D 4100

Hörgeschädigten Pädagogik

ISSN 0342-4898

BDH

Raumakustische Schulsanierung – großer Nutzen, überschaubare Kosten

Raumakustisch optimierte Klassenräume wirken sich nicht nur positiv auf das Verstehen hörbeeinträchtigter Schüler aus, sondern auf alle – Schüler wie Lehrer. In Hinblick auf das Recht auf Teilhabe will beispielsweise die Stadt Schenefeld bei der Sanierung ihrer Schulen ein besonderes Augenmerk auf eine inklusive Ausstattung legen. Die ersten Klassenräume sind nun saniert. Carsten Ruhe, Ingenieur für technische Akustik, hat nachgemessen, ob die Maßnahmen effektiv waren und nimmt auch die Kosten in den Blick.

Au…

■ E… …remium
Wo ste…

■ Clau…a Becker, Henriette Juche
Hörgeschädigte Schüler mit Fluchthintergrund an Förderschulen mit dem Förderschwerpunkt „Hören und Kommunikation“

■ Manfred Hintermair et al.
Kooperation von Kindertagesstätten und Frühförderstellen bei der Inklusion von Kindern mit Sinnesschädigungen

■ Gisela Batliner
Hör-Frühförderung im 2. Lebensjahr – eine bewegte Zeit

■ Björn Kerzmann
Die KIND Hörstiftung nimmt Fahrt auf

■ Annette Leonhardt
„Inklusion“ als Auslöser der Taubstummenlehrer(aus)bildung?!

■ Barbara Bogner
EUHA 2017: Hören mit Hörsystemen und Smartphones

Jahrgang 72 März 2018 Nr. 1

Raumakustische Schulsanierung – großer Nutzen, überschaubare Kosten

Raumakustisch optimierte Klassenräume wirken sich nicht nur positiv auf das Verstehen hörbeeinträchtigter Schüler aus, sondern auf alle – Schüler wie Lehrer. In Hinblick auf das Recht auf Teilhabe will beispielsweise die Stadt Schenefeld bei der Sanierung ihrer Schulen ein besonderes Augenmerk auf eine inklusive Ausstattung legen. Die ersten Klassenräume sind nun saniert. Carsten Ruhe, Ingenieur für technische Akustik, hat nachgemessen, ob die Maßnahmen effektiv waren und nimmt auch die Kosten in den Blick.

Gesamtansicht des raumakustisch sanierten Klassenraumes und Detailansichten der schallabsorbierenden Decken- und Rückwandpaneele

Verglichen wurden ein unsanierter und ein sanierter Klassenraum ähnlicher Größe. Die Räume unterschieden sich nicht nur durch die alte und neue Raumausstattung, sondern der sanierte Klassenraum hat eine Rückwand aus Ziegel-Sichtmauerwerk, der noch nicht sanierte Raum dagegen an gleicher Stelle eine ebenfalls schallharte, mobile Trennwand zum Nachbarraum. Bei gleicher Grundfläche ist das Volumen des sanierten Raumes etwas kleiner, weil die neue abgehängte, schallabsorbierende Unterdecke um 9 cm tiefer hängt als die alte Decke. Der Deckenhohlraum ist etwas mehr als 25 cm hoch. Die unterhalb der alten Gipskartondecke angebrachte Beleuchtung wurden bei der Sanierung ebenfalls ersetzt durch in die Decke integrierte LED-Leuchten.

Im „alten" Klassenraum ist ein Nadelfilz-Bodenbelag vorhanden. Im Zuge der Sanierung wurde dieser gegen einen wischfähigen Linoleum-Bodenbelag ausgetauscht. Im Hinblick auf die zu erwartenden Nachhallzeiten[1] ist das zwar unerheblich, weil Teppiche durch ihre geringe Dicke nur wenig Schallabsorption haben. Im Hinblick auf die am Boden entstehenden Störgeräusche können sich aber durchaus deutliche und auch hörbare Veränderungen ergeben.

Die Nachhallzeiten wurden in den unbesetzten Räumen in Anlehnung an die Norm DIN EN ISO 3382-2 „Messung von Parametern der Raumakustik" ermittelt. Um die Schallstreuung an den Oberkörpern der Schüler nachzubilden, wurden die Stühle hochgestellt. Die Messung erfolgte mit einem Rauschgeräusch aus dem Messlautsprecher. Er wurde an zwei Positionen im Raum aufgestellt. Das Messmikrofon wurde wechselweise dazu an drei unterschiedlichen Stellen positioniert. Insgesamt wurden somit in jedem Raum sechs Sender-Mikrofon-Kombinationen verwendet. An jeder Position wurden die Abklingvorgänge von vier Anregungen ausgewertet. Aus dem abklingenden Pegel-Zeit-Verlauf wurde die Nachhallzeit elektronisch berechnet. Die arithmetisch gemittelten Ergebnisse der Nachhallzeiten beider Räume im unbesetzten Zustand für verschiedene Frequenzen zeigt Tabelle 1.

	unsaniert	saniert
Raumvolumen	184 m³	175 m³
Frequenz	Nachhallzeit	Nachhallzeit
125 Hz	1,47 s	0,59 s
250 Hz	1,48 s	0,60 s
500 Hz	1,24 s	0,64 s
1 000 Hz	1,10 s	0,49 s
2 000 Hz	1, 01 s	0,52 s
4 000 Hz	0,89 s	0,56 s
mittlere Nachhallzeit	T_{mitt} = 1,20 s	T_{mitt} = 0,57 s

Tabelle 1: Messwerte der Nachhallzeiten im unbesetzten Raum in Sekunden

In Tabelle 2 finden sich die errechneten Werte für den 80 Prozent besetzten Zustand des jeweiligen Raumes. Erst diese Werte sind mit den Anforderungen zu vergleichen.

	unsaniert	saniert
Raumvolumen	184 m³	175 m³
Frequenz	Nachhallzeit	Nachhallzeit
125 Hz	1,32 s	0,56 s
250 Hz	1,27 s	0,56 s
500 Hz	0,94 s	0,54 s
1 000 Hz	0,78 s	0,41 s
2 000 Hz	0,73 s	0,43 s
4 000 Hz	0,35 s	0,45 s
Nachhallzeit bei 80 % besetzt	T_{mitt} = 0,95 s	T_{mitt} = 0,49 s
Soll-Nachhallzeit	T_{soll} = 0,45 s	T_{soll} = 0,44 s

Tabelle 2: Rechenwerte der Nachhallzeiten für den besetzten Raum in Sekunden

Abbildung 1 veranschaulicht, wie die Werte der Nachhallzeiten der beiden Klassenräume im Toleranzbereich einzuordnen sind.

Die Firma, welche die neuen Schallabsorber geliefert hat, hat auch berechnet, welche Nachhallzeiten sich nach der Sanierung einstellen werden beziehungsweise sollen. Auch in dieser Berechnung sind die Schüler berücksichtigt. Abbildung 2 vergleicht die Berechnungen mit den Messergebnissen. Daran ist deutlich zu erkennen, welche gravierenden Verbesserungen sich in dem sanierten Raum gegenüber dem Ursprungszustand eingestellt haben. Auch zeigt sich eine recht gute Übereinstimmung zu den Vorausberechnungen. Allerdings sind die gemessenen mittleren Nachhallzeiten über alle Frequenzen mit T_{mitt} = 0,49 s geringfügig länger als der mittlere Rechenwert von T_{mitt} = 0,44 s. Bei 250 und 500 Hertz wird der anzustrebende Toleranzbereich geringfügig überschritten. Dass dennoch aus der Schule positive Rückmeldungen vorliegen, ist in Anbetracht der insgesamt erreichten Verbesserung kein Wunder.

Der Bauherr hat auch die ungefähr angefallenen Baukosten je Klassenraum zur Verfügung gestellt (Tabelle 3). Die Kosten für den Austausch des Teppichbodens gegen einen wischfähigen Belag und für den Anstrich der Wände sind in der Aufstellung nicht enthalten. Wenn der Bodenbelag verbleibt, dann müssen Kosten für dessen temporären Schutz berücksichtigt werden. Dies sind nämlich Kosten, die nichts mit der akustischen Klassenraumanpassung für die inklusive Beschulung eines einzelnen hörbeeinträchtigten Kindes in einer allgemeinen Schule in Verbindung stehen. Zu den „echten" Kosten für die Akustik darf ebenso wenig die hier erfolgte Erneuerung der Beleuchtung gezählt werden. Die Kosten für die LED-Leuchten betrugen fast 60 Prozent von denen der Akustikdecke, ihr Flächenanteil aber nur fünf Prozent.

Abbruch der alten Decke	1.400 €
neue Gipskassettendecke	2.100 €
Absorber-Auflage	500 €
Gibskarton-Randfries	1.000 €
Spachteln und Anstrich	200 €
Summe Deckenerneuerung	5.200 €
absorbierendes Wandpaneel	1.000 €
LED-Beleuchtung	3.000 €
Summe Sanierung	**9.200 €**
Anteil für akustische Sanierung	**6.200 €**

Tabelle 3: Ungefähre Baukosten je Klassenraum, gerundete Werte

1 Nachhallzeit = Zeitintervall, innerhalb dessen der Schalldruck in einem Raum bei plötzlichem Verstummen der Schallquelle auf den tausendsten Teil seines Anfangswertes abfällt, was einer Abnahme des Schalldruckpegels von 60 Dezibel entspricht

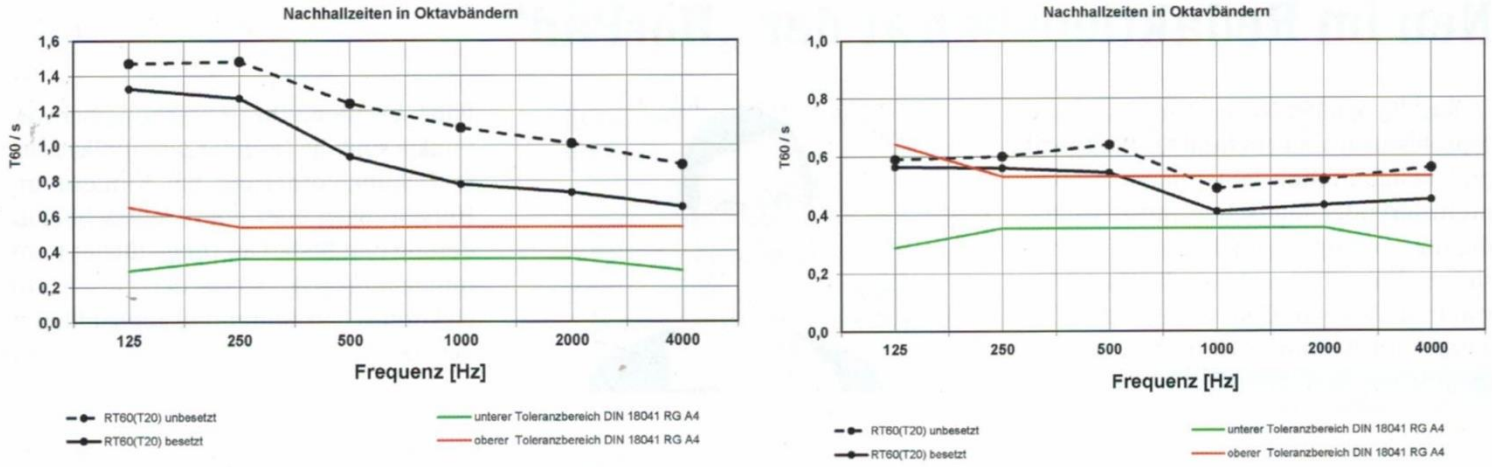

Abbildung 1: Nachhallzeiten in einem unsanierten (links) und einem sanierten Klassenraum im Verhältnis zum Toleranzbereich

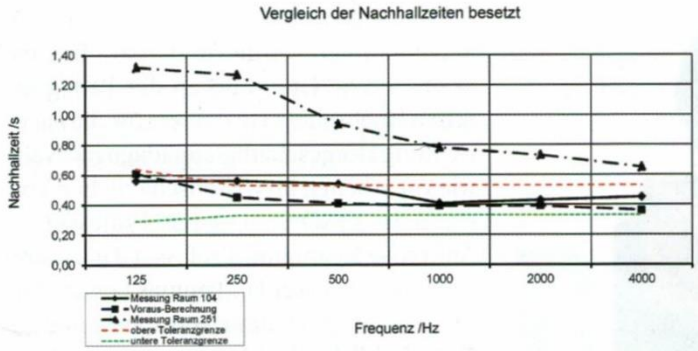

Abbildung 2: Gegenüberstellung der beiden Messergebnisse sowie der Rechenwerte im Verhältnis zum Toleranzbereich

Wussten Sie, dass sich Menschen in stärker gedämpften Räumen automatisch leiser verhalten? Dort müssen sie weniger diffusen Störlärm überbieten. Dieses „Lombard-Effekt" genannte Phänomen führt dazu, dass in gedämpften Räumen der Störgeräuschpegel erheblich niedriger ist und dadurch die Sprachverständlichkeit besser. Gegenteilig ist der „Kneipen-Effekt", wonach in lauter Umgebung automatisch lauter gesprochen wird, dennoch ist das Gesagte kaum verständlich. Gleichzeitig wird der Raum noch lauter.

Übrigens: Wenn ein Klassenraum, der für die inklusiven Beschulung hörbeeinträchtigter Schüler genutzt wird, nur wenig oberhalb des Toleranzbereiches liegt, kann er so belassen werden. Sinnvoller ist es dann, verfügbares Geld für die Sanierung anderer Klassenräume zu verwenden, die deutlich vom Toleranzbereich abweichen. Voraussetzung ist allerdings, dass sich in dem Klassenraum für einen hörbeeinträchtigten Schüler unbedingt ein schallabsorbierendes (Rück)-Wandpaneel befindet. Dabei ist es relativ unerheblich, ob sich dieses Wandpaneel in der optimalen Position gegenüber der Tafel zwischen etwa 0,8 und 2,0 m über dem Fußboden befindet oder ob es als Wandfries weiter oben montiert wird. Wichtig ist aber im jedem Fall, Schallabsorptionsmaterial auch mindestens an einer Wand zusätzlich zur Decke anzubringen.

Carsten Ruhe

Mehr zu Raumakustiknormen im Wandel der Zeit bis hin zu aktuellen Anforderungen finden Sie in „HörPäd" 3/2016 ab Seite 114.