Schallreflektierende und schallabsorbierende Stoffe für raumakustische Anwendungen

Andreas Meier, Karlheinz Müller
Müller-BBM GmbH, 82152 Planegg, Deutschland, Email: Andreas.Meier@MuellerBBM.de

Einleitung

Stoffe werden traditionell zur Gestaltung der raumakustischen Verhältnisse eingesetzt. So wurden die Sabine'schen Versuche zur Ermittlung der grundlegenden Zusammenhänge von Absorption und Nachhallzeit vor rund 100 Jahren mit textilen Kissen durchgeführt. Heute werden Stoffe verstärkt in Veranstaltungssälen, Proberäumen uns Studios zur variablen Regulierung der Raumbedämpfung verwendet. Seltener ist der Einsatz von Stoffen zur bewussten Erzielung von Schallreflexionen.

Schallabsorption von Vorhangstoffen

Zur Bestimmung der Schallabsorption von Vorhangstoffen eignet sich das Messverfahren im Hallraum nach ISO 354 [1]. Hierzu wird der Vorhang in 10 cm Abstand vor der Hallraumwand aufgehängt und geprüft. Dieser Konfiguration wird gemäß ISO 354 als G-100 Aufbau bezeichnet. Die vorliegenden Untersuchungen wurde jeweils ohne einen zusätzliche Rahmenkonstruktion, die nach ISO 354 optional angewendet werden kann, durchgeführt.

Abbildung 1: Prüfung eines Vorhangstoffes mit 100 % Faltenzugabe im Hallraum nach ISO 354

Die wesentlichen Parameter, die Auswirkung auf die Schallabsorption aufweisen, sind folgende:

- Spezifischer Strömungswiderstand R_S
- Flächenbezogene Masse
- Wandabstand
- Struktur des Stoffes (z.B. Falten)

Der spezifische Strömungswiderstand R_S, gemessen nach DIN 29053 [2] sollte angepasst sein an die doppelte Schallkennimpedanz von gut 800 Pa s / m. Für einen Bereich bis zu 2.000 Pa s / m werden in der Regel hohe Schallabsorptionsgrade erzielt.

Die Auswirkung eines niedrigen bzw. hohen Strömungswiderstands auf das schallabsorbierende Verhalten kann Abbildung 2 entnommen werden.

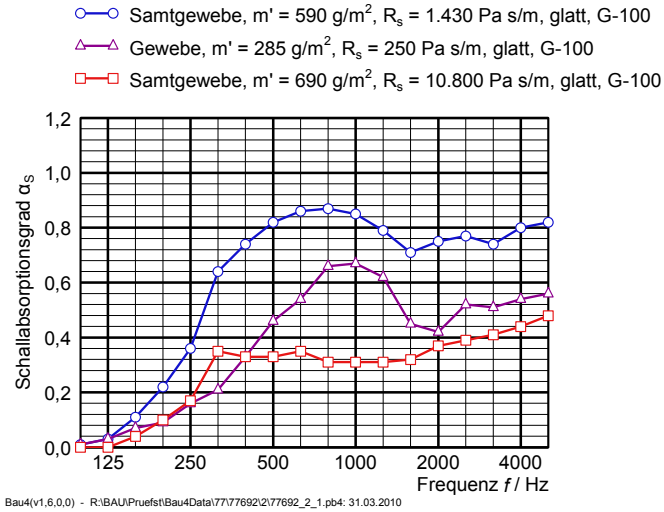

Abbildung 2: Vergleich der Schallabsorptionsgrade von verschiedenen Stoffen mit unterschiedlichen Strömungswiderständen, jeweils gemessen im Hallraum nach ISO 354 in der Konfiguration G-100 ohne Rahmen

Es zeigt sich, dass für vergleichsweise dichte Stoffe mit hohen Strömungswiderständen niedrige aber eher gleichmäßig verlaufende Absorptionsgrade festgestellt werden. Bei Stoffen mit einem niedrigen Strömungswiderstand tritt hingegen die sich aus dem Wandabstand ergebende $\lambda/4$-Frequenz verstärkt hervor.

Die Absorption kann durch gefaltete oder doppellagige Vorhänge erhöht werden. Bei den doppellagigen Vorhängen ist auf einen ausreichenden Abstand zwischen den beiden Stoffbahnen von z.B. 20 cm zu achten.

Angaben zu exemplarischen Messungen sowohl zu gefalteten als auch doppellagigen Vorhängen sind in Abbildung 3 angegeben. Vergleichend ist zusätzlich die Schallabsorption des Vorhangstoffes in einer glatten Konfiguration angegeben.

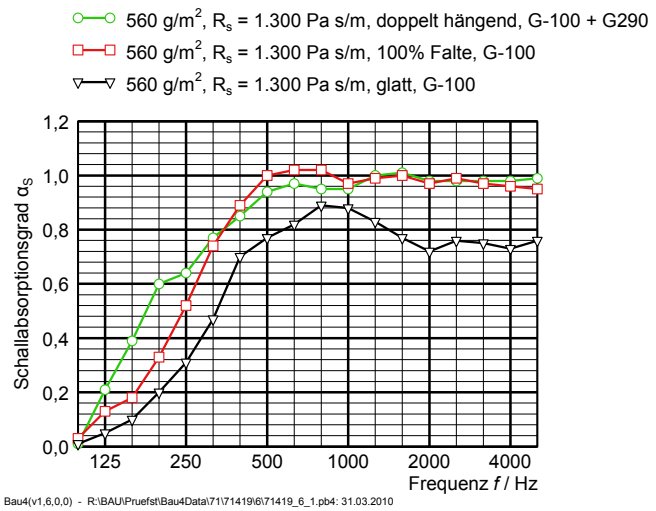

Abbildung 3: Vergleich der Schallabsorption eines Stoffes in verschiedenen Konfigurationen: glatt, gefaltet, doppelt

Schallreflexion von Vorhangstoffen

Gelegentlich besteht der Wunsch Stoffe für gute Schallreflexionen zu optimieren. Anwendungen für mobile Orchestermuscheln z.B. bei temporären Veranstaltungen im Freien oder für die Abschottung von tiefen Bühnenhäusern bei musikalischer Nutzung der Bühne sind dabei denkbar.

Zur Ermittlung des schallreflektierenden Verhaltens von Stoffen ist kein abgestimmtes Messverfahren bekannt. Für die vorliegenden Untersuchungen wurde ein Stoff u.a. in die Hallraumtür gehängt (vgl. Abb. 4), um neben der Dissipation die Transmission von Schall aus dem Hallraum in die vorgelagerte Prüfhalle zu erfassen. Hierbei zeigt sich erwartungsgemäß, dass die Absorption für die vorliegende Prüfsituation als Maß für die Summe aus Dissipation und Transmission im tieffrequenten gegenüber dem hochfrequenten Bereich deutlich ansteigt. Der Reflexionsgrad der Schallleistung bei diffusen Schalleinfall errechnet sich dann aus der Differenz der Absorption zu 100%. Die schallreflektierende Wirkung ist hier also mit Werten in einem Bereich von 20 % bis 50 % gering. Oberhalb von 1000 Hz treten höhere Werte von etwa 70% bis 80% auf.

Abbildung 4: Stoff als Prüfmuster zur Bestimmung der akustischen Reflektionsgrade eingebaut in die Hallraumtür

Zusammenfassend ist festzustellen, dass Stoffe für die hochwertige Nutzung als schallreflektierende Maßnahme nur bedingt geeignet sind.

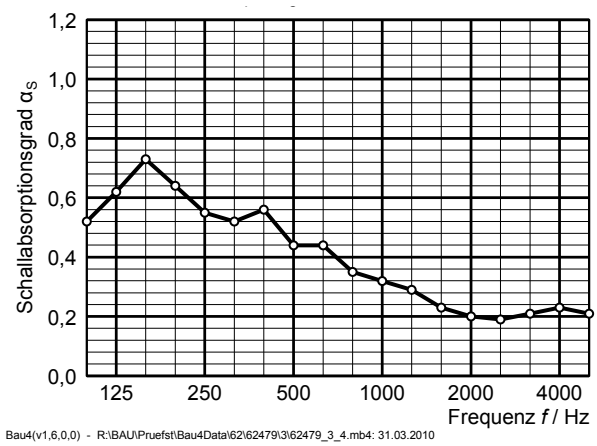

Abbildung 5: Absorptionsgrad eines Stoffes, zur Bestimmung der Schallreflexionen eingebaut in die Hallraumtür.

Projektbeispiel

In Abb. 6 ist der Orchesterprobenraum im Marstall München dargestellt. Hier können durch variable Stellungen eines Vorhangstoffes die Nachhallzeiten um im Mittel 0,5 s variiert werden.

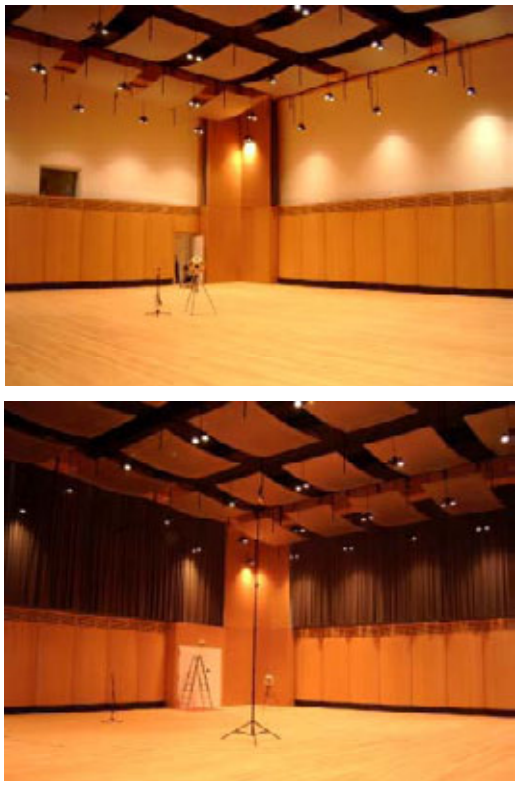

Abbildung 6: Anwendung von schallabsorbierenden Vorhängen als variable Schallabsorptionsmaßnahme im Orchesterprobenraum, Marstall München [3]

Literatur

[1] ISO 354 „Akustik - Messung der Schallabsorption in Hallräumen“ 2003-12

[2] DIN 29053 „Akustik; Materialien für akustische Anwendungen; Bestimmung des Strömungswiderstandes“ 1993-05

[3] Detail Praxis „Akustik und Schallschutz: Grundlagen, Planung, Beispiele“ ISBN 978-3920034232