

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Schallschutz bei Aufzugsanlagen mit Triebwerksraum  
Acoustical design for lifts with a machine room

**VDI 2566**  
Blatt 1/Part 1  
Ausg. deutsch/engl.  
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

## Contents

	Seite		Page
Vorwort . . . . .	2	Foreword . . . . .	2
1 Anwendungsbereich . . . . .	2	1 Scope . . . . .	2
2 Normative Verweisungen . . . . .	2	2 Normative references . . . . .	2
3 Schalltechnische Angaben zu Aufzugsanlagen und Gebäuden für die bauakustische Planung . . . . .	3	3 Data concerning lifts and buildings with respect to noise control in building-acoustical planning . . . . .	3
4 Erforderlicher baulicher Schallschutz . . . . .	5	4 Required sound insulation in buildings . . . . .	5
5 Maßnahmen zum baulichen Schallschutz . . . . .	6	5 Control/insulation of lift noise in buildings . . . . .	6
6 Hinweise für die Körperschalldämmende Aufstellung . . . . .	11	6 Guidance on structure-borne-sound-insulating mounting . . . . .	11
7 Schallmessungen beim Betrieb der Aufzugsanlage . . . . .	14	7 Measurements of sound level during operation of the lift . . . . .	14
8 Bestimmung des Körperschallpegels . . . . .	15	8 Determination of the structure-borne-sound level . . . . .	15
9 Messergebnisse, Messbericht . . . . .	16	9 Measurement results, measurement report . . . . .	16
10 Untersuchung des baulichen Schallschutzes . . . . .	16	10 Examination of the sound insulation of the building . . . . .	16
Anhang A Aufzugstechnische Begriffe . . . . .	16	Annex A Terminology related to lift-system technology . . . . .	16
Schrifttum . . . . .	19	Bibliography . . . . .	19
Zitierte Normen und VDI-Richtlinien . . . . .	19	References to standards and VDI guidelines . . . . .	19
Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen . . . . .	19	List of symbols and abbreviations . . . . .	19

Fortsetzung Seite 2 bis 20  
Continued on pages 2 to 20

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

**VDI-Handbuch Lärminderung**

## Vorwort

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 usw. sind im Einzelfall gesondert zu würdigen.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt unter Beachtung der geltenden technischen Regeln und Vorschriften für Personen- und/oder Lastenaufzüge bis zu einer Nutzlast von 2 500 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 Aufzugsschächten 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 Geräuschemissionswerte in schutzbedürftigen Räumen (Aufenthaltsräumen),
- Auslegungshilfen für die körperschalldämmende Aufstellung von Betriebsmitteln und
- Hinweise für die Messung der Geräuschemission, der Geräuschemission 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.

## 2 Normative Verweisungen

Diese Richtlinie enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen nur zu dieser

## Foreword

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.

## 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 2 500 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 references

This VDI Guideline contains, by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text, and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions shall only apply to this VDI Guideline if included by amendment or

Richtlinie, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

DIN 4109:1989-11, *Schallschutz im Hochbau – Anforderungen und Nachweise*.

Beiblatt 1 zu DIN 4109, *Schallschutz im Hochbau – Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren*.

DIN 52219, *Bauakustische Prüfungen – Messung von Geräuschen der Wasserinstallationen in Gebäuden*.

DIN 52221, *Bauakustische Prüfungen – Körperschallmessungen bei haustechnischen Anlagen*.

DIN EN 60651, *Schallpegelmesser (IEC 60651:1979 + A1:1993); Deutsche Fassung EN 60651:1994 + A1:1994*.

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 4100:1994-09, *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. Befinden sich mehrere Aufzugsantriebe im Maschinenraum, ist für die Planung von dem um 3 dB(A) erhöhten A-bewerteten Schalldruckpegel des leistungsstärksten Antriebs auszugehen.

revision. For undated references, the most recent version (including amendments) of the publication referred to shall apply.

DIN 4109:1989-11, *Sound insulation in buildings – Requirements and testing*.

DIN 4109, Supplement 1, *Sound insulation in buildings – Construction examples and calculation methods*.

DIN 52219, *Tests in building acoustics – Field measurements of noise emitted by water and drainage installations*.

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

DIN EN 60651, *Sound level meters (IEC 60651:1979 + A1:1993); German version EN 60651:1994 + A1:1994*.

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*.

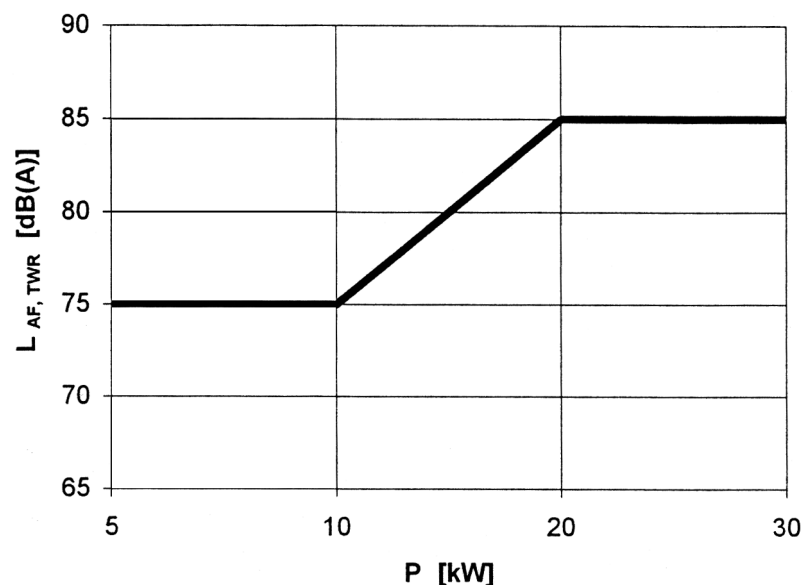
DIN EN ISO 140-7, *Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors (ISO 140-7:1998); German version EN ISO 140-7:1998*.

VDI 4100:1994-09, *Noise control in housing – 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 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(A) 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 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 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  $490 \text{ kg/m}^2$  bis  $580 \text{ kg/m}^2$  verursachen die vorgenannten Körperschallpegel in unmittelbar an den Triebwerksraum horizontal, vertikal oder diagonal grenzenden Räumen in der Regel A-bewertete Schalldruckpegel von 40 dB(A) bis 45 dB(A), die somit die Anforderungen nach DIN 4109 für schutzbedürftige Räume nicht erfüllen.

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

Für alle Türbewegungen beträgt der maximale A-bewertete Schalldruckpegel vor der Schachttür  $L_{AF,TÜR} = 65 \text{ dB(A)}$  (gemessen nach 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(A) 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 Aufzuges 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 Ankunftsmelder 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**  $L_{AF,SCHACHT} = 65 \text{ dB(A)}$  nicht überschritten.

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

### 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,  $L_{a,TWR,B}$ , to achieve, or even stay below, the values stated below. (The reference acceleration,  $a_0$ , equals  $10^{-6} \text{ m/s}^2$ .)

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  $490 \text{ kg/m}^2$  to  $580 \text{ kg/m}^2$ , the structure-borne-sound levels stated above will usually result in A-weighted sound pressure levels of 40 dB(A) to 45 dB(A) 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(A) for all types of door operation (as measured according to 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(A).

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(A)** 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(A)	35 dB(A)

ANMERKUNG 1 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 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(A)
SSt III	25 dB(A)

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

ANMERKUNG 2 Zur Zeit liegt der Entwurf der Norm DIN 4109-10 vor. Diese Norm soll als endgültige Fassung die Richtlinie VDI 4100 und das Beiblatt 2 zu DIN 4109 ersetzen. Die Norm enthält bezüglich haustechnischer Anlagen niedrigere zulässige Werte als die Richtlinie VDI 4100 (27 dB(A) für die SSt II und 24 dB(A) für die SSt III).

**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

**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 clause 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(A)	35 dB(A)

NOTE 1 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 Tables 2 and 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(A)
SSt III	25 dB(A)

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.

NOTE 2 DIN 4109-10 is currently at the draft stage. This standard is intended to replace the guideline VDI 4100 and Supplement 2 to DIN 4109. The values given for building services in this standard are below those required by the guideline VDI 4100 (27 dB(A) for SSt II and 24 dB(A) for SSt III).

**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:

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

bestimmt werden. Die erforderliche Schalldämmung ergibt sich aus Gleichung (2):

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

## 4.2 Körperschall

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

- ≤ 45 dB bei der Oktavbandmittenfrequenz 63 Hz,
- ≤ 50 dB bei der Oktavbandmittenfrequenz 125 Hz,
- ≤ 55 dB bei der Oktavbandmittenfrequenz 250 Hz,
- ≤ 55 dB bei der Oktavbandmittenfrequenz 500 Hz.

Diese Normtrittschallpegel können nach 10.2 ermittelt werden.

**ANMERKUNG** Die konstruktive Decke unter dem Triebwerksraum sollte eine flächenbezogene Masse von mindestens 580 kg/m<sup>2</sup> (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 Aufzugsschächte 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.

Bild A.1 zeigt schematisch eine Seilaufzugsanlage mit dem Triebwerksraum über dem Schacht und Bild A.2 eine direkt und indirekt wirkende Hydraulikaufzugsanlage.

### 5.2 Vorschläge für die Ausführung

Die schalltechnischen Anforderungen an die Baukonstruktionen hängen von der Lage des Triebwerksraumes und des Schachtes 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 Aufzugsschachtes von der übrigen Baukonstruktion. Der Triebwerksraum wird dabei über dem Schacht angeordnet und ist ebenfalls von 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.

1) Die verwendeten Abkürzungen und ihre Erläuterungen sind am Ende der Richtlinie zu finden.

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

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

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

## 4.2 Structure-borne-sound insulation

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

- 45 dB or less at the octave-band centre frequency of 63 Hz,
- 50 dB or less at the octave-band centre frequency of 125 Hz,
- 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 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.

Figure A.1 is a schematic of a rope-suspended lift where the machine room lies above the well. Figure A.2 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 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.

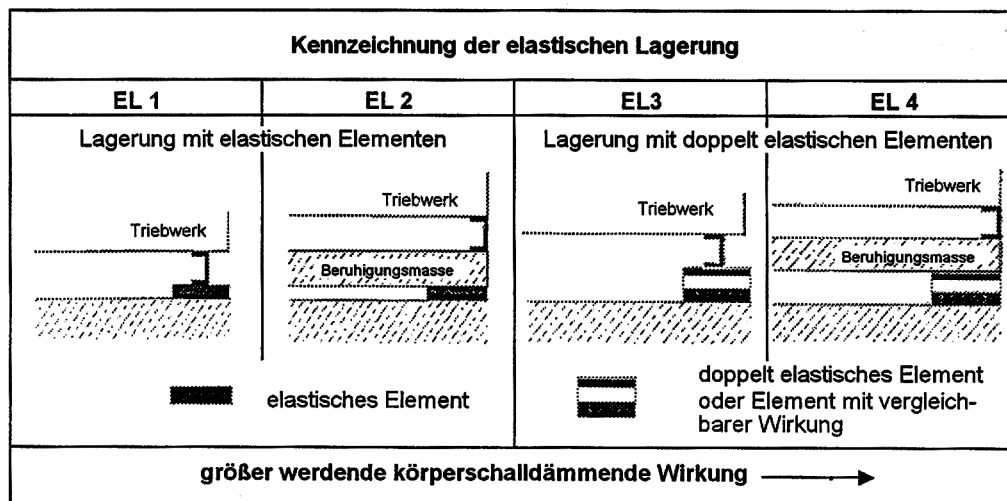
1) Symbols and abbreviations used are explained at annex.

– Leerseite –

**Tabelle 2 – Zusammenhang zwischen der Lage der schutzbedürftigen Räume ( $L_{AFmax} = 30 \text{ dB(A)}$ ) 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 <sup>a</sup>
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 Triebwerksraumes $\geq 380 \text{ kg/m}^2$ <sup>b</sup>
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 5.2)	Schutzbedürftige Räume grenzen an die Aufzugsanlage	Schallbrückenfreie Fuge nach DIN 4109 zwischen Triebwerksraum bzw. Aufzugsschacht und Decken bzw. Wänden der schutzbedürftigen Räume 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 Triebwerksraumes $\geq 380 \text{ kg/m}^2$ <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Leichte Montagewände können in allen Fällen als flankierende Wände verwendet werden.  
<sup>b</sup> 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**

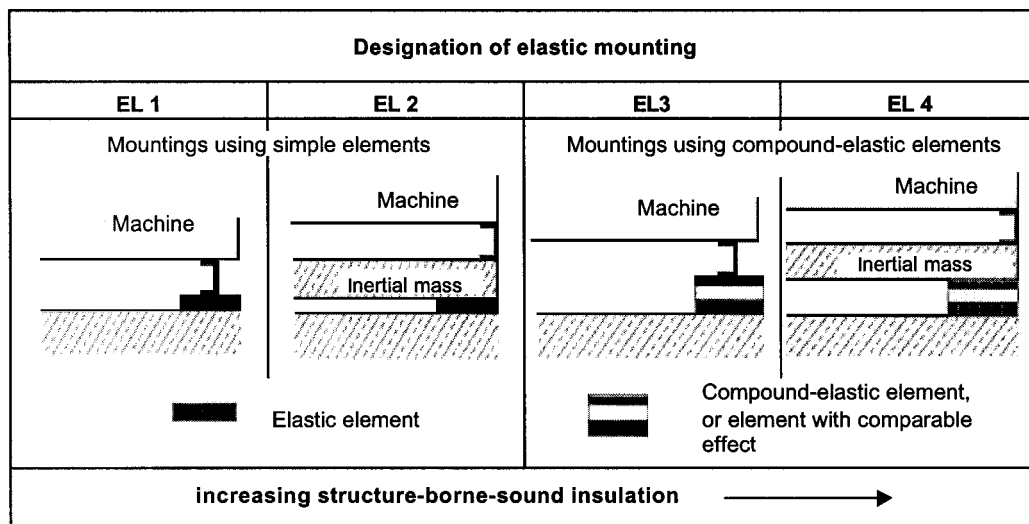
Für unterschiedliche bauliche Gegebenheiten sind in Tabelle 2 die erforderlichen flächenbezogenen Massen der trennenden bzw. flankierenden Bauteile angegeben. Diese flächenbezogenen Massen müssen eingehalten werden, um den erforderlichen baulichen Schallschutz erreichen zu können.

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

**Table 2 – Relation between the arrangement of rooms requiring protection ( $L_{AFmax} = 30 \text{ dB(A)}$ ) 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 Figures 2 and 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 <sup>a</sup>
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 $\geq 380 \text{ kg/m}^2$ <sup>b</sup>
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 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: $\geq 380 \text{ kg/m}^2$ <sup>b</sup>

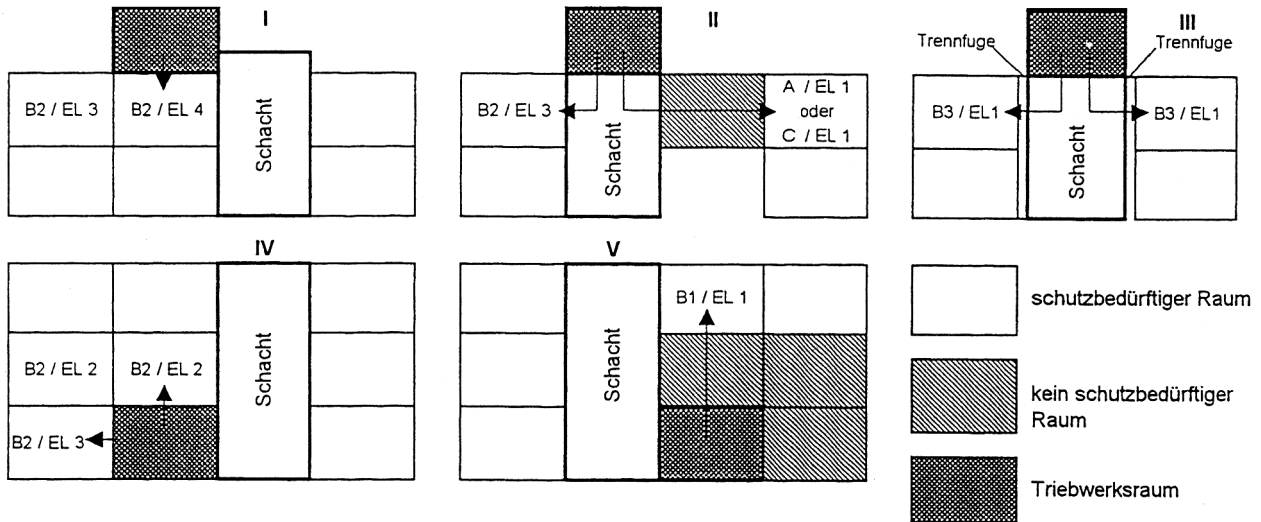
<sup>a</sup> Lightweight prefabricated walls may be used as flanking elements in all cases.  
<sup>b</sup> Machine room above occupied area: Floor of machine room  $\geq 580 \text{ kg/m}^2$ .



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

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.

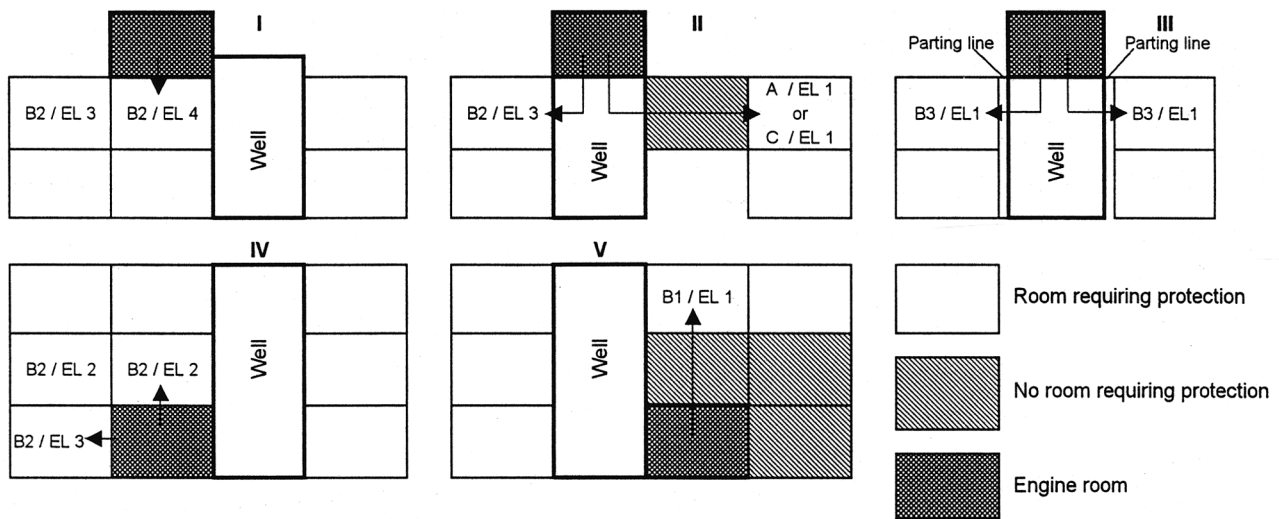
The appropriate type of elastic mounting for the machine will be dealt with below. It is the room requiring protection nearest to the machine room that determines the type (and required structure-borne-sound insulation) of the elastic mounting.



Einbausituationen I bis V schematisch dargestellt

**EL 1 bis EL 4** Art der Körperschallentkopplung des Aufzugstriebwerkes (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 ( $L_{AFmax} = 30 \text{ dB(A)}$ ) 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 C**.

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

### 5.3 Körperschalldämmung der Aufzugtriebwerke

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 Aufzugtriebwerken 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 Triebwerksraumes zum nächstgelegenen schutzbedürftigen Raum erforderlich ist, um dort einen A-bewerteten Schalldruckpegel von 30 dB(A) (nach DIN 4109) einhalten zu können. In weiter entfernt liegenden Räumen wird dann ebenfalls der A-bewertete Schalldruckpegel von 30 dB(A) eingehalten.

Soll die Schallschutzstufe SSt III nach VDI 4100 (25 dB(A) 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.

## 6 Hinweise für die körperschalldämmende Aufstellung

### 6.1 Elektrisch betriebene Aufzüge

Ein körperschalldämmt 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 körperschalldämmenden 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.

### 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(A) (as required in DIN 4109) in the room requiring protection. The permissible A-weighted sound pressure level of 30 dB(A) is then also observed in rooms farther away.

Where SSt III requirements as per VDI 4100 (25 dB(A) 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.

Clause 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 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] through [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.

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 6.3 ausgelegte Körperschalldämmung vorzusehen. Die Betonplatte ist mit dem Triebwerk fest zu verbinden und das System Triebwerk/Betonplatte über geeignete Elemente körperschalldämmend 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, woraus 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 körperschalldämmend 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.

## 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.

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 6.3. The connection between the slab and the machine shall be rigid, and the 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:

- in the case of a machine arranged above the well:  
the machine plus its frame or concrete slab, cage, working load, counterbalancing weight, suspension and balancing weight ropes
- in the case of a 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 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.

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

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

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 Größengleichung

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

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

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

Der Größe der Eigenfrequenz  $f_0$  und damit der Gesamtfedersteifigkeit  $c$  sind jedoch nach unten bestimmte Grenzen gesetzt. Zu weiche Isoliererelemente 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 Körperschalldämmende Elemente mit Eigenfrequenzen unter 8 Hz dürfen auf Grund 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 4.2).

### 6.4.2 Festpunkte der Tragmittel am Bauwerk

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

### 6.4.3 Rollengerüste, Ab- und Umlenkrollen

Es wird empfohlen, Rollengerüste körperschallgedämmt und schallbrückenfrei in Bezug auf das Gebäude aufzustellen. Die Berechnungsgrundlagen für die Körperschalldämmung entsprechen den Vorgaben von 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.

### 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 Hebers von hydraulischen Aufzugsanlagen.

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

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

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

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:

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

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:

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

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 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 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 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 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 60651 zu verwenden.

Gemessen wird der maximal auftretende A-bewertete Schalldruckpegel in der Zeitbewertung F („FAST“). Weitere mit der Aufgabenstellung verknüpfte Festlegungen sind 7.3 bis 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)
- 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 52219 durchzuführen. Beim Betrieb der Aufzugsanlage wird im nächstbenachbarten schutzbedürftigen Raum das arithmetische Mittel der maximalen A-bewerteten Schalldruckpegel von drei charakteristischen Arbeitszyklen nach 7.1.2 bestimmt.

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

Der Messwert ist auf eine äquivalente Absorptionsfläche  $A_0$  von  $10 \text{ m}^2$  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 Raumes lässt sich nach der Beziehung  $A = 0,8 \times \text{Grundfläche des Raumes (in m}^2\text{)}$  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-Schallleistungspegelbestimmung) angewendet werden. In derartigen kleinen schallharten Räumen beträgt die äquivalente Absorptionsfläche  $A$  etwa  $4 \text{ m}^2$ . Damit entspricht der A-bewer-

### 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.

## 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 60651.

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 7.3 through 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)
- 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 52219.

With the lift in operation, the arithmetic mean of the maximum A-weighted sound pressure levels of three characteristic duty cycles as defined in 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  $10 \text{ m}^2$ .

**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(A). An estimate for the equivalent sound-absorption area of a furnished room can be obtained from the equation  $A = 0,8 \times \text{floor area of the room (in square metres)}$ .

### 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  $4 \text{ m}^2$ . The value of A-weighted sound power

tete Schalleistungspegel zahlenmäßig etwa dem im Triebwerksraum gemessenen A-bewerteten Schalldruckpegel.

**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 7.1.1 und 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 Fahrtschacht**

Der Fahrkorb wird zur Ermittlung der A-bewerteten Schalldruckpegel nach 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.

**Tabelle 3 – Korrekturen  $K_1$  in dB(A) für die Berücksichtigung von Fremdgeräuschen; abhängig von der Differenz  $\Delta L_{AF}$  zwischen dem A-bewerteten Schalldruckpegel beim Betrieb der Aufzugsanlage einschließlich Fremdgeräusch und dem Fremdgeräusch allein**

$\Delta L_{AF}$ dB(A)	3	4 bis 5	6 bis 9	>9
$K_1$ dB(A)	3	2	1	0

ANMERKUNG Wenn die Differenz  $\Delta L_{AF}$  kleiner als 3 dB(A) ist, ist eine Auswertung nach dem hier beschriebenen Verfahren nicht möglich.

**8 Bestimmung des Körperschallpegels**

Die Messungen sind entsprechend DIN 52221 durchzuführen.

Es 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 zu messen.

level is then approximately the same as that of the A-weighted sound pressure level measured in the machine room.

**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 7.1.1 and 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 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.

**Table 3 – Corrections,  $K_1$ , in dB(A), for extraneous noise; depending on the difference,  $\Delta L_{AF}$ , between the A-weighted sound pressure level during operation of the lift, including the extraneous noise, and the extraneous noise alone**

$\Delta L_{AF}$ dB(A)	3	4 to 5	6 to 9	more than 9
$K_1$ dB(A)	3	2	1	0

NOTE For a difference,  $\Delta L_{AF}$ , of less than 3 dB(A), the simplified evaluation procedure described here is not applicable.

**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.

Die durch das Triebwerk bei oben oder unten angeordneten Triebwerksräumen erzeugten Körperschallpegel werden auf dem Boden des Triebwerksraumes 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 Messgegenstandes;
- 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 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).

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 clause 7, and the structure-borne-sound levels determined according to clause 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;
- 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 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 A

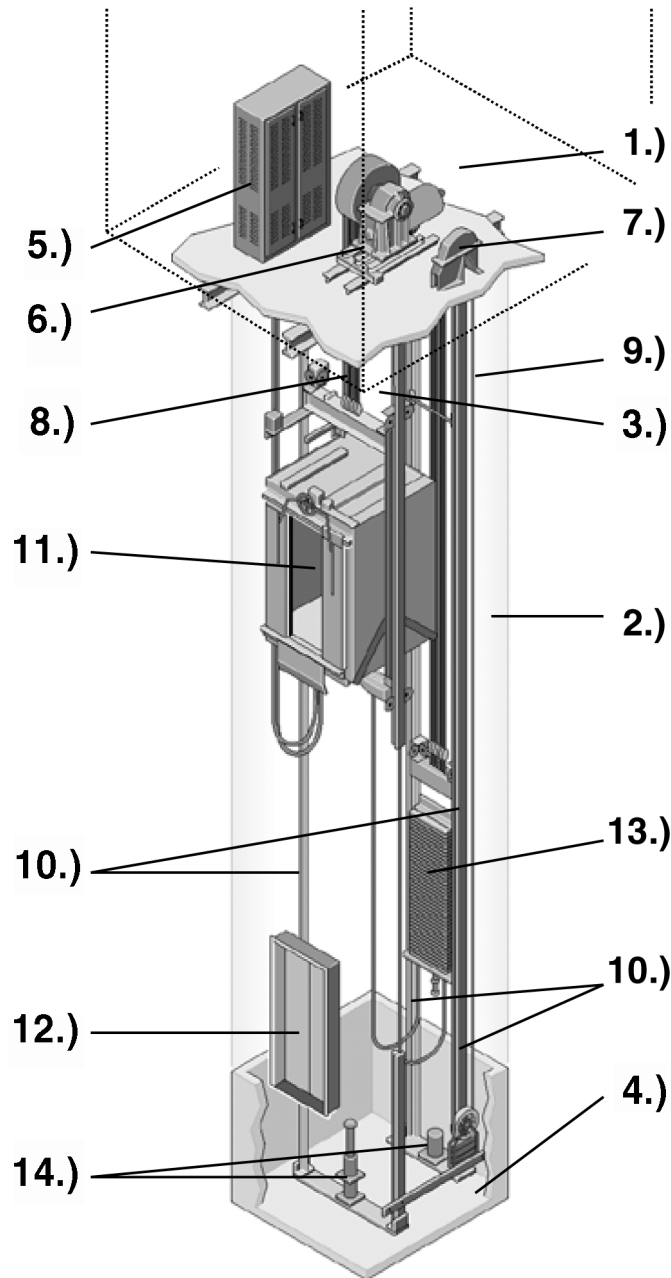
### Aufzugstechnische Begriffe

Aufzüge insbesondere für den Personentransport werden in der Regel als Seil- oder Hydraulikaufzüge ausgeführt. Die Bilder A.1 und A.2 zeigen solche Anlagen schematisch.

## Annex A

### Terminology related to lift-system technology

Lifts, particularly those for passenger transport, are usually rope-suspended or hydraulic lifts. Figures A.1 and A.2 are schematics of such systems.



**Legende**

- |                               |                       |                        |                              |
|-------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|
| 1.) Triebwerksraum *)         | 8.) Tragseile **)     | 1.) Machine room *)    | 8.) Suspension ropes **)     |
| 2.) Schacht                   | 9.) Begrenzerseil     | 2.) Well               | 9.) Overspeed governor rope  |
| 3.) Schachtkopf               | 10.) Führungsschienen | 3.) Headroom           | 10.) Guide rails             |
| 4.) Schachtgrube              | 11.) Fahrkorb         | 4.) Pit                | 11.) Car                     |
| 5.) Steuerschrank             | 12.) Schachttüren     | 5.) Control cabinet    | 12.) Landing doors           |
| 6.) Triebwerk                 | 13.) Gegengewicht     | 6.) Machine            | 13.) Counterbalancing weight |
| 7.) Geschwindigkeitsbegrenzer | 14.) Aufsetzpuffer    | 7.) Overspeed governor | 14.) Car buffers             |

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

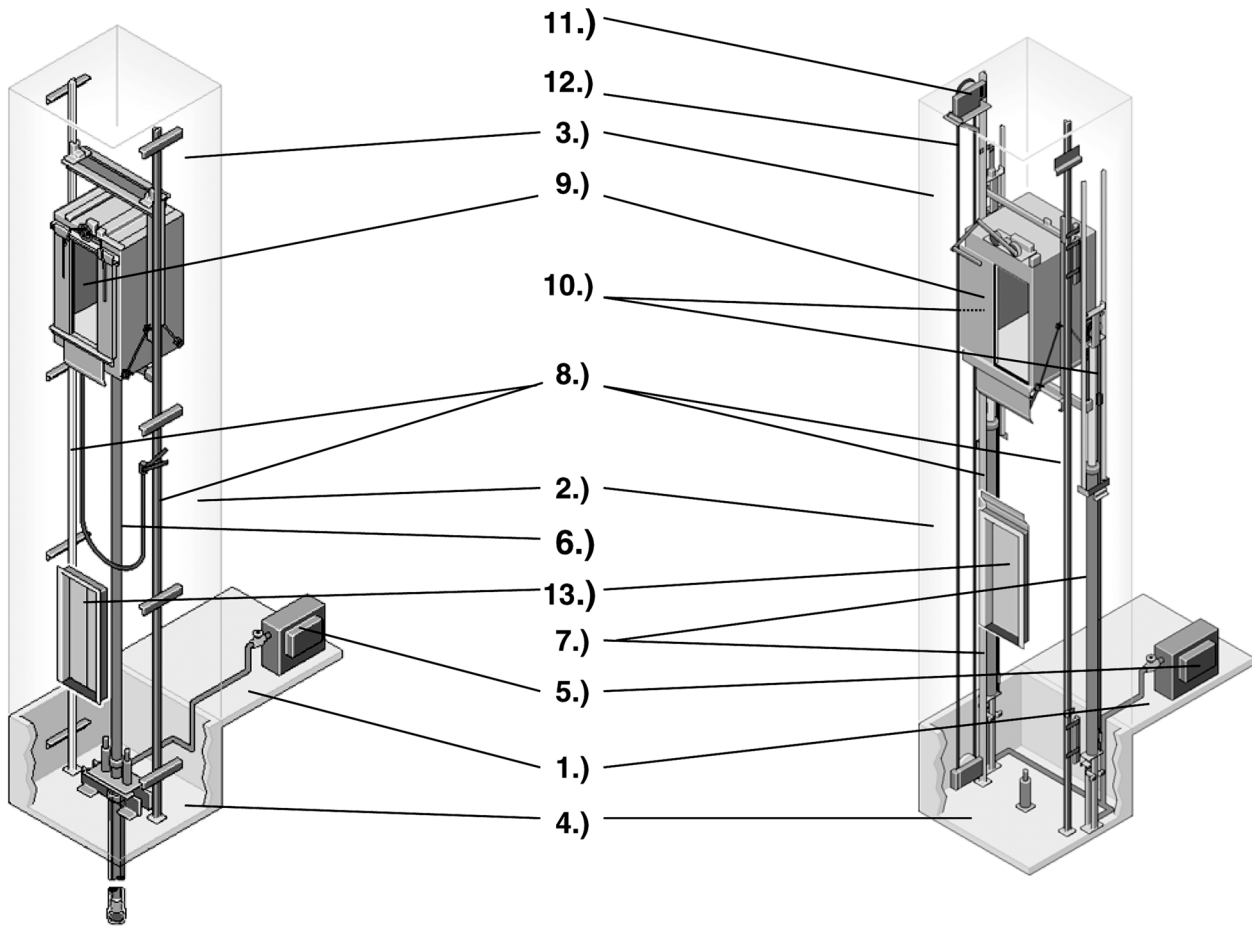
\*\*) Dargestellt ist eine „1:1-Aufhängung“, d. h. Fahrkorb und Gegengewicht sind direkt durch die Tragseile verbunden. Bei einer „2:1-Aufhängung“ werden die Tragseile auf oder unter dem Fahrkorb und auf dem Gegengewicht über Seilrollen umgelenkt und in der Schachtabschlussdecke an Seilfestpunkten befestigt.

\*) 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.

**Bild A.1 – Seilaufzugsanlage mit dem Triebwerksraum über dem Schacht (schematisch)**

**Figure A.1 – Traction lift, machine room on top of well (schematic)**



**Legende**

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

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

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

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

**Bild A.2 – Direkt (links abgebildet) und indirekt (rechts abgebildet) wirkende Hydraulikaufzugsanlage (schematisch)**

**Figure A.2 – Directly, and indirectly driven hydraulic lift (schematic)**

## Schrifttum

- [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 Fahrstachttüren. 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.

## Zitierte Normen und VDI-Richtlinien

Neben den bereits im Abschnitt 2 angegebenen Normen sind in dieser VDI-Richtlinie zitiert:

DIN 4102-5:1977-09, *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Feuerschutzabschlüsse, Abschlüsse in Fahrstachtwänden und gegen Feuer widerstandsfähige Verglasungen, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.*

E DIN 4109-10:2000-06, *Schallschutz im Hochbau – Teil 10: Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz von Wohnungen.*

DIN 18090:1997-01, *Aufzüge – Fahrstacht-Dreh- und -Falttüren für Fahrstächte mit Wänden der Feuerwiderstandsklasse F 90.*

DIN 18091:1993-07, *Aufzüge – Schacht-Schiebetüren für Fahrstächte mit Wänden der Feuerwiderstandsklasse F 90.*

VDI 2062 Blatt 2:1976-01, *Schwingungsisolierung – Isolier-elemente.*

## Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

A	Äquivalente Absorptionsfläche eines Raumes in m <sup>2</sup>
$a_0$	10 <sup>-6</sup> m/s <sup>2</sup> (Bezugsbeschleunigung)
$A_0$	10 m <sup>2</sup> (Bezugsschallabsorptionsfläche des Empfangsraumes)
c	Gesamtfedersteifigkeit der elastischen Elemente in N/m
$\Delta L_{AF}$	Differenz zwischen dem A-bewerteten Schalldruckpegel beim Betrieb der Aufzugsanlage einschließlich Fremdgeräusch und Fremdgeräusch allein
F	Zeitbewertung „FAST“ des Schallpegelmessers
$f_E$	Erregerfrequenz in Hz
$f_0$	Eigenfrequenz in Hz
k	Frequenz-Korrektur in dB, für Aufzugsgeräusche = 0 dB gewählt
$K_1$	Korrektur zur Berücksichtigung von Fremdgeräuschen in dB
$L_{AFmax}$	Zulässiger A-bewerteter Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen in dB
$L_{AF,Schacht}$	A-bewerteter Schalldruckpegel im Aufzugs-schacht in dB
$L_{AF,Tür}$	A-bewerteter Schalldruckpegel vor der Schachttür in dB

## Bibliography

- [1] HECKL, M., MÜLLER, H. A. – Taschenbuch der Technischen Akustik. Springer Verlag 1994, 2. Aufl. p. 572–573.
- [2] RICHTER, W., BOLSIUS, J. – Strömungsgeräusche an Fahrstachttüren. 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, p. 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.

## References to standards and VDI guidelines

Further to the standards listed in clause 2, this VDI guideline makes reference to

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.*

E DIN 4109-10:2000-06, *Sound insulation in buildings – Part 10: Proposal for improved sound insulation for housing.*

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

DIN 18091:1993-07, *Lifts – Lift landing sliding doors for lift wells with walls of the fire resistant class F 90.*

VDI 2062 Part 2:1976-01, *Shock and vibration isolation elements, materials and component parts of isolation.*

## List of symbols and abbreviations

A	equivalent sound-absorption area of a room, in m <sup>2</sup>
$a_0$	10 <sup>-6</sup> m/s <sup>2</sup> (reference acceleration)
$A_0$	10 m <sup>2</sup> (reference sound-absorption area of receiving room)
c	total spring constant of elastic elements, in N/m
$\Delta L_{AF}$	difference between the A-weighted sound pressure level during operation of the lift, including the extraneous noise, and the extraneous noise alone
F	time weighting “FAST” of a sound level meter
$f_E$	frequency of excitation, in Hz
$f_0$	natural frequency, in Hz
k	frequency correction, set to 0 dB for lift noise
$K_1$	correction for extraneous noise, in dB
$L_{AFmax}$	permissible A-weighted sound pressure level in rooms requiring protection, in dB
$L_{AF,Schacht}$	maximum A-weighted sound pressure level in the lift well, in dB
$L_{AF,Tür}$	maximum A-weighted sound pressure level in front of the landing door, in dB

$L_{AF,TWR}$	A-bewerteter Schalldruckpegel von Triebwerk, Bremse und Schaltgeräten, gemessen im Triebwerksraum in dB	$L_{AF,TWR}$	maximum A-weighted sound pressure level caused by the engine, brake, and switchgear, as measured in the machine room, in dB
$L_{pA,TWR}$	A-bewerteter Schalldruckpegel im Triebwerksraum in dB	$L_{pA,TWR}$	A-weighted sound pressure level in the machine room in dB
$L_{WA}$	A-bewerteter Schallleistungspegel des Triebwerks in dB	$L_{WA}$	A-weighted sound power level of the engine in dB
$L_{a,TWR,B}$	Körperschallpegel (Beschleunigungspegel) auf dem Triebwerksraumboden und an Rollengerüstaufgaben in dB	$L_{a,TWR,B}$	maximum structure-borne-sound pressure level (acceleration level) on the engine-room floor and at roller frame supports, in dB
$L_n$	Erforderlicher Norm-Trittschallpegel zur Kennzeichnung des baulichen Körperschallschutzes in dB	$L_n$	required normalized impact sound pressure level, serving to characterise the structure-borne-sound insulation of the building, in dB
$m_d$	Dynamisch wirksame Masse der Aufzugsanlage in kg	$m_d$	effective dynamic mass of the lift, in kg
$n_M$	Maximale Motor-Betriebsdrehzahl der Aufzugsanlage in $\text{min}^{-1}$	$n_M$	maximum operating speed of the motor of the lift, in $\text{min}^{-1}$
$P$	Elektrische Antriebsleistung der Aufzugsanlage in kW	$P$	electric drive power of lift, in kW
$R_{w,erf}$	Erforderliche Schalldämmung zur Einhaltung der zulässigen A-bewerteten Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen in dB	$R_{w,erf}$	sound insulation required to comply with the maximum permissible A-weighted sound pressure levels in rooms requiring protection, in dB
$S$	Größe der Trennfläche zwischen Send- und Empfangsraum in $\text{m}^2$	$S$	area of element separating sending and receiving rooms, in $\text{m}^2$
SSt	Schallschutzstufen nach VDI 4100	SSt	sound-insulation classes as defined in VDI 4100
TWR	Triebwerksraum	TWR	machine room