

# Raumakustische Sanierung einer Grundschule

Dipl.-Phys. Friedel Reinhold

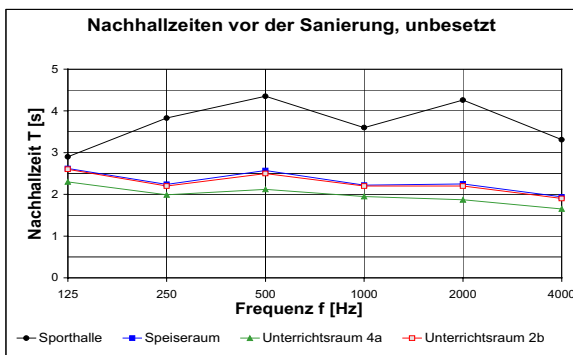
Ingenieur- und Sachverständigen-gesellschaft für Bauphysik Dr. Blechschmidt, Keyßner, Reinhold

## 1. Einleitung

In einer in den Jahren 1995/96 neu erbauten Grundschule gab es bald nach Eröffnung Beschwerden der Schulleitung wegen mangelhafter Raumakustik. Die Lehrer klagten insbesondere über schlechte Sprachverständlichkeit und große Unruhe während des Unterrichts. Nach einer meßtechnischen Bestandsaufnahme und Bewertung der Istsituation im Jahre 1999 erfolgte 2 Jahre später die Fachplanung und Ausführung der raumakustischen Sanierung, die im Sommer 2001 abgeschlossen wurde. Der Sanierungserfolg sollte wiederum meßtechnisch nachgewiesen werden. Ein Glücksfall für ein Ingenieurbüro, wenn es mit allen Phasen beauftragt wird.

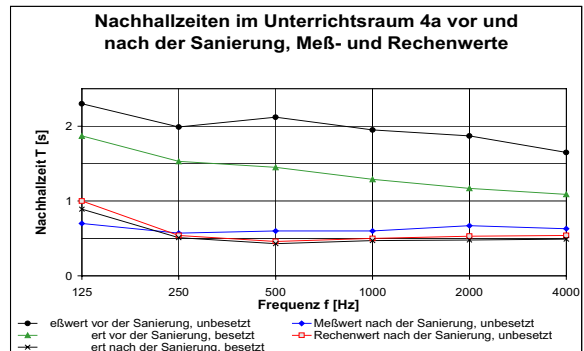
## 2. Meßtechnische Bestandsaufnahme

Zur Erfassung der Istsituation wurden die Nachhallzeiten in 2 Unterrichtsräumen und in einem Speiseraum, der auch zum Unterricht genutzt werden kann (Raumvolumen 183 - 186 m<sup>3</sup>), sowie in der Sporthalle (1565 m<sup>3</sup>) im unbesetzten, möblierten Zustand gemessen. Die Nachhallzeiten in den Unterrichtsräumen lagen im Mittel über 2 s, in der Sporthalle waren sie im Mittel mit 4 s fast doppelt so lang (Grafik).



Für den Vergleich mit den Anforderungen, die z.B. nach DIN 18041 /1/ für den besetzten Zustand gelten, und für die spätere Sanierung erfolgte eine einfache Berechnung der Nachhallzeiten nach Sabine. Die Schallabsorptionsgrade der Raumbegrenzungsflächen wurden den üblichen Tabellen entnommen. Zur Berücksichtigung der jeweiligen Möblierung und anderer schlecht erfaßbarer Einflüsse wurden die Berechnungen an den Meßergebnissen des Ausgangszustandes justiert. Dazu wurden die Schallabsorptionsgrade für einen Einrichtungsterm so lange variiert, bis Messung und Rechnung für den unbesetzten Zustand stimmig waren. Schließlich wurden die Nachhallzeiten für den besetzten Zustand mit Tabellenwerten für die Schallabsorption von Schülern und Lehrern berechnet und mit der Anforderung der zum Zeitpunkt des Baus und auch

heute noch geltenden DIN 18041 /1/ verglichen (nachfolgende Grafik).



Für die Sporthalle wurden 1,8 s für die Nachhallzeit der DIN 18032 vor deren Neufassung 1989 herangezogen. Bei der Bewertung mußte in allen Fällen dringender Sanierungsbedarf festgestellt werden.

## 3. Sanierung

Zu Beginn einer Sanierungsplanung muß man sich natürlich zuerst darüber klar werden, welche Anforderungen zu Grunde zu legen sind. Hierbei mußte festgestellt werden, daß gerade das zum damaligen Zeitpunkt, und wie ich meine, auch heute noch außerordentlich schwierig war bzw. ist.

Ab 1998/99 gab es die ersten Veröffentlichungen zu den Untersuchungen von Mac Kenzie zur Akustik in Klassenzimmern /2/, eine sehr zutreffende, aber ziemlich deprimierende Bestandsaufnahme über die Lärmbelastung von Lehrern und Schülern von Schick /3/ sowie zwei engagierte Beiträge von Ruhe über die raumakustische Situation in Kindertagesstätten /4/ und die besonderen Probleme von Hörgeschädigten bei schlechter Raumakustik /5/. Allen diesen Beiträgen ist gemeinsam, daß sie Nachhallzeiten in Unterrichtsräumen zwischen 0,3 und 0,5 s fordern und daß sie nur einem relativ kleinen Kreis von Fachleuten bekannt sind. Diese Nachhallzeiten sind etwa halb so lang wie die nach DIN 18041 /1/ und stellen eine völlig neue Sichtweise der Klassenraumakustik dar.

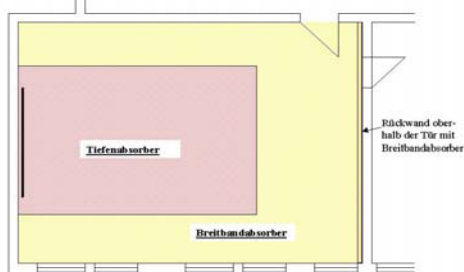
In den Vorschriften des Bundes /6/ und der Länder, z.B. /7/, hatte sich aber in den 80er und insbesondere in den 90er Jahren eine ganz andere Entwicklung vollzogen. Nach dem Fachbericht DIN 18031 "Hygiene im Schulbau" /6/ von 1983 wird für Unterrichtsräume eine Nachhallzeit von 0,75-1,0 s gefordert, wobei aber nicht gesagt wird, ob sich die Anforderung auf den besetzten oder unbesetzten Zustand bezieht. In der Schulbauempfehlung Thüringens /7/ aus dem Jahr 1997 heißt es dann folgerichtig und mit der Konsequenz eines Finanzbeamten "In besetzten Unterrichtsräumen soll die Nachhallzeit 1s nicht überschreiten." In der Regel wird in den Schulbaurichtlinien der Länder der gesamte Schallschutz und die Raumakustik mit 2 bis 5 Sätzen abgehandelt.

Während auf die DIN 4109 in diesen Richtlinien noch hingewiesen wird, findet die DIN 18041 meist keine Erwähnung. Das bedeutet, daß die maßgebend mit einer Schulsanierung befaßten Personen, wie Architekten und Mitarbeiter von Staats-, Hochbau- bzw. Schulämtern, keinen Zugang zu raumakustischen Problemen in einer Schule finden. Die Einschaltung eines Akustikers ist gerade deshalb auch nicht die Regel, eher zufällig und selten.

Noch schlimmer ist die Situation bei Sporthallen, die aber hier nicht weiter erörtert werden kann. Nur soviel, die Anforderung an die Nachhallzeit betrug nach /8/, Ausgabe 1975, noch respektable 1,8 s, ab 1989 2,5 bzw. 3 s, und das soll nach dem Weißdruck, Entwurf Januar 2002, und nach dem Willen des Normgebers offenbar auch zukünftig so bleiben.

Bei der Sanierung dieser Schule war das Ziel, in den Unterrichtsräumen Nachhallzeiten unter 0,5s zu erreichen. Bei einer Sanierung mit Restriktionen aus der Raumhöhe, vorgegebenen Gestaltungen und engem Kostenrahmen ist das oft schwierig und im tiefen Frequenzbereich meist nicht realisierbar. Das nachfolgende Bild zeigt die wichtigsten Maßnahmen in den Klassenräumen. Es wurde sowohl bei Decken als auch bei Wandverkleidungen mit einem 4 cm dicken Glaswolle-Absorber, überwiegend der Absorptionsklasse A, in Direktmontage gearbeitet. Die absorbierende Rückwandverkleidung konnte nur in Räumen mit einer Raumlänge über 8 m realisiert werden. Der Deckenspiegel mit Tiefenabsorbern diente hauptsächlich der Verkürzung der Nachhallzeit bei 125 Hz, weniger der Schallenkung, die bei diesen Raumabmessungen nur geringeren Einfluß hat.

Absorberanordnung im Unterrichtsraum 4a



In der Sporthalle wurden ausnahmslos ballwurfsichere Glaswolle-Absorber der Absorptionsklasse A in Direktmontage an Decken und Wänden angebracht. Es wurden insgesamt je 100 m<sup>2</sup> Wand- und Deckenverkleidungen montiert.

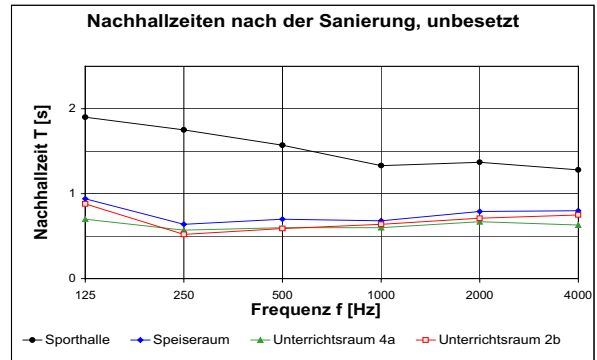
Erfreulicherweise konnten auch öffentliche Bereiche, wie Flure, Teile von Treppenhäusern, ein Bibliotheksbereich und die Horträume, raumakustisch behandelt werden, was sehr zum Gesamterfolg der Sanierung beigetragen hat.

#### 4. Messungen nach der Sanierung

In der folgenden Grafik sind die Meß- und Rechenergebnisse für die Nachhallzeit nach der Sanierung dargestellt. Es ist zu sehen, daß die Zielstellung nach Meßergebnissen für die Unterrichtsräume gerade

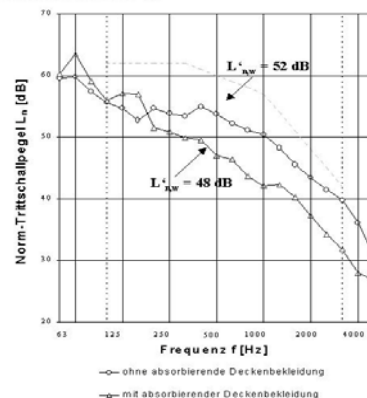
erreicht wurde, wenn vom besetzten Zustand ausgegangen wird. Subjektiv wird die Sanierung von Lehrern und Schülern ausnahmslos positiv eingeschätzt. Am besten werden Räume mit Rückwandverkleidung (6 m<sup>2</sup>) subjektiv bewertet.

Messung und Rechnung nach der Sanierung (rechte Grafik Seite 1) stimmen nur bei 250 Hz hinreichend gut überein. Bei 125 Hz liefert die Rechnung zu lange Nachhallzeiten, ab 500 Hz zu kurze.



Ein interessantes Ergebnis ist nachfolgend dargestellt. Obwohl lediglich eine absorbierende Deckenbekleidung in Direktmontage erfolgte, verbessert sich der bewertete Norm-Trittschallpegel um 4 dB. Bei begrenzten Mitteln und einer nach DIN 4109 notwendigen Verbesserung der Trittschalldämmung könnte das einer Verbesserung der Raumakustik den Vorzug geben.

Ergebnisse von Trittschallmessungen ohne und mit absorbierenden Bekleidungen der Decke im Unterrichtsraum 4a



#### 6. Literatur

- /1/ DIN 18041, Hörsamkeit in kl. und mg. Räumen, 10/1968
- /2/ Mac Kenzie, Airey, Akustik in Klassenzimmern, Zusammenfassender Bericht 1999, Heriot-Watt Uni Edinburgh
- /3/ Schick u.a., Lärmbelastung von Schülern und Lehrern - ein Forschungsstandsbericht, Lärmbekämpfung 1999
- /4/ Ruhe, Kindertagesstätten - Zu hohe Schallpegel infolge zu geringer Schallabsorption, Hörakustik 3+5/2000
- /5/ Ruhe, Günstige Raumakustik hilft Hörgeschädigten, Beratende Ingenieure, Nov./Dez. 1998
- /6/ Fachbericht DIN 18031, Hygiene im Schulbau, Umgebungsbedingungen in Schulräumen, 2. Auflage 1983
- /7/ Schulbauempfehlungen für den Freistaat Thüringen, Thüringer Staatsanzeiger 33/1997
- /8/ DIN 18032, Teil 1, Sporthallen, Hallen für Turnen, Spiele und Mehrzwecknutzung, Ausgabe 1989