

# Lektion 17

## Raumakustik und Schallschutz durch Absorption

Von Beat M. Kühn und Rudolf Blickle, Institut für Lärmschutz, CH-6314 Unterägeri

Nachdem in der letzten Lektion der Zusammenhang zwischen dem Volumen, Schallabsorption und Nachhallzeit eines Raumes aufgezeigt und auch erklärt wurde, wie die erforderlichen Daten bestimmter Absorber und Anordnungen im Hallraum ermittelt werden, sollen in der letzten Lektion dieser Serie anhand von Beispielen Anwendungsmöglichkeiten im kleinen Rahmen vermittelt werden.

### Berechnungsbeispiele

In Tabelle 1 (nach Gösele) sind Schallabsorptionsgrade verschiedener Wand- und

Deckenverkleidungen angegeben. In Tabelle 2 (nach Fassold/Sonntag) ist die äquivalente Schallabsorptionsfläche von Personen und Gestühl genannt. Wie schon in Lektion 16 erwähnt, ist der Schallabsorptionsgrad frequenzabhängig. Für unsere Berechnungsbeispiele benutzen wir jedoch nur einen Mittelwert über alle Frequenzen.

### Fall a (Lärmbekämpfung)

Gegeben ist ein Raum mit der Grundfläche von 5 x 4 m<sup>2</sup>, die Höhe beträgt 3 m. Sämtliche Raumbegrenzungen bestehen

aus Beton (die Tür wird vernachlässigt). Der mittlere Absorptionsgrad von Beton beträgt:  $\alpha_s = 0,03$ .

Gesucht werden die äquivalente Schallabsorptionsfläche A und die Nachhallzeit T<sub>60</sub> des Raumes.

Berechnung:

Volumen: 5 x 4 x 3 m<sup>3</sup> = 60 m<sup>3</sup>; Oberfläche; Boden: 20 m<sup>2</sup>; Decke: 20 m<sup>2</sup>; Wände: 54 m<sup>2</sup>

Total 94 m<sup>2</sup>

$A = \alpha_s \times S$

$A = 0,03 \times 94 \text{ m}^2$

$A = 2,82 \text{ m}^2$

Nachhallzeit T<sub>60</sub>

$A = 0,163 \times V/T_{60}$

$T_{60} = 0,163 \times V/A$

$T_{60} = 0,163 \times 60 \text{ m}^3 / 2,82 \text{ m}^2$

$T_{60} = 3,5 \text{ s}$

Wir betreiben in diesem Raum eine Maschine, die einen Lärm von 90 dB(A) verursacht.

Gesucht: Wie hoch ist der Schallpegel der Maschine, wenn der Boden mit einem Teppichboden ausgelegt wird. Wie lange ist die Nachhallzeit?

Berechnung:

Aus Tabelle 1 (Position 14) entnehmen wir einen mittleren Schallabsorptionsgrad von  $\alpha_s = 0,26$

Wir berechnen A für den Raum:

Für die Betonfläche gilt:

$A_1 = \alpha_{s1} \times S_1$

$A_1 = 0,03 \times 74 \text{ m}^2$

$A_1 = 2,2 \text{ m}^2$

Für die Bodenfläche gilt:

$A_2 = \alpha_{s2} \times S_2$

$A_2 = 0,26 \times 20 \text{ m}^2$

$A_2 = 5,2 \text{ m}^2$

Für A<sub>Gesamt</sub> gilt:

$A = A_1 + A_2$

$A = 7,4 \text{ m}^2$

Für die neue Nachhallzeit gilt nun:

$T_{60} = 0,163 \times V/A$

$T_{60} = 0,163 \times 60 \text{ m}^3 / 7,4 \text{ m}^2$

$T_{60} = 1,3 \text{ s}$

Für den Schallpegel der Maschine gilt nun:

$L_1 = L_0 - 10 \lg A/A_0$

Dabei bedeuten:

L<sub>0</sub> = ursprünglicher Schallpegel

A = neue äquivalente Schallabsorptionsfläche

A<sub>0</sub> = ursprüngliche äquivalente Schallabsorptionsfläche

Tabelle 1: Schallabsorptionsgrade verschiedener Wand- und Deckenverkleidungen

lfd. Nr.	Verkleidung	Schallabsorptionsgrad $\alpha_s$ bei den Frequenzen					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	25 mm Asbestspritzputz	0,2	0,3	0,5	0,6	0,75	0,7
2	25 mm Zementspritzputz mit Vermiculitezusatz	0,05	0,1	0,2	0,55	0,6	0,55
3	8 mm Schaumstoff-Tapete	0,03	0,1	0,25	0,5	0,7	0,9
4	Bimsbeton, unverputzt	0,15	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
5	115 mm Hochlochziegel, unverputzt, Löcher dem Raum zu offen, Mineralwolle im 60 mm Hohraum hinter Ziegeln	0,15	0,65	0,45	0,45	0,4	0,7
6	25 mm Holzwole-Leichtbauplatten, unverputzt unmittelbar an Wand	0,05	0,1	0,5	0,75	0,6	0,7
7	24 mm vor Wand, im Hohraum Mineralwolle	0,15	0,7	0,65	0,5	0,75	0,7
8	50 mm Mineralfaserplatten (100 kg/m <sup>3</sup> )	0,3	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0
9	20 mm Mineralfaserplatten mit Farbe in Flockenstruktur an Oberfläche	0,02	0,15	0,5	0,85	1,0	0,95
10	16 mm Mineralfaserplatten, 375 kg/m <sup>3</sup> , raumseitig mit feinen Öffnungen versehen, 200 mm Deckenabstand	0,4	0,45	0,6	0,65	0,85	0,85
11	Blechkassetten, gelocht, mit 20 mm Mineralfaserfilz, aufgelegt, 300 mm Deckenabstand	0,3	0,7	0,7	0,9	0,95	0,95
12	Gipskartonplatten, gelocht, Mineralfaser-Auflage, 100 mm Deckenabstand	0,3	0,7	1,0	0,8	0,65	0,8
13	12	13	14	15	16	17	18
13	13	14	15	16	17	18	19
13	13	14	15	16	17	18	20
13	13	14	15	16	17	18	21
13	13	14	15	16	17	18	22
13	13	14	15	16	17	18	23
13	13	14	15	16	17	18	24
13	13	14	15	16	17	18	25
13	13	14	15	16	17	18	26
13	13	14	15	16	17	18	27
13	13	14	15	16	17	18	28
13	13	14	15	16	17	18	29
13	13	14	15	16	17	18	30
13	13	14	15	16	17	18	31
13	13	14	15	16	17	18	32
13	13	14	15	16	17	18	33
13	13	14	15	16	17	18	34
13	13	14	15	16	17	18	35
13	13	14	15	16	17	18	36
13	13	14	15	16	17	18	37
13	13	14	15	16	17	18	38
13	13	14	15	16	17	18	39
13	13	14	15	16	17	18	40
13	13	14	15	16	17	18	41
13	13	14	15	16	17	18	42
13	13	14	15	16	17	18	43
13	13	14	15	16	17	18	44
13	13	14	15	16	17	18	45
13	13	14	15	16	17	18	46
13	13	14	15	16	17	18	47
13	13	14	15	16	17	18	48
13	13	14	15	16	17	18	49
13	13	14	15	16	17	18	50
13	13	14	15	16	17	18	51
13	13	14	15	16	17	18	52
13	13	14	15	16	17	18	53
13	13	14	15	16	17	18	54
13	13	14	15	16	17	18	55
13	13	14	15	16	17	18	56
13	13	14	15	16	17	18	57
13	13	14	15	16	17	18	58
13	13	14	15	16	17	18	59
13	13	14	15	16	17	18	60
13	13	14	15	16	17	18	61
13	13	14	15	16	17	18	62
13	13	14	15	16	17	18	63
13	13	14	15	16	17	18	64
13	13	14	15	16	17	18	65
13	13	14	15	16	17	18	66
13	13	14	15	16	17	18	67
13	13	14	15	16	17	18	68
13	13	14	15	16	17	18	69
13	13	14	15	16	17	18	70
13	13	14	15	16	17	18	71
13	13	14	15	16	17	18	72
13	13	14	15	16	17	18	73
13	13	14	15	16	17	18	74
13	13	14	15	16	17	18	75
13	13	14	15	16	17	18	76
13	13	14	15	16	17	18	77
13	13	14	15	16	17	18	78
13	13	14	15	16	17	18	79
13	13	14	15	16	17	18	80
13	13	14	15	16	17	18	81
13	13	14	15	16	17	18	82
13	13	14	15	16	17	18	83
13	13	14	15	16	17	18	84
13	13	14	15	16	17	18	85
13	13	14	15	16	17	18	86
13	13	14	15	16	17	18	87
13	13	14	15	16	17	18	88
13	13	14	15	16	17	18	89
13	13	14	15	16	17	18	90
13	13	14	15	16	17	18	91
13	13	14	15	16	17	18	92
13	13	14	15	16	17	18	93
13	13	14	15	16	17	18	94
13	13	14	15	16	17	18	95
13	13	14	15	16	17	18	96
13	13	14	15	16	17	18	97
13	13	14	15	16	17	18	98
13	13	14	15	16	17	18	99
13	13	14	15	16	17	18	100

Tabelle 2: Äquivalente Schallabsorptionsfläche von Personen und Gestühl

Stühle, auf 1 Stück bezogen	Äquivalente Schallabsorptionsfläche A in m <sup>2</sup> bei den Frequenzen					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Klappstuhl, Sitz und Rücken aus Sperrholz	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03
Klappstuhl, Sitz und Rücken mit Kunstlederbezug	0,09	0,13	0,15	0,15	0,11	0,07
Klappstuhl, Sitz und Rücken mit Stoffbezug	0,10	0,23	0,23	0,22	0,19	0,18
Klappstuhl, Sitz und Rücken mit Velourbezug, gepolstert	0,14	0,23	0,35	0,39	0,37	0,38
Einzelpersonen						
Männliche Personen im Anzug	0,15	0,23	0,61	0,97	1,14	1,14
(6 m <sup>2</sup> je Person) stehend						
sitzend	0,15	0,23	0,58	0,78	0,88	0,89
Weibliche Person im Sommerkleid	0,05	0,10	0,23	0,40	0,58	0,77
(6 m <sup>2</sup> je Person) stehend						
sitzend	0,05	0,10	0,17	0,37	0,47	0,58

$$L_1 = 90 \text{ dB(A)} - 10 \lg 7,4 \text{ m}^2/2,82 \text{ s}$$

$$L_1 = 90 \text{ dB(A)} - 4,3$$

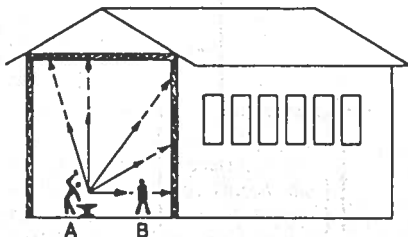
$$L_1 = 85,7 \text{ dB(A)}$$

Bemerkung: Das hier gezeigte Berechnungsverfahren gilt nur näherungsweise. Exakte Berechnungen müssen frequenzabhängig durchgeführt werden. In Tabelle 3 ist die Schallpegelminderung

Tabelle 3:

Vergrößerung der Schallabsorption	Erniedrigung des Schallpegels
um das Zweifache .....	3 dB
um das Vierfache .....	6 dB
um das Zehnfache .....	10 dB

In Abhängigkeit der Vergrößerung der Schallabsorption dargestellt. Der Wirksamkeit von schallschluckenden Verkleidungen in Räumen sind jedoch Grenzen gesetzt. Unmittelbar in der Nähe der Schallquelle ergibt sich keine Pegelminderung, d.h. In unserem Beispiel kommt ein Arbeiter, der an der Maschine steht und arbeitet, nicht in den Genuß der Pegelminderung (siehe auch Abb. 1). So hat es auch wenig Sinn, in bereits stark



1 Auch bei stark absorbierenden Wänden und Decken bleibt die Direktausbreitung des Schalls von der Entstehungsstelle A zur gestörten Person B übrig

bedämpfte Räume, weitere Absorptionen einzubringen.

### Fall b (Raumakustik):

Im Falle der Raumakustik ist es nicht von Interesse einen Schallpegel zu senken, sondern ein bestimmtes raumakustisches Klima zu schaffen. Am Beispiel eines Schulzimmers soll die Problematik aufgezeigt werden.

#### Aufgabe:

Die Verständlichkeit eines Schulzimmers läßt zu wünschen übrig (zu hallig). Messungen der Nachhallzeit (siehe Lektion 16) ergaben einen Wert von 2,4 s. Gewünscht wird eine Nachhallzeit von 1 s bei Anwesenheit von 30 Personen. Zur Verfügung stehen Akustikplatten mit einem  $\alpha_s$  von 0,6. Wieviel  $\text{m}^2$  dieser Platten sind an der Decke anzubringen?

#### Gegeben:

Raumdimensionen:  $L = 12 \text{ m}$ ,  $B = 8 \text{ m}$ ,  $H = 3,5 \text{ m}$

Mittlere Nachhallzeit des Raumes (o. Schüler) leer:  $T_0 = 2,4 \text{ s}$ .

Daraus berechnet man:

Das Raumvolumen:  $12 \times 8 \times 3,5 \text{ m} = 336 \text{ m}^3$

Die Schallabsorption des leeren Raumes (ohne Schüler):

$$A_0 = 0,163 \times V/T_0$$

$$A_0 = 0,163 \times 336 \text{ m}^3/2,4 \text{ s}$$

$$A_0 = 22,8 \text{ m}^2$$

Gewünscht wird für den vollen Raum (mit Schüler) eine mittlere Nachhallzeit  $T_1 = 1 \text{ s}$ . (Bei einer Sekunde Nachhallzeit ist eine gute Verständlichkeit gewährleistet.)

Es wird also eine Schallabsorption  $A_1$  für den vollen Raum gewünscht:

$$A_1 = 0,163 \times 336 \text{ m}^3/1 \text{ s}$$

$$A_1 = 54,8 \text{ m}^2$$

Es fehlen daher dem Raum die Schallabsorption  $A_{\text{tot}}$

$$\Delta A_{\text{tot}} = A_1 - A_0 = 54,8 - 22,8 = 32 \text{ m}^2$$

Wenn im Raum 30 Schüler sind, bewirken schon diese eine Vergrößerung der Schallabsorption um  $\Delta A_1$ .

Die mittlere Schallabsorption eines Schülers beträgt  $0,5 \text{ m}^2$ .

$$\Delta A_1 = 30 \times 0,5 = 15 \text{ m}^2$$

Daraus errechnet sich die dem Raum noch fehlende Schallabsorption  $\Delta A_2$  wie folgt:

$$\Delta A_2 = \Delta A_{\text{tot}} - \Delta A_1 = 32 - 15 = 17 \text{ m}^2$$

Diese Schallabsorption  $\Delta A_2$  muß dem Raum durch Anbringen von Akustikplatten zugeführt werden.

Die Schallabsorption einer Akustikplatte berechnet man wie folgt:

$$A = S \times \alpha_s$$

$$\alpha_s = 0,6$$

Die notwendige Fläche dieser Platten berechnet sich dann:

$$S = A/\alpha_s = 17 \text{ m}^2/0,6 = 28 \text{ m}^2$$

Die ganze Deckenfläche beträgt  $96 \text{ m}^2$ . Mit Akustikplatten muß ca.  $1/3$  der Deckenfläche ausgelegt werden, was am besten

- In Form von drei Flächen geschieht:
1. Fläche vorne über dem Lehrpult
  2. und 3. Fläche als schmale Streifen entlang den Längswänden.

#### Tips für den Schreiner

In Tabelle 1, Nr. 12, sind Lösungsmöglichkeiten mit Holzriemen aufgeführt. Hierzu ist anzumerken, daß in den letzten Jahren sehr umfangreiche Meßserien durchgeführt wurden und ihr Mineralfaserlieferant von vielen Konstruktionen entsprechende Absorptionswerte kennt und gerne zur Verfügung stellt.

Da die Ergebnisse jedoch produktabhängig sind, werden diese Konstruktionen hier nicht gezeigt.

Diese hiermit abgeschlossene Serie Schallschutz wird zusammen mit der Serie Wärmeschutz als Broschüre aufgebunden und bis Mitte 1988 erhältlich sein.

#### Literaturhinweise

Gösele/Schüle: Schall-Wärme-Feuchte, Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin BRD  
 Institut für Lärmschutz Kühn + Bilckle: diverse Veröffentlichungen

## Fachbücher

### Schalldämmung vorgefertigter Schrank- und Trennwände

Der Arbeitskreis „Fertigwand“ der Studiengemeinschaft für Fertigbau e.V., Panoramaweg 11, 6200 Wiesbaden, hat ein Faltblatt zum Thema Schallschutz erarbeitet, das einen Überblick über Anforderungen, Ausführung und Nutzen bei Verwendung vorgefertigter Schrank- und Trennwandsysteme gibt (kostenlos).

## DIN-Taschenbücher

Das DIN, Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin, hat in der letzten Zeit folgende Broschüren über Normung herausgegeben:

● **DIN-Taschenbuch 80: Zimmer- und Holzbauarbeiten VOB/StLB.** Es enthält DIN-Normen, die in den neuen Allgemeinen Technischen Vorschriften (ATV) vom November 1985 für Zimmer- und Holzbauarbeiten zitiert und in dem entsprechenden Leistungsbereich des Standardleistungsbuches StLB aufgeführt sind. Die Normensammlung ist übersichtlich in acht Fachgebiete gegliedert: Ausführung; Schutzmaßnahmen; Maßtoleranzen; Holz; Holzwerkstoffe; Bauplatten; Dämm- und Dichtungsmittel.

(4. Auflage 1986, 376 Seiten, Format DIN A 5, Brosch. DM 83,-)

● **DIN-Taschenbuch 97: Anstricharbeiten VOB/StLB.** Licht in das Bezeichnungslabyrinth bringt die Begriffsnorm DIN 55945 „Lacke, Anstrichstoffe und ähnliche Beschichtungsmittel; Begriffe“, in der Definitionen niedergelegt sind, die die Basis für die Verständigung zwischen Herstellern und Verbrauchern bilden.

(2. Auflage 1986, 240 Seiten, DIN A 5, Brosch. DM 53,-)

● **DIN-Taschenbuch 110: Wohnungsbau.** Für Planer und Praktiker des Wohnungsbaus leistet dieses DIN-Taschenbuch 110 Hilfestellung, das alle einschlägigen DIN-Normen enthält.

(5. Auflage 1986, 400 Seiten, DIN A 5, Brosch. DM 110,-)

● **DIN-Taschenbuch 129: Bauwerksabdichtungen, Feuchtigkeitsschutz.** Bereits 18 Monate nach Erscheinen der letzten Auflage mußte eine Neuauflage erarbeitet werden.

Der Inhalt ist gegliedert in fünf Themenbereiche: Abdichtungen; Fugen; Holzschutz; Korrosionsschutz; Dach- und Dichtungsbahnen.

Ebenfalls in die Reihe der Normensammlungen zur Bauphysik gehören die gesonderten Bände über Schallschutz, Wärmeschutz, Korrosionsschutz von Stahl und Brandschutzmaßnahmen.

(4. Aufl. 1986, 184 Seiten, DIN A 5, Brosch. DM 49,-)  
 Alle DIN-Taschenbücher sind zu beziehen beim Bauverlag GmbH, 6200 Wiesbaden, oder beim Beuth-Verlag GmbH, 1000 Berlin 30.