Raumakustik in Klassenräumen optimieren

In einem Klassenraum einer allgemeinbildenden Schule wurde die Raumakustik untersucht, da eine unzureichende akustische Situation festgestellt wurde. Sowohl Lehrkräfte als auch Schülerinnen und Schüler berichteten über eine erhöhte Geräuschbelastung, eingeschränkte Sprachverständlichkeit und zunehmende Konzentrationsprobleme.

Die Vor-Ort-Begehung zeigte einen typisch stark reflektierenden Unterrichtsraum ohne relevante schallabsorbierende Maßnahmen. Große, harte Oberflächen führten zu einem ausgeprägten Nachhall und damit zu erhöhten Geräuschpegeln im gesamten Raum. Eine solche Situation ist für viele Schulen typisch und führt insbesondere bei längeren Unterrichtseinheiten zu einer deutlichen Beeinträchtigung der Lernbedingungen.

Zur Beurteilung der Raumakustik im Klassenraum wurden Messungen der Nachhallzeit gemäß DIN EN ISO 3382 durchgeführt und anhand der Anforderungen der DIN 18041 bewertet. Ergänzend erfolgte der Aufbau eines dreidimensionalen Raummodells, um die Schallausbreitung im Raum rechnerisch zu analysieren und gezielt Maßnahmen zur Verbesserung der Raumakustik zu entwickeln.

Die Kombination aus Messung und Simulation ermöglicht eine fundierte Bewertung der akustischen Situation sowie eine zielgerichtete Planung von wirksamen und wirtschaftlichen Maßnahmen zur Lärmminderung in Schulen.

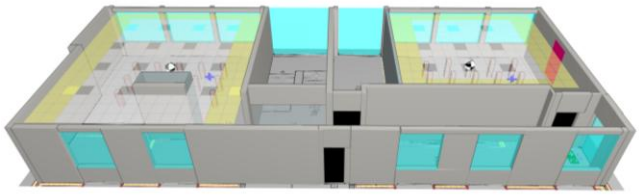

Abb. 1:
Dreidimensionales Raummodell zur Berechnung der Raumakustik

Die Messungen zeigten deutlich überhöhte Nachhallzeiten im Bereich von etwa 1,0 bis 1,7 Sekunden. Für Unterrichtsräume mit erhöhten Anforderungen an die Sprachverständlichkeit, beispielsweise im inklusiven Unterricht gemäß DIN 18041, werden jedoch Nachhallzeiten von maximal etwa 0,5 Sekunden angestrebt.

Die Ursache für die erhöhte Geräuschbelastung liegt eindeutig in der unzureichenden raumakustischen Dämpfung. Durch den langen Nachhall überlagern sich Schallereignisse, wodurch ein erhöhter diffuser Geräuschpegel entsteht. Zusätzlich verstärkt der sogenannte Lombard-Effekt die Situation, da sowohl Lehrkräfte als auch Schülerinnen und Schüler automatisch lauter sprechen.

Die mittlere Nachhallzeit sowie deren frequenzabhängiger Verlauf sind in Abbildung 2 dargestellt.

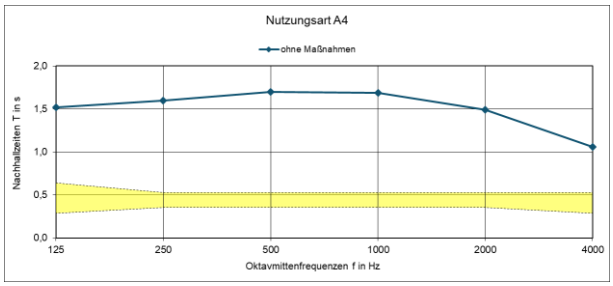

Abb. 2:
Mittlere Nachhallzeit für den untersuchten Bereich

Auf Basis des erstellten 3D-Modells wurde die Schallausbreitung im Klassenraum berechnet. Die Simulation des Ist-Zustandes zeigt eine nahezu gleichmäßige, hohe Schallpegelverteilung im gesamten Raum infolge mehrfacher Reflexionen an Decke, Wänden und Boden. Diese Ergebnisse bestätigen die messtechnisch ermittelte unzureichende Raumakustik und verdeutlichen die Ursache für die erhöhte Lärmbelastung im Klassenraum. Die berechneten Schallfelder sind in Abbildung 3 dargestellt.

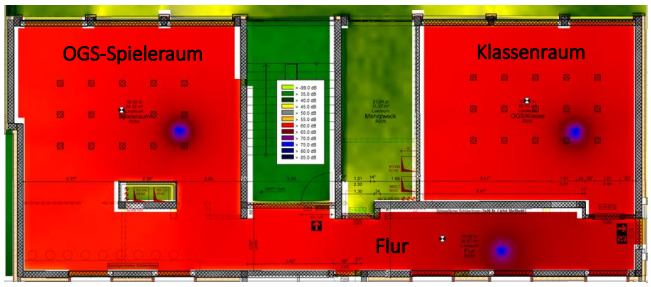

Abb. 3:
Schallverteilung in den untersuchten Räumen ohne schallabsorbierende Maßnahmen

Im nächsten Schritt wurden geeignete akustische Maßnahmen im Modell berücksichtigt. Durch den Einbau einer vollflächigen Akustikdecke sowie ergänzender Wandabsorber konnte eine deutliche Reduzierung der Reflexionen und damit der Schallpegel im Raum erreicht werden.

IBW Ingenieurbüro Waning
Schall- und Schwingungstechnik

Reiningstraße 21
48653 Coesfeld

Telefon: +49 2541 9281-900
Fax: +49 2541 9281-909

E-Mail: info@ibwaning.de
Internet: www.ibwaning.de

Die Simulation zeigt eine signifikant verbesserte Schallausbreitung mit geringeren Pegeln und einer deutlich erhöhten Sprachverständlichkeit im gesamten Klassenraum. Gleichzeitig wird die Gleichmäßigkeit der Schallverteilung verbessert, wodurch alle Sitzpositionen akustisch vergleichbare Bedingungen aufweisen. Die Ergebnisse der berechneten Situation mit schallabsorbierenden Maßnahmen sind in Abbildung 4 dargestellt.

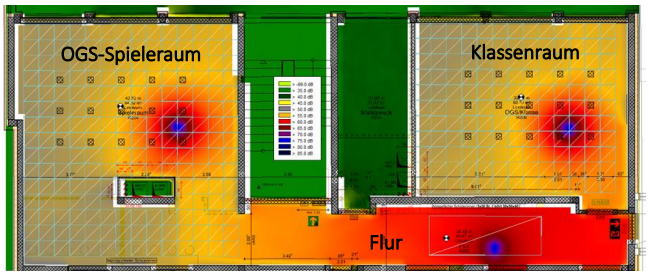

Abb. 4:
Schallverteilung in den untersuchten Räumen mit schallabsorbierenden Maßnahmen

In Abbildung 5 sind zudem die gemessenen und berechneten Nachhallzeiten für den untersuchten Klassenraum je Oktave dem Sollwertbereich für Räume der Nutzungsart A4 „Unterricht / Kommunikation inklusiv“ gemäß DIN 18041 gegenübergestellt. Die rechnerischen Ergebnisse zeigen, dass durch die vorgesehenen Maßnahmen eine Reduzierung der Nachhallzeit auf Werte unterhalb von 0,5 Sekunden erreicht werden kann. Damit werden die Anforderungen an eine gute Raumakustik in Schulen sicher eingehalten. Gleichzeitig führt die Verringerung der Nachhallzeit zu einer deutlichen Reduzierung des mittleren Geräuschpegels im Klassenraum.

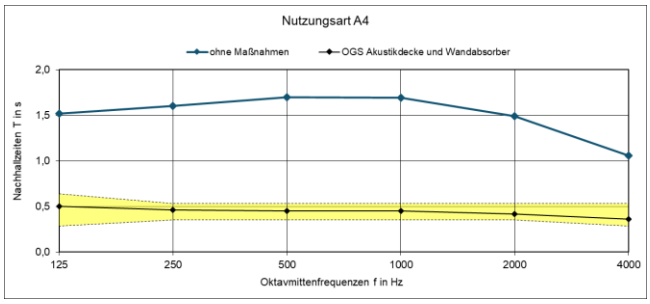

Abb. 5:
Gegenüberstellung der gemessenen und berechneten Nachhallzeiten je Oktave für den untersuchten Raum mit dem Sollwert-Bereich für Räume der Nutzungsart A4 „Unterricht / Kommunikation inklusiv“

Fazit

Die Untersuchungen zeigen, dass erhöhte Geräuschpegel in Klassenräumen in der Regel auf eine unzureichende raumakustische Dämpfung zurückzuführen sind. Durch die Kombination aus Schallmessung und Simulation lassen sich Ursachen eindeutig identifizieren und gezielte, wirtschaftliche Maßnahmen zur Verbesserung der Raumakustik ableiten.

Bereits mit einfachen Maßnahmen, wie dem Einbau einer Akustikdecke, kann die Nachhallzeit deutlich reduziert und die Sprachverständlichkeit im Klassenraum spürbar verbessert werden.

Eine frühzeitige Berücksichtigung der Raumakustik bei der Planung oder Sanierung von Schulen ermöglicht es, nachhaltige und wirtschaftliche Lösungen umzusetzen und kostenintensive Nachbesserungen zu vermeiden.

Das Ingenieurbüro Waning unterstützt bei der Analyse, Bewertung und Planung von Maßnahmen zur Verbesserung der Raumakustik in Schulen und Klassenräumen. Sie haben Fragen oder wünschen weitere Informationen zum Thema Raumakustik in Schulen? Wir unterstützen Sie bei Ihren Projekten zur Lärmminderung. Wir begleiten Sie dabei bis ans Ziel.

Weitere Informationen zu diesen Themen finden Sie auf unserer Homepage.

IBW Schall- und Schwingungstechnik

IBW Ingenieurbüro Waning
Schall- und Schwingungstechnik
Reiningstraße 21
48653 Coesfeld

Tel.: 02541 9281-900
Fax: 02541 9281-909
E-Mail: info@ibwaning.de
Internet: www.ibwaning.de

Messung, Berechnung, Beurteilung und Minderung von Schall und Schwingungen

Maschinendynamik
Maschinendiagnose
Rohrleitungsschwingungen
Druckpulsation
Eigenfrequenz- und Eigenformanalyse
Dynamische und statische Lasten
Torsionsschwingungs- und Drehmomentmessung

Technische Akustik
Konstruktionsakustik
Lärmminderung
Schallmessungen
Lärm und Vibrationen am Arbeitsplatz
Schalldämpferauslegung
Raumakustik

Erschütterungsschutz
Erschütterungsmessung
Erschütterungsprognose
Schwingungsschutz und Fundamentauslegung