

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURESchallschutz bei Aufzugsanlagen mit
Triebwerksraum
Acoustical design for lifts with a machine roomVDI 2566
Blatt 1 / Part 1Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.**The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.***Inhalt**

Seite

Vorbemerkungen	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweise	4
3 Schalltechnische Angaben zu Aufzugsanlagen und Gebäuden für die bauakustische Planung	4
4 Erforderlicher baulicher Schallschutz	7
5 Maßnahmen zum baulichen Schallschutz	9
6 Hinweise für die körperschall-dämmende Aufstellung	15
7 Schallmessungen beim Betrieb der Aufzugsanlage	19
8 Bestimmung des Körperschallpegels	22
9 Messergebnisse, Messbericht	22
10 Untersuchung des baulichen Schallschutzes	23
Anhang Aufzugstechnische Begriffe	24
Schrifttum	26

Contents

Page

Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	3
2 Normative references	4
3 Data concerning lifts and buildings with respect to noise control in building-acoustical planning	4
4 Required sound insulation in buildings	7
5 Control/insulation of lift noise in buildings	9
6 Guidance on structure-borne-sound-insulating mounting	15
7 Measurements of sound level during operation of the lift	19
8 Determination of the structure-borne-sound level	22
9 Measurement results, measurement report	22
10 Examination of the sound insulation of the building	23
Annex Terminology related to lift-system technology	24
Bibliography	26

Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

VDI-Handbuch Lärminderung
VDI-Handbuch Aufzugstechnik

Vorbemerkungen

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi-richtlinien.de), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2566

Einleitung

Aufzugsanlagen verursachen beim Schalten, Anfahren, Fahren und Bremsen Geräusche, die in schutzbedürftige Räume (Aufenthaltsräume) übertragen werden und dort zu Störungen und Belästigungen führen können, wenn Aufzugsanlage und/oder Gebäude nicht fachgerecht geplant und/oder ausgeführt wurden.

Dabei ist von wesentlicher Bedeutung, ob Triebwerksraum und/oder Aufzugsschacht unmittelbar an Aufenthaltsräume grenzen.

Um mit möglichst geringen Kosten einen angemessenen Schallschutz zu erreichen, müssen Bauherr, Bauingenieur, Akustikingenieur und Hersteller bzw. Lieferant der Aufzugsanlage bereits in der Planungsphase bis hin zur Ausführung zusammenarbeiten. Nur in gemeinsamer Verantwortung kann der gewünschte Schallschutz erreicht werden.

Anmerkung: Die vorliegende Richtlinie behandelt Aspekte des Schallschutzes. Andere Gesichtspunkte, wie Brandschutz, Wärmeschutz etc., sind im Einzelfall gesondert zu würdigen.

Gegenüber der früheren Ausgabe von 2001-12 wurden die folgenden Änderungen ausgeführt:

- Aktualisierung zitierter Dokumente
- Streichung der Anmerkung 2 in Abschnitt 4.1.1
- Verweis in Abschnitt 5.1 auf Abschnitt 3.2
- Alle „Einheiten“ dB(A) wurden aus Vereinheitlichungsgründen durch „dB“ ersetzt.
- Der Abschnitt "Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen" im Anhang wurde ersatzlos gestrichen, weil die Erläuterungen der Formelzeichen unter der entsprechenden Gleichung aufgeführt sind.

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translations, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI notices (www.vdi-richtlinien.de).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

A catalogue of all available parts of this series of guidelines can be accessed on the internet at www.vdi.de/2566

Introduction

Unless lift and building are properly planned and built, switching, accelerating, travelling, and decelerating of lifts causes noise that is transmitted into rooms requiring protection (occupied areas), where it may lead to disturbance or annoyance.

The essential question here is whether the machine room and/or the well are situated next to occupied areas.

The building and the lift shall be matched already in the planning phase in order to allow realising appropriate sound insulation at the lowest possible cost. This requires that architects, construction engineers, acoustics engineers, manufacturers or suppliers of lifts, and building-owners cooperate right from the start of a project. The desired sound insulation can only be achieved as the result of shared responsibility.

Note: This guideline covers aspects of sound insulation. Other aspects such as fire protection, thermal insulation, etc., shall be considered separately in each case.

The following changes were performed compared to the former edition issued 2001-12:

- Update of quoted documents
- Deletion of Note 2 in Section 4.1.1
- Reference in Section 5.1 to Section 3.2
- All dB(A)-units were changed into "dB" due to unification.
- The Section "List of symbols and abbreviations" in the Annex has been deleted caused by the consequent explanation of symbols underneath the corresponding equation itself.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt unter Beachtung der geltenden technischen Regeln und Vorschriften für Personen- und/oder Lastenaufzüge bis zu einer Nutzlast von 2500 kg und einer maximalen Betriebsgeschwindigkeit von 4 m/s, deren elektrische Antriebsleistung nicht mehr als 30 kW beträgt. Bei Anlagen mit höherer Nutzlast, Antriebsleistung und/oder Geschwindigkeit ist ihre Anwendbarkeit im Einzelfall zu prüfen. Bezüglich der Schallschutzanforderungen siehe DIN 4109 und VDI 4100.

Diese Richtlinie gilt für Aufzugsanlagen mit Triebwerksraum. Für Aufzugsanlagen ohne Triebwerksraum siehe VDI 2566 Blatt 2.

Anmerkung 1: Bei Gebäuden mit hohen Aufzugschächten kann es bei entsprechenden Witterungsverhältnissen zu Sogerscheinungen kommen, die an den Schachttüren zu störenden Geräuschen führen können (siehe [2]).

Anmerkung 2: Die Anforderungen nach DIN 4109 sind durch Einführung der Norm per Erlass bauaufsichtlich verpflichtend; die Schallschutzstufen SSt II oder SSt III der Richtlinie VDI 4100 sind stets vertraglich zu vereinbaren.

Die vorliegende Richtlinie enthält

- Anhaltswerte für die Geräuschemission im Triebwerksraum (Luft- und Körperschallpegel), vor Schachttüren, im Aufzugsschacht und im Fahrkorb,
- Empfehlungen für den baulichen Schallschutz (Luft- und Körperschalldämmung) zur Einhaltung der zulässigen Geräuschimmissionswerte in schutzbedürftigen Räumen (Aufenthaltsräumen),
- Auslegungshilfen für die körperschalldämmende Aufstellung von Betriebsmitteln und
- Hinweise für die Messung der Geräuschemission, der Geräuschimmission in Aufenthaltsräumen und des baulichen Schallschutzes an ausgeführten Anlagen und Gebäuden.

Die Richtlinie wendet sich an Architekten, Bauingenieure, Akustikingenieure, Hersteller bzw. Lieferanten von Aufzugsanlagen und Bauherren.

1 Scope

This guideline applies to lifts for passengers and/or goods, according to the relevant technical rules and regulations for lifts, with a working load of up to 2500 kg and a maximum travelling speed of 4 m/s, and an electrical drive power of 30 kW or less. The applicability to systems with higher working loads and/or higher speeds is subject to individual checking. For sound-insulation requirements, see DIN 4109 and VDI 4100.

This guideline is applicable to lifts with a machine room. For lifts without a machine room, see VDI 2566 Part 2.

Note 1: High wells are prone to draught under certain weather conditions, which may result in disturbing noise being generated at the landing doors (see [2]).

Note 2: The requirements stated in DIN 4109 are mandatory as they have been implemented as a regulation by the authorities in charge of construction supervision. Sound-insulation classes SSt II and SSt III as defined in VDI 4100 are always subject to contractual agreement.

This guideline includes

- reference values for the noise emission in the machine room (airborne and structure-borne-sound levels), in front of landing doors, in the well, and in the car,
- recommendations for sound insulation in the building (airborne and structure-borne-sound insulations) aiming at complying with the permissible noise-exposure values in rooms requiring protection (occupied areas),
- planning aids for the structure-borne-sound-insulated mounting of equipment, and
- guidance for the measurement of noise emission and noise exposure in occupied areas, and of sound insulation in completed systems and buildings.

This guideline is intended for use by architects, construction engineers, acoustics engineers, manufacturers and suppliers of lifts, and building owners.

2 Normative Verweise

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 4109:1989–11 Schallschutz im Hochbau — Anforderungen und Nachweise

DIN 4109 Beiblatt 1 Schallschutz im Hochbau — Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren

DIN 4109–11 Schallschutz im Hochbau — Teil 11: Nachweis des Schallschutzes — Güte- und Eigenschaftsprüfung

DIN EN ISO 10052 Akustik — Messung der Luftschalldämmung und Trittschalldämmung und des Schalls von haustechnischen Anlagen in Gebäuden — Kurzverfahren (ISO 10052); Deutsche Fassung EN ISO 10052

DIN 52221 Bauakustische Prüfungen – Körperschallmessungen bei haustechnischen Anlagen

DIN EN 61672-1 Elektroakustik — Schallpegelmesser – Teil 1: Anforderungen (IEC 61672–1:2002); Deutsche Fassung EN 61672-1:2003

DIN EN ISO 140–4 Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 4: Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen (ISO 140–4:1998); Deutsche Fassung EN ISO 140-4:1998

DIN EN ISO 140–7 Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 7: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden (ISO 140–7:1998); Deutsche Fassung EN ISO 140-7:1998

VDI 4100:2007–08 Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung

3 Schalltechnische Angaben zu Aufzugsanlagen und Gebäuden für die bauakustische Planung

3.1 Maximaler A-bewerteter Schalldruckpegel $L_{AF,TWR}$ im Triebwerksraum

In Bild 1 ist der maximale A-bewertete Schalldruckpegel $L_{AF,TWR}$ von Triebwerk, Bremse und Schaltgeräten, gemessen im Triebwerksraum (TWR), für eine Aufzugsanlage als Funktion der elektrischen Antriebsleistung P dargestellt.

2 Normative references

The following quoted documents are indispensable for the application of this guideline:

For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest issue of the referenced document (including all changes) applies.

DIN 4109:1989–11 Sound insulation in buildings — Requirements and testing

DIN 4109 Addition 1 Sound insulation in buildings — Construction examples and calculation methods

DIN 4109–11 Sound insulation in buildings — Part 11: Verification of sound insulation — Quality and suitability testing

DIN EN ISO 10052 Acoustics — Field measurements of airborne and impact sound insulation and of service equipment sound — Survey method (ISO 10052); German version EN ISO 10052

DIN 52221 Tests in building acoustics – Measurements of structure-borne sound produced by technical appliances in buildings

DIN EN 61672-1 Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications (IEC 61672–1:2002); German version EN 61672-1:2003

DIN EN ISO 140–4 Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 4: Field measurement of airborne sound insulation between rooms (ISO 140–4:1998); German version EN ISO 140-4:1998

DIN EN ISO 140-7 Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors (ISO 140–7:1998); German version EN ISO 140-7:1998

VDI 4100:2007–08 Noise control in dwellings – Criteria for planning and assessment

3 Data concerning lifts and buildings with respect to noise control in building-acoustical planning

3.1 Maximum A-weighted sound pressure level, $L_{AF,TWR}$, in the machine room

Figure 1 shows the maximum A-weighted sound pressure level, $L_{AF,TWR}$, for a lift, caused by the machine, the brake, and the switchgear, measured in the machine room (TWR, from German “Triebwerksraum”), as a function of the electric

Befinden sich mehrere Aufzugsantriebe im Maschinenraum, ist für die Planung von dem um 3 dB erhöhten A-bewerteten Schalldruckpegel des leistungstärksten Antriebs auszugehen.

drive power, P . If several engines share one machine room, use the A-weighted sound pressure level of the most powerful unit plus 3 dB for planning purposes.

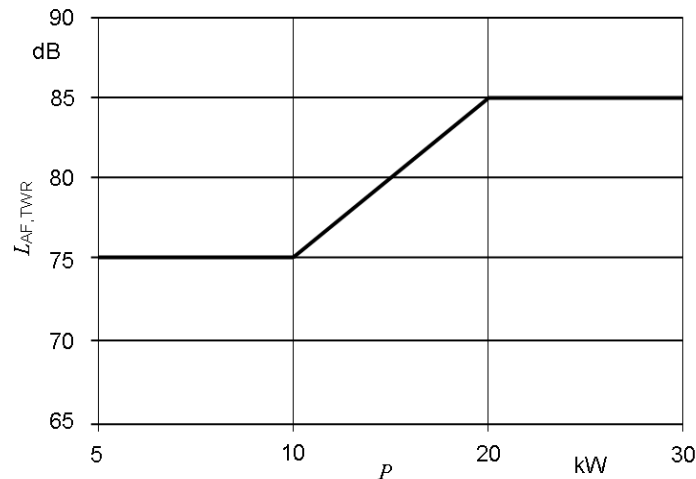


Bild 1. Maximaler A-bewerteter Schalldruckpegel $L_{AF,TWR}$ einer einzelnen Aufzugsanlage im Triebwerksraum als Funktion der elektrischen Antriebsleistung P , ermittelt nach Abschnitt 7.3

Figure 1. Maximum A-weighted sound pressure level, $L_{AF,TWR}$, for a single lift, measured in the machine room (TWR, from German "Triebwerksraum"), as a function of the electric drive power, P , determined according to Section 7.3

3.2 Maximale Körperschallpegel $L_{a,TWR,B}$ auf dem Triebwerksraumboden und an Rollengerüstauflagen

Die nachstehend aufgeführten Beschleunigungspegel $L_{a,TWR,B}$ (gemessen nach Abschnitt 8) können bei einer einfach elastischen Lagerung des Triebwerkes (ohne Beruhigungsmasse) auf dem Boden erreicht oder unterschritten werden (bezogen auf $a_0 = 10^{-6} \text{ m/s}^2$):

- 90 dB bei der Oktavbandmittenfrequenz 63 Hz
- 90 dB bei der Oktavbandmittenfrequenz 125 Hz
- 85 dB bei der Oktavbandmittenfrequenz 250 Hz
- 85 dB bei der Oktavbandmittenfrequenz 500 Hz

Bei unten angeordneten Triebwerksräumen gelten für das elastisch gelagerte untere Rollengerüst die gleichen Körperschallpegel.

Für im Schachtkopf elastisch gelagerte Rollengerüste können um 10 dB niedrigere Beschleunigungspegel angesetzt werden.

Anmerkung: Bei Baukonstruktionen mit flächenbezogenen Massen der Wände und Decken von 490 kg/m^2 bis 580 kg/m^2 verursachen die vorgenannten

3.2 Maximum structure-borne-sound level $L_{a,TWR,B}$ on the machine-room floor and at roller-frame supports

With simple elastic mounts (without inertial mass) for the machine, it is possible for the maximum acceleration level on the floor, $L_{a,TWR,B}$ (measured in accordance with Section 8), to achieve, or even stay below, the values stated below. (The reference acceleration, a_0 , equals 10^{-6} m/s^2).

- 90 dB at the octave-band centre frequency of 63 Hz
- 90 dB at the octave-band centre frequency of 125 Hz
- 85 dB at the octave-band centre frequency of 250 Hz
- 85 dB at the octave-band centre frequency of 500 Hz

The same structure-borne-sound levels apply to the elastically mounted bottom roller frame in the case of machine rooms arranged at the bottom of the well.

For roller frames on elastic mounts placed at the top of the well, the acceleration levels stated above may be reduced by 10 dB.

Note: In building structures where the mass per unit area of floors and walls ranges from 490 kg/m^2 to 580 kg/m^2 , the structure-borne-sound levels stated above

Körperschallpegel in unmittelbar an den Triebwerksraum horizontal, vertikal oder diagonal grenzenden Räumen in der Regel A-bewertete Schalldruckpegel von 40 dB bis 45 dB, die somit die Anforderungen nach DIN 4109 für schutzbedürftige Räume nicht erfüllen.

3.3 Maximaler A-bewerteter Schalldruckpegel $L_{AF,TÜR}$ vor waagerecht bewegten automatischen Schachtschiebetüren und handbetätigten Schachtdrehtüren

Für alle Türbewegungen beträgt der maximale A-bewertete Schalldruckpegel vor der Schachttür $L_{AF,TÜR} = 65$ dB (gemessen nach Abschnitt 7.4).

Anmerkung 1: Mit erhöhten Aufwendungen bei der Türenherstellung (Antriebs- und/oder Fertigungstechnologien) und bei der Gebäudeausführung ist eine Reduzierung der A-bewerteten Schalldruckpegel $L_{AF,TÜR}$ bis auf 50 dB erreichbar.

Der A-bewertete Schalldruckpegel $L_{AF,TÜR}$ kann zur Planung und Bewertung von Schallschutzmaßnahmen zwischen Aufzugsvorraum und schutzbedürftigem Raum herangezogen werden, z. B. für die Bemessung der Schalldämmung der Eingangstüren von Wohnungen, Übernachtungsräumen oder Büros.

Anmerkung 2: Der 1 m vor der Schachttür gemessene A-bewertete Schalldruckpegel des fahrenden Aufzugs liegt in der Regel unterhalb des durch die Schachttür verursachten maximalen A-bewerteten Schalldruckpegels $L_{AF,TÜR}$.

Der von Schachttüren verursachte Körperschallpegel hängt nicht nur von deren Antriebsmechanismus ab, sondern wird auch wesentlich von der Schachtkonstruktion, an der die Tür befestigt ist, bestimmt. In dieser Richtlinie wird deshalb darauf verzichtet, für Schachttüren Körperschallpegel anzugeben.

Anmerkung 3: Bei der schalltechnischen Planung des Gebäudes ist zu beachten, dass Ankunftsmler von Fahrkörben akustische Signale erzeugen, die als störend empfunden werden können.

3.4 Maximaler A-bewerteter Schalldruckpegel im Schacht und Fahrkorb

3.4.1 Schacht

Unabhängig von Art und Lage des Antriebs werden im gesamten Schacht üblicherweise A-bewertete Schalldruckpegel $L_{AF,SCHACHT} = 65$ dB nicht überschritten.

Ein derartiger A-bewerteter Schalldruckpegel erfordert in der Regel keine zusätzlichen Schallschutzmaßnahmen zur Einhaltung der zulässigen A-bewerteten Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen.

will usually result in A-weighted sound pressure levels of 40 dB to 45 dB in rooms sharing floor or ceiling, a wall, or an edge with the machine room. These values do not comply with the requirements of DIN 4109, for rooms requiring protection (occupied areas).

3.3 Maximum A-weighted sound pressure level, $L_{AF,TÜR}$, in front of horizontally sliding, automatic landing doors and manually operated hinged landing doors

The maximum A-weighted sound pressure level, $L_{AF,TÜR}$, in front of the landing door equals 65 dB for all types of door operation (as measured according to Section 7.4).

Note 1: A higher degree of sophistication in the manufacture of the doors (drive and/or manufacturing technologies), or in the construction of the building, will allow a reduction of the A-weighted sound pressure level, $L_{AF,TÜR}$, down to 50 dB.

The A-weighted sound pressure level, $L_{AF,TÜR}$, can be used for the planning and assessment of sound insulation between the lift anteroom and rooms requiring protection, e.g. when dimensioning the sound insulation of doors leading to flats, bedrooms, or offices.

Note 2: As a rule, the A-weighted sound pressure level measured at a distance of 1 m from the landing door, caused by the lift when travelling, is less than the maximum A-weighted sound pressure level, $L_{AF,TÜR}$, caused by the landing door.

The structure-borne-sound level caused by the landing door is not only determined by its drive mechanism, but also, to an essential extent, by the construction of the well to which the door is attached. No structure-borne-sound levels for landing doors are, therefore, stated in this guideline.

Note 3: Consider the effect of acoustic signals announcing the arrival of the car when planning sound insulation.

3.4 Maximum A-weighted sound pressure level in the well and in the car

3.4.1 Well

Regardless of the type and arrangement of the machine, the A-weighted sound pressure level, $L_{AF,SCHACHT}$, does not usually exceed 65 dB at any position in the well.

Such a value will not usually require additional sound insulation for compliance with the permissible A-weighted sound pressure levels in rooms requiring protection.

3.4.2 Fahrkorb

Die A-bewerteten Schalldruckpegel in Fahrkörben haben keinen Einfluss auf den A-bewerteten Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen nach Abschnitt 4, sondern geben lediglich das Maß des Komforts für den Benutzer vor.

4 Erforderlicher baulicher Schallschutz

4.1 Luftschall

4.1.1 Zulässige A-bewertete Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen

Nach DIN 4109, Tabelle 4, dürfen die von einer Aufzugsanlage verursachten Geräusche in schutzbedürftigen Räumen folgende Werte für den zulässigen A-bewerteten Schalldruckpegel L_{AFmax} nicht überschreiten.

Tabelle 1a. Zulässige A-bewertete Schalldruckpegel von Aufzugsanlagen in schutzbedürftigen Räumen nach DIN 4109

Wohn- und Schlafräume	Unterrichts- und Arbeitsräume
30 dB	35 dB

Anmerkung: Aufzugsanlagen zählen nach DIN 4109 zu den „sonstigen haustechnischen Anlagen“.

In der Richtlinie VDI 4100 werden für Wohnungen drei Schallschutzstufen (SSt I bis SSt III) unterschieden. Nach den Kennwerten der VDI 4100, Tabelle 2 und Tabelle 4, dürfen die von einer Aufzugsanlage verursachten Geräusche in Wohnungen folgende Werte für den zulässigen A-bewerteten Schalldruckpegel L_{AFmax} nicht überschreiten.

Tabelle 1b. Kennwerte für die zulässigen A-bewerteten Schalldruckpegel von Aufzugsanlagen entsprechend den Schallschutzstufen (SSt) der Richtlinie VDI 4100

SSt I	Anforderungen nach DIN 4109
SSt II	30 dB
SSt III	25 dB

Um spätere Auseinandersetzungen bezüglich des Schallschutzes zu vermeiden, wird dringend empfohlen, die gewünschte Schallschutzstufe SSt II oder SSt III vertraglich zu vereinbaren.

3.4.2 Car

A-weighted sound pressure levels in cars do not affect the A-weighted sound pressure levels in rooms requiring protection as defined in Section 4. They only determine the degree of comfort experienced by the passenger.

4 Required sound insulation in buildings

4.1 Airborne sound

4.1.1 Permissible A-weighted sound pressure levels in rooms requiring protection

According to DIN 4109, Table 4, the noise caused by a lift in rooms requiring protection shall not exceed the permissible A-weighted sound pressure level, L_{AFmax} .

Table 1a. Permissible A-weighted sound pressure levels caused by lifts in rooms requiring protection as per DIN 4109

Living rooms and bedrooms	Classrooms and workplaces
30 dB	35 dB

Note: According to DIN 4109 lifts are “other building services”.

The guideline VDI 4100 distinguishes three sound-insulation classes (SSt I through SSt III). According to the characteristic values given in Table 2 and Table 4 of VDI 4100, the noise caused by a lift in a flat must not exceed the permissible A-weighted sound pressure level L_{AFmax} .

Table 1b. Characteristic values for sound-insulation classes SSt I through SSt III as per VDI 4100, of the permissible A-weighted sound pressure level caused by lifts

SSt I	Requirements of DIN 4109
SSt II	30 dB
SSt III	25 dB

It is strongly recommended that the desired sound-insulation classes SSt II or SSt III be expressly agreed by written contract to avoid subsequent disputes about the sound insulation to be provided.

4.1.2 Erforderliche Schalldämmung

Bei der Ermittlung des erforderlichen baulichen Schallschutzes wird von dem im Triebwerksraum auftretenden und im Bild 1 dargestellten maximalen A-bewerteten Schalldruckpegel $L_{AF,TWR}$ ausgegangen. Liegt eine Herstellerangabe in Form eines A-Schalleistungspegels vor, so kann der A-bewertete Schalldruckpegel im Triebwerksraum nach der Gleichung (1) bestimmt werden:

$$L_{pA,TWR} = L_{WA} + 6 \text{ dB} - 10 \lg(A/1 \text{ m}^2) \text{ dB} \quad (1)$$

Dabei ist

$L_{pA,TWR}$	der A-bewertete Schalldruckpegel im Triebwerksraums in dB
L_{WA}	der A-bewertete Schalldruckpegel des Triebwerks in dB
A	die äquivalente Absorptionsfläche eines Raumes in m^2

Die erforderliche Schalldämmung ergibt sich aus Gleichung (2):

$$R_{w,erf} \geq L_{AF,TWR} - L_{AFmax} - 10 \lg(S/A_0) \text{ dB} + k \quad (2)$$

Dabei ist

$R_{w,erf}$	die erforderliche Schalldämmung zur Einhaltung der zulässigen A-bewerteten Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen in dB
$L_{AF,TWR}$	der A-bewertete Schalldruckpegel von Triebwerk, Bremse und Schaltgeräten, gemessen im Triebwerksraum in dB
L_{AFMAX}	der zulässige A-bewertete Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen in dB
S	die Größe der Trennfläche zwischen Sende- und Empfangsraum in m^2
A_0	10 m^2 (Bezugsschallabsorptionsfläche des Empfangsraums)
k	die Frequenzkorrektur in dB, für Aufzugsgeräusche = 0 dB gewählt

4.2 Körperschall

In heute üblichen Bauten wird ein baulicher Körperschallschutz erreicht, der durch nachstehend aufgeführte Normtrittschallpegel L_n gekennzeichnet ist:

- $\leq 45 \text{ dB}$ bei der Oktavbandmittenfrequenz 63 Hz
- $\leq 50 \text{ dB}$ bei der Oktavbandmittenfrequenz 125 Hz

4.1.2 Required sound reduction index

The required sound insulation in a building is determined on the basis of the maximum A-weighted sound pressure level, $L_{AF,TWR}$, in the machine room, as shown in Figure 1. If the manufacturer declares a value of the A-weighted sound power level, the A-weighted sound pressure level in the machine room can be determined from the Equation (1):

$$L_{pA,TWR} = L_{WA} + 6 \text{ dB} - 10 \lg(A/1 \text{ m}^2) \text{ dB} \quad (1)$$

where

$L_{pA,TWR}$	is the A-weighted sound pressure level in the machine room in dB
L_{WA}	is the A-weighted sound power level of the engine in dB
A	is the equivalent sound-absorption area of a room, in m^2

The required sound reduction index is then obtained from Equation (2):

$$R_{w,erf} \geq L_{AF,TWR} - L_{AFmax} - 10 \lg(S/A_0) \text{ dB} + k \quad (2)$$

where

$R_{w,erf}$	is the sound insulation required to comply with the maximum permissible A-weighted sound pressure levels in rooms requiring protection, in dB
$L_{AF,TWR}$	is the maximum A-weighted sound pressure level caused by the engine, brake, and switchgear, as measured in the machine room, in dB
L_{AFMAX}	is the permissible A-weighted sound pressure level in rooms requiring protection, in dB
S	is the area of element separating sending and receiving rooms, in m^2
A_0	10 m^2 (reference sound-absorption area of receiving room)
k	is the frequency correction, set to 0 dB for lift noise

4.2 Structure-borne-sound

The structure-borne-sound insulation achieved in typical contemporary buildings is characterised by the following values of the normalised impact sound pressure level, L_n :

- $\leq 45 \text{ dB}$ or less at the octave-band centre frequency of 63 Hz
- $\leq 50 \text{ dB}$ or less at the octave-band centre frequency of 125 Hz

- ≤ 55 dB bei der Oktavbandmittenfrequenz 250 Hz
- ≤ 55 dB bei der Oktavbandmittenfrequenz 500 Hz

Diese Normtrittschallpegel können nach Abschnitt 10.2 ermittelt werden.

Anmerkung: Die konstruktive Decke unter dem Triebwerksraum sollte eine flächenbezogene Masse von mindestens 580 kg/m^2 (entspricht einer etwa 25 cm dicken Stahlbetondecke) aufweisen (siehe auch Tabelle 2 bezüglich der baulichen Situation B2).

5 Maßnahmen zum baulichen Schallschutz

5.1 Planungsgrundsätze

Bauliche Schallschutzmaßnahmen bei Aufzugsanlagen müssen bereits bei der Planung berücksichtigt werden, da sie nachträglich meist nicht mehr oder nur mit einem hohen Aufwand durchgeführt werden können.

Schutzbedürftige Räume sollten möglichst nicht unmittelbar an Triebwerksräume oder Aufzugschächte grenzen. Falls dies nicht vermieden werden kann, sind geeignete schalltechnische Maßnahmen vorzusehen. Da bei Aufzugsanlagen insbesondere auf den baulichen Körperschallschutz zu achten ist, sollten die schallübertragenden Bauteile in Massivbauweise erstellt werden; siehe Abschnitt 3.2.

Bild A1 zeigt schematisch eine Seilaufzugsanlage mit dem Triebwerksraum über dem Schacht. Bild A2 zeigt eine direkt und indirekt wirkende Hydraulikaufzugsanlage.

5.2 Vorschläge für die Ausführung

Die schalltechnischen Anforderungen an die Baukonstruktionen hängen von der Lage des Triebwerksraums und des Schachts zum nächstgelegenen schutzbedürftigen Raum ab.

Der bauliche Schallschutz kann mit einer schweren einschaligen oder einer zweischaligen Schachtkonstruktion verwirklicht werden.

Aus Gründen der Bauwerksstabilität werden einschalige Schachtkonstruktionen bevorzugt.

Bei einer zweischaligen Schachtkonstruktion müssen Schallbrücken unbedingt vermieden werden, daher bedarf es einer konsequenten Trennung des Aufzugsschachts von der übrigen Baukonstruktion. Der Triebwerksraum wird dabei über dem Schacht angeordnet und ist ebenfalls von

- ≤ 55 dB or less at the octave-band centre frequency of 250 Hz
- ≤ 55 dB or less at the octave-band centre frequency of 500 Hz

These normalised impact sound pressure levels can be determined as described in Section 10.2.

Note: The floor construction under the machine room should have a mass per square metre of at least 580 kg (corresponding to a concrete floor with a thickness of approximately 25 cm). With respect to the arrangement see situation B2 in Table 2.

5 Control/insulation of lift noise in buildings

5.1 Planning principles

Sound-insulation and noise-control measures to be taken in a building shall be considered at the planning stage already, as in most of the cases, retrofitting is impossible, or only possible at great expense.

Rooms requiring protection should not immediately neighbour on machine rooms or lift wells. Where this cannot be avoided, appropriate sound insulation shall be provided. Lifts require particular consideration of structure-borne-sound transmission. Therefore, sound-transmitting building elements should be massive; see Section 3.2.

Figure A1 is a schematic of a rope-suspended lift where the machine room lies above the well. Figure A2 illustrates a directly driven and an indirectly driven hydraulic lift.

5.2 Suggestions for sound insulation

The acoustical requirements to be met by a building depend on the arrangement of the machine room and the well with respect to the nearest room requiring protection.

Sound insulation can be achieved by means of a heavy single-layered, or a double-layered, well.

Single-layered wells are preferred for reasons of structural stability.

When using a double-layered well, avoiding sound transmission between the layers is vital. Therefore, the well shall be completely detached from the rest of the structure. To this end, the machine room is arranged on top of the well, and shall also be completely decoupled from the remaining building

der Baukonstruktion zu entkoppeln. Bei zweischaligen Schachtkonstruktionen besteht jedoch die Gefahr, dass zwischen den Schalen Körperschallbrücken entstehen, die den angestrebten baulichen Schallschutz deutlich reduzieren. Derartige Brücken können nachträglich kaum entfernt werden.

Für unterschiedliche bauliche Gegebenheiten sind in Tabelle 2 die erforderlichen flächenbezogenen Massen der trennenden bzw. flankierenden Bauteile angegeben. Diese flächenbezogenen Massen müssen eingehalten werden, um den erforderlichen baulichen Schallschutz erreichen zu können.

Auf die jeweils erforderliche Art der elastischen Lagerung des Aufzugstriebwerks wird im Folgenden eingegangen. Dabei bestimmt der dem Triebwerksraum nächstgelegene schutzbedürftige Raum die Art (und die erforderliche Körperschalldämmung) der elastischen Lagerung.

structure. In double-layered wells, however, there is a danger of sound-transmitting connections being generated between the layers, which reduce the intended sound insulation considerably. Such connections can hardly be removed afterwards.

Table 2 lists the masses per unit area of the separating and flanking elements required for various building situations. These values must be observed to obtain the required sound insulation.

The appropriate type of elastic mounting for the machine will be dealt with below. It is the room requiring protection nearest to the machine room that determines the type (and required structure-borne-sound insulation) of the elastic mounting.

Tabelle 2. Zusammenhang zwischen der Lage der schutzbedürftigen Räume ($L_{AFmax} = 30$ dB) zur Aufzugsanlage und Kennzeichnung der erforderlichen baulichen Schallschutzmaßnahmen (Die jeweils notwendige elastische Lagerung des Aufzugstriebwerkes EL 1 bis EL 4 kann aus Bild 2 und Bild 3 ermittelt werden.)

Kennzeichnung der baulichen Situation	Lage der schutzbedürftigen Räume gegenüber der Aufzugsanlage	Erforderliche flächenbezogene Massen nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 Sonstige Hinweise ^{a)}
A	Schutzbedürftige Räume grenzen nicht an die Aufzugsanlage, Aufzugsschacht ins Treppenhaus integriert.	Schachtwand $\geq 490 \text{ kg/m}^2$ Treppenraumwand $\geq 380 \text{ kg/m}^2$
B1	Schutzbedürftige Räume grenzen an Aufzugsschacht, aber nicht an den Triebwerksraum.	Schachtwand $\geq 580 \text{ kg/m}^2$ Wände des Triebwerksraums $\geq 380 \text{ kg/m}^2$ ^{b)}
B2	Schutzbedürftige Räume grenzen an den Triebwerksraum.	Schachtwand und die schallübertragenden Wand- und Deckenkonstruktionen (zum schutzbedürftigen Raum) $\geq 580 \text{ kg/m}^2$ Flankierende Wände $\geq 250 \text{ kg/m}^2$
B3 (siehe Abschnitt 5.2)	Schutzbedürftige Räume grenzen an die Aufzugsanlage.	schallbrückenfreie Fuge nach DIN 4109 zwischen Triebwerksraum bzw. Aufzugsschacht und Decken bzw. Wänden der schutzbedürftigen Räumen je Schale $\geq 380 \text{ kg/m}^2$
C	Zwischen schutzbedürftigen Räumen und der Aufzugsanlage befinden sich andere Räume.	Schachtwand $\geq 490 \text{ kg/m}^2$ Wände des Triebwerksraums $\geq 380 \text{ kg/m}^2$ ^{b)}

a) Leichte Montagewände können in allen Fällen als flankierende Wände verwendet werden.

b) Maschinenraum über Aufenthaltsraum: Decke unter Triebwerksraum $\geq 580 \text{ kg/m}^2$

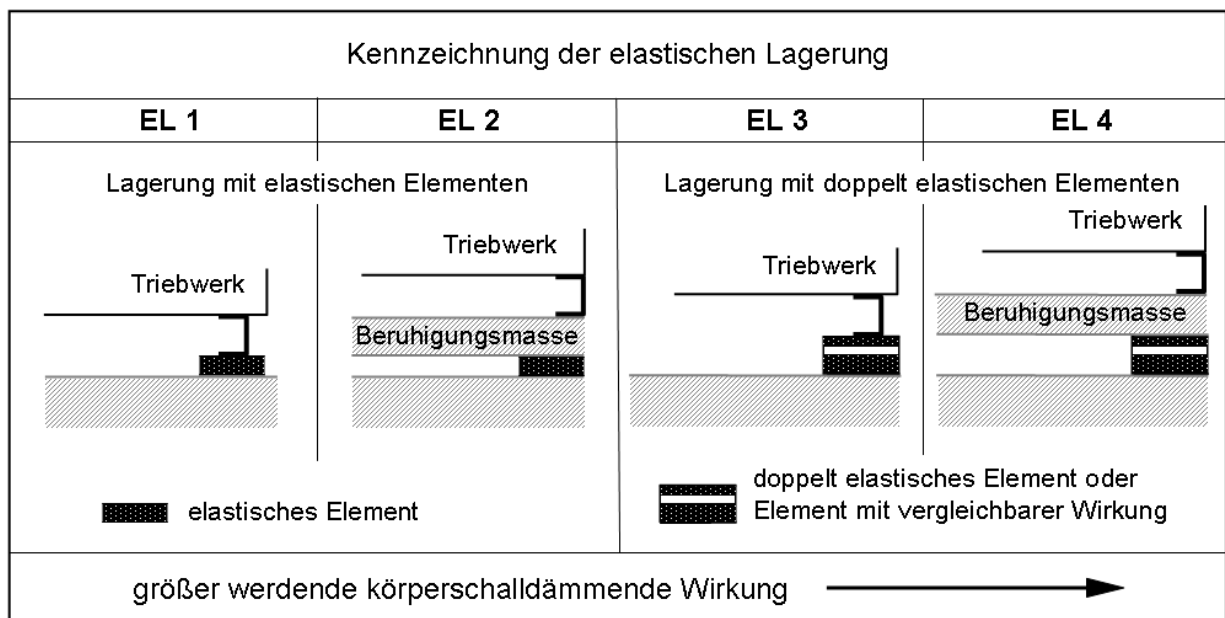


Bild 2. Schematische Darstellung körperschalldämmender Maßnahmen für Aufzugstriebwerke in der Reihenfolge wachsender Wirksamkeit

Table 2. Relation between the arrangement of rooms requiring protection ($L_{AFmax} = 30$ dB) with respect to the lift and the designation of the required sound insulation (The required elastic mounting of the machine, EL 1 to EL 4, can be determined from Figure 2 and Figure 3.)

Situation	Arrangement of rooms requiring protection with respect to the lift	Required masses per unit area according to DIN 4109, Addition 1 Further notes ^{a)}
A	No room requiring protection next to the lift (well integrated in the staircase).	Wall of the well $\geq 490 \text{ kg/m}^2$ Wall of staircase $\geq 380 \text{ kg/m}^2$
B1	Rooms requiring protection next to the well, but not to the machine room.	Wall of the well $\geq 580 \text{ kg/m}^2$ Walls of the machine room $\geq 380 \text{ kg/m}^2$ ^{b)}
B2	Rooms requiring protection next to the machine room.	Wall of the well and wall and floor constructions transmitting sound (to the room requiring protection) $\geq 580 \text{ kg/m}^2$ Flanking walls $\geq 250 \text{ kg/m}^2$
B3 (see Section 5.2)	Rooms requiring protection next to the lift.	Joint without sound-transmitting connections, as per DIN 4109, between the machine room or well and ceiling or walls of rooms requiring protection. $\geq 380 \text{ kg/m}^2$ per layer
C	Rooms requiring protection separated from lift by other rooms in between.	Wall of the well $\geq 490 \text{ kg/m}^2$ Walls of the machine room $\geq 380 \text{ kg/m}^2$ ^{b)}

a)

Lightweight prefabricated walls may be used as flanking elements in all cases.

b)

Machine room above occupied area: Floor of machine room 580 kg/m^2

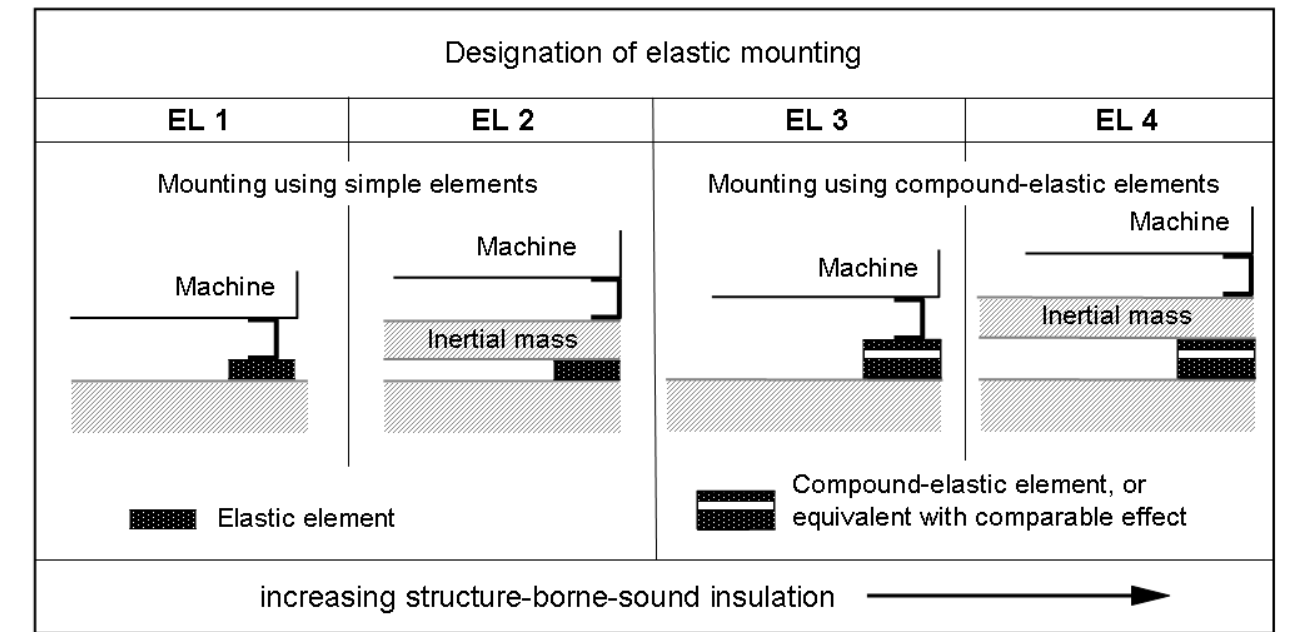
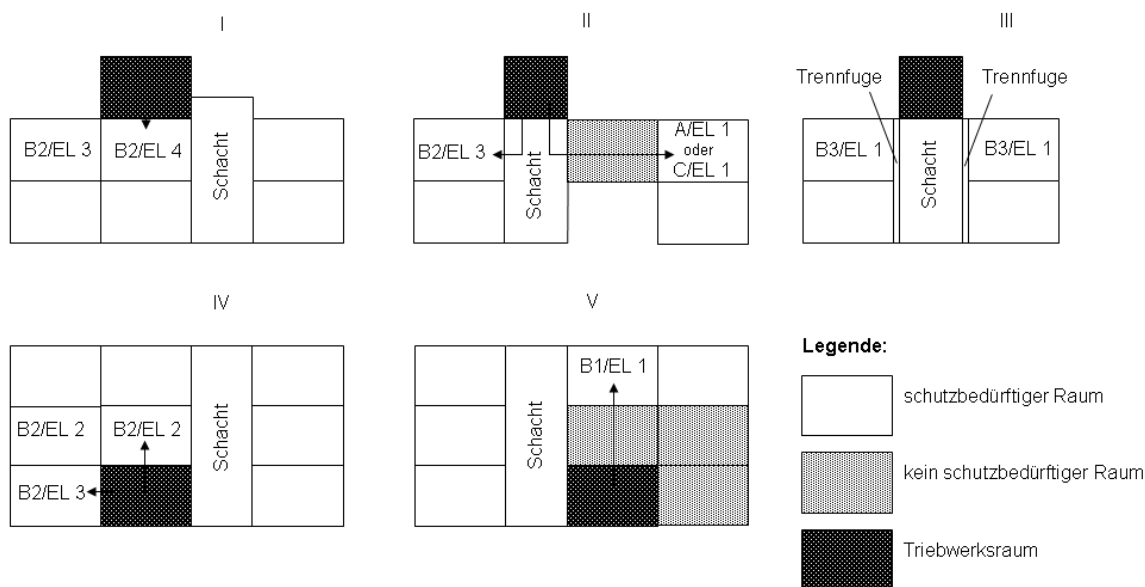


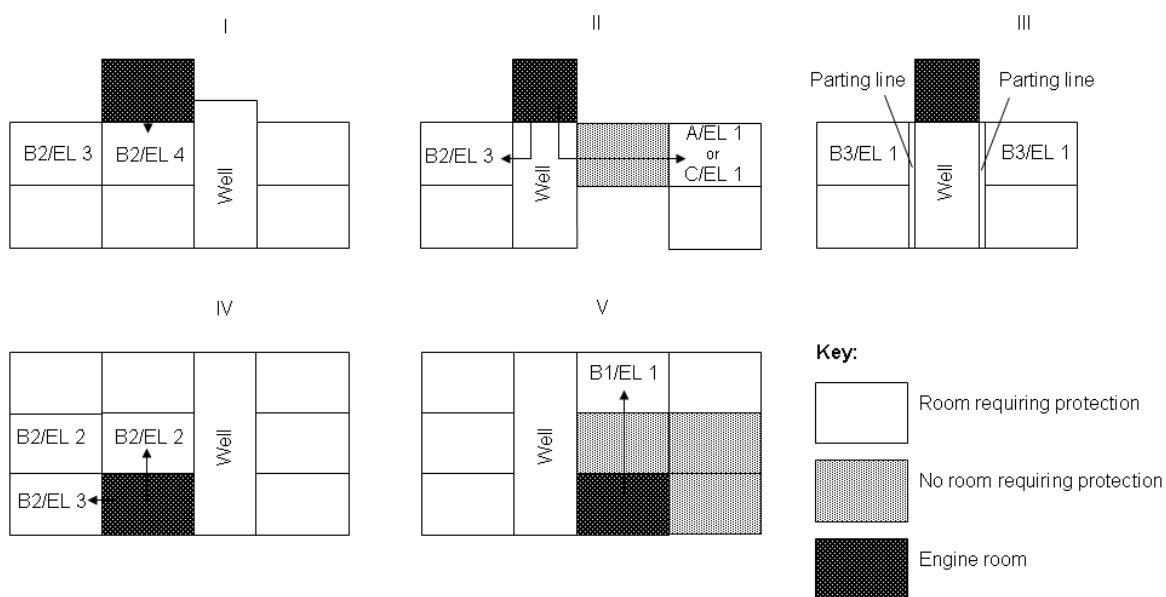
Figure 2. Schematic showing measures for structure-borne-sound insulation of machines, sorted according to effectiveness



Einbausituationen I bis V schematisch dargestellt

EL 1 bis EL 4 Art der Körperschallentkopplung des Aufzugstriebwerks (siehe Bild 2) einschließlich sonstiger Maßnahmen an den Hilfs-, Steuer- und Regelgeräten in Verbindung mit baulichen Luftschallschutzmaßnahmen **nach Situation A bis C** (siehe Tabelle 2)

Bild 3. Zusammenhang zwischen Lage der schutzbedürftigen Räume ($L_{AFmax} = 30$ dB) zum Triebwerksraum und den erforderlichen Maßnahmen zur Luft- und Körperschalldämmung



Schematic showing situations I through V

EL 1 through EL 4 Types of structure-borne-sound insulation of the machine (see Figure 2) including further measures taken on auxiliary and control equipment, in connection with airborne-sound insulation according to **situations A through D**

Figure 3. Relation between the arrangement of rooms requiring protection ($L_{AFmax} = 30$ dB) with respect to the machine room and the required airborne and structure-borne-sound insulation

5.3 Körperschalldämmung der Aufzugs- triebwerke

In Tabelle 2 sind die Zusammenhänge zwischen der Lage der schutzbedürftigen Räume zur Lage der Aufzugsanlage (Triebwerksraum/Schacht) und den erforderlichen flächenbezogenen Massen zum Einhalten des notwendigen/gewünschten baulichen Schallschutzes dargestellt.

In Bild 2 sind unterschiedliche körperschalldämmende Lagerungen von Aufzugstriebwerken dargestellt. Die bei Aufzugsanlagen übliche elastische Lagerung ist mit EL 1 bezeichnet. Konstruktionen mit einer höheren körperschalldämmenden Wirkung sind EL 2 bis EL 4.

Aus Bild 3 ist zu ersehen, welche Lagerung je nach Lage des Triebwerksraums zum nächstgelegenen schutzbedürftigen Raum erforderlich ist, um dort einen A-bewerteten Schalldruckpegel von 30 dB (nach DIN 4109) einhalten zu können. In weiter entfernt liegenden Räumen wird dann ebenfalls der A-bewertete Schalldruckpegel von 30 dB eingehalten.

Soll die Schallschutzstufe SSt III nach VDI 4100 (25 dB in schutzbedürftigen Räumen) eingehalten werden,

- darf kein schutzbedürftiger Raum unmittelbar an Triebwerksraum und Schacht grenzen, und es müssen
- ausschließlich elastische Lagerungen der Art EL 3 oder EL 4 zur Anwendung kommen.

Anmerkung: Eine schalltechnische Beratung ist in diesen Fällen zu empfehlen.

In Abschnitt 6 wird dargestellt, wie die elastischen Lagerungen auszulegen und welche sonstigen schalltechnischen Maßnahmen bei derartigen baulichen Gegebenheiten an den Steuer- und Regelgeräten vorzusehen sind.

5.4 Sonstige Schallschutzmaßnahmen

Bei der Be- und Entlüftung des Triebwerksraumes und des Aufzugsschachtes ist darauf zu achten, dass keine störenden Geräusche ins Freie und/oder in schutzbedürftige Räume übertragen werden.

5.3 Structure-borne-sound insulation of machines

Table 2 illustrates the relation between the arrangement of rooms requiring protection with respect to the lift (machine room/well) and the masses per unit area required for compliance with the necessary/desired airborne and structure-borne-sound insulation.

Figure 2 illustrates various structure-borne-sound-insulating mountings for lifts. The elastic mounting typical of lifts is designated as EL 1. Constructions with better structure-borne-sound insulations are designated as EL 2 through EL 4.

Figure 3 shows, for a specific arrangement of the machine room with respect to the nearest room requiring protection, which type of mounting allows compliance with the permissible A-weighted sound pressure level of 30 dB (as required in DIN 4109) in the room requiring protection. The permissible A-weighted sound pressure level of 30 dB is then also observed in rooms farther away.

Where SSt III requirements as per VDI 4100 (25 dB in rooms requiring protection) are to be fulfilled,

- no room requiring protection must lie next to the machine room or well, and
- elastic mountings of types EL 3 and EL 4 must be used exclusively.

Note: Involving an acoustic consultant is recommended.

Section 6 describes the dimensioning of the elastic mountings, and which further acoustic measures on control units are to be taken given such a situation in a building.

5.4 Further acoustic measures

Make sure that no disturbing noise from machine room and lift-well ventilation is transmitted outdoors, and/or into rooms requiring protection.

6 Hinweise für die Körperschall-dämmende Aufstellung

6.1 Elektrisch betriebene Aufzüge

Ein körperschallgedämmt aufgestelltes Triebwerk gemäß EL 1 und EL 2 (siehe Bild 2) kann näherungsweise als Einmassenschwinger angesehen werden, wenn er auf einer den statischen Erfordernissen entsprechend ausgelegten, mit dem Schacht starr verbundenen Deckenkonstruktion angeordnet bzw. bei unten, neben dem Schacht stehendem Antrieb auf der Rohdecke angeordnet ist (siehe auch [3 bis 6]).

Von Einfluss auf die Wirksamkeit der Körperschalldämmung eines solchen Systems sind im Wesentlichen

- die dynamisch wirksame Masse m_d des Triebwerks,
- die Federsteifigkeit c der körperschall-dämmenden Elemente und
- die Erregerfrequenz f_E .

Die Körperschalldämmung ist abhängig von der flächenbezogenen Masse und der Steifigkeit der für die Auflagerung verwendeten Deckenkonstruktion.

6.1.1 Dynamisch wirksame Masse

Die dynamisch wirksame Masse m_d umfasst die oberhalb der elastischen Lagerung befindlichen Massen von

- Triebwerk und Maschinenrahmen bzw.
- Triebwerk und Betonplatte.

Nutzlast, Gegengewicht sowie die Massen von Fahrkorb, Trag- und Ausgleichsseilen gehören nicht zur dynamischen Masse.

Die Federsteifigkeit der Tragseile bleibt unberücksichtigt.

Anmerkung: Durch Erhöhung der dynamisch wirksamen Masse mit einer Beruhigungsmasse wird die Körperschalleinleitung in das Gebäude verringert.

Als Zusatzmasse (Beruhigungsmasse) empfiehlt sich eine Betonplatte von mindestens 20 cm Dicke, die die Projektionsfläche des Triebwerks allseitig um etwa 10 cm überragt. Unter dieser Zusatzmasse ist eine nach Abschnitt 6.3 ausgelegte Körperschalldämmung vorzusehen. Die Betonplatte ist mit dem Triebwerk fest zu verbinden und das

6 Guidance on structure-borne-sound-insulating mounting

6.1 Traction-drive lifts

An engine installed on a structure-borne-sound insulated mounting as per EL 1 or EL 2 (see Figure 2) can be considered an approximate single-mass-oscillator if it rests on a ceiling designed to meet static requirements, which is rigidly connected to the well, or, if the machine is placed beside the pit, on the unfinished floor (see also [3 to 6]).

The effectiveness of the structure-borne-sound insulation of such a system is, in essence, influenced by

- the effective dynamic mass, m_d , of the machine,
- the spring constants, c , of the structure-borne-sound-insulating elements, and
- the frequency of excitation, f_E .

The structure-borne-sound insulation depends on the mass per unit area, and the rigidity, of the ceiling on which the machine rests.

6.1.1 Effective dynamic mass

The effective dynamic mass, m_d , comprises the masses above the elastic mounting, namely

- machine and frame, or
- machine and concrete slab.

The working load of the lift, the counterbalancing weight, and the masses of the car and of the suspension and ropes, are not part of the dynamic mass.

The spring constants of the suspension ropes are neglected.

Note: Increasing the effective dynamic mass will reduce the transmission of structure-borne sound into the building structure.

As an additional mass (inertial mass), a concrete slab with a thickness of at least 20 cm, extending beyond the machine by approximately 10 cm on all sides, is recommended. Under this slab, provide structure-borne-sound insulation dimensioned as described in Section 6.3. The connection between the slab and the machine shall be rigid, and the

System Triebwerk/Betonplatte über geeignete Elemente körperschallgedämmt aufzustellen (siehe auch Bild 2).

6.1.2 Statische Gesamtbelastung

Die statische Gesamtbelastung ist die Gewichtskraft, die sich ergibt aus:

- Maschine über dem Schacht angeordnet:
Triebwerk mit Maschinenrahmen bzw. Betonplatte, Fahrkorb, Nutzlast, Gegengewicht, Trag- und Ausgleichsseilen.
- Maschine seitlich vom Schacht angeordnet:
Triebwerk mit Maschinenrahmen bzw. Betonplatte zu- oder abzüglich der anteiligen Gewichtskräfte von Fahrkorb, Nutzlast, Gegengewicht, Trag- und Ausgleichsseilen in Abhängigkeit vom Seilabzugswinkel.

6.1.3 Gesamtfedersteifigkeit

Unter Berücksichtigung der statischen Gesamtbelastung und der Art der körperschalldämmenden Elemente ergeben sich aus Herstellerangaben Anzahl und Federsteifigkeit der elastischen Elemente, aus der sich die Gesamtfedersteifigkeit c berechnen lässt.

6.2 Hydraulisch betriebene Aufzüge

Zu berücksichtigen sind insbesondere die Strömungsgeräusche (Motor und Pumpe) und Geräusche durch Lüfter und Kühler.

- Das Hydraulikaggregat sollte körperschallgedämmt aufgestellt werden, wenn die Antriebseinheit nicht ausreichend entkoppelt ist.
- Die Verbindungen zwischen Hydraulikaggregat bzw. Steuerblock und Heber sollten, zumindest teilweise, flexibel ausgeführt sein.
- Erforderliche Wanddurchbrüche sollten ausreichend schalldämmend verschlossen oder mit ausreichend wirksamen Schalldämpfern versehen werden.
- Der Heber im Schacht sollte auf ein körperschalldämmendes Element gestellt werden.
- Die Heberbefestigung sollte mittels Schellen mit elastischer Zwischenlage an einer Schachtwand, die möglichst nicht an einen schutzbedürftigen Raum angrenzt, angeordnet werden.

slab/machine system shall be mounted on suitable structure-borne-sound-insulating elements (see also Figure 2).

6.1.2 Total static load

The total static load is the weight, resulting from:

- Machine arranged above the well:
the machine plus its frame or concrete slab, cage, working load, counterbalancing weight, suspension and balancing weight ropes.
- Machine arranged beside the well:
the machine plus its frame or concrete slab, plus or minus fractions of the weights of car, working load, counterbalancing weight, suspension and balancing weight ropes, which depend on the angle under which the rope is drawn by the machine.

6.1.3 Total spring constant

Taking into consideration the total static load and the type of structure-borne-sound-insulating elements, the number of the elastic elements, and their spring constants, can be obtained from manufacturers' data, thus allowing to calculate the total spring constant, c .

6.2 Hydraulically driven lifts

Flow noise (motor and pump) and noise from fans and coolers require particular consideration.

- Unless the drive unit is sufficiently decoupled, the mounting of the hydraulic unit should be structure-borne-sound-insulated.
- The connections between the hydraulic unit, or the control unit, and the jack should be flexible, at least partially.
- Any openings in walls should be sealed, the sealing having sufficient sound insulation.
- The jack in the well should be mounted on a structure-borne-sound-insulated element.
- The jack should be clipped to a well wall which, if possible, is not in contact with a room requiring protection; clips should be provided with an elastic insert.

6.3 Berechnungsgrundlagen

Die Körperschalldämmenden Elemente sind so auszuwählen, dass die statische Einfederung unter der Gesamtbelastung an allen Auflagerpunkten annähernd gleich groß ist.

Die Auswahl der Körperschalldämmenden Elemente soll aufgrund der Herstellerangaben erfolgen (siehe hierzu auch Richtlinie VDI 2062 Blatt 2).

Anmerkung 1: Der bei Schwingungsisolation benutzte Begriff „Isolierwirkungsgrad“ kennzeichnet die Güte der Körperschalldämmung einer Aufzugsanlage nicht ausreichend.

Die Eigenfrequenz f_0 der vertikalen Schwingungen des in Abschnitt 6.1 beschriebenen Schwingungssystems ergibt sich mit hinreichender Genauigkeit aus folgender Beziehung:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c}{m_d}} \quad (3)$$

Dabei ist

f_0 Eigenfrequenz in Hz

c Gesamtfedersteifigkeit der elastischen Elemente in N/m

m_d dynamisch wirksame Masse der Aufzugsanlage in kg

Auf die dynamisch wirksame Masse wirkt eine Kraft mit der Erregerfrequenz f_E ein. Die maximale Drehfrequenz des Triebwerksmotors kann in der Regel als Haupterregerfrequenz angesehen werden. Damit ergibt sich folgende Größen-gleichung:

$$f_E = \frac{n_M}{60} \quad (4)$$

Dabei ist

f_E Erregerfrequenz in Hz

n_M maximale Motor-Betriebsdrehzahl der Aufzugsanlage in min^{-1}

Um den Einfluss von Störkräften der Aufzugsanlage mit der durch die Drehzahl gegebenen Frequenz f_E auf das Betriebsverhalten und das Bauwerk klein zu halten, sollte folgende Bedingung erfüllt werden:

$$f_0 < 0,5\sqrt{2f_E} = 0,707 \cdot f_E \quad (5)$$

(überkritische Abstimmung)

6.3 Basis of calculation

Structure-borne-sound-insulating elements shall be chosen in such a way that their static deflection under the total load is approximately the same for all supports.

The selection of the structure-borne-sound-insulating elements should rely on manufacturers' data (in this context, see also guideline VDI 2062 Part 2).

Note 1: The term “insulation efficiency” used in connection with vibration isolation is not sufficient to characterise the quality of structure-borne-sound insulation for lifts.

The natural frequency, f_0 , of the oscillator described in Section 6.1 for vertical oscillations is obtained from the following equation:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c}{m_d}} \quad (3)$$

where

f_0 natural frequency, in Hz

c total spring constant of elastic elements, in N/m

m_d effective dynamic mass of the lift, in kg

A force with a frequency of excitation, f_E , acts on the effective dynamic mass. As a rule, the maximum rotational frequency of the drive motor can be regarded as the main frequency of excitation. This leads to the following numerical equation:

$$f_E = \frac{n_M}{60} \quad (4)$$

where

f_E frequency of excitation, in Hz

n_M maximum operating speed of the motor of the lift, in min^{-1}

In order to minimise the influence of undesired forces at the frequency f_E (f_E being determined by the rotational speed), originating from the lift, on the lift operation and on the building, the following condition should be met:

$$f_0 < 0,5\sqrt{2f_E} = 0,707 \cdot f_E \quad (5)$$

(supercritical tuning)

Dabei ist

f_0 Eigenfrequenz in Hz

f_E Erregerfrequenz in Hz

Der Größe der Eigenfrequenz f_0 und damit der Gesamtfedersteifigkeit c sind jedoch nach unten bestimmte Grenzen gesetzt. Zu weiche Isolierelemente können z. B. die Fahreigenschaften und die Haltegenauigkeit des Fahrkorbs ganz erheblich verschlechtern. Unter Umständen können sogar gefährliche Zustände beim „Fangvorgang“ des Aufzugs eintreten. Es wird deshalb empfohlen, dass die Eigenfrequenz f_0 den Wert 8 Hz nicht unterschreitet und 15 Hz nicht überschreitet.

Anmerkung 2: Körperschalldämmenden Elemente mit Eigenfrequenzen unter 8 Hz dürfen aufgrund von Problemen mit Standfestigkeit, Seilverschleiß, Haltegenauigkeit des Fahrkorbs sowie Fangvorgängen nicht zur Ausführung kommen.

6.4 Anwendungsempfehlungen

6.4.1 Triebwerksraumausrüstung

Für alle Triebwerke, Rollengerüste und Schaltgeräte ist eine Körperschalldämmung erforderlich. Die erforderliche Art der zu verwendenden körperschalldämmenden Elemente hängt von der Körperschallemission des jeweiligen Erregers und dem baulichen Körperschallschutz ab (siehe Abschnitt 4.2).

6.4.2 Festpunkte der Tragmittel am Bauwerk

Festpunkte der Tragmittel am Bauwerk sind körperschalldämmend auszuführen; Seilschlösser dürfen sich nicht berühren.

6.4.3 Rollengerüste, Ab- und Umlenkrollen

Es wird empfohlen, Rollengerüste körperschalldämmend und schallbrückenfrei in Bezug auf das Gebäude aufzustellen. Die Berechnungsgrundlagen für die Körperschalldämmung entsprechen den Vorgaben von Abschnitt 6.3. Gleiches gilt sinngemäß für die Anbringung bzw. Anordnung von Ableit- bzw. Umlenkrollen.

Bei doppelschaligem Schacht dürfen die Rollengerüste nur an der inneren Schachtwand befestigt sein.

where

f_0 natural frequency, in Hz

f_E frequency of excitation, in Hz

There is, however, a lower limit to the magnitude of the natural frequency, f_0 , and thus to that of the total spring constant, c . If isolating elements are too soft, this may, e. g., lead to a considerable impairment of the travelling characteristics and positioning accuracy of the car. Under certain circumstances, it is even possible that hazardous conditions are encountered during safety gear actions. Therefore, the natural frequency, f_0 , should not lie below 8 Hz, and should not exceed 15 Hz.

Note 2: Due to problems related to their service life, wear of ropes, positioning accuracy of the car, and to safety-catching, structure-borne-sound-insulating elements with natural frequencies below 8 Hz must not be used.

6.4 Recommendations for application

6.4.1 Treatment of the machine room

Structure-borne-sound insulation is required for all machines, roller frames and switchgear. The type of structure-borne-sound-insulating elements to be used depends on the structure-borne-sound emission of the machines and the acoustical characteristics of the building with respect to structure-borne-sound insulation (see Section 4.2).

6.4.2 Rope attachment points at the building

Rope fastening points at the building shall be structure-borne-sound-insulated, and hook-and-eye couplings must not touch each other.

6.4.3 Roller frames, guide and deflection pulleys

Roller frames should be structure-borne-sound-insulated and have no acoustical contact with the building. The calculation of the structure-borne-sound insulation is performed on the basis of the information given in Section 6.3. The same principles apply to the attachment and arrangement of guide and deflection pulleys.

In the case of double-layered lift wells, roller frames shall be fastened to the inner well wall only.

6.4.4 Lage der Bauteile im Schacht

Führungsschienen von Fahrkorb und Gegengewicht sollten nicht an Schachtwänden befestigt werden, die an schutzbedürftige Räume grenzen. Gleiches gilt sinngemäß für die Befestigung des Hebbers von hydraulischen Aufzugsanlagen.

Zur Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen können die Führungsschienen nur mit aufwendigen Sonderkonstruktionen körperschallgedämmt befestigt werden.

6.4.5 Schachttüren

Schachttüren dürfen aus Gründen des Brandschutzes nicht körperschallgedämmt befestigt werden.

Bei doppelschaligen Schächten ist eine schallbrückenfreie Montage sicherzustellen.

In den Endstellungen ist ein gedämpftes Anlegen der Türblätter anzustreben. In den Situationen B 1 und B 2 (siehe Bild 3) ist eine derartige Ausführung erforderlich.

7 Schallmessungen beim Betrieb der Aufzugsanlage

7.1 Allgemeines

7.1.1 Messgeräte, Messgröße

Es sind Schallpegelmesser der Klasse 1 nach DIN EN 61672-1 zu verwenden.

Gemessen wird der maximal auftretende A-bewertete Schalldruckpegel in der Zeitbewertung F („FAST“). Weitere mit der Aufgabenstellung verknüpfte Festlegungen sind Abschnitt 7.3 bis Abschnitt 7.5 zu entnehmen.

7.1.2 Betriebszustand

Die Aufzugsanlage ist in einem betriebsfertigen Zustand zu prüfen.

Sind mehrere Anlagen vorhanden, ist jeweils nur bei Betrieb eines Aufzuges zu messen.

Die Messungen sind bei einem charakteristischen Arbeitszyklus (auf und ab) durchzuführen, der aus folgenden Teilvorgängen besteht:

- Einleiten der Fahrt
- Beschleunigen
- Fahren mit Nenngeschwindigkeit (Dauer mindestens 5 s)

6.4.4 Arrangement of the building elements in the well

The guide rails for the car and the counterbalancing weight should not be attached to well walls which adjoin rooms requiring protection. The same principle applies to the fastening of the jack of hydraulic lifts.

In compliance with safety regulations, only sophisticated special constructions allow the structure-borne-sound-insulated fastening of guide frames.

6.4.5 Landing doors

For reasons of fire protection, landing doors must not have structure-borne-sound-insulated fastenings.

Ensure a construction without any acoustical contact in double-layered wells.

Dampened end stops for the door leaves are favourable. In situations B 1 and B 2 (see Figure 3) such a sound insulation is required.

7 Measurements of sound level during operation of the lift

7.1 General

7.1.1 Measurement instrumentation, measured quantity

Sound level meters shall comply with requirements of class 1 according to DIN EN 61672-1.

The quantity to be measured is the maximum A-weighted sound pressure level with the time weighting F („FAST“). Further specifications relating to the purpose of the measurements are given in Section 7.3 through Section 7.5.

7.1.2 Mode of operation of the lift

The lift shall be tested when ready for operation.

In the case of lifts with several lifts, only one lift shall be operating during each measurement.

Measurements shall be made during a characteristic duty cycle (up and down) consisting of the following elements:

- travel initiation
- acceleration
- travelling at nominal speed (for at least 5 s)

- Verzögern
- Halt
- Türbewegung

Der Fahrkorb sollte bei den Messungen mit einer Person besetzt sein.

7.2 Messung im schutzbedürftigen Raum

Die Messung ist in Anlehnung an DIN 4109-11 und DIN EN ISO 10052 durchzuführen.

Beim Betrieb der Aufzugsanlage wird im nächstbenachbarten schutzbedürftigen Raum das arithmetische Mittel der maximalen A-bewerteten Schalldruckpegel von drei charakteristischen Arbeitszyklen gemäß Abschnitt 7.1.2 bestimmt.

Die A-bewerteten Schalldruckpegel sind etwa in Raummitte zu messen.

Der Messwert ist auf eine äquivalente Absorptionsfläche A_0 von 10 m^2 zu beziehen bzw. umzurechnen.

Anmerkung: In nicht bzw. wenig möblierten Räumen werden um etwa 3 dB höhere A-bewertete Schalldruckpegel als bei normal eingerichteten Räumen gemessen. Die äquivalente Absorptionsfläche eines möblierten Raums lässt sich nach der Beziehung $A = 0,8 \times \text{Grundfläche des Raums (in m}^2\text{)}$ abschätzen.

7.3 Messung im Triebwerksraum

7.3.1 Allgemeines

Da Triebwerksräume meist klein und schallhart sind und dort relativ große Maschinen aufgestellt werden, können in diesen Räumen zur Ermittlung der kennzeichnenden Maschinengeräusche keine Rahmen-Messverfahren (Hüllflächen- und Hallraumverfahren zur A-Schalleistungspegelbestimmung) angewendet werden. In derartigen kleinen schallharten Räumen beträgt die äquivalente Absorptionsfläche A etwa 4 m^2 . Damit entspricht der A-bewertete Schalleistungspegel zahlenmäßig etwa dem im Triebwerksraum gemessenen A-bewerteten Schalldruckpegel.

- deceleration
- stop
- door action

During the measurements, the car should be occupied by one person.

7.2 Measurement of the sound level in a room requiring protection

Measurements shall be based on DIN 4109-11 and DIN EN ISO 10052.

With the lift in operation, the arithmetic mean of the maximum A-weighted sound pressure levels of three characteristic duty cycles as defined in Section 7.1.2 is determined in the nearest room requiring protection.

Measure the A-weighted sound pressure levels at the approximate centre of the room.

The measured value shall be related to an equivalent sound-absorption area, A_0 , of 10 m^2 .

Note: A-weighted sound pressure levels measured in rooms without furniture, or with sparse furniture, will exceed those measured in rooms with typical furniture by about 3 dB. An estimate for the equivalent sound-absorption area of a furnished room can be obtained from the equation $A = 0,8 \times \text{floor area of the room (in m}^2\text{)}$.

7.3 Measurement of the sound level in the machine room

7.3.1 General

Machine rooms are usually small, reverberant rooms, in which relatively large machines are placed. As a matter of consequence, basic measurement method, (enveloping-surface and reverberation-room methods for the determination of A-weighted sound power level) cannot be applied. The equivalent absorption area, A , in such rooms is typically 4 m^2 . The value of A-weighted sound power level is then approximately the same as that of the A-weighted sound pressure level measured in the machine room.

7.3.2 Messgegenstand

Im Messbericht ist festzuhalten, welche Einrichtungen und Hilfsgeräte sowie Steuer- und Regelgeräte der Antriebseinheit ebenfalls im Triebwerksraum betrieben werden. Im Regelfall sind dies Triebwerk und Schaltschrank.

7.3.3 Durchführung der Messung

Bei den Messungen ist der Triebwerksraum abzuschreiten und bei jedem von drei Arbeitszyklen der Aufzugsanlage der maximal auftretende A-bewertete Schalldruckpegel zu messen und aus den drei Maximalwerten das arithmetische Mittel zu bestimmen. Von Wänden, Triebwerk und Schaltschränken ist möglichst ein Abstand von 1 m einzuhalten. Raumeinflüsse werden nicht berücksichtigt.

7.4 Messung vor der Schachttür

Zur Bestimmung des A-bewerteten Schalldruckpegels gelten sinngemäß Abschnitt 7.1.1 und Abschnitt 7.1.2. Dabei ist das Mikrofon in einem Bereich in 1 m Abstand von der Schachttür in mittlerer Türhöhe zu bewegen und der Maximalwert im normalen Betrieb beim dreimaligen Öffnen und Schließen der Schachttür zu erfassen und das arithmetische Mittel zu bilden. Raumeinflüsse werden nicht berücksichtigt.

7.5 Messung im Fahrschacht

Der Fahrkorb wird zur Ermittlung der A-bewerteten Schalldruckpegel nach Abschnitt 3.4 mindestens dreimal zwischen den beiden Endhaltestellen mit Betriebsgeschwindigkeit gefahren.

Der maximal auftretende A-bewertete Schalldruckpegel wird auf der Fahrkorbdecke in etwa 0,5 m Höhe gemessen und als arithmetisches Mittel angegeben. Raumeinflüsse werden nicht berücksichtigt.

7.6 Berücksichtigung von Fremdgeräuschen

Treten am Messort Geräusche auf, die nicht von der zu messenden Aufzugsanlage verursacht werden (Fremdgeräusche), so werden von den Messwerten, die das Geräusch der untersuchten Maschine und das Fremdgeräusch enthalten, Korrekturen K_1 abgezogen. Die Werte für K_1 sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

7.3.2 Test object

To obtain reproducible measurement results, the measurement report shall list all equipment and auxiliary units, as well as control units of the machine, which are also operating in the machine room. As a rule, this will be the machine and the control cabinet.

7.3.3 Measurement procedure

During the measurements, move along the machine room and record the maximum A-weighted sound pressure level for each of the three duty cycles. Determine the arithmetic mean of the three values. The distance from walls, machine, and switch cabinets shall not be less than 1 m. The effect of the room is not taken into account.

7.4 Measurements in front of the landing door

The principles stated in Section 7.1.1 and Section 7.1.2 apply to the determination of the A-weighted sound pressure level. The microphone shall be moved at about mid-height of the door, at a distance of 1 m. Measure the maximum level during normal operation, as the landing door is opened and closed three times, and calculate the arithmetic mean. The effect of the room is not taken into account.

7.5 Measurements in the well

For the determination of the A-weighted sound pressure level according to Section 3.4, at least three travels of the car at service speed between the two end stops shall be performed.

The maximum A-weighted sound pressure level shall be measured at a height of approximately 0,5 m above the car roof, and the arithmetic mean is recorded. The effect of the room is not taken into account.

7.6 Correction for extraneous noise

If noise from sources other than the lift under test (extraneous noise) occurs at the microphone position, corrections, K_1 , are subtracted from the measured values which include the noise from the lift under test and the extraneous noise. The values of K_1 are listed in Table 3.

Tabelle 3. Korrekturen K_1 in dB für die Berücksichtigung von Fremdgeräuschen; abhängig von der Differenz ΔL_{AF} zwischen dem A-bewerteten Schalldruckpegel beim Betrieb der Aufzugsanlage einschließlich Fremdgeräusch und dem Fremdgeräusch allein

ΔL_{AF} dB	3	4 bis 5	6 bis 9	> 9
K_1 dB	3	2	1	0
Anmerkung: Wenn die Differenz ΔL_{AF} kleiner als 3 dB ist, ist eine Auswertung nach dem hier beschriebenen Verfahren nicht möglich.				

Table 3. Corrections, K_1 , in dB, for extraneous noise; depending on the difference, ΔL_{AF} , between the A-weighted sound pressure level during operation of the lift, including the extraneous noise, and the extraneous noise alone

ΔL_{AF} dB	3	4 to 5	6 to 9	more than 9
K_1 dB	3	2	1	0
Note: For a difference, ΔL_{AF} , of less than 3 dB, the simplified evaluation procedure described here is not applicable.				

8 Bestimmung des Körperschallpegels

Die Messungen sind entsprechend DIN 52221 durchzuführen.

Zu messen sind die maximalen Beschleunigungspegel $L_{a,TWR,B}$, bezogen auf $a_0 = 10^{-6} \text{ m/s}^2$, in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen

63 Hz, 125 Hz, 250 Hz und 500 Hz

Die durch das Triebwerk bei oben oder unten angeordneten Triebwerksräumen erzeugten Körperschallpegel werden auf dem Boden des Triebwerksraums in etwa 10 cm Abstand von vorhandenen Körperschalldämmelementen gemessen. Der Messpunkt sollte dabei nicht unmittelbar vor einer Wand liegen. Auf verdeckte Kabelkanäle im Triebwerksraumboden ist zu achten.

9 Messergebnisse, Messbericht

Als Messergebnisse gelten die nach Abschnitt 7 gemessenen und korrigierten A-bewerteten Schalldruckpegel sowie die nach Abschnitt 8 ermittelten Körperschallpegel in Oktaven.

Der Messbericht muss mindestens enthalten:

- Art und technische Daten des gemessenen Gegenstandes (Triebwerk, Schaltschrank usw.);
- Aufstellung des Messgegenstands;

8 Determination of the structure-borne-sound level

Measurements shall be performed as specified in DIN 52221.

Measure the maximum acceleration levels, $L_{a,TWR,B}$, referred to $a_0 = 10^{-6} \text{ m/s}^2$, in the octave bands centred at

63 Hz, 125 Hz, 250 Hz and 500 Hz

The structure-borne-sound levels generated by the machine in a machine room at the top or bottom of the well are measured on the floor of the machine room, at a distance of approximately 10 cm from existing structure-borne-sound-insulating elements. Microphone positions immediately in front of a wall are not advisable. Consider the effects of covered rope ducts in the floor of the machine room.

9 Measurement results, measurement report

The measurement results are the A-weighted sound pressure levels measured and corrected according to Section 7, and the structure-borne-sound levels determined according to Section 8, each in octave bands.

The measurement report shall contain the following minimum information:

- type, description and technical data of the test object (machine, control cabinet, etc.);
- mounting of the test object;

- Beschreibung der Messumgebung (gegebenenfalls Skizze);
- Angaben zu den verwendeten Messgeräten;
- Messergebnisse.

10 Untersuchung des baulichen Schallschutzes

10.1 Messung der Luftschalldämmung

Die Messungen der Normschallpegeldifferenzen am Bau zur Beurteilung des baulichen Luftschallschutzes nach Abschnitt 4.1.2 sind nach DIN EN ISO 140-4 durchzuführen.

10.2 Messung des Trittschallpegels

Die Messungen der Normtrittschallpegel am Bau zur Beurteilung des baulichen Körperschallschutzes sind bei Anregung des Triebwerksraumbodens mit einem Normhammerwerk in Anlehnung an DIN EN ISO 140-7 durchzuführen. Dabei wird im nächstgelegenen schutzbedürftigen Raum der Normtrittschallpegel ermittelt. Die Anregung des Triebwerksraumbodens erfolgt unmittelbar auf der Rohdecke (ohne eventuell vorhandene Trittschalldämmung).

- characterisation of the measurement environment (possibly a sketch);
- information on the measurement instrumentation used;
- measurement results.

10 Examination of the sound insulation of the building

10.1 Measurement of airborne sound insulation

Normalized level differences in situ, serving to assess the airborne-sound insulation of the building as described in Section 4.1.2, shall be measured according to DIN EN ISO 140-4.

10.2 Measurement of impact sound pressure level

Normalized impact sound pressure levels in situ, serving to assess the structure-borne-sound insulation of the building, shall be measured with the machine-room floor being excited by a standard tapping machine, based on DIN EN ISO 140-7. The normalized impact sound pressure level is determined in the nearest room requiring protection. The excitation of the machine-room floor shall be performed on the unfinished floor (without any impact-sound insulation).

Anhang

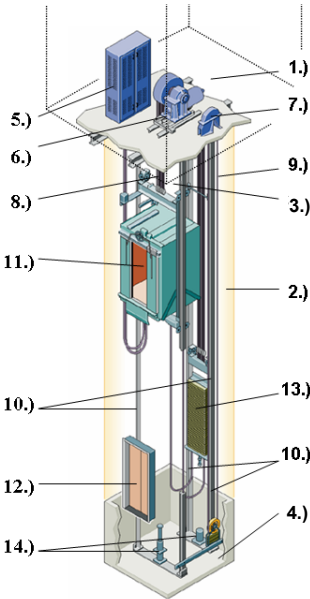
Annex

Aufzugstechnische Begriffe

Terminology related to lift-system technology

Aufzüge, insbesondere für den Personentransport, werden in der Regel als Seil- oder Hydraulikaufzüge ausgeführt. Bild A1 und Bild A2 zeigen solche Anlagen schematisch.

Lifts, particularly those for passenger transport, are usually rope-suspended or hydraulic lifts. Figure A1 and Figure A2 are schematics of such systems.



Legende

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1.) Triebwerksraum*) | 8.) Tragseile**) |
| 2.) Schacht | 9.) Begrenzerseil |
| 3.) Schachtkopf | 10.) Führungsschienen |
| 4.) Schachtgrube | 11.) Fahrkorb |
| 5.) Steuerschrank | 12.) Schachttüren |
| 6.) Triebwerk | 13.) Gegengewicht |
| 7.) Geschwindigkeitsbegrenzer | 14.) Aufsetzpuffer |

*) Wird der Triebwerksraum unten oder oben neben dem Schacht angeordnet, werden Rollengerüste mit Seilrollen zum Umlenken der Tragseile erforderlich.

**) Dargestellt ist eine „1:1-Aufhängung“, das heißt, Fahrkorb und Gegengewicht sind direkt durch die Tragseile verbunden. Bei einer „2:1-Aufhängung“ werden die Tragseile auf oder unter dem Fahrkorb und auf dem Gegengewicht über Seilrollen umgelenkt und in der Schachtabschlussdecke an Seilfestpunkten befestigt.

Bild A1. Seilaufzugsanlage mit dem Triebwerksraum über dem Schacht (schematisch)

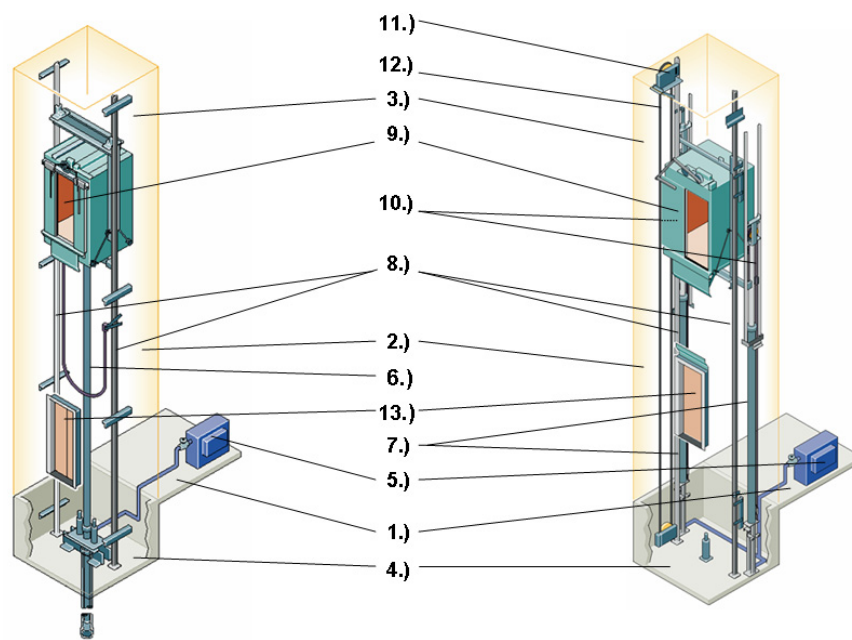
Key

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1.) Machine room*) | 8.) Suspension ropes**) |
| 2.) Well | 9.) Overspeed governor rope |
| 3.) Headroom | 10.) Guide rails |
| 4.) Pit | 11.) Car |
| 5.) Control cabinet | 12.) Landing doors |
| 6.) Machine | 13.) Counterbalancing weight |
| 7.) Overspeed governor | 14.) Car buffers |

*) In the case of machine rooms arranged beside the headroom or pit, roller frames with pulleys are required to deflect the suspension ropes.

**) The figure shows a “one-to-one suspension”, which means that there is a direct connection, via ropes, between car and counterbalancing weight. In a “two-to-one suspension”, the suspension ropes are deflected via pulleys on top or below the car and on the counterbalancing weight, and are attached to rope fastening points at the well ceiling.

Figure A1. Traction lift, machine room on top of well (schematic)

**Legende**

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1.) Triebwerksraum *) | 8.) Führungsschienen |
| 2.) Schacht | 9.) Fahrkorb |
| 3.) Schachtkopf | 10.) Tragseile |
| 4.) Schachtgrube | 11.) Geschwindigkeitsbegrenzer |
| 5.) Hydraulikaggregat | 12.) Begrenzerseil |
| 6.) Heber – direkt, ein- oder mehrstufig | 13.) Schachttüren |
| 7.) Heber – indirekt, einstufig | |

*) Der Triebwerksraum kann auch entfernt vom Schacht angeordnet werden.

Key

- | | |
|---|------------------------------|
| 1.) Machine room*) | 8.) Guide rails |
| 2.) Well | 9.) Car |
| 3.) Headroom | 10.) Suspension ropes |
| 4.) Pit | 11.) Overspeed governor |
| 5.) Hydraulic unit | 12.) Overspeed governor rope |
| 6.) Jack – direct, single- or multi-stage | 13.) Well doors |
| 7.) Jack – indirect, single-stage | |

*) The machine room may be arranged at a location remote from the well.

Bild A2. Direkt (links abgebildet) und indirekt (rechts abgebildet) wirkende Hydraulikaufzugsanlage (schematisch)

Figure A2. Directly (see left hand side), and indirectly (see right hand side) driven hydraulic lift (schematic)

Schrifttum / Bibliography

Technische Regeln

DIN 4102-5:1977-09 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen — Feuerschutzabschlüsse, Abschlüsse in Fahrschachtwänden und gegen Feuer widerstandsfähige Verglasungen, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen. Berlin: Beuth Verlag

DIN 4109:1989-11 Schallschutz im Hochbau — Anforderungen und Nachweise. Berlin: Beuth Verlag

DIN 4109 Beiblatt 1 Schallschutz im Hochbau — Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren. Berlin: Beuth Verlag

DIN 4109-11 Schallschutz im Hochbau — Teil 11: Nachweis des Schallschutzes — Güte- und Eignungsprüfung. Berlin: Beuth Verlag

DIN 18090:1997-01 Aufzüge — Fahrschacht-Dreh- und -Falttüren für Fahrschächte mit Wänden der Feuerwiderstandsklasse F 90. Berlin: Beuth Verlag

DIN 18091:1993-07 Aufzüge — Schacht-Schiebetüren für Fahrschächte mit Wänden der Feuerwiderstandsklasse F 90. Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 10052 Akustik — Messung der Luftschalldämmung und Trittschalldämmung und des Schalls von haustechnischen Anlagen in Gebäuden — Kurzverfahren (ISO 10052); Deutsche Fassung EN ISO 10052. Berlin: Beuth Verlag

DIN 52221 Bauakustische Prüfungen — Körperschallmessungen bei haustechnischen Anlagen. Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 61672-1 Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 1: Anforderungen (IEC 61672-1:2002); Deutsche Fassung EN 61672-1:2003. Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 140-4 Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 4: Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen (ISO 140-4:1998); Deutsche Fassung EN ISO 140-4:1998. Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 140-7 Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 7: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden (ISO 140-7); Deutsche Fassung EN ISO 140-7:1998. Berlin: Beuth Verlag

VDI 2062 Blatt 2:2007-11 Schwingungsisolierung — Schwingungsisolierelemente. Berlin: Beuth Verlag

Technical rules

DIN 4102-5:1977-09 Fire Behaviour of Building Materials and Building Components — Fire Barriers, Barriers in Lift Wells and Glazings Resistant against Fire; Definitions, Requirements and Tests. Berlin: Beuth Verlag

DIN 4109:1989-11 Sound insulation in buildings; requirements and testing. Berlin: Beuth Verlag

DIN 4109 Beiblatt 1 Sound insulation in buildings — construction examples and calculation methods. Berlin: Beuth Verlag

DIN 4109-11 Sound insulation in buildings — Part 11: Verification of sound insulation - Quality and suitability testing. Berlin: Beuth Verlag

DIN 18090:1997-01 Lifts — Lift landing doors (hinged, pivoted and folding) for lift walls with walls of the fire resistance class F 90. Berlin: Beuth Verlag

DIN 18091:1993-07 Lifts — lift landing sliding doors for lift wells with walls of the fire resistant class F 90. Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 10052 Acoustics — Field measurements of airborne and impact sound insulation and of service equipment sound — Survey method (ISO 10052); German version EN ISO 10052. Berlin: Beuth Verlag

DIN 52221 Tests in building acoustics — Measurements of structure-borne sound produced by technical appliances in buildings. Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 61672-1 Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications (IEC 61672-1:2002); German version EN 61672-1:2003. Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 140-4 Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 4: Field measurement of airborne sound insulation between rooms (ISO 140-4:1998); German version EN ISO 140-4:1998. Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 140-7 Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors (ISO 140-7:1998); German version EN ISO 140-7:1998. Berlin: Beuth Verlag

VDI 2062 Blatt 2:2007-11 Vibration insulation — Insulation elements. Berlin: Beuth Verlag

VDI 4100:2007–08 Schallschutz von Wohnungen
— Kriterien für Planung und Beurteilung. Berlin:
Beuth Verlag

VDI 4100:2007–08 Noise control in dwellings —
Criteria for planning and assessment. Berlin: Beuth
Verlag

Literatur / Literature

- [1] *Heckl, M., Müller, H. A.* — Taschenbuch der Technischen Akustik. Springer Verlag 1994, 2. Aufl. S. 572–573
- [2] *Richter, W., Bolsius, J.* — Strömungsgeräusche an Fahrschachttüren. LIFTREPORT 23 (1997) H. 5 (Sept./Okt. 97)
- [3] *Meltzer, G., Kirchberg, S.* — Schwingungs- und Körperschallabwehr bei Maschinenaufstellungen. Schriftenreihe d. ZIAS, Dresden, Heft 45, Verlag Tribüne, Berlin:, 1977
- [4] *Saalfeld, M.* — Körperschalldämmende Maßnahmen bei haustechnischen Anlagen. VDI-Bericht Nr. 1121, S. 57 ff, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1994
- [5] *Saalfeld, M.* — Körperschalldämmende Maßnahmen bei Seilaufzügen. Fortschritte der Akustik DAGA'94
- [6] *Saalfeld, M.* — Körperschalldämmende Maßnahmen bei Aufzugsanlagen ohne getrennten Schacht. Bauphysik 12 (1990), H. 1