

Inklusion und raumakustische Ausstattung von Räumen

Ivo Haltenorth

Akustik-Ingenieurbüro Moll GmbH, 14163 Berlin, E-Mail:haltenorth@mollakustik.de

Einleitung

In den technischen Baubestimmungen der meisten Bundesländer ist die DIN 18040 [1] als technische Regel für die Planung, Bemessung und Konstruktion baulicher Anlagen aufgeführt. Diese Norm verweist hinsichtlich der akustischen Bedingungen einer barrierefreien Informationsaufnahme auf die DIN 18041 [2], welche für Personen mit eingeschränktem Hörvermögen höhere raumakustische Anforderungen formuliert. Explizit wird aufgeführt, dass „barrierefreie Räume“ eine um 20 Prozent geringere Nachhallzeit, also 20 Prozent mehr Absorption, aufweisen müssen.

Dementsprechende Absorptionsmengen sind u. a. für schulische Unterrichtsräume vorzusehen, die potenziell auch von Hörbeeinträchtigten genutzt werden. Die Ausstattung von Räumen mit 20 Prozent mehr Absorptionsmaterial beeinflusst aber nicht nur die Raumgestaltung, sondern ist auch ein Kostenfaktor und von Bauherren und Nutzern nicht immer erwünscht.

Darum kann der Frage nachgegangen werden, ob die pauschale Planungsvorgabe allen Fällen gerecht wird. Dazu sollte zunächst der Nutzen der raumakustischen Maßnahmen quantifiziert und mit den nichtbaulichen Möglichkeiten abgewogen werden. Mit einer Handreichung für Bauherren und Nutzer wiederum können diese entscheiden, wie sich Änderungen der raumakustischen Ausstattung auswirken und ob – je nach spezifischer Situation – die baulichen oder andere Parameter Priorität haben sollten.

Untersuchungsziel

Neben der in einen Raum eingebrachten Menge an Absorptionsmaterial ist dessen Absorptionsverhalten in Abhängigkeit von der Frequenz sowie die räumliche Verteilung der Absorption im Zusammenhang mit der Platzierung von Sprechern und Hörern für die akustische Raumqualität wichtig, insbesondere in Räumen, die einer länger andauernden Kommunikation von Vortragenden zu einer Zuhörerschaft über größere Entfernungen dienen – also in Vortrags- und Unterrichtsräumen.

Neben den auch in Regelwerken implementierten raumakustischen Planungshilfen findet sich kaum ein Hinweis darauf, ob oder was für eine Auswirkung die Überdämpfung eines Raumes hätte. Nach der DIN 18041 [2] sollen zusätzliche Schallabsorber nur dann eingesetzt werden, wenn durch sie eine Minderung des Schalldruckpegels „gegenüber dem unbehandelten Raum“ um mindestens 3 dB erreicht wird. Dazu wäre „die bereits vorhandene äquivalente Schallabsorptionsfläche in den schalldruckpegelbestimmenden Oktavbändern mindestens zu verdoppeln.“ Eine höhere Schallabsorption sei „zwar zweckmäßig, aber ihre technische Ausführbarkeit und wirtschaftliche Sinnfälligkeit sind zu prüfen.“

Daraus lässt sich ableiten, dass die Wirksamkeit zusätzlich eingebrachten Absorptionsmaterials beispielsweise hinsichtlich erreichbarer Pegelminderung entsprechend einer nichtlinearen Funktion sinkt – jedes zusätzlich gedämpfte Dezibel wird dementsprechend unverhältnismäßig aufwändig oder teuer.

Ob diese Korrelation auch für andere in Vortragsräumen maßgebliche raumakustische Kennwerte gilt und wie sich diese in Abhängigkeit von der Raumgröße, der Absorptionsmenge, der Absorptionsanordnung und der Platzierung der Hörer ändern, soll mit Hilfe von Rechenmodellen nachvollzogen werden. Im ersten Schritt wäre festzustellen, welche Auswirkung ein planerisches Vorgehen gemäß der Normen DIN 18040 oder DIN 18041 mit der Möglichkeit raumrückseitiger Absorption hat.

Modellierung

In der Untersuchung wurden in dem Programm EASE [3] drei Unterrichtsräume mit Abmessungen von 5 m x 7 m, 6 m x 10 m sowie 7 m x 12 m mit jeweils einer Raumhöhe von 2,8 m modelliert. Die Räume wurden mit der nach DIN 18041 für die jeweiligen Volumina ermittelten Menge an Absorptionsmaterial (je etwa 2/3 der Raumdeckenfläche) mit einem bewerteten Schallabsorptionsgrad $\alpha_w = 0,8$ ausgestattet, wobei das Absorptionsmaterial einmal vollständig an der Decke (Fall 1a) und einmal ein Streifen von 1 m über dem Sprecher (Lehrer) entfernt und entlang der Oberkante der Raumrückseite angebracht wurde (Fall 1b).

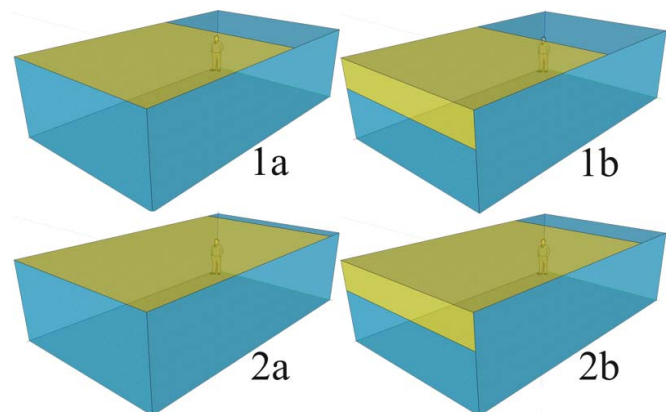


Abbildung 1: Absorptionsanordnung der modellierten Klassenräume: Absorptionsmenge ($\alpha_w = 0,8$) gemäß DIN 18041 ohne (oben links) und mit rückseitiger Wandbelegung (oben rechts), unten analog mit 20 % mehr Absorptionsfläche gemäß DIN 18040

Im nächsten Schritt wurde untersucht, zu welchen Ergebnissen eine Planung nach DIN 18040 führt (notwendige Absorptionsmenge annähernd der gesamten Deckenfläche), ebenso wiederum mit einer Absorptionsanordnung nur an der Decke (Fall 2a) sowie der Verlegung eines 1 m breiten Streifens auf die Raumrückseite (Fall 2b).

Parameter

Objektiv quantifizierbare Bewertungsgrößen der Berechnungen sind beispielsweise die Pegelminderung ΔL , die frühe Abklingzeit EDT , das Deutlichkeitsmaß C_{50} und der Sprachübertragungsindex STI .

Die Pegelminderung ergibt sich zunächst aus der Menge des Absorptionsmaterials. Zusätzlich wird bei durch die Schüler erzeugten Störgeräuschen von über 40 dB(A) der Lombard-Effekt wirksam: So sinken die Sprechpegel um ca. 0,5 dB, wenn der Störschallpegel um 1 dB sinkt [4]. Bei einer Verringerung der Nachhallzeit um 20 Prozent gemäß DIN 18040 sinkt der Störschallpegel demnach um 0,8 dB und mit ihm der Sprechpegel um 0,4 dB. Im Unterrichtsraum würde es also um etwa anderthalb Dezibel leiser, dabei wäre auch der Sprechpegel eines Vortragenden um ein halbes Dezibel abgesenkt.

Die frühe Abklingzeit (Early Decay Time) in Sekunden bildet die subjektiv wahrgenommene Halligkeit besser ab, als die Nachhallzeit. Das Deutlichkeitsmaß beschreibt den Anteil der auf einen Hörerplatz eintreffenden Schallenergie der ersten 50 ms im Verhältnis zur restlichen Schallenergie inkl. unerwünschter später Reflexionen.

Der Sprachübertragungsindex berücksichtigt neben diesen, von räumlichen Schallausbreitungsbedingungen abhängigen Aspekten, auch den Störschallpegel im Verhältnis zum Sprechpegel, ist also auch situations- und verhaltensabhängig. Deshalb wurde für die vorliegende Untersuchung ein Störschallpegel von 37,5 dB(A) entsprechend der NC30-Kurve und ein leiser, männlicher Sprachpegel L_{pSAeq} in 1 m Entfernung von 49 dB(A) für die Fälle 1 angenommen und für die Fälle 2 entsprechend angepasst.

Ergebnis

Nachfolgend sind die Untersuchungsergebnisse für den mittelgroßen Unterrichtsraum (Nachhallzeit $T_{soll} = 0,55$ s bzw. 0,44 s) mit Frontalunterricht für einen vorderen Platz direkt beim Lehrer (V) und einen hinteren Platz vor der Rückwand (H) tabellarisch dargestellt:

Tabelle 1: Untersuchungsergebnisse

Fall	V			H		
	EDT [s]	C_{50} [dB]	STI [-]	EDT [s]	C_{50} [dB]	STI [-]
1a	0,7	4,0	0,56	0,9	2,0	0,44
1b	0,7	3,2	0,56	0,7	3,0	0,47
2a	0,5	6,5	0,56	0,8	3,4	0,44
2b	0,5	6,1	0,56	0,8	3,4	0,43

Bewertung

Die Rechenergebnisse führen zu der Erkenntnis, dass die Erhöhung der in einem nach DIN 18041 [2] geplanten Unterrichtsraum eingebrachten Absorptionsmenge um 20 Prozent (Forderung gemäß DIN 18040 [1]) ebenso wie die gezielte Verteilung von Absorptionsmaterial nicht zwangsläufig zu einer wahrnehmbaren Verbesserung raumakustischer Parameter führt (Bewertung der Unterscheidungsschwelle gemäß DIN EN ISO 3382-1 [5]). Maßgeblichen Einfluss auf die

empfangene Signalqualität hat hingegen der Platzierungsort eines Hörers im Raum.

Dahingehend ist eine nutzungsspezifische und situationsbezogene Auswahl der geeigneten (raum-)akustischen Maßnahmen für die Inklusion Hörbeeinträchtigter in Vortragssälen naheliegend und mit elektroakustischen und / oder visuellen Hilfen abzugleichen. Zudem ist die gezielte Platzierung einzelner Gehörgeschädigter bzw. eine verringerte Klassen(raum)größe bei einem größeren Anteil Hörbeeinträchtigter sinnvoll.

Ausblick

Die rechnerische Modellierung kann als Hilfsmittel der Planung und Beratung genutzt werden, um Fragestellungen nach Aufwand und Nutzen raumakustischer Maßnahmen auch für Standardräume objektiv zu beantworten. Erweitert werden können die Untersuchungen hinsichtlich alternativer Unterrichtsformen (resp. Sprecher-Hörer-Positionierungen) oder der Verwendung raumakustisch wirksamen Mobiliars.

Wünschenswert wäre, die Rechenannahmen und -ergebnisse mit realen Messwerten abzugleichen und Diskrepanzen zu anderen Untersuchungen [6], etwa hinsichtlich der Höhe des Lombard-Effektes oder der Vernachlässigbarkeit von Wandabsorption, zu klären.

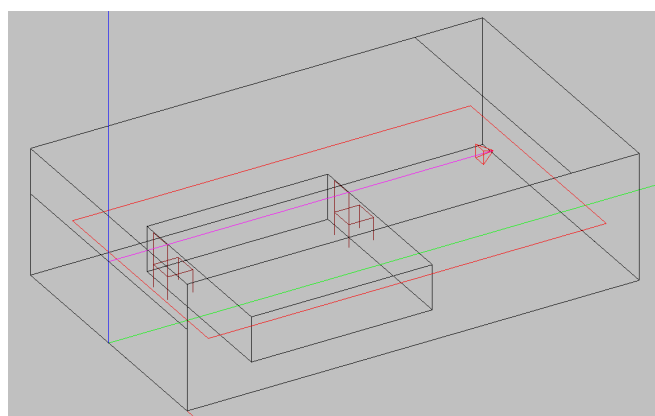


Abbildung 2: Drahtgitterdarstellung des EASE-Modells.

Danksagung

An Herrn Clemens Büttner für die Erstellung der EASE-Modelle.

Literatur

- [1] DIN 18040: Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen (2010)
- [2] DIN 18041: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen (2004)
- [3] EASE, Version 4.3, URL: <http://ease.afmg.eu/>
- [4] Müller, G.; Möser, M.: Taschenbuch der Technischen Akustik (2003)
- [5] DIN EN ISO 3382-1: Messung von Parametern der Raumakustik - Teil 1: Aufführungsräume (2009)
- [6] Canning, D.; James, A.: The Essex Study – Optimized classroom acoustic for all (2012)