

Mineralfaserakustikdecken in Unterrichtsräumen – Erfahrungen aus der Praxis

Joachim Zander¹, Frank Schnelle², Roland Kurz¹

¹ Kurz u. Fischer GmbH, 71364 Winnenden, Deutschland, Email: winnenden@kurz-fischer.de

² Kurz u. Fischer GmbH, 06110 Halle (Saale), Deutschland, Email: halle@kurz-fischer.de

Einleitung

Bei der Realisierung von Schulbauprojekten (Neubauten und Sanierungen) werden aus wirtschaftlichen Gründen für die Durchführung von raumakustischen Maßnahmen in den Unterrichtsräumen kostengünstige Lösungen angestrebt. Aus diesem Grund werden in Unterrichtsräumen häufig Deckenbekleidungen aus Mineralfaserakustikplatten ausgeführt. Entsprechende Deckensysteme mit hohen Schallabsorptionsgraden von $\alpha_w = 0,65 - 0,95$ sind von verschiedenen Herstellern verfügbar. Auf die Ausführung von raumakustischen Maßnahmen an Wandflächen wird wegen der Gefahr von Beschädigungen (Vandalismus von Schülern) und den zusätzlichen Kosten für die Wandabsorber meist verzichtet.

Der Möblierungsgrad in allgemeinen Unterrichtsräumen höherer Klassenstufen ist bei einer Beschränkung auf Schülertische und -stühle als gering einzustufen. In Abbildung 1 ist ein typischer Unterrichtsraum in einem sanierten Schulgebäude dargestellt.



Abbildung 1: Unterrichtsraum mit Mineralfaserakustikdecke und geringem Möblierungsgrad

Raumakustische Anforderungen

In DIN 18041: 2004-05 [1] sind Angaben zu den anzustrebenden Nachhallzeiten und zur raumakustischen Gestaltung von Unterrichtsräumen enthalten. Gegenüber der früheren Ausgabe DIN 18 041: 1968-10 wurden in der aktuellen Norm die anzustrebenden Sollwerte der Nachhallzeiten für allgemeine Unterrichtsräume um rd. 0,1 s vermindert. Die Sollwerte der Nachhallzeiten T_{Soll} im mittleren Frequenzbereich beziehen sich auf den besetzten Zustand von Unterrichtsräumen. In Abbildung 2 sind die volumenabhängigen Sollwerte der Nachhallzeiten nach DIN 18041: 2004-05 $T_{\text{Soll}} \pm 20\%$ im Vergleich mit Untersuchungen aus unterschiedlichen Schulgebäuden dargestellt. Aus den Messungen der Nachhallzeiten im unbesetzten Zustand der Räume wurden die Nachhallzeiten für den besetzten Zustand unter Berücksichtigung der zusätzlichen Schallabsorptionsfläche durch Schüler berechnet.

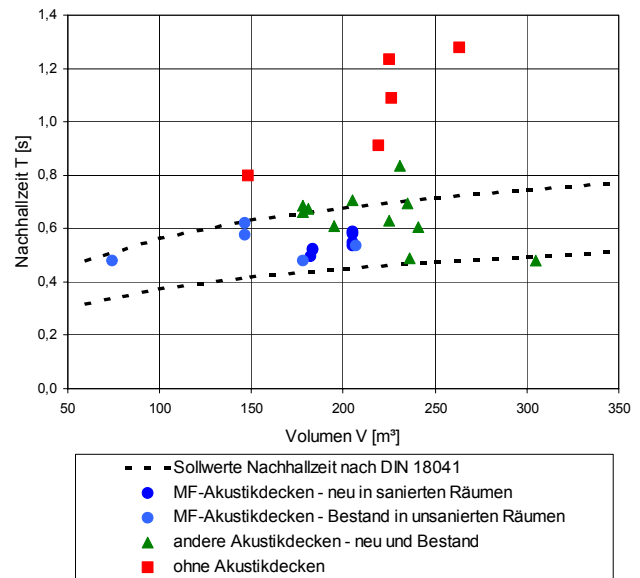


Abbildung 2: Vergleich zwischen Sollwerten der Nachhallzeit nach DIN 18041: 2004-05 mit Nachhallzeiten in Unterrichtsräumen bei unterschiedlichen Deckenbekleidungen

Bei Einsatz von Mineralfaserakustikdecken in Unterrichtsräumen werden die Sollwerte der Nachhallzeiten im mittleren Frequenzbereich nach DIN 18041 eingehalten.

Musterräume mit Mineralfaserakustikplatten verschiedener Hersteller

Im Rahmen einer Sanierung von Schulgebäuden wurden Messungen der Nachhallzeiten in zwei Musterräumen mit Mineralfaserakustikdecken verschiedener Hersteller durchgeführt. Bei den übrigen Raumbegrenzungsflächen (Innenwände, Fassade, Fußboden) lagen gleiche Bauteilausführungen vor. Die Musterräume wiesen ein identisches Volumen von $V = 205 \text{ m}^3$ auf. Die Möblierung bestand aus Schülerarbeits-tischen und Stühlen.

In Abbildung 3 sind die Schallabsorptionsgrade α_s nach Messungen im Hallraum (Prüfzeugnisse der Hersteller) bei einer Konstruktionshöhe von $h = 200 \text{ mm}$ für die in den Musterräumen untersuchten Deckensysteme Typ 1 – 4 dargestellt. Bei Betrachtung der Prüfzeugnisse zum Schallabsorptionsgrad α_s besteht für die Nachhallzeiten die rechnerische Erwartung, dass sich die Deckensysteme Typ 1 und 3 annähernd gleich verhalten und im Frequenzbereich $f \geq 1250 \text{ Hz}$ mit Typ 2 ähnliche Werte ergeben. Abweichende Werte der Nachhallzeiten sind beim Deckensystem Typ 4 zu erwarten.

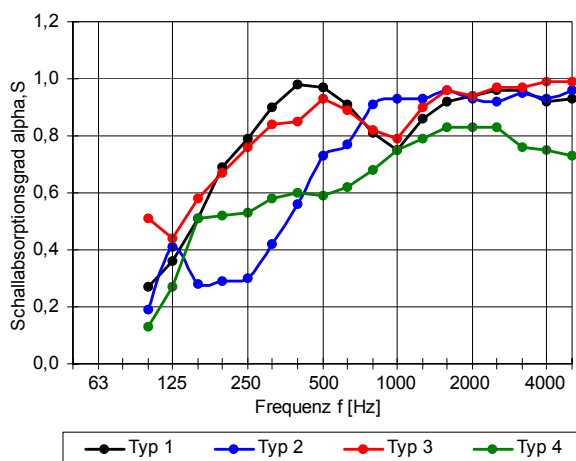


Abbildung 3: Schallabsorptionsgrad α_s von Mineralfaserakustikdecken verschiedener Hersteller bei einer Konstruktionshöhe von 200 mm (Werte nach Prüfzeugnissen der Hersteller)

Die Messungen der Nachhallzeiten in den unbesetzten Musterräumen wurden mit Lautsprecherpositionen $h = 1,6$ m (stehende Person) und Mikrofonpositionen $h = 1,2$ m (sitzende Person) vorgenommen. Im frequenzabhängigen Verlauf der Nachhallzeiten (siehe Abbildung 4) ergeben sich folgende Auffälligkeiten. Bei sämtlichen Deckensystemen ergibt sich zu höheren Frequenzen $f \geq 1250$ Hz ein deutlicher Anstieg der Nachhallzeiten. Die Ursache liegt in der geringen Diffusität des Schallfeldes der Räume in Verbindung mit der einseitigen Anordnung von hochschallabsorbierenden Deckenbekleidungen. In der Horizontalebene oberhalb der Tische ergeben sich im hohen Frequenzbereich zwischen den unstrukturierten schallreflektierenden Wandflächen energiereiche Mehrfachreflexionen, welche die Nachhallzeiten bestimmen. Dieser Effekt ist auch aus anderen Untersuchungen bekannt [2]. Des weiteren ergeben sich zwischen den Deckensystemen Typ 1 – 4 signifikante Unterschiede der Nachhallzeiten im hohen Frequenzbereich, welche nach den Angaben zum (diffusen) Schallabsorptionsgrad α_s (siehe Abbildung 3) nicht zu erwarten waren.

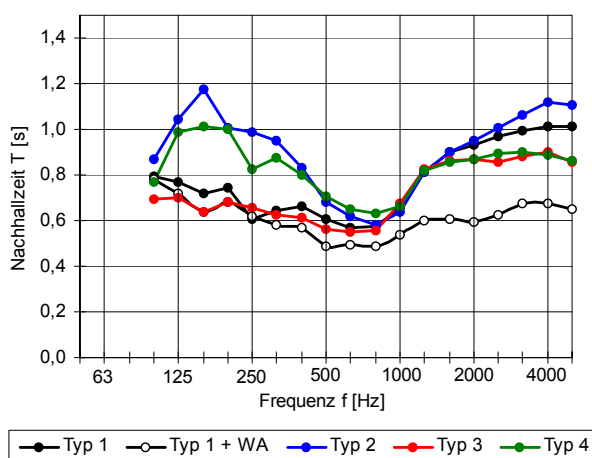


Abbildung 4: Messwerte der Nachhallzeiten mit Deckensystemen Typ 1 – 4 im unbesetzten möblierten Zustand der Musterräume (WA – zusätzlicher Wandabsorber an Rückwand)

Es wird vermutet, dass die Ursache für diese Abweichungen in der Winkelabhängigkeit des Absorptionsgrades liegt.

Im besetzten Zustand der Räume vermindern sich die Nachhallzeiten im hohen Frequenzbereich durch die zusätzliche Schallabsorptionsfläche und die Streukörperwirkung der Schüler.

Einfluss der Diffusität

In den Musterräumen und in weiteren Unterrichtsräumen (s. Abbildung 5) wurden Messungen der Nachhallzeiten bei Variation der Diffusität vorgenommen. Zur Erhöhung der Diffusität wurden provisorisch die Stühle einfach bzw. doppelt auf den Tischen aufgestellt. Im unmöblierten Raum und mit Stühlen an den Tischen ergibt sich bei $f \geq 1250$ Hz ein nahezu identischer starker Anstieg der Nachhallzeiten. Mit Erhöhung der Diffusität innerhalb des Raumes vermindern sich deutlich die Nachhallzeiten im hohen Frequenzbereich.

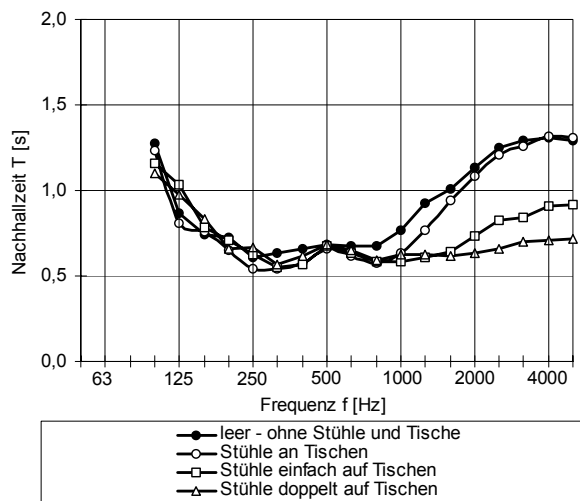


Abbildung 5: Messwerte der Nachhallzeiten in einem Unterrichtsraum mit massiven Innenwänden mit Deckensystem Typ 1 bei Variation der Diffusität

Schlussfolgerungen

Bei Beschränkung der raumakustischen Maßnahmen in Unterrichtsräumen auf die Ausführung von vollflächigen hochschallabsorbierenden Mineralfaserakustikdecken ergibt sich bei einem geringen Möblierungsgrad ein deutlicher Anstieg der Nachhallzeiten zu hohen Frequenzen. Die Diffusität von Räumen hat Einfluss auf die Nachhallzeiten bei $f \geq 1250$ Hz. Die wirksamste Maßnahme zur Verminderung der Nachhallzeiten ist der Einbau von zusätzlichen Wandabsorbern (siehe Abbildung 4, Typ 1 + WA). Alternativ kann durch die Gliederung von Wandflächen die Diffusität der Räume erhöht werden.

Literatur

[1] DIN 18041: 2004-05 Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen, Beuth-Verlag Berlin
 [2] Nilsson, E.: Decay Process in Rooms with Non-Diffuse Sound Fields, Part I Ceiling Treatment with Absorbing Material, Building Acoustics, Vol. 11, 2004, pp. 39 - 60