

Baulicher Schallschutz für Aufzugsanlagen

Andreas Meier

Müller-BBM GmbH, 82152 Planegg, E-Mail: Andreas.Meier@mbbm.com

Einleitung

In der bauakustischen Beratung für Neubauten wird die geplante Anordnung und die Ausbildung des Aufzugsschachtes bewertet. Wesentliche Zielsetzung ist die Einhaltung von Grenzwerten an den kennzeichnenden Schalldruckpegel in Aufenthaltsräumen, z.B. nach den Mindestanforderungen der DIN 4109 [2]. Hinweise für die Planung und Bemessung gibt die VDI-Richtlinie 2566 [1]. Deren Anforderungen an die Baukonstruktionen stehen jedoch bei Fachleuten in der Kritik, da sie in der baupraktischen Anwendung in Teilen überdimensioniert erscheinen.

Eine fundierte Vorgehensweise für eine belegbare, systematische Überprüfung und Bewertung der baulichen Ausführung des Aufzugsschachtes fehlt bislang. Darüber hinaus sind Baukonstruktionen für ein höheres Schallschutzniveau in den Regelwerken derzeit nicht angegeben.

Im Rahmen dieses Beitrags werden die erforderlichen Baukonstruktionen von Aufzugsschächten für Wohngebäude bewertet. Hierbei wird aufgezeigt, dass die bauakustischen Rechenverfahren gemäß den Regeln der Technik in angepasster Version als probates Mittel geeignet sind, um Vergleichsrechnungen durchzuführen. Hieraus werden prinzipielle Angaben zu Baukonstruktionen abgeleitet.

Arten von Aufzugsanlagen

Zu den regelmäßig anzutreffenden Aufzugsanlagen für Wohngebäude gehören:

- Personenaufzugsanlagen.

Des Weiteren sind aus schalltechnischer Sicht relevant, jedoch in der Praxis seltener anzutreffen:

- Lastenaufzüge z.B. für integriertes Gewerbe
- PKW-Aufzüge als Ersatz für Tiefgaragenrampen
- Paketierungsanlagen in Tiefgaragen.

Bei massiver Bauweise des Gebäudes ist in der Regel die Körperschalleinleitung für die resultierenden Schalldruckpegel in Aufenthaltsräumen maßgebend. Aufgrund der Vielzahl von Körperschalleinleitungspunkten von üblichen Aufzugsanlagen ist das Hallplattenverfahren gemäß [4] nur mit außergewöhnlich hohem Aufwand anwendbar.

Schallübertragung durch Aufzugsanlagen

In der Regel ist in Wohngebäuden der Aufzugsschacht in Massivbauweise ausgebildet. Verglaste Stahlkonstruktionen finden in Büro- und Gewerbegebäuden Anwendung und sind dort aber schalltechnisch weniger kritisch.

Für den Schallschutz im Wohnungsbau sind die bei Betrieb der Aufzugsanlage die resultierenden Schalldruckpegel in Aufenthaltsräumen, also in Wohn- und Schlafräumen maßgebend.

Der Schalldruckpegel ergibt sich üblicherweise durch direkte Körperschalleinleitung der Aufzugskomponenten in die Gebäudestruktur. Hintergrund ist, dass der Luftschallpegel im Schacht in der Regel Maximalpegel von $L_{AF,max} \leq 75$ dB(A) nicht überschreitet und von Schachtkonstruktionen bewertete Schalldämm-Maße von $R'_w \geq 60$ dB zu erwarten sind.

Relevante Körperschallquellen sind:

- Schleif- oder Rollgeräusche von Fahrkorb und Gegengewicht an den Führungsschienen
- Antrieb, bei Aufzügen ohne Triebwerksraum in der Regel im Schachtkopf
- Lösen und Anziehen der Bremsen
- Elektrische Schaltschütze und Frequenzumrichter
- Hydraulikaggregate und Ventile
- Türbewegungen inklusive Verriegelungsgeräusche

Je nach Antriebskonzept oder den eingesetzten Komponenten ist eine der angegebenen Quellen maßgebend für den kennzeichnenden Schalldruckpegel im Aufenthaltsraum. Das ist bei den derzeit verfügbaren Modellen auch jeweils individuell unterschiedlich, so dass keine allgemeingültigen Zusammenhänge angegeben werden können.

Weitere Geräusche, die z.B. im Fahrkorb entstehen bzw. aus den Schacht dorthin übertragen werden oder die durch Türbewegungen im Flur entstehen, sind kennzeichnend für den empfundenen Komfort aber nicht relevant für den Schallschutz innerhalb angrenzender Wohnungen.

Neben den angegebenen Körperschallquellen, die durch das Aufzugsprodukt bestimmt werden und die ein Thema der Maschinenakustik sind, wird der Schallschutz durch die Bauakustik des Gebäudes bestimmt. Hierzu sind die Schachtanordnung und die Gebäudebauteile zu bewerten.

Anordnung von Aufzugsanlagen im Gebäude

Ein guter baulicher Schallschutz für Aufenthaltsräume lässt sich mit hoher Sicherheit realisieren, wenn durch die Gebäudeplanung eine schalltechnisch günstige Anordnung des Aufzugsschachtes vorgesehen wird. Dies ist exemplarisch in Abbildung 1 gezeigt. Hier befindet sich der Aufzugsschacht schalltechnisch günstig im Treppenauge. Durch das Treppenhaus als Pufferraum zu den nächstliegenden Aufenthaltsräumen ergibt sich eine Minderung des über die Gebäudestruktur übertragenen Körperschalls.

Die in der Praxis häufiger anzutreffende Anordnung ist in Abbildung 2 gezeigt. Hier grenzt der Aufzugsschacht unmittelbar an Aufenthaltsräume an und ist daher als schalltechnisch ungünstiger einzuordnen.

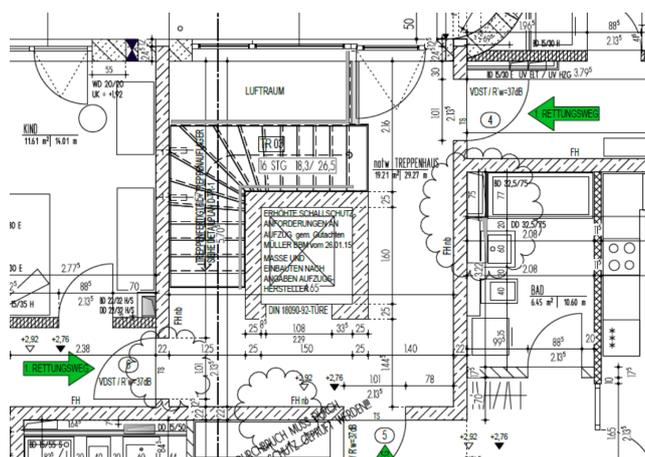


Abbildung 1: Grundrissauszug – Schalltechnisch günstige Anordnung des Aufzugschachtes im Treppenauge.



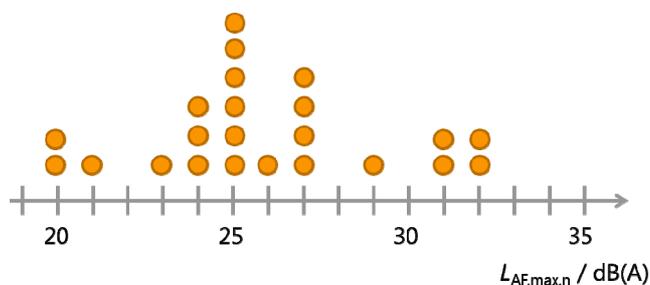
Abbildung 2: Grundrissauszug – Anordnung des Aufzugschachtes unmittelbar an einem Aufenthaltsraum.

Einfluss der Aufzugstechnik

Zur Ermittlung des Einflusses der Aufzugstechnik auf den kennzeichnenden Schalldruckpegel stand eine interessante Konstellation zur Verfügung. Im Rahmen von Abnahmemessungen von qualitätsüberwachten Bauvorhaben eines Bauträgers in München wurden auch die Geräusche von Aufzügen überprüft. Besonderes Merkmal der Gebäude ist, dass sie jeweils gleichartig Baukonstruktionen aufwiesen. Die Aufzugsschachtwand besteht aus 25 cm Stahlbeton, grenzte unmittelbar an Wohnräume an und war dort mit einer biegeweichen Vorsatzschale ($f_R = 55$ Hz) verkleidet. Als Empfangsraum für die Messung wurde jeweils ein ungünstiger Raum ausgewählt, der sich in der Nähe des Antriebs befindet. Damit ist der bauakustische Einfluss der Gebäudekonstruktion auf das Messergebnis auf ein mögliches Minimum reduziert.

Alle Aufzüge sind Personenaufzüge ohne separaten Triebwerksraum von unterschiedlichen Herstellern. Geringe Unterschiede bestanden in der Belastbarkeit. Soweit bekannt betrug die maximale Fördergeschwindigkeit $v_{\max} < 1,0$ m/s.

Die Messungen erfolgten durch gleiches Messpersonal der VMPA-Güteprüfstelle mit jeweils der gleichen Messmethode. Anwendung fand DIN 4109-11 und DIN EN ISO 10052 mit Änderung A1. Die Ergebnisse der Messungen sind in der nachfolgenden Abbildung 3 dargestellt.



Aufzugstechnik

Abbildung 3: Kennzeichnende Schalldruckpegel von 23 Aufzugsanlagen unterschiedlicher Hersteller in qualitätsüberwachten Geschosswohnungsneubauten mit vergleichbarer Baukonstruktion, Abnahmemessung (keine Beschwerdefälle) kurz vor Übergabe an Käufer im Zeitraum 08/2015 bis 01/2016.

Aus den Messergebnissen ist eine Bandbreite von 12 dB zu entnehmen, die weitestgehend auf die eingesetzten Aufzugsprodukte und deren Ausführungsqualität zurückzuführen ist.

Rechenverfahren für die Gebäudeplanung

Für die Gebäudeplanung rund um Aufzugsanlagen ist bislang noch kein Rechenverfahren entwickelt worden. Mit der aktuell gültigen VDI 2566 [1] sind lediglich Angaben zu den erforderlichen flächenbezogenen Massen von Schachtwand und flankierenden Bauteilen in Abhängigkeit der Anordnung des Aufzugs zu Aufenthaltsräumen verfügbar.

Folgender Ansatz für ein Rechenverfahren scheint zulässig:

- Für einen Aufzugstyp bzw. ein -modell liegt eine Baumustermessung oder eine Leistungserklärung des Herstellers vor, z.B. dass mit einer 25 cm StB-Schachtwand in angrenzenden Räumen ein kennzeichnender Schalldruckpegel von 30 dB(A) eingehalten wird (alternativ ein Körperschallpegel auf der Schachtwand).
- Ausgehend von dieser baulichen Situation wird dann auf die geplante bauliche Situation umgerechnet, z.B. wenn Vorsatzschalen oder leichtere/schwerere Gebäudebauteile geplant sind.
- Die Berechnung erfolgt für das bewertete Schalldämm-Maß. Der Unterschied zwischen der Ausgangssituation und der geplanten Situation in dB kann direkt vom Schalldruckpegel der Herstellerangabe auf- oder abgeschlagen werden.

Die Grundlage dieses Ansatzes kann durch eine Verknüpfung von Luft- und Trittschalldämmung begründet werden, die in DIN EN 12354-1 dokumentiert ist. Prinzipiell kann die Trittschalldämmung auch als Maß für die Körperschalldämmung angesehen werden, da die Messung durch Körperschalleinleitung eines Norm-Hammerwerkes erfolgt. Für Terzbänder gilt:

$$R + L_n = 38 + 30 \lg \left[\frac{f}{[1\text{Hz}]} \right] \text{ dB} \quad (1)$$

Vereinfacht kann auf dieser Basis angegeben werden, dass sich jedes Dezibel an zusätzlicher Luftschalldämmung unmittelbar in einem entsprechend geringeren A-bewerteten Schalldruckpegel niederschlägt.

Für außergewöhnlich tieffrequente Geräusche ist zusätzlich die Änderung des Spektrumsanpassungswertes, z.B. des C_{tr} zu beobachten.

Das Berechnungsverfahren nach DIN EN 12354-1 wird im Folgenden in der vereinfachten Variante angewendet, also auf Basis von Einzahlangaben. Ein Auszug aus dem Berechnungsblatt ist in Abbildung 4 angegeben.

Trennbauteil	R _{Dd} / dB	d _{Rw} / dB					
	63,6	7,8					71,4
Flanke 1 RD1 (1x)	R _{i/2+R_{j/2}} / dB	d _{Rijw} / dB	K _{ij} / dB	10Log(S _{if} /10)	R _{ij,w} / dB		
	62,8		4,7	4,0	71,5	71,5	
Flanke 2 RD2 (1x)	62,8		4,7	5,1	72,6	72,6	
Flanke 3 RD3 (1x)	62,8	7,4	4,7	4,0	78,9	78,9	
Sicherheitsbeiwert						2	
R' _w						64,8	

Abbildung 4: Auszug aus dem Rechenblatt zur Bestimmung der Luftschalldämmung des Aufzugsschachtes (mit Vorschaltzschale) mit den beiden Decken (einmal mit schwimmenden Estrich) und einer Wand als flankierende Bauteile.

Die zu betrachtenden Schallübertragungswege sind abhängig von den Einleitungspunkten des Körperschalls. In einem ersten Ansatz kann davon ausgegangen werden, dass die Einleitungspunkte für den kennzeichnenden Maximalpegel gleichermaßen über die gesamte Schachtwand verteilt sind.

Exemplarische Ergebnisse

Variationsrechnungen mit unterschiedlichen Bauteilkonstruktionen zeigen folgende Zusammenhänge:

- Einfluss der flankierenden Trenndecken mit einer Dicke von 22 cm statt 25 cm Stahlbeton
→ 0,1 ... 0,4 dB(A), ca. **0 dB(A)**
- Einfluss Schachtwanddicke, statt 25 cm mit 30 cm Stahlbeton
→ 1,9 ... 2,4 dB(A), ca. **2 dB(A)**
- Einfluss einer exemplarischen biegeweichen Vorsatzschale ($f_R = 55$ Hz) vor dem Schacht
→ 2,8 ... 4,4 dB(A), ca. **3 dB(A)**

Aus diesen Ergebnissen kann die Handlungsbandbreite für die Gebäudekonstruktion abgeleitet werden, wenn der Aufzugsschacht unmittelbar neben Aufenthaltsräumen angeordnet ist. Die Bandbreite beträgt 5 dB. Vergleichend hierzu ist noch einmal die messtechnisch ermittelte Bandbreite von exemplarischen Aufzugsanlagen gleicher Bauart (ohne separaten Antriebsraum) dargestellt.

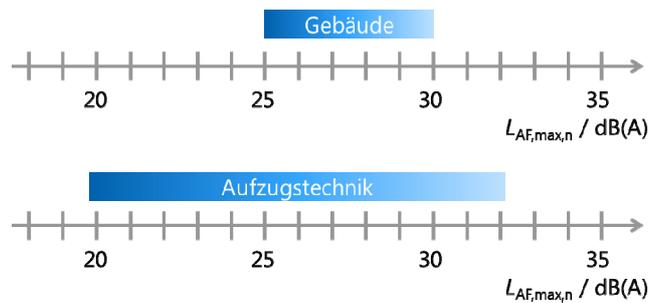


Abbildung 5: Planungsbandbreite der Bauakustik (Gebäude) und der Aufzugstechnik (Maschinenakustik) für einen Personenaufzug unmittelbar angrenzend an einen Aufenthaltsraum

Wie eingangs beschrieben, können durch eine schalltechnisch optimierte Anordnung des Aufzugsschachtes z.B. im Treppenauge oder auch durch eine aufwändigere, zweischalige Ausbildung bautechnisch ein höherer Schallschutz erzielt werden.

VDI 2566

Auf Basis der aktuell gültigen VDI-Richtlinie 2566 können folgende Angaben zusammengefasst werden.

- Der Einfluss der flankierenden Gebäudebauteile auf den resultierenden Schalldruckpegel im Raum wird bislang überschätzt.
- Die Schachtwanddicke hat vergleichsweise geringen Einfluss auf die resultierenden Schalldruckpegel.
- Ein guter Schallschutz erfordert die Auswahl einer geräuscharmen Aufzugsanlage (Maschinenakustik), welche den größten Einfluss auf die Ergebnisse hat.
- Für einen fach- und sachgerechten Nachweis sind zur Vorlage beim Fachplaner Baumustermessungen von Aufzügen mit dokumentierten Bauteilen erforderlich.

Solche Baumustermessungen können durch Messung des Schalldruckpegels in einem benachbarten Raum erfolgen. Alternativ können Messungen der Körperschallpegel auf der Schachtwand vorgenommen werden. Für die Beurteilung des Körperschalls sind noch praktikable Umrechnungsformeln zwischen Körper- und Luftschallpegel auszuarbeiten.

Literatur

- [1] VDI 2566, Blatt 1 – Schallschutz bei Aufzugsanlagen mit Triebwerksraum (04-2011), Blatt 2 – Schallschutz bei Aufzugsanlagen ohne Triebwerksraum (05-2004)
- [2] DIN 4109 – Schallschutz im Hochbau (vollständig überarbeitete Neuausgabe für 2016 erwartet)
- [3] DIN EN 12354-1– Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften Teil 1: Luftschalldämmung (12-2000)
- [4] E DIN EN 15657-1 – Akustische Eigenschaften von Bauteilen und von Gebäuden - Messung des Körperschalls von haustechnischen Anlagen im Prüfstand für alle Installationsbedingungen (02-2016)