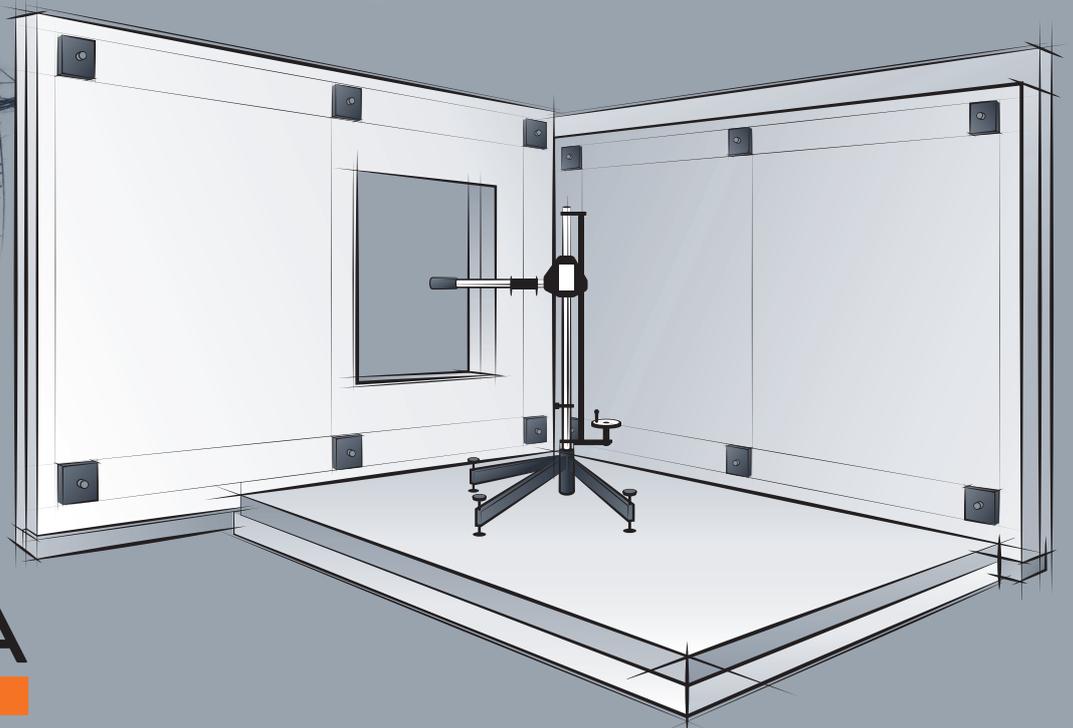


Abschlüsse und Markisen

Projekt Schall



Stand Oktober 2022
Herausgeber:

IVRSA

INDUSTRIEVEREINIGUNG

Rollladen-Sonnenschutz-Automation

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	4
1.1 Allgemein	4
1.2 Geltungsbereich und Aufbau der Projektzusammenfassung	4
2. Grundlagen Schall	5
2.1 Physikalische Größen	5
2.1.1 Frequenz	5
2.1.2 Schalldruck, Schalldruckpegel	6
2.1.3 Schallleistung, Schallleistungspegel	7
2.1.4 Luftschalldämmung/Schalldämm-Maß	8
2.2 Menschliches Gehör/Geräuschwarnehmung	10
2.3 Emission und Immission	12
2.4 Schallausbreitung in Gebäuden	12
2.5 Schallausbreitung im Freien	14
3. Anforderungen innerhalb und außerhalb von Gebäuden	15
3.1 Allgemeines	15
3.2 BImSchG und TA-Lärm	15
3.3 DIN 4109:2018 und VDI 4100:2012	17
4. Ermittlung der Geräuschimmissionen durch Messung	19
4.1 Messung im Innenbereich	19
4.2 Messung im Außenbereich	21
4.3 Labormessung	21
4.4 Grundlegende Messungen an Abschlüssen	21
4.4.1 Allgemeines	21
4.4.2 Versuchsaufbau	22
4.4.3 Versuchsdurchführung	23
4.4.4 Ergebnisse	24
4.4.5 Übertragungsfunktion	25
5. Schallminderung	27
5.1 Allgemeine Anregungen zur Bauausführung	27
5.2 Produktbezogene Baumaßnahmen	28
5.2.1 Rollläden	28
5.2.2 Außenjalousien, Raffstores und deren Blenden	29
5.2.3 Markisen	30
5.3 Produktbezogene Maßnahmen	31
5.3.1 Motoren	31
5.3.2 Rollläden	32
5.3.3 Außenjalousien, Raffstores und deren Blenden	32
5.3.4 Markisen	32

6. Untersuchungen am Lochplattenprüfstand	33
6.1 Einleitung	33
6.2 Lochplattenprüfstand	33
6.2.1 Messtechnische Ausstattung	33
6.2.2 Prüfaufbau	34
6.2.3 Prüfungsvorbereitung	35
6.2.4 Einbau des Rollladens	35
6.3 Prüfung	36
6.4 Vergleichsmessung	37
6.5 Einfluss der Rahmenverschraubung	37
6.6 Untersuchungen mit Aufsatzrollladen	38
6.7 Abschließende Bewertung	40
6.8 Offene Punkte	40
7. Fazit	41
8. Normen- und Richtlinienübersicht Schall	42
9. Abbildungsverzeichnis	44
10. Glossar	45

1. Vorwort

1.1 Allgemein

Diese Projektzusammenfassung soll grundlegende Zusammenhänge zum Thema Schallentstehung und Schallausbreitung in Bezug auf äußere Abschlüsse und Markisen beschreiben und erläutern. Zudem nennt sie aktuelle Regelwerke zu diesem Thema.

Des Weiteren soll diese Projektzusammenfassung aber auch verdeutlichen, dass die Wahrnehmung von Geräuschen durch Menschen sehr individuell und subjektiv ist. Eine objektive Bewertung kann daher nur anhand der Messung von normativ definierten Kenngrößen erfolgen.

Diese Projektzusammenfassung richtet sich an Architekten, Planer, Konstrukteure, Entwickler, bauausführende Firmen und Fachbetriebe.

1.2 Geltungsbereich und Aufbau der Projektzusammenfassung

Diese Projektzusammenfassung gilt für alle äußeren und inneren Abschlüsse und Markisen im Bauwesen und soll den aktuellen Stand der Geräuschenstehung, deren Vermeidung und Beurteilung darstellen. Die Projektzusammenfassung ist in folgende Kapitel eingeteilt: Grundlagen zum Thema Schall, Schallgrenzwerte innerhalb und außerhalb von Gebäuden, Ermittlung der Geräuschimmissionen durch Messung, Maßnahmen zur Schallminderung und einem abschließenden Fazit.

Länderspezifische Regelwerke sind in dieser Projektzusammenfassung nicht berücksichtigt, sollten jedoch beachtet werden.

Die Kapitel 1-5 entsprechen dem Stand März 2017.

Kapitel 6 ergänzt die Projektzusammenfassung durch weiterführende Untersuchungen mit einem modifizierten Prüfaufbau (Lochplattenprüfstand für haustechnische Geräte).

Kapitel 7 wurde um ein Fazit aus den weiterführenden Untersuchungen ergänzt.

Kapitel 8 - 10 beinhalten den Normen- und Richtlinienstand sowie das Abbildungsverzeichnis in ergänzter Form.

2. Grundlagen Schall

Das Thema Schall ist äußerst komplex. In diesem Abschnitt sollen zum besseren Verständnis die Grundlagen erläutert werden.

2.1 Physikalische Größen

Jede Geräuschquelle, sei es nun ein Raffstore, Rollladen, ein Auto oder ein Flugzeug, emittiert Schall, was als Schallemission bezeichnet wird. Der emittierte Schall breitet sich aus, sei es innerhalb und/oder außerhalb eines Gebäudes, und kann an einem Ort gemessen werden, der dann als Immissionsort bezeichnet wird. Um die akustischen Eigenschaften der Schallquelle und zum anderen des Schallereignisses am Immissionsort zu beschreiben, werden verschiedene physikalische Größen verwendet, die nachfolgend erläutert werden.

2.1.1 Frequenz

Eine Schallquelle versetzt die Luftteilchen in Schwingung. Die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde ist die Frequenz (Hz). Je mehr Schwingungen pro Sekunde auftreten, desto höher ist die Frequenz eines Tons.

Man unterscheidet folgende Frequenzbereiche:

Infraschall

Lässt die Luftteilchen langsam schwingen, d. h. unter ca. 16 Hz. Unser Ohr "hört" nichts, aber wir "spüren" manchmal etwas. Die Natur liefert Infraschall, z. B. bei Sturm, Gewitter, Erdbeben. Auch die Technik kennt Infraschallquellen wie z. B. Brenner, Kamine, Raketen, Rotoren von Windenergieanlagen.

Für uns Menschen stellt dieser Infraschall meist einen zusätzlichen Stressfaktor dar und kann daher z. B. zu einem Beklommenheitsgefühl und Übelkeit führen.

Hörschall

Wird vom menschlichen Ohr wahrgenommen und liegt im Frequenzbereich von ca. 16 Hz - 20000 Hz, wobei die untere Grenze sehr tiefen Tönen (z. B. Orgel) und die obere Grenze sehr hohen Tönen (z. B. Zirpen einer Grille) entspricht.

Ultraschall

Geräusche bei Frequenzen über 20000 Hz werden vom Menschen nicht mehr wahrgenommen.

Wesentliche Bedeutung hat der Ultraschall im Frequenzbereich bis ca. 30000 Hz in der Technik. Eine industrielle Anwendung ist z. B. das Ultraschallschweißen von Kunststoffen oder die Abstandsmessung bei Einparkhilfen von Fahrzeugen.

Wenn wir bei Ultraschallgeräten dennoch etwas hören, so sind das nicht vermeidbare Nebengeräusche im Hörschall, aber nicht der Ultraschall selbst.

2.1.2 Schalldruck, Schalldruckpegel

Durch die auftretenden Schwingungen der Teilchen entstehen Druckminima und -maxima in der Luft, die sich wellenförmig ausbreiten. Der Schalldruck kann als Wecheldruck um den atmosphärischen (Luft-)Druck verstanden werden. Je größer der Schalldruck ist, umso lauter wird das Geräusch wahrgenommen:

Die Schalldruckschwankungen dieses Wecheldrucks sind im Vergleich zum atmosphärischen Druck sehr klein:

- atmosphärischer Luftdruck etwa 100.000 Pa
- Schalldruck etwa 0,00002 Pa (Hörschwelle) bis 20 Pa (Schmerzgrenze)

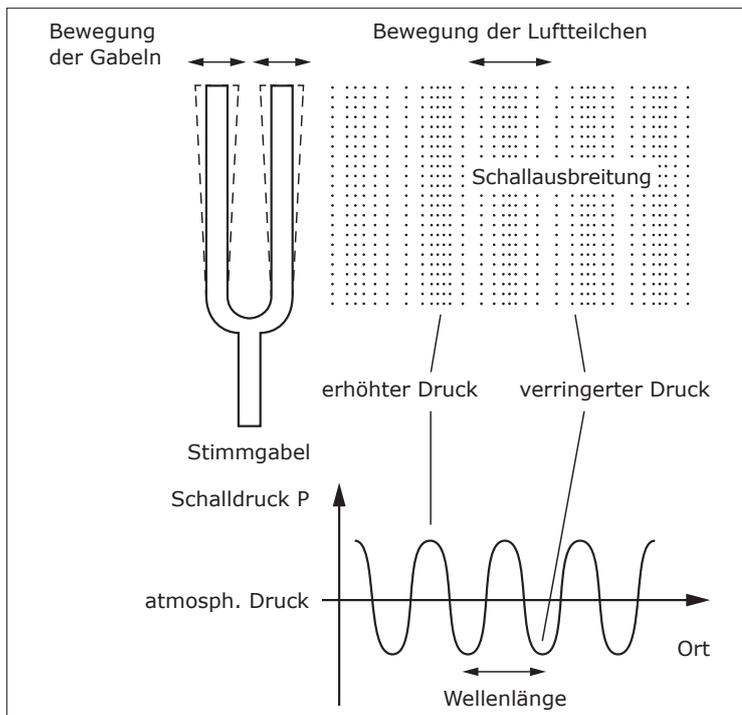


Abbildung 1: Physikalischer Zusammenhang Schalldruckpegel

Aufgrund der unhandlichen Zahlenwerte von 0,00002 Pa bis 20 Pa wurde ein logarithmischer Bezug eingeführt. Der Schalldruckpegel ist ein logarithmisches Maß zur Beschreibung der Amplitude des Schalldrucks. Der Hörbereich umfasst Schalldruckpegel in etwa zwischen 0 dB (Hörschwelle) und 130 dB (Schmerzgrenze). Der Schalldruckpegel beschreibt die Wecheldruckschwankungen an einem bestimmten Ort und kann z. B. mit Hilfe eines Mikrofons an diesem Ort gemessen werden. Außerhalb von Gebäuden ist der Schalldruckpegel immer abhängig von der Entfernung zur Schallquelle. Das bedeutet, je größer die Entfernung zur Schallquelle ist, umso kleiner ist der Schalldruckpegel.

Der Schalldruckpegel ist die messtechnische Größe, die z. B. für die Einhaltung der Anforderungen an Geräusche in schutzbedürftigen Räumen aus gebäudetechnischen Anlagen maßgeblich ist.

Häufig werden die Begriffe Schalldruckpegel und Schalleistungspegel verwechselt oder fälschlicherweise synonym gebraucht oder einfach nur als Schallpegel bezeichnet. Der Begriff Schallpegel muss immer genau definiert werden.

In nachfolgender Abbildung ist der Schalldruckpegel in unterschiedlichen Umgebungen dargestellt. Zum Vergleich ist auch der jeweils zugehörige Schalldruck (in Pascal) angegeben.

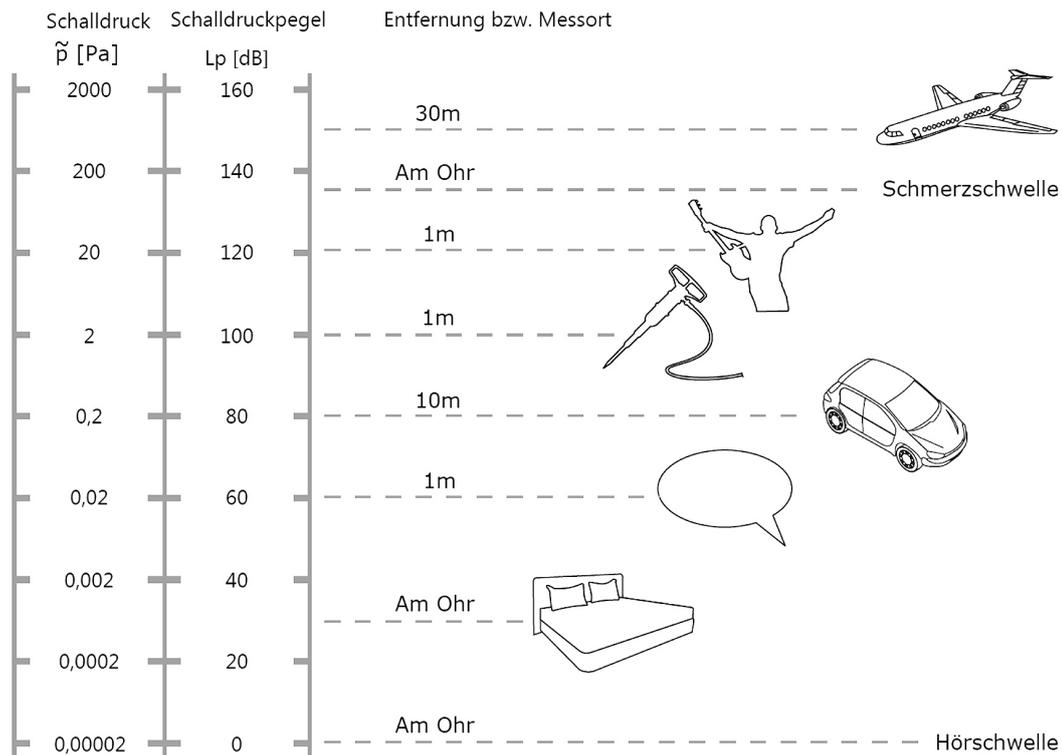


Abbildung 2: Qualitative Wahrnehmung des Schalldrucks bzw. Schalldruckpegels

2.1.3 Schalleistung, Schalleistungspegel

Die gesamte durch eine Schallquelle pro Zeiteinheit ausgesandte Schallenergie wird als Schalleistung bezeichnet. Die Schalleistung ist eine Größe, die nicht unmittelbar gemessen, sondern über verschiedene indirekte Verfahren ermittelt werden kann. Die Schalleistung beschreibt die Stärke der Schallquelle. Je stärker eine Schallquelle ist, desto höher ist die Schalleistung, d. h. desto mehr Schallenergie wird pro Zeiteinheit ausgesandt.

Ausgehend von der Schallquelle breitet sich der Schall wellenförmig aus und bildet ein Schallfeld (= Schalldruckverteilung in einem Raum oder im Freien). Der im vorherigen Abschnitt behandelte Schalldruck beschreibt somit dieses Schallfeld um die Schallquelle.

Der Schalleistungspegel ist das logarithmische Maß zur Kennzeichnung der Schalleistung (vgl. Schalldruck – Schalldruckpegel).

Sind die Schalleistung einer Quelle sowie die akustischen Eigenschaften der Umgebung bekannt, kann daraus der Schalldruckpegel an einem bestimmten Ort berechnet werden (Beispiel: Lärmbelastung in einer Werkhalle). Anhand des Schalleistungspegels kann die Stärke von Geräuschquellen miteinander verglichen werden.

In nachfolgender Abbildung ist der Zusammenhang zwischen der Schalleistung einer kugelförmig abstrahlenden Schallquelle und dem Schalldruck bildlich dargestellt.

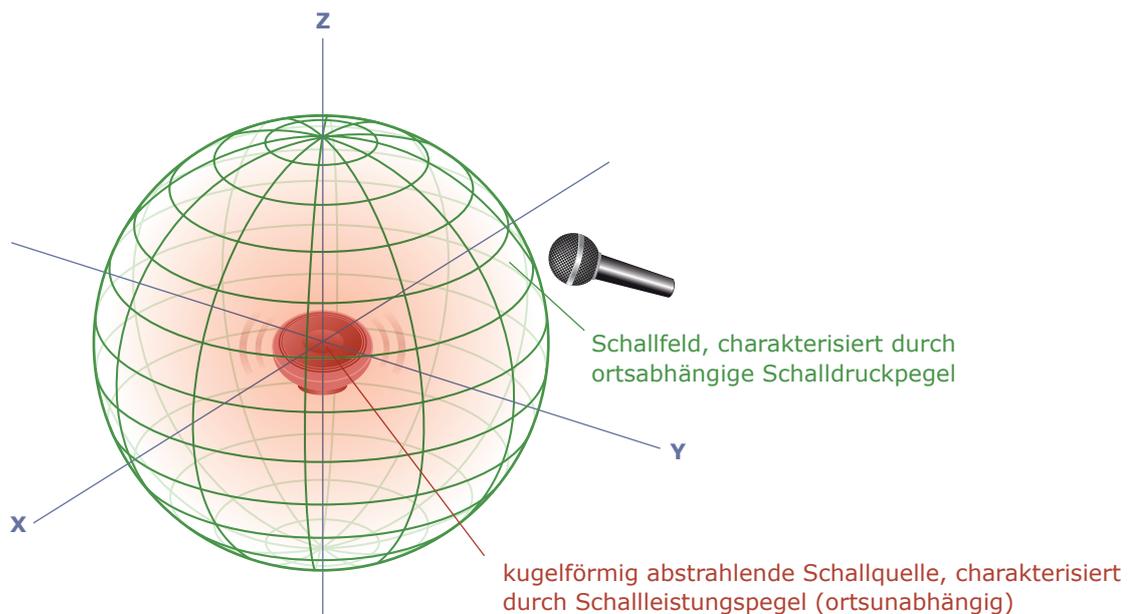


Abbildung 3: Schalleistung

2.1.4 Luftschalldämmung/Schalldämm-Maß

Im Bereich der Gebäudefassaden ist die Luftschalldämmung ein Schwerpunkt in der Planung. Lärmbelästigung durch Straßenverkehr (z. B. Bahn und Flugzeug) werden immer intensiver wahrgenommen. Dadurch werden die Anforderungen der Luftschalldämmung an die Fassade immer häufiger abgefragt.

Beim Luftschall wird die Luft zu Schwingungen angeregt. Der Luftschall sind Geräusche, die in der Umgebung z. B. durch oben genannte Fortbewegungsmittel erzeugt werden.

Zwecks Eindämmung der Luftschallemission können Bauteile in der Fassade, je nach Anforderung der Schallschutzemission ausgerichtet werden. Dazu wird im Labor der Luftschalldämmwert bestimmt.

Um den Luftschalldämmwert von Bauteilen zu ermitteln, werden diese in einem Prüfstand nach DIN EN 10140-2 geprüft. Die Messung findet zwischen zwei Räumen statt. Zwischen dem lauten Senderraum und dem leisen Empfangsraum.

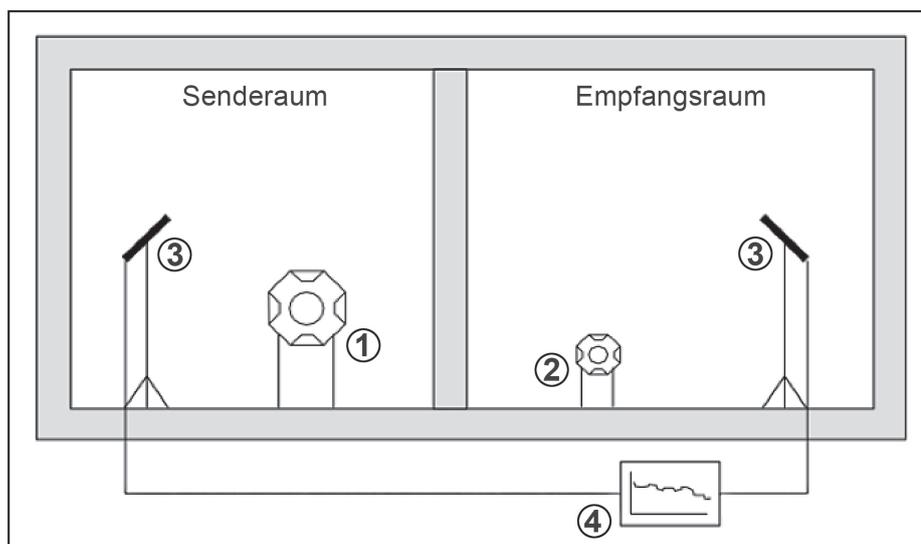


Abbildung 4: Messaufbau Luftschalldämmung

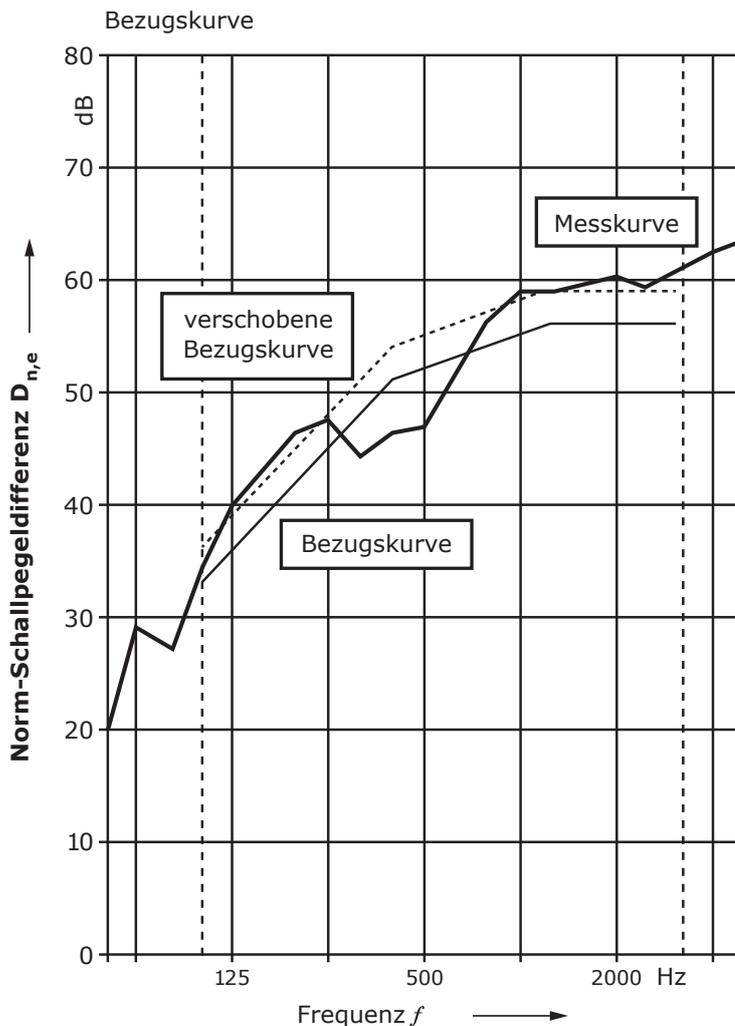


Abbildung 5: Schalldruckdifferenz über Frequenz

Für die Messung wird im Senderaum ein Dodekaeder mit insgesamt 12 Lautsprechern aufgebaut. Dadurch strahlt der Schall kugelförmig in alle Richtungen des Raumes.

Die Messung der Luftschalldämmung erfolgt gemäß der Messvorschrift DIN EN ISO 140 Teil 4 (4). Die mittleren Schalldruckpegel im Sende- und Empfangsraum werden im Frequenzbereich von 50 Hz – 5000 Hz gemessen. Im Sende- und Empfangsraum werden die erzeugten Pegelwerte in Terzschritten über zwei Kondensatormikrofone gemessen und aufgezeichnet. Aus diesen Werten und der im Empfangsraum bestimmten Nachhallzeit in Terzschritten werden mit dem integrierten Prozessrechner des Schallpegelanalysators die Schalldämm-Maße bestimmt.

Nach DIN EN ISO 717 wird das bewertete Schalldämm-Maß $D_{n,e,w}$, $R_{w1,9}$ bzw. R_w ermittelt.

Bei diesen Werten werden verschiedene Flächenbezüge genommen. Der $D_{n,e,w}$ steht für das Schalldämm-Maß der gesamten Prüfwand.

Aufgrund der Vielfalt der Einbaumöglichkeiten wird bei Rollladenkästen und Raffstorenkästen das Fenster oftmals durch einen Dummy simuliert. In einer weiteren Auswertung wird der $R_{w1,9}$ für die Fensterfläche und der R_w für die Größe des Bauteils ermittelt.

Für das Schalldämm-Maß einer Wand sind die Prüfwerte der Bauteile maßgeblich. Im Fall von Rollladen- und Raffstorenkästen ist der R_w -Wert mit einem Vorhaltemaß von 2 dB in der Berechnung anzusetzen.

2.2 Menschliches Gehör/Geräuschwahrnehmung

Innerhalb des unter 2.1.1 beschriebenen Hörbereichs von ca. 16 Hz bis 20.000 Hz ist die Empfindlichkeit des Gehörs frequenzabhängig.

Generell gilt, dass das Gehör bei tiefen Frequenzen weniger empfindlich als bei hohen Frequenzen ist. Die Empfindlichkeit des Gehörs hängt aber nicht nur von der Frequenz, sondern auch von der Höhe des Schalldruckpegels ab. Daher wurden Frequenzbewertungskurven für unterschiedliche Pegelbereiche eingeführt.

In der Praxis wird meist die sog. A-Bewertung verwendet, die der Empfindlichkeit des Gehörs bei Schalldruckpegeln um etwa 40 dB entsprechen soll.

In Abbildung 4 sind die frequenzabhängigen Korrekturwerte dargestellt, die für eine A-Bewertung zu den gemessenen frequenzabhängigen Schalldruckpegeln zu addieren sind.

Beispiel:

Der gemessene Schalldruckpegel wird durch die A-Bewertung bei 125 Hz um ca. 16 dB reduziert, bei 2500 Hz um ca. 1 dB erhöht und bei 1000 Hz ändert sich durch die A-Bewertung nichts. Durch die A-Bewertung wird für jede Frequenz der physikalisch gemessene Schalldruckpegel entsprechend der Empfindlichkeit unseres Gehörs korrigiert und somit der Wahrnehmung angepasst. Der nach diesem Verfahren berechnete Pegel wird als A-bewerteter Schalldruckpegel bezeichnet.

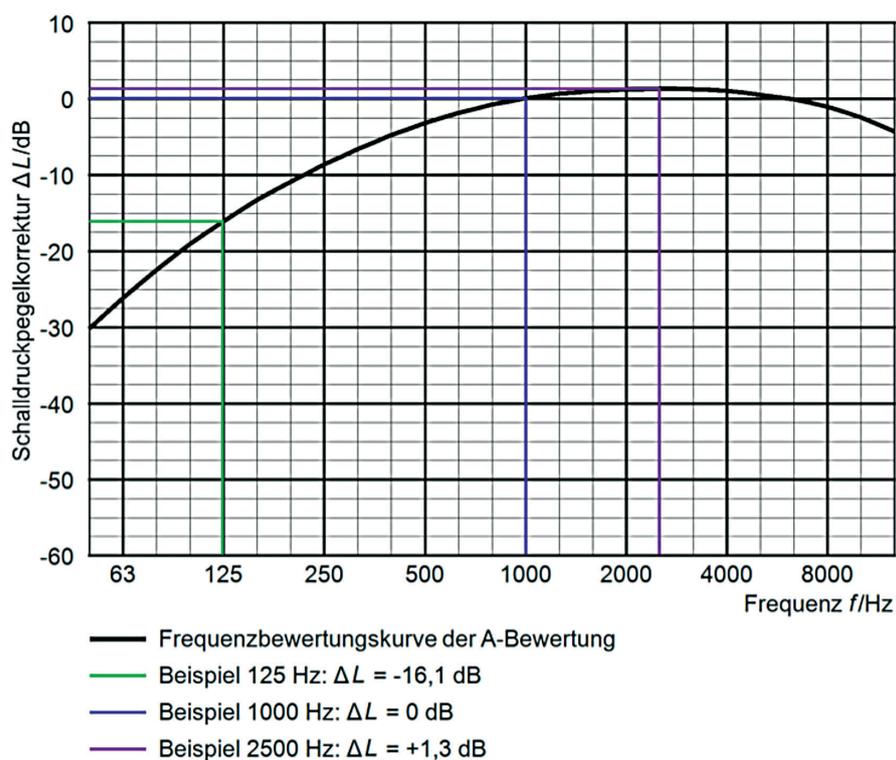


Abbildung 6: Frequenzbewertungskurve

Ein Beispiel eines gemessenen Schalldruckpegels in einem Callcenter während der Arbeitszeit ist in nachfolgender Grafik frequenzabhängig dargestellt. Zum Vergleich ist der Pegel einmal unbewertet (Messwert) und A-bewertet abgebildet.

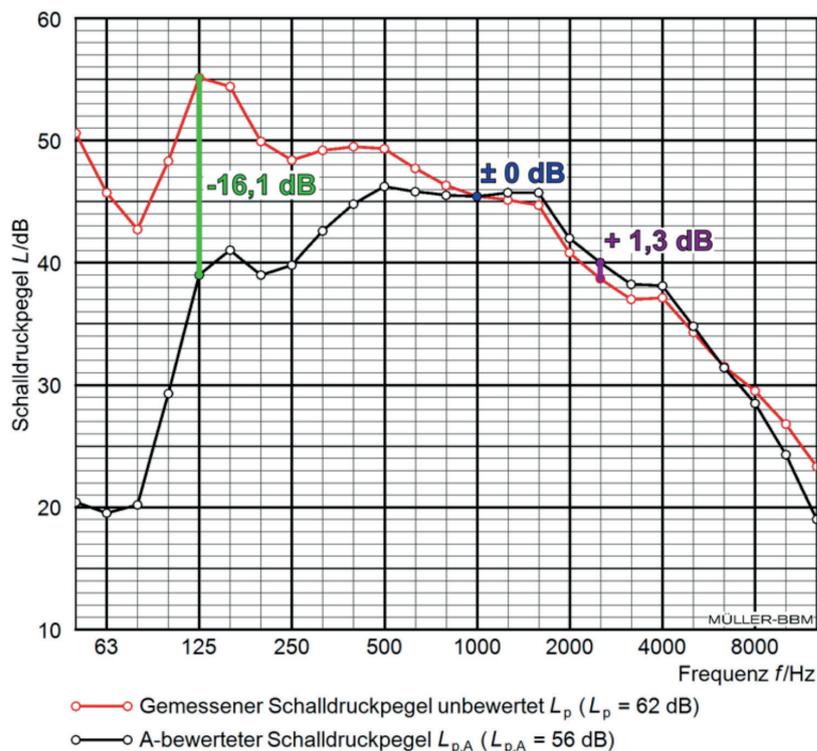


Abbildung 7: Beispiel eines A-bewerteten Schalldruckpegels

Weitere in der Praxis seltener verwendete Bewertungskurven sind die B- und die C-Bewertung, die der Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs bei höheren Pegeln entsprechen sollen (ca. 80 dB bzw. 100 dB). In der Baupraxis sind diese Bewertungskurven i. d. R. nicht relevant.

Ob ein Schalldruck- oder Schalleistungspegel A-bewertet ist, lässt sich am Index erkennen, z. B. L_{pA} für einen A-bewerteten Schalldruckpegel oder L_{WA} für einen A-bewerteten Schalleistungspegel. Üblich, wenn auch nicht normgemäß, ist auch eine Kennzeichnung in der Einheit, also dB(A).

In der subjektiven Wahrnehmung von Geräuschen führt eine Pegelzunahme um 10 dB zu einer empfundenen Verdopplung der Lautstärke. Im Allgemeinen gelten Pegelunterschiede von 1 dB als gerade noch wahrnehmbar, von 3 dB als wahrnehmbar und von 5 dB als deutlich wahrnehmbar. Diese Zusammenhänge sind jedoch nur für Schalldruckpegel über 40 dB(A) zutreffend.

Bei niedrigen Schalldruckpegeln unter ca. 40 dB(A) führen bereits deutlich geringere Pegelanstiege zu einer empfundenen Lautstärkeverdopplung.

2.3 Emission und Immission

Die Aussendung von Schall durch eine Schallquelle wird als Schallemission bezeichnet und die Stärke der Schallquelle als Schallleistungspegel angegeben. Die Einwirkung von Schall auf einen bestimmten Ort wird als Schallimmission bezeichnet und als Schalldruckpegel gemessen. Die untere Abbildung stellt grafisch den Zusammenhang zwischen Emissionen und Immissionen dar.

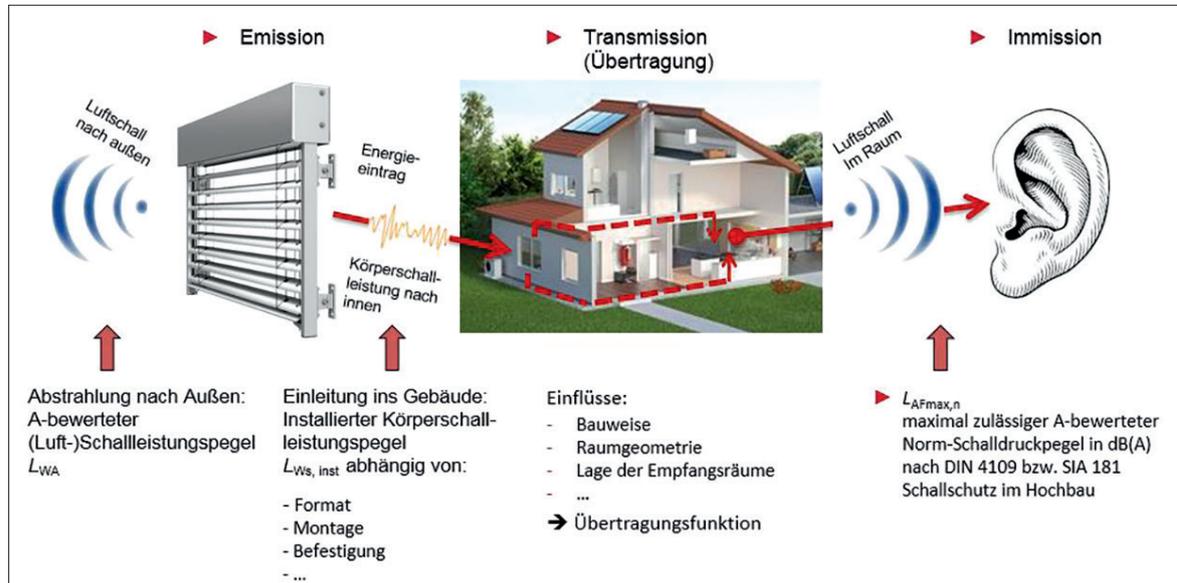


Abbildung 8: Schallemission und -immission

2.4 Schallausbreitung in Gebäuden

Bei der Beschreibung der Schallausbreitung in Gebäuden wird zwischen zwei Arten der Schallentstehung unterschieden: Luftschall und Körperschall.

- Luftschall wird von einem Geräuscherzeuger (z. B. Musikanlage, sprechende Person, Heizkessel, etc.) in den Raum abgestrahlt und über den Baukörper in angrenzende Räume weitergeleitet.
- Körperschall wird direkt in den Baukörper eingeleitet (z. B. Trittschall beim Gehen, Elektromotoren der Aufzugsanlage, motorisch betriebene Rollläden, etc.) und dann, ebenso wie beim Luftschall, über den Baukörper weitergeleitet.

Vom Menschen wahrnehmbar ist in beiden Fällen der von den schwingenden Bauteilen abgestrahlte Luftschall im Raum (*Abbildung 8*).

Bei der Schallausbreitung in Gebäuden sind meist nicht nur die direkt trennenden Bauteile zwischen zwei Räumen (z. B. Wohnungstrennwand) beteiligt, sondern auch die flankierenden Bauteile. Durch die Schalllängsleitung (auch Flankenübertragung genannt) wird Schall auch über diese Bauteile in angrenzende Räume übertragen (*Abbildung 9*). Zudem kann eine Luftschallübertragung zwischen Räumen auch über einen direkten Luftschallweg (z. B. durch Schlitze oder sonstige Öffnungen in Wänden) erfolgen.

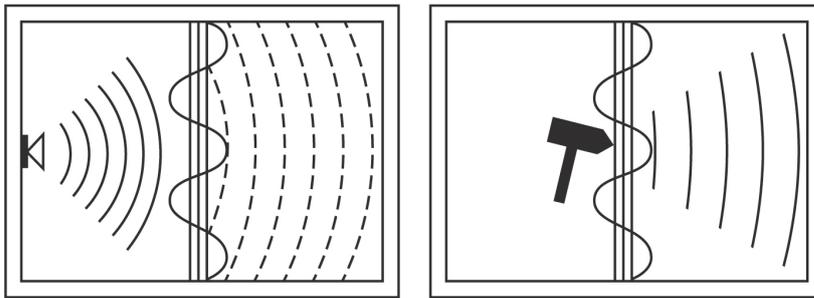
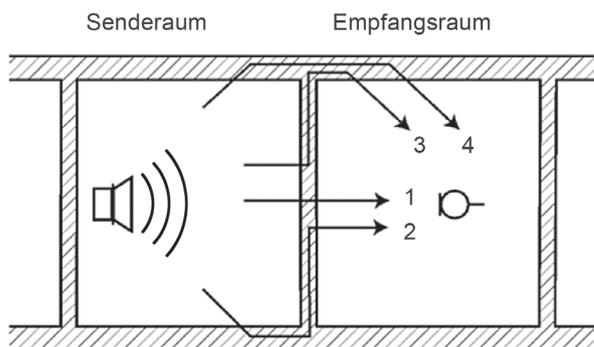


Abbildung 9: Luftschall (links) und Körperschall (rechts)



- 1 Direkt-Schallübertragung über Trennwand
- 2 Flankenübertragung über Längswand
- 3 Flankenübertragung über Trennwand
- 4 Direkt-Schallübertragung über Längswand

Abbildung 10: Direktschall-Übertragung und Flankenübertragung

Bei Anlagen der Gebäudetechnik (z. B. Aufzüge, Wärmepumpen oder auch elektrisch betriebene Rollläden, etc.) sind i. d. R. beide Arten der Schallentstehung vorhanden. Um die Geräuschübertragung solcher Anlagen in angrenzende Wohnräume zu minimieren, sind daher beide Arten der Schallentstehung zu berücksichtigen. Im Bereich des Luftschalls stehen hierfür eine Vielzahl von Maßnahmen zur Verfügung, sowohl technische an der Anlage selbst (leisere Motoren, Schallschutzhauben, etc.) als auch bauliche am Gebäude schalltechnisch günstige Bauweisen, siehe hierzu Kapitel 5. Bezüglich der Körperschalleinleitung ist die wirksamste Maßnahme, das schwingende Gerät schallentkoppelt aufzustellen, bzw. zu befestigen. Dabei kommt es immer wieder zu Problemen, da aus statischen Gründen häufig eine möglichst starre Verbindung zum Baukörper erforderlich, aus schalltechnischen Gründen genau dies jedoch zu vermeiden ist. Auch in Fällen, in denen eine Körperschallentkopplung vorgesehen ist, kommt es gelegentlich in der Bauausführung zur Überbrückung der entkoppelnden Maßnahme. In diesem Fall spricht man von sogenannten Schallbrücken. Dies trifft z. B. auf nachfolgend dargestellte Gewerke zu:

Gewerk	typische Schallbrücken
Wasserinstallationen	Unvollständige oder unzureichende Ummantelung mit Entkopplungsmatten, starre Verbindung an Baukörper durch Mörtel oder Verbindungsmittel
Aufzug	Starre Anbindung der Antriebstechnik, von Schaltern oder anderen Körperschallerzeugenden Bauteilen
Estriche	Überbrückung der Trittschalldämmung eines schwimmend gelagerten Estrichs durch Mörtel, einlaufende Zementmilch, etc.
Elektrische Rollläden	Starre Anbindung der Antriebstechnik im Rollladenkasten oder des Rollladens am Baukörper, siehe hierzu auch Kapitel 5

Tabelle 1: Typische Schallbrücken

2.5 Schallausbreitung im Freien

Grundsätzlich gilt, dass die von einer Schallquelle abgestrahlte Schallleistung sich mit zunehmendem Abstand von der Schallquelle auf eine zunehmend größer werdende Fläche verteilt. Daraus ergibt sich eine kontinuierliche Verringerung des Schalldrucks mit zunehmendem Abstand von der Schallquelle.

Folgende Faktoren haben Einfluss auf die Schallausbreitung:

- Abschattung durch massive Hindernisse, wie z. B. Gebäude, Mauern oder Geländeformationen
- Schalllenkung durch Reflexionen an schallreflektierenden Oberflächen, wie z. B. Putz- und Glasfassaden von Gebäuden oder Böden mit Asphalt- und Steinoberfläche
- Minderung der Schallausbreitung durch schallabsorbierende Oberflächen, wie z. B. eine Grünfläche, Bäume, Sträucher, frisch gefallener Schnee oder ähnliches
- Zusätzliche Ausbreitungsdämpfung durch Luftfeuchtigkeit
- Schalllenkung in Abhängigkeit von der Temperaturschichtung z. B. bei Inversionswetterlage oder der Windrichtung

Für die schalltechnische Beurteilung äußerer Abschlüsse ist diese Art der Schallausbreitung i. d. R. nicht relevant. Beschwerden über eine Luftschallübertragung z. B. zwischen gegenüberliegenden Gebäuden sind bis dato nicht bekannt. Baurechtliche Anforderungen bestehen ohnehin nicht, wie später im Kapitel 3.2 noch erläutert wird. Wenn Beschwerdefälle auftreten, handelt es sich meist um eine Schallübertragung innerhalb des Gebäudes.

3. Anforderungen innerhalb und außerhalb von Gebäuden

3.1 Allgemeines

Bezüglich der Anforderungen an Geräusche aus dem Betrieb motorisch betriebener, äußerer Abschlüsse ist zwischen zwei Fällen zu unterscheiden: Zum einen die Schallemissionen aus angrenzenden, baulich nicht verbundenen Anlagen, zum anderen die Schallübertragung innerhalb des Gebäudes zwischen fremden Nutzungseinheiten (z. B. benachbarte Miet- oder Eigentumswohnungen).

Für den ersten Fall (Schallemissionen aus baulich nicht verbundenen Anlagen) ist i. d. R. die Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) heranzuziehen, wobei zwischen genehmigungsbedürftigen und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen unterschieden wird. Im Allgemeinen fallen jedoch äußere Abschlüsse nicht in den Geltungsbereich der TA Lärm (Details hierzu im nachfolgenden Abschnitt 3.2).

Für den zweiten – relevanteren – Fall (Schallübertragung innerhalb eines Gebäudes zwischen fremden Nutzungseinheiten) ist die DIN 4109 heranzuziehen. Die DIN 4109 ist die baurechtlich eingeführte nationale Norm, in der Mindestanforderungen bezüglich des Schallschutzes zwischen fremden Nutzungseinheiten festgelegt werden mit dem Ziel, „Menschen in Aufenthaltsräumen vor unzumutbaren Belästigungen durch Schallübertragung zu schützen“. Zusätzlich sind anzuwendende Nachweisverfahren geregelt.

Daneben existieren u. a. das Beiblatt 2 zur deutschen Norm DIN 4109 sowie die Richtlinie VDI 4100. In diesen Regelwerken werden erhöhte Anforderungen an den Schallschutz zwischen fremden Nutzungseinheiten sowie im eigenen Bereich dargestellt.

Die Richtlinie ist nicht baurechtlich eingeführt, also nicht verpflichtend anzuwenden. Sie wird jedoch häufig mit dem Bauherren gesondert vereinbart und stellt hinsichtlich der gebäudetechnischen Anlagen die allgemein anerkannten Regeln der Technik dar.

3.2 BImSchG und TA Lärm

In Deutschland regelt die Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) die Ermittlung und Beurteilung der Lärmimmissionen (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm).

Sie gilt für Anlagen, die als genehmigungsbedürftige oder nicht genehmigungsbedürftige Anlagen den Anforderungen des Zweiten Teils des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) unterliegen. Allgemeine Verwaltungsvorschriften dienen dazu, eine einheitliche Rechtsanwendung der Behörden zu gewährleisten und wenden sich daher unmittelbar nur an die zuständigen Behörden, nicht jedoch an den Bürger. Da die Behörde zur Anwendung der Verwaltungsvorschriften verpflichtet ist, können diese auch für die Bürger rechtliche Bedeutung haben.

Abschlüsse wie Rollläden und Sonnenschutz sind keine genehmigungsbedürftigen Anlagen im Sinne des BImSchG.

Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass:

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

Grenzwerte nach TA Lärm

Für genehmigungsbedürftige Anlagen – zu welchen äußere Abschlüsse nicht zählen – legt die TA Lärm Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden fest, mit denen der ermittelte Beurteilungspegel verglichen wird. Der Beurteilungspegel wird gebildet aus dem Mittelungspegel L_{Aeq} über den gesamten Beurteilungszeitraum, bzw. die lauteste Nachtstunde mit Zuschlägen, z. B. für Tonhaltigkeit. Der ermittelte Beurteilungspegel darf die festgelegten Richtwerte nicht überschreiten.

Die Richtwerte werden in Abhängigkeit der Gebietszuordnung laut Flächennutzungsplan festgelegt (Tabelle 2), z. B. reine Wohngebiete, Mischgebiete oder Kern- und Gewerbegebiete.

Immissionsrichtwerte für die Emissionen aus eigenen Anlagen sind in der TA Lärm nicht geregelt, d. h. die Immissionsrichtwerte gelten grundsätzlich nur für fremde Anlagen.

Die TA Lärm ist zudem für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen i. d. R. nur beim Baugenehmigungsverfahren und bei (behördlichen) Entscheidungen über Anordnungen und Untersagungen im Einzelfall anzuwenden. Für äußere Abschlüsse können die Anforderungen gemäß TA Lärm als Orientierungswerte herangezogen werden, sind jedoch nicht bindend.

Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden:

a) In Industriegebieten:

Ganztägig 70 dB(A)

b) In Gewerbegebieten:

Tags 65 dB(A)
Nachts 50 dB(A)

c) In Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten:

Tags 60 dB(A)
Nachts 45 dB(A)

d) In allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten:

Tags 55 dB(A)
Nachts 40 dB(A)

e) In reinen Wohngebieten:

Tags 50 dB(A)
Nachts 35 dB(A)

f) In Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten:

Tags 45 dB(A)
Nachts 35 dB(A)

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden gemäß TA Lärm

Die TA Lärm hat ausschließlich in Deutschland Gültigkeit. Vergleichbare Regelwerke sind in der Schweiz die Lärmschutzverordnung (LSV) und in Österreich die ÖAL-Richtlinie Nr. 3 Blatt 1 „Beurteilung von Schallimmissionen im Nachbarschaftsbereich“. In beiden Richtlinien werden von der TA Lärm abweichende Verfahren und Grenzwerte zur Beurteilung von Schallimmissionen außerhalb von Gebäuden angewendet.

3.3 DIN 4109:2018 und VDI 4100:2012

Motorisch betriebene äußere Abschlüsse gelten im Sinne der DIN 4109:2018 als gebäudetechnische Anlagen. Für Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen bestehen Anforderungen an den maximalen Norm-Schalldruckpegel $L_{AF,max,n}^1$ bzw. den maximalen Standard-Schalldruckpegel $L_{AF,max,nT}^2$. Diese Anforderung ist, wenn nicht anders vereinbart, in *jedem, fremden* schutzbedürftigen Aufenthaltsraum einzuhalten. Als schutzbedürftige Räume können gemäß VDI 4100:2012 in Wohnungen alle Räume, wie z. B. Schlafzimmer, Kinderzimmer, **auch Küchen und Bäder** mit einer Grundfläche $\geq 8 \text{ m}^2$ angesehen werden.

Nach DIN 4109:2018 darf der kennzeichnende Schalldruckpegel in Wohn- und Schlafräumen bei Betrieb von gebäudetechnischen Anlagen den Wert von **$L_{AF,max,n} \leq 30 \text{ dB}$** nicht überschreiten. Dies stellt den baurechtlich geschuldeten Mindeststandard dar.

Darüber hinausgehend können projektbezogen erhöhte Anforderungen vereinbart werden. Diese werden in der DIN 4109:2018 sowie der VDI 4100:2012 beschrieben. Dabei ist zu beachten, dass sich häufig allein aus zusätzlichen Unterlagen wie zum Beispiel der Käuferbaubeschreibung oder auch Verkaufsprospekten für Eigentumswohnungen ein Anspruch auf einen erhöhten Schallschutzstandard ergeben kann. Wird in einem Verkaufsprospekt die „luxuriöse Ausstattung“ oder eine „exklusive Bauweise“ beworben, kann daraus – auch ohne expliziten Bezug auf den Schallschutz – ein Anspruch auf einen erhöhten Schallschutzstandard abgeleitet werden. Es ist daher immer sinnvoll, Anforderungen als Zahlenwerte vertraglich festzulegen.

Gemäß der DIN 4109:2018 wird für Wohn- und Schlafräume ein Wert von $L_{AF,max,n} \leq 30 \text{ dB}$ genannt. Hieraus kann sich bei einer entsprechenden Vereinbarung ein Wert von **$L_{AF,max,n} \leq 25 \text{ dB}$** für den erhöhten Schallschutz ergeben. Die Mindestanforderungen bzw. Empfehlungen für einen erhöhten Standard gem. DIN 4109:2018 sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Nutzungsart	DIN 4109 gesetzliche Mindestanforderungen	Beiblatt 2, DIN 4109 Empfehlungen für erhöhten Standard
Mehrfamilienhaus, Einfamilien-Doppel und Einfamilien-Reihenhaus jeweils nächstgelegener fremder Aufenthaltsraum	$L_{AF,max,n} \leq 30 \text{ dB}$	$L_{AF,max,n} \leq 25 \text{ dB}$

Tabelle 3: Maximaler Norm-Schalldruckpegel $L_{AF,max,n}$ gem. DIN 4109:2018 – Mindestanforderungen und Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutzstandard

¹Norm-Schalldruckpegel $L_{AF,max,n}$: Schalldruckpegel von gebäudetechnischen Anlagen, bezogen auf die äquivalente Bezugsabsorptionsfläche im Empfangsraum.

²Standard-Schalldruckpegel $L_{AF,max,nT}$: Schalldruckpegel von gebäudetechnischen Anlagen, bezogen auf einen Bezugswert der Nachhallzeit im Empfangsraum.

In der VDI-Richtlinie 4100:2012 wird unterschieden zwischen Mehrfamilienhäusern, Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern sowie dem eigenen Bereich. Für diese Nutzungsarten werden jeweils drei Schallschutzstufen SSt (bzw. zwei im eigenen Bereich) festgelegt. Schallschutzstufe SSt III bildet dabei den akustisch höchsten, SSt I den niedrigsten Standard der drei Stufen ab.

In nachfolgender Tabelle werden die Anforderungswerte gemäß VDI 4100:2012 für die drei Nutzungsarten und Schallschutzstufen dargestellt.

Nutzungsart	SSt I	SSt II	SSt III
Mehrfamilienhaus	$L_{AF,max,nT} \leq 30 \text{ dB}$	$L_{AF,max,nT} \leq 27 \text{ dB}$	$L_{AF,max,nT} \leq 24 \text{ dB}$
Einfamilien-Doppel und Einfamilien- Reihenhaus	$L_{AF,max,nT} \leq 30 \text{ dB}$	$L_{AF,max,nT} \leq 25 \text{ dB}$	$L_{AF,max,nT} \leq 22 \text{ dB}$
	SSt EB I	SSt EB II	--
Eigener Bereich	$L_{AF,max,nT} \leq 35 \text{ dB}$	$L_{AF,max,nT} \leq 30 \text{ dB}$	--

Tabelle 4: Maximaler Standard-Schalldruckpegel $L_{AF,max,nT}$ gem. VDI 4100:2012 (im nächstgelegenen fremden Aufenthaltsraum, mit Ausnahme Nutzungsart Eigener Bereich)

Es handelt sich auch hier um nationale Normen und Richtlinien. In der Schweiz wird diese Thematik von SIA 181:2020 Bauwesen: Schallschutz im Hochbau behandelt.

4. Ermittlung der Geräuschimmissionen durch Messung

4.1 Messung im Innenbereich

Für eine ordnungsgemäße Durchführung von Schallmessungen am Bau ist die DIN EN ISO 10052 + A1 anzuwenden.

Der Schalldruckpegel von gebäudetechnischen Anlagen innerhalb eines Gebäudes – also auch von motorisch betriebenen Rollläden u. ä. wird im nächstgelegenen fremden (oder, falls vereinbart eigenen) Aufenthaltsraum gemessen. Der Schalldruckpegel ist zweimal in Raummitte und einmal in einer Raumecke zu messen. Es ist dabei die Raumecke mit den „*offensichtlich akustisch härtesten Oberflächen*“ (DIN EN ISO 10052) zu wählen. Das heißt zum Beispiel in einem Schlafraum mit Teppichbelag eine der oberen Ecken nahe der verputzten Decke und nicht eine der unteren Ecken nahe des Teppichbelags. Der Abstand zu den Wänden muss bei der Eckmessung ca. 0,5 m betragen. An jeder Position muss der Abstand zu sämtlichen Schallquellen mind. 1,5 m betragen.



Abbildung 11: Messung des Schalldruckpegels von gebäudetechnischen Anlagen im nächstgelegenen schutzbedürftigen Raum; links: Messung in Raummitte (zwei Positionen), rechts: Messung in der Raumecke mit den akustisch härtesten Oberflächen. Anmerkung: i. d. R. werden in der Raumecke um ca. 3 dB höhere Pegel gemessen als in Raummitte.

„Das Messzeitintervall für jede der drei Messungen muss so gewählt werden, dass mindestens ein vollständiger unter üblichen Bedingungen auszuführender Betriebszyklus der Anlage erfasst wird. Für jede Messung muss ein getrennter Betriebszyklus verwendet werden.“ (DIN EN ISO 10052)

Aus den **Maximalwerten** der drei Messintervalle wird der mittlere Schalldruckpegel ermittelt und mit einer Korrektur für die Halligkeit des Raumes versehen.

Die Anforderung an den Schalldruckpegel von gebäudetechnischen Anlagen bezieht sich auf eine normativ vorgegebene Raumbedämpfung. Die tatsächlich vorhandene Raumbedämpfung wird mit Hilfe einer Nachhallzeitmessung herauskorrigiert.

Bei den Messungen wird ein Schalldruckpegel-Zeitverlauf aufgezeichnet, der nach den normativen Vorgaben zu bewerten ist. Hier sind insbesondere die länderspezifischen Regelwerte zu beachten (z. B. Ermittlung des zulässigen Schalldruckpegels durch Mitteilung des gesamten Messintervalls; anzuwenden in der Schweiz über die SIA 181).

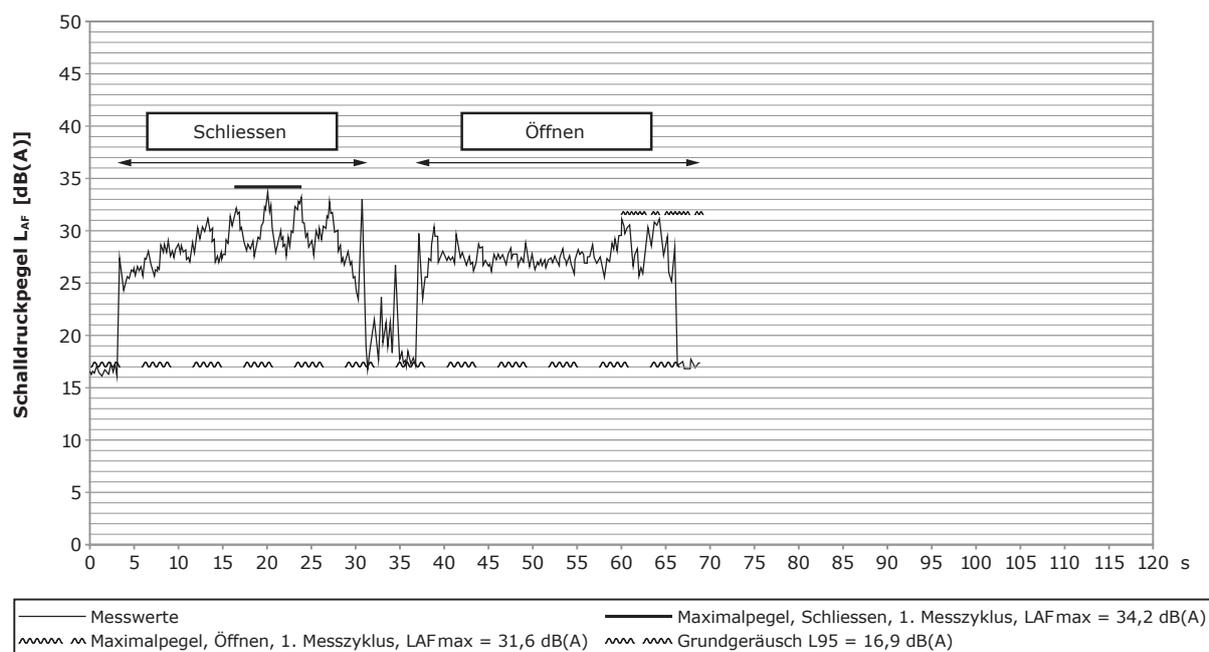


Abbildung 12: Messprotokoll für einen Rollladen mit Motorantrieb

Ein Prüfbericht zu den oben beschriebenen Messungen muss gemäß DIN EN ISO 10052 folgende wesentliche Merkmale enthalten:

- Verweis auf die Messnorm DIN EN ISO 10052
- Beschreibung der Prüfmittel und des Prüfverfahrens (Die Geräte zur Messung des Schalldruckpegels müssen gem. DIN EN ISO 10052 den Anforderungen der Genauigkeitsklasse 0 oder 1 nach DIN EN 60804:2002-01, DIN EN 61672-1:2003-10 und DIN EN 61672-2:2004-08 entsprechen.
- Namen der Organisation, die die Messungen durchgeführt hat
- Namen und Adresse der Organisation oder Person, die die Prüfung in Auftrag gegeben hat (Bauherr)
- Datum der Prüfung
- Standort des Gebäudes, Kennzeichnung der Räume, Beschreibung der Prüfanordnung
- Beschreibung der Gebäudekonstruktion, Volumina und Raumtyp der geprüften Räume sowie die Nachhallzeit
- Beschreibung der relevanten Aspekte der gebäudetechnischen Anlage und deren Betriebsbedingungen (quantitativ und qualitativ), Lage der Eckposition (z. B. „Süd-West oben“)
- Anmerkung zur Prüfung des Fremdgeräusches, sofern erforderlich (z. B. Straßenverkehr, o. ä.)

4.2 Messung im Außenbereich

Für eine ordnungsgemäße Bestimmung von Geräuschemissionen sind die Ermittlungsmethode, die Messmittel, der Messort und die zulässigen Richtwerte in der TA Lärm definiert.

Messort:

Die maßgeblichen Schallimmissionen sind 0,5 m vor der Mitte des geöffneten Fensters (außerhalb des Gebäudes) des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes zu ermitteln. Dies bedeutet, dass bei festverglasten Räumen der Wert außerhalb des Raumes gemessen werden muss.

Für nicht bebaute Flächen gilt der am stärksten betroffene Rand der Fläche, an der nach Baurecht schutzbedürftige Räume erstellt werden dürfen.

Durchführung der Messung:

Für die Durchführung der Messung gilt die Norm DIN 45645-1, die neben der Messortbestimmung u. a. die Berücksichtigung der Wetterlage, der Messdauer und der Fremdgeräusche beschreibt. Die Messung ist dementsprechend kompliziert und sollte immer durch Fachpersonal erfolgen.

4.3 Labormessung

In der DIN EN 12354-5 wird ein allgemeines Rechenverfahren zur Prognose der Schallausbreitung im Gebäude ausgehend von gebäudetechnischen Anlagen beschrieben. Motorisch betriebene Abschlüsse sind bezüglich der Schallübertragung in das Gebäude (bei geschlossenen Fenstern) vor allem Körperschallquellen. Derzeit sind jedoch noch keine allgemein gültigen Messverfahren zur Bestimmung dieser zwei Kenngrößen für äußere Abschlüsse normiert.

4.4 Grundlegende Messungen an Abschlüssen

In der DIN EN 12354-5 wird ein allgemeines Rechenverfahren zur Prognose der Schallausbreitung im Gebäude ausgehend von gebäudetechnischen Anlagen beschrieben. Motorisch betriebene Abschlüsse sind bezüglich der Schallübertragung in das Gebäude (bei geschlossenen Fenstern) vor allem Körperschallquellen. Derzeit sind jedoch noch keine allgemein gültigen Messverfahren zur Bestimmung dieser zwei Kenngrößen für äußere Abschlüsse normiert.

4.4.1 Allgemeines

Nach DIN EN 12354-5 existiert ein komplexes Verfahren zur Körperschalleistung und der Übertragung unter realen Baubedingungen. Prinzipiell ist dies anwendbar auf motorisch betriebene Abschlüsse. Aktuell wird in der Norm explizit auf Lüftung, Heizung, Wasserversorgung, Abwasser und Aufzüge hingewiesen, eine Anwendung für motorisch betriebene Abschlüsse ist nicht vorhanden/beschrieben.

Zu diesem Zweck ist die Etablierung eines Prüfverfahrens erforderlich.

4.4.2 Versuchsaufbau

Der Empfangsplattenprüfstand besteht aus einer horizontalen und zwei vertikalen Empfangsplatten. Die Anordnung in einer Raumecke entspricht der Empfehlung aus DIN EN 15657-1.

Für eine Prüfung der äußeren Abschlüsse wurden nur die vertikalen Empfangsplatten verwendet. Deren Abmessungen (Höhe x Breite) betragen 1,95 m x 2,50 m bzw. 3,00 m x 1,85 m. Durch die jeweils sechs Befestigungen und die teilweise Verdeckung durch die Bodenplatte stehen Flächen von etwa 1,65 m x 2,30 m bzw. 3,00 m x 1,45 m für die Befestigung von Prüfobjekten zur Verfügung.



Abbildung 13: Empfangsplattenprüfstand an der HS Rosenheim

Der Messaufbau ist exemplarisch in Abbildung 14 dargestellt. Zu sehen ist ein Rollladenelement, das an der vertikalen Betonempfangsplatte montiert ist. Auf der Fläche der Empfangsplatte, die nicht vom Prüfobjekt verdeckt ist, befinden sich zehn Beschleunigungsaufnehmer (rot markiert). Diese sind zufällig auf der Empfangsplatte verteilt und an Positionen angeordnet, an denen in guter Näherung der energetische und räumliche Mittelwert bestimmt werden kann.

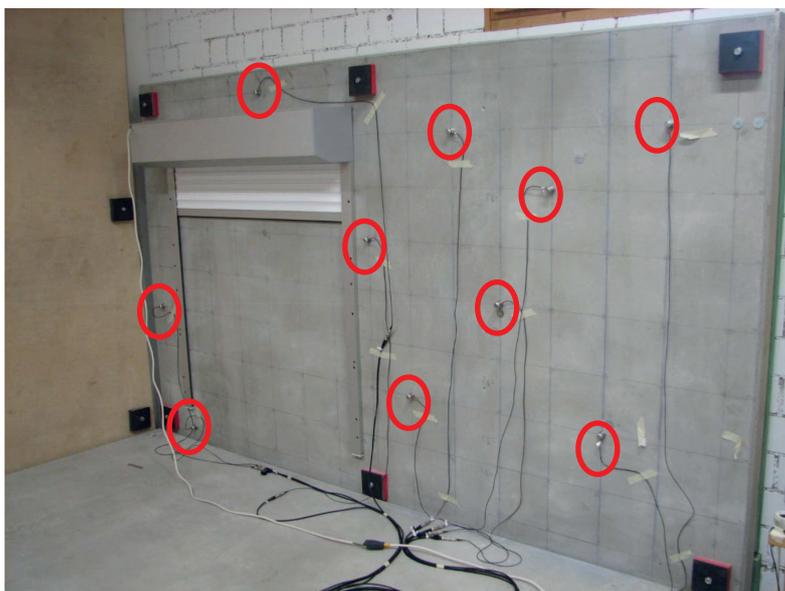


Abbildung 14: Rollladenelement im Prüfstand

4.4.3 Versuchsdurchführung

Für die Messungen wurde das mehrkanalige Prüfstands-Akustik-Messsystem PAK MKII von Müller-BBM verwendet (siehe Abbildung 3). Die Körperschallschnellen auf der Empfangsplatte wurden mithilfe der in Abbildung 14 dargestellten Beschleunigungsaufnehmer gemessen. Zur Bestimmung der Punktadmittanzen an den Befestigungspunkten der Testobjekte werden dort parallele Messungen durchgeführt. Für diese Messungen wurde die Empfangsplatte mit dem in Abbildung 14 dargestellten Modalhammer angeregt und mit einem leicht versetzt angeordneten Beschleunigungsaufnehmer die Antwort gemessen. Im Hammerkopf befindet sich ein Kraftsensor. Aus beiden Messungen kann die Übertragungsfunktion (Admittanz) berechnet werden.

Die motorische Ansteuerung der Prüfobjekte erfolgte manuell über einen Kippschalter. Es wurde jeweils ein vollständiger Betriebszyklus gemessen:

- Wartephase (Grundgeräusch)
- Anfahren
- Runterfahren des Panzers
- Stopp
- Wartephase
- Anfahren
- Hochfahren des Panzers
- Stopp
- Wartephase

Die Dauer der Betriebsphasen variierte je nach untersuchter Konfiguration, infolge unterschiedlicher Motorenleistung und Belastung. In Abbildung 5 ist ein exemplarischer Zeitverlauf dargestellt. Zu Beginn jeder Messung wurde eine Wartephase eingeplant, um den Grundgeräuschpegel der Aufnehmer zu bestimmen. So kann auf den ersten Blick erkannt werden, ob ausreichend Signal-zu-Rausch-Abstand bei der Messung vorlag. Auch zwischen den Betriebszuständen wurde genügend Zeit eingeplant, um ein Ausschwingen der Platte sicherzustellen und eine Überlappung der Signale auszuschließen. Bereits hier ist deutlich zu erkennen, dass Start- und Stopp-Phase die höchsten Amplituden erzeugen.

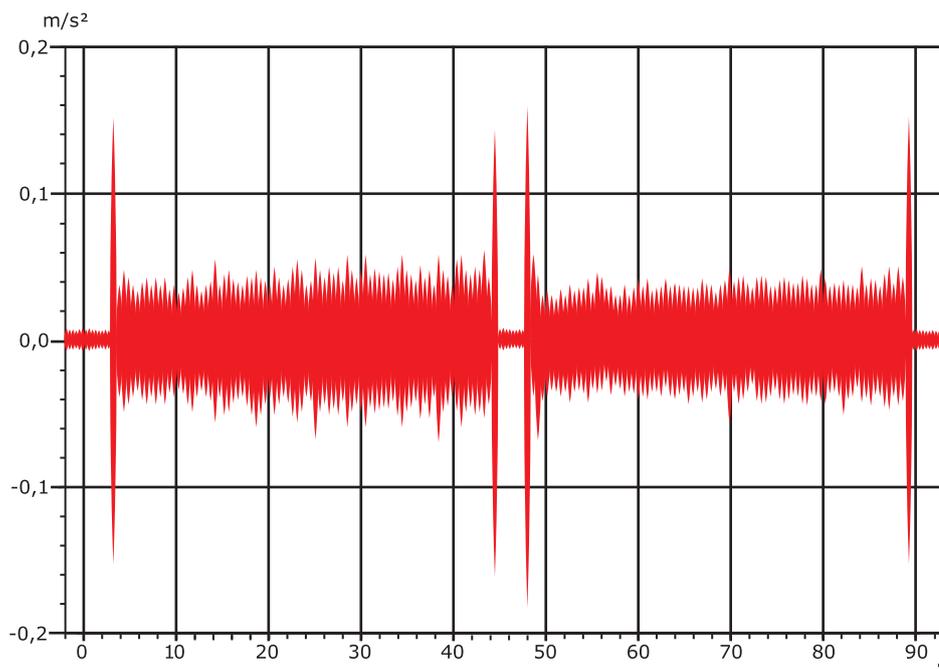


Abbildung 15: Zeitverlauf

Die Messungen hatten eine durchschnittliche Gesamtdauer von etwa 100 Sekunden. Die Abtastrate betrug 12800 Hz, was unter Berücksichtigung der erforderlichen Tiefpassfilterung zu einem maximal auswertbaren Frequenzbereich von 0 Hz...5000 Hz führt. Folgende Spektren wurden ausgewertet:

- schmalbandiges FFT-Spektrum: 0 Hz...5000 Hz, Blockdauer 0,32 s
- Terzband-Spektrum: 16 Hz...4000 Hz, Zeitkonstante 0,125 s

In Abbildung 15 sind exemplarisch die Campbell-Diagramme für beide Spektren für einen vollständigen Betriebszyklus dargestellt (Ordinate: Frequenz in Hz, Abszisse: Zeitschritte in s, Amplitude: farblich in dB). In dieser Messung wurden die höchsten Pegel bei 800 Hz erreicht. In der Start- und Stopp-Phase traten breitbandig hohe Amplituden auf. Die Messungen wurden für jede Konfiguration dreimal durchgeführt, um die Wiederholgenauigkeit zu ermitteln.

4.4.4 Ergebnisse

Die ermittelten Körperschallschnellepegel wurden für jeden Betriebszustand zunächst energetisch gemittelt und daraus die Körperschalleistung auf der Empfangsplatte ermittelt. Nach der Admittanzkorrektur ergibt sich damit für jeden Zeitschritt ein charakteristischer Körperschalleistungspegel. In Abbildung 16 sind die Ergebnisse exemplarisch für eine Konfiguration zusammengefasst.

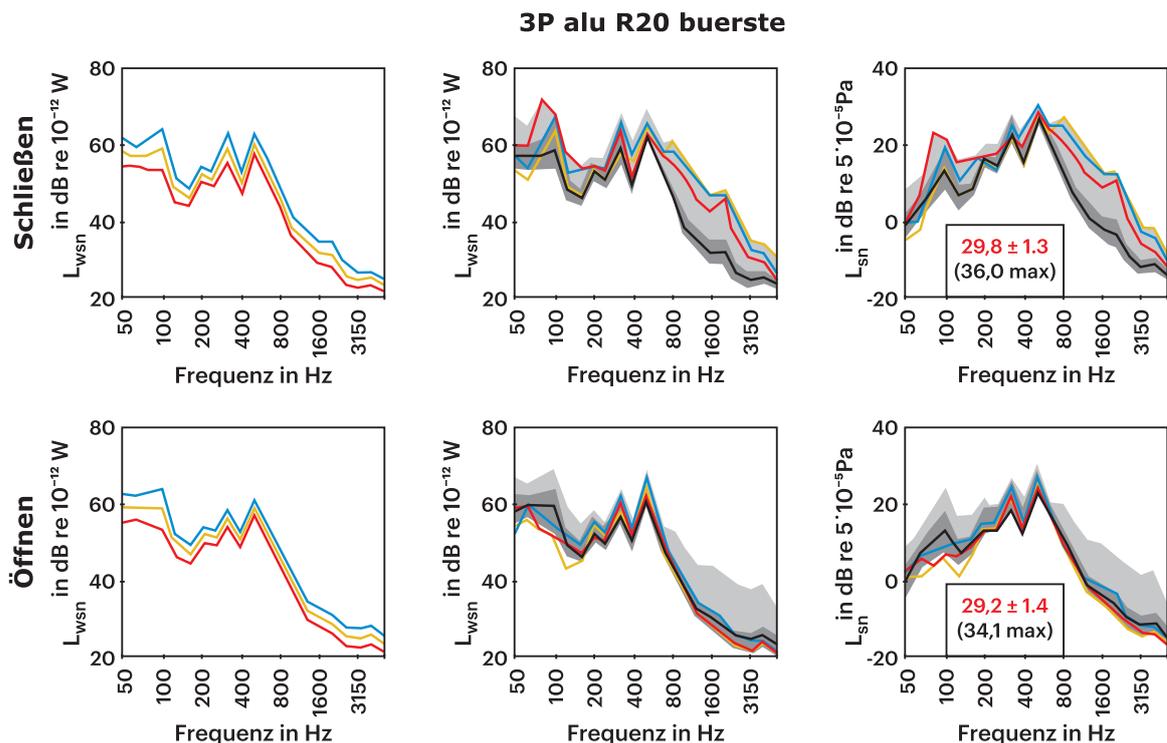


Abbildung 16: Charakteristischer Körperschalleistungspegel

Die obere Reihe Diagramme umfasst die Messergebnisse für das Schließen, die unter Reihe für das Öffnen des Prüfobjekts. Die linken Diagramme zeigen für die drei Messdurchläufe jeweils den Mittelwert und die Standardabweichung der charakteristischen Körperschalleistung. Die Kurven liegen nahezu exakt übereinander, was zeigt, dass eine hohe Wiederholungsgenauigkeit erzielt werden konnte. In den mittleren Diagrammen ist das Ergebnis des ersten Diagramms in dunkelgrau wiederholt und zusätzlich in hellgrau die Einhüllende aller Ergebnisse aufgezeigt. Farblich sind die jeweiligen Zeitschritte je Messung mit dem höchsten Summenpegel hervorgehoben. Anhand der Zahlenwerte rechts oben kann die Gesamtdauer des jeweiligen Teilzyklus und der relative Zeitpunkt, an dem das Maximum auftrat, abgelesen werden. Im Beispiel handelt es sich beim Schließen in jeder Messung um die Stopp-Phase, beim Öffnen wird in einem Fall nach 2,4 Sekunden der maximale Summenpegel erreicht.

4.4.5 Übertragungsfunktion

Im ersten Ansatz wurde die Schallübertragung ins Gebäude untersucht. Hierzu wurde ein Rechenansatz (Übertragungsfunktion) nach DIN EN ISO 12354-5 berücksichtigt. Erste Ergebnisse zeigen eine zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen Messung und Berechnung.

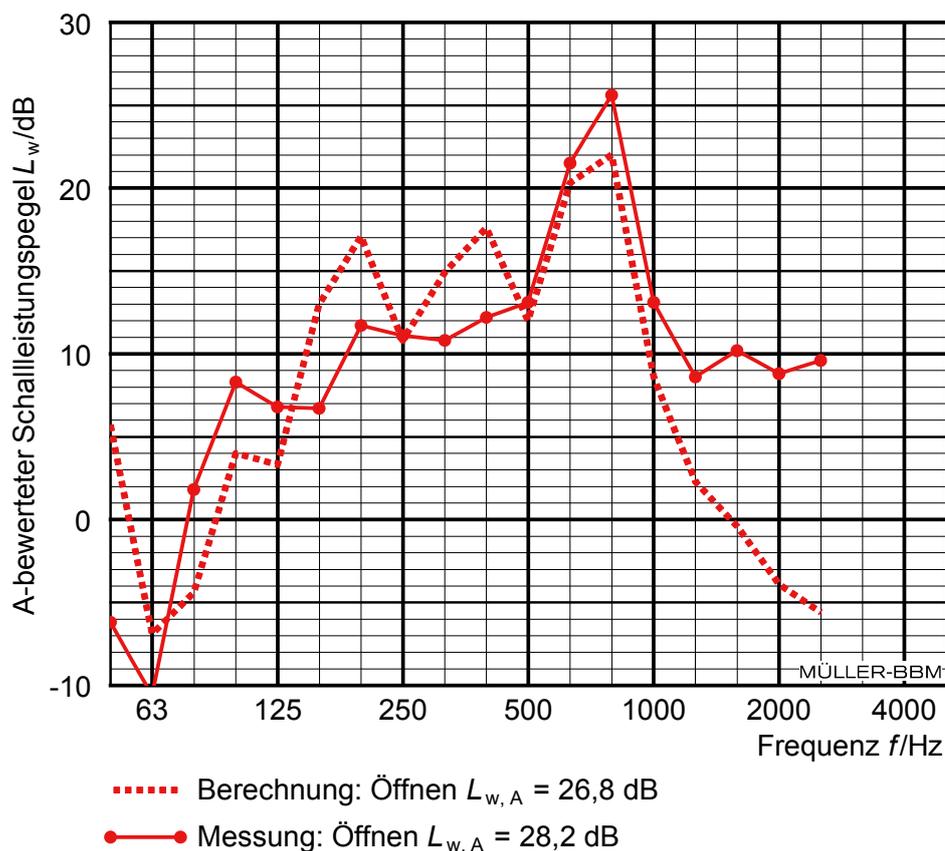


Abbildung 17: A-bewerteter Schalleistungspegel im Raum beim Öffnen: Berechnung und Messung.

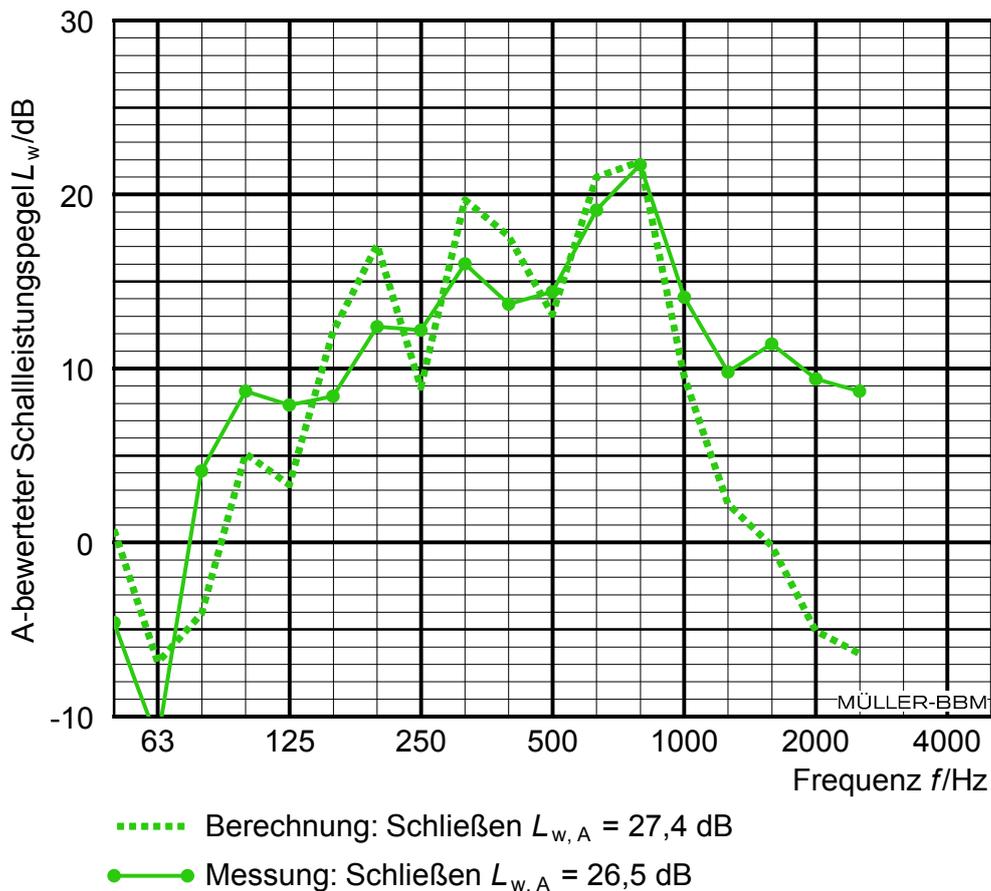


Abbildung 18: A-bewerteter Schalleistungspegel im Raum beim Schließen:
Berechnung und Messung.

Die frequenzabhängigen Kurvenverläufe zeigen im relevanten Frequenzbereich von 160 Hz bis 1250 Hz eine befriedigende Übereinstimmung. Die für die Gesamtbewertung entscheidende Einzahlangabe, der A-bewertete Schalldruckpegel, unterscheidet sich hingegen nur um - 0,9 dB bzw. + 1,4 dB. Das Ergebnis dieser Einzelmessung ist statistisch nicht abgesichert und darf daher nicht überbewertet werden. Eine Abweichung von weniger als $\pm 2,0$ dB zwischen Prognosewert und Messwert kann allerdings für die gegebene, akustisch kritische Situation mit punktförmiger, teils linienförmiger Körperschallanregung als sehr gute Prognosegenauigkeit bewertet werden.

5. Schallminderung

5.1 Allgemeine Anregungen zur Bauausführung

Wenn die Schallübertragung durch Körperschallanregung erfolgt – der häufigste Fall – hilft eine verbesserte Luftschalldämmung der Wände im Regelfall nicht.

Folgende grundsätzliche Einflussfaktoren sind – neben dem motorisch betriebenen Abschluss selbst – wesentlich:

Grundrissausbildung

Die Geräuschübertragung wird vermindert, wenn zwischen dem Raum mit der Schallquelle und dem schutzbedürftigen Raum ein weiterer, nicht besonders schutzbedürftiger Raum vorgesehen wird. Dies gilt sowohl bei vorliegender Luftschall- als auch bei Körperschallanregung. Aus diesem Grund sollten Bäder, Toiletten, Küchen und ähnliche Räume in Mehrfamilienhäusern möglichst übereinander bzw. in horizontaler Richtung nebeneinander angeordnet werden; das Wechseln des Wohnungsgrundrisses von Geschoß zu Geschoß sollte unterbleiben.

Bauweise

Wie hoch der Geräuschpegel eines motorisch betriebenen Abschlusses im angrenzenden Raum ist, hängt auch maßgeblich von den Einbaubedingungen und der vorgegebenen Bauweise ab. Es gibt Bauweisen, die weniger durch Körperschall angeregt werden und diesen weniger gut weiterleiten als andere. In der Regel ist die Anregung der Bauteile je geringer, umso schwere die Bauteile sind.

Nachstehende Tabelle zeigt beispielhaft für einige Bauweisen die typischen Fassadenbauteile und deren flächenbezogene Masse. Es wird deutlich, dass sich die flächenbezogenen Massen der Außenbauteile deutlich unterscheiden.

Bauweise	Baustoff (Außenwände/ Fassade)	Flächenbezogene Masse m''
Massivbauweise mit Lochfassade	Stahlbeton, z. B. 15 cm, Rohdichte 2.300 kg/ m ³	≥ 345 kg/m ²
	Kalksandstein, z. B. 17,5 cm, RDK 1.8	ca. 315 kg/m ²
	Porosierte Hochlochziegel, z. B. 36,5 cm, RDK 0.75	ca. 270 kg/m ²
	Porenbeton, z. B. 40 cm, RDK 0.5	ca. 200 kg/m ²
Skelettbauweise mit Pfosten-Riegel-Fassade	Holz-Pfosten-Riegel-Fassade (Eiche) Profildicke 60 mm	ca. 40 kg/m ²
	Alu-Pfosten-Riegel-Fassade Profil-Wandstärke 2 mm	ca. 5 kg/m ²

Tabelle 5: Flächenbezogene Massen der Außenwände

5.2 Produktbezogene Baumaßnahmen

Eine sorgfältig durchgeführte Planung und eine fachgerechte Montage sollten eine minimale Geräuschemission bewirken. Nachfolgend sind zu den unterschiedlichen Produkttypen besonders wichtige Rahmenbedingungen aufgeführt, die zu berücksichtigen sind. Aktuelle Erfahrungen aus heutigen Bauausführungen bilden hierzu die Grundlagen, insbesondere werden in diesem Kapitel die planerischen und montage-technischen Ausführungen betrachtet. Zudem sind die Hinweise in der Montageanleitung der Hersteller zu beachten. Die produktspezifischen Eigenschaften werden im Kapitel 5.3 aufgeführt.

5.2.1 Rollläden

Die Emissionsentstehung kann bei Rollläden aus unterschiedlichen Quellen (Bauteilen) hervorgerufen werden. Das Zusammenspiel eines Bauteils mit seinen angrenzenden Bauteilen ist entscheidend für die Schallemission. Eine Analyse und Bewertung bestehender Systeme zeigt relevante Situationen auf, bei denen eine Geräuschentwicklung aufgrund der konstruktiven, einbaubedingten und montagebedingten Eigenschaften auftritt. Folgende Konstellationen sind zu unterscheiden:

a) wahrscheinlichste Ursache, jedoch mit erhöhter Geräuschemission

- Schließ- und Öffnungsgeräusche des Rollladens durch die Verschiebung der Rollladenstäbe
- Klappergeräusche durch Öffnen und Schließen der Lichtschlitze
- Schlaggeräusche durch Anschlag der oberen und unteren Endlage

b) selten in der Ursache, jedoch mit erhöhter Geräuschemission

Bei Auftreten von störenden Geräuschen ist die Ursache in den meisten Fällen in dem Spiel zwischen den mechanischen Verbindungsstellen, Bewegung der Bauteile durch Wind sowie durch die thermischen Längenausdehnungen der Rollladenbestandteile zu finden. Deshalb ist bei der Montage darauf zu achten, dass alle mechanischen Verbindungsstellen möglichst spielfrei montiert und thermische Ausdehnungen, vor allem bei zwei unterschiedlichen Materialien, berücksichtigt werden. Beispiele sind hierfür:

- Rollladenkasten und Seitenteile,
- Rollladenbehang und Führungsschiene,
- Blende, Führungsschiene und Fassade (Unterkonstruktion/Anbindungspunkt),
- Wellenlagerung.

c) wahrscheinlichste Ursache, jedoch mit geringer Geräuschemission

Häufiger, jedoch bezüglich der Geräuschemission untergeordnet, sind Knackgeräusche, Vibrationen durch Spiel bzw. durch Torsion zwischen:

- Scharniergeräusche der einzelnen Rollladenstäbe – Unterscheidung Aluminium und Kunststoff
- Laufgeräusche des Rollladens in der Führungsschiene
- Vibrationsgeräusche zwischen Motor und Seitenteil
- Schließgeräusch Endstableder beim Aufsetzen auf die Führungsschienenabschlusskappen
- Reibgeräusche zwischen Rollladenstab und Welle
- Anschlaggeräusche zwischen Aufhängefeder und Welle
- Quietschgeräusche an der Knickkurbel

Bei der Planung sollte zur Vermeidung einer erhöhten Geräuschemission im Allgemeinen darauf geachtet werden:

- alle relevanten Verbindungen spielfrei zu befestigen.
- dass ein Streifen des Behanges (Panzerstäbe, Endleiste) unter Windbelastung an der Fassade vermieden wird. Bei der Planung ist auf genügend Abstand zwischen Behang (Panzerstäbe, Endleiste) und Fassade zu achten.
- dass durch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten Knackgeräusche vermieden werden, beispielsweise bei Blenden/Führungsschienen sowie bei Holzunterkonstruktion.

Zusätzliche geräuschkämmende Maßnahmen bedürfen der individuellen planerischen Auslegung. Hierdurch können zusätzliche Kosten entstehen.

Hinweis:

Gesondert zu betrachten ist die Schallentstehung bei **manueller Bedienung** der Elemente. Die Schallentstehung bei Auf- und Abfahrt ist hier sehr individuell und von der Bedienkraft und Geschwindigkeit stark abhängig. Die manuelle Bedienung kann so enorme Lärmpegel verursachen.

5.2.2 Außenjalousien, Raffstores und deren Blenden

Die Emissionsentstehung kann bei Raffstores aus unterschiedlichen Quellen (Bauteilen) hervorgerufen werden. Das Zusammenspiel eines Bauteils mit seinen angrenzenden Bauteilen ist entscheidend für die Schallemission.

Eine Analyse und Bewertung bestehender Systeme zeigt relevante Situationen auf, die maßgeblich durch die Montage beeinflusst werden können. Folgende Konstellationen sind zu unterscheiden:

a) wahrscheinlichste Ursache, jedoch mit erhöhter Geräuschemission

Beim Auftreten von störenden Geräuschen ist die Ursache in den meisten Fällen in dem Spiel zwischen den mechanischen Verbindungsstellen des Raffstores zu finden. Deshalb ist bei der Montage darauf zu achten, dass alle mechanischen Verbindungsstellen möglichst spielfrei montiert werden. Dies betrifft insbesondere das Spiel zwischen:

- Blende und Aussteifungsbügel/Montagebügel
- Oberschiene und Träger
- Träger und Blende
- Träger und Aussteifungsbügel

b) selten in der Ursache, jedoch mit erhöhter Geräuschemission

Seltener, jedoch bezüglich der Geräuschemission nicht zu vernachlässigen sind entstehende Vibrationsgeräusche durch:

- Träger und Fassade/Anbindungspunkt
- Führungsschiene und Konsole
- Blende und Fassade (Unterkonstruktion/Anbindungspunkt)

Zusätzlich können Quietschgeräusche bei der Paketierung des Behangs entstehen (zwischen Lamelle und Führungskomponente)

c) wahrscheinlichste Ursache, jedoch mit geringer Geräuschemission

Häufiger, jedoch bezüglich der Geräuschemission untergeordnet, sind Knackgeräusche, Vibrationen durch Spiel bzw. durch Torsion zwischen:

- Oberschiene und Träger
- Welle und Wellenkupplung
- Blende und Blendenkonsole
- Blende und Fassade/Anbindungspunkt

Bei der Planung sollte zur Vermeidung einer erhöhten Geräuschemission im Allgemeinen darauf geachtet werden:

- dass ein Anschlagen des Raffstores (Lamellen, Endleiste) unter Windbelastung an der Fassade vermieden wird. Bei der Planung ist auf genügend Abstand zwischen Raffstores (Lamelle, Endleiste) und Fassade zu achten.
- dass durch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten Knackgeräusche vermieden werden, beispielsweise bei Blenden/Blendenstoßverbinder sowie bei Holzunterkonstruktion/Konsole.
- dass keine Resonanzen auftreten. Diese können vermieden werden durch eine ausreichende Anzahl von Unterkonstruktionspunkten.
- dass die genaue Position von Oberschiene/Lamellenführung laut Herstellerangaben berücksichtigt wird. Reibgeräusche im Führungselement können dadurch weitestgehend vermieden werden.

Zusätzliche geräuschkämmende Maßnahmen bedürfen der individuellen planerischen Auslegung; auch können hierdurch Kosten entstehen.

5.2.3 Markisen

Markisen oder textile Beschattungen im Allgemeinen sind aufgrund ihrer Eigenschaft als Sonnenschutz hauptsächlich tagsüber im Einsatz. Im Unterschied zu anderen äußeren Abschlüssen ist die Stückzahl der verbauten Anlagen pro Objekt eher gering. Proportional dazu sind deshalb Reklamationen aufgrund der Geräuschbildung eher selten. Bekannt sind vielfach die lauten Knack- und Schlaggeräusche, die bei Windeinwirkung durch Wechsellasten an der Unterkonstruktion entstehen. Diese sind hier jedoch nicht relevant und deshalb nicht berücksichtigt. Trotzdem können auch bei diesen Anlagen Geräusche während der Fahrbewegung entstehen. Die Emissionsentstehung kann bei Markisen aus unterschiedlichen Quellen (Bauteilen) hervorgerufen werden. Das Zusammenspiel eines Bauteils mit seinen angrenzenden Bauteilen ist entscheidend für die Schallemission.

Eine Analyse und Bewertung bestehender Systeme zeigt relevante Situationen auf, bei denen eine Geräuschentwicklung aufgrund der konstruktiven, einbaubedingten und montagebedingten Eigenschaften auftreten. Folgende Konstellationen sind zu unterscheiden:

a) wahrscheinlichste Ursache, jedoch mit erhöhter Geräuschemission

- Schließ- und Öffnungsgeräusche des Fallprofils durch das Anschlagen an den Kastenprofilen
- Knackgeräusche durch Wechsellasten zwischen Tragrohr und Kippgelenklager bzw. Armlager oder Montagekonsolen.
- Lauf- und Bremsgeräusche des Motorantriebs
- Reibgeräusche zwischen Bespannung und Windsicherung
- Reibgeräusche zwischen Führungsschienenkeder und ZIP-System

b) selten in der Ursache, jedoch mit erhöhter Geräuschemission

Beim Auftreten von störenden Geräuschen ist die Ursache in den meisten Fällen in dem Spiel zwischen den mechanischen Verbindungsstellen, Bewegung der Bauteile durch Wind sowie durch die thermischen Längenausdehnungen der Führungsschienen und Kasten zu finden. Deshalb ist bei der Montage darauf zu achten, dass alle mechanischen Verbindungsstellen möglichst spielfrei montiert und thermische Ausdehnungen, vor allem bei zwei unterschiedlichen Materialien, berücksichtigt werden.

Reibgeräusche und Vibration im Gelenkarm, verursacht durch die Federmechanik, ist eine weitere Ursache für Geräuschemissionen.

c) wahrscheinlichste Ursache, jedoch mit geringer Geräuschemission

Häufiger jedoch bezüglich der Geräuschemission untergeordnet sind Geräusche, die durch das Aufwickeln des Tuches entstehen, die sich durch zusätzliche Imprägnierungen verstärken können. Das Fallprofil verursacht an den Führungen der stab- und seilgeführten Anlagen Reibgeräusche.

Zusätzliche geräuschkämmende Maßnahmen bedürfen der individuellen planerischen Auslegung; auch können hierdurch Kosten entstehen.

5.3 Produktbezogene Maßnahmen

Ein sorgfältig konstruiertes Produkt und eine prozesssichere Fertigung sollten eine minimale Geräuschemission bewirken. Nachfolgend sind zu den unterschiedlichen Produkttypen besonders wichtige Rahmenbedingungen aufgeführt, die zu berücksichtigen sind. Aktuelle Erfahrungen aus heutigen Konstruktionen bilden hierzu die Grundlagen. Konstruktiv aufeinander abgestimmte Bauteile sorgen für eine möglichst geringe Geräuschemission.

5.3.1 Motoren

Nur ein Teil der Betriebsgeräusche von Sonnenschutzanlagen ist durch den motorischen Antrieb verursacht. Betriebsgeräusche von motorischen Antrieben sind physikalisch bedingt.

Das Betriebsgeräusch des motorischen Antriebs ist durch folgende Einzelgeräusche verursacht (in der Regel Körperschallerregung, Wahrnehmung als Luftschall und Körperschall):

- Elektromagnetische Geräusche (Stator)
- Mechanische Geräusche (Lagerungen, Getriebe)
- Bremsgeräusche

Ein zu großes Spiel an den Schnittstellen kann zu erhöhter Geräuschemission der Anlage führen. Schnittstellen sind:

- Antriebswelle/Mitnehmer,
- Mitnehmer/Wickelwelle,
- Wand/Wandlager/Motorkopf/Motorbefestigung/Kopfschiene

Fehlmontage kann zu erhöhter Geräuschemission der Anlage führen. Das können z. B. sein:

- Reiben von Befestigungselementen für Hochschiebesicherungen oder Federn auf dem Motorrohr
- Verformte Wickelwelle reibt am Antrieb
- Unkorrekt montierte Wandlager
- Fluchtungsfehler zwischen Antrieb und Wendewelle

5.3.2 Rollläden

Besonderheit bei Rollladenkästen zum Mauerwerkseinbau

Die früher häufige Vorgehensweise, die Befestigungsschrauben für die Wellenlager als Schlossschrauben auszuführen, deren Köpfe Kontakt mit dem Mauerwerk bzw. Beton hatten oder sogar mit Verankerungselementen wie U-Bügeln ausgestattet waren, gehört der Vergangenheit an. Inzwischen besteht aufgrund der empfohlenen Auflager- und Seitenteildämmung oft kein direkter Kontakt der Wellenlagerung zum Gebäude.

Bei nachträglichem Einbau ist ein Ausschäumen oder sonstiges gleichwertiges Verschließen der Einbaufugen gefordert.

5.3.3 Außenjalousien, Raffstores und deren Blenden

Konstruktiv aufeinander abgestimmte Komponenten und deren angrenzende Bauteile sorgen für eine möglichst geringe Geräuschemission.

Dies ist besonders zu beachten bei:

- Oberschiene und Träger
- Träger und Blende
- Träger und Aussteifungsbügel/Montagebügel
- Blende und Aussteifungsbügel/Montagebügel

Bei Windwerten außerhalb der Einsatzempfehlung ist es möglich, dass der Raffstorebehang am Fenster/an der Fassade anschlägt. Durch den Einsatz von zusätzlichen Windsicherungen (nach Herstellerangaben) kann dieser Vorgang reduziert, aber nicht komplett verhindert werden.

Aufgrund des für eine einwandfreie Funktion erforderlichen Spiels in den Führungsschienen ist eine Geräusentwicklung – auch bei Einhaltung der Werte aus der Einsatzempfehlung (Klappern oder Rasseln der Lamellen) – nicht zu vermeiden. Geräusche durch Windbelastung sind technisch nicht vermeidbar.

5.3.4 Markisen

Markisen oder textile Beschattungen im Allgemeinen sind aufgrund ihrer Eigenschaft als Sonnenschutz hauptsächlich tagsüber im Einsatz. Im Unterschied zu anderen äußeren Abschlüssen ist die Stückzahl der verbauten Anlagen pro Objekt eher gering. Proportional dazu sind deshalb Reklamationen aufgrund der Geräuschbildung eher selten. Bekannt sind vielfach die lauten Knack- und Schlaggeräusche, die bei Windeinwirkung durch Wechsellasten an der Unterkonstruktion entstehen. Diese sind hier jedoch nicht relevant und deshalb nicht berücksichtigt.

6. Untersuchungen am Lochplattenprüfstand

6.1 Einleitung

Im Rahmen der neuen europäischen Normung und der damit verbundenen Veränderungen der Schallschutznorm DIN 4109 hat sich die Möglichkeit ergeben, im vorliegenden Projekt das Problem der Prognose von Schalldruckpegeln, die durch Körperschallquellen im Bau verursacht werden, grundlegend zu analysieren und eine praktikable Lösung zu erarbeiten.

Bei der Prognose der Schallübertragung in Gebäuden werden in der Regel zwei Teildatensätze als Eingangsdaten benötigt. Zum einen werden Daten für die Quelle benötigt, zum anderen muss die Übertragung im Gebäude beschrieben werden. Ausgehend von der Physik der Körperschalleinleitung wird dargestellt, wie Körperschallquellen charakterisiert werden können.

Im Zuge dieser Analyse wird aufbauend auf der Empfangsplattenmethode ein dreidimensionaler Laborprüfstand (Empfangsplatten-Prüfstand) entwickelt, an dem Körperschallquellen durch ihre Körperschall-Leistung praxisgerecht und physikalisch richtig charakterisiert und damit Eingangsdaten für Prognosemodelle generiert werden können. Der Prüfstand besteht aus drei voneinander getrennten Platten, die dreidimensional eine Ecksituation eines Raumes nachbilden.

Die am Prüfstand ermittelte Körperschall-Leistung kann umgerechnet werden auf die charakteristische Leistung, in dem die Prüfstandseigenschaften der endlichen und frei gelagerten Platte an den Aufstellpositionen der Quelle auf die Eigenschaften einer unendlichen Platte umgerechnet werden. Mit der charakteristischen Leistung ist es möglich, Daten aus Messungen an verschiedenen Prüfständen zu vergleichen. Die charakteristische Leistung ermöglicht außerdem Produktvergleiche und eröffnet die Möglichkeit der gezielten Produktoptimierung in Bezug auf die Körperschall-Leistung. Die charakteristische Körperschall-Leistung kann in Eingangsdaten für Prognosemodelle umgerechnet werden, so dass die Prognose von erzeugten Schalldruckpegeln im Bau möglich sind.

6.2 Lochplattenprüfstand

6.2.1 Messtechnische Ausstattung

Nachfolgend werden die wesentlichen Ausstattungsmerkmale des Prüfstandes aufgelistet: Die Ausstattung wurde durch die Technische Hochschule Rosenheim definiert und zur Verfügung gestellt:

- Bauakustischer Prüfstand in Anlehnung an DIN EN ISO 10140-1
- Empfangsplattenprüfstand für haustechnische Geräte
- Mehrkanal-FFT- und Akustikanalysatoren
- Schallintensitätsmessgeräte
(u.a. kartierende, robotergesteuerte 3D-Intensitätssonde)
- Vielkanal-Schwingungsmesssysteme
- Laser-Doppler-Vibrometer
(u. a. 3D-Scanning Laser Doppler Vibrometer)
- Akustische Kamera
- Lautheitsmesssystem
- Kunstkopf mit Low-Noise-Mikrofonen

6.2.2 Prüfaufbau

Die nachfolgenden Bilder zeigen die Ergänzung des bekannten Empfangsplattenprüfstandes mit einer Lochplatte.

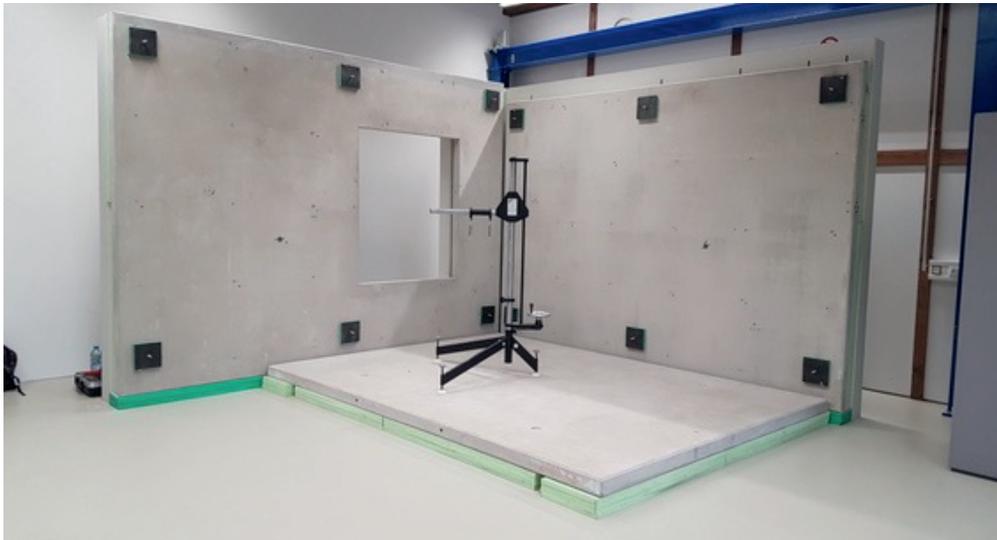


Abbildung 19: Empfangsplattenprüfstand mit Loch



Abbildung 20: Lagerung des Prüfstandes (Entkopplung zum Boden)

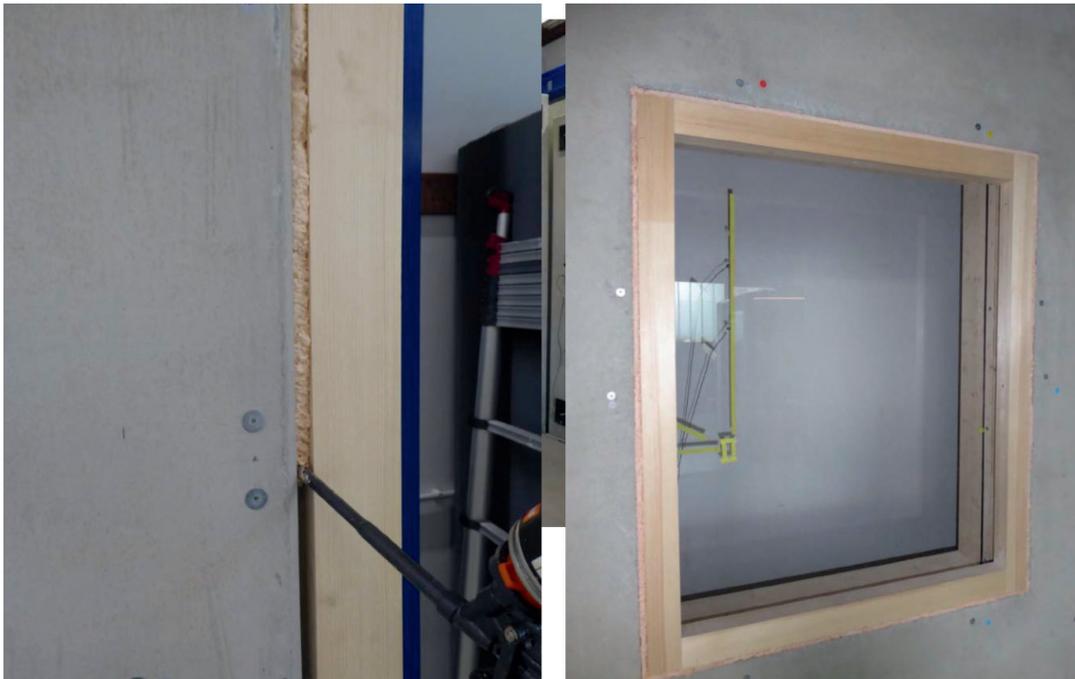


Abbildung 21: Fenstereinbau in Prüfstand

6.2.3 Prüfungsvorbereitung

Durchführung eines Leistungsvergleichs (mit und ohne fiktivem Fenster), um ein empirisches Einfügedämmmaß ΔL zur Grundgeräuschkorrektur einzuführen (übliches Verfahren).

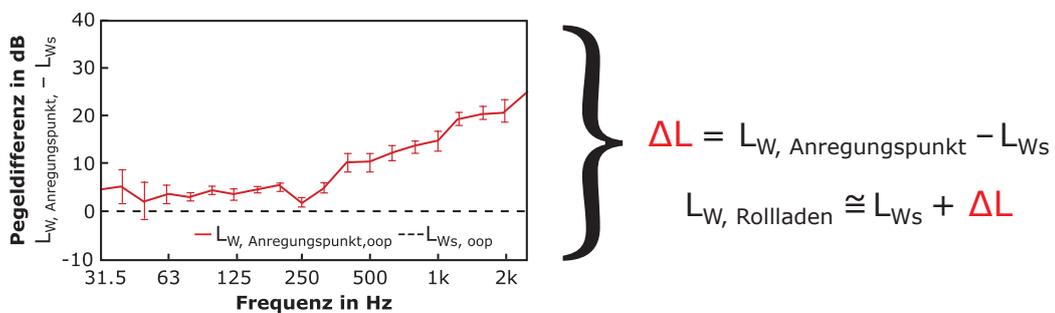


Abbildung 22: Ermittlung ΔL

6.2.4 Einbau des Rollladens

Die Montage der Rollläden erfolgt nach den jeweiligen Herstellervorgaben, die Befestigungsmittel wurden mit einem Drehmoment von 8 Nm angezogen. Beim Aufbau wurde darauf geachtet, dass keine direkte Verbindung zwischen Rollläden und Empfangsplatte besteht (Körperschallbrücke).

6.3 Prüfung

Nachfolgend werden nur einige Auszüge der durchgeführten Prüfungen aufgeführt. Alle Ergebnisse sind dem Abschlussbericht vom 03.03.2020 zu entnehmen. Abbildung 23 zeigt exemplarisch den eingebauten Rollladen.



Abbildung 23: Prüfung der Rollläden

Die Grafik in Abbildung 24 zeigt eine gute Übereinstimmung bei Wiederholungsmessungen. Der spektrale Verlauf ähnelt sich stark (gekennzeichnet durch die auftretenden Spitzen)

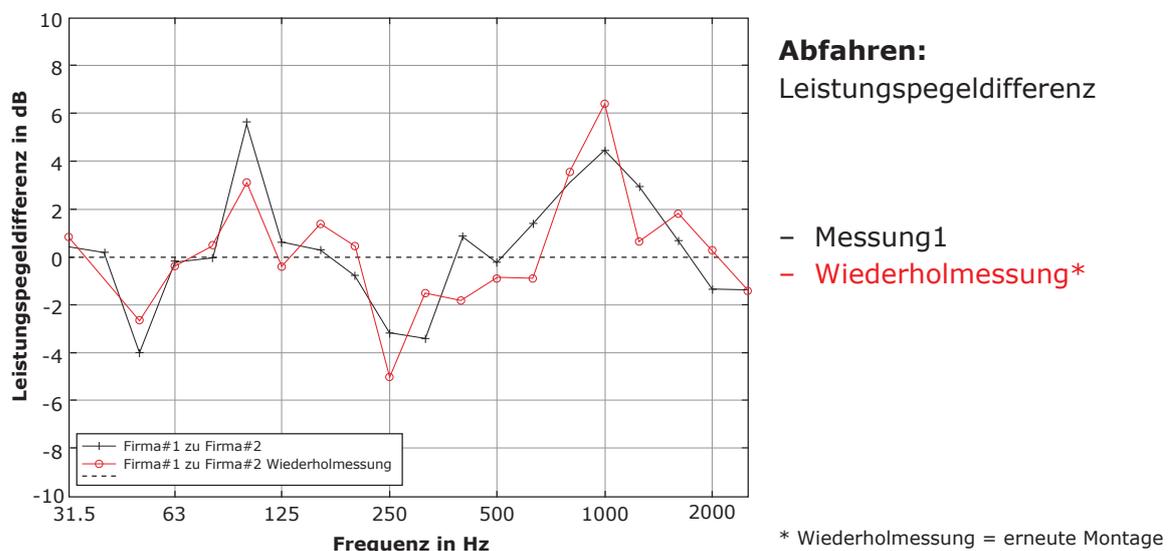


Abbildung 24 Leistungspegeldifferenz bei Wiederholungsmessung

Die Ergebnisse sind sowohl bei Abfahrtsbewegungen als auch bei Auffahrtsbewegungen feststellbar. Gleiches zeigt sich bei Messungen anderer Hersteller.

6.4 Vergleichsmessung

Die Vergleichsmessung hat das Ziel festzustellen ob es zwischen den Lochplattenprüfstand und der „reinen“ Betonwand (Referenzplatte) signifikante Unterschiede gibt. Festgestellt wurde eine überraschend gute Übereinstimmung der Ergebnisse Platte mit Lochausschnitt zu der Referenzplatte. Die Ursache für die Übereinstimmung wurde nicht weiter untersucht könnte allerdings daraufhin weisen, dass ein „normaler“ 3-Plattenempfangsprüfstand hinreichend genaue Messwerte liefert.

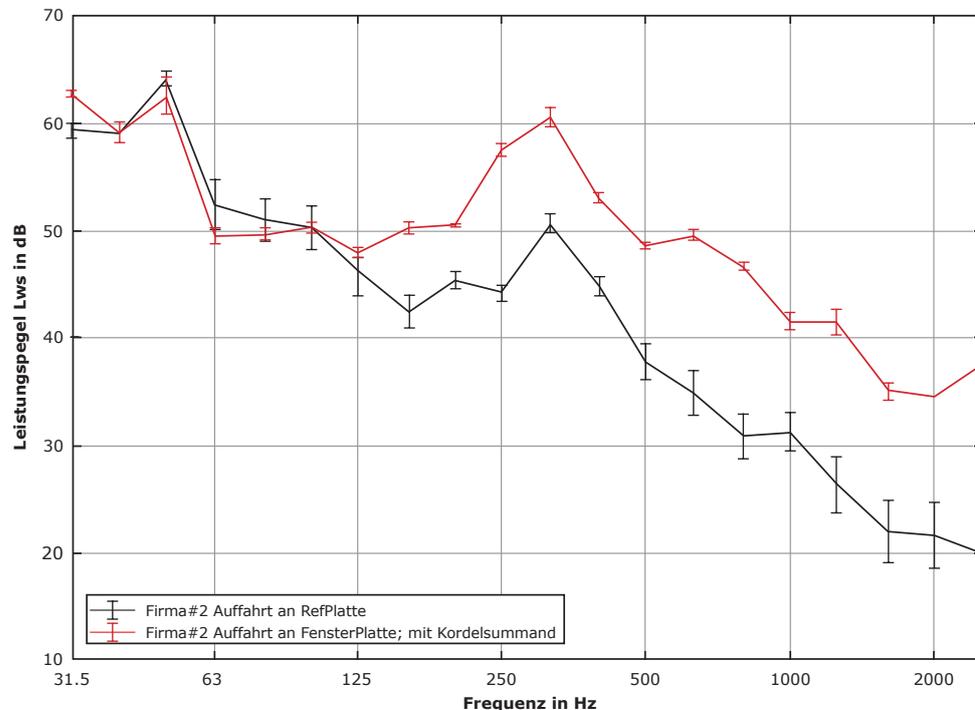


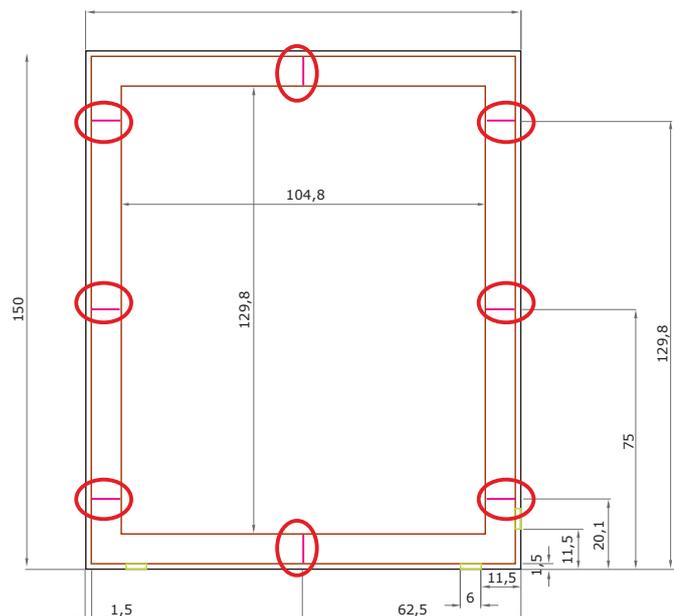
Abbildung 25: Vergleichsmessung

6.5 Einfluss der Rahmenverschraubung

Ziel der Untersuchung ist festzustellen, ob die Art der Befestigung des Fensterrahmens an der Empfangsplatte einen Einfluss auf die Messergebnisse hat. Abbildung 26 zeigt die Verschraubungspunkte mit der Empfangsplatte.



Abbildung 26: Rahmenverschraubung



Wie Abbildung 27 zu entnehmen ist, kein signifikanter Unterschied zwischen den Messungen mit und ohne Rahmenverschraubung zu erkennen. Demzufolge ist der Einfluss der Rahmenverschraubung zu vernachlässigen. Die maßgebliche Übertragung erfolgt über die Ausschäumung.

- **Rahmenverschraubung**
- **mit Rahmenverschraubung**

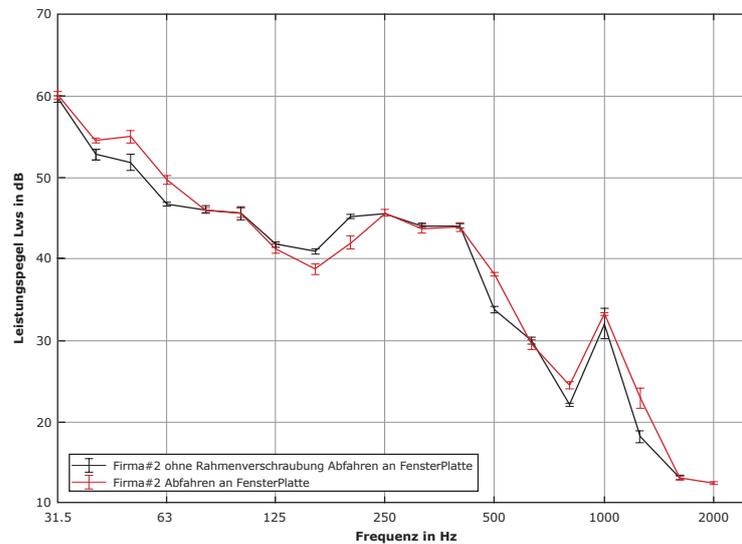
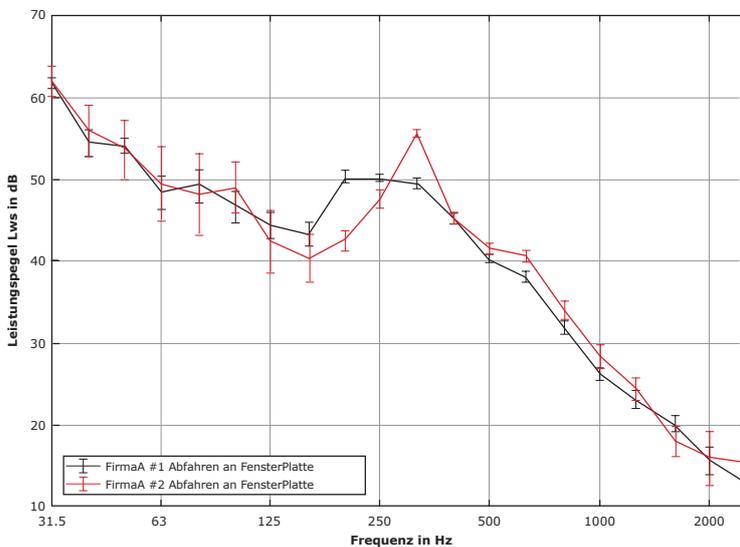


Abbildung 27: Messung mit und ohne Rahmenverschraubung (beim Abfahren)

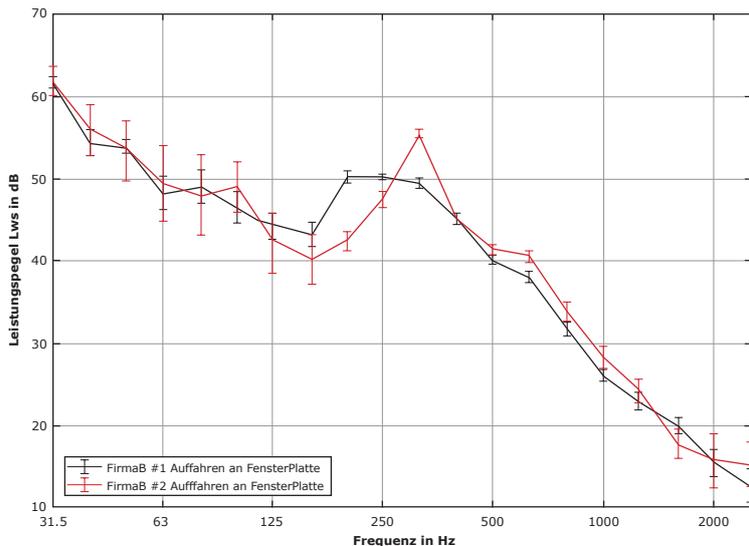
6.6 Untersuchungen mit Aufsatzrollladen



Abfahren:
Leistungspegel

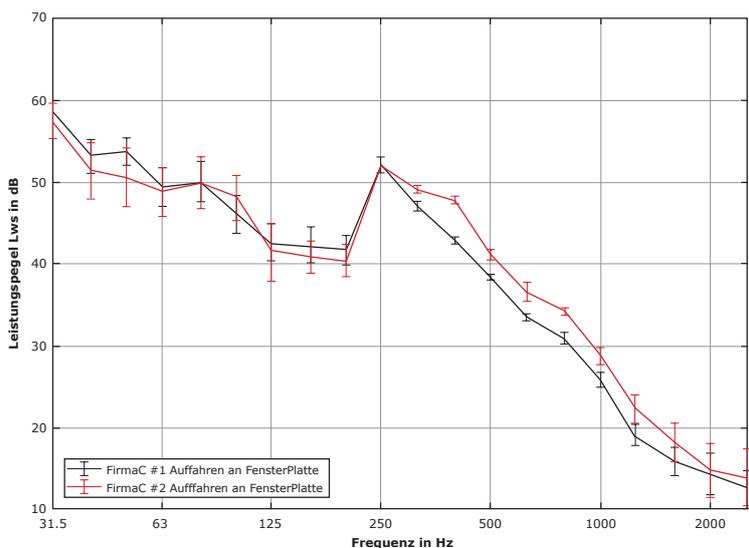


Abbildung 28: Klassischer Einbau eines Aufsatzrollladen in den Prüfstand
Der Montagespalt zwischen Rollladenkasten und Fensterleibung wurde ausgeschäumt.
Für alle Aufsatzrollladen wurde der gleiche Montageschaum verwendet.



**Auffahren:
Leistungspegel**

Abbildung 29: Typischer Verlauf des Leistungspegel beim Auffahren zweier Muster eines Herstellers



**Auffahren:
Leistungspegel**

Abbildung 30: Gleiche Versuchsdurchführung mit einem Aufsatzrollladen eines weiteren Herstellers

Als Ergebnis ist festzuhalten, dass eine hohe Reproduzierbarkeit der Prüfungen vorliegt.

6.7 Abschließende Bewertung

Das gewählte Messverfahren ist als robust zu bewerten, eine hohe Reproduzierbarkeit ist gegeben. Unterschiede der Messergebnisse ergeben sich lediglich aus der Schwankungsbreite der Prüfmuster. Messungen an der reinen Referenzplatte erscheinen möglich, insbesondere beim Vorbaurollladen. Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass eine Art Clusterbildung möglich ist, um Einzelprüfungen vieler Varianten zu vermeiden.

6.8 Offene Punkte

Im Rahmen der Untersuchungen konnte zeitlich nicht festgestellt werden, welchen Einfluss der Motor auf die Höhe der Schallleistungspegel ausübt. Diese wichtige Frage, ob die Körperschallquelle auf den Motor einzugrenzen ist, muss durch weiterführende Untersuchungen in der Zukunft abschließend geklärt werden.

Die bis jetzt durchgeführten Untersuchungen reichen noch nicht aus, um Planern für die Schallschutzplanung für die unterschiedlichen Produktgruppen Werte als Basis für Berechnungen zur Verfügung zu stellen. Für ein notwendiges normatives Prüfverfahren sind zunächst validierende Prüfungen durchzuführen, die bisher durchgeführten Untersuchungen bieten hierfür eine ideale Grundlage. Eine Validierung der Prüfergebnisse an realen Gebäuden oder gebäudeähnlichen Prüfstandbedingungen ist notwendig und erfordert zusätzlich eine größere Datenlage (Messungen).

Die Entwicklung einer solchen Prüfung und die Integration in die vorhandene Schallschutznorm würde sich auf einen Zeitrahmen von ca. 5 Jahren belaufen, da die übliche Zeit für die Erstellung und Veränderung einer Norm im Regelfall zwischen 5-8 Jahren liegt.

Die geschätzten Kosten für den Aufbau eines zuvor beschriebenen Prüfstandes belaufen sich für die Platte selbst auf ca. 1500 Euro, für die notwendige Lagerung auf ca. 1000 Euro und für die Messtechnik ist ein Wert zwischen 20.000 und 150.000 Euro (je nach Automatisierungsgrad) zu veranschlagen.

7. Fazit

Motorisch betriebene äußere Abschlüsse gehören zu den gebäudetechnischen Anlagen. Daher gelten entsprechende schalltechnische Anforderungen (wie z. B. auch für Aufzüge, sanitäre Anlagen und Lüftungsgeräte).

Die Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen kann nur anhand von Messungen erfolgen. Maßgebend sind in Deutschland die Maximalpegel, weshalb für Messungen das Anlaufverhalten eine besondere Rolle spielt.

Aufgrund des wachsenden Einsatzes von motorisch betriebenen Abschlüssen/Markisen auch im Wohnungsbau, steigen die Beschwerden über einen zu hohen Geräuschpegel bei Betrieb dieser Anlagen. Zwar führen handbetriebene Abschlüsse häufig ebenfalls zu hohen Geräuschpegeln und dementsprechenden Beschwerden, da die Geräuschentwicklung hier jedoch maßgeblich durch den Nutzer beeinflusst wird, unterliegen handbetriebene Abschlüsse/Markisen nicht den normativen schalltechnischen Anforderungen.

Motorisch betriebene Abschlüsse/Markisen dagegen zählen – wie dargestellt – zu den gebäudetechnischen Anlagen, weswegen in diesem Fall einzelne Beschwerden auch zu Rechtsstreitigkeiten und Klagen führen können. Bei Beanstandungen müssen, von der Schallquelle abgesehen, die Rahmenbedingungen wie Montage und Wandaufbau in Augenschein genommen werden. Schalltechnische Nachbesserungen von Abschlüssen/Markisen sind meist mit erhöhtem Aufwand verbunden und nur selten zufriedenstellend.

Es ist daher bei Verwendung motorisch betriebener äußerer Abschlüsse umso wichtiger, auf eine abgestimmte Planung der technischen Elemente und Bauweisen zu achten, sowie die Planungsziele mit allen Beteiligten abzustimmen und zu konkretisieren.

Im Rahmen der Untersuchungen konnte aus zeitlichen Gründen nicht festgestellt werden, welchen Einfluss der Motor allein auf die Höhe der Schalleistungspegel ausübt. Die wichtige Frage, ob die Körperschallquelle auf den Motor einzugrenzen ist, müssen weitere Untersuchungen zeigen. Weiterhin ist durch Untersuchungen festzustellen, wie ein Wert für unterschiedliche Produktgruppen zu definieren ist und als Basis für Berechnungen (Übertragungsfunktion) von Planern genutzt werden kann.

Die bis jetzt durchgeführten Untersuchungen reichen nicht aus, um normativ eine Prüfung und den dazugehörigen Prüfstand zu beschreiben. Sie bieten allerdings hierzu eine ideale Grundlage.

Weitere Informationen sind dem Merkblatt 4109-1 zu entnehmen. Den aktuellen Stand finden Sie auf der Homepage des IVRSA e.V. unter www.ivrsa.de/technische_unterlagen/.

8. Normen- und Richtlinienübersicht Schall

Bezeichnung	Titel	Anmerkungen
DIN 4109-1:2018	Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise	Enthält u. a. Grenzwerte für Geräusche aus haustechnischen Anlagen
DIN 18041:2004-05	Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen	Angaben zum max. Störschalldruckpegel
DIN 52221: 2006-01	Bauakustische Prüfungen - Körperschallmessungen bei haustechnischen Anlagen	
DIN EN 12354-5: 2009-10	Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften- Teil 5: Installationsgeräusche;	
DIN EN 14759 2005-07	Abschlüsse außen – Luftschalldämmung – Angabe der Leistungen	Luftschalldämmung von Fenstern mit Rollläden usw.
DIN EN ISO 16283-1: 1998-12	Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau - Teil 1: Luftschalldämmung	
DIN EN ISO 717-1: 2006-11	Akustik- Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung	
DIN EN ISO 10052 2010-10 + A1	Akustik - Messung der Luftschalldämmung und Trittschalldämmung und des Schalls von haustechnischen Anlagen in Gebäuden - Kurzverfahren	
DIN EN ISO 16032 2004-12	Akustik - Messung des Schalldruckpegels von haustechnischen Anlagen in Gebäuden - Standardverfahren	
BRL A Anlage 8.32	Richtlinie über Rollladenkästen	Regelt u. a. auch die Angabe der Luftschalldämmung und der Prüfung
BVRS TR 1.2	Rollladen Schallschutz	Enthält Angaben zur Verbesserung der Luftschalldämmung mit Rollläden; Überarbeitung begonnen
VDI 2058 Blatt 3 1999-02	Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten	
VDI 2569 1990-01	Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro	Entwurf 2012-10 noch nicht veröffentlicht!
VDI 2719 1987-08	Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen	
VDI 3720 Blatt 4 1984-01	Lärmarm Konstruieren; Rotierende Bauteile und deren Lagerung	
VDI 3727 Blatt 1 1984-02	Schallschutz durch Körperschalldämpfung; Physikalische Grundlagen und	

	Abschätzungsverfahren	
VDI 3727 Blatt 2 1984-11	Schallschutz durch Körperschalldämpfung; Anwendungshinweise	
VDI 4100:2012 2012-10	Schallschutz im Hochbau - Wohnungen - Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz	
DIN 45645-1 1996-07	Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen Teil 1: Geräuschemissionen in der Nachbarschaft	
DIN EN 61672-1 2014-07	Elektroakustik – Schallpegelmesser Teil 1: Anforderungen	
DIN ISO 9613-2 1999-10	Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren	
Bundesministerium des Innern TA Lärm 26.08.1998	Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm	GMBI Nr. 26/1998 S.503
SIA 181, Ausgabe 2006	Schallschutz im Hochbau	Grenzwerte und Messverfahren zum Schallschutz in der Schweiz

9. Abbildungsverzeichnis

<i>Tabelle 1:</i>	<i>Typische Schallbrücken</i>	14
<i>Tabelle 2:</i>	<i>Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden gemäß TA Lärm</i>	16
<i>Tabelle 3:</i>	<i>Maximaler Norm-Schalldruckpegel LAF,max,n gem. DIN 4109 – Mindestanforderungen und Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutzstandard</i>	17
<i>Tabelle 4:</i>	<i>Maximaler Standard-Schalldruckpegel LAF,max,nT gem. VDI 4100 (im nächst- gelegenen fremden Aufenthaltsraum, mit Ausnahme Nutzungsart Eigener Bereich)</i>	18
<i>Tabelle 5:</i>	<i>Flächenbezogene Massen der Außenwände</i>	27
<i>Abbildung 1:</i>	<i>Physikalischer Zusammenhang Schalldruckpegel</i>	6
<i>Abbildung 2:</i>	<i>Qualitative Wahrnehmung des Schalldrucks bzw. Schalldruckpegels</i>	7
<i>Abbildung 3:</i>	<i>Schalleistung</i>	8
<i>Abbildung 4:</i>	<i>Messaufbau Luftschalldämmung</i>	8
<i>Abbildung 5:</i>	<i>Schalldruckdifferenz über Frequenz</i>	9
<i>Abbildung 6:</i>	<i>Frequenzbewertungskurve</i>	10
<i>Abbildung 7:</i>	<i>Beispiel eines A-bewerteten Schalldruckpegels</i>	11
<i>Abbildung 8:</i>	<i>Schallemission und -immission</i>	12
<i>Abbildung 9:</i>	<i>Luftschall (links) und Körperschall (rechts)</i>	13
<i>Abbildung 10:</i>	<i>Direktschall-Übertragung und Flankenübertragung</i>	13
<i>Abbildung 11:</i>	<i>Messung des Schalldruckpegels von gebäudetechnischen Anlagen im nächstgelegenen schutzbedürftigen Raum; links: Messung in Raummitte (zwei Positionen), rechts: Messung in der Raumecke mit den akustisch härtesten Oberflächen. Anmerkung: i. d. R. werden in der Raumecke um ca. 3 dB höhere Pegel gemessen als in Raummitte.</i>	19
<i>Abbildung 12:</i>	<i>Messprotokoll für einen Rollladen mit Motorantrieb</i>	20
<i>Abbildung 13:</i>	<i>Empfangsplattenprüfstand an der HS Rosenheim</i>	22
<i>Abbildung 14:</i>	<i>Rollladenelement im Prüfstand</i>	22
<i>Abbildung 15:</i>	<i>Zeitverlauf</i>	23
<i>Abbildung 16:</i>	<i>Charakteristischer Körperschalleistungspegel</i>	24
<i>Abbildung 17:</i>	<i>A-bewerteter Schalleistungspegel im Raum beim Öffnen: Berechnung und Messung.</i>	25
<i>Abbildung 18:</i>	<i>A-bewerteter Schalleistungspegel im Raum beim Schließen: Berechnung und Messung.</i>	26
<i>Abbildung 19:</i>	<i>Empfangsplattenprüfstand mit Loch</i>	34
<i>Abbildung 20:</i>	<i>Lagerung des Prüfstandes (Entkopplung zum Boden)</i>	34
<i>Abbildung 21:</i>	<i>Fenstereinbau in Prüfstand</i>	35
<i>Abbildung 22:</i>	<i>Ermittlung ΔL</i>	35
<i>Abbildung 23:</i>	<i>Prüfung der Rollladen</i>	36
<i>Abbildung 24:</i>	<i>Leistungspegeldifferenz bei Wiederholmessung</i>	36
<i>Abbildung 25:</i>	<i>Vergleichsmessung</i>	37
<i>Abbildung 26:</i>	<i>Rahmenverschraubung</i>	37
<i>Abbildung 27:</i>	<i>Messung mit und ohne Rahmenverschraubung (beim Abfahren)</i>	38
<i>Abbildung 28:</i>	<i>Klassischer Einbau eines Aufsatzrollladen im Prüfstand</i>	38
<i>Abbildung 29:</i>	<i>Typischen Verlauf des Leistungspegel beim Auffahren zweier Muster eines Herstellers</i>	39
<i>Abbildung 30:</i>	<i>Gleiche Versuchsdurchführung mit einem Aufsatzrollladen eines weiteren Herstellers</i>	39

10. Glossar

A-Bewertung

siehe Frequenzbewertung

Akustik

Die Akustik ist die Lehre vom Schall und seiner Ausbreitung. Als Wissenschaftsgebiet umfasst sie die Entstehung und Erzeugung, die Ausbreitung, die Beeinflussung und die Analyse von Schall.

Bel

siehe Dezibel

Beurteilungspegel Lr

Der Beurteilungspegel ist ein Maß zur Kennzeichnung der auf einen Ort wirkenden Schallimmission. Er dient in erster Linie dazu, die Schalleinwirkung auf Menschen in der Umwelt zu beurteilen.

Dezibel

(dB) Das Bel (B) ist eine nach Alexander Graham Bell benannte Hilfsmaßeinheit zur Kennzeichnung von Pegeln und Maßen. In der Praxis ist die Verwendung des zehnten Teils eines Bels (Dezibel, Einheitenzeichen dB) üblich.

Emission

Der Begriff Emission (lat. *emittere* = aussenden) bezeichnet in der Physik die Aussendung von Wellen oder Teilchen. In der Akustik spricht man auch von Schallemission.

Emittieren

siehe Emission

Empfindlichkeit KR

Die Empfindlichkeit (engl. *sensitivity*) ist in der Messtechnik gemäß DIN 1319 definiert als die „Änderung des Wertes der Ausgangsgröße eines Messgerätes, bezogen auf die sie verursachende Änderung des Wertes der Eingangsgröße“.

Frequenzbewertung

Die Frequenzbewertung oder A-Bewertung wird bei der Messung von Geräuschen verwendet. Hierbei werden die Messgrößen durch einen Filter gewichtet, der den Frequenzgang des menschlichen Gehörs berücksichtigen soll. Um die unterschiedliche Lautstärkewahrnehmung auf verschiedenen Tonhöhen durch das menschliche Ohr zu berücksichtigen, werden sogenannte Frequenzbewertungskurven verwendet. Besonders in der technischen Akustik und im deutschen Rechtssystem wird überwiegend die A-Bewertung angewendet.

Geräuschimmission

siehe Immission

Gewerbegebiet

Ein Gewerbegebiet ist im Sinne des Städtebaurechts ein besonders ausgewiesenes Gebiet einer Gemeinde, in dem vorwiegend Gewerbebetriebe zulässig sind. In Deutschland ist dies in §8 Baunutzungsverordnung geregelt. Die Regelungen der BauNVO umfassen daneben noch weitere Flächenarten und Nutzungen. Diese sind im „§1 Allgemeine Vorschriften für Bauflächen und Baugebiete“ geregelt.

Immisionsrichtwerte

Nach TA Lärm sind die einzuhaltenden Immissionsrichtwerte je nach dem Schutzanspruch der Nachbarschaft gestaffelt. Der Schutzanspruch eines Immissionsortes ergibt sich z. B. durch Ausweisung der Gebietsart in einem Bebauungsplan oder Flächennutzungsplan.

Immission

Jede Emission hat eine Immission (lat. immittere = „hineinschicken, -senden“) in ein Umweltmedium zur Folge.

Impulshaltigkeit KI

Der Begriff der Impulshaltigkeit charakterisiert Schallemissionen – meistens Lärm – mit starken Änderungen des Schallemissionspegels. Kennzeichnend ist hierbei die schnelle zeitliche Änderung des Emissionspegels. Nach deutschem Immissionsschutzrecht können impulshaltige Emissionen mit einem Impulzzuschlag im Beurteilungspegel versehen werden.

Industriegebiet

Ein Industriegebiet ist – ähnlich dem Gewerbegebiet – ein im Flächennutzungsplan für Produktionsbetriebe vorgesehenes Baugebiet. Die in einem Industriegebiet zulässigen Nutzungen sind in §9 der deutschen Baunutzungsverordnung (BauNVO) geregelt.

Informationshaltigkeit

siehe Ton- und Informationshaltigkeit

Kerngebiet

Ein Kerngebiet ist ein Baugebiet, in dem gemäß der deutschen Baunutzungsverordnung vorwiegend Handelsbetriebe, Gastronomie, zentrale Einrichtungen der Wirtschaft und der Verwaltung sowie Wohnungen angesiedelt sind. Das Kerngebiet ist in den meisten Städten mit der Innenstadt identisch.

Körperschall

Körperschall ist Schall, der sich in einem Festkörper ausbreitet. Er umfasst u. a. die Übertragung von Schwingungen in Gebäuden, Fahrzeugen und Maschinen. Körperschall kann durch den Menschen vor allem bei tiefen Frequenzen nur haptisch – d. h. über Berührung – wahrgenommen werden. Hörbar ist nur der durch den schwingenden Festkörper abgestrahlte Luftschall.

Körperschallübertragung

siehe Körperschall

L Aeq

Schallpegel am Empfänger, s. Schallpegel

L p

Schalldruckpegel, s. Schalldruckpegel

LWAeq

Schallleistungspegel an der Schallquelle, s. Schallleistungspegel

Luftschall

Unter Luftschall versteht man Schallwellen, die sich über die Luft ausbreiten. Luftschall besteht im Gegensatz zum Körperschall aus reinen Längswellen. Im engeren Sinn wird der Begriff „Luftschall“ auf den Frequenzbereich des menschlichen Gehörs beschränkt verwendet, der bei etwa 16 Hz beginnt und je nach Alter bei höchstens 20 kHz endet.

Pegelausbreitung

Räumliche Verteilung der Schalldruckpegel im Schallfeld um eine Geräuschquelle.

r

Abstand zwischen Empfänger und Schallquelle

Reflexion

Reflexion (lat. reflectere = zurückbeugen, drehen) bezeichnet in der Physik das Zurückwerfen von Wellen (elektromagnetischen Wellen, Schallwellen etc.) an einer Grenzfläche.

Reines Wohngebiet

siehe Wohngebiet

Schall

Schall bezeichnet allgemein das Geräusch, den Klang, den Ton, den Knall (Schallarten), wie er von Menschen mit dem Gehör, also dem Ohr-Gehirn-System wahrgenommen werden kann. Schall stellt die Ausbreitung von kleinsten Druck- und Dichteschwankungen in einem elastischen Medium (Gase, Flüssigkeiten, Festkörper) dar.

Schalldruck

Als Schalldruck werden die Druckschwankungen eines verdichtbaren Mediums (üblicherweise Luft) bezeichnet, die bei der Ausbreitung von Schall auftreten. Diese Druckschwankungen werden vom Trommelfell als Sensor in Bewegungen zur Hörempfindung umgesetzt. Der Schalldruck p ist der Wechsellldruck (eine Wechselgröße), der dem statischen Druck p_0 (Luftdruck) des umgebenden Mediums überlagert ist.

Schalldruckpegel L_p

Der Schalldruckpegel ist ein logarithmisches Maß, das die Stärke eines Schallereignisses beschreibt. Umgangssprachlich wird der Schalldruckpegel auch oft als Schallpegel bezeichnet. Der Schalldruckpegel L_p (L von engl. level: „Pegel“ und p von engl. pressure: „Druck“) wird in der Hilfsmaßeinheit Dezibel angezeigt.

Schallemission

Als Schallemission (lat. emittere = aussenden) wird in der Akustik die Aussendung von Schall (Schallereignis) durch eine Schallquelle bezeichnet. Der Begriff hat eine wesentliche Bedeutung auf dem Gebiet des Lärmschutzes und dient dort zur Angabe der Stärke von Schallquellen.

Schallereignis

Der Begriff Schallereignis wird ausschließlich für die physikalische Seite des Hörvorgangs verwendet. Es ist ein physikalischer Vorgang, der räumlich, zeitlich und eigenschaftlich durch physikalische Parameter bestimmt und objektiv ist, d. h. unabhängig von subjektiven Wahrnehmungen, existiert.

Schallharte Oberflächen

Treffen Schallwellen auf den Boden oder andere Hindernisse, so werden sie reflektiert. Je nach der akustischen Eigenschaft des Bodens bzw. Hindernisses (schallweich = niedrige Impedanz bzw. schallhart = hohe Impedanz) wird dabei mehr oder weniger Schallenergie absorbiert oder die reflektierte Welle wird phasenverschoben. Damit wirkt das Hindernis mehr oder weniger schalldämpfend. Lockere, poröse Hindernisse und frisch gefallener Schnee sind schallweich und damit stark dämpfend, während festgetretener Boden, Asphalt oder Beton schallhart und somit wenig dämpfend sind.

Schallimmission

Mit dem Begriff Schallimmission (lat. immittere = hineinschicken, hineinsenden) wird die Einwirkung von Schall auf einen Ort beschrieben. Die lokale physikalische Auswirkung des Geräuschs ist der an diesem Ort vorhandene Schalldruck. Die Schallimmission ist abhängig von der Schallemission und den Schallausbreitungsbedingungen.

Schalleistung

Die Schalleistung (Formelzeichen P_{ak}) einer Schallquelle ist eine akustische Größe. Sie bezeichnet die pro Zeiteinheit von einer Schallquelle abgegebene Schallenergie. Ihre Einheit ist Watt (W). Die zugehörige logarithmische Größe ist der Schalleistungspegel.

Schalleistungspegel

Der Schalleistungspegel ist die logarithmische Größe der Schalleistung.

Schallpegelmesser

Ein Schallpegelmesser ist ein Messgerät zur Bestimmung von Schalldruckpegeln. Mobile Systeme werden auch als Handschallpegelmesser bezeichnet.

Schallquelle

Eine Schallquelle ist ein Objekt, das dem atmosphärischen Druck einen zusätzlichen Wechseldruck, den Schalldruck, überlagert und auf diese Weise sogenannte Schallwellen erzeugt.

Schutzbedürftige Räume nach TA Lärm sind die schutzbedürftigen Räume gemäß DIN 4109.

TA Lärm

Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, kurz TA Lärm, ist eine Allgemeine Verwaltungsvorschrift in der Bundesrepublik Deutschland, die dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche dient. Die TA Lärm wurde als Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erlassen und hat ihre rechtliche Grundlage im §48 BImSchG.

Ton- (KT) und Informationshaltigkeit

Mit der Ton- und Informationshaltigkeit nach TA Lärm wird die besondere Störwirkung von Geräuschen berücksichtigt, die ein oder mehrere Töne enthält bzw. deren Geräusch eindeutig der verursachenden Geräuschquelle zuzuordnen ist. Je nach Auffälligkeit wird ein Zuschlag von 3 bis 6 dB angesetzt. Der Zuschlag für Tonhaltigkeit kann auch nach DIN 45681: „Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen“ bestimmt werden.

Wohngebiet

Ein Wohngebiet ist nach der deutschen Baunutzungsverordnung (BauNVO) ein Baugebiet, das dem Wohnen dient. Hier unterscheidet man weiterhin u. a.:

- Reines Wohngebiet nach §3 BauNVO – ein Baugebiet, das ausschließlich dem Wohnen dient.
- Allgemeines Wohngebiet nach §4 BauNVO – ein Baugebiet, das vorwiegend, aber nicht ausschließlich dem Wohnen dient.

Folgende Richtlinien und Empfehlungen sind über den **ITRS e.V.** zu beziehen:

- Richtlinie Sicherheitshinweise in Montage- und Bedienungsanleitungen für Markisen
- Richtlinie zur technischen Beratung, zum Verkauf und zur Montage von Gelenkarmmarkisen
- Richtlinie zur Reinigung und Pflege von Markisentüchern
- Verbandsempfehlung zu Funk in der Gebäudeautomation
- Richtlinie zur Beurteilung der Produkteigenschaften von Raffstoren / Außenjalousien
- Richtlinie zur Beurteilung der Produkteigenschaften von Markisen
- Richtlinie: Lehrinhalte, Zertifikat, Bestellung und Bescheinigung zur Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten im Rollladen- und Sonnenschutztechniker-Handwerk
- Verbandsempfehlung Lastannahmen durch Wind- / Sogkräfte auf den Randbereich von Werbebannern, die bei der Konfektion zu berücksichtigen sind
- Sonnenschutz in Rettungswegen
- Verbandsempfehlung zur Bemessung von Fenstern mit Aufsatzrolllädencästen



In Zusammenarbeit mit:

Bundesverband Rollläden + Sonnenschutz e.V.

Hopmannstraße 2 • 53177 Bonn

Telefon: 0228 95210-0

Telefax: 0228 95210-10

E-Mail: info@rs-fachverband.de

Homepage: www.rs-fachverband.de

© Das Copyright
liegt ausschließlich bei:

IVRSA

INDUSTRIEVEREINIGUNG

Rollläden-Sonnenschutz-Automation

Postanschrift:

Heinrichstr. 79 • D-36037 Fulda

Telefon: 0661 90 19 60 11

Telefax: 0661 90 19 63 20

E-Mail: info@ivrsa.de

Homepage: www.ivrsa.de

