

Leitfaden
für die Verbesserung des Schutzes gegen Lärm bei stationären Geräten

(Klimageräte, Kühlgeräte, Lüftungsgeräte, Luft-Wärme-Pumpen und Mini-Blockheizkraftwerke)

1. Einleitung

Dieser Leitfaden ist das Ergebnis eines Auftrags der Umweltministerkonferenz. Nachdem die Umweltministerinnen, -minister, -senatorinnen und der -senator der Länder bei der 75. Umweltministerkonferenz im November 2010 feststellten, dass es durch den zunehmenden Einsatz von stationären Geräten und Maschinen, wie zum Beispiel von Klimaanlagen, innerhalb von Wohngebieten zu Lärmproblemen kommt, baten sie den Bund um einen Bericht, wie diesem Problem wirksam begegnet werden kann. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit legte diesen Bericht zur 77. Umweltministerkonferenz vor. Auf dieser Grundlage entschieden sich die Umweltministerinnen, -minister, -senatorinnen und der -senator der Länder

1. an den Bund die Bitte zu richten, Lärmschutzvorschriften zu schaffen, mit denen den Lärmproblemen von stationären Geräten in Wohngebieten wirksam begegnet werden kann, und
2. die Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz zu beauftragen, als erste und kurzfristige Maßnahme einen Leitfaden zur Anwendung der TA Lärm zu erstellen, um damit zur Verbesserung der Vollzugspraxis bei der Einzelfallbeurteilung von stationären Geräten beizutragen.

Der Leitfaden zur Anwendung der TA Lärm soll kurzfristig wirksam werden und die unteren Immissionsschutzbehörden bei der Einzelfallbeurteilung von Geräuscheinwirkungen durch Klimageräte, Kühlgeräte, Lüftungsgeräte, Luft-Wärme-Pumpen und Mini-Blockheizkraftwerke unterstützen, die in Gebieten stationär aufgestellt sind oder aufgestellt werden sollen, die dem Wohnen dienen.

2. Geräuschbelastung beim Einsatz von stationären Geräten in dem Wohnen dienenden Gebieten

Klimageräte, Kühlgeräte, Lüftungsanlagen, Luft-Wärme-Pumpen und Mini-Blockheizkraftwerke geben bei ihrem Betrieb Geräusche ab, was bei der Aufstellung im Wohnumfeld immer wieder zu Beschwerden führt. Da Ruhebedürfnis und Sensibilität im Wohnbereich und Wohnumfeld hoch sind, werden oft bereits Geräuschpegel als sehr störend empfunden, die deutlich unter dem mittleren Geräuschpegel des Verkehrs liegen. Insbesondere in Neubaugebieten, welche gerade in Ballungsräumen durch Reihen- oder Doppelhausbebauung geprägt sind, kann es aufgrund der Nähe der einzelnen Grundstücke zueinander zu einer störenden Geräuschbelastung für die unmittelbare Nachbarschaft durch diese stationären Geräte kommen.

Klimageräte, Kühlgeräte, Lüftungsgeräte, Luft-Wärme-Pumpen und Mini-Blockheizkraftwerke stellen Geräuschquellen dar, die anders als beispielsweise gewerbliche Anlagen nicht von außen auf die Wohngebiete einwirken, sondern inmitten der Wohngebiete vielfach punktuell lokalisiert sind und dort dauerhaft die Geräuschkulisse bestimmen. Aus dem unmittelbaren Nahbereich einwirkende Geräuschquellen werden dabei subjektiv oft als besonders bedrängend und rücksichtslos empfunden. Ihre Geräuschabgabe unterscheidet sich auch vom Geräusch des Ziel- und Quellverkehrs in Wohngebieten, das durch einzelne Fahrzeugbewegungen charakterisiert ist, zwischen denen längere oder kürzere Pausen liegen, die nicht durch technische Geräusche unterbrochen werden. Die genannten Geräte führen mit zunehmender Verbreitung, bei Luft-Wärmepumpen nicht zuletzt aufgrund der Förderung der Nutzung von erneuerbaren Energien oder auch durch Festsetzungen in Bebauungsplänen, in denen der Einsatz erneuerbarer Energien festgeschrieben wird, zu einem Anstieg der Geräuschbelastung in ihrer Umgebung, die als Vorbelastung beim Hinzutreten weiterer Anlagen zu berücksichtigen ist. Sie verursachen speziell in der unmittelbaren Nachbarschaft erhebliche Geräuschbelastungen, wie sie bislang durch benachbarte Gewerbebetriebe oder Industrieanlagen hervorgerufen wurden. Während gewerbliche Anlagen nur aus einer Richtung auf die nahegelegene Wohnbebauung einwirken, gibt es bei entsprechender Häufigkeit von Klimageräten, Kühlgeräten, Lüftungsgeräten, Luft-Wärme-Pumpen oder Mini-Blockheizkraftwerken keine lärmabgewandte Seite der Wohngebäude mehr.

Zeitliche Beschränkungen des Betriebs stellen zumeist keine praktikable Lösung des Problems dar, denn dann wechseln Zeitabschnitte hoher Geräuschbelastung mit ruhigeren Zeitabschnitten, in denen aber unter Umständen die stationären Geräte der weiteren Nachbarschaft den Geräuschpegel bestimmen. Zudem sind Wärmepumpen als Heizung sowie zur Warmwasserbereitung nach ihrer Zweckbestimmung für einen Dauerbetrieb vorgesehen, der daher nicht ohne weiteres zeitlich beschränkt werden kann. Unerwartete Schaltvorgänge, vor allem beim Einschalten der Geräte in den frühen Morgenstunden, um den erhöhten Wärmebedarf des Betreibers zu decken, oder in der Nachtzeit verstärken die störende Wirkung. Führen die Einschaltvorgänge zu Aufwachreaktionen bei den Nachbarn, so erschwert das Betriebsgeräusch der Geräte das Wiedereinschlafen.

3. Lärmschutz nach derzeitiger Rechtslage

Um den Lärmproblemen beim Einsatz von Klimageräten, Kühlgeräten, Lüftungsgeräten, Luft-Wärme-Pumpen und Mini-Blockheizkraftwerken zu begegnen, ist zunächst das Lärmschutzniveau nach derzeitiger Rechtslage von Bedeutung.

3.1 Immissionsschutzrechtliche Betreiberpflichten nach § 22 Abs. 1 BImSchG

Immissionsschutzrechtlich sind Klimageräte, Kühlgeräte, Lüftungsgeräte, Luft-Wärme-Pumpen und Mini-Blockheizkraftwerke Anlagen im Sinne des § 3 Abs. 5 BImSchG. Werden sie in Wohngebieten betrieben, stellen sie aufgrund ihrer Art und Größe in der Regel immissionsschutzrechtlich nichtgenehmigungsbedürftige Anlagen dar, die den Anforderungen des § 22 Abs. 1 BImSchG unterliegen. Danach dürfen diese Anlagen nur so errichtet und betrieben werden, dass

- schädliche Umwelteinwirkungen u.a. durch Geräusche verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind, und
- nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Nach § 22 Abs. 2 BImSchG bleiben weitergehende öffentlich-rechtliche Vorschriften unberührt. Nach § 24 BImSchG kann die zuständige Behörde im Einzelfall die zur Durchführung des § 22 BImSchG erforderlichen Anordnungen treffen. Nach § 25 Abs. 2 BImSchG soll die zuständige Behörde den Betrieb untersagen, wenn die hervorgerufenen schädlichen Umwelteinwirkungen das Leben oder die Gesundheit von Menschen oder bedeutende Sachwerte gefährden.

Die gesetzlichen Betreiberpflichten sind damit zwar grundsätzlich für die vorliegende Lärmproblematik einschlägig, sie sind jedoch mit Blick auf die spezielle Situation (besondere Sensibilität gegenüber im Wohngebiet lokalisierten, mitunter ständig aktiven Geräuschquellen) hier zu wenig konkret, so dass eine effektive Lösung im Vollzug ohne untergesetzliche Regelungen nicht erreicht werden kann.

Gegenüber den Betreiberpflichten ist noch zu beachten, dass die genannten Geräte aufgrund ihrer Art und Größe in der Regel zugleich verwendungsfertige Produkte im Sinne des Produktsicherheitsgesetzes darstellen, die den Anforderungen des § 3 ProdSG unterliegen. Bei Erfüllung der Anforderungen dürfen die Geräte auf dem Markt bereit gestellt werden, so dass immissionsschutzrechtlich die Verwendung der Geräte nur noch insoweit geregelt werden darf, wie es um zeitliche Betriebseinschränkungen in als sensibel eingestuften Bereichen oder um Anforderungen zum Schutz von Personen etwa durch Pegelminderungen auf dem Schallausbreitungsweg geht, wobei die Geräte nicht auf eine Weise verändert werden dürfen, die nach den Marktharmonisierungsmaßnahmen nicht vorgesehenen ist.

3.2 Immissionsschutzrechtliche Anforderungen nach TA Lärm

3.2.1 Anforderungen bei Berücksichtigung der A-bewerteten Geräuschemission

Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) als 6. BImSchVwV bestimmt näher, wie die Betreiberpflichten nach § 22 BImSchG zu verstehen sind. Unter anderem sind

in der TA Lärm Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel normiert, die nach Nr. 6.1 z.B. in allgemeinen Wohngebieten tags 55 dB(A) und nachts 40 dB(A) betragen. Als Nachtzeit gilt die Zeit von 22:00 bis 06:00 Uhr, sie kann bis zu einer Stunde hinausgeschoben oder vorverlegt werden[1]. Für die Beurteilung der Geräusche am Tage wird ein Mittelungspegel über die 16 Tagesstunden zugrunde gelegt, gegebenenfalls mit einem Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit. In der Nacht ist auf die lauteste Stunde abzustellen. Auch ein Zuschlag für Ton- und Impulshaltigkeit der Geräusche ist gegebenenfalls anzusetzen.

Im Hinblick auf die Einhaltung der Immissionsrichtwerte für die in Wohngebieten betriebenen Klimageräte, Kühlgeräte, Lüftungsgeräte, Luft-Wärme-Pumpen und Mini-Blockheizkraftwerke ergibt sich allerdings ein grundsätzliches Vollzugsproblem daraus, dass bei der Inbetriebnahme von nichtgenehmigungsbedürftigen Anlagen eine behördliche Abnahme mit einer schalltechnischen Prüfung immissionsschutzrechtlich nicht vorgeschrieben ist.

Die TA Lärm geht in Nr. 4.2 lediglich davon aus, dass im Rahmen einer öffentlich-rechtlichen Zulassung der Anlagen, z.B. nach Baurecht, eine vereinfachte Regelfallprüfung durchgeführt wird. Werden die stationären Geräte aber baurechtlich als untergeordnete Nebenanlagen und Einrichtungen betrachtet, welche genehmigungsfrei gestellt sind, ist eine öffentlich-rechtliche Zulassung nicht erforderlich, so dass die Regelfallprüfung nicht stattfindet.

Nach § 24 BImSchG kann die Immissionsschutzbehörde allerdings im Einzelfall die zur Durchführung des § 22 BImSchG erforderlichen Anordnungen treffen, so dass eine Überprüfung der Einhaltung der Immissionsrichtwerte und weiterer Anforderungen der TA Lärm möglich ist.

In der bisherigen Vollzugspraxis der Immissionsschutzbehörden konnten in einzelnen Fällen Beschwerden von Nachbarn ausgeräumt werden. In anderen Fällen wurden die Anforderungen der TA Lärm von Nachbarn jedoch als nicht ausreichend empfunden. Dies gilt insbesondere, wenn die stationären Geräte in bislang ruhige Wohngebiete eindringen, störende Geräuschmerkmale wie Tonhaltigkeit aufweisen und auch in der Nachtzeit betrieben werden, und zwar auch dann, wenn der Beurteilungspegel unter dem Immissionsrichtwert für die Nacht für allgemeine Wohngebiete von 40 dB(A) liegt.

Bleibt die Vorbelastung unberücksichtigt, oder ist sie vernachlässigbar, so kann ein Gerät mit einem Schallleistungspegel von beispielsweise 60 dB(A) die gesamte Nachtzeit noch in einem Abstand von 5 Metern zum nächsten Immissionsort - das kann das Fenster des Nachbarn sein - betrieben werden, ohne dass nachts der Immissionsrichtwert von 40 dB(A) so deutlich überschritten wird, dass Betriebszeiteinschränkungen – jeweils bezogen auf die einzelne volle Nachtstunde – festgesetzt werden können.

Nur falls aufgrund einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte zeitliche Betriebseinschränkungen im Tag- oder Nachtbetrieb getroffen werden, wird damit eine gewisse Entlastung der Nachbarschaft erreicht, die nicht in einer Minderung des Geräuschpegels des laufenden Gerätes besteht, sondern lärmfreie Pausenzeiten gewährleistet. Allerdings handelt es sich dabei lediglich um einen zeitlich begrenzten Schutz, der nicht einmal die Kernstunden der Nacht abdeckt, da Geräte jede Stunde eine gewisse Zeit laufen dürfen. Eine ungestörte Nachtruhe ist durch Betriebszeiteinschränkungen nicht zu erreichen. Insofern stellt diese Maßnahme in den meisten Fällen keine praktikable Lösung des Problems dar.

Führen Betriebszeiteinschränkungen dazu, dass die Nutzung der Geräte ihren vom Betreiber verfolgten Zweck verfehlt, tragen die Beschränkungen den Charakter einer Untersagung. Hinsichtlich des Nachtbetriebs betrifft dies meist leistungsstärkere Geräte mit einem Schall-

[1] Wird von der Regelung Gebrauch gemacht, muss sie auf **alle** auf den betroffenen Immissionsort einwirkenden Geräusche angewandt werden.

leistungspegel von über 65 dB(A), da sich hier bei einem Abstand von 5 bis 10 Metern zum nächsten Immissionsort die zulässige Betriebszeit mit zunehmendem Schallleistungspegel schließlich auf Minuten reduziert.

Größere Abstände zum Immissionsort oder weitergehende Betriebszeiteinschränkungen können sich unter anderem ergeben, wenn bei der Bestimmung des Beurteilungspegels ein Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit nach Anhang A.3.3.5 TA Lärm zur Anwendung kommt (TI-Zuschlag).

Viele Klimageräte, Kühlgeräte, Lüftungsgeräte, Luft-Wärme-Pumpen, Mini-Blockheizkraftwerke sind für herkömmliche Bebauungssituationen nicht geeignet, so dass Einhausungen und Abschirmungen notwendig werden. Selbst wenn größere Abstände in einer Bebauungssituation möglich sind und dadurch der Immissionsrichtwert am maßgeblichen Immissionsort nach Anhang A.1.3 TA Lärm (0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes) eingehalten wird, bedeutet dies allerdings noch nicht, dass insoweit auch immer der Außenwohnbereich (Terrasse, Garten etc.) nicht verlärmt ist. Die TA Lärm sieht einen Schutz des Außenwohnbereichs nicht ausdrücklich vor. Liegt der Außenwohnbereich nicht in der Nähe des maßgeblichen Immissionsortes, sondern in der Nähe des auf dem Nachbargrundstück aufgestellten Gerätes, führen selbst größere Abstände zum maßgeblichen Immissionsort nicht zu einer Lösung der Lärmproblematik. Hier kann in atypischen Einzelfällen nur der Rückgriff auf § 22 Abs. 1 BImSchG weiterhelfen, wonach sich die Pflicht zur Vermeidung und Beschränkung schädlicher Umwelteinwirkungen im Sinne des § 3 Abs. 1 BImSchG auf die Nachtbarschaft schlechthin und damit auch auf den Außenwohnbereich erstreckt.

3.2.2 Anforderungen bei tieffrequenten Geräuschen

Im Übrigen ist oftmals bei der Beurteilung der hier angesprochenen Gerätearten die Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche nach Nummer 7.3 TA Lärm und dem Anhang A.1.5 erforderlich. Da der Anhang kein Ermittlungsverfahren und keinen Bewertungsmaßstab enthält, wird statisch auf die DIN 45680, Ausgabe März 1997 verwiesen. Inzwischen liegt die Entwurfsfassung der DIN 45680 und eines Beiblattes, Ausgabe 2013-04, vor, so dass auf diesen Normentwurf als aktuelle Erkenntnisquelle bei der Bewertung der tieffrequenten Geräuschimmission zurückgegriffen werden soll[2].

Treten bei Klimageräten, Kühlgeräten, Lüftungsgeräten und Luft-Wärme-Pumpen tieffrequente Geräuschemissionen auf, so sind die Emissionen in der Regel erst ab dem Terzband mit der Mittenfrequenz 50 Hz zu beobachten (z.B. Wechselstrom-betriebene Kompressoren und Lüfter). Bei Mini-Blockheizkraftwerken ist zu berücksichtigen, dass die Motordrehzahl variabel sein kann. Unabhängig davon können hier aber auch bei fester Motordrehzahl Geräuschemissionen in Terzbändern unter 50 Hz auftreten.

4. Ansatz für die Beurteilung

4.1 Grundsätze

Soll der Betrieb der Geräte keinen Zeitbeschränkungen unterliegen, so können nur solche Geräte eingesetzt werden, die entsprechend niedrige Schallleistungspegel besitzen und keine tieffrequenten tonalen Geräusche abgeben[3]. Sie müssen nach dem Stand der Lärmminderungstechnik aufgestellt sein, so dass zusätzliche Schallbelastungen beispielsweise durch Reflexion an den Wänden verhindert werden.

[2] Der Normentwurf ist noch strittig in Bezug auf die Bewertung von tieffrequenten Geräuschen aus dem Verkehr jedoch nicht in Bezug auf die hier zu bewertenden Geräusche von stationären Geräten.
3 Die hier gewählten akustischen Modellannahmen berücksichtigen die Besonderheiten der Ausbreitung von tieffrequenten Geräuschen nicht.

Prognosen gehen davon aus, dass Klimageräte, Kühlgeräte, Lüftungsgeräte, Luft-Wärme-Pumpen, Mini-Blockheizkraftwerke eine breite Verwendung finden werden. Treffen die Prognosen zur breiten Anwendung dieser Geräte zu, bedeutet das, dass in dem Wohnen dienenden Gebieten (im weiteren kurz als Wohngebiet bezeichnet) eine Vielzahl von maßgeblichen Immissionsorten vorhanden sein wird, auf die jeweils mehrere Geräte in unterschiedlichem Ausmaß einwirken. Es ist also zu erwarten, dass die verschiedenen Geräte mit ihren Immissionen zum Beurteilungspegel am jeweils maßgeblichen Immissionsort beitragen werden. Wenn - wie bei der Gliederung von Gewerbe- und Industriegebieten - die maßgeblichen Immissionsorte außerhalb des zu gliedernden Gebiets liegen, hat sich die Zuweisung von flächenbezogenen Schallleistungspegeln bewährt. Die hier zu betrachtenden Geräuschquellen wirken jedoch auf Immissionsorte im Wohngebiet selbst ein, weshalb auf diese Weise keine sachgerechte Lösung zu finden ist.

Liegen jedoch konkrete Anhaltspunkte für eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte durch das zu beurteilende Gerät vor, ist nach Nr. 4.2 Buchst. c der TA Lärm eine Berücksichtigung der Vorbelastung erforderlich, wofür auch auf eine Prognose über die überschaubare Betriebszeit anzustellen ist. Wenn konkrete voraussehbare Veränderungen in der Umgebung durch weitere zu erwartende Geräte Bedeutung erlangen können, können deren Geräuschimmissionen im Einwirkungsbereich des zu beurteilenden Gerätes der Vorbelastung zugerechnet werden. Eine solche Erwartung kann aufgrund konkreter Anhaltspunkte für den Zubau im Einwirkungsbereich, z.B. aufgrund von dahingehenden Äußerungen der Nachbarn, gegeben sein; sie kann bei Luft-Wärme-Pumpen aber auch schon allgemein angenommen werden, wenn dies aufgrund von Festsetzungen in Bebauungsplänen eine wahrscheinliche Entwicklung im Einwirkungsbereich der zu beurteilenden Anlage darstellt. Neben einer sachgemäßen Aufstellung der Geräte (siehe Anlage 1, insbesondere dort Nr. 3) darf dann das zu beurteilende Gerät nur insoweit zur Gesamtbelastung beitragen, wie seine Zusatzbelastung als nicht relevant anzusehen ist. Nach Nr. 4.2. Buchst. c in Verbindung mit Nr. 3.2.1 Abs. 2 der TA Lärm ist die Zusatzbelastung in der Regel nicht relevant, wenn sie die Immissionsrichtwerte um 6 dB(A) unterschreitet. Ist dies der Fall, können noch drei weitere Geräte aus der Gruppe der Klimageräte, Kühlgeräte, Lüftungsgeräte, Luft-Wärme-Pumpen, Mini-Blockheizkraftwerke auf den maßgeblichen Immissionsort mit dem gleichen Beurteilungspegel ohne Überschreitung des Immissionsrichtwertes der TA Lärm einwirken.

4.2 Ermittlung der zulässigen Schallleistungspegel bzw. der erforderlichen Abstände

4.2.1 Ermittlung des Abstands zum nächsten Immissionsort

Die folgende Anleitung soll helfen, in drei einfachen Schritten den erforderlichen Abstand zwischen dem Gerät und dem maßgeblichen Immissionsort in der Nachbarschaft für ein noch aufzustellendes stationäres Gerät zu finden, das nachts uneingeschränkt betrieben werden kann. Die Berechnung kann sowohl für außen aufgestellte als auch innenliegende Geräte mit Luftein- und -auslässen verwendet werden. Bei innenliegenden Geräten ist die Schallleistung der Lüftungsöffnungen die maßgebliche Größe, nicht der Schallleistungspegel des im Inneren befindlichen Aggregats.

Schritt 1 Bei der zuständigen kommunalen Bauplanungsbehörde wird in Erfahrung gebracht, welcher Gebietsausweisung entsprechend der Baunutzungsverordnung (BauNVO) das zu beurteilende Gebiet entspricht. Varianten dafür sind Kerngebiete (MK), Dorfgebiete (MD), Mischgebiete (MI), allgemeine Wohngebiete (WA) und reine Wohngebiete (WR). Maßgeblich ist der Immissionsort auf dem Nachbargrundstück, an dem die höchsten Geräuschimmissionen zu erwarten sind. Üblicherweise ist dies das dem stationären Gerät am nächsten liegende Fenster oder Tür eines schutzbedürftigen Raumes (Wohn-, Schlaf-, Kinderzimmer, Küche) sowie Außenwohnbereiche wie Terrassen und Balkone.

Schritt 2 Danach wird der zu erwartende Emissionspegel des Geräts ermittelt. Dazu soll folgende Berechnungsvorschrift Anwendung finden. (Auf der folgenden Seite ist beschrieben, welche konkreten Werte in die Felder eingetragen werden sollen.)

dB	+	dB	+	dB	=	dB
Feld 1 *Schallleistung*		**Feld 2** *Reflexion*		**Feld 3** *Tonalitätswert*		**Ergebnis** *Emissionspegel*

Schritt 3 Der errechnete Emissionspegel (**Ergebnis**) wird mit den Werten in **Spalte 1** in Tabelle 1 verglichen. Ist der Wert nicht genau in **Spalte 1** enthalten, ist der nächsthöhere Wert zu wählen. Entsprechend der Gebietsausweisung nach BauNVO kann in derselben Zeile wie der gewählte Emissionspegel der zugehörige erforderliche Abstand für die Aufstellung des stationären Geräts in **Spalte 2** (für MI), **Spalte 3** (für WA) bzw. **Spalte 4** (für WR) abgelesen werden.

Feld 1: **Schallleistungspegel –** Der Wert des Schallleistungspegels wird vom Hersteller in den Produktunterlagen üblicherweise in dB(A) angegeben. Zukünftig wird die Energieverbrauchskennzeichnung diesen Wert enthalten. Maßgeblich ist der Schallleistungspegel des außen aufgestellten und betriebenen stationären Geräts.

Feld 2: **Reflexionswert** – Wenn der Gerätelärm von massiven Wänden reflektiert wird, erhöht sich der Geräuschemissionspegel. Aus Abb.2 des Anhangs (S. 12) soll die Situation gewählt werden, die dem geplanten Aufstellungsort des stationären Geräts am ehesten entspricht und in Feld 2 der zugehörige Wert von 0 dB, 3 dB oder 6 dB eingetragen werden.

Feld 3: **Tonalitätswert –** Erzeugt das Gerät im Betrieb deutlich hörbare ton- bzw. informationshaltige Geräuschanteile (bspw. Brummen, Pfeifen), erhöht sich der Geräuschemissionspegel. (Ist die Tonalität nicht bekannt, soll zur Sicherheit der höhere Wert gewählt werden.) Werden die tonalen Geräuschkomponenten durch konstruktive Maßnahmen beseitigt, darf der Wert -3 sein.

ton- bzw. informationshaltige Geräuschanteile	*Wert für* **Feld 3**
ton- bzw. informationshaltige Geräuschanteile **nicht** wahrnehmbar	-3 dB
ton- bzw. informationshaltige Geräuschanteile wahrnehmbar	0 dB
ton- bzw. informationshaltige Geräuschanteile deutlich hörbar	3 dB

Spalte 1 (aus **Ergebnis**)	**Spalte 2** (MI)	**Spalte 3** (WA)	**Spalte 4** (WR)
36 dB	0 m	0,1 m	0,8 m
39 dB	0 m	0,5 m	1,2 m
42 dB	0,3 m	0,9 m	1,9 m
45 dB	0,6 m	1,4 m	3,0 m
48 dB	1,1 m	2,2 m	4,5 m
51 dB	1,7 m	3,4 m	6,7 m
54 dB	2,6 m	5,2 m	9,7 m
57 dB	3,9 m	7,6 m	13,9 m
60 dB	5,9 m	10,9 m	19,7 m
63 dB	8,6 m	15,6 m	25,4 m
66 dB	12,3 m	22,2 m	31,8 m
69 dB	17,6 m	27,3 m	40,8 m
72 dB	23,7 m	34,4 m	53,6 m
75 dB	29,4 m	44,6 m	71,7 m
78 dB	37,4 m	58,9 m	97,1 m
81 dB	48,8 m	79,2 m	132,7 m
84 dB	64,9 m	107,7 m	182,2 m
87 dB	87,6 m	147,5 m	250,4 m
90 dB	119,5 m	202,6 m	343,3 m

Tabelle 1 *Erforderliche Abstände abhängig von Baugebietsnutzung (Prognose).* (Ausbreitungsprognose nach DIN ISO 9613-2, freie Schallausbreitung, 3 dB Zuschlag für zu erwartende Tonhaltigkeit, 6 dB Reduzierung des Immissionsrichtwerts nachts, h_s = 1,5m, h_r = 2m, C_{met} = 0)

In der Tabelle 1 ist ein Tonzuschlag von 3 dB eingerechnet. Sollte keine oder eine deutliche tonale Komponente gegeben sein, dann ist für die Berechnung im Feld 3 (Tonalität) nach

den Vorgaben auf S. 6 zu verfahren. Auf diese Weise wird der Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit nach Anhang 2.5.2 der TA Lärm berücksichtigt.

4.2.2 Ermittlung eines geeigneten Geräts für einen geplanten Aufstellungsort

Diese Berechnungsvorschrift soll helfen, in drei einfachen Schritten ein geeignetes stationäres Gerät nach dem Stand der Technik für einen bereits festgelegten Aufstellungsort zu finden. Der in **Schritt 3** errechnete **Ergebnis**-Wert ist der erlaubte Schallleistungspegel für ein stationäres Gerät. Der Wert des Schallleistungspegel wird üblicherweise in dB(A) angegeben und kann beim Hersteller erfragt werden. Zukünftig wird dieser Wert auch auf der Energieverbrauchskennzeichnung enthalten sein. Maßgeblich ist der Schallleistungspegel des außen aufgestellten stationären Geräts. Auch hier kann sowohl eine Berechnung für außen als auch innen aufgestellte Geräte erfolgen. Für innen aufgestellte Geräte gilt der ermittelte Schallleistungspegel für die an den Luftein- und -auslässen emittierten Geräusche.

Schritt 1 Bei der zuständigen kommunalen Bauplanungsbehörde wird in Erfahrung gebracht, welcher Gebietsausweisung entsprechend BauNVO das zu beurteilende Gebiet entspricht. Varianten dafür sind Kern-, Dorf-, Mischgebiet (MI) und allgemeines (WA) bzw. reines (WR) Wohngebiet. Maßgeblich ist der Immissionsort auf dem Nachbargrundstück, an dem die höchsten Geräuschimmissionen zu erwarten sind. Üblicherweise ist dies das dem stationären Gerät am nächsten liegende Fenster oder Tür eines schutzbedürftigen Raumes (Wohn-, Schlaf-, Kinderzimmer, Küche).

Schritt 2 Entsprechend der Gebietsausweisung nach BauNVO und dem gewählten Aufstellort wird entsprechend Tabelle 1 in **Spalte 2** (für MI), **Spalte 3** (für WA) bzw. **Spalte 4** (für WR) der Abstand für die Aufstellung des stationären Geräts abgelesen. (Ist der genaue Abstandswert nicht enthalten, soll der nächstniedrigere Wert verwendet werden.) In derselben Zeile, jedoch in **Spalte 1** kann der für den Betrieb eines stationären Geräts im gewählten Abstand erlaubte Emissionspegel zum nächsten sensiblen Ort beim Nachbarn abgelesen werden. Dieser Wert wird in **Feld 1** der unten stehenden Berechnungsformel eingetragen.

Schritt 3 Mittels folgender Berechnungsvorschrift wird der einzuhaltende Schallleistungspegel des Geräts berechnet. (Die Werte für **Feld 2** und **Feld 3** werden entsprechend Abschnitt 4.2.1 ermittelt.)

dB	-	dB	-	dB	=	dB
Feld 1 *Emissionspegel*		**Feld 2** *Reflexion*		**Feld 3** *Tonalität*		**Ergebnis** *Schallleistung*

5. Schlussfolgerungen für den Vollzug

Sofern die Immissionsschutzbehörden Stellungnahmen zu Bebauungsplänen, Vorhaben- und Erschließungsplänen oder zu einzelnen Bauvorhaben abgeben und dabei wie zu 4.1 dargestellt eine Vorbelastung annehmen können, sollen sie fordern, dass stationäre Geräte oder deren nach außen gerichteten Komponenten nur dann aufgestellt werden dürfen, wenn die in Tab.1 genannten Abstände zu maßgeblichen Immissionsorten eingehalten werden bzw. wenn bei vorgegebenen Abständen die in Tab. 1 genannten Schalleistungspegel nicht überschritten werden. Kann eine Vorbelastung zum Zeitpunkt der behördlichen Stellungnahme nicht angenommen werden, soll zur langfristigen Konfliktvermeidung eine entsprechende Beratung erfolgen.

Vorausgesetzt wird außerdem, dass die Geräte nach dem Stand der Lärmminderungstechnik aufgestellt und betrieben werden. In der Anlage des Leitfadens werden Hinweise zu verschiedenen Möglichkeiten der Lärmminderung gegeben.

Für den Gerätebetreiber bedeutet das, dass er ggf. durch schalldämmende Maßnahmen (Einhausung, zusätzliche Abschirmungen, Änderung der Aufstellung) für entsprechend niedrige Geräuschemissionen sorgen muss. Zu beachten ist, dass die Anforderungen nicht dazu führen dürfen, dass die Geräte auf eine in Marktharmonisierungsmaßnahmen nicht vorgesehene Weise verändert werden. Würden Anforderungen dazu führen, muss die Einhaltung der Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 der TA Lärm auf andere Weise sichergestellt werden, z.B. durch betriebliche Einschränkungen.

Bei bereits aufgestellten Geräten sind in der Regel Messungen entbehrlich, wenn die nach 4.2.1 über den Schallleistungspegel und den Emissionspegel nach Tab. 1 zu bestimmenden Mindestabstände eingehalten sind (Berechnungsschritte wie in 4.2.1).
Sind Schallleistungspegel nicht bekannt, ist die Geräuschimmission nach Anhang A.3 der TA Lärm zu ermitteln. Wegen der geringen Abstände zwischen Geräuschquelle und Immissionsort ist der pauschale Messabschlag nach Nr. 6.9 TA Lärm durch eine Angabe zur Messunsicherheit zu ersetzen[4]. Der um die Messunsicherheit geminderten Beurteilungspegel ist beim Zutreffen der unter 4.1 genannten Grundsätze mit dem um 6 dB(A) verminderten Immissionsrichtwert zu vergleichen.
Ist der Mindestabstand nicht eingehalten oder übersteigt der Beurteilungspegel diesen Wert, ist von der Immissionsschutzbehörde zu prüfen, ob die Aufstellung des Gerätes dem Stand der Lärmminderungstechnik entspricht (siehe Anlage Ziff. 3). Ist das nicht der Fall, soll die Immissionsschutzbehörde Nachbesserungen empfehlen, damit der Stand der Lärmminderungstechnik bei der Aufstellung der Geräte eingehalten wird.

Treten tieffrequente Geräuschanteile auf, sind diese entsprechend Punkt 3.2.2 zu ermitteln.

[4] Stationäre Geräte in dem Wohnen dienenden Gebieten weisen in der Regel auf Grund des Aufstellungsortes einen so geringen Abstand zum maßgeblichen Immissionsort auf, dass die Messunsicherheit praktisch ausschließlich von der Genauigkeit des Messgerätes abhängt. Andere Einflüsse, wie Meteorologie oder Schwankungen in der Bodendämpfung haben einen zu vernachlässigenden Einfluss auf die Messunsicherheit. Dadurch unterscheiden sich die Messbedingungen deutlich von den Messbedingungen, wie sie bei den anderen Anlagen im Anwendungsbereich der TA Lärm vorliegen. Insofern besteht hier ein für die TA Lärm atypischer Umstand, so dass statt des pauschalen Messabschlages von 3 dB(A) die bei diesen Messbedingungen einfach zu ermittelnde und deutlich kleinere Messunsicherheit berücksichtig werden soll.

Anlage - Hinweise zur Auswahl und Aufstellung von Klimageräten und Luftwärmepumpen

0. Vorbemerkung

Die Aufstellung von Klimageräten und Luft-Wärme-Pumpen soll dem Stand der Lärmminderungstechnik entsprechend erfolgen. Dies dient auch der Vermeidung von nachträglichen Abhilfemaßnahmen, die in der Regel nur mit vergleichsweise hohem Aufwand möglich sind. Bei Abhilfemaßnahmen ist zu beachten, dass die Geräte nicht auf eine Weise verändert werden dürfen, die nach den Marktharmonisierungsmaßnahmen nicht vorgesehenen ist (siehe S.2 Punkt 3.1). Im Folgenden werden Hinweise gegeben, durch welche Maßnahmen der Entstehung und der Ausbreitung von Geräuschen entgegen gewirkt werden kann.

Betrachtet werden hierbei die Belange des Nachbarschaftsschutzes. Zwar führen emissionsseitige Minderungsmaßnahmen oftmals auch zu einer Absenkung der Geräuschbelastung des Betreibers, die Innengeräuschbelastung insbesondere bei innenliegenden Geräten soll jedoch nicht Gegenstand der folgenden Hinweise sein.

Da in Abhängigkeit des jeweiligen Geräts sowie der Immissionssituation stets eine Einzelfallbeurteilung im Hinblick auf das Ausmaß und die Auswahl erforderlicher Maßnahmen zur Lärmminderung erfolgen muss, kann hier nur ein grober Überblick über mögliche Maßnahmen gegeben werden. Bei Bedarf sollte ein Akustikbüro eingeschaltet werden. In jedem Fall sind bei der Aufstellung, dem Anschluss und auch bei der Durchführung zusätzlicher schallmindernder Maßnahmen die Vorgaben der Gerätehersteller zu berücksichtigen.

Schallmindernde Maßnahmen „Marke Eigenbau“ führen u.U. nicht zum gewünschten Erfolg oder haben Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Geräts, den Energieverbrauch, die Haltbarkeit oder auch die Sicherheit der Geräte (z.B. Brandgefahr durch Überhitzung). Es ist ebenfalls zu beachten, dass u.U. Garantieansprüche durch Eingriffe in die Geräte erlöschen.

1. Planung

Bei Neubauten kann bereits durch die Anordnung des Hauses auf dem Grundstück oder des Heizungsraums sowie die Auswahl der Heizungsart Einfluss auf die Immissionssituation genommen werden.
Die Standorte von Klimageräten und Luft-Wärme-Pumpen oder die Lage von Luftein- und -auslässen sollten im maximalen Abstand zu und idealerweise abgewandt von schützenswerten Immissionsorten in der Nachbarschaft wie Schlaf- und Wohnräumen oder Außenwohnbereiche wie Terrassen und Balkone liegen (siehe hierzu auch 3.).
Oftmals bietet sich die eine Anordnung zur Straße hin an, da Schlaf- und Wohnräume sowie Außenwohnbereiche in der Regel von der Straße abgewandt liegen.
Bei der Planung einer neuen Heizungsanlage oder sogar eines Neubaus fällt ebenfalls bereits die Entscheidung, ob die Wärmepumpe außen oder innen aufgestellt wird. Grundsätzlich ist die Innenaufstellung aus Sicht des Immissionsschutzes günstiger zu bewerten, gegenüber einer Außenaufstellung kann der Schallimmissionspegel bereits bis zu 8 dB(A) niedriger liegen. [1]

2. Auswahl und Betrieb des Gerätes

Die derzeit am Markt erhältlichen Klimageräte und Luft-Wärme-Pumpen weisen große Unterschiede in ihrem Geräuschverhalten auf. Bei der Auswahl eines Gerätes sollte daher auf den vom Hersteller angegebenen Schallleistungspegel geachtet werden. Es sind bereits Geräte erhältlich, die einen Schallleistungspegel von weniger als 50 dB(A) erzeugen [1].
Wesentliche Einflussfaktoren auf das Geräuschverhalten der Geräte sind die Ventilatoren, sie verursachen ca. 90% des Gesamtgeräuschs [1]. Grundsätzlich gilt, dass durch größere

Ventilatoren und eine damit einhergehende geringere Drehzahl sowie größere Luftkanalquerschnitte und geringe Strömungsgeschwindigkeiten tendenziell weniger Lärm entsteht.
Neben einem geringen Schallleistungspegel sollte ebenfalls darauf geachtet werden, dass die Geräusche nicht tonhaltig sind, d.h. keine Einzeltöne hervortreten, da diese besonders belästigend wirken und bei der Immissionsbetrachtung mit Zuschlägen berücksichtigt werden. Sofern dies den Herstellerangaben nicht zu entnehmen ist, sollte direkt bei Hersteller nachgefragt und ggf. eine Garantieerklärung eingeholt werden.
Es sollte möglichst auch darauf geachtet werden, dass die tieffrequenten Geräuschanteile gering sind. Tieffrequente Geräusche können zum einen sehr belästigend wirken, zum anderen werden diese nur schlecht durch Fenster und Wände abgeschirmt und auch Schallschutzmaßnahmen wie Schallschutzschirme oder Kapselungen sind gegenüber tiefen Frequenzen wesentlich schlechter wirksam.
Durch zusätzliche Pufferspeicher bei Luft-Wärme-Pumpen können ggf. die Anschaltvorgänge und Betriebszeiten zur Nachtzeit verringert werden.
Beim Betrieb sollte geprüft werden, ob die Anlagensteuerung im Hinblick auf eine Geräuschreduzierung optimiert werden kann. Dies gilt insbesondere zur Nachtzeit.

3. Aufstellung des Gerätes

Neben dem Abstand zur Nachbarschaft bzw. der Ausrichtung des Geräts und von Auslässen ist der Schalldruckpegel am Immissionsort auch maßgeblich von den Abstrahlbedingungen abhängig.
Die Abbildung 1 zeigt, wie sich der Immissionspegel am jeweiligen Immissionsort durch unterschiedliche Aufstellszenarien bzw. die unterschiedliche Lage der Luftein- und -auslässe eines Klimagerätes und einer Luft-Wärme-Pumpe verändert[5].

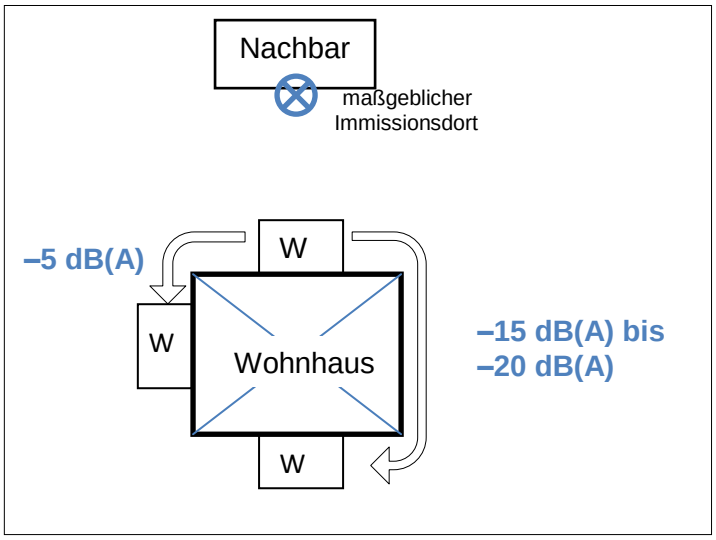


Abbildung 1: Entwicklung des Immissionspegels bei unterschiedlicher Lage der Wärmepumpe (W) zum Nachbarn

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen, wie sich ausgehend von einer frei stehenden Außenaufstellung einer Wärmpumpe die Immissionspegel durch unterschiedliche Abstrahlszenarien verändern. Hierbei ist es egal, ob es sich um eine an der Gebäudewand aufgestellte Außenanlage handelt, oder um den Auslass eines innenliegenden Gerätes.

[5] Wirken zwei oder mehrere Geräuschquellen von dem Wohnhaus auf den Nachbarn ein (das können beispielsweise deutlich auseinanderliegende Ansaug- und Abluftöffnungen eines Gerätes sein), so ist jede Geräuschquelle einzeln zu betrachten und zu prüfen, ob sie einen für ihre Geräuschemission ausreichenden Abstand zum Nachbarn aufweist. Ist das nicht der Fall, so sollte die vorgesehene Aufstellungsvariante mit einem Schallschutzfachmann abgestimmt werden.

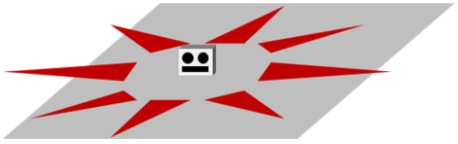
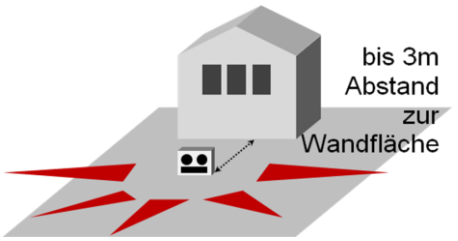
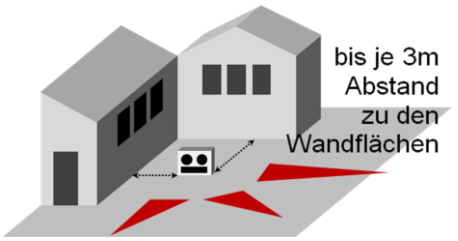
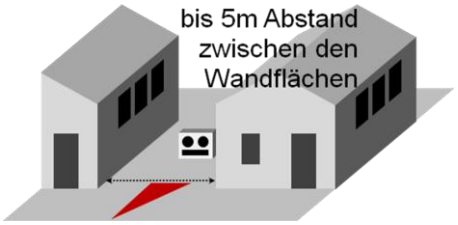
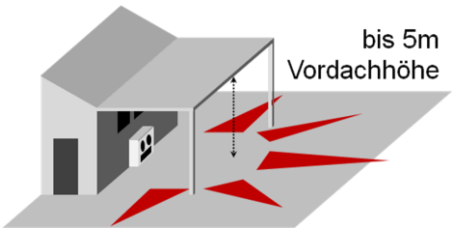
keine reflektierende Fläche ist näher als 3 m		+0 dB(A)
eine reflektierende Fläche, z.B. vor einer Hauswand im Abstand von bis zu 3 m		+3 dB(A)
zwei reflektierende Flächen, z.B. • in einer Ecke aus zwei Hauswänden (Abstand zum Gerät jeweils bis zu 3 m)		
• zwischen zwei Hauswänden (Wandabstand bis zu 5 m)		+6 dB(A)
• unter einem Vordach (Vordachhöhe zum Boden bis zu 5 m)		

Abbildung 2: Pegelerhöhungen durch unterschiedliche Aufstellszenarien (Der Immissionspegel erhöht sich um den angegebenen Wert, wenn sich der Immissionsort in Richtung eines der roten Pfeile befindet.)

Anmerkung: Eine Erhöhung um 3 dB(A) entspricht einer Verdoppelung des Schalldrucks oder auch dem zusätzlichen Einwirken einer zweiten gleich lauten Anlage.
Durch Mehrfachreflexionen und die Richtcharakteristik der Anlagen können in der Praxis Immissionspegel entstehen, die deutlich über denen aus einfachen überschlägigen Prognosen liegen. Es empfiehlt sich daher vor allem Maßnahmen zu ergreifen, die auf eine Vermeidung des Lärms abzielen.

4. Schallabsorbierende Oberflächen

Außen aufgestellte Geräte sollten nicht auf schallharten Böden wie Beton, Fließen oder Asphalt aufgestellt werden. Besser sind z.B. Grasflächen, Rindenmulch o.ä.
Auch schallreflektierende Wände sollten mit schallabsorbierenden Materialien verkleidet werden.
Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass tieffrequente Geräuschanteile nur in sehr geringem Maße absorbiert werden.
Konkrete Materialempfehlungen unter Angabe von Minderungspotentialen sind daher nicht möglich. Hier sollten Akustiker eingebunden oder die Hersteller entsprechender Materialien kontaktiert werden.

Bewuchs an Fassaden hat praktisch keine schallmindernde Wirkung.

5. Abschirmung und Einhausung / Kapselung

Um den entstehenden Schall an der Ausbreitung zu hindern, können bei Außenaufstellung sowohl Lärmschutzwände in Richtung der relevanten Immissionsorte errichtet oder die Anlagen komplett eingehaust werden.
Hecken Bäume oder sonstiger Bewuchs zwischen Gerätestandort und Immissionsort bewirken keine relevante Absenkung des Geräuschpegels.
Schallschutzwände sind nur wirksam, wenn sie möglichst nahe an der Quelle errichtet werden und größer sind, als die Lärmquelle selbst. Die Wirksamkeit einer Schallschutzwand sinkt auch mit steigender Entfernung zum Immissionsort durch die Schallbeugung (siehe Abbildung 3). Die Beugung ist bei tieffrequenten Geräuschanteilen größer.

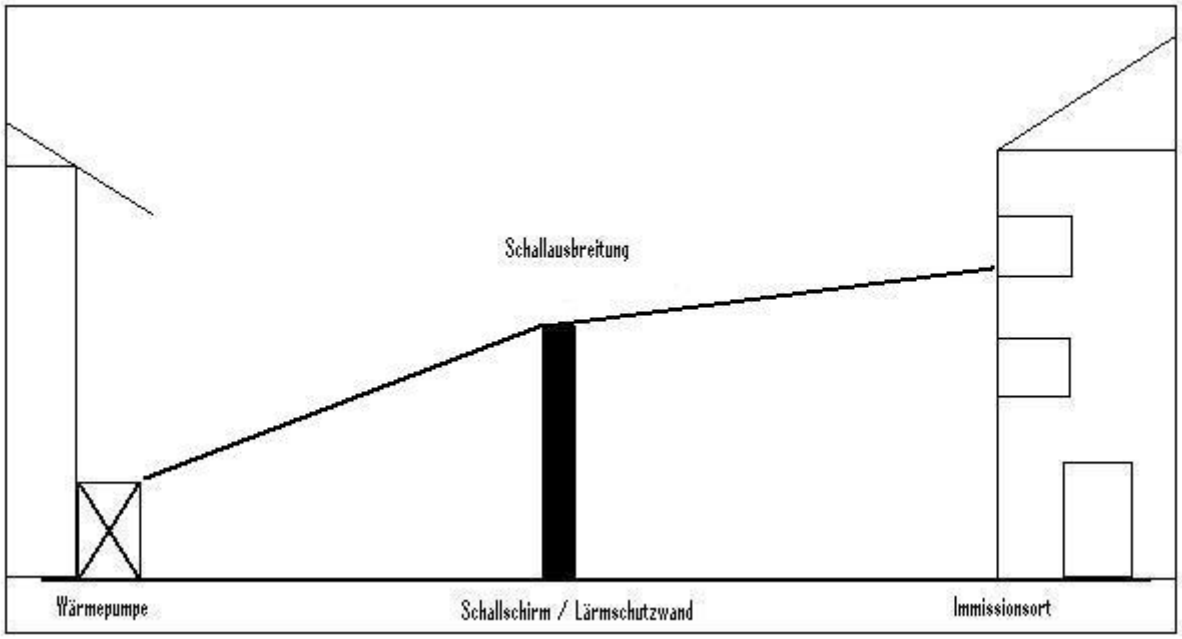


Abbildung 3: Wirkung einer Lärmschutzwand

Abgeknickte oder nach oben gekrümmte Wände können die Wirksamkeit daher erhöhen.
Wird durch die Schallschutzwand die Sichtverbindung zwischen Lärmquelle und Immissionsort unterbrochen, wird eine Lärmminderung von ca. 10 dB(A) erreicht. Ein um 10 dB(A) geringerer Lärmpegel entspricht in etwa einer Halbierung der wahrgenommenen Lautstärke.
Da insbesondere bei einer Geräteaufstellung an einer Hauswand eine Schallschutzwand zu Mehrfachreflexionen führen kann, wodurch sich der Immissionspegel erhöht, ist die der Lärmquelle zugewandte Seite der Schallschutzwand ggf. mit schallabsorbierenden Materialien zu verkleiden (siehe 4.).
Neben einer einzelnen Lärmschutzwand kommt bei der Außenaufstellung auch eine vollständige Einhausung (Kapselung) der Wärmepumpe in Frage. Diese ist jedoch nur wirksam, wenn die Innenwand der Kapsel schallabsorbierend ausgeführt ist und sämtliche Durchführungen schalldicht abgeschlossen sind.

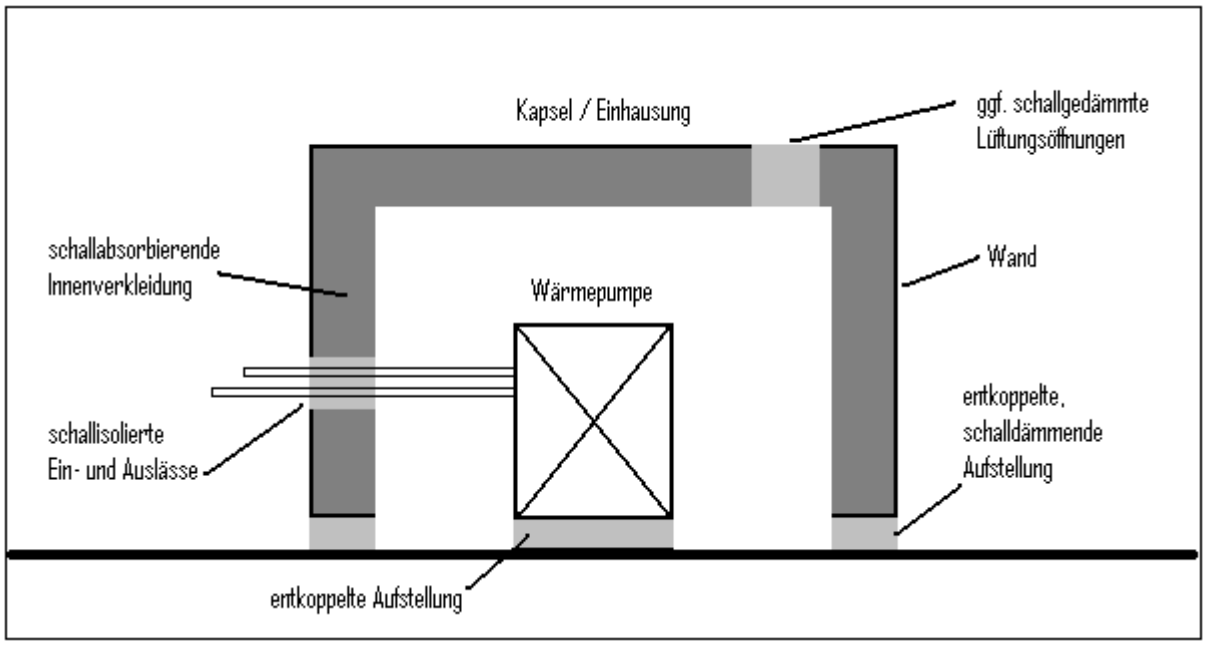


Abbildung 4: schematische Darstellung einer Kapselung

Da die weitere Schallausbreitung insbesondere durch Körperschallübertragung erfolgt, sollte darauf geachtet werden, dass sowohl Kapsel als auch Wärmepumpe entkoppelt gelagert sind.

Bei innenliegenden Geräten kann an den Ein- und Auslässen angebrachte Vorsatzschale eine Pegelminderung von 5 dB(A) bis 10 dB(A) erreicht werden [1].

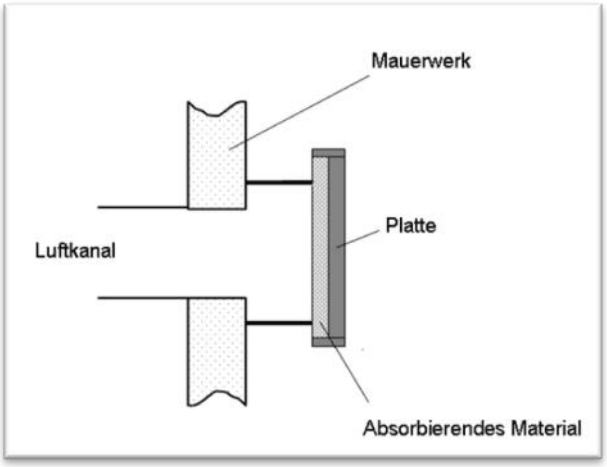


Abbildung 5: schematische Darstellung einer Vorsatzschale an Luftein- und -auslässen [1]

Bei allen Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass der Luftstrom nicht derart behindert wird, dass die Anlage die erforderliche Leistungsfähigkeit verliert, das Betriebsgeräusch durch den Ausgleich des Druckverlusts nicht steigt, oder die Anlage durch Überlastung Schaden nimmt. Auch ist sicherzustellen, dass es zu keiner Überhitzung kommen kann.

6. Schalldämpfer und Luftkanalgestaltung

Bei der Luftkanalgestaltung können eckige Kanalumlenkungen insbesondere in Verbindung mit schallabsorbierenden Auskleidungen theoretisch zu einer Lärmreduzierung führen. Aufgrund des damit einhergehenden Druckverlusts im Kanal kann dies jedoch auch zu einer

insgesamt höheren Geräuschentwicklung führen [3], so dass der Erfolg solcher Maßnahmen in jedem Fall vorher geprüft werden sollte.
Das gleiche gilt für den Einbau von Kulissen zur Kanallängsdämpfung.
Neben Kanaleinbauten können auch Schalldämpfer an den Luftein- und -auslässen zu einer Lärmminderung führen. Ein interessanter Ansatz stellt die Nutzung von Lichtschächten als Resonanzabsorber dar [1].

7. Entkoppelung / elastische Lagerung

Insbesondere bei innen aufgestellten Geräten ist auch im Hinblick auf die Schallentstehung im eigenen Haus darauf zu achten, dass die Wärmepumpe so aufgestellt wird, dass eine Körperschallübertragung verhindert wird. Im Einzelfall kann dies jedoch auch bei einer Außenaufstellung von Bedeutung sein.
Eine Entkoppelung von Wärmepumpe und dem Boden kann z.B. durch eine elastische Lagerung der Aufstellfläche (Betonplatte / Sockel) auf Gummimaterialien (Gummifüße) erreicht werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass keinerlei Körperschallbrücken wie z.B. Verschraubungen den Erfolg der Maßnahme wieder zunichtemachen.
Um Resonanzen zu verhindern, sollte schwimmender Estrich am Aufstellort von Wärmepumpen inklusive der Trittschalldämmung durch eine umlaufende Nut ausgespart werden. Aussparungen können auch im Außenbereich z.B. bei großen durchgehenden Bodenflächen Körperschallübertragungen verhindern.
Eine Körperschallübertragung kann auch durch starre Rohraufhängungen oder an den Wanddurchlässen der Luftkanäle erfolgen. Hier ist ebenfalls auf eine elastische Lagerung zu achten. Anstelle von starren Rohleitungen sollten wenn möglich Schlauchleitungen verwendet werden. Es ist ebenso möglich, Kompensatoren in die Rohrleitungen einzusetzen. Es handelt sich hierbei um Schlauchabschnitte, die um 90° bis 360° gebogen sind und so für die nötige Flexibilität sorgen[1].
Eine Entkoppelung kann ebenso für die Luftkanalbleche erforderlich werden.

8. Literatur und weiterführende Informationen

Weiterführende Informationen zu den physikalischen Grundlagen der Schallentstehung, Schallausbreitung und Schallminderung im Allgemeinen sowie insbesondere in Bezug auf Wärmepumpen enthalten die folgenden Veröffentlichungen und Quellen:

[1] Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg): Tieffrequente Geräusche bei Biogasanlagen und Luftwärmepumpen – Ein Leitfaden, Februar 2011

[2] Bundesverband Wärmepumpen (Hrsg.): Leitfaden Schall, Dezember 2010

[3] Bundesamt für Energie der Schweiz (Auftraggeber): Lärmreduktion bei Luft/Wasser-Wärmepumpenanlagen – Grundlagen und Maßnahmen, November 2002

[4] Eggenschwiler, K: EFRA-Semiar 25. Februar 2002 – Lärm von Wärmepumpen – Emissionen – Immissionen; Eidgenössische Material- und Forschungsanstalt, Dübendorf, Schweiz

[5] Baschnagel, K: EFRA-Semiar 25. Februar 2002 – Zur lärmarmen Konstruktion von Wärmepumpenanlagen; Eidgenössische Material- und Forschungsanstalt, Dübendorf, Schweiz

Hilfestellungen bei Detailfragen zum Schallschutz geben unter Umständen auch Akustikbüros sowie die Hersteller akustischer Bauteile.