



1 Grundlagen

1.1 Arten von Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen

Anlagen der Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kältetechnik werden unter dem Sammelbegriff HLKK-Anlagen zusammengefasst. Solche Anlagen können eine oder mehrere Funktionen kombiniert erfüllen.

Heizungen sind Vorrichtungen zur Erwärmung von Gebäuden und Räumen (Gebäudeheizungen) und zur Warmwasseraufbereitung. Dazu zählen auch Blockheizkraftwerke und Anlagen zur Verbrennung von Holzschnitzeln und -pellets. Lüftungen sind Vorrichtungen zur Be- / Entlüftung von Gebäuden und Räumen oder Prozessen ohne Kühlung und ohne Be- / Entfeuchtung der Luft.

Klimaanlagen sind Vorrichtungen zur Erzeugung und Aufrechterhaltung einstellbarer Lufttemperaturen und Luftfeuchtwerte in Gebäuden und Räumen.

Kälteanlagen sind Vorrichtungen zur Erzeugung von Temperaturen unter der Umgebungstemperatur zur Kühlung von Räumen oder Prozessen.

1.2 Geltungsbereich

Diese Vollzugshilfe gilt generell für Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen (HLKK-Anlagen) im Sinne von Anhang 6 Ziffer 1 Absatz 1 Buchstabe e der Lärmschutz-Verordnung (LSV). Insbesondere gilt sie sowohl für ortsfeste als auch mobile Anlagen sowie für Anlagen, die temporär dem Betrieb einer ortsfesten Anlage dienen.

Beispiele für Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen nach Anhang 6, Ziff.1 Abs.1 Bst.e LSV:

- Öl- und Gasheizungen
- Holzheizungen
- Blockheizkraftwerke
- Lüftungsanlagen
- Heubelüftungen, Stallbe- und -entlüftungen
- Abluftventilatoren
- Klimageräte
- Rückkühlanlagen
- Kälteanlagen
- Kühlaggregate auf LKW
- Kühlcontainer auf abgestellten Zügen
- Lüftungs- und Klimaanlage bei abgestellten Personenzügen

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

Unter die Bestimmungen dieser Vollzugshilfe fallen sowohl haustechnische Anlagen als auch HLKK- Anlagen für Prozesse.

Für Luft / Wasser-Wärmepumpen ist die Vollzugshilfe 6.21. «Lärmrechtliche Beurteilung von Luft / Wasser-Wärmepumpen» anzuwenden. Die vorliegende Vollzugshilfe befasst sich nicht mit der Beurteilung von Geräuschen haustechnischer Anlagen im Sinne der SIA Norm 181 «Schallschutz im Hochbau».

Heizkraftwerke (Fernwärmeheizungen) und Anlagen zur Gewinnung von Biogas aus Biomasse, das zum Betrieb von Blockheizkraftwerken eingesetzt wird, geht über den Geltungsbereich dieser Vollzugshilfe hinaus, weshalb diese Vollzugshilfe die mit Biogas betriebenen Blockheizkraftwerke und die Gasgewinnung selbst nicht behandelt. Bei grösseren Energieerzeugungsanlagen sind die einzelnen Teilanlagen je nach Anlagentyp gemäss Anhang 6 Ziff. 1 Abs. 1 Bst. a resp. Bst. e LSV zuzuordnen.

Von gewissen HLKK-Anlagen können Erschütterungen und Körperschall ausgehen. Dieses Thema ist zu beachten, ist jedoch nicht Gegenstand dieser Vollzugshilfe.

Zur Abgrenzung dieser Vollzugshilfe gegenüber «Anlagen der Industrie, des Gewerbes und der Landwirtschaft» nach Anhang 6 Ziff. 1 Abs. 1 Bst. a LSV sind hier einige Beispiele des Anlagentyps Bst. a aufgeführt:

- Druckluftanlagen
- Notstromaggregate
- Prozesstechnische Anlagen (z.B. zur Gefriertrocknung)

1.3 Rechtliche Grundlagen

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

Art. 11 Abs. 2 USG (Vorsorgeprinzip)

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

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

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

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

Art. 8 LSV Emissionsbegrenzungen bei geänderten ortsfesten Anlagen

¹ *Wird eine bestehende ortsfeste Anlage geändert, so müssen die Lärmemissionen der neuen oder geänderten Anlagenteile nach den Anordnungen der Vollzugsbehörde so weit begrenzt werden, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist.*

² *Wird die Anlage wesentlich geändert, so müssen die Lärmemissionen der gesamten Anlage mindestens so weit begrenzt werden, dass die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden.*

³ *Als wesentliche Änderungen ortsfester Anlagen gelten Umbauten, Erweiterungen und vom Inhaber der Anlage verursachte Änderungen des Betriebs, wenn zu erwarten ist, dass die Anlage selbst oder die Mehrbeanspruchung bestehender Verkehrsanlagen wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugen. Der Wiederaufbau von Anlagen gilt in jedem Fall als wesentliche Änderung.*

⁴ *Wird eine neue ortsfeste Anlage geändert, so gilt Artikel 7.*

Art. 13 LSV (Sanierungen)

¹ *Bei ortsfesten Anlagen, die wesentlich zur Überschreitung der Immissionsgrenzwerte beitragen, ordnet die Vollzugsbehörde nach Anhören der Inhaber der Anlagen die notwendigen Sanierungen an.*

² *Die Anlagen müssen so weit saniert werden:*
a) *als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist; und*
b) *dass die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden.*

Art. 36 Abs. 1 LSV

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

Art. 40 Abs. 2 LSV

² *Die Belastungsgrenzwerte sind auch überschritten, wenn die Summe gleichartiger Lärmimmissionen, die von mehreren Anlagen erzeugt werden, sie überschreitet. Dies gilt nicht für die Planungswerte bei neuen ortsfesten Anlagen (Art. 7 Abs. 1).*

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

Die Belastungsgrenzwerte nach Ziffer 2 gelten für den Lärm von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage.

Fazit

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

Rechtsprechung

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

1.4 Rechtlicher Stellenwert der Vollzugshilfe

Diese Vollzugshilfe des Cercle Bruit richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und fördert eine einheitliche Vollzugspraxis. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfe, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind.

1.5 Ziele des einheitlichen Vollzugs

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

Folgende Inhalte der Vollzugshilfe unterstützen die einheitliche lärmrechtliche Beurteilung von Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen:

- Prüfung von Lärmschutzmassnahmen (Kapitel 2.3)
- Vorgaben zur Ermittlung des Beurteilungspegels (Kapitel 2.4)
- Formular «Lärmschutznachweis für HLKK-Anlagen bei einfachen Situationen» (Anhang 1)
- Fallbeispiel (Anhang 2)
- Standardisiertes Mess- und Beurteilungskonzept zur Überprüfung der Angaben im Baubewilligungsverfahren und zur allfälligen Behandlung von Lärmklagen (Anhang 3)

¹ www.laerm.ch > Lärmprobleme > Recht & Gesetz > Rechtsprechung

2 Beurteilung

2.1 Vorsorgliche Massnahmen

Unabhängig von der bestehenden Lärmbelastung und zusätzlich zur Einhaltung der Planungswerte sind vorsorgliche emissionsmindernde Massnahmen zu prüfen.

Sind die Planungswerte eingehalten, so gelten weitergehende Massnahmen zur Emissionsbegrenzung nach der Rechtsprechung nur dann als wirtschaftlich tragbar, wenn sich mit relativ geringem Aufwand eine wesentliche zusätzliche Reduktion der Emissionen erreichen lässt.

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

Erforderliche Pegelreduktion und zumutbarer Aufwand für weitergehende Massnahmen zur Emissionsbegrenzung

Beurteilungspegelreduktionen von weniger als 1 dB gelten grundsätzlich als nicht wahrnehmbar. Unterhalb der Planungswerte sind daher - insb. bei Anlagen nach Anhang 6 Ziff. 1 Abs. 1 Bst. e. - erst Pegelreduktionen von 3 dB und mehr als wesentlich zu betrachten. Massnahmen, die eine geringere Wirkung erzielen, müssen daher nicht umgesetzt werden.

Massnahmen mit einer emissionsmindernden Wirkung von 3 dB oder mehr lassen sich grundsätzlich mit den unter Kapitel 2.2.1 aufgeführten primär zu prüfenden planerischen Massnahmen erreichen. Ist der dafür erforderliche Aufwand relativ gering (insbesondere bei kleineren Anlagen im Bereich von wenigen Prozent der Investitionskosten), so ist die Massnahme umzusetzen. Mit den im Kapitel 2.3 aufgeführten weiteren technischen und baulichen Massnahmen lassen sich ebenfalls wesentliche Reduktionen der Lärmpegel erreichen. Die Verhältnismässigkeit dieser Massnahmen ist im Einzelfall zu prüfen, wobei

nebst den Kosten auch die Effizienz zu berücksichtigen ist. Insbesondere bei kleineren Anlagen betragen die Kosten dafür jedoch in der Regel mehr als wenige Prozent der Investitionskosten der Anlage. Bei eingehaltenen Planungswerten ist die Verhältnismässigkeit sodann oft nicht gegeben.

2.2 Lärmschutzmassnahmen

2.2.1 Primäre Massnahmen

Folgende emissionsreduzierende Massnahmen müssen geprüft und im Lärmschutznachweis ausgewiesen werden:

- Wahl einer Anlage mit tiefem Schalleistungspegel.
- Aufstellungsort der lärmigen Anlagenkomponenten: Wurde der Aufstellungsort so gewählt, dass möglichst geringe Immissionen entstehen?
- Schalldämmung und -dämmung jeglicher Art: Sind Lärmschutzmassnahmen geplant/realisiert worden?
- Betriebliche Regulierungen: Wurde die Betriebszeit soweit betrieblich möglich eingeschränkt?
- Regulierung der Leistung: Ist ein Teillastbetrieb und eine damit verbundene Reduktion des Schallpegels in der Nacht möglich?

2.3 Spezifische Lärmschutzmassnahmen bei HLKK-Anlagen

2.3.1 Heizanlagen

Öl- und gasbefeuerte Heizanlagen

Lärmschutzmassnahmen:

- Brennerschalldämmhaube
- Abgasschalldämpfer
- Schallabsorption im Aufstellraum
- Ansaugschalldämpfer
- Modulierender Brenner, dessen Leistung sich der benötigten Wärmeleistung anpasst
- Erhöhte Brennerstartgeräusche sind durch günstige Abstimmung zwischen Brenner und Kessel minimiert
- Richtige Wahl der Kesselgrösse

Holzpellet- und Holzschnittel-Heizanlagen

Lärmschutzmassnahmen:

- Schalldämmhaube über Stokerschneckenantrieb
- Abgasschalldämpfer
- Schallabsorption im Aufstellraum
- Ansaugschalldämpfer

Blockheizkraftwerke

Aus schalltechnischer Sicht ist es nicht notwendig, die verschiedenen Motorarten bei Blockheizkraftwerken (BHKW) wie Diesel-, Zündstrahl-, Fremdzünder oder sonstige Viertaktmotoren zu unterscheiden, weil sie sich schalltechnisch nicht erheblich unterscheiden. Hauptschallquelle der BHKW ist in der Regel der Verbrennungsmotor. Die Abgasgeräusche sind tieffrequent und weisen Pegelspitzen im Bereich von 60 bis 80 Hz auf, welche häufig als lästig oder störend empfunden werden [6]. Die tieffrequenten Pegelspitzen werden durch einen Zuschlag für Tonhaltigkeit von bis zu 6 dB in der Lärmbeurteilung berücksichtigt.

Hinweis: BHKW können auch Erschütterungen und Körperschall erzeugen. Dies ist bei der Beurteilung zu berücksichtigen.

Ein BHKW mit Verbrennungsmotor besteht aus folgenden schalltechnisch wesentlichen Komponenten:

- Motorblock einschliesslich Stromgenerator
- Ansaugöffnung für die Verbrennungsluft mit Luftfilter
- Kühleinrichtungen (Ventilatoren von Rückkühlwerken)
- Abgasöffnung

Lärmschutzmassnahmen:

- Schalldämmhauben und Einhausungen
- Abgasschalldämpfer
- Schallabsorption im Aufstellraum
- Zuluft- und Abluftschalldämpfer
- schwingungsarme Lagerung zur Vermeidung von Körperschallübertragung

2.3.2 Lüftungsanlagen

Lärmschutzmassnahmen:

- Drehzahlregelung der Ventilatoren und Aggregate
- Einhausung der Aggregate
- Zuluft- und Abluftschalldämpfer
- Schwingungsisolation

2.3.3 Klimaanlage

Kompakt-/Split-Klimaanlage

Kompakt-/Split-Klimaanlagen sind vom Prinzip her mit Wärmepumpen zu vergleichen, jedoch mit umgekehrtem Wärmefluss. Entsprechend können die Lärmschutzmassnahmen für Wärmepumpen (Vollzugshilfe 6.21) auch bei Klimaanlage angewendet werden.

2.3.4 Kälteanlagen

Verdichter (Kompressor)

Lärmschutzmassnahmen:

- Einhausungen
- schwingungsarme Lagerung zur Vermeidung von Körperschallübertragung
- Schallabsorption im Aufstellraum

Luftgekühlte Verflüssiger (Luftkühler)

Lärmschutzmassnahmen:

- Richtung der Lufteintritts- und Luftaustrittsöffnungen
- Geräuscharmes Produkt: langsam drehende Ventilatoren mit entsprechend grösserer Verflüssigerfläche (bei exponierter Lage soll die Drehzahl 500 min^{-1} nicht überschreiten [6])
- Schalldämpfer

Kühltürme

Lärmschutzmassnahmen:

- geräuscharmer Ventilator
- Verminderung Wassergeäusch im Aufprallbereich

2.4 Lärmermittlung

Die massgebenden Belastungsgrenzwerte der LSV dürfen nicht überschritten werden. Ob die Grenzwerte eingehalten sind, ist mit einem Lärmschutznachweis aufzuzeigen.

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

$$L_{r,i} = L_{eq,i} + K1_i + K2_i + K3_i + 10 \cdot \log(t_i / t_0)$$

$L_{r,i}$	Teilbeurteilungspegel der Lärmphase i
$L_{eq,i}$	A-bewerteter Mittelungspegel der Lärmphase i am Immissionsort (Messwert oder berechneter Wert)
$K1_i$	Pegelkorrektur für die Lärmphase i aufgrund des Anlagentyps
$K2_i$	Pegelkorrektur für die Lärmphase i aufgrund der Hörbarkeit des Tongehalts am Immissionsort
$K3_i$	Pegelkorrektur für die Lärmphase i aufgrund der Hörbarkeit des Impulsgehalts am Immissionsort
$10 \cdot \log(t_i / t_0)$	Betriebszeitkorrektur für die Lärmphase i
T_i	Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer der Lärmphase i in Minuten
t_0	720 Minuten

$$L_r = 10 \cdot \log \sum 10^{0.1 \cdot L_{r,i}}$$

L_r	Beurteilungspegel (energetische Summe der Teilbeurteilungspegel $L_{r,i}$)
-------	---

Weitere Erläuterungen zu den Pegelkorrekturen $K1$ bis $K3$ und der Betriebszeitkorrektur $10 \cdot \log(t_i/t_0)$ sind im Kapitel 2.5 zu finden.

Lärmbeurteilung

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

Zu beachten ist, dass bei Räumen in Betrieben, die in Gebieten der Empfindlichkeitsstufen I, II und III liegen, um 5 dB höhere Planungswerte und Immissionsgrenzwerte gelten⁴.

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

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

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

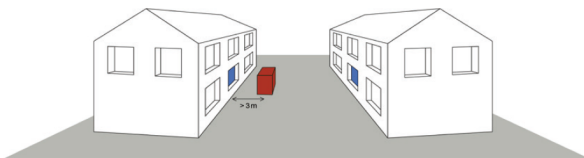
Der Schallleistungspegel L_{WA} der Anlage ist den Angaben des Herstellers zu entnehmen. Liegen detailliertere Angaben, wie z. B. die Verteilung des Schalldruckpegels im Freifeld (Richtcharakteristik) vor und ist die Orientierung der Anlage bekannt, so kann diese bei der Berechnung berücksichtigt werden.

² Art. 39 LSV

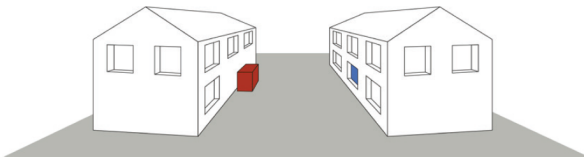
³ Art. 7 Abs. 1 Bst. b LSV

⁴ Art. 42 LSV

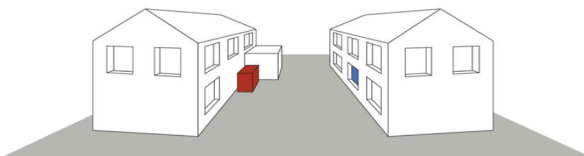
Das Richtwirkungsmass D_c ist abhängig vom Standort der Lärmquelle und beträgt:



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

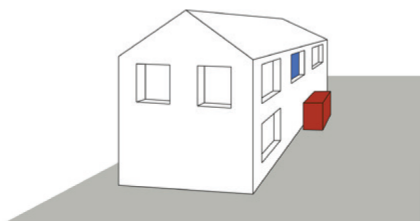


an der Wand +6 dB



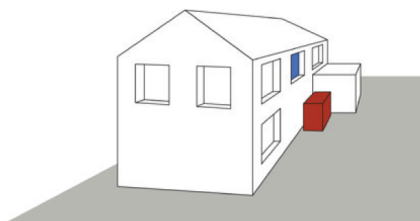
einspringende Ecke +9 dB

Befinden sich die Lärmquelle und das massgebende Empfangsfenster an derselben Fassade, so beträgt das Richtwirkungsmass D_c +3 dB, da die durch diese Fassade erzeugten Reflexionen keinen Einfluss auf den Schallpegel am Fenster derselben Fassade haben.



selbe Fassade bzw. Fassadenflucht + 3 dB

Bei einer gleichzeitig vorhandenen einspringenden Ecke erhöht sich das Richtwirkungsmass demzufolge aufgrund der zusätzlichen reflektierenden Wand.



selbe Fassade bzw. Fassadenflucht in einspringender Ecke + 6 dB

2.5 Pegelkorrekturen und Betriebszeitkorrektur

Pegelkorrektur K1

Für Anlagen, die unter den Geltungsbereich dieser Vollzugshilfe fallen, beträgt die Pegelkorrektur K1 am Tag 5 und in der Nacht 10 dB.

Sind die Immissionen von HLKK-Anlagen eines Prozesses jedoch zu jedem Zeitpunkt nicht aus dem Gesamtlärm der Industrieanlage herauszuhören, so kann die Bewertung der Immissionen der HLKK-Anlagen ausnahmsweise (gemäss Vollzugshilfe BAFU) mit Zuordnung zu Anhang 6 Ziff. 1 Abs. 1 Bst. a LSV erfolgen. Sie erhalten für die Tag- und die Nachtperiode jeweils eine Pegelkorrektur K1 von 5 dB.

Pegelkorrektur K2

Die «Ermittlung» der Tonhaltigkeit erfolgt durch eine Fachperson, welche die Pegelkorrektur aufgrund ihrer Erfahrung festsetzt. Es können auch Hilfsmittel aus Studien herangezogen werden [9], [10]. Weiter gilt es Kapitel 2.6 zu beachten.

Pegelkorrektur K3

Die «Ermittlung» der Impulshaltigkeit erfolgt durch eine Fachperson, welche die Pegelkorrektur aufgrund ihrer Erfahrung festsetzt. Es können auch Hilfsmittel aus Studien herangezogen werden [10]. Das Ein- und Ausschalten von HLKK-Anlagen verursacht im Regelfall keine Pegelspitzen. In der Lärmprognose ist deshalb die Pegelkorrektur K3 = 0 zu setzen. 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.

Durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphasen (Betriebszeitkorrektur)

Bei einzeln betriebenen HLKK-Anlagen wird für die allgemeine Beurteilung in der Planungsphase in der Regel keine Betriebszeitkorrektur vorgenommen.

Bei HLKK-Anlagen, deren Betriebsdauer technisch durch fest eingestellte Ein- und Ausschaltzeiten begrenzt sind (Zeitschaltuhr), oder eine reduzierte Betriebszeit anderweitig plausibel dargelegt wird, kann für die allgemeine Beurteilung eine Betriebszeitkorrektur berücksichtigt werden.

Ist eine HLKK-Anlage Teil eines grösseren Betriebs mit mehreren Anlagen, die teilweise gleichzeitig als auch zu unterschiedlichen Zeiten in Betrieb sind, so kann die effektive Betriebszeit der

einzelnen Anlage mit einer Betriebszeitkorrektur berücksichtigt werden.

In solchen Fällen ist in der Regel ein Lärmgutachten erforderlich.

2.6 Anlagen mit tieffrequenten Geräuschanteilen

Bei HLKK-Anlagen werden die Geräusche insbesondere dann als störend wahrgenommen, wenn ein Brummen vorhanden ist. Solche Störungen können vor allem während Nachtzeiten in ruhiger Wohnumgebung auftreten.

Das Geräusch kann bereits störend wirken, wenn das Geräusch so leise ist, dass es gerade wahrnehmbar ist. Zudem können tieffrequente technische Geräusche je nach Abmessung eines Raumes «stehende Wellen» ausbilden. Das kann bedeuten, dass man das Brummen in der Nähe der Wände deutlich hören kann, in der Mitte des Raumes jedoch praktisch nicht.

Tieffrequente Geräusche können z. B. bei BHKW, Brennern, Kompressoren und Ventilatoren auftreten. Werden die Belastungsgrenzwerte durch solche tieffrequenten Geräusche zwar eingehalten und kommt es dennoch zu Störungen, so können gestützt auf Art. 11 Abs. 2 USG (Vorsorgeprinzip) Massnahmen zur Emissionsbeschränkung festgelegt werden.

Zur Beurteilung des Störgrades kann die DIN 45680 [14] herangezogen werden.

2.7 Anlagen mit mehreren Betriebsstufen, mehreren Teilanlagen und drehzahlgesteuerte Anlagen

Bei HLKK-Anlagen mit mehreren Betriebsstufen und drehzahlgesteuerten Anlagen wird der durchschnittliche Betrieb beurteilt. Wenn die Betriebsstufen in klar definierten Zeiträumen auftreten, so werden die verschiedenen Betriebsstufen als Lärmphasen über den Beurteilungszeitraum berücksichtigt.

Bei HLKK-Anlagen der Industrie, des Gewerbes und der Landwirtschaft, welche aus mehreren Teilanlagen bestehen, wird die durchschnittliche Lärmbelastung des repräsentativen Betriebs beurteilt. Wenn die Betriebslast der Anlage zeitgesteuert eingeschränkt ist resp. dezidierte Lärmphasen auftreten, welche sich wesentlich vom durchschnittlichen Betriebszustand abheben, so sind diese speziell zu berücksichtigen.

2.8 Berechnungstool für einfache Anlagen und Situationen

Für die Lärmberechnung von einzelnen Anlagen

und einfachen Umgebungssituationen kann das Formular «Lärmschutznachweis für HLKK-Anlagen bei einfachen Situationen» (Anhang 1) verwendet werden.

Wenn ein räumlicher und funktioneller Zusammenhang zwischen einzelnen Anlagen besteht, sind die Pegel zu addieren (vgl. Art. 40 Abs. 2 LSV).

Für eine Situation mit mehreren Lärmquellen, kann jede Quelle für sich auf den Empfangspunkt gerechnet werden. Die Teilpegel können dann energetisch addiert werden (Anhang 2, Fallbeispiel 5).

Grosse Anlagen, die aus mehreren Teilquellen bestehen, und Anlagen mit komplexer Ausbreitungssituation müssen in einem ausführlichen Lärmgutachten beurteilt werden. Für die Lärermittlung können gängige Lärmberechnungsprogramme herangezogen werden.

Prüfung vorsorglicher Massnahmen

Die Prüfung vorsorglicher emissionsreduzierender Massnahmen ist im Lärmschutznachweis zu deklarieren.

Einhaltung Belastungsgrenzwerte

Überschreiten die Beurteilungspegel am Immissionsort die massgebenden Belastungsgrenzwerte, sind weitere betriebliche oder technische Massnahmen zur Reduktion der Emissionen notwendig und im Lärmschutznachweis bzw. den Gesuchsunterlagen nachvollziehbar auszuweisen.

2.9 HLKK-Anlagen von Einfamilienhäusern

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

Wenn sich die lärmigen Anlagen-Komponenten nahe an der Fassade des EFH befinden, sollten diese im Rahmen der Optimierung des Aufstellungsortes dort platziert werden, wo:

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

2.10 Überprüfung der Lärmimmissionen bei Lärmklagen

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

Hinweis:

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

3 Weiterführende Unterlagen

3.1 Literatur

- [1] BAFU (Hrsg.) 2024: Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm. Vollzugshilfe für Industrie- und Gewerbeanlagen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1636:
- [2] SUVA, Lärmbekämpfung durch Kapse-lungen, Infoschrift Nr. 66026
- [3] SUVA, Schallemissionsmessungen an Maschinen, Infoschrift Nr. 66027
- [4] SUVA, Lärmbekämpfung an Maschinen und Anlagen, Infoschrift Nr. 66076
- [5] Lips W., Strömungsakustik in Theorie und Praxis, Expert Verlag, Band 474
- [6] Lips W., Akustik für Gebäudetechnik-In-genieure, Hochschule Luzern
- [7] Bayerisches Landesamt für Umwelt, Tief-frequente Geräusche bei Biogasanlagen und Luftwärmepumpen, Ein Leitfaden, 2011
- [8] VDI-Richtlinie 2715: Schallschutz an heiztechnischen Anlagen, November 2011
- [9] Bericht über die Beurteilungshilfe zur Be-stimmung der Tonhaltigkeit von Wärme-pumpen nach Anhang 6 der Lärmschutz-Verordnung, Autoren: Prof. Ercolino Rosa und Prof. Dr. Urs Bopp, Trefzer Rosa + Partner GmbH, Bündtenweg 4B, 4453 Nussdorf
- [10] NDS-U Abschlussarbeit Modul E, Beurtei-lung von Ton- und Impulshaltigkeit nach LSV vom 23.3.2003, FHBB Fachhoch-schule Nordwestschweiz beider Basel / Autor: Bruno Buchmann / Betreuung: Dr. M. Ringger
- [11] VDI-Richtlinie 2081 Blatt 2: Geräuscher-zeugung und Lärminderung in Raumluft-technischen Anlagen – Beispiele. Mai 2005
- [12] VDI-Richtlinie 2715: Schallschutz an heiz-technischen Anlagen. November 2011
- [13] DIN EN 12102: Klimageräte, Flüssigkeits-kühlsätze, Wärmepumpen und Entfeuch-ter mit elektrisch angetriebenen Verdich-tern zur Raumbeheizung und -kühlung - Messung der Luftschallemissionen - Be-stimmung des Schalleistungspegels; Deutsche Fassung EN 12102:2013
- [14] DIN 45680: Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschmissionen in der Nachbarschaft; DIN 45680:1997-03⁵
- [15] EMPA Untersuchungsbericht Nr. 460'395-2a: Beurteilung und Begren-zung des Lärms von abgestellten Zügen

⁵ Norm in Überarbeitung: E DIN 45680:2020-06

Handbuch «Lärmschutznachweis»

Vollzugshilfe 6.20 / Anhang 1

Der Lärmschutznachweis für HLKK-Anlagen bei einfachen Situationen als Excel-Formular kann auf der Webseite des Cercle Bruit aufgerufen werden⁶

Lärmschutznachweis für HLKK Anlagen bei einfachen Situationen				
Beurteilung der Lärmimmissionen von Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kühlanlagen				
Projektdaten				
Gesuchsteller				
Adresse		Parzelle Nr.		
PLZ / Ort		Baugesuchs-Nr.		
Angaben zur Anlage (techn. Datenblatt + Situationsplan mit eingezeichneter Anlage beilegen)				
Art der Anlage:	☐ Lüftung ☐ Klimatisierung ☒ Rückkühler ☐ Andere			
Hersteller		Schalleistung L_{WA}		dbA LwA
Modell / Typ		Schalldruckpegel L_{pA}		dbA LpA
Leistung		bei s_1		m
Lärmempfindliche Räume	Räume in Betrieben		Tag	Nacht
am Empfangsort				
Massgebender Planungswert am	ES IV (Industriezone)		65 dB(A)	55 dB(A)
Empfangsort				
(Empfindlichkeitsstufe ES)				

Angaben zur Anlage

Die Angaben zur Anlage sind so vollständig wie möglich anzugeben. Die Art der Anlage hat keinen Einfluss auf die Berechnungen.

Sind von der Anlage keine Angaben zum Schalleistungspegel L_{WA} vorhanden, so kann der Schalldruckpegel L_{pA} in einer Distanz s_1 (Abstand gemäss Angaben des Herstellers) für die Berechnung eingegeben werden. Dieser Schalldruckpegel wird dann in den Schalleistungspegel umgerechnet.

Hinweis: Angaben zum Schalldruckpegel ohne dazugehörige Distanz sind unvollständig und können daher nicht verwendet werden.

Massgebender Planungswert am Ermittlungsort (Empfindlichkeitsstufe ES)

Für die Beurteilung der Lärmbelastung ist die Lärm-Empfindlichkeitsstufe (ES) am Empfangsort massgebend.

Die ES-Zuordnung kann den kommunalen Zonenplänen resp. Lärmempfindlichkeitsstufen-Plänen entnommen werden. Oft sind diese auch über ein WebGIS der Gemeinde oder des Kantons abrufbar.

Bemerkung: Im städtischen Bereich kann eine strassenseitige Fassade einer höheren ES-Zone zugeordnet sein als die restlichen Fassaden.

⁶ www.cerclebruit.ch/?inc=enforcement&e=6/620.html

Einhaltung Belastungsgrenzwerte

Der Lärmschutznachweis berechnet die Einhaltung der Belastungsgrenzwerte sowohl für den Tag als auch für die Nacht.

Einhaltung Belastungsgrenzwerte				
Schallleistungspegel L			56 dB(A)	56 dB(A)
Umrechnungsterm Schalldruckpegel			-11 dB	-11 dB
Richtwirkungskorrektur D_c	Anlage an Fassade		6 dB	6 dB
				
Distanz zum Empfangsort	10 m		-20 dB	-20 dB
Nachbargebäude; wenn unbebaute Nachbarparzelle Baulinie resp. Grenzabstand, bei MFH im Gebäude selber.				
Lärmschutzmassnahmen	☐ Schalldämpfer ☐ Andere: ☐ Andere: ☐ Drehzahlreduktion in der Nacht ☐ mehrere Anlagen in Kaskade		0.0 dB	0.0 dB
Anlagen in Kaskade			0.0 dB	0.0 dB
Schalldruckpegel L_{pA} am Empfangsort			31.0 dB(A)	31.0 dB(A)
Pegelkorrektur K1 für HLKK-Anlagen			5 dB	10 dB
Pegelkorrektur K2	schwach hörbar (Normalbetrieb) +2 dB		2 dB	2 dB
Hörbarkeits des Tongehalts				
Pegelkorrektur K3	nicht hörbar		0 dB	0 dB
Hörbarkeits des Impulsgehalts				
Betriebszeitkorrektur	Betrieb ohne Zeiteinschränkung		0.0 dB	0.0 dB
Beurteilungspegel L_r			<u>38.0 dB(A)</u>	<u>43.0 dB(A)</u>

Richtwirkungskorrektur D_c

Je nach Aufstellungsort der lärmigen Komponente kann sich der Schall nicht in alle Richtungen ausbreiten und wird reflektiert. Entsprechend ist der Standort der Anlage in Bezug auf den Empfangsort anzugeben:

- Anlage freistehend (mindestens 3 Meter Abstand zur Wand)
- Anlage aussen an Fassade
- Anlage in einspringender Fassadenecke
- Anlage und Empfangsort an derselben Fassade
- Anlage und Empfangsort an derselben Fassade mit einspringender Fassadenecke

Distanz zum Empfangsort

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

Lärmschutzmassnahmen

Hier können die Lärmschutzmassnahmen mit Angabe ihrer Wirkung ausgewählt werden. Technische Minderungsmaßnahmen sind im Kapitel 2.3 aufgeführt.

Anlagen in Kaskade

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

Schalldruckpegel L_{pA} am Empfangsort

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

Pegelkorrekturen K1 bis K3 und Betriebszeitkorrektur

Die Pegelkorrekturen sind gemäss Vollzugshilfe voreingestellt. Erläuterungen sind in Kap. 2.5 der Vollzugshilfe zu finden. Ist der Betrieb der Anlage während der Nacht mit einer Zeitschaltuhr eingeschränkt, so ist die Sperrzeit (Uhrzeit von/bis) anzugeben. Diese gilt dann verbindlich als Vorgabe und wird verfügt, da dies zu einem tieferen Beurteilungspegels L_r führt.

Betriebszeitkorrektur	Eingeschränkte Betriebszeit nachts		0.0 dB	-6.0 dB
	Sperrzeit	von: 21.00 Uhr bis 6.00 Uhr		

Beurteilungspegel L_r

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

Prüfung vorsorglicher Massnahmen

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

Prüfung vorsorglicher Massnahmen	
Sind die Belastungsgrenzwerte eingehalten (insb. in der ES II), so gelten zusätzliche Massnahmen zu Emissionsbegrenzung in der Regel nur dann als wirtschaftlich tragbar, wenn sich mit relativ geringem Aufwand eine wesentliche zusätzliche Reduktion der Emissionen (≥ 3 dB) erreichen lässt.	
Schalleistungspegel	☒ Es wurden Anlagenkomponenten mit tiefem Schalleistungspegel gewählt
Optimierter Aufstellungsort	Lärmoptimierter Standort für Nachbarschaft und eigenes Gebäude
Betriebszeiteinschränkung	Betriebszeit so weit betrieblich und technisch möglich eingeschränkt
Weitere Massnahmen	Weitere in Betracht fallende vorsorgliche Massnahmen haben sich als nicht verhältnismässig herausgestellt, z.B.:
Insb. folgende vorsorglichen Massnahmen wurden geprüft:	Aufzählung geprüfter vorsorglicher Massnahmen
Lärmbeurteilung	
Einhaltung Belastungsgrenzwerte	Die Planungswerte werden eingehalten.
Beurteilung Vorsorge	Die in Betracht fallenden vorsorglichen Massnahmen wurden geprüft, und die verhältnismässigen Massnahmen werden umgesetzt. Das Vorsorgeprinzip wird somit erfüllt.

Schalleistungspegel

Anlagen mit hohen Schalleistungspegeln sind zu vermeiden. Zu beachten ist dabei, dass drehzahlgesteuerte Anlagen zu einem grossen Teil der Betriebszeit auf Teillast laufen, und hohe bzw. die maximalen Schalleistungspegel i. d. R. nur bei bestimmten Bedingungen auftreten.

Optimierter Aufstellungsort

Es ist anzugeben, wie der Aufstellungsort optimiert wurde:

- Lärmoptimierter Standort für Nachbarschaft (z. B. nahe am eigenen Gebäude)
- Lärmoptimierter Standort für Nachbarschaft und eigenes Gebäude (z. B. Anlage an der Strassenseite)
- Lärmoptimierter Standort für eigenes Gebäude (z. B. Abschirmung durch Nebengebäude)
- Anlagen abgeschirmt
- Andere Begründung (z. B. Beurteilungspegel deutlich unter Planungswert)

Betriebszeiteinschränkung

Die Einschränkung der Betriebszeit muss im Sinne der Vorsorge geprüft und so weit umgesetzt werden, wie es betrieblich und technisch möglich ist.

Weitere Massnahmen im Sinne der Vorsorge

Sind die Planungswerte nicht überschritten, so gelten weitergehende emissionsbegrenzende Massnahmen im Sinne der Vorsorge nur dann als wirtschaftlich tragbar, wenn mit relativ geringem Aufwand eine weitere Reduktion der Emissionen von mindestens 3 dB erzielt werden kann. Es ist anzugeben, dass weitergehende Emissionsbegrenzungen geprüft wurden und falls zutreffend, sind die verhältnismässigen Massnahmen unter «Lärmschutzmassnahmen» aufzuführen. Andernfalls ist zu bestätigen, dass sich die geprüften Massnahmen als nicht verhältnismässig herausgestellt haben (Kosten insbesondere bei kleineren Anlagen höher als wenige Prozente der Anlagekosten oder Wirkung geringer als 3 dB).

Wurden weitere in Betracht fallende vorsorgliche Massnahmen geprüft, oder bereits geplant, so sind diese entsprechend aufzuführen.

Beurteilung der Vorsorge

Wenn die Prüfung der Massnahmen im Sinne der Vorsorge ausgefüllt ist, wird angezeigt, ob diese ausreichend geprüft und umgesetzt sind.

Projektdaten

Zum Erstellen des Lärmschutznachweises sind die Felder Gesuchsteller/in, Adresse, PLZ und Ort zwingend auszufüllen. Bei der Adresse ist der Standort der Anlage anzugeben.

Projektdaten			
Gesuchsteller			
Adresse		Parzelle Nr.	
PLZ / Ort		Baugesuchs-Nr.	

Für Rückfragen

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

Für Rückfragen	
Verfasser/in	Name:
	E-Mail:
	Telefon:
Ort Datum:	Unterschrift:
Beilagen:	
☐ Situationsplan mit Standort Anlage	
☐ Datenblatt mit Schallangaben	
☐ Dokumentation Lärmschutzmassnahmen	

Beilagen:

Ein Situationsplan mit eingezeichnetem Standort der Anlage, sowie eine Datenblatt mit Schallangaben sind immer einzureichen.

Werden spezielle Lärmschutzmassnahmen geplant (Schalldämpfer, Schalldämmhaube etc.), so sind auch dazu Unterlagen einzureichen.

1. Öl-/Gasheizung

1.1 Fakten

In einem Einfamilienhaus wurde 2004 die bestehende Heizung durch eine neue Öl- resp. Gasheizung ersetzt. Diese wurde ohne spezielle Lärmschutzmassnahmen eingebaut. Die Heizung wird für die Warmwassererzeugung und Gebäudeerwärmung betrieben. Die Anlage schaltet je nach Wärmebedarf während 24 Stunden ein und aus.

Die durchschnittliche Betriebszeit beträgt:

	Tag (7–19h)	Nacht (19–7h)	Total
Sommer	3 h	3 h	6 h
Winter	7 h	5 h	12 h

Aufgrund von Lärmklagen der Nachbarn wird eine Lärmmessung durchgeführt. Die Nachbarn befinden sich in der Lärm-Empfindlichkeitsstufe (ES) II.

1.2 Beurteilung

Der gemessene Immissionspegel der Heizung beträgt 36.8 dB(A). Es ist ein schwach hörbarer Tongehalt und ein nicht hörbarer Impulsgehalt vorhanden. Die Beurteilung erfolgt für die Nacht.

Die durchschnittliche tägliche Betriebsdauer beträgt $(3\text{ h} + 7\text{ h}) / 2 = 5\text{ h}$ am Tag und $(3\text{ h} + 5\text{ h}) / 2 = 4\text{ h}$ in der Nacht.

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

	Werte
L_{eq}	36.8 dB(A)
K1 Nacht	10 dB
K2	2 dB
K3	0 dB
t	240 Minuten
PW ES II Nacht	45 dB(A)

$$L_r = 36.8\text{ dB(A)} + 10\text{ dB} + 2\text{ dB} + 0\text{ dB} + 10 \cdot \log(240\text{ Min.} / 720\text{ Min.}) = 48.8\text{ dB(A)} - 4.8\text{ dB} = 44.0\text{ dB(A)}$$

Der Beurteilungspegel beträgt nachts 44 dB(A) und der Planungswert ist somit knapp eingehalten. Würde die Betriebszeitkorrektur nicht berücksichtigt resp. die Heizung immer laufen, so würde der Beurteilungspegel 49 dB(A) betragen und der Planungswert wäre um 4 dB überschritten.

Da bisher keine vorsorglichen Lärmschutzmassnahmen umgesetzt wurden, ist ein Schalldämpfer einzubauen. Durch den Einbau eines Schalldämpfers mit 10 dB Wirksamkeit reduzieren sich die Lärmimmissionen auf rund 27 dB(A). Diese heben sich nicht mehr wesentlich von den restlichen Umgebungsgläuschen in einem Wohnquartier ab.

1.3 Erläuterung und Hinweise

Ein Schalldämpfer kann entweder zwischen Heizung und Kamin eingebaut, in den Kamin eingebaut, oder auf dem Kamin aufgesetzt werden. Die Kosten eines Schalldämpfers liegen in der Grössenordnung von 1000 CHF.

Ein Schalldämpfer kann je nach Bauart eine Wirksamkeit von 10 bis 25 dB erreichen. Der Einbau eines Schalldämpfers gilt als Stand der Technik und stellt eine Massnahme im Sinne der Vorsorge dar,

welche technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist.

2. Heubelüftung

2.1 Fakten

Bei einem Bauernbetrieb wird während des Sommerhalbjahres (Mai bis Oktober) eine Heubelüftungsanlage betrieben, um das Heu zu trocknen und einen Brand im Heustock zu verhindern. Die Heubelüftungsanlage befindet sich aussen an der Fassade der Scheune.

Nachdem Heu oder Emd in die Scheune gebracht wird, läuft die Heubelüftung jeweils 2 Tage ununterbrochen und danach als Intervallbelüftung weitere 2 bis 4 Tage (abhängig von Luftfeuchtigkeit und Temperatur). Dies geschieht 15 Mal pro Sommer.

	Dauer	pro Tag
Dauerbelüftung	2 Tage	24 h
Intervallbelüftung	2–4 Tage	4 h

Im Weiler «Matten», der sich in der Lärm-Empfindlichkeitsstufe (ES) III befindet, fühlen sich mehrere Neuzuzüger durch die Lärmimmissionen gestört. Aufgrund der Klagen ist eine lärmrechtliche Beurteilung notwendig.

2.2 Beurteilung

Der Schalldruckpegel der Heubelüftung wurde in 7 m Abstand zur Anlage gemessen und beträgt 74 dB(A). Die Distanz zum Weiler «Matten» beträgt 75 m.

Es ist am Ermittlungsort ein deutlich hörbarer Tongehalt und ein nicht hörbarer Impulsgehalt vorhanden (Normalfall). Die Beurteilung erfolgt für die Nacht.

Als Lärmschutzmassnahme wurde zu Testzwecken eine provisorische Holzwand bei der Heubelüftung installiert. Es wurde mit der Holzwand eine Pegelreduktion von 10 dB gemessen.

	Werte
L_p in 7 m Abstand	74 dB(A)
s	75 m
K1 Nacht	10 dB
K2	4 dB
K3	0 dB
PW ES III Nacht	50 dB(A)
IGW ES III Nacht	55 dB(A)
Wirkung Holzwand	10 dB

Die durchschnittliche tägliche Betriebsdauer wird aus der jährlichen Dauer (T) und der Anzahl der jährlichen Betriebstage (B) berechnet ($t = T / B$). In Analogie zur Beurteilung des saisonalen Betriebs von Beschneigungsanlagen⁷ ist eine feste Anzahl Betriebstage zu berücksichtigen. Bei Heubelüftungen ist zur Ermittlung der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer in allen Fällen $B = 100$ Tage einzusetzen.

$T = 15 \cdot (2 \text{ Tage} \cdot 24 \text{ h/Tag} + 3 \text{ Tage} \cdot 4 \text{ h/Tag}) = 900 \text{ h}$ bzw. je 450 h für den Tag und die Nacht

$t = 450 \text{ h} / 100 \text{ Tage} = 4.5 \text{ h}$ am Tag und in der Nacht

für die Berechnung des Beurteilungspegels kann in einfachen Situationen das CB-Formular (Anhang 1) verwendet werden.

$L_{eq} = L_{p,7m} - 20 \cdot \log(s / 7 \text{ m}) - \text{Wirkung Holzwand}$

$L_{eq} = 74 \text{ dB(A)} - 20 \cdot \log(75 \text{ m} / 7 \text{ m}) - 10 \text{ dB} = 74 \text{ dB(A)} - 20.6 \text{ dB} - 10 \text{ dB} = 43.4 \text{ dB(A)}$

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

$L_r = 43.4 \text{ dB(A)} + 10 \text{ dB} + 4 \text{ dB} + 0 \text{ dB} + 10 \cdot \log(270 \text{ Min.} / 720 \text{ Min.}) = 57.4 \text{ dB(A)} - 4.3 \text{ dB} = 53.1 \text{ dB(A)}$

Ist die Heubelüftung vor 1985 erstellt worden, so kann der Immissionsgrenzwert eingehalten werden. Ist die Heubelüftung nach 1985 erstellt worden, so wird der Planungswert beim Weiler «Matten» überschritten.

⁷ Leitfaden Lärmschutz bei Beschneigungsanlagen, Amt für Umwelt Graubünden

Mögliche Lärmschutzmassnahmen sind:

- Verbesserte Lärmschutzwand
- Quellennahe schallabsorbierende Kapselung / Einhausung des Motors
- Schalldämpfung wo die Luft angesogen wird
- Luft vorwärmen, so dass die Belüftungszeit reduziert und früher auf die Intervallbelüftung umgestellt werden kann
- Aufstellungsort auf der Seite, wo es keine bewohnten Gebäude und unüberbaute Bauzonen in der Nähe hat

2.3 Erläuterungen und Hinweise

Als laute und stark störende Lärmquelle ist die Heubelüftung einzeln zu beurteilen. Es werden nur die effektiven Betriebstage der Heubelüftung berücksichtigt. Die restlichen Betriebstage des Hofes ohne Betrieb der Heubelüftung dürfen in der Lärmbeurteilung nicht berücksichtigt werden.

Schalldruckpegel von Heubelüftungsanlagen variieren zwischen 60 und 80 dB(A) in 7 m Abstand. Auf der Homepage von Agroscope ist eine ausführliche Ventilatoren-Liste (2011) zu finden. Es gibt im Internet kaum neuere Angaben zum Schalleistungspegel von Ventilatoren bzw. Heubelüftungsanlagen, deshalb wird empfohlen bei bestehenden Anlagen Messungen durchzuführen.

Es sind in der Praxis oft Occasionen und ältere Modelle in Betrieb. Es ist zu überprüfen, ob diese ordnungsgemäss funktionieren und korrekt betrieben werden.

3. LKW-Kühlaggregat

3.1 Fakten

Das Betriebsareal eines neuen Logistikbetriebs grenzt an ein Wohnquartier mit der Lärmempfindlichkeitsstufe (ES) III. Die meisten relevanten Lärmquellen befinden sich auf der dem Wohnquartier abgewandten Seite und fallen daher bei der Beurteilung nicht ins Gewicht. Kritisch sind dagegen fünf Standplätze für Kühlcontainer mit dieselbetriebenen Kühlaggregaten, welche sich auf der Seite des Wohnquartiers in einem Abstand von rund 120 m zu den nächsten Liegenschaften mit lärmempfindlicher Nutzung befinden.

3.2 Beurteilung

Der Schalleistungspegel der Kühlaggregate beträgt je 90 dB(A). Da sich die 5 Standplätze direkt nebeneinander befinden und die Distanz zum Empfänger relativ gross ist, kann überschlagsmässig mit einem Summenpegel von $90 \text{ dB(A)} + 10 \cdot \log(5) = 97 \text{ dB(A)}$ und einer mittleren Distanz gerechnet werden.

Die Standplätze sind freistehend. Es ist am Ermittlungsort ein deutlich hörbarer Tongehalt und einem nicht hörbaren Impulsgehalt vorhanden. Die Beurteilung erfolgt für die Nacht. Es werden nur die dieselbetriebenen Kühlaggregate berücksichtigt da andere Lärmquellen in diesem Fall am Ermittlungsort nicht relevant sind.

	Werte
Kühlaggregate	5 Stk.
$L_{W,A}$	je 90 dB(A)
$L_{W,A,tot}$	97 dB(A)
s	120 m
D_C	3 dB
K1 Nacht	10 dB
K2	4 dB
K3	0 dB
t	je 180 Minuten
PW ES III Nacht	50 dB(A)

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

$$L_{eq} = 97 \text{ dB(A)} - 11 \text{ dB} + 3 \text{ dB} - 20 \cdot \log(120 \text{ m} / 1 \text{ m}) = 89 \text{ dB(A)} - 41.6 \text{ dB} = 47.4 \text{ dB(A)}$$

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

$$L_r = 47.4 \text{ dB(A)} + 10 \text{ dB} + 4 \text{ dB} + 0 \text{ dB} + 10 \cdot \log(180 \text{ Min.} / 720 \text{ Min.}) = 61.4 \text{ dB(A)} - 6.0 \text{ dB} = 55.4 \text{ dB(A)}$$

Der Planungswert der Lärm-Empfindlichkeitsstufe ES III wird in der Nacht bei der am stärksten betroffene Liegenschaft überschritten.

Mögliche Lärmschutzmassnahmen sind:

- Verschieben der Standplätze auf die abgewandte Seite des Betriebes
- Elektrischer Betrieb der Kühltaggregate (Reduktion bis zu 10 dB)
- Errichten einer Lärmschutzwand zwischen den Standplätzen und den Wohnliegenschaften

3.3 Erläuterungen und Hinweise

Bei Logistikbetrieben sind oftmals die Kühltaggregate, aufgrund der Pegelkorrektur K1 von +10 dB in der Nacht die massgebenden Schallquellen. In der Regel sind bei solchen Situationen jedoch ebenfalls das Handling mit den Kühlcontainern, Ver-, Be- und Entladevorgänge etc. zu berücksichtigen. Dies ist jedoch nicht Bestandteil dieser Vollzugshilfe.

Sollten sich in anderen Fällen die einzelnen Aggregate weiter verteilt befinden, oder die Distanz zum Empfänger deutlich geringer sein, so kann jede einzelne Quelle separat berechnet und dann die einzelnen Pegel energetisch addiert werden. Bei komplexeren Fällen bietet sich eine Berechnung mittels eines Schallausbreitungsberechnungsprogramms an.

4. Rückkühler

4.1 Fakten

In einem Rechenzentrum werden für die Kühlung der Betriebsräume auf dem Dach Rückkühler betrieben. Für alle zu kühlende Anlageteile kommen sechs mechanisch miteinander verbundene Rückkühler (Standardausführung) zum Einsatz. Bei Volllast des Rechenzentrums und hohen Aussentemperaturen (Sommer) laufen maximal vier Rückkühler auf voller Leistung rund um die Uhr. Die restlichen Rückkühler dienen als Ausfallreserve.

Im Baugesuch wurde für das Rechenzentrum eine Auflage formuliert, die den Nachweis zur Einhaltung des für die Rückkühler geltenden Belastungsgrenzwertes in der Nachbarschaft erfordert. Die nächstgelegenen lärmempfindlichen Räume befinden sich in der ES III in einem Abstand von 120 m.

4.2 Beurteilung

Der Schalldruckpegel der Rückkühler mit Axialventilatoren, serienmässig mit 2 Drehzahlen, Nennleistung 100 bis 400 kW beträgt nach EN 13487 in 10 m Entfernung 51 bis 58 dB(A). Der Summenpegel von 4 Rückkühlern beträgt bei Volllast $58 \text{ dB(A)} + 10 \cdot \log(4) = 64 \text{ dB(A)}$. Lärmschutzmassnahmen sind keine vorgesehen.

Es wird von einem schwach hörbaren Tongehalt und einem nicht hörbaren Impulsgehalt ausgegangen (Normalfall). Die Beurteilung erfolgt für die Nacht.

	Werte
Rückkühler	4 Stk.
L_p in 10 m Abstand	je 58 dB(A)
$L_{p,tot}$ in 10 m Abstand	64 dB(A)
s	120 m
K1 Nacht	10 dB
K2	2 dB
K3	0 dB
t	je 720 Minuten
PW ES III Nacht	50 dB(A)

Für die Berechnung des Beurteilungspegels kann das CB-Formular verwendet werden.

$$L_{eq} = L_{p,tot,10m} - 20 \cdot \log(s / 10 \text{ m})$$

$$L_{eq} = 64 \text{ dB(A)} - 20 \cdot \log(120 \text{ m} / 10 \text{ m}) = 64 \text{ dB(A)} - 21.6 \text{ dB(A)} = 42.4 \text{ dB(A)}$$

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

$$L_r = 42.4 \text{ dB(A)} + 10 \text{ dB} + 2 \text{ dB} + 0 \text{ dB} + 10 \cdot \log(720 \text{ Min.} / 720 \text{ Min.}) = 54.4 \text{ dB(A)} - 0 \text{ dB} = 54.4 \text{ dB(A)}$$

Der Beurteilungspegel beträgt 54 dB(A) beim Betrieb der vier Rückkühler bei Volllast. Die Rückkühler überschreiten somit den Planungswert von 50 dB(A) in der Nacht. Für die Anlage sind Massnahmen zur Reduktion der Geräuschentwicklung notwendig.

Damit der Planungswert in der Nacht eingehalten werden kann, sind folgende Massnahmen möglich:

- Begrenzung der Ventilator Drehzahl (Teillastbetrieb), dafür mehr Rückkühler gleichzeitig in Betrieb
- Geräte der Standardausführung durch leisere, lärmoptimierte Geräte ersetzen (grössere Rückkühlerflächen, langsam drehende Ventilatoren)
- Standort der Rückkühler prüfen und allenfalls mit Lärmschutzwand auf dem Dach gegen die Nachbarschaft abschirmen

Als Lärmschutzmassnahme werden leisere Rückkühler gewählt und die Ventilator Drehzahl von 22 bis 06 Uhr reduziert. Der Schalldruckpegel der Rückkühler beträgt in 10 m Entfernung 43 bis 55 dB(A). Der Summenpegel von 4 Rückkühlern beträgt bei hoher Drehzahl $55 \text{ dB(A)} + 10 \cdot \log(4) = 61.0 \text{ dB(A)}$ und von 6 Rückkühlern bei tiefer Drehzahl $43 \text{ dB(A)} + 10 \cdot \log(6) = 50.8 \text{ dB(A)}$.

Es wird von einem schwach hörbaren Tongehalt und einem nicht hörbaren Impulsgehalt ausgegangen (Normalfall). Die Beurteilung erfolgt für die Nacht.

	Werte	
Rückkühler	4 Stk.	6 Stk.
Drehzahl Stufe	II	I
Betriebszeit	6 – 22 Uhr	22 – 6 Uhr
L_p in 10 m Abstand	je 55 dB(A)	je 43 dB(A)
$L_{p,tot}$ in 10 m Abstand	61 dB(A)	51 dB(A)
s	120 m	
K1 Nacht	10 dB	
K2	2 dB	
K3	0 dB	
PW ES III Nacht	50 dB(A)	

Lärmphase 1 (19 – 22 Uhr und 06 – 07 Uhr): $t_1 = 4 \text{ Stunden} = 240 \text{ Min.}$

Lärmphase 2 (22 – 06 Uhr): $t_2 = 8 \text{ Stunden} = 480 \text{ Min.}$

$$L_{eq,1} = 61 \text{ dB(A)} - 20 \cdot \log(120 \text{ m} / 10 \text{ m}) = 61 \text{ dB(A)} - 21.6 \text{ dB(A)} = 39.4 \text{ dB(A)}$$

$$L_{r,1} = 39.4 \text{ dB(A)} + 10 \text{ dB} + 2 \text{ dB} + 0 \text{ dB} + 10 \cdot \log(240 \text{ Min.} / 720 \text{ Min.}) = 51.4 \text{ dB(A)} - 4.8 \text{ dB} = 46.6 \text{ dB(A)}$$

$$L_{eq,2} = 50.8 \text{ dB(A)} - 20 \cdot \log(120 \text{ m} / 10 \text{ m}) = 50.8 \text{ dB(A)} - 21.6 \text{ dB(A)} = 29.2 \text{ dB(A)}$$

$$L_{r,2} = 29.2 \text{ dB(A)} + 10 \text{ dB} + 2 \text{ dB} + 0 \text{ dB} + 10 \cdot \log(480 \text{ Min.} / 720 \text{ Min.}) = 41.4 \text{ dB(A)} - 1.8 \text{ dB} = 39.4 \text{ dB(A)}$$

$$L_r = 10 \cdot \log(10^{0.1 \cdot L_{r,1}} + 10^{0.1 \cdot L_{r,2}}) = 47.4 \text{ dB(A)}$$

Der Beurteilungspegel beträgt 47 dB(A) beim Betrieb der Rückkühler. Der Planungswert von 50 dB(A) in der Nacht kann mit den vorgesehenen Lärmschutzmassnahmen eingehalten werden.

4.3 Erläuterungen und Hinweise

Die Berechnung der zwei unterschiedlichen Betriebsstufen erfolgt als zwei separate Lärmphasen. Für die Beurteilung der Lärmimmissionen der Anlage werden die Beurteilungspegel der zwei Lärmphasen energetisch addiert.

5. Anlage mit mehreren unterschiedlichen Lärmquellen

5.1 Fakten

Bei einem Gewerbegebäude wird die Lüftung erneuert. Dazu sind neben dem eigentlichen Lüftungsaggregat (Monoblock) noch eine Kältemaschine geplant. Beide Aggregate sollen auf dem Flachdach stehen, der Monoblock direkt an der Fassade eines Dachaufbaus, die Kältemaschine etwas abseits davon freistehend auf dem Flachdach.

Das Gebäude mit der bestehenden Lüftung wurde nach der Inkraftsetzung des USG realisiert und gilt daher als neue ortsfeste Anlage. Somit müssen weiterhin gemäss Art. 7 LSV die Planungswerte eingehalten werden.

Als massgebender Ermittlungsort gilt eine Wohnung im benachbarten Gebäude, welches sich in der Gewerbezone mit Wohnen mit der Empfindlichkeitsstufe ES III befindet. Massgebend ist insbesondere die Beurteilung in der Nacht.

5.2 Beurteilung

Beide Aggregate können mittels dem einfachen Lärmschutznachweis für HLKK Anlagen unabhängig gerechnet werden.

Monoblock:

Der Monoblock befindet sich 52 m vom Ermittlungsort entfernt an einer Fassade und läuft in der Nacht durch.

	Werte
L_p in 10 m Abstand	46 dB(A)
L_{WA}	74 dB(A)
Distanz s	52 m
Richtwirkungskorrektur D_c	6 dB
K1 Nacht	10 dB
K2	2 dB
K3	0 dB
Betriebsdauer t	720 Minuten
Teilbeurteilungspegel 1 $L_{r,1}$	46.7 dB(A)

Kältemaschine:

Die Kältemaschine befindet sich 41 m vom Ermittlungsort entfernt, freistehend auf dem Dach und läuft in der Nacht zwischen 22 und 06 Uhr nicht.

	Werte
L_p in 1 m Abstand	68 dB(A)
L_{WA}	76 dB(A)
Distanz s	41 m
Richtwirkungskorrektur D_c	3 dB
K1 Nacht	10 dB
K2	2 dB
K3	0 dB
Betriebsdauer t	240 Minuten
Pegelkorrektur	-4.8 dB
Teilbeurteilungspegel 2 $L_{r,2}$	43.0 dB(A)

Da beide Aggregate zur selben Anlage gehören, muss anschliessend überprüft werden, dass die Lärmemissionen beider Aggregate zusammen den Anlagengrenzwert nicht überschreiten. Dazu werden die beiden Teilbeurteilungspegel energetisch addiert:

$$L_{r, \text{tot}} = 10 \cdot \log(10^{0.1 \cdot L_{r,1}} + 10^{0.1 \cdot L_{r,2}}) = 48.2 \text{ dB(A)}$$

Der Planungswert der ES III von 50dB(A) in der Nacht kann somit eingehalten werden.

1. Lärmmessung

1.1 Generelles

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

So kann z. B. eine Messung an einer Referenzanlage erforderlich werden, wenn vom Hersteller keine Daten zum Schallleistungspegel einer Anlage vorliegen und somit der Nachweis über die Einhaltung der Planungswerte nicht vorgängig (z. B. in einem Baubewilligungsverfahren) möglich ist. Messungen können ausserdem bei der Behandlung von Lärmklagen, oder wenn Zweifel an der Richtigkeit von Angaben vorliegen zur Anwendung kommen.

1.2 Anforderung an die Messung

Bei Lärmklagen ist die Messung nach Möglichkeit beim Kläger in der Mitte des offenen Fensters (Ermittlungsort, Art. 39 LSV) durchzuführen, soweit das aufgrund von Störgeräuschen möglich ist. Allenfalls ist der Grundgeräuschpegel separat zu messen und vom Messwert energetisch zu subtrahieren, oder der Schalldruckpegel wird näher an der Anlage gemessen und auf die Distanz des Beurteilungsortes (Fenster) umgerechnet.

Da am Tag häufig Störgeräusche vorhanden sind und es bei den modulierenden Anlagen (drehzahl geregelt) schwierig ist, die Anlage manuell in einen definierten Betriebszustand mit maximaler Drehzahl zu setzen, wird empfohlen eine Langzeitmessung über mehrere Nächte und bei möglichst repräsentativen Aussentemperaturen, wie sie am Standort während der Betriebszeit üblich sind, durchzuführen. Das Mikrofon kann gemäss den Vorgaben des BAFU⁸ direkt aussen auf dem geschlossenen Fenster befestigt werden.

Gegenüber dem Messwert im offenen Fenster ist bei dem Messwert auf der Fensterscheibe 5 dB abzuziehen.

- a) Die Messanordnung soll möglichst einfach und reproduzierbar sein.
- b) Die Messung darf nicht durch Störgeräusche verfälscht werden. Der Hintergrundpegel sollte am Ort der Messung deutlich tiefer sein als der Schalldruckpegel der Anlage. Allenfalls muss die Messung näher bei der Anlage erfolgen, falls dies möglich und vertretbar ist.
- c) Das Messgerät muss der Güteklasse 1 nach IEC 61672 entsprechen sowie eine Zulassung und eine gültige Eichung des METAS aufweisen.

1.3 Inhalt des Messberichtes

Im Messprotokoll sind folgende Angaben notwendig:

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

- g) Nebengeräusche (Art der Nebengeräusche, Pegel, Dauer)
- h) Messunsicherheit

⁸ Methode zur Ermittlung der Aussenlärm-Immissionen bei geschlossenem Fenster

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

Der auf Basis der Messung berechnete A-bewertete Mittelungspegel am Immissionsort bildet zusammen mit den zu bestimmenden Pegelkorrekturen für Ton- und Impulsgehalt die Grundlage für die Ermittlung des Beurteilungspegels gemäss Kap. 2.4 der Vollzugshilfe.