

## Schallabsorptionsgrad von Einzelobjekten

Christian Nocke, Tiedo Meyer, Nils Freese, Ina Eilers

Akustikbüro Oldenburg, Katharinenstr. 10, 26121 Oldenburg, www@akustikbuero-oldenburg.de

### Einleitung

In vielen Räumen moderner Bürogebäuden ist ein Mangel an Schallabsorption an den klassischerweise für derartige Zwecke genutzten Deckenflächen zu verzeichnen. Eine Möglichkeit diesen Missstand aufzulösen kann darin bestehen, dass auch die Einrichtungsgegenstände wie Möbel, Raumteiler, Stellwände, Sitzmöbel, frei hängende Absorbormaterialien etc. eine akustische Funktion übernehmen. In diesem Beitrag wird diskutiert wie die Schallabsorption entsprechender nicht-flächiger Schallabsorber beschrieben werden kann, um sie in der raumakustischen Simulation zu verwenden.

Es wird ein Vorschlag beschrieben, aus der Absorptionsfläche  $A_{obj}$  eines Einzelobjekts einen Schallabsorptionsgrad abzuleiten. Anhand dieser neuen Kenngröße, die mit  $\alpha_{obj}$  bezeichnet wird, können Einzelobjekte auch in der raumakustischen Simulation leichter berücksichtigt werden. Weiterhin ist anhand dieser Kenngröße der Vergleich verschiedener Einzelobjekte möglich, was bislang durch die Absorptionsfläche  $A_{obj}$  nicht möglich war. Erste Anwendungen sowie Messungen an Möbeln werden vorgestellt und diskutiert.

### Hallraummessungen nach ISO 354

Zur Bestimmung der Schallabsorption wird in einem Hallraum die Nachhallzeit des leeren Raums und des Raums mit eingebrachtem Prüfmaterial gemessen. Die Auswertung erfolgt üblicherweise in Terz-Bandbreite. Das Verfahren ist durch DIN EN ISO 354 [1] standardisiert. In der Norm werden Anforderungen an das Raumvolumen  $V$ , die »Diffusität« des Schallfeldes, das Prüfobjekt, die zu verwendenden Messgeräte und viele weitere Details gestellt. Hierdurch soll eine Vergleichbarkeit zwischen Messungen in verschiedenen Hallräumen sichergestellt werden. Die Messungen sind in den Terzbändern von 100 Hz bis 5.000 Hz durchzuführen.

Bei den Prüfobjekten wird zwischen flächenhaften Schallabsorbieren und einzelnen Schallabsorbieren unterschieden. Bei flächenhaften Absorbieren ist eine überdeckte Fläche von 10 m<sup>2</sup> bis 12 m<sup>2</sup> erforderlich. Verschiedene Aufbauarten sind im normativen Anhang B der DIN EN ISO 354 [1] dargestellt.

Neben den flächenhaften Schallabsorbieren werden einzelne Schallabsorber angeführt. Als Beispiele für einzelne Schallabsorber werden rechteckige schallabsorbierende Platten oder Baffles angeführt, die nach den Vorgaben des Aufbautyps J aus dem Anhang B hinsichtlich des Schallabsorptionsgrads zu vermessen sind. Andere einzelne Schallabsorber sind Einzelobjekte wie Stühle, freistehende Stellwände oder Personen, die für die Messung

möglichst wie in der Praxis üblich angeordnet werden sollen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Prüfobjekte bei einzelnen Schallabsorbieren mindestens aus drei gleichartigen Objekten bestehen müssen. Sofern das Prüfobjekt lediglich aus einem Objekt besteht, ist dieses an mindestens drei Standorten im Hallraum zu vermessen. Weitere Details zur Anordnung der Prüfobjekte sind der Norm [1] zu entnehmen.

Die Berechnung der äquivalenten Absorptionsfläche  $A_1$  des leeren Hallraums bzw.  $A_2$  des Hallraums mit Prüfobjekt erfolgt mit Hilfe der folgenden Formel

$$A_1 = 55,3 \frac{V}{c T_1} - 4 V m_1 \quad [\text{m}^2] \quad (1)$$

$$A_2 = 55,3 \frac{V}{c T_2} - 4 V m_2 \quad [\text{m}^2] \quad (2)$$

mit  $V$  Volumen des Hallraums in m<sup>3</sup>,  $c$  Schallgeschwindigkeit in Luft in m/s,  $T_1$  Nachhallzeit des leeren Hallraums in s,  $T_2$  Nachhallzeit des Hallraums mit Prüfobjekt in s,  $m_1$ ,  $m_2$  Luftabsorptionskoeffizient mit den Klimabedingungen, die bei der Messung ohne bzw. mit Prüfobjekt vorhanden waren, in 1/m. Diese beiden Gleichungen basieren auf der Sabineschen Nachhallformel.

Die äquivalente Absorptionsfläche des Prüfobjekts  $A_T$  ergibt sich aus der Differenz von der äquivalenten Absorptionsfläche im Hallraum mit Prüfobjekt  $A_2$  und dem leeren Hallraum  $A_1$ :

$$A_T = A_2 - A_1 \quad [\text{m}^2] \quad (3)$$

Für flächenhafte Schallabsorber kann anschließend mit der vom Prüfobjekt überdeckten Fläche  $S$  der Schallabsorptionsgrad  $\alpha_S$  berechnet werden:

$$\alpha_S = \frac{A_T}{S} \quad [-] \quad (4)$$

Der Index  $S$  wird verwendet, um auf das beschriebene Verfahren im Hallraum hinzuweisen.

Für einzelne Schallabsorber sollte die äquivalente Schallabsorptionsfläche je Objekt  $A_{obj}$  angegeben werden. Hierzu ist die äquivalente Absorptionsfläche  $A_T$  durch die Anzahl der Objekte  $n$ , in der Regel  $n = 3$ , zu teilen, entsprechend gilt:

$$A_{obj} = \frac{A_T}{n} \quad [\text{m}^2] \quad (5)$$

Die Ergebnisse von Messungen nach der DIN EN ISO 354 [1] werden als Absorptionsgrad  $\alpha_S$  für flächige Absorber oder als Absorptionsfläche eines Objekts  $A_{obj}$  angegeben.

## Unklarheiten in ISO 354

Es besteht in der aktuellen Fassung der DIN EN ISO 354 [1] die Unklarheit, wie mit Objekten wie Stellwänden, Tischaufsätzen und anderen Möbelelementen zu verfahren ist, die durchaus die Definition einer Oberfläche bzw. Bezugsfläche  $S$  zulassen. Bei Absorbern mit zwei beschallten Seiten, wie Stellwänden oder auch sogenannten »Akustik-Segeln«, -Wolken oder anderen Freiformen, enthält die DIN EN ISO 354 keine konkreten Vorgaben, wie die Bezugsfläche  $S$  zu ermitteln ist. Es gibt lediglich die Anmerkung, dass »bei beidseitig beschallten Absorbern der Schallabsorptionsgrad das Verhältnis aus äquivalenter Schallabsorptionsfläche des Prüfobjekts und der Fläche der beiden Seiten des Prüfobjekts« ist [1, Anmerkung 1 unter Ziffer 3.9].

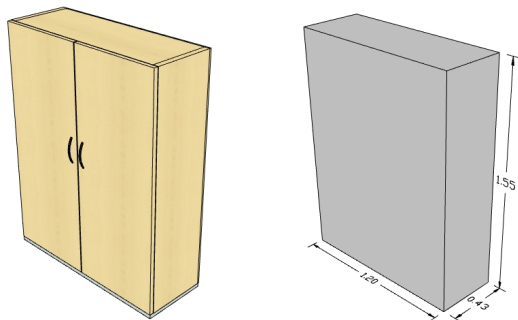
## Absorptionsgrad für Einzelobjekte

In der Regel ist die Eingabe der Absorptionsfläche  $A_{obj}$  von Einzelobjekten in den Programmen zur Raumakustiksimulation nicht vorgesehen. Sämtliche Raumbegrenzungsflächen, aber auch die Einrichtungsgegenstände, werden in der Computersimulation durch ebene Flächen angenähert.

Um auch die akustische Wirkung von Einzelobjekten, wie schallabsorbierenden Stellwänden, Schränken oder »Akustiksegeln«, in der 3D-Simulation berücksichtigen zu können, ist es notwendig, den Flächen dieser Objekte einen Absorptionsgrad zuzuordnen. Hierbei bietet es sich an, dass aus der Absorptionsfläche  $A_{obj}$  ein auf die Gesamt-Oberfläche einer vereinfachten Geometrie des Einzelobjekts bezogener Absorptionsgrad bestimmt wird.

## Beispiele

In der folgenden Abbildung 1 aus [2] ist links eine Skizze eines Büroschranks und rechts die zugehörige vereinfachte Geometrie, ein einfacher Quader, dargestellt.



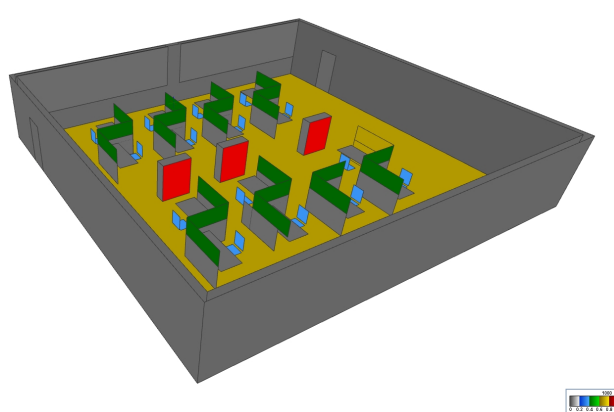
**Abbildung 1:** Skizze zur geometrischen Vereinfachung von Einzelobjekten, hier Schrank

Ein Schrank, siehe Abbildung 1, mit den Maßen von  $1.200\text{ mm} \times 1.550\text{ mm} \times 430\text{ mm}$  besitzt die im Hallraum gemessene Absorptionsfläche  $A_{obj}$ , siehe Tabelle 1. Bei einer Gesamt-Oberfläche  $S = 6,1\text{ m}^2$  der sechs Teilflächen (inklusive der Unterseite) der vereinfachten Geometrie im Raumakustikmodell ergeben sich die ebenfalls in Tabelle 1 angegebenen Werte für den Schallabsorptionsgrad

**Tabelle 1:** Absorptionsfläche  $A_{obj}$  und Absorptionsgrad  $\alpha_{obj}$  für den Schrank aus Abbildung 1

Frequenz	Absorptions-	
	fläche $A_{obj}$	grad $\alpha_{obj}$
125 Hz	1,93	0,31
250 Hz	2,10	0,34
500 Hz	2,60	0,43
1 kHz	1,59	0,26
2 kHz	1,32	0,21
4 kHz	1,31	0,21

$\alpha_{obj}$ . In der Abb. 2 ist ein 3D-Raummodell zur Simulation dargestellt. Die Farbe zeigt den Absorptionsgrad an. Die vereinfachten Geometrien der Ausstattungselemente wie Schränke und Stühle wurde zur Definition der  $\alpha_{obj}$ -Werte verwendet.



**Abbildung 2:** Raummodell zur 3D-Simulation aus Planungssoftware [3] mit vereinfachten Geometrien (Farbe: Absorptionswerte bei 1000 Hz)

## Fazit

Bei dem in diesem Beitrag vorgeschlagenen Absorptionsgrad  $\alpha_{obj}$  handelt es sich um eine (noch) nicht normativ gefasste Größe, die allerdings vielfach in der Praxis verwendet wird. Immer wenn für nicht-flächige Schallabsorber Computermodelle zur Simulation verwendet werden, ist eine derartige Festlegung notwendig. Hersteller und Händler von Büro-Ausstattungen haben inzwischen begonnen, akustisch wirksame Produkte mit Hilfe von  $\alpha_{obj}$  zu beschreiben, um so eine effiziente Übernahme in entsprechende Computerprogramme [3] zu ermöglichen.

## Danksagung

Die Autoren danken dem Verband der Büro-, Sitz-, und Objektmöbel BSO e.V., sowie der Firma Easterngraphics für die fortwährende Unterstützung und exzellente Zusammenarbeit bei dieser Entwicklung.

## Literatur

- [1] DIN EN ISO 354: Akustik - Messung der Schallabsorption in Hallräumen, Beuth-Verlag, 12/2003
- [2] Nocke, C.: Raumakustik im Alltag. IRB Fraunhofer-Verlag, Stuttgart, 2014 (erscheint im Juni 2014)
- [3] Easterngraphics - pcon planner Homepage, URL: <http://www-pcon-planner.com/>