



Österreichischer Teambericht

IEA HPT Annex 51
"Akustische Emissionen von Wärmepumpen"

FFG-Projekt Nr.: 864146

D 1.1 Zusammenfassung der Gesetzes- und Normenlage in Österreich und der Schweiz

Erstellt von:

Philipp Wagner

René Rieberer (contact: rene.rieberer@tugraz.at)

Graz University of Technology Institute of Thermal Engineering Inffeldgasse 25/B, 8010 Graz, Austria



Erstellt im: Oktober 2018

VORWORT

Dieser Bericht umfasst den nationalen Beitrag Österreichs zum Task 1 ("Legislation and standards") des IEA HPT Annex 51: "Akustische Emissionen von Wärmepumpen", Im Wesentlichen wird in diesem Bericht näher auf die aktuelle Gesetzes- und Normenlage in Österreich in Bezug auf die zulässigen Emissionen/Immissionen von Außenluftwärmepumpen eingegangen. Des Weiteren wird auf die Beurteilung von Schallimmissionen eingegangen.

Aufgrund der langen Tradition von Wärmepumpen in der Schweiz ist dieser Markt ein wichtiger und interessanter für österreichischen Wärmepumpenhersteller. Aus diesem Grund hat sich Österreich auch mit den Vorschriften zur Schallemission und –immission in der Schweiz beschäftigt. Aufgrund des hohen Marktanteils von Wärmepumpen als Heizsystem gibt es in der Schweiz "genaue" Vorschriften zur Schallemission und –immission, wodurch diese als Vorbild dienen können.

Diese Arbeit wurde im Rahmen der IEA-Forschungskooperation im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie durchgeführt. Der Bericht wurde im Zeitraum November 2017 bis Oktober 2018 erstellt.

INHALTSVERZEICHNIS

EII	NLEITUNG	<u>1</u>
<u>ZL</u>	USAMMENFASSUNG DER GESETZES- UND NORMENLAGE IN ÖSTERREICH	l 2
<u>1</u>	STATISTIK VERKAUFTER WÄRMEPUMPEN	<u> 2</u>
<u>2</u>	GESETZLICHE LAGE	3
2. 1		5
2.1	1.1 Planungsrichtwerte für die Immission	5
2.1	1.2 Energieäquivalenter Dauerschallpegel (L _{eq})	7
2.1	1.3 Anpassungswerte für die Geräuscharten (Lz)	8
2.1	1.4 Beurteilungspegel L _r	8
2.1	1.5 Beurteilungspegel für die allgemeine Lärmbelastung L _{r,den}	8
2.2	2 ÖAL Richtlinie Nr. 3	9
2.3	3 Informationsblatt zum Lärmschutz im Nachbarschaftsbereich von Luftwärmepur	npen.11
2.4	4 ÖAL Richtlinie Nr. 6	12
2.5	5 Richtlinien in den Bundesländern	14
2.6	6 Schallrechner von Wärmepumpe Austria	16
<u>3</u>	DURCHFÜHRUNG VON MESSUNGEN	18
<u>4</u>	GERICHTSENTSCHEID BETREFFEND LÄRMEMISSIONEN VON WÄRMEPL	
		21
<u>5</u>	ZUSAMMENFASSUNG	22
6	LITERATURVERZEICHNIS	23

ZU	JSAMMENFASSUNG DER GESETZES- UND NORMENLAGE IN DER SCHWEIZ.	26
<u>1</u>	STATISTIK WÄRMEPUMPENVERKÄUFE	<u> 26</u>
_		
<u>2</u>	RECHTLICHE GRUNDLAGEN	
	1 Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG)	
	1.1 Vorsorgeprinzip	
	1.2 Emissionsbegrenzungen	
	2 Lärmschutz-Verordnung (LSV)	
	2.1 Emissionsbegrenzungen bei neuen ortsfesten Anlagen	
	2.2 Belastungsgrenzwerte für Industrie und Gewerbelärm	
	2.3 Schallschutz bei neuen Gebäuden	
2.3	Bestimmungen im Kanton Basel	32
2	CERCLE BRUIT	22
<u>3</u>	CERCLE BRUIT	<u> 33</u>
_		
<u>4</u>	DURCHFÜHRUNG VON MESSUNGEN	<u> 34</u>
<u>5</u>	LÄRMSCHUTZMASSNAHMEN	
5.1		
5.2	2 Maßnahmen für außen aufgestellte Wärmepumpen	36
5.3	Maßnahmen gegen Körperschall	36
<u>6</u>	GERICHTSENTSCHEIDE	
6.1		
6.2	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
	3 Kantonsgericht Fall 7H 15 138	
6.4	4 Bundesgerichtsentscheid zum Thema Lärm einer Wärmepumpe	39
7	ZUSAMMENFASSUNG	20
<u> </u>	LUSAIVIIVILIVEASSUIVU	<u> 39</u>
ጸ	LITERATURVERZEICHNIS	4 0
<u> </u>		7 0
DA	ANKSAGUNG	41

EINLEITUNG

Wärmepumpen werden in immer größeren Umfang zum Heizen sowie auch zur Warmwasseraufbereitung verwendet. Die Verwendung von Wärmepumpen zum Heizen als auch zur Warmwasseraufbereitung stellt eine wesentliche Maßnahme zur Reduktion von CO₂-Emissionen dar, wodurch sie auch als Schlüsseltechnologie gegen den Klimawandel gesehen werden. Es wird erwartet, dass diese einen bedeutenden Anteil zur Erreichung des anspruchsvollen Klimaziels der Europäischen Union beitragen können. Wärmepumpen, welche als Wärmequelle die Außenluft verwenden, erfreuen sich in den letzten Jahren immer stärkerer Beliebtheit. Mit Hilfe einer Wärmepumpe wird Energie auf niedrigem Temperaturniveau auf ein höheres Temperaturniveau gebracht, welches zu Heizzwecken verwendet werden kann. Die Energie auf niedrigem Temperaturniveau kann von der Außenluft, dem Grundwasser oder von Flächenkollektoren zur Verfügung gestellt werden. Die verschiedenen Typen haben jeweils Vor- und Nachteile. Grundsätzlich verwenden die meisten neu verkauften Wärmepumpen Außenluft als Wärmequelle, da diese leicht zu erschließen ist und die Installation im Vergleich zu anderen Energiequellen einfacher und somit günstiger ist. In manchen Fällen ist Luft auch die einzig mögliche Wärmequelle, die zur Verfügung steht. Aufgrund von Lärmemissionen, welche bei Luft-Wärmepumpen bzw. bei außenaufgestellten Wärmepumpen auftreten, ist zumeist eine Genehmigung der Baubehörde notwendig. Die Genehmigung beruht im Wesentlichen auf eine rechnerische Abschätzung der zu erwartenden Schallimmission an der Grundstücksgrenze bzw. des nächstgelegenen Schlafzimmerfensters. Der größte Nachteil und damit die größte Herausforderung bei Luft-Wärmepumpen ist demnach die Emission von Schall.

Der starke Trend zu Luft/Wasser-Wärmepumpensystemen bringt aber auch neue Herausforderungen mit sich. Ein wesentlicher Punkt ist dabei die Schallemission der Luft/Wasser-Wärmepumpen, die als Hauptgrund eines möglichen Diffusionshemmnisses gesehen werden (Biermayer et al., 2016). Aufgrund der von Wärmepumpen ausgehenden Schallemission kommt es immer wieder zu Streitfällen in der Nachbarschaft, die teilweise auch bis vor das Gericht führen. Um solchen Situationen vorzubeugen braucht es neben technischen Entwicklungen zur Minimierung der Schallemissionen klare gesetzliche Rahmenbedingungen betreffend Emissions- und Immissionsgrenzwerten. Speziell in Österreich gibt es keine landesweit einheitliche Regelung betreffend der Schallemissionen und -immissionen von Luft-Wärmepumpen. Stattdessen gibt es verschiedene Regelungen auf Länder- und auf Gemeindeebene, wodurch es schwer ist, alle Regelungen zu überblicken. Die aktuelle Gesetzeslage in der Schweiz gestaltet sich dahingehend bereits jetzt deutlich klarer als jene in Österreich. Der Annex 51 soll zur Entwicklung einheitlicher Richtlinien und einer klaren gesetzlichen Regelung beitragen. Dieser Bericht soll einen Überblick über die Reglungen und die aktuelle Situation in Österreich und der Schweiz geben. Eine detaillierte Erläuterung der Auswirkungen der Wärmepumpeninstallation auf die Schallausbreitung wird im Bericht zu ("Wärmepumpeninstallation und Auswirkung Arbeitspaket 5 auf die Umgebung") zusammengefasst.

ZUSAMMENFASSUNG DER GESETZES- UND NORMENLAGE IN ÖSTERREICH

1 STATISTIK VERKAUFTER WÄRMEPUMPEN

Die Entwicklung des Wärmepumpenmarktes in Österreich ist eine Erfolgsgeschichte, welche seit 20 Jahren andauert. Unterschiedliche Effekte sind für die steigende Zahl an verkauften Wärmepumpeneinheiten verantwortlich. Einen bedeutenden Anteil haben Neubauten mit geringem Heizenergiebedarf und niedriger Heizungswassertemperatur (z.B. Flächenheizungssystem), welche für den energieeffizienten Einsatz von Wärmepumpen bestens geeignet sind (Benke et al., 2015). Zusätzlich wurden von der österreichischen Regierung und den Regierungen der Bundesländer durch Förderungen Anreize für den Einsatz von Wärmepumpen geschaffen.

Abbildung 1-1 zeigt einen Überblick neu installierter Heizungssysteme in Österreich im Jahr 2013. Den größten Anteil hatten dabei gasbetriebene Heizungssysteme. Wärmepumpen (WP) hatten einen Anteil von etwa 16,5 % an den installierten Heizungssystemen.

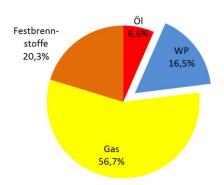


Abbildung 1-1: Aufteilung neu installierter Heizungssysteme 2013 in Österreich (Benke et al., 2015)

Abbildung 1-2 zeigt einen Verlauf verkaufter Wärmepumpeneinheiten von 1993 – 2016. In Abbildung 1-2 (links) sind die absoluten Verkaufszahlen von Wärmepumpen für unterschiedliche Wärmequellen dargestellt. Dem gegenüber gestellt sind in Abbildung 1-2 (rechts) die relativen Werte. Von 1993 bis 2008 konnte ein wesentlicher Anstieg an verkauften Wärmepumpeneinheiten verzeichnet werden. Nach den erfolgreichen Jahren kam es anschließend bis 2011 zu einem leichten Rückgang, welchem ein weiterer Anstieg der Verkaufszahlen bis 2015 folgte. Mit etwa 17800 verkauften Wärmepumpeneinheiten im Jahr 2015 konnte die bislang höchste Verkaufszahl erzielt werden.

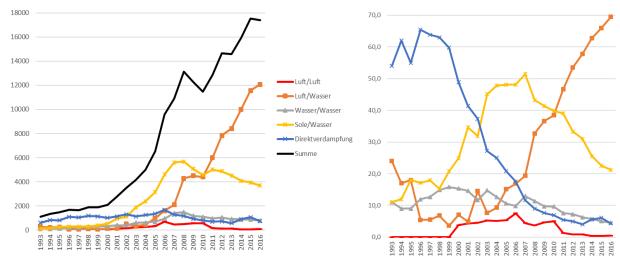


Abbildung 1-2: Absolute (links) und relative (rechts) Anzahl verkaufter Wärmepumpen in Österreich (Biermayr et al., 2017)

Der Anstieg vom Jahr 2000 bis zum Jahr 2008 war vor allem durch Sole/Wasser-Wärmepumpen geprägt. Ab 2006 haben Luft/Wasser-Wärmepumpen wesentlich an Bedeutung gewonnen und haben des Weiteren seit 2011 deutlich zum Anstieg an verkauften Wärmepumpeneinheiten in Österreich beigetragen. Vor allem von 2010 bis 2016 könnte die Anzahl verkaufter Luft/Wasser-Wärmepumpen von etwa 4000 auf etwa 12000 Einheiten verdreifacht werden. Dadurch konnten die Luftwärmepumpen ihren Anteil von 20 % im Jahr 2008 auf 70 % im Jahr 2016 steigern, wohingegen der Anteil von Sole/Wasser-Wärmepumpen von 50 % im Jahr 2008 auf etwa 20 % im Jahr 2016 zurückging (siehe Abbildung 1-2 (rechts)). Aufgrund von technologischer Weiterentwicklung und der Preisentwicklung ist der direktverdampfenden Anlagen von 65 % im Jahr 1997 auf 5 % im Jahr 2016 zurückgegangen.

2 GESETZLICHE LAGE

Für die Innen- oder Außenaufstellung einer Luft/Wasser-Wärmepumpe ist prinzipiell keine Genehmigung notwendig, wenn die Baugesetze keine Vorschriften für Wärmepumpen oder für von Anlagen ausgehende Schallemissionen/-immissionen enthalten. Es kommt hierbei vor allem auf die Auslegung des anzuwendenden Landes-Baugesetzes an. Beispielsweise waren in Graz bis 2015 Wärmepumpen nicht genehmigungspflichtig. Durch eine geänderte Auslegung des steirischen Baugesetzes ist seitdem allerdings ein Ansuchen bei der Bau- und Anlagenbehörde zu stellen. Dabei wird anhand eines Berechnungsmodells die Schallimmission an der Grundstückgrenze ermittelt und bewertet. Im Falle des Verdachts einer gesundheitlichen Einwirkung auf Personen (z. B. Nachbarn, Angestellte, ...) kann die zuständige Baubehörde Maßnahmen zur Schallreduktion vorschreiben bzw. eine Expertenmeinung oder eine Bewertung nach dem medizinischen Standpunkt einfordern. Dieses Vorgehen erfolgt von Fall zu Fall unterschiedlich. Sollten Bedenken bestehen, so kann die Baubehörde den Betrieb der Anlage (Wärmepumpe) verbieten.

Grundsätzlich ist der Betreiber/Besitzer der Wärmepumpe verantwortlich für einen ordnungsgemäßen Betrieb und die Einhaltung der Grenzwerte. Installateure und Hersteller haben lediglich die Aufgabe den Kunden über die mögliche Schallerzeugung und die Beeinträchtigung der Nachbarn zu informieren. Aufgrund fehlender im Gesetz verankerter Grenzwerte und fehlender geregelter Bewertungsmethoden, kommt es zur Verunsicherung bei den Konsumenten. Diese Regelung ist daher nicht vorteilhaft, da Betreiber von Wärmepumpen befürchten müssen, vom Nachbarn geklagt zu werden.

In Österreich gibt es einige wichtige Dokumente, welche die Immission von Schall regeln, allerdings gibt es kein österreichweit gültiges Gesetz und keine österreichweite Regulierung für die Schallemissionen/-immissionen von Wärmepumpen. Die folgenden Dokumente beinhalten zulässige Grenzwerte sowie allgemeine Vorgehensweisen zur Bewertung und Beurteilung von Schallemissionen/-immissionen:

- ÖNORM S 5021 (2017) (Österreichischer Standard)
- ÖAL Richtlinie Nr. 3: Beurteilung von Lärmemissionen im Nachbarschaftsbereich (Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, 2008)
- Informationsblatt zum Lärmschutz im Nachbarschaftsbereich von Luftwärmepumpen (Forum Schall, 2013)
- ÖAL Richtlinie Nr. 6: Die Wirkungen des Lärms auf den Menschen Beurteilungshilfen für den Arzt (Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, 2011)
- Individuelle Regelungen / Informationsblätter der Bundesländer

Zusätzlich zu den zuvor erwähnten Dokumenten gibt es vom Verein Wärmepumpe Austria einen Schallrechner (Wärmepumpe Austria, 2018). Mit diesem Rechner kann sehr einfach die Schallimmission einer Wärmepumpe an einem entfernten Ort (z. B. an der Grundstücksgrenze) berechnet werden.

Die erwähnten Dokumente stellen allerdings keine nationalen Gesetze oder verbindliche Vorschriften dar. Sie sind vielmehr als Richtlinien bei der Betrachtung von Schallemissionen/-immissionen anzusehen. Einzig das Land Tirol regelt explizit in einer Verordnung die zulässigen Grenzwerte vor Schallimmissionen (Tiroler Gas-, Heizungs- und Klimaanlagenverordnung, 2014).

Die folgenden Unterkapitel beinhalten eine Zusammenfassung der verfügbaren Dokumente. Es soll darauf hingewiesen werden, dass dieser Bericht einen Überblick - ohne Anspruch auf Vollständigkeit - über die aktuelle Situation betreffend Schallemissionen/-immissionen geben soll und keine gesetzliche Relevanz hat.

2.1 ÖNORM S 5021:2017 (Österreichischer Standard)

Die ÖNORM S 5021 (2017) enthält schalltechnische Grundlagen sowie Grenzwerte für Schallimmissionen. Im Wesentlichen wird zwischen Schallemissionen des Straßenverkehrs, des Zugs und von Anlagen unterschieden. Es gibt keine explizite Regelung für Wärmepumpen, aber es ist naheliegend, dass Wärmepumpen wie Anlagen behandelt werden können.

Vorwiegend wird die ÖNORM S 5021 (2017) für die Flächenwidmung und die Raumplanung und Raumordnung verwendet. Diese Norm ist nicht für die Beurteilung von einzelnen Lärmstörungsfällen anzuwenden. Dafür kann die ÖAL Richtlinie Nr. 3 (Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, 2008) verwendet werden.

2.1.1 Planungsrichtwerte für die Immission

In Tabelle 2-1 sind die Planungsrichtwerte der zulässigen Schallimmission in Abhängigkeit des Gebiets - untergliedert in verschiedene Kategorien (Standplätze) - dargestellt. Bei der Flächenwidmung und der Raumplanung ist darauf zu achten, dass Schallemissionen keine Beeinträchtigung der Bewohner und der Nachbarn verursachen. In Abhängigkeit der Schallemittenten und dem Ruheanspruch sind an den Standplätzen unterschiedliche Beurteilungspegel (L_r) zulässig.

Tabelle 2-1: Planungsrichtwerte für die Lärmimmission (ÖNORM S 5021, 2017)

			Beurteilungspegel dB			L _{r,den}
Kategorie	Gebiet	Standplatz				
			Tag	Abend	Nacht	
1	Bauland	Ruhegebiet, Kurgebiet	45	40	35	45
2		Wohngebiet in Vororten, Wochenend- hausgebiet, ländliches Wohngebiet	50	45	40	50
3		Städtisches Wohngebiet, Gebiet für Bauten land- und forstwirtschaftlicher Betriebe mit Wohnungen	55	50	45	55
4		Kerngebiet (Büros, Geschäfte, Handel, Verwaltungsgebäude ohne wesentlicher störender Schallemission, Wohnungen, Krankenhäuser), Gebiet für Betriebe ohne Schallemission	60	55	50	60
5		Gebiet für Betriebe mit gewerblichen und industriellen Gütererzeugungs- und Dienstleistungsstätten	65	60	55	65
6		Gebiet mit besonders großer Schalle- mission (zB Industriegebiet)	_a	_a	_a	_a
1	Grünland	Kurbezirk	45	40	35	45
2		Parkanlagen, Naherholungsgebiet	50	45	40	50
3		Land- und forstwirtschaftliche Nutzung	_a	_a	_a	_a

a) Für Industriegebiete sowie für land- und forstwirtschaftlich genutzte Grünflächen besteht kein Ruheanspruch, daher sind auch keine Richtwerte festgelegt.

Aus diesem Grund erfolgte die Unterteilung der Gebiete in Bauland und Grünland. Das Bauland ist unterteilt in sechs unterschiedliche Standplätze, das Grünland in drei verschiedene Standplätze. Das Bauland ist dabei zwischen dem Ruhegebiet (Zone mit höherer Schallschutzanforderung) und dem Gebiet für Betriebe mit gewerblicher und industrieller Gütererzeugung (Zone mit geringerer Schallschutzanforderung) unterteilt. Im Bereich des Industriegebietes gibt es keine Grenzwerte, da es keinen Ruheanspruch gibt.

Das Grünland wird hauptsächlich für die Landwirtschaft genutzt, allerdings kann dieses mit einer speziellen Genehmigung auch als Kur- oder Naherholungsgebiet gewidmet werden. Der Kurbezirk ist dabei ein Standplatz mit höheren Schallschutzanforderungen, das Naherholungsbiet ein Standplatz mit geringeren Schallschutzanforderungen. Für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung gibt es keinen Grenzwert, da es ähnlich zum Industriegebiet keinen Ruheanspruch gibt.

Zusätzlich zur Unterteilung in Gebiete und Standplätze gibt es eine Unterteilung in Abhängigkeit der Tageszeit. In der ÖNORM S 5021 (2017) sind der Tag als Zeit zwischen 7.00 und 19.00 Uhr (13 Stunden), der Abend als Zeit zwischen 19.00 und 22.00 Uhr (3 Stunden) und die Nacht als Zeit zwischen 22.00 und 7.00 Uhr definiert (8 Stunden). Der Beurteilungspegel für die allgemeine Lärmbelastung (L_{r,den}) ist ein "gemittelter Wert", welcher mit unterschiedlichen Gewichtungen für die verschiedenen Tageszeiten (Tag, Abend, Nacht) ermittelt wird. Die Ermittlung des Beurteilungspegels für die allgemeine Lärmbelastung (L_{r,den}) wird in Kapitel 2.1.5 erläutert.

Grundsätzlich sind die Schallimmissionen von Anlagen mit dem Basispegel (A-bewerteter Schalldruckpegel) zu begrenzen. Nach ÖNORM S 5021 (2017) gilt, dass der Basispegel (Planungsbasispegel) - in Abhängigkeit des Standesplatzes und der Tageszeit - 10 dB niedriger ist, als der zulässige Beurteilungspegel nach Tabelle 2-1 (Planungsbasispegel = Beurteilungspegel -10 dB) Da dauerhafte Schallemissionen prinzipiell mit dem Basispegel zu begrenzen sind gilt, dass für diese der Grenzwert 10 dB niedriger ist, als der zulässige Beurteilungspegel nach Tabelle 2-1. Der tatsächliche A-bewertete Basispegel (LA,95) kann nur durch eine Messung vor Ort ermittelt werden. Der Basispegel bezeichnet dabei jenen Wert, der in 95 % der Messzeit überschritten wurde. Vereinfacht gesagt ist der Basispegel jener Zustand am Beobachtungspunkt, bei dem subjektiv Ruhe empfunden wird (z. B. Pausen zwischen Verkehrsereignissen). Wirken Dauergeräusche auf den Messort ein, so wird der Basispegel durch diese Schallquellen bestimmt. Anders gesagt fällt der Schalldruckpegel kaum unter diesen Wert. Nach Wärmepumpe Austria (2014) wird die Schallimmissionen einer Anlage nicht als störend empfunden, wenn diese unterhalb des Basispegels liegt. Anzumerken ist, dass der tatsächliche Basispegel abhängig von der geographischen Lage (Straßen, Zug, Fluss, ...) und der Tageszeit ist. Wird eine Messung vor Ort durchgeführt, so beträgt die Mindestmesszeit eine Stunde. Betriebsbedingungen mit einer höheren Schallemissionen (z. B. Abtauen bei Wärmepumpen, ...) werden über den Zeitraum gemittelt. Wird der Grenzwert während der Nacht eingehalten, so werden nach Wärmepumpe Austria (2014) auch die Grenzwerte am Tag und am Abend eingehalten.

Da es sich bei einer Wärmepumpe um einen Dauerläufer (dauerhafte Schallemissionen) handelt und die Schallimmissionen mit dem Basispegel (Planungsbasispegel) zu begrenzen sind, sind die Werte nach Tabelle 2-1 um 10 dB zu vermindern. Sollte der tatsächlich vorherrschende Basispegel durch eine Messung vor Ort ermittelt werden und dieser Wert geringer sein, als der Planungsbasispegel nach ÖNORM S 5021 (2017) (Beurteilungspegel L_r – 10 dB), so ist der gemessene Wert bei der Begrenzung der Schallimmissionen heranzuziehen. Andererseits, sollte der tatsächliche vorherrschende Basispegel vor Ort höher sein, als der nach ÖNORM S 5021 (2017) angenommene Planungsbasispegel (Beurteilungspegel L_r – 10 dB), so ist ebenfalls der gemessene Wert bei der Begrenzung der Schallimmissionen heranzuziehen. Spezielle Betriebsbedingungen, wie z. B. Abtauen, dürfen nicht unberücksichtigt bleiben. Diese Betriebsbedingungen müssen den Beurteilungspegel nach Tabelle 2-1 einhalten, da die dabei auftretenden Schallimmissionen nur für eine kurze Zeit vorhanden sind. Die Einhaltung der Grenzwerte hat grundsätzlich an der Grundstücksgrenze zu erfolgen.

Sollte die Schallimmission einer Anlage höher als der Basispegel sein, ist eine individuelle Bewertung der Schallimmission in Anlehnung an die ÖAL Richtlinie Nr. 3 (Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, 2008) notwendig. Dabei ist zu entscheiden, ob die Schallimmission noch in einem akzeptablen Bereich liegt, oder ob eine Beeinträchtigung der Bewohner vorliegt. Der Österreichische Arbeitsring für Lärmbekämpfung (2008) definiert den Grenzwert als jenen Wert, bei welchem Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen nicht mehr ausgeschlossen werden können. Nach Wärmepumpe Austria (2014) ist eine Schallemission als kritisch anzusehen, wenn der Schalldruckpegel der Wärmepumpe den Planungsbasispegel nach ÖNORM S 5021 (2017) um mehr als 10 dB übersteigt.

2.1.2 Energieäquivalenter Dauerschallpegel (Leq)

Zur Berechnung des Beurteilungspegels für die allgemeine Lärmbelastung (L_{r,den}) in Tabelle 2-1 wird der energieäquivalente Dauerschallpegel benötigt. Der energieäquivalente Dauerschallpegel wird als jener Schalldruckpegel errechnet, der bei dauerhafter Einwirkung einem beliebigen Geräusch energieäquivalent ist. Die Berechnung erfolgt nach Gl. 2-1.

$$L_{eq} = 10 \bullet log \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \ in \ dB$$
 Gl. 2-1

 t_2 - t_1 Messzeit in h

p.....Schalldruck in Pa

 p_0Beurteilungsschalldruck, $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa (äquivalent mit der menschlichen Hörschwelle)

Der A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel L_{A,eq} ist der mit der Frequenzbewertung A gemäß OVE/ÖNORM EN 61672-1 (2015) ermittelte energieäquivalente Dauerschallpegel.

2.1.3 Anpassungswerte für die Geräuscharten (Lz)

Die Anpassungswerte sind nach dem Stand der Technik festzulegen. Für die unterschiedlichen Lärmtypen gibt es drei verschiedene Anpassungswerte (Lz):

Zug - 5 dB
 Straßenverkehr 0 dB
 Anlagen + 5 dB

Diese Kategorisierung bedeutet, dass der Zug gegenüber dem Straßenverkehr und gegenüber Anlagen bevorzugt wird. Aus der Sicht der Schalleinwirkung bedeutet dies, dass intermittierende Geräusche, welche nur kurzzeitig auftreten, bevorzugt werden. In der ÖNORM S 5021 (2017) gibt es weder einen Anpassungswert für Wärmepumpen, noch einen Hinweis, ob Wärmepumpen als Anlagen zu klassifizieren sind. Ebenso gibt es keine Unterscheidung zwischen einer privaten oder einer industriellen Verwendung.

2.1.4 Beurteilungspegel Lr

Der Beurteilungspegel kann nach Gl. 2-2 berechnet werden. Der Zeitraum, auf den der Beurteilungspegel bezogen ist, ist dabei anzugeben (Tag, Abend, Nacht). Um die Empfindlichkeit des Gehöres zu berücksichtigen, ist der energieäquivalenter Dauerschallpegel (Leq) in Gl. 2-2 A-bewertet einzusetzen (ersichtlich durch den Index A).

$$L_r = L_{A,eq} + 10 \cdot \log\left(\frac{T}{T_{Rez}}\right) + L_Z in dB$$
 Gl. 2-2

Lr Beurteilungspegel in dB

L_{A,eq} A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel in dB(A)

T......Dauer des Geräusches innerhalb der Bezugszeit in h

T_{Bez} Bezugszeit in h

L_z Anpassungswert in dB

2.1.5 Beurteilungspegel für die allgemeine Lärmbelastung L_{r,den}

Der Beurteilungspegel für die allgemeine Lärmbelastung wird nach Gl. 2-3 ermittelt. Der Index "den" steht für Tag, Abend und Nacht und zeigt die drei unterschiedlichen Tageszeiten an (siehe Kapitel 2.1.1). Jede Lärmquelle (Straße, Zug, Flugverkehr und Anlagen) wird mit ihrem Anpassungswert (L_z siehe Kapitel 2.1.3) separat betrachtet. Das bedeutet, dass der vorherrschende Schalldruckpegel in die verschiedenen Lärmquellenarten aufgeteilt werden muss. Dieser Wert stellt einen "gemittelten" Wert für einen Tag dar, welcher mit unterschiedlichen Gewichtungen für die verschiedenen Tageszeiten (Tag, Abend, Nacht) ermittelt wird. Die Zahlen vor dem Summen-Zeichen entsprechen den Stunden der einzelnen Zeitabschnitte des Tages. Der Beurteilungspegel des Abends wird mit $+5\,\mathrm{dB}$ und der Beurteilungspegel der Nacht mit $+10\,\mathrm{dB}$ gewichtet.

$$L_{r,den} = 10 \cdot \log \frac{1}{24} \left(13 \cdot \sum_{k=1}^{4} 10^{\frac{L_{r,day,k}}{10}} + 3 \cdot \sum_{k=1}^{4} 10^{\frac{L_{r,evening,k}+5}{10}} + 8 \cdot \sum_{k=1}^{4} 10^{\frac{L_{r,night,k}+10}{10}} \right) in \ dB$$
 Gl. 2-3

2.2 ÖAL Richtlinie Nr. 3

Seit mehr als 40 Jahren besteht die Hauptaufgabe des Österreichischen Arbeitsrings für Lärmbekämpfung (ÖAL) darin, Richtlinien zur Bewertung von Lärmbelästigungen zu entwickeln. Die ÖAL-Richtlinie Nr. 3 (Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, 2008) dient der Beurteilung von Lärmimmissionen in der Nachbarschaft und hat sich mittlerweile als Standarddokument etabliert. Diese Richtlinie wird auch vom Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz für die Beurteilung von Schallimmissionen empfohlen.

Um Gutachtern aus medizinischer Sicht Hilfestellung bei der Beurteilung der Auswirkungen von Schallimmissionen zu geben, werden in einzelnen Fällen Grenzen zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren festgelegt. Für die Beurteilung wurde dazu ein Bewertungsschema entwickelt. Abbildung 2-1 zeigt das allgemeine dreistufige Bewertungsschema. Für die Bewertung der verschiedenen Lärmarten (Anlagen, Straßenverkehr, Bahn, Flugverkehr und Baustellen) wird dieses Schema innerhalb der ÖAL-Richtlinie Nr. 3 angepasst und erweitert.

Im ersten Schritt wird geprüft, ob der Beurteilungspegel der spezifischen Schallimmission unter der Grenze der zu erwartenden Gesundheitsgefahren liegt. Der Beurteilungspegel ist dabei nach ÖNORM S 5021 (2017) zu ermitteln. Der Beurteilungspegel für den Tag ist entweder der Durchschnitt von 13 Stunden (zwischen 6.00 und 19.00 Uhr) oder, wenn der Durchschnitt einer ganzen Stunde innerhalb dieser 13 Stunden 5 dB höher ist als der Durchschnitt von 13 Stunden, so wird dieser maximale Stundenwert abzüglich 5 dB als Beurteilungspegel herangezogen. Für die Bewertung der Schallimmission in der Nacht wird der Durchschnitt einer Stunde mit dem höchsten Beurteilungspegel zwischen 22.00 und 6.00 Uhr herangezogen. Liegt der Beurteilungspegel der spezifischen Schallimmission über der Grenze der Gesundheitsgefährdung, sind Maßnahmen zur Reduzierung der Schallimmission erforderlich.

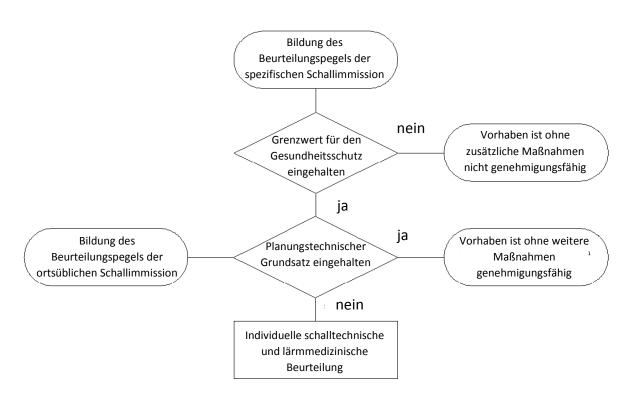


Abbildung 2-1: Beurteilungsablauf (Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, 2008)

Im nächsten Schritt wird geprüft, ob die Schallimmissionen relevante Auswirkungen auf die Umgebung haben oder nicht (planungstechnischer Grundsatz). Der Beurteilungspegel der ortsüblichen Schallimmission kann entweder aus einer Messung oder mit Hilfe eines Berechnungsverfahrens ermittelt werden. Diese ist in die verschiedenen Tagesabschnitte (Tag, Abend, Nacht) mit durchschnittlichen Stundenwerten aufzuteilen. Die Messung muss in einem repräsentativen Zeitraum durchgeführt werden. Erfolgt eine Ermittlung durch eine Berechnung, so ist die Schallemission benachbarter und genehmigter Anlagen zu berücksichtigen, allerdings ohne Berücksichtigung von zufälligen Schallemissionen. Sollte das technische Planungsprinzip nicht erfüllt sein, so ist eine individuelle akustische und medizinische Bewertung unter Berücksichtigung akustischer und nicht-akustischer Parameter erforderlich. Ist der planungstechnische Grundsatz erfüllt, so ist das Vorhaben ohne weitere Maßnahmen durchführbar. Detaillierte Schemata zur Bewertung des technischen Planungsprinzips sind ebenso in der ÖAL-Richtlinie Nr. 3 (Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, 2008) für Anlagen, Straßenverkehr, Bahn, Flugverkehr und Baustellen dargestellt.

Das grundsätzliche Ziel dieser Richtlinie ist, Menschen in der Nähe von Schallquellen zu schützen. Einhaltung der Obergrenzen dieser Richtlinie dient der Vermeidung Gesundheitsgefahren. Die Einhaltung des technischen Planungsprinzips ist daher prinzipiell für das Kriterium, ob es sich um eine zulässige oder unzulässige Schallemission handelt, nicht ausreichend. Die Obergrenze der zulässigen Schallimmission kann jedoch nicht direkt aus der ÖAL-Richtlinie Nr. 3 bestimmt werden. Sie muss durch eine individuelle akustische und medizinische Bewertung durch die zuständige Stelle abgeleitet werden. Nach der ÖAL Richtlinie Nr. 3 entscheiden letztendlich die medizinischen Experten/Ärzte, gesundheitliche Gefahren zu erwarten sind oder nicht.

In der ÖAL-Richtlinie Nr. 3 ist ebenso ein Vorsorgeprinzip definiert. Wenn eine Lärmquelle (z.B. eine Anlage) genehmigt werden muss, kann der Beurteilungspegel aus der Flächenwidmung (siehe ÖNORM S 5021, 2017) nicht vollständig "ausgenutzt" werden, wenn zu erwarten ist, dass in Zukunft weitere Schallquellen installiert werden. Das bedeutet im Wesentlichen, dass ein Gebiet in Teilgebiete mit niedrigeren zulässigen Schallimmissionswerten unterteilt wird. Dadurch können zusätzliche Schallquellen installiert werden ohne, dass in Zukunft Schallimmissionswerte des Gebiets den Beurteilungspegel aus der Flächenwidmung überschreiten.

In der Regel sind die angegebenen Immissionsgrenzwerte an der Grundstücksgrenze einzuhalten. In der ÖAL-Richtlinie Nr. 3 gibt es allerdings eine spezielle Definition für die Einhaltung der Grenzwerte während der Nacht. Da nachts kaum Menschen im Freien sind, müssen aus medizinischer Sicht die Grenzwerte am Fenster des nächsten Schlafzimmers eingehalten werden. Die Nachbarn haben auch das Recht, ihr Fenster während dem Schlafen offen zu halten.

Die ÖAL-Richtlinie Nr. 3 enthält auch einige detaillierte Beispiele für das Vorgehen in speziellen Fällen. Diese Richtlinie wird zwar vom Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz empfohlen, hat aber direkt keine rechtliche Relevanz. In einzelnen Fällen kann die ÖAL-Richtlinie Nr. 3 in "Konkurrenz" zu anderen Vorschriften und (ÖNORM S 5021 (2017), psychoakustische Methoden,....) stehen. Nach einer Entscheidung des österreichischen Verwaltungsgerichtshofs ist jene mit dem Gesetz verbundene Verordnung oder Richtlinie zu verwenden. Sollte keine Verordnung oder Richtlinie eine Verbindung zu einem Gesetz haben - wie es bei der Bewertung von Schallemissionen und Schallimmissionen der Fall ist - so ist jene Verordnung oder Richtlinie anzuwenden, welche am besten zu den Gegebenheiten passt. Dass unter Umständen mehrere verschiedene Richtlinien oder Vorschriften vorhanden sind, schadet dem Urteil nicht, sofern der Gutachter eine geeignete auswählt. Derzeit wird die ÖAL-Richtlinie Nr. 3 überarbeitet und soll in naher Zukunft aktualisiert werden.

2.3 Informationsblatt zum Lärmschutz im Nachbarschaftsbereich von Luftwärmepumpen

Das "Forum Schall" ist eine Expertengruppe (Gutachter, ...), welche vom Österreichischen Umweltbundesamt unterstützt wird. Das "Informationsblatt zum Lärmschutz Nachbarschaftsbereich" des Forums Schall (2013) gibt einen kurzen Überblick über die Regelungen betreffend Schallimmissionen in Österreich. Der Fokus wurde grundsätzlich auf die zulässigen Schallimmissionen von Luft-Wärmepumpen gelegt. Das Informationsblatt fasst im Wesentlichen die Vorschriften der ÖNORM S 5021 (2017) und den ÖAL-Richtlinien zusammen. Das Forum Schall (2013) wies auch darauf hin, dass es keine gesetzlichen Grenzwerte für Schallimmissionen gibt. Grundsätzlich sollte der örtliche Basispegel als Grundlage für die zulässige Schallimmission von dauerhaften Schallquellen herangezogen Erfahrungsgemäß kann davon ausgegangen werden, dass der Basispegel in einem stillen Wohngebiet nachts (22.00 bis 6.00 Uhr) zwischen 20 und 25 dB liegt (Forum Schall, 2013). Um Störungen durch Lärmimmissionen und insbesondere niederfrequente Lärmimmissionen von Luft/Wasser-Wärmepumpen zu vermeiden, sollten Dauergeräusche nach Österreichischem Arbeitsring für Lärmbekämpfung (2008) aus medizinischer Sicht unter dem Basispegel liegen. Aus diesem Grund sollte nach Forum Schall (2013) am Nachbarwohnhaus ein A-bewerteter Zielwert von 25 dB in der Nacht eingehalten werden. Höhere Werte sind nur zulässig, wenn aus Messungen hervorkommt, dass der Basispegel tatsächlich deutlich höher ist.

Weder in der ÖNORM S 5021 (2017) noch in der ÖAL-Richtlinie Nr. 3 ist beschrieben, welcher Grenzwert einzuhalten ist, wenn zwei Bereiche mit unterschiedlicher Widmung (z.B. Wohngebiet und Industriegebiet) aneinandergrenzen. Laut Forum Schall (2013) muss der niedrigere Wert an der Grundstücksgrenze erfüllt werden. Für das Wohngebiet (ländlich) ist nachts ein A-bewerteter Schalldruckpegel von 30 dB (Beurteilungspegel (gemäß Tabelle 2-1) - 10 dB) an der Grundstücksgrenze einzuhalten, da es sich bei einer Wärmepumpe um einen Dauerläufer handelt. Laut Sudy (2018) wünscht das Forum Schall, dass der vorhandene Basispegel mit dem Schalldruckpegel der Wärmepumpe aufsummiert wird und es dabei zu keiner merklichen Erhöhung des Schalldruckpegels kommt. Dies würde bedeuten, dass die Luftwärmepumpe an der Grundstücksgrenze, bei einem zulässigen Beurteilungspegel von 30 dB (Beurteilungspegel (gemäß Tabelle 2-1) - 10 dB), lediglich eine Schallimmission von 23 - 25 dB an der Grundstücksgrenze aufweisen dürfte, damit es zu keiner wesentlichen Erhöhung des Schalldruckpegels in der Nacht kommt. Laut Sudy (2018) wird dies bei der Genehmigung von Wärmepumpenanlagen bislang aber nicht berücksichtigt.

Um den A-bewerteten Sollwert von $L_{A,eq}$ = 25 dB während der Nacht zu erreichen, kann die Wärmepumpe nicht an der Grundstücksgrenze installiert werden, sondern muss eine entsprechende Entfernung zum Nachbarn aufweisen. Je höher der Schalldruckpegel der Wärmepumpe, desto größer muss der Abstand zur Grundstücksgrenze sein.

Forum Schall (2013) gibt im Informationsblatt auch mögliche Maßnahmen zur Reduzierung der Schallemission und in weiterer Folge der Schallimmission an. Dies kann eine vom Nachbarn abgewandte Position, eine Drehzahlreduzierung des Verdichters oder eine komplette Abschaltung in der Nacht sein. Für eine vollständige Abschaltung während der Nacht kann allerdings ein Speicher erforderlich sein.

2.4 ÖAL Richtlinie Nr. 6

Die ÖAL-Richtlinie Nr. 6 wird ebenso vom Österreichischen Arbeitsring für Lärmbekämpfung (ÖAL) erstellt. Diese Richtlinie dient der Beschreibung der Auswirkungen des Lärms auf den Menschen. Die ÖAL-Richtlinie Nr. 6 (Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, 2011) ist als Leitfaden für medizinische Experten / Ärzte zu verstehen, um diese bei der medizinischen Beurteilung von Schallimmissionen zu unterstützen. Der Leitfaden wurde nach den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen über die Auswirkungen von Schallimmissionen auf den Menschen erstellt. Es wird ebenso darauf eingegangen, welche Informationen in einem Gutachten für ein Behördenverfahren erforderlich sind.

Der Zusammenhang zwischen der Höhe der Schallimmission und den beobachtbaren Auswirkungen auf den Menschen basieren in dieser Richtlinie hauptsächlich auf den "Night Noise Guidelines for Europe" der Weltgesundheitsorganisation (WHO, 2009). Bei der Beschreibung der Auswirkungen von Lärmimmissionen auf die Gesundheit des Menschen wird zwischen einem außerhalb (Lnight,außen) und einem innerhalb (LA,max,innen) der Wohnung auftretenden Schalldruckpegel unterschieden. Tabelle 2-2 gibt einen Überblick über die feststellbaren Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit bei unterschiedlichen Schalldruckpegeln während der Nacht außerhalb der Wohnung.

Tabelle 2-2: Auswirkungen unterschiedlicher Schalldruckpegel auf den Menschen während der Nacht außerhalb der Wohnung (Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, 2011)						
bis 30 dB(A)	Keine wesentlichen biologischen Effekte sichtbar (No Observed Effect Level [NOEL]).					
30 bis 42 dB(A)	Effekte wie vermehrte Körperbewegungen, bewusste Schlafstörungen und EEG-Arousals (Aktivierung des zentralen Nervensystems) werden beobachtet. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass empfindliche Gruppen davon betroffen sind. Das Auftreten dieser Effekte hängt jedoch stark von der Lärmcharakteristik und der Häufigkeit der Schallereignisse ab.					
42 bis 55 dB(A)	Starker Anstieg von adversen Gesundheitseffekten ebenso wie signifikanter Anstieg von Aufwachreaktionen. Eine große Anzahl der exponierten Bevölkerung ist betroffen und muss ihr Leben anders einrichten, um mit dem Lärm zurechtzukommen (Coping). Empfindliche Gruppen sind in diesem Bereich erheblich betroffen.					
über 55 dB(A)	Die Situation ist zunehmend als gefährlich für die Gesundheit der Bevölkerung einzustufen. Es besteht Evidenz, dass das Risiko für Herz-Kreislauf-Krankheiten ansteigt.					

Schlafstörungen durch Lärmimmissionen sind abhängig vom Schallpegel und der Häufigkeit des Auftretens. Tabelle 2-3 gibt einen Überblick über die gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen bei unterschiedlichen Schalldruckpegeln in der Nacht, wenn diese innerhalb der Wohnung auftreten.

Tabelle 2-3: Auswirkungen unterschiedlicher Schalldruckpegel auf den Menschen während der Nacht im innerhalb der Wohnung (Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, 2011)					
bis 35 dB(A)	Effekte wie vermehrte Körperbewegungen, EEG-Arousals (Aktivierung des zentralen Nervensystems) und einzelne strukturelle Veränderungen der Schlafstadien können beobachtet werden.				
35 bis 42 dB(A)	Verlängerte Einschlafphasen, vermehrte bewusste Weckreaktionen und eine Verkürzung der Gesamtschlafdauer treten auf.				

Aus lufthygienischen und thermischen Gründen vor allem im Sommer sollten diese Werte auch bei geöffnetem Fenster nicht überschritten werden, da die Personen das Recht haben, bei geöffnetem Fenster zu schlafen.

2.5 Richtlinien in den Bundesländern

Die technischen Anforderungen betreffend der Akustik einer Luft/Wasser-Wärmepumpe sind in den Bundesländern aufgrund unterschiedlicher Bauvorschriften unterschiedlich geregelt. Eine Übersicht über die Schallimmissionsgrenzwerte in den Bundesländern ist in Tabelle 2-4 dargestellt. Die in Tabelle 2-4 dargestellten Schallimmissionsgrenzwerte (L_{r,zul}) ergeben sich im Wesentlichen aus dem Beurteilungspegel nach ÖNORM S 5021 (2017) für Wohngebiete (ländlich) abzüglich 10 dB (Ermittlung von L_r siehe Kapitel 2.1.4). Die Reduktion um 10 dB ergibt sich nach ÖNORM S 5021 (2017) aufgrund der Klassifizierung der Wärmepumpe als Dauerläufer. Einige Bundesländer weichen allerdings von dieser Regelung ab.

Tabelle 2-4: Überblick der Lärmimmissionsgrenzwerte in den Bundesländern (Doppler, 2014; IG Umwelt und Technik, 2007)

Bundesland	L _{r,zul} [dB] Tag (06 – 19 Uhr)	L _{r,zul} [dB] Abend (19 – 22 Uhr)	L _{r,zul} [dB] Nacht (22 – 06 Uhr)	
Tirol	40	35	30	
Salzburg	40 35		30	
Kärnten	40 (35)	35 (30)	30 (25)	
Vorarlberg	40 (35)	35 (30)	30 (25)	
Oberösterreich	40	30		
Wien	30 (1 m Abstand zur Anlage)			
Niederösterreich	-	-	-	
Steiermark	-	-	30 (25)	
Burgenland	-	-	(25)	
Umweltbundesamt	-	-	(25)	

Werte an der Grundstücksgrenze

(...) Messung am Fenster (nähester Schlafraum) od. 3 m von der Grundstücksgrenze entfernt

Beruhend auf §364(2) ABGB kann der Eigentümer eines Grundstückes dem Nachbarn die von dessen Grund ausgehenden Einwirkungen durch z. B. Schallemissionen insoweit untersagen, als sie das ortsübliche Ausmaß überschreiten und die ortsübliche Nutzung des Grundstückes wesentlich beeinträchtigen. Aus diesem Grund werden in Österreich die immissionstechnischen Wirkungen prinzipiell an der nächsten nachbarlichen Grundstücksgrenze beurteilt. Einzelne Regelungen und den Bundesländern können hiervon aber abweichen.

Im Allgemeinen müssen die in Tabelle 2-4 angegebenen Grenzwerte an der Grundstücksgrenze eingehalten werden. Die Genehmigung in den Bundesländern bzw. Gemeinden basiert im Wesentlichen auf einer mathematischen Abschätzung des Schalldruckpegels an der Grundstückslinie L_{r,calc} (Gl. 2-4). Dieser reduziert sich mit steigendem Abstand von der Schallquelle (Wärmepumpe).

$$L_{r,calc} = L_{w,A} + L_Z + K_0 - 20 \cdot \log(Abstand) - C \text{ in } dB \le L_{r,zul}$$
 Gl. 2-4

L_{w,A} A-bewerteter Schallleistungspegel der Luftwärmepumpe in dB L_z Pegelzuschlag für tieffrequente Geräuschcharakteristik 0 dB, wenn nachweislich kein tieffrequentes Geräusch (Nachweis z. B. durch Prüfzeugnis, Herstellerangaben), ansonsten +5 dB K₀......Raumwinkelmaß, berücksichtigt die Lage der Schallquelle 0 dB bei einer freien Aufstellung, +3 dB bei einer Aufstellung an der Hausmauer, +6 dB bei einer Aufstellung in einer Hausecke Verknüpfung C...... Konstante zur des Schalldruckpegels und des Schallleistungspegels 11 dB für eine kugelförmige Schallausbreitung oder 8 dB für eine halbkugelförmige Schallausbreitung

Die Abschätzung verwendet als Grundlage den vom Hersteller ermittelten und angegebenen Schallleistungspegel. Anpassungswerte berücksichtigen die Position der Wärmepumpe (K₀) und den zumeist als störend empfundenen niederfrequenten Anteil (L_z). Über den Abstand der Wärmepumpe zur Grundstücksgrenze fließt die Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung ein. Nicht jedes Bundesland berücksichtigt bei der Genehmigung alle Faktoren. In der Steiermark wird beispielsweise der Zuschlag für das niederfrequente Geräusch nicht berücksichtigt.

Wien und das Burgenland haben unterschiedliche Grenzwerte und in Niederösterreich gibt es keine Grenzwerte, solange die Wärmepumpe zu Heizzwecken eingesetzt wird. In Wien beträgt der maximal zulässige A-bewertete energieäquivalente Schalldruckpegel (L_{A,eq}) 30 dB bei einem Abstand von 1 m von der Schallhauptabstrahlrichtung der Wärmepumpeneinheit (MA37, 2007). Das Burgenland folgt dem Vorschlag des Forums Schall (2013), welches in der Nacht einen Wert von 25 dB empfiehlt. Tirol ist das einzige Bundesland mit einem eigenen Gesetz, welches Grenzwerte für Schallimmissionen enthält (Tiroler Gas-, Heizungs- und Klimaanlagenverordnung, 2014). Damit ist Tirol das einzige Bundesland mit Lärmimmissionsgrenzwerten, die eine direkte Rechtsgültigkeit haben.

In einigen Bundesländern (z.B. Wien, Steiermark) ist eine Genehmigung durch die Baubehörde erforderlich. Nach Sudy (2018) gibt es in der Steiermark einen Unterschied, ob eine Wärmepumpenanlage innerhalb der Gewerbeordnung (Industriegebiet) oder der Bauordnung (Wohngebiet) bewertet werden muss. Wenn eine Wärmepumpe nach dem Steiermärkischen Baugesetz (2017) bewertet werden muss, sind die Lärmimmissionsgrenzwerte an der Grundstücksgrenze zu beachten. Erfolgt aber die Bewertung nach der Gewerbeordnung (2018), so ist das nächstgelegene Schlafzimmerfenster und damit der in Klammern gesetzte Wert in Tabelle 2-4 relevant. Da eine Wärmepumpe nicht Teil des Gebäudes ist, muss diese in der Steiermark keinen Mindestabstand zur Grundstücksgrenze einhalten. Der Mindestabstand zur Grundstücksgrenze beträgt nach Steirischem Baugesetz (2017) 2 m + 1 m für jedes Stockwerk, demnach mindestens 3 m. Wird die Wärmepumpe allerdings näher als der Mindestabstand zur

Grundstücksgrenze aufgestellt, so ist nicht mehr der Abstand zur Grundstücksgrenze, sondern zum nächstgelegenen Schlafzimmerfenstern relevant und der in Klammern gesetzte Wert in Tabelle 2-4 wird herangezogen. Es ist zu beachten, dass wenn eine Wärmepumpe von einer Mauer (z. B. als Schallschutzmaßnahme) umgeben ist, die Mauer als Teil des Gebäudes (als Bauwerk) angesehen wird und somit einen Mindestabstand zur Grundstücksgrenze von 3 m einhalten muss. Sollte eine Beschwerde eines Nachbarn die Aufstellung einer Mauer erforderlich machen, so ist darauf zu achten, dass der Mindestabstand zur Grundstücksgrenze eingehalten wird. Es ist daher ratsam bereits bei der Planung der Aufstellung der Luft-Wärmepumpe eine Mauer als Schallschutzmaßnahme vorzusehen, auch wenn diese vorerst nicht aufgestellt wird.

In den meisten Bundesländern ist die Einhaltung der in Tabelle 2-4 dargestellten Lärmimmissionsgrenzwerte notwendig, um eine Förderung zu erhalten. Es gibt allerdings nicht nur Förderungen durch das Land oder den Bund, sondern auch die Möglichkeit, eine Förderung der Energieversorger zu erhalten. Es sei an dieser Stelle noch einmal erwähnt, dass der Kunde verantwortlich für die Einhaltung der Richtlinien bezüglich der Schallimmissionen ist.

In der Regel gibt es, aufgrund der hohen Kosten für schalltechnische Gutachten, keine Vor-Ort-Messungen des tatsächlichen Basispegels oder der Schallimmission einer Wärmepumpe. Wird eine Vor-Ort-Messung durchgeführt, so ergibt sich der Beurteilungspegel aus dem ermittelten A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegel ($L_{A,eq}$) unter Berücksichtigung der Anpassungswerte (L_z). Dieser Beurteilungspegel muss unter jenen in Tabelle 2-4 angegebenen Werten liegen.

2.6 Schallrechner von Wärmepumpe Austria

Auf der Website des Österreichischen Wärmepumpenverbandes befindet sich ein "Schallausbreitungsrechner" (Wärmepumpe Austria, 2018). Mit diesem Rechner kann eine Abschätzung des Schalldruckpegels in einem bestimmten Abstand erfolgen.

Mit zunehmendem Abstand zur Schallquelle verteilt sich der Schallleistungspegel auf eine größere Fläche. Dadurch wird der Schalldruckpegel mit zunehmendem Abstand von der Schallquelle reduziert. Die folgenden Parameter haben einen wesentlichen Einfluss auf die Schallausbreitung (Wärmepumpe Austria, 2014):

- Richtwirkmaß/Abstrahlcharakteristik (Orientierung der Wärmepumpe)
- Abschirmung durch Hindernisse (Gebäude, Wände, ...)
- Reflexion des Schalls (Boden, Gebäude, ...)
- Reduzierung des Schallpegels durch schallabsorbierende Oberflächen

Abbildung 2-2 zeigt einen Screenshot des Schallrechners. Im ersten Schritt ist zwischen einem hemisphärischen Berechnungsverfahren und der Hüllflächenmethode zu wählen (siehe Kapitel 3). Im nächsten Schritt ist der Hersteller und das entsprechende Modell der Wärmepumpe auszuwählen. Über eine Datenbank wird der entsprechende Schallleistungspegel der ausgewählten Wärmepumpe automatisch eingefügt.

Berechnungsverfahren						
Bitte wählen Sie das Verfahren aus, mit dem die Berechnung durchgeführt werden soll. Die Berechnung kann sowohl mit dem Hüllflächenverfahren als auch mit einer halbkugelförmigen Schallausbreitung für einen Quader durchgeführt werden. Ist die Geometrie (Breite, Höhe, Länge) für das Hüllflächenverfahren nicht bekannt, kann auch mit der weniger detaillierten halbkugelförmigen Schallausbreitung gerechnet werden. Die Abmessungen der Wärmepumpe erhalten Sie aus den Datenblättern des Herstellers.						
Halblugelförmige Schallausbreitung [?]						
Angaben zur Luft / Wasser Wärmepumpe						
Hersteller						
Das Berechnungsverfahren der halbkugelförmigen Schallausbreitung legt der Berechnung zugrunde, dass die Schallquelle vereinfacht als punktförmige Schallquelle angenommen wird. Bei geringen Abständen zum Immissionsort (Grundstücksgrenze oder Nachbargrundstück), einer kubischen Hüllfläche und der Aufstellung parallel zum Immissionsort (Grundstücksgrenze oder Nachbargebäude), kann das Hüllflächenverfahren als detailliertere Alternative gewählt werden. Bei der Berechnung über die Hüllfläche müssen die Abmessungen (Breite, Höhe, Länge) des Produktes bekannt sein.						
Hellotherm Wärmepumpentechnik Ges.m.b.H						
Modell / Typ						
Bitte wählen Sie das Modell bzw. die Type der Luft/Wasser-Wärmepumpe. Ist Ihnen das Modell bzw. die Type nicht bekannt, wählen Sie im Drop-Down-Feld bei Hersteller die Auswahl EIGENE WERTE EINGEBEN. Es erfolgt die Eingabe der Schallleistungsdaten des Produktes. Sind die Abmessungen (Breite, Höhe, Länge) des Produktes nicht bekannt, wählen Sie bitte die Berechnung mittels halbkugelförmiger Schallausbreitung.						
HP08L-M-BC, Basic Modullerend						
Innen [7] Aufstellungsort						
[?] max. Schalleistung It. Herstellerangaben in dB (A)						
0 [?] Schallleistungsreduktion durch Maßnahmen des Herstellers in dB(A)						
Nein [?] Tonhaltigkeit/Tonalität It. Herstellerdeklaration						
Immissionsschwellen						
Immissionsschwellen sind Grenzwerte, die je nach Umgebungssituation bzw. Vorbelastung, unterschiedlich sind. In ruhigen Gebieten kann eine						
Unbedenklichkeitsschwelle in der Höhe von 30 dB(A) nachts, im Außenbereich vor dem schützenswerten Fenster/Raum aus Richtlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) abgeleitet werden. Ist eine Vorbelastung durch Verkehr oder andere Geräuschquellen gegeben, so ist die						
Immissionsschwelle aus strategischen Lärmkarten oder normativ aus der Flächenwidmung heranzuziehen.						
[?] Immissionsschwellenwert in dB(A)						
Unbedenklichkeitsschwelle ▼ Basis						
Aufstellung (Außengeräte) bzw. Luftkanalaustritt (Innengeräte)						
Die Berechnung kann sowohl für innen-, als auch für außenaufgestellte Luft/Wasser-Wärmepumpen erfolgen. Bei außenaufgestellten Geräten werden etwaige Reflexionen über die Lage der Schallquelle berücksichtigt. Bei innenaufgestellten Geräten wird die Reflexionswirkung über die Situierung des Luftkanalaustrittes berücksichtigt.						
10 [?] Distanz (z. B. Fenster am Nachbargebäude) in m						
0 [?] Richtwirkungsmaß/Abstrahlcharakteristik (lt. Herstellerangaben) in dB(A)						
Freiaufstellung / Luftkanalaustritt frei						
Kelne zusätzliche Anlage [?] Gegenseitige Beeinflussung mit anderen Anlagen						
Auswerten! Zurücksetzen						
DER ERRECHNETE SCHALLDRUCKPEGEL LPA BETRÄGT 14 DB(A)						
Immissionsrichtwert / Unbedenklichkeitsschwelle 16 dB(A) unterschritten						

Abbildung 2-2: Schallrechner von Wärmepumpe Austria (Wärmepumpe Austria, 2018)

Anschließend ist der Wert einer eventuell installierten Schallreduktionsmaßnahme sowie der Installationstyp (innen/außen) anzugeben. Lästige Hintergrundgeräusche wie Klopfen, Schlagen oder niederfrequente Dauergeräusche können bei der Tonalität ("Tonhaltigkeit/Tonalität") berücksichtigt werden. Gemäß Wärmepumpe Austria (2018) kann ein Geräusch als niederfrequent klassifiziert werden, wenn der C-bewertete Schalldruckpegel 20 dB über dem A-bewerteten Schallleistungspegel liegt. Die Klassifizierung muss vom Hersteller vorgenommen werden. Liegt kein Nachweis durch den Hersteller vor, kommt es zu einem Zuschlag von 5 dB auf den Schalldruckpegel, um der Möglichkeit eines merklichen niederfrequenten Schallemissionsanteils Rechnung zu tragen.

Nach Abschluss der Eingaben zur Wärmepumpe und der Aufstellung ist der "Immissionsschwellenwert" zu definieren, welcher die Schallimmissionsgrenze beschreibt. Dieser Wert kann aus der strategischen Lärmkarte oder der Flächenwidmung entnommen werden. Alternativ kann auch der Unbedenklichkeitsschwellwert eingestellt werden. Der Einfluss der Aufstellung kann ebenfalls berücksichtigt werden. Ein Abstand zur Grundstücksgrenze oder zum nächsten Fenster ("Distanz") kann eingegeben werden. Die Berücksichtigung von Richtwirkungsmaß, der Lage der Schallquelle sowie der gegenseitigen Beeinflussung durch andere Anlagen erfolgt über Zu- oder Abschläge.

Mit den angegebenen Parametern schätzt das Programm den Schalldruckpegel an der zuvor angegebenen Entfernung ab. Das Programm informiert auch darüber, ob der Lärmimmissionsgrenzwert eingehalten oder überschritten wird. Dieses Programm richtet sich vorwiegend an Planer und Installateure, um die Schallimmission in einem bestimmten Abstand abzuschätzen. Die ermittelten Werte sind nur informell und haben keine rechtliche Relevanz.

3 DURCHFÜHRUNG VON MESSUNGEN

Prinzipiell wird aufgrund der hohen Kosten für Schallmessungen vor Ort auf diese verzichtet und mit Näherungsverfahren die Schallimmission am Immissionsort bestimmt. Ist aber z. B. aufgrund eines Nachbarschaftsstreits die von einer Anlage ausgehende Schallimmission an einem bestimmten Ort zu ermitteln, so ist dazu ein Schallpegelmessgerät nach ÖN EN 61672 (2015) zu verwenden. Für genaue Messungen sind Messgeräte der Klasse A (Messunsicherheit von \pm 0,7 dB), welche vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen zugelassen sind und innerhalb der letzten zwei Jahre einer Eichung unterzogen wurden, zu verwenden.

Messungen können vor und/oder nach der Installation einer Luft/Wasser-Wärmepumpe durchgeführt werden. Werden die Messungen vorab durchgeführt, kann die örtliche Schall-Ist-Situation (Basispegel) ermittelt werden. Werden die Messungen nach der Installation durchgeführt, können die Emissionen/Immissionen der Luft/Wasser-Wärmepumpe ermittelt werden und es kann kontrolliert werden, ob die Grenzwerte eingehalten werden. Bei einer Messung nach der Installation wird prinzipiell die Schallimmission an einem bestimmten Ort messtechnisch ermittelt ohne Kenntnis des tatsächlichen Basispegels.

Nach Wärmepumpe Austria (2014) sollten während der Messung folgende Hinweise erfüllt werden:

- Es ist darauf zu achten, in welcher Betriebsart sich die Wärmepumpe befindet (Volllast, Teillast, Flüstermodus, ...).
- Die Messungen sollten in der Nähe der Luft/Wasser-Wärmepumpe durchgeführt werden und der Abstand zwischen der Wärmepumpe und dem Mikrofon ist zu dokumentieren.
- Es ist zu beachten, dass das ortsübliche Umgebungsgeräusch die Messung der Anlage nicht zu sehr beeinflusst.
- Die Messung sollte nicht durch Abschirmungen (z. B. Messung hinter Gebäude) oder durch Reflexionen beeinflusst werden.

Eine richtig dimensionierte Anlage sollte sich vom Umgebungsgeräusch prinzipiell nicht abheben. Aus diesem Grund sind Messungen bevorzugt im Nahbereich der Luft/Wasser-Wärmepumpe und nicht in größerer Entfernung (Grundstücksgrenze, benachbartes Schlafzimmerfenster) durchzuführen. An der entfernten Stelle sollte daher die Schallemission der Wärmepumpe nicht mehr eindeutig nachweisbar (messbar) sein.

Aus der Messung kann der anlagenbezogene Schalldruckpegel abgeleitet werden. Bei kompakten Abmessungen (z.B. einer Punktquelle) kann von einer hemisphärischen, d.h. halbkugelförmigen, Schallausbreitung (Abbildung 3-1) ausgegangen werden.

In Anlehnung an Wärmepumpe Austria (2014) kann der A-bewertete Schallleistungspegel ($L_{W,A}$) aus dem A-bewerteten Schalldruckpegel ($L_{p,A}$) in Abhängigkeit der Entfernung nach Gl. 3-1 berechnet werden. Die Entfernung ist dabei in Metern einzusetzen.

$$L_{W,A} = L_{p,A} + 20 \cdot \lg(Abstand) + 8$$
 Gl. 3-1

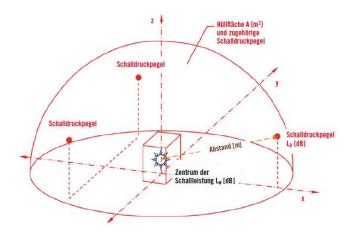


Abbildung 3-1: Prinzip der halbkugelförmigen Schallausbreitung (Wärmepumpe Austria, 2014)

Bei größeren Anlagen oder bei Messung nahe an der Anlage (weniger als 3 m), würde die Annahme einer halbkugelförmigen Schallausbreitung die Schallleistung unterschätzen. Aus diesem Grund wird bei flächenhaften Anlagen (z. B. großen Lüftungsanlagen) das Hüllflächenverfahren verwendet. Anstelle der halbkugelförmigen Hüllfläche wird in Abhängigkeit der Abmessungen des Gerätes und der Entfernung des Mikrofons eine kubische Hüllfläche bestimmt. Diese Methode benötigt mehr Messungen und ist daher zeitaufwändiger und teurer. Abbildung 3-2 zeigt das Prinzip des Hüllflächenverfahrens.

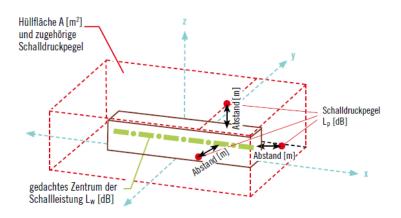


Abbildung 3-2: Prinzip des Hüllflächenverfahrens (Wärmepumpe Austria, 2014)

Der A-bewertete Schallleistungspegel ($L_{W,A}$) kann aus dem A-bewerteten Schalldruckpegel ($L_{p,A}$) in Abhängigkeit der Hüllfläche nach Gl. 3-2 ermittelt werden. Die Hüllfläche ist dabei in Quadratmetern anzugeben

$$L_{W,A} = L_{p,A} + 10 \cdot \lg(H\ddot{u}llfl\ddot{a}che)$$
 Gl. 3-2

 $L_{w,A}......A\text{-bewerteter Schallleistungspegel der Luftwärmepumpe in dB} \\ L_{p,A}......A\text{-bewerteter Schalldruckpegel der Luftwärmepumpe in dB}$

Mit den dargestellten Messverfahren kann der Schallleistungspegel einer Luft/Wasser-Wärmepumpen bestimmt werden. Ist der Schalldruckpegel in einer gewissen Entfernung rechnerisch zu ermitteln, kann die ÖNORM ISO 9613 2 (2008) zur Berücksichtigung der Schallabsorption (z.B. Boden, Wald, ...) bei der Schallausbreitung herangezogen werden.

4 GERICHTSENTSCHEID BETREFFEND LÄRMEMISSIONEN VON WÄRMEPUMPEN

Aufgrund der unklaren Rechtslage bezüglich der Schallimmission von Luft/Wasser-Wärmepumpen in Österreich gibt es viele Beschwerden und mittlerweile auch einige Gerichtsverfahren. Im Folgenden ist ein Beispiel eines Gerichtsfalles dargestellt. Es soll darauf hingewiesen werden, dass im Rechtsinformationssystem des Bundes (RIS), welche für die Recherche herangezogen wurde, generell nur Gerichtsurteile des Obersten Gerichtshofes verfügbar sind. Des Weiteren gibt es auch bei Verfahren, die eingestellt wurden (z. B Einigung der Parteien), keine Urteile.

Gerichtsfall 100b25/11s (Rechtsinformationssystem des Bundes, 2011)

Im Jahr 2006 installierte ein Grundstückseigentümer (Beklagter) eine Luft/Wasser-Wärmepumpe rund fünf bis sechs Meter vom Grundstück der Nachbarn (Kläger) entfernt. Die Nachbarn fühlten sich gestört und verklagten 2010 beim Landesgericht den Besitzer der Wärmepumpe. Bereits seit 2006 fühlen sich die Kläger durch die von der Wärmepumpe ausgehenden Betriebsgeräusche und tieffrequenten Schwingungen gestört. Die Streithilfe auf Seiten des Beklagten ist die Herstellerin der Luft/Wasser-Wärmepumpe.

Die Nachbarn forderten eine sofortige Unterlassung jedweder Einwirkungen (Immissionen) von Schall, Vibrationen und Schwingungen im tieffrequenten Bereich, welche von der Luft/Wasser-Wärmepumpe ausgehen. Die Kläger waren der Meinung, dass durch die von der Wärmepumpe ausgehenden Schallemissionen und Schwingungen das ortsübliche Maß überschritten und die Benutzung ihrer Liegenschaft wesentlich beeinflusst ist. Im Gegensatz dazu argumentierte der Beklagte, dass die Wärmepumpe allen technischen Vorschriften und Richtlinien entspricht. Wenn sich die Kläger trotz der Vornahme technischer Maßnahmen zur Minimierung des Schalls und der Schwingungen (Einbringen eines Kiesbetts, Austausch des Kompressors und Ventilators, ...) weiterhin gestört fühlten, sei dies auf ihre besondere Sensibilität und allenfalls auch auf den Bauzustand ihres Hauses zurückzuführen. Die ortsübliche Nutzung ihrer Liegenschaft sei nicht beeinträchtigt.

Das Landesgericht wies die Klage ab. Es argumentierte, dass die Wärmepumpe allen technischen Vorschriften entspricht. Weiters wurde festgehalten, dass die Wärmepumpe zwar Lärm und Vibrationen in der Nachbarschaft verursacht, diese aber in der gleichen Größenordnung wie das Drehen einer Waschmaschine oder eines Wäschetrockners sind. Der Schalldruckpegel im Haus der Nachbarn stieg zwar um 8 dB auf 24 dB. Dieser Wert liegt allerdings unter den Werten der ÖNORM S 5021 und unter dem Wert der Unbedenklichkeitsschwelle der WHO. Das bedeutet, dass kein gesundheitliches Risiko zu erwarten ist.

Die Kläger waren mit der Entscheidung nicht einverstanden und legten Berufung ein. Das Oberlandesgericht (Berufungsgericht) hat der Klage stattgegeben, weil es bisher keine Entscheidung des Obersten Gerichtshofs über Geräusche und Schwingungen durch Wärmepumpen gab. Des Weiteren fehle oberstgerichtliche Rechtsprechung dazu, ob ein schlechter Bauzustand des Hauses des betroffenen Nachbarn geeignet sei, einen Unterlassungsanspruch zu verhindern. Zusammenfassend ging das Berufungsgericht davon aus, dass eine Wärmepumpe, die den einschlägigen Normen entspricht, das Recht auf einen Unterlassungsanspruch auch bei Einhaltung der Grenzwerte nicht ausschließt. Auf Basis der abgeänderten Feststellungen habe der Beklagte jedoch den ihm obliegenden Beweis nicht erbracht, dass die Symptome bei durchschnittlich empfindlichen Benützern der Liegenschaft nicht auftreten. Der Einwand des Beklagten, die Gesundheitsbeeinträchtigungen seien auf Baumängel am Wohnhaus der Kläger zurückzuführen, sei nicht relevant, weil die Gesundheit ein absolut geschütztes Rechtsgut sei.

Auffallend ist, dass das Berufungsgericht zu einer gänzlich anderen Entscheidung als das Landgericht kam. Die Beklagten waren wiederum mit dieser Entscheidung nicht zufrieden und legten Berufung ein. Die Entscheidung lag nun beim Obersten Gerichtshof. Der Oberste Gerichtshof entschied, dass sich das Berufungsgericht ohne Beweiswiederholung über die entscheidungswesentliche Feststellung des Erstgerichts zur Frage der gesundheitlichen Auswirkungen der Immissionen auf einen Durchschnittsbenutzer der Liegenschaft hinweggesetzt hat. Zudem treffe die Kläger die Beweislast dafür, dass die Immissionen bei einem Durchschnittsbenutzer der Liegenschaft gesundheitliche Beeinträchtigungen hervorrufen. Ebenso wurde ohne Gutachten des Hauszustandes geurteilt, dass Baumängel eine Unterlassung nicht behindern können. Das Verfahren wurde erneut an das Berufungsgericht übergeben.

Die endgültige Entscheidung des Berufungsgerichts ist online nicht verfügbar. Aus diesem Grund kann das endgültige Urteil hier nicht erwähnt werden. Dieser Rechtsfall soll aber zeigen, wie schwierig und unklar die aktuelle Situation in Österreich ist.

5 ZUSAMMENFASSUNG

In Österreich gibt es - mit Ausnahme von Tirol - keine Gesetze welche Schallimmissionen von Wärmepumpen regeln. Es gibt allerdings einige Vorschriften und Richtlinien. Die wichtigste ist die ÖNORM S 5021 (2017), welche in Abhängigkeit der Widmungskategorie (Standplatz) unterschiedliche Beurteilungspegel für verschiedene Tageszeiten vorsieht. Die ÖNORM S 5021 (2017) zeigt auch das Berechnungsverfahren des zur Ermittlung Beurteilungspegels für die allgemeine Lärmbelastung.

Für die Bewertung der Lärmimmissionen in der Nachbarschaft kann die ÖAL-Richtlinie Nr. 3 (Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, 2008) herangezogen werden. Diese Richtlinie wird vom Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz empfohlen, hat aber keine direkte rechtliche Relevanz. Es gibt detaillierte Erläuterungen, wie im Einzelfall die Bewertung von Schallimmissionen ablaufen sollte. Ebenso gibt es auch eine Empfehlung, wie bei einer individuellen akustischen und medizinischen Untersuchung vorzugehen ist.

Der Österreichische Wärmepumpenverbandes stellt auf seiner Homepage einen "Schallausbreitungsrechner" zur Verfügung (Wärmepumpe Austria, 2018). Mit Hilfe dieses Rechners kann der Schallimmissionswert/Schalldruckpegel in einem definierten Abstand für eine bestimmte Wärmepumpe ermittelt werden. Der berechnete Wert kann für eine Abschätzung der Schallimmission verwendet werden, hat aber keine rechtliche Relevanz.

In den meisten Bundesländern gibt es Dokumente, in welchen Grenzwerte der Schallimmission festgelegt sind. Diese Grenzwerte sollen eingehalten werden, um Streitigkeiten mit der örtlichen Baubehörde und den Nachbarn zu vermeiden.

Die Recherche der Regelungen und Vorschriften über Schallemissionen und -immissionen von Luft/Wasser-Wärmepumpen hat ergeben, dass es - mit Ausnahme von Tirol - keine Gesetze gibt. Es gibt vielmehr verschiedene Richtlinien, die bei der Beurteilung und in Streitfällen berücksichtigt werden können. Basierend auf der Entscheidung des österreichischen Verwaltungsgerichtshofs ist jene Verordnung oder Richtlinie anzuwenden, welche am besten zu den Gegebenheiten passt, sofern keine Verordnung oder Richtlinie eine Verbindung zu einem Gesetz hat. Da bei der Bewertung von Schallemissionen und Schallimmissionen keine Verordnung oder Richtlinie eine Verbindung zu einem Gesetz hat, ist dem Einzelfall entsprechend eine passende Verordnung oder Richtlinie bei der Beurteilung auszuwählen. Dies bedeutet allerdings, dass für den Kunden/Endverbraucher keine Rechtssicherheit besteht, da dieser für die Einhaltung der Lärmimmissionsgrenzwerte verantwortlich ist, aber im Falle einer Rechtsstreitigkeit nicht weiß, welche Verordnung oder Richtlinie bei der Bewertung herangezogen wird. Die derzeitige Regelung der Bewertung von Schallemissionen führt daher zu Unsicherheit wodurch ehestmöglich eine national einheitliche Regelung bezüglich Grenzwerte und der Beurteilung der Schallimmissionen von Luft/Wärmepumpen anzustreben ist.

6 LITERATURVERZEICHNIS

§364(2) ABGB, 2004. Allgemeins Bürgerliches Gesetzbuch Online: https://www.ris.bka.gv.at/Dokument.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Dokumentnummer=NOR4 0045307 (2018/10/20)

Benke, G., Amann, C., Amann, S., 2015. Expertise zum Einsatz von Luftwärmepumpen in Österreich. Energie Markt Analyse GmbH, Wien. Online: www.e-sieben.at/de/download/Bericht LuftWP.pdf (2018/02/07)

Biermayr P., Dißauer, C., Eberl, M., Enigl, M., Fechner, H., Leonhartsberger, K., Maringer, F., Moidl, S., Schmidl, C., Strasser, C., Weiss, W., Wonisch, P., Wopienka, E., 2017. Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2016. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.

Doppler, A., 2014. Vortrag zur Akustik von Luft-Wasser-Wärmepumpen und vergleichbaren Anlagen, Veranstaltung Wärmepumpe Austria für Vertreter der klima- und kältetechnischen

Branche, Eberstalzell. Online: https://docplayer.org/50981698-Vortrag-zur-akustik-von-luft-wasser-waermepumpen-und-vergleichbaren-anlagen.html (2017/11/30)

Forum Schall, 2013. Informationsblatt zum Lärmschutz im Nachbarschaftsbereich von Luftwärmepumpen. Umweltbundesamt / Lebensministerium, Wien. Online: https://www.lea.at/download/Richtlinien2018/Info LWP 2013 ForumSchall.pdf (2017/11/30)

Gewerbeordnung, 2018. <a href="https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage="https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.at/Gelt

IG Umwelt und Technik, 2007. Umgebungslärm: Richtwerte, Schwellenwerte, Planungsrichtwerte. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft, Wien.

Land Oberösterreich, 2017. Berechnung der Schallemissionen bei Luftwärmepumpen. Online: https://www.land-oberoesterreich.gv.at/Mediendateien/Formulare/form umwelt/
https://www.land-oberoesterreich.gv.at/mediendateien/Formulare/form umwelt/
https://www.land-oberoesterreich.gv.at/mediendateien/Formulare/form
https://www.land-oberoesterreich.gv.at/mediendateien/Formulare/form
https://www.land-oberoesterreich.gv.at/mediendateien/Formulare/form
https://www.land-oberoesterreich.gv.at/mediendateien/Formulare/form
https://www.land-oberoesterreich.gv.at/mediendateien/Formulare/form
https://www.land-oberoesterreich.gv.at/mediendateien/Formulare/form
<a href="https://www.land-oberoesterreich.gv.at/mediendateien/Formular

MA37, 2007. Bewilligungspflicht von Klima- und Lüftungsanalgen. Magistrat der Stadt Wien – Baupolizei, Wien. Online: https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/rtf/merkblatt-klimaanlagen.rtf (2018/02/03)

ÖNORM ISO 9613-2, 2008. Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM S 5021, 2017. Schalltechnische Grundlagen für die örtliche und überörtliche Raumplanung und –ordnung. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, 2008. ÖAL-Richtlinie Nr. 3: Beurteilung von Schallimmissionen im Nachbarschaftsbereich. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, 2011. ÖAL-Richtlinie Nr. 6: Die Wirkungen des Lärms auf den Menschen. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

OVE/ÖNORM EN 61672-1, 2015. Elektroakustik - Schallpegelmesser - Teil 1: Anforderungen. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

Rechtsinformationssystem des Bundes, 2011. Gerichtsurteil Geschäftszahl 10Ob25/11s. Online: https://www.ris.bka.gv.at/Dokument.wxe?Abfrage=Justiz&Dokumentnummer=JJT 20110503
https://www.ris.bka.gv.at/Dokumentnummer=JJT 20110503
https://www.ris.bka.gv.a

Sudy, 2018. Persönliches Gespräch. Bau- und Anlagenbehörde – Technische Anlagen, Graz

Steiermärkisches Baugesetz, 2017. Online: https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?
<a href="https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe.gv.

Tiroler Gas-, Heizungs- und Klimaanlagenverordnung, 2014. Landesgesetzblatt für Tirol. Online: https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrT&Gesetzesnummer=20000565 (2018/04/09)

Wärmepumpe Austria, 2014. Leitfaden zur Akustik von Luft-Wasser-Wärmepumpen. Wärmepumpe Austria, Linz.

Wärmepumpe Austria, 2018. Schallrechner. Online: https://www.waermepumpe-austria.at/schallrechner-v2 (2018/01/10)

WHO Europe, 2009. Night Noise Guidelines for Europe. WHO Europe, Bonn.

ZUSAMMENFASSUNG DER GESETZES- UND NORMENLAGE IN DER SCHWEIZ

1 STATISTIK WÄRMEPUMPENVERKÄUFE

Die Entwicklung des Wärmepumpenmarktes der Schweiz ist seit Jahren eine Erfolgsgeschichte. Die Unterstützung des Bundes war dabei groß, um die Anzahl verkaufter Wärmepumpen merklich zu steigern. Abbildung 1-1 zeigt einen Verlauf der verkauften Wärmepumpen von 1993 - 2016. Eine Unterteilung in unterschiedliche Energieträger ist erst ab dem Jahr 2010 verfügbar. Von 1993 - 2008 erfolgte ein großer Anstieg an verkauften Wärmepumpen. Danach kam es bis 2011 zu einem geringfügigen Rückgang. Bis 2013 konnte wieder ein leichter Anstieg verzeichnet werden, bis es 2014 wieder zu einem leichten Rückgang kam. Danach pendelte sich die Anzahl verkaufter Wärmepumpen bei etwa 18500 pro Jahr ein.

Zwischen 2010 und 2016 betrug die Anzahl verkaufter Luft/Wasser-Wärmepumpen ungefähr 12000 mit nur leichten jährlichen Veränderungen von etwa ±5 %. Im Gegensatz dazu hat die Anzahl installierter Sole/Wasser-Wärmepumpen seit 2010 kontinuierlich abgenommen. Als Folge dessen ist bis 2016 der Anteil an jährlich installierter Luft/Wasser-Wärmepumpen auf 68 % (ausgehend von 58 % im Jahr 2010) angestiegen und jener von Sole/Wasser-Wärmepumpen auf 31 % (ausgehend von 38 % im Jahr 2010) gesunken (siehe Abbildung 1-1 (rechts)). Die Anzahl an verkauften Luft/Wasser-Wärmepumpen ist nahezu zu vernachlässigen und die Anzahl an verkauften Wasser/Wasser-Wärmepumpen ist nur von untergeordneter Bedeutung.

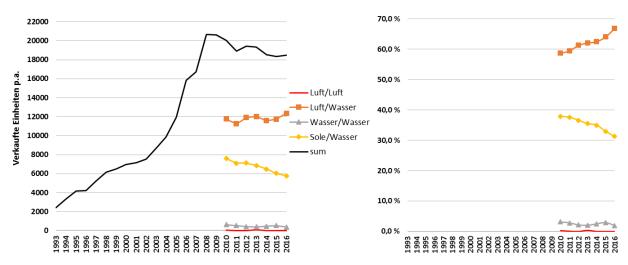


Abbildung 1-1: : Absolute (links) und relative (rechts) Anzahl verkaufter Wärmepumpen in der Schweiz (Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz, 2018)

2 RECHTLICHE GRUNDLAGEN

Die rechtlichen Grundlagen bilden in der Schweiz folgende Dokumente:

- Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG, 2017)
- Lärmschutz-Verordnung (LSV, 2016)

Zusätzlichen zu den zuvor erwähnten Dokumenten gibt es im Kanton Basel spezielle Regelungen. Des Weiteren gibt es vom Cercle Bruit (2015) eine Zusammenfassung der geltenden rechtlichen Bestimmungen sowie Erläuterungen zu unbestimmten Rechtsbegriffen von Gesetzen und Verordnungen.

Die folgenden Unterkapitel beinhalten eine Zusammenfassung der verfügbaren Dokumente. Es soll darauf hingewiesen werden, dass dieser Bericht einen Überblick – ohne Anspruch auf Vollständigkeit - über die aktuelle Situation betreffend Schallemissionen/-immissionen geben soll und keine gesetzliche Relevanz hat.

2.1 Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG)

Die für die Akustik der Luftwärmepumpen relevanten Gesetzestexte sind in Artikel 11 und 12 des Bundesgesetzes über den Umweltschutz enthalten. Artikel 11 enthält die Grundsätze zur Begrenzung der Umweltbelastung (Vorsorgeprinzip) und Artikel 12 beinhaltet die Emissionsbegrenzungen (USG, 2017).

2.1.1 Vorsorgeprinzip

Das (Vorsorge-)Prinzip in Artikel 11 des USG (2017) besagt, dass unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung die Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen sind, wie dies technisch und betrieblich möglich ist, sofern dies wirtschaftlich vertretbar ist. Das USG (2017) besagt auch, dass Lärm und Vibrationen durch Maßnahmen an der Schallquelle reduziert werden müssen (Begrenzung der Emissionen). Die Emissionsbegrenzungen werden verschärft, wenn feststeht oder zu erwarten ist, dass die Einwirkungen unter Berücksichtigung der bestehenden Umweltbelastung schädlich oder lästig werden. Der Cercle Bruit (2015) (siehe auch Kapitel 3) deutet diesen Gesetzestext wie folgt:

"Dem Vorsorgeprinzip ist grundsätzlich und unabhängig von der Einhaltung der Belastungsgrenzwerte der LSV (2016) sowie der bestehenden Lärmbelastung Rechnung zu tragen. Neu eingebaute Wärmepumpenanlagen erfüllen dieses Prinzip, wenn die Lärmemissionen im Bereich des Standes der Technik 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."

2.1.2 Emissionsbegrenzungen

Nach Art. 12 USG (2017) können Emissionen durch einen Erlass von:

- a) Emissionsgrenzwerten,
- b) Bau- und Ausrüstungsvorschriften,
- c) Verkehrs- oder Betriebsvorschriften,
- d) Vorschriften über die Wärmeisolation von Gebäuden und
- e) Vorschriften über Brenn- und Treibstoffe

eingeschränkt werden.

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

2.2 Lärmschutz-Verordnung (LSV)

Neben der USG (2017) ist die Lärmschutz-Verordnung (LSV, 2016) das zweite wesentliche Dokument, welches die Gesetzeslage betreffend der Akustik der Luftwärmepumpen regelt. Die LSV (2016) geht dabei konkreter auf Grenzwerte, sowie auf die Bestimmung des Beurteilungspegels ein.

2.2.1 Emissionsbegrenzungen bei neuen ortsfesten Anlagen

Nach Art. 7 der LSV (2016) sind die Lärmemissionen¹ einer neuen ortsfesten Anlage 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.

Die Vollzugsbehörde gewährt Erleichterungen, soweit die Einhaltung der Planungswerte zu einer unverhältnismäßigen Belastung für die Anlage führen würde und ein überwiegendes öffentliches, namentlich auch raumplanerisches Interesse an der Anlage besteht. Die Immissionsgrenzwerte dürfen jedoch nicht überschritten werden. Artikel 8 der LSV (2016) behandelt weiters die Emissionsbegrenzungen bei geänderten ortsfesten Anlagen.

2.2.2 Belastungsgrenzwerte für Industrie und Gewerbelärm

Ziffer 1e im Anhang 6 der LSV (2016) legt fest, dass die angegebenen Belastungsgrenzwerte für Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen, also auch für Luft/Wasser-Wärmepumpen gelten. Unter Ziffer 2 im Anhang 6 der LSV (2016) werden die Planungswerte, Immissionsgrenzwerte sowie Alarmwerte für die jeweiligen Empfindlichkeitsstufen angegeben. Eine Übersicht ist in Tabelle 2-1 dargestellt. Die Ermittlung des Beurteilungspegels Lr erfolgt nach Gl. 2-1 bis Gl. 2-4.

¹ Unter Schallemission versteht man den von einer Quelle ausgesendeten Schall. Unter Lärm versteht man Geräusche (Schall) die auf die Umwelt (insbesondere den Menschen) störend, belastend oder gesundheitsschädigend wirken.

Tabelle 2-1: Belastungsgrenzwerte (LSV, 2016)

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43)	Planungsgrenzwert Lr in dB(A)		= :			nsgrenzwert dB(A)		mwert dB (A)
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht		
I	50	40	55	45	65	60		
II	55	45	60	50	70	65		
III	60	50	65	55	70	65		
IV	65	55	70	60	75	70		

Wie in Artikel 7 Absatz 1 der LSV (2016) beschrieben, ist für die Beurteilung der Lärmimmissionen der Planungswert ausschlaggebend. Nur in Ausnahmefällen kann eine Erleichterung gewährt werden, in welchem die Immissionsgrenzwerte als Beurteilungskriterium herangezogen werden darf.

Die Empfindlichkeitsstufen sind in Artikel 43 der LSV (2016) angeführt, welche grundsätzlich im Artikel 14 ff des Raumplanungsgesetzes (SR 700, 2018) geregelt werden. Diese gelten wie folgt:

- <u>die Empfindlichkeitsstufe I</u> in Zonen mit einem erhöhten Lärmschutzbedürfnis, namentlich in Erholungszonen;
- <u>die Empfindlichkeitsstufe II</u> in Zonen, in denen keine störenden Betriebe zugelassen sind, namentlich in Wohnzonen sowie Zonen für öffentliche Bauten und Anlagen;
- <u>die Empfindlichkeitsstufe III</u> in Zonen, in denen mäßig störende Betriebe zugelassen sind, namentlich in Wohn- und Gewerbezonen (Mischzonen) sowie Landwirtschaftszonen;
- <u>die Empfindlichkeitsstufe IV</u> in Zonen, in denen stark störende Betriebe zugelassen sind, namentlich in Industriezonen.

Wobei Teilen von Nutzungszonen der Empfindlichkeitsstufe I und II die nächst höhere Stufe zugeordnet werden kann, wenn sie mit Lärm vorbelastet sind.

Artikel 44 der LSV (2016) legt weiters fest, dass die Kantone dafür zu sorgen haben, dass die Empfindlichkeitsstufen den Nutzungszonen in den Baureglementen oder Nutzungsplänen der Gemeinden zugeordnet werden. Außerdem ist in der LSV (2016) auch die Ermittlung des Beurteilungspegels Lr geregelt (Anhang 6, Absatz 1, Ziffer 3). Dieser setzt sich aus den Teilbeurteilungspegeln Lr,i der einzelnen Lärmphasen zusammen, die getrennt für Tag (7.00 – 19.00 Uhr – 12 Stunden) und Nacht (19.00 – 7.00 Uhr – 12 Stunden) berechnet werden. Als Lärmphasen bezeichnet man dabei Zeitabschnitte, in denen am Immissionsort ein nach Schallpegelhöhe sowie Ton- und Impulsgehalt einheitlicher Lärm einwirkt. Gl. 2-1 zeigt die Ermittlung des Beurteilungspegels Lr (LSV, 2016).

$$Lr = 10 \cdot \log \sum_{i} 10^{0,1 \cdot Lr,i}$$
 Gl. 2-1

Der Teilbeurteilungspegel Lr,i wird für die durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphase i nach Gl. 2-2 berechnet (LSV, 2016).

$$Lr, i = Leq, i + K1, i + K2, i + K3, i + 10 \cdot \log\left(\frac{ti}{to}\right)$$
 Gl. 2-2

Die durchschnittliche tägliche Dauer (ti) der Lärmphase i wird aus ihrer jährlichen Dauer (Ti) und der Anzahl der jährlichen Betriebstage (B) nach Gl. 2-3 ermittelt (LSV, 2016).

$$ti = Ti/B$$
 Gl. 2-3

Für neue oder geänderte Anlagen wird die durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphase i anhand von Prognosen über den zu erwartenden Betrieb bestimmt.

Die Pegelkorrektur K1 beträgt für Luftwärmepumpen (LSV, 2016):

- am Tag5 dB
- in der Nacht10 dB

Die Pegelkorrektur K2 berücksichtigt die Hörbarkeit des Tongehalts des Lärms am Immissionsort und beträgt (LSV, 2016):

- bei nicht hörbarem Tongehalt......0 dB
- bei schwach hörbarem Tongehalt......2 dB
- bei deutlich hörbarem Tongehalt......4 dB
- bei stark hörbarem Tongehalt......6 dB

Laut Rosa und Bopp (2004) wird die Überhöhung eines Terzbandes gegenüber den benachbarten Terzbändern zur Beurteilung und zur Bestimmung der Pegelkorrektur K2 verwendet. Eine Auswertung hat allerdings gezeigt, dass eine Ermittlung der Pegelkorrektur K2 ausschließlich anhand der Überhöhung eines Terzbandes gegenüber den benachbarten Terzbändern vor allem im niederfrequenten Bereich zu hohe Werte liefert. Daher wird nach Rosa und Bopp (2004) die Überhöhung eines Terzbandes gegenüber den benachbarten Terzbändern mit Hilfe eines weiteren Korrekturfaktors vor der Bestimmung der Pegelkorrektur K2 angepasst. Eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens zur Bestimmung des Tongehalts (Tonalität) und der Pegelkorrektur K2 kann in Rosa und Bopp (2004) nachgelesen werden.

Die Pegelkorrektur K3 berücksichtigt die Hörbarkeit des Impulsgehalts des Lärms am Immissionsort und beträgt (LSV, 2016):

- bei nicht hörbarem Impulsgehalt......0 dB
- bei schwach hörbarem Impulsgehalt2 dB
- bei deutlich hörbarem Impulsgehalt......4 dB
- bei stark hörbarem Impulsgehalt6 dB

In Anlehnung an Cercle Bruit (2016) wird die Bestimmung des Impulsgehalts von Experten auf Grundlage ihrer Erfahrungen durchgeführt. In der Regel verursachen HLK-Anlagen beim Ein- und Ausschalten keine Pegelspitzen. Daher kann die Pegelkorrektur K3 auf 0 dB festgelegt werden. Tatsächlich vorhandene, deutliche oder stark hörbare Impulshaltigkeit weist auf einen Defekt hin. Die Impulshaltigkeit solcher Anlagen ist - unabhängig davon, ob die Grenzwerte eingehalten sind - in jedem Falle durch den Anlageninhaber im Sinne der Vorsorge zu beseitigen. (Cercle Bruit, 2016)

Der A-bewertete Mittelungspegel Leq ist in der Mitte des offenen Fensters von lärmempfindlichen Räumen (Immissionsort) zu ermitteln und kann, wenn er nicht gemessen wird, laut der Vollzugshilfe von Cercle Bruit (2016) nach Gl. 2-4 berechnet werden.

$$Leq = L_{w.A} - 11 + D_c - 20 \cdot \log(s)$$
 Gl. 2-4

L_{W,A}.....Schallleistungspegel D_C.....Richtwirkungsmaß

20·log(s) Abstandsdämpfung

sAbstand s in Metern zwischen der Wärmepumpe und des maßgebenden Fensters (oder der Baulinie)

Der Schallleistungspegel L_{W,A} der Wärmepumpe ist aus den Prüfresultaten des WPZ Wärmepumpen-Testzentrums Buchs oder einer analogen Prüfanstalt zu entnehmen. Fehlen diese Angaben, so können die Angaben des Herstellers, sofern die Messung nach EN 14511 (2016) durchgeführt wurde, verwendet werden. (Cercle Bruit, 2015)

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 Schallleistungspegel zu verwenden. (Cercle Bruit, 2015)

Das Richtungsmaß Dc beträgt (Cercle Bruit, 2015):

- bei freistehenden Wärmepumpen......3 dB
- bei an der Fassade aufgestellten Wärmepumpen 6 dB
- bei in einspringende Fassadenecken montierten Wärmepumpen...... 4 dB

Eine schematische Darstellung der für die Bestimmung des Richtmaßes ausschlaggebenden Aufstellungsorte ist in Abbildung 2-1 ersichtlich.



Abbildung 2-1: Mögliche Aufstellungsorte der Wärmepumpe zur Beurteilung des Richtungsmaßes (Cercle Bruit, 2015)

2.2.3 Schallschutz bei neuen Gebäuden

Artikel 32 der LSV (2016) erfordert, dass der Bauherr eines neuen Gebäudes dafür zu sorgen hat, dass der Schallschutz bei haustechnischen Anlagen den anerkannten Regeln der Baukunst entspricht. Als solche gelten insbesondere die Mindestanforderungen nach der SIA-Norm 181 (2016) des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins.

2.3 Bestimmungen im Kanton Basel

Zusätzlich zu den bereits erwähnten Gesetzen und Vorschriften, gibt es im Kanton Basel vom Amt für Raumplanung (2015) ein weiteres Merkblatt zur "Lärmbegrenzung bei Wärmepumpen", welches sich an Planer und Bauherren richtet. Dieses Merkblatt soll laut eigenen Angaben dabei helfen, Luft/Wasser-Wärmepumpen so aufzustellen, dass die gesetzlichen Anforderungen in jedem Fall eingehalten sind. Die darin festgelegten Bestimmungen lauten wie folgt (Amt für Raumplanung, 2015):

Für innen und außen aufgestellte Wärmepumpen gilt im Kanton Basel-Landschaft der Immissionspegel von 48 dB(A) tags und 33 dB(A) nachts. Dieser ist jederzeit einzuhalten.

In Zonen der Lärm-Empfindlichkeitsstufe III (siehe Kapitel 2.2.2) gelten um 5 dB höhere Immissionspegel. Die Beurteilung des Immissionspegels erfolgt unabhängig von der Betriebsdauer der Wärmepumpe.

Der Immissionspegel ist beim nächstgelegenen lärmempfindlichen Raum (z.B. Wohn- oder Schlafraum) respektive bei unbebauten Bauparzellen auf der Baulinie (Parzellengrenze + gesetzlicher Bauabstand) einzuhalten. Über die Einhaltung der Immissionspegel hinaus sind Maßnahmen, die mit geringem Aufwand zu einer erheblichen Verbesserung der Lärmsituation führen, im Sinne der Vorsorge zwingend umzusetzen.

Gemessen wird der Immissionspegel dabei in einem Abstand von 3 m zur Wärmepumpe bzw. zum Schacht sowie in einer Höhe von 1,5 m über dem Boden. Für weitere Informationen verweist das Dokument des Amts für Raumplanung (2015) auf die Vollzugshilfe 6.21 von Cercle Bruit (2015).

3 CERCLE BRUIT

Der "Cercle Bruit Schweiz" – eine Vereinigung kantonaler Lärmschutzfachleute - ist ein Verein mit dem Zweck der (Cercle Bruit, 2017):

- Förderung der Lärmbekämpfung in der Schweiz
- Vertretung der Interessen der kantonalen Lärmschutzfachleute
- Pflege der Kontakte und Austausch von Erfahrungen und Kenntnissen unter Mitgliedern
- Förderung der fachlichen Kompetenz
- Stellungnahmen und Vernehmlassungen (Phase im Schweizer Gesetzgebungsverfahren)

Der Cercle Bruit (2015) stellt eine gute Zusammenfassung der geltenden rechtlichen Bestimmungen dar und stellt mit dem Formular für den Lärmschutznachweis auch ein für die praktische Beurteilung relevantes Dokument zur Verfügung.

Die Vollzugshilfe des Cercle Bruit (2015) fasst die beiden Gesetze, LSV (2016) und USG (2017), folgendermaßen zusammen: "Das Vorsorgeprinzip (entsprechend dem Bundesgesetz über den Umweltschutz - siehe Kapitel 2.1) und die Einhaltung der Planungswerte (entsprechend der Lärmschutzverordnung - siehe Kapitel 2.2) sind gleichwertig. Bei der Beurteilung sind beide zu berücksichtigen."

Die Bestimmung des Beurteilungspegels ist im vom Cercle Bruit (2015) zur Verfügung gestellte Formular für den Lärmschutznachweis veranschaulicht. Dieses Formular gibt weitestgehend die bestehende Gesetzeslage wieder mit der kleinen Vereinfachung. Im Gegensatz zu der in Kapitel 2.2.2 angegebenen Methode zur Bestimmung des Beurteilungspegels wird dieser nach Cercle Bruit (2015) vereinfacht ermittelt. Die Pegelkorrektur K2 ist 2 dB für einen schwach hörbaren Tongehalt und 4 dB bei Anlagen mit Schalldämpfern (vergleiche K2 in Kapitel 2.2.2). Die Pegelkorrektur K3 beträgt 0 dB, womit der Impulsgehalt keine Berücksichtigung findet (vergleiche K3 in Kapitel 2.2.2). Die Pegelkorrektur K1 wird analog zur LSV (2016) ermittelt. Bei der Ermittlung des Beurteilungspegels wird zudem von einer gleichbleibenden Geräuschbelastung ausgegangen und somit die unterschiedlichen Lärmphasen vernachlässigt. Dies bedeutet, dass die Pegelkorrekturfaktoren für alle Lärmphasen gleich sind (z. B. K1 anstelle von K1,i in Gl. 2-2). Darüber hinaus beinhaltet das Formular auch Abschläge für umgesetzte Lärmschutzmaßnahmen.

Rechtlich äußert sich der Cercle Bruit folgendermaßen selbst zu der von ihnen erstellten Vollzugshilfe (Cercle Bruit, 2017):

Die Vollzugshilfe richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Die Vollzugshilfe 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, als jene in Cercle Bruit (2015) sind auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind."

Für den Kanton Basel gelten ebenfalls die gleichen gesetzlichen Richtlinien sowie darüber hinaus die im Merkblatt des Amts für Raumplanung (2015) festgelegten Immissionspegel.

4 DURCHFÜHRUNG VON MESSUNGEN

Messungen können dann erforderlich werden, wenn vom Hersteller keine Daten zum Schallleistungspegel einer Wärmepumpe vorliegen oder wenn Zweifel an der Richtigkeit der Angaben aufkommt (z.B.: in Form einer Lärmklage). Der Cercle Bruit (2015) definiert die Anforderungen an die Messung wie folgt:

Bei Lärmklagen ist die Messung nach Möglichkeit beim Kläger in der Mitte des offenen Fensters (Art. 39 LSV, 2016) 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 A-bewertete Mittelungspegel L_{eq} (siehe Kapitel 2.2.2) ist während mindestens 30 Sekunden zu messen. Die Messung ist zwei- bis dreimal zu wiederholen. Die Messwerte sind energetisch zu mitteln.

Falls die Messung durch Störgeräusche beeinflusst wird, kann auch der Gesamtlärm kontinuierlich während fünf bis zehn Minuten mit der Zeitkonstante "slow" gemessen und dabei der Wert L_{min} bestimmt werden. Die Zeitkonstante beschreibt, wie schnell das Messgerät auf Änderungen des Schallpegels reagiert (niedrigere Zeitkonstanten führen zu schnellerer Reaktion des Messgerätes auf Änderungen des Schallpegels). Bei der Auswertung mit der Zeitkonstante "slow" beträgt die Zeitkonstante 1000 ms. Die Ermittlung von L_{min} ist in IEC 61672-1 (2013) näher beschrieben. Falls die Wärmepumpe während der Messzeit konstant den gleichen Schall emittiert, so kann L_{min} anstelle von L_{p,A} (A-bewerteter Schalldruckpegel) respektive anstelle von L_{eq} verwendet werden. Weiters gilt:

- Die Messanordnung sollte 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.

Abbildung 4-1 zeigt schematisch die Messanordnung für außen (links) und innen (rechts) aufgestellte Wärmepumpen.

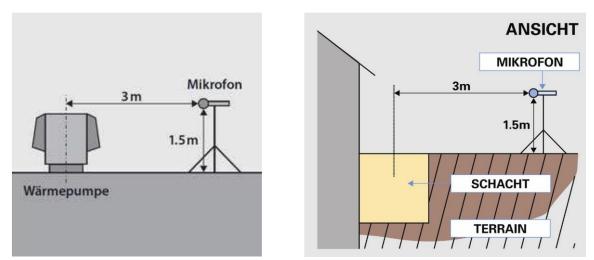


Abbildung 4-1: Messanordnung für außen (links) und innen (rechts) aufgestellte Wärmepumpen (Cercle Bruit, 2015)

5 LÄRMSCHUTZMASSNAHMEN

Das Thema Lärmschutzmaßnahmen wird ausführlich in Cercle Bruit (2015) diskutiert. Als wichtigste Maßnahmen zum Schallschutz werden die Wahl des richtigen Standortes sowie einer möglichst leisen Wärmepumpe identifiziert. Befindet sich die Wärmepumpe innerhalb des Gebäudes, ist die Lage des Lüftungstunnels entscheidend (siehe Abbildung 4-1). Insbesondere die Wahl des optimalen Standortes ist aufgrund der örtlichen Gegebenheiten oft eingeschränkt. Aus diesem Grund sollen in diesem Kapitel weitere Möglichkeiten zur Reduzierung der Geräuschemission nach Cercle Bruit (2015) erwähnt werden.

Die angegebenen Wirkungen (Reduktion in dB(A)) sind als Richtwerte zu verstehen. Je nach Umsetzung können die Wirkungen im Einzelfall unterschiedlich sein. Kapitel 5.1 zeigt Maßnahmen für innenaufgestellte Wärmepumpen und Kapitel 5.2 zeigt Maßnahmen für außen aufgestellte Wärmepumpen nach Cercle Bruit (2015). Kapitel 6.3 zeigt Maßnahmen zur Reduktion des Körperschalls nach Graf (2002).

5.1 Maßnahmen für innen aufgestellte Wärmepumpen

Vorsorgemaßnahmen (Cercle Bruit, 2015):

Wahl des Aufstellungsortes	bis zu -25 dB(A)
Wahl einer lärmarmen Wärmepumpe	bis zu -10 dB(A)

Technische Maßnahmen (Cercle Bruit, 2015): Lichtschacht klein (bis ca. 1,5 m tief)-3 bis zu -5 dB(A) Lichtschacht groß (bis ca. 2,0 m tief)-3 bis zu -6 dB(A) Auskleiden der Schächte/Kanäle mit schallabsorbierendem Material.....-3 bis zu -6 dB(A) Schalldämpfer in Luftführungskanälen-3 bis zu -15 dB(A) Schalldämpfendes Wetterschutzgitter 0 bis zu -3 dB(A) Kulissenschalldämpfer in Lichtschacht.....-3 bis zu -15 dB(A) Abschirmwand vor Lichtschacht bis zu -8 dB(A) Betriebliche Maßnahmen (Cercle Bruit, 2015): Herabsetzen der Drehzahl.....-2 bis -6 dB(A) Flüstermodus (während der Nacht).....-2 bis -6 dB(A) 5.2 Maßnahmen für außen aufgestellte Wärmepumpen Vorsorgemaßnahmen (Cercle Bruit, 2015): Wahl des Aufstellungsortes bis zu -25 dB(A) Wahl einer lärmarmen Wärmepumpe...... bis zu -10 dB(A) Technische Maßnahmen (Cercle Bruit, 2015): Schalldämmhaube...... bis zu -8 dB(A) Hutzen-2 bis zu -6 dB(A) Lärmschutzwand bis zu -8 dB(A) Betriebliche Maßnahmen (Cercle Bruit, 2015): Herabsetzen der Drehzahl......-2 bis zu -6 dB(A) Flüstermodus (während der Nacht)......-2 bis zu -6 dB(A)

5.3 Maßnahmen gegen Körperschall

Unter Körperschall versteht man Vibrationen, welche sich z.B. als Kompressionswellen oder als Biegewellen in Strukturen ausbreiten. In Metall ist die Dämpfung von Körperschall sehr gering, insbesondere bei fest verschweißten Konstruktionen. Nur wenig besser sind verschraubte Konstruktionen, da hier etwas Reibung zwischen den Teilen ins Spiel kommt.

Im Gegensatz zum Luftschall kann Körperschall oft mit geringem Aufwand sehr wirksam reduziert werden, sofern die geeigneten Maßnahmen eingesetzt werden. Die Ausbreitung von Körperschall kann durch Körperschallisolation und Entdröhnung vermindert werden.

Die wichtigsten Körperschallisolationen sind (Graf ,2002):

- Körperschallisolation des Kompressors
- Körperschallisolation des Ventilators
- Körperschallisolation der Leitungen

Kernelement ist dabei jeweils die richtige elastische Lagerung der zu isolierenden Komponente. Detaillierte Ausführungshinweise und Beispiele zur Verringerung des Körperschalls können in Graf (2002) gefunden werden.

6 GERICHTSENTSCHEIDE

Hier sollen einige wichtige Gerichtsentscheide der letzten Jahre angeführt und deren Konsequenzen aufgezeigt werden. Die beiden ersten stammen dabei aus der Vollzugshilfe der Cercle Bruit (2015).

6.1 Bundesgerichtsentscheid 1C_506_2008

Nachfolgend ist die Entscheidung des Bundesgerichtshofs zum Fall 1C_506_2008 kurz zusammengefasst. Eine detailliertere Beschreibung des Falles kann in Circle Bruit (2015) gefunden werden.

In der Gemeinde Metzerlen-Mariastein (Kt. SO) kam es zur Einsprache gegen die Baubewilligung für ein Einfamilienhaus mit Wärmepumpe. Nach der Lärmschutzverordnung (Art. 7 LSV, 2016) 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 und dass die von der Anlage allein erzeugten Lärmimmissionen die Planungswerte nicht überschreiten. 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 zu prüfen, ob das Vorsorgeprinzip weitergehende Beschränkungen erfordert. 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 den besten Lärmschutz gewährleistet. Dies kann auch dazu führen, dass verschiedene Lärmschutzmaßnahmen kumulativ anzuordnen sind.

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.

6.2 Kommentar zu Art. 11 des Bundesgesetzes über den Umweltschutz

Der Gesetzgeber hat darauf verzichtet, den maßgeblichen Stand der Technik im USG (2017) näher zu umschreiben. Cercle Bruit (2015) hat dazu einen Kommentar zu Art. 11 des Bundesgesetzes über den Umweltschutz verfasst.

Da es in Artikel 11 des USG (2017) keine Definition des Standes der Technik gibt, hat der Bundesrat in Artikel 4 der LSV (2016) eine Definition formuliert, die über den Bereich der Luftreinhaltung hinaus für den gesamten Immissionsschutz gilt. Es wurde festgelegt, dass diejenigen Maßnahmen als Stand der Technik gelten, die entweder im In- oder Ausland erfolgreich getestet wurden, oder die erfolgreich in Experimenten eingesetzt wurden und in die Praxis umgesetzt werden können. Das Ziel dieser Definition ist es, 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 Technologie auf die betrieblichen Verhältnisse) nach den jeweiligen Erkenntnissen gesichert erscheint. Somit reicht auch bereits ein erfolgreicher Probebetrieb, sofern er unter praxisnahen Bedingungen stattgefunden hat.

6.3 Kantonsgericht Fall 7H 15 138

Nachfolgend ist die Entscheidung des Kartongerichts zum Fall 7H 15 138 kurz zusammengefasst. Eine detailliertere Beschreibung des Falles kann in Kantonsgericht (2016) gefunden werden.

Ausgangslage:

Gegen die erteilte Baubewilligung wenden die Beschwerdeführer ein, dass die Wärmepumpe mit einem Abstand von lediglich 2 m den notwendigen Grenzabstand nicht einhält. Die feste Verbindung von Haus und Wärmepumpe führe gemäß Lehre und Rechtsprechung dazu, dass letztere als Bestandteil des Gebäudes zu qualifizieren sei und als solche einen Grenzabstand von 4 m einzuhalten habe, was vorliegend nicht erfüllt werde.

Der Beschwerdegegner hält den Einwänden der Beschwerdeführer entgegen, diese seien in Bezug auf die Wärmepumpe als querulatorisch anzusehen. Die Wärmepumpe sei als Anlage bzw. Kleinbaute anzusehen, weshalb nur ein Grenzabstand von 3 m zu fordern sei. Überdies sei nicht einsehbar, inwiefern sich die Wärmepumpe störend auf das Nachbargrundstück auswirken solle, zumal der eigentliche Sitzplatz nicht in der Nähe der Wärmepumpe liege. Es sei daher nicht ersichtlich, was für einen Vorteil die Beschwerdeführer hätten, wenn die Wärmepumpe versetzt werde.

Auszug aus den Erwägungen/Leitsatz:

Eine Luft/Wasser-Wärmepumpe (in der vorliegenden Dimension) ist nicht als Baute, sondern als Anlage aufzufassen, weshalb diese - unter gewissen Vorbehalten - grundsätzlich keine baupolizeilichen Grenzabstände einhalten muss.

Die Kabel und Leitungen vom und zum Wohnhaus führen nicht dazu, dass aus dieser Anlage ein Bestandteil des Wohnhauses würde. Für eine Bewilligung der Luft/Wasser-Wärmepumpe ist aufgrund des zu beachtenden Vorsorgeprinzips zu prüfen, ob von anderen Standorten mit relativ geringem Aufwand eine zusätzliche Reduktion der Emissionen erwartet werden kann.

6.4 Bundesgerichtsentscheid zum Thema Lärm einer Wärmepumpe

Ein Gerichtsverfahren über die Geräuschemissionen einer Luftwärmepumpe begann 2012 und wurde schließlich in den Nachrichten und auch von der Aargauer Zeitung (2016) veröffentlicht. Im Herbst 2012 beschwerte sich eine Einwohnerin des Gipf-Oberfricker Wohnquartier beim Gemeinderat über die Luft/Wasser-Wärmepumpe ihres Nachbarn. Diese sei ohne Bewilligung erstellt und betrieben worden und halte die Lärmgrenzwerte nicht ein. Über die verschiedenen Instanzen ging der Fall bis vor das Bundesgericht - und dieses gibt der Beschwerdeführerin nun teilweise Recht.

Zwar kommt auch der Bundesrichter - wie zuvor schon das kantonale Baudepartement und das Verwaltungsgericht - zum Schluss, dass die Wärmepumpe die Richtwerte des Lärmschutzes einhält, aber es wird auf das sogenannte Vorsorgeprinzip verwiesen.

Der Bundesrichter weist den Gipf-Oberfricker Gemeinderat in seinem Urteil an, die Angelegenheit unter Berücksichtigung dieser Erwägungen neu zu beurteilen. Explizit wird die Option erwähnt, den Standort der Wärmepumpe zu ändern. Diese steht heute in einem Schopf auf dem Grundstück. Eine Möglichkeit wäre eine Versetzung ins Wohnhaus.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Im Gegensatz zu anderen Ländern gibt es in der Schweiz aufgrund der langen Tradition der Wärmepumpe entsprechende Regelungen betreffend der Schallemissionen/-immissionen. Die wesentliche Grundlage bilden das Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG, 2017) und die Lärmschutz-Verordnung (LSV, 2016). Abweichend von diesen beiden Regelungen gibt es im Kanton Basel andere Immissionsgrenzwerte.

Das USG (2017) beschreibt die Möglichkeiten der Beschränkung von Emissionen sowie das Vorsorgeprinzip. Das Vorsorgeprinzip ist grundsätzlich und unabhängig von der Einhaltung der Belastungsgrenzwerte zu berücksichtigen. Neu eingebaute Wärmepumpenanlagen erfüllen dieses Prinzip, wenn diese dem Stand der Technik entsprechen. Der Stand der Technik ist im USG (2017) ebenso wenig festgelegt, wie auch die Grenzwerte.

Die LSV (2016) definiert die zulässigen Grenzwerte in Abhängigkeit der Empfindlichkeitsstufe. Die einzelnen Empfindlichkeitsstufen sind wiederum im Raumplanungsgesetz (SR 700, 2018) geregelt. Des Weiteren ist in der LSV (2016) die Bestimmung des Beurteilungspegels erläutert sowie der Stand der Technik definiert.

Der Cercle Bruit (2017) – Vereinigung kantonaler Lärmschutzfachleute – hat in der Vollzughilfe eine gute Zusammenfassung der geltenden rechtlichen Bestimmungen sowie ein Formular zur vereinfachten Bestimmung des Beurteilungspegels erstellt. Ebenso wurden unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen konkretisiert. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfe, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen.

Die derzeitige Regelung in der Schweiz betreffend der Schallemissionen/-immissionen von Wärmepumpen ist bereits sehr weit fortgeschritten. Andere Länder, in welchen derzeit keine ausführlichen Regelungen vorliegen, könnten diese als Vorlage zur Erstellung einer einheitlichen Regelung im jeweiligen Land verwenden.

8 LITERATURVERZEICHNIS

Aargauer Zeitung, 2016. Streit um Wärmepumpe - Bundesgericht rügt Gemeinde (2016/02/05). Aargauer Zeitung, Aarau

Amt für Raumplanung, 2015. Lärmbegrenzung bei Wärmepumpen - Ein Merkblatt für Planer und Bauherren. Amt für Raumplanung Abteilung Lärmschutz, Basel.

Biermayr, P., Dißauer, C., Eberl, M., Enigl, M., Fechner, H., Leonhartsberger, K., Maringer, F., Moidl, S., Schmidl, C., Strasser, C., Weiss, W., Wonisch, P., Wopienka, E., 2016. Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2015. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.

Cercle Bruit, 2015. Lärmtechnische Beurteilung von Luft/Wasser-Wärmepumpen - Vollzugshilfe 6.21. Cercle Bruit, Solothurn.

Cercle Bruit, 2016. Lärmtechnische Beurteilung von Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen - Vollzugshilfe 6.22. Cercle Bruit, Solothurn.

Cercle Bruit, 2017. http://www.cerclebruit.ch/ (2017/09/02).

EN 14511-1, 2016. Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumheizung und –kühlung. Europäisches Komitee für Normung, Brüssel.

Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz, 2018. http://www.fws.ch/statistiken.html (2018/01/02).

Graf, H., 2002. Lärmreduktion bei Luft/Wasser-Wärmepumpenanlagen - Grundlagen und Massnahmen. Bundesamtes für Energie, Oberburg.

IEC 61672-1, 2013. Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications. International Electrotechnical Committee, Geneva.

Kantonsgericht, 2016. Rechtsprechung zu Bau- und Planungsrecht 4. Abteilung Fallnummer 7H 15 138. Kantonsgericht, Luzern.

LSV, 2016. Lärmschutzverordnung. Der Schweizer Bundesrat, Bern.

Rosa, E., Bopp, U., 2004. Bericht über die Beurteilungshilfe zur Bestimmung der Tonhaltigkeit von Wärmepumpen nach Anhang 6 der Lärmschutz-Verordnung. Bundesamt für Energie, Bern.

SIA 181, 2006. Schallschutz im Hochbau. Schweizerischer Ingenier- und Architektenverein, Zürich.

SR 700, 2018. Bundesgesetz über die Raumplanung. Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, Bern.

USG, 2017. Bundesgesetz über den Umweltschutz. Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, Bern.

DANKSAGUNG

Dieses Projekt "IEA HPT Annex 51" wird im Rahmen der IEA-Forschungskooperation im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie durchgeführt (bmvit) (FFG Projektnummer: 864146).

Federal Ministry Republic of Austria Transport, Innovation and Technology



