanteile, Reduktion bis - 3 dB(A)</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(A)</p>

Technische Massnahmen für Innen- sowie Aussenaufstellung

	<p>Lärmschutzwand Schalldämmung $R'w \geq 25$ dB Reflexionsverlust $DLa \geq 8$ 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 (Verfahren nach Maekawa siehe Anhang 16.4) erforderlich 	<p>bis - 8 dB(A)</p>
---	--	----------------------

Minderungsmassnahmen bei Körperschall

	<p>Elastische Lagerung Elastisch gelagerte LWP und Rohrleitungen vermeiden Lärmimmissionen durch sekundär abgestrahlten Körperschall im Innern des Gebäudes.</p>	<p><i>Körperschall wird im Lärmschutznachweis für LWP nicht berücksichtigt</i></p>
	<p>Körperschallisolation des Ventilators Durch eine elastische Lagerung des Ventilators kann der von diesem erzeugte Körperschall reduziert werden. Alternativ kann die Körperschallisolation auch zwischen Wandringplatte und Wärmepumpenrahmen erfolgen.</p>	
	<p>Kompensatoren Die Verbindungsleitungen sollten nur durch Gummielemente mit der Wärmepumpe in Kontakt kommen. Dadurch kann die Ausbreitung von Körperschall über die Leitungen reduziert werden. Dies kann ergänzt werden durch den Einsatz von Kompensatoren, wie zum Beispiel gebogenen Schläuchen.</p>	

12 Sonderfall LWP zur Poolheizung

Eine LWP ausschliesslich zur Poolheizung ist eine nicht notwendige Annehmlichkeit. Auch für diese LWP gelten die gleichen Anforderungen wie für die LWP zur Erzeugung von Raumwärme. Aufgrund einiger Klagefälle solcher LWPs im Kanton Schwyz sind jedoch folgende **weitergehende Massnahmen und Betriebseinschränkungen anzuordnen**:

- Die Betriebszeiten sind im Baugesuchsverfahren mittels Auflage auf **7:00 bis 19:00 Uhr** einzuschränken. Dies ist mittels Zeitschaltuhr oder vergleichbarer Massnahme abzusichern.
- Das Amt für Umwelt und Energie (AfU) empfiehlt, die Betriebstage der LWP mittels Auflage auf **maximal 20 Tage pro Jahr** einzuschränken. Falls eine Kodierung mittels der eingebetteten Gerätesoftware möglich ist, ist dies zu fordern.
- Bei einer Aussenaufstellung ist auch bei Einhaltung des PW **immer** eine Schalldämmhaube, eine Hutze oder eine Lärmschutzwand zu fordern.

13 Amtliche und private Abnahme der Luft-Wärmepumpe

Mit der Bauabnahme durch die Baubewilligungsbehörde ist die Ausführung der im Lärmschutznachweis angegebenen emissionsbegrenzenden Massnahmen visuell zu prüfen.

Das AfU empfiehlt den Gesuchstellern in kritischen oder umstrittenen Fällen, nach Inbetriebnahme der LWP, zulasten des Lieferanten eine fachkundige Emissionsmessung im zu berücksichtigenden nächstgelegenen lärmempfindlichen Raum durchführen und dokumentieren zu lassen.

14 Lärmklagen

Bei Lärmklagen mit klarem Verdacht auf eine Überschreitung der geltenden Grenzwerte ist der Anlagebesitzer/die Anlagebesitzerin in der Beweispflicht, die Einhaltung der Grenzwerte auszuweisen. Dies erfolgt normalerweise durch eine Fachfirma im Auftrag des Anlagebesitzers/-besitzerin.

15 Rechtliche Grundlagen

- Umweltschutzgesetz, USG, SR 814.01
- Lärmschutz-Verordnung, LSV, SR 814.41
- Verwaltungsgerichtsentscheid (VGE III 2015 184 vom 24. August 2016)
- Cercle Bruit Vollzugshilfe 6.20 «Lärmtechnische Beurteilung von Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen»

16 Anhang

16.1 Innen- oder Aussenaufstellung

Mehrkosten von 20 % für eine Innenaufstellung gegenüber einer Aussenaufstellung werden als vertretbar eingestuft.

16.2 Standort- und Typenwahl Innenaufstellung

Um die Typenwahl zu erleichtern, kann vorgängig die maximal erlaubte Lärmemission der LWP ermittelt werden.

Gemäss LSV Anhang 6 gilt:

$$L_{r,i} = L_{eq,i} + K_{1,i} + K_{2,i} + K_{3,i} + 10 \cdot \log_{10} \frac{t_i}{t_0}$$

Durch Umstellen der Formel erhält man den maximalen Lärmimmissionswert $L_{eq,i}$:

$$L_{eq,i} = L_{r,i} - K_{1,i} - K_{2,i} - K_{3,i} - 10 \cdot \log_{10} \frac{t_i}{t_0}$$

wobei:

- $K_{1,i}$ = 5 dB(A) am Tag bzw. 10 dB(A) in der Nacht → Betrachtung erfolgt in der Nachtzeit, da der Abzug höher ausfällt somit gilt $K_{1,i} = 10$ dB(A)
- $K_{2,i}$ = Pegelkorrektur K_2 : Hörbarkeit der Tonhaltigkeit (variabel, Normalfall = 2 dB);
- $K_{3,i}$ = Pegelkorrektur K_3 : Hörbarkeit der Impulshaltigkeit (variabel, Normalfall = 0 dB);
- $10 \times \log(t_i/t_0)$: Betriebszeitkorrektur (variabel, Normalfall = 720 min.).

somit folgt:

$$L_{eq,i} = L_{r,i} - 10 \text{ dB(A)} - 2 \text{ dB(A)} = L_{r,i} - 12 \text{ dB(A)}$$

Aus dem $L_{eq,i}$ kann unter Berücksichtigung der Distanz LWP zum nächstgelegenen lärmempfindlichen Raum (r) und der Richtungskorrektur (D_C) der maximale Schallleistungspegel (L_W) der LWP ermittelt werden:

$$L_W = L_{eq,i} + 11 \text{ dB(A)} - D_C + 20 \cdot \log_{10}(r)$$

wobei:

- D_C = 3 dB(A) für LWP Schacht freistehend;
- D_C = 6 dB(A) für LWP Schacht an Fassade;
- D_C = 9 dB(A) für LWP Schacht an einspringender Fassadenecke.

Durch Einsetzen des $L_{eq,i}$ in die vorhergehende Formel ergibt sich:

$$L_W = L_{r,i} - 12 \text{ dB(A)} + 11 \text{ dB(A)} - D_C + 20 \cdot \log_{10}(r)$$

Zusätzlich darf bei der Innenaufstellung die Schalldämmung des Lichtschachts (D_L) mitberücksichtigt werden:

$$L_W = L_{r,i} - 12 \text{ dB(A)} + 11 \text{ dB(A)} - D_C + 20 \cdot \log_{10}(r) + D_L$$

wobei:

- D_L = 3 dB(A) für Lichtschächte mit rund 1,5 m Tiefe;
- D_L = 6 dB(A) für Lichtschächte ab 2 m Tiefe.

Die effektive Schalldämmung des Lichtschachtes, falls abweichend von diesen Standardwerten, ist im Lärmschutznachweis unter Einreichung der jeweiligen Datenblätter auszuweisen.

Somit lässt sich folgende Formel zur Ermittlung des maximalen Schallleistungspegels der LWP herleiten:

$$L_w = L_{r,i} - 12 \text{ dB(A)} + 11 \text{ dB(A)} - D_C + 20 \cdot \log_{10}(r) + D_L$$

bzw.

$$L_w = L_{r,i} - 1 \text{ dB(A)} - D_C + 20 \cdot \log_{10}(r) + D_L$$

Dabei darf $L_{r,i}$ den Belastungsgrenzwert nicht überschreiten. Da in der Nacht strengere Werte gelten, ist die Betrachtung der Nachtphase ausschlaggebend. Der Belastungsgrenzwert ist somit:

- 45 dB(A) in der ES II;
- 50 dB(A) in der ES III.

Beispiel:

Die Ausblasöffnung einer innenaufgestellten LWP eines Wohngebäudes der ES III wird im Abstand von 5 m zum nächstgelegenen lärmempfindlichen Raum geplant. Der Lichtschacht ist rund 1,5 m tief und liegt an einer Fassade ohne einspringender Ecke. Der maximale Schallleistungspegel der LWP darf somit maximal 60 dB(A) betragen:

$$L_w = 50 \text{ dB(A)} - 1 \text{ dB(A)} - 6 \text{ dB(A)} + 20 \cdot \log_{10}(5 \text{ m}) + 3 \text{ dB(A)}$$

$$L_w = 50 \text{ dB(A)} - 4 \text{ dB(A)} + 14 \text{ dB(A)} = 60 \text{ dB(A)}$$

Dadurch lässt sich die Wahl einer geeigneten LWP vereinfachen.

Das online Planungs-Tool des FWS (<https://www.fws.ch/unsere-dienstleistungen/bewilligungs-tool-fuer-luft-wasser-waermepumpen/>) erleichtert die Wahl einer geeigneten LWP unter Berücksichtigung der Heizleistung. Dabei werden jedoch die Schalldämmung des Lichtschachts nicht mitberücksichtigt.

16.3 Standort- und Typenwahl Aussenaufstellung

Die Evaluation eines geeigneten LWP-Typ erfolgt sehr ähnlich wie bei der Innenaufstellung (siehe 16.2). Es fällt jedoch das Schalldämmmass des Lichtschachts weg. Gemäss LSV Anhang 6 gilt:

$$L_{r,i} = L_{eq,i} + K_{1,i} + K_{2,i} + K_{3,i} + 10 \cdot \log_{10} \frac{t_i}{t_0}$$

Durch Umstellen der Formel erhält man den maximalen Lärmimmissionswert $L_{eq,i}$:

$$L_{eq,i} = L_{r,i} - K_{1,i} - K_{2,i} - K_{3,i} - 10 \cdot \log_{10} \frac{t_i}{t_0}$$

wobei:

- $K_{1,i}$ = 5 dB(A) am Tag bzw. 10 dB(A) in der Nacht → Betrachtung erfolgt in der Nachtzeit, da der Abzug höher ausfällt somit gilt $K_{1,i} = 10$ dB(A)
- $K_{2,i}$ = Pegelkorrektur K_2 : Hörbarkeit der Tonhaltigkeit (variabel, Normalfall = 2 dB);
- $K_{3,i}$ = Pegelkorrektur K_3 : Hörbarkeit der Impulshaltigkeit (variabel, Normalfall = 0 dB);
- $10 \times \log(t_i/t_0)$: Betriebszeitkorrektur (variabel, Normalfall = 720 min.).

Somit folgt:

$$L_{eq,i} = L_{r,i} - 10 \text{ dB(A)} - 2 \text{ dB(A)} = L_{r,i} - 12 \text{ dB(A)}$$

Aus dem $L_{eq,i}$ kann unter Berücksichtigung der Distanz LWP zum nächstgelegenen lärmempfindlichen Raum (r) und der Richtungskorrektur (D_C) der maximale Schallleistungspegel (L_W) der LWP ermittelt werden.

$$L_W = L_{eq,i} + 11 \text{ dB(A)} - D_C + 20 \cdot \log_{10}(r)$$

Durch Einsetzen des $L_{eq,i}$ in die vorhergehende Formel ergibt sich:

$$L_W = L_{r,i} - 12 \text{ dB(A)} + 11 \text{ dB(A)} - D_C + 20 \cdot \log_{10}(r)$$

vereinfacht:

$$L_W = L_{r,i} - 1 \text{ dB(A)} - D_C + 20 \cdot \log_{10}(r)$$

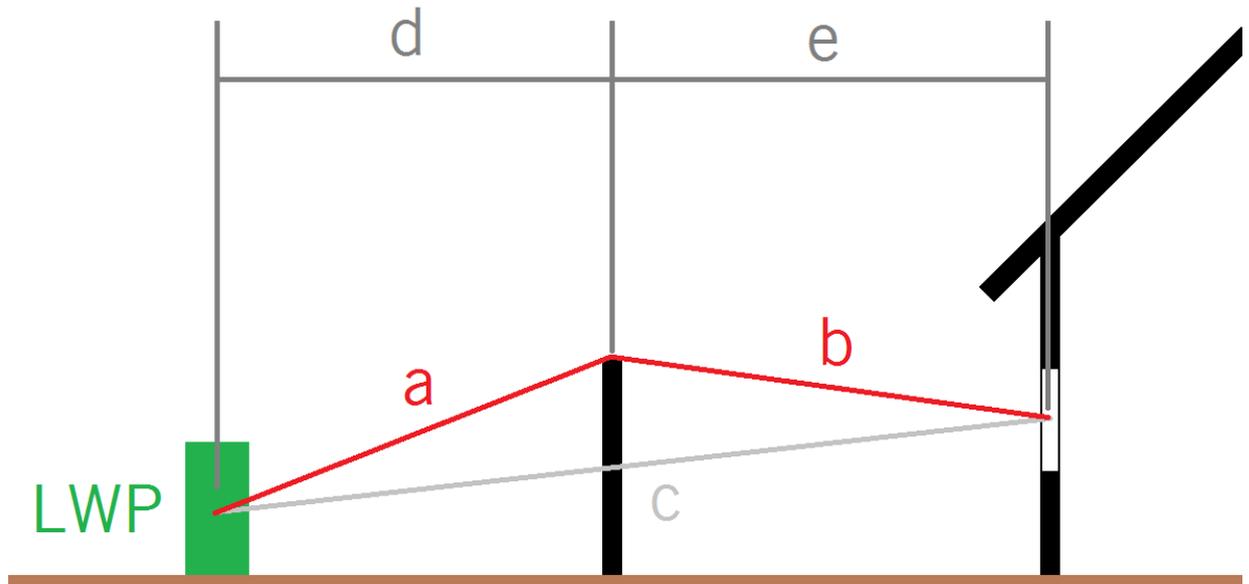
wobei:

- D_C = 3 dB(A) für LWP freistehend; 6 dB(A) für LWP an Fassade; 9 dB(A) für LWP an ein springender Fassadenecke;
- $L_{r,i}$ = 45 dB(A) für ES II;
- $L_{r,i}$ = 50 dB(A) für ES III.

Das online Planungs-Tool des FWS (<https://www.fws.ch/unsere-dienstleistungen/bewilligungs-tool-fuer-luft-wasser-waermepumpen/>) erleichtert die Wahl eines geeigneten LWP unter Berücksichtigung der Heizleistung.

16.4 Berechnung nach Maekawa

Um die Hinderniswirkung/-dämpfung von z.B. einer Lärmschutzwand berechnen zu können, ist das Verfahren nach Maekawa zu verwenden. Dabei wird die Differenz des Umwegs um das Hindernis herum ($a + b$) zur direkten Strecke (c), der sogenannte Schirmwert z , benötigt. **Das Hindernis muss jedoch die direkte Strecke zwingend unterbrechen, darf keine Spalten, Löcher haben und eine Masse von mindestens 10 kg/m² aufweisen!** Idealerweise überragt die Lärmschutzwand die Lärmquelle um 0,5 m (auch in der Breite).



$$z = a + b - c = \sqrt{d^2 + (h_H - h_{LWP})^2} + \sqrt{e^2 + (h_H - h_F)^2} - \sqrt{(d + e)^2 + (h_F - h_{LWP})^2}$$

wobei:

- h_H = Höhe des Hindernisses/der Lärmschutzwand
- h_{LWP} = Höhe des Mittelpunktes der LWP ab Boden
- h_F = Höhe der Mitte des offenen Fensters ab Boden

Mittels der Fresnel-Zahl und der Wellenlänge kann durch den Schirmwert die Hinderniswirkung (A_{bar}) berechnet werden:

$$N = \frac{z}{\lambda} \cdot 2$$

wobei:

$$\lambda = 6.8 \text{ m, unter Annahme } f = 50 \text{ Hz}^3, \left(\lambda = \frac{c}{f} = \frac{343 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{50 \text{ Hz}} = 6.8 \text{ m} \right)$$

$$\underline{A_{bar}} = 10 \cdot \log(3 + 20 \cdot N) = 10 \cdot \log\left(3 + 40 \cdot \frac{z}{6.8 \text{ m}}\right)$$

³ Konservativer Frequenzwert gemäss Lärmmessungen des AfU (50 Hz), Studien des Bundesamts für Energie (100 Hz), des Fraunhofer Institut Bauphysik (50 Hz) und des Informationsportal Lärmbeschwerde (50 Hz)