

# SCHULBAU

Das Magazin von der Kita bis zum Campus

Verbesserte Raumakustik in Schulgebäuden

Wie Farbe das Lernen unterstützt

Viel Bewegung, auch im Fachunterricht

1/19

7. Jahrgang



Neu:

Salon SCHULBAU kompakt  
28. Februar 2019 in HAMBURG

Internationaler  
SCHULBAU Salon und Messen 2019

27.–28. März in DRESDEN

11.–12. September in BERLIN

27.–28. November in  
FRANKFURT a. M.

# DIGITALISIERUNG

# GUT HÖREN

# UND VERSTEHEN



Foto: OWA – Odenwald-Faserplattenwerk

Inzwischen hat sich die Meinung durchgesetzt, dass Akustik sinnvoll und notwendig ist, auch wenn in der Praxis selbst bei Schulneubauten gelegentlich noch das Konzept einer akustischen Minimalausstattung oder sogar das Gegenteil, eine Übererfüllung der Anforderungen, anzutreffen ist. Warum bei der Planung eine inklusive Auslegung und auch die Vereinbarkeit von Akustik und sommerlichem Wärmeschutz so wichtig sind, erklärt dieser Beitrag.

Bei Beratungsgesprächen im Rahmen von Projektbesprechungen in ganz Deutschland klingt in frühen Leistungsphasen mitunter der Vorwurf durch, dass die Bauphysik im Allgemeinen und die Akustik selbst überreguliert sind und viel zu hohe Anforderungen setzen. Hier gilt es verantwortungsbewusst Aufklärungsarbeit zu leisten und Erkenntnisse anhand von Beispielen zu veranschaulichen. Bei vielen Messungen im Bestand, bei Sanierungen und nach Fertigstellung des

»Bei der akustischen Gestaltung eines Klassenraumes gilt es ganzheitlich vorzugehen, sich mit Architekten und Haustechnik abzustimmen.«

Gebäudes, häufig auf Veranlassung von Beschwerden, haben sich die Anforderungen von Normen und Richtlinien stets als angemessen erwiesen.

Die Erfahrung zeigt, dass bei einer Minimalausstattung mit Absorbern ohne Beachtung von Grenzwerten der DIN 18041 die Lautstärke in Klassenräumen noch deutlich überhöht ist. Begleitscheinungen wie schnellere Ermüdung, höhere Herzfrequenzraten stehen in einem nahezu linearen Zusammenhang mit der Nachhallzeit. Akustische Maßnahmen sollten daher immer in aller Konsequenz umgesetzt werden.

Eine Übererfüllung von Anforderungen, in anderen Bereichen der Bauphysik durchaus sinnvoll, ist in der Akustik wenig effektiv und kann sogar durch Überdämpfung ins Gegenteil umschlagen.

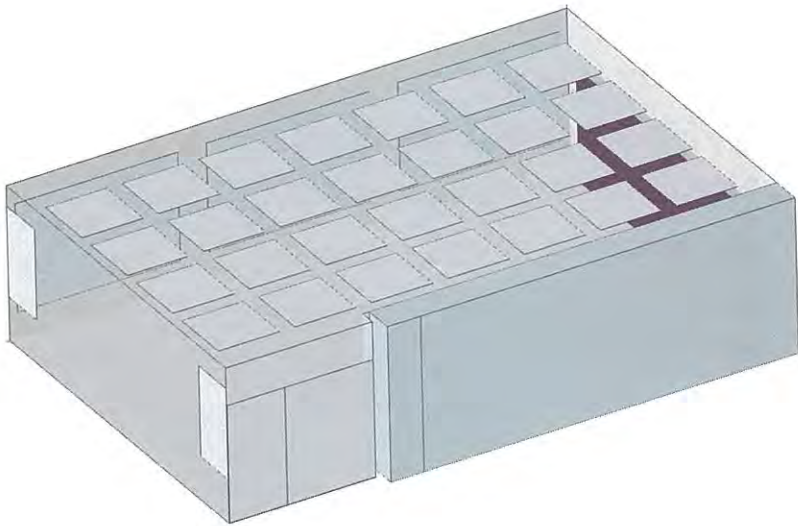
#### Vorschriften & deren Auswirkungen

Wesentliche Neuerungen bei den Normen und Richtlinien in Bezug zu Schulen betreffen die Neufassung der DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen“ (2016) sowie der ASR A3.7 „Lärm“ (2018).

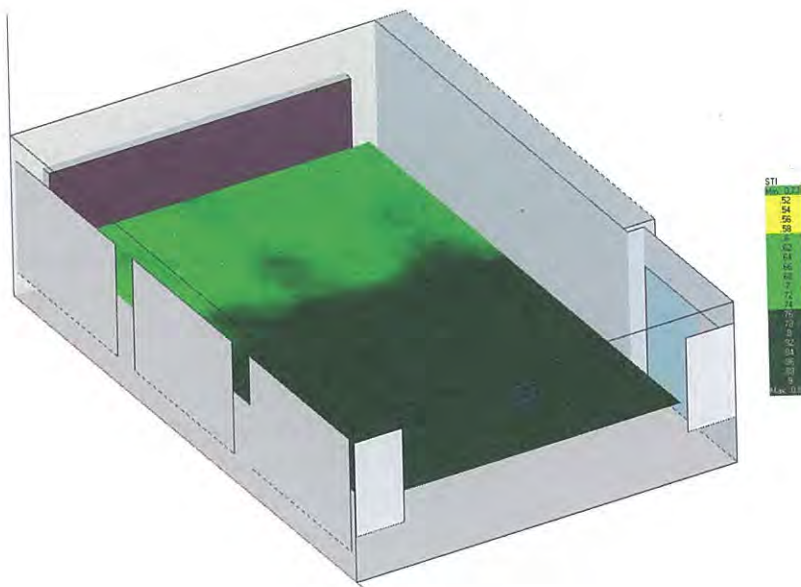
Waren in der alten DIN-Fassung stärkere Reduzierungen der Nachhallzeit für „Personen mit Einschränkungen des Hörvermögens“ (und Personen mit einem höheren Bedürfnis an die Sprachverständlichkeit) noch als Empfehlung formuliert und auf Raumvolumina bis 250 Kubikmeter begrenzt, werden mit der Neufassung weitergehende Maßnahmen für diesen Personenkreis als verpflichtende Anforderung definiert und auf Raumvolumina bis 500 Kubikmeter ausgeweitet.

Für Schulen bedeutet dies, dass für alle „Personen mit einem Bedürfnis nach erhöhter Hörsamkeit“ ein größerer Schallpegelabstand zwischen der Sprache, zum Beispiel des Lehrers und den Störgeräuschen, sichergestellt werden muss, was in der Praxis nur durch eine stärkere Absenkung des Nachhalls mit entsprechendem Mehraufwand an Akustik zu erreichen ist.

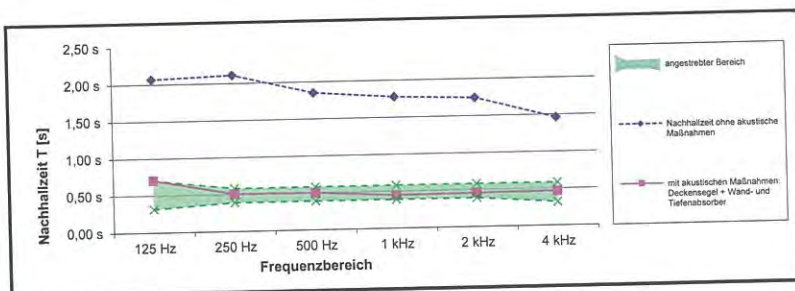
Mit der Einführung der ASR A3.7 werden Nachhallzeiten für Büroräume definiert, die in der Regel nur durch akustische Maßnahmen erreicht werden können. Damit endet die oft geführte und zumeist negativ beschiedene Diskussion, ob in allen Bürobereichen von Schulen (hier auch Hochschulen) Akustik vorzusehen ist.



Klassenraum mit Deckensegel und thermisch aktiver Stahlbetondecke



Akustische Simulation der Sprachverständlichkeit (STI)



Ergebnis der statistischen Berechnung nach Sabine für Unterricht inklusiv mit  $T_{\text{soll}} = 0,48 \text{ s}$  Grafiken: energum

Nach den Angaben des statistischen Bundesamtes haben 33 Prozent der Schüler an allgemeinbildenden Schulen einen Migrationshintergrund. Für die Praxis bedeutet dies, dass nahezu alle Klassenräume in Schulen zur Sicherstellung des Benachteiligungsverbot im akustischen Sinne inklusiv ausgeführt werden.

In Großstädten mit häufig stattfindenden Neubaumaßnahmen ist die inklusive Auslegung der Klassenräume gängige Praxis. In Gemeinden mit vergleichsweise seltenen Schulneubauten muss der Akustiker frühzeitig (Leistungsphase 2) beratend tätig werden.

Bei der akustischen Gestaltung eines Klassenraumes gilt es ganzheitlich vorzugehen, sich eng mit den Architekten und der Haustechnik abzustimmen. Gleichzeitig müssen die Aspekte des sommerlichen Wärmeschutzes berücksichtigt werden, da Klassenräume mit viel durch Absorber verdeckter, wärmespeicherfähiger Masse schneller überhitzen. Um hier keine Kommunikationsverluste zu haben, ist es sinnvoll, dass der Akustiker gleichzeitig auch der Bauphysiker des Gebäudes ist.

### Erfahrungen aus der Praxis

Ein Projektbeispiel soll zeigen, wie dies gelingen kann: Das Simulationsmodell zeigt einen Klassenraum mit gleichmäßiger Anordnung von akustisch wirksamen Deckensegeln. Durch den Abstand zwischen den Segeln wird sichergestellt, dass zur Erfüllung der hohen Anforderungen an die Akustik Schall sowohl an der Unterseite der Segel, als auch an der zur Rohdecke gewandten Seite der Deckensegel absorbiert wird. Die Stahlbetondecke mit ihrer Speichermasse bleibt dann thermisch aktiv, da sich zur Kühlung des Raumes ein Konvektionsstrom ausbilden kann.

Eine Berechnung nach der statistischen Methode nach Sabine ergibt, dass die Anforderung A4 für „Unterricht inklusiv“ eingehalten werden kann. Wichtig ist zu erwähnen, dass zur Erfüllung der inklusiven akustischen Anforderungen an den Wänden und Schränken noch weitere Flächen mit Absorbern auszustatten sind. Da durch die Deckensegel und deren Absorption an der Unter- und Oberseite die neben dem Direktschall günstigen frühen Reflexionen weitest-

gehend unterdrückt werden, wurde eine zusätzliche akustische Simulation des Klassenraumes durchgeführt und die Sprachverständlichkeit STI ermittelt. Das Ergebnis der akustischen Simulation zeigt, dass trotz der Dämpfung der frühen Reflexionen an der Decke die Sprachverständlichkeit mit einem Wert von  $STI = 0,73$  deutlich größer als 0,5 und damit sehr gut ist. Das Beispiel zeigt, dass ein wirksamer sommerlicher Wärmeschutz mit den hohen Anforderungen an inklusiver Raumakustik vereinbar ist, da die Rohdecke thermisch aktiv bleibt.

In einem anderen Beispiel gelang die Balance zwischen Raumakustik und sommerlichem Wärmeschutz durch den Ansatz einer RLT-Nachtlüftung in Kombination mit einem Dachüberstand und der Gewährleistung einer mindestens mittleren Bauteilschwere (Estrich, teilweise massive Wände). Die Einhaltung der mittleren Bauteilschwere muss dann rechnerisch nachgewiesen werden und die RLT-Nachtlüftung in der Praxis auch gewährleistet sein.

Gelegentlich anzutreffende Nachweise, bei denen 100 Prozent der Deckenfläche mit sehr hochabsorbierenden Materialien belegt sind und der rechnerische Nachweis der akustischen Inklusion gelingt, sind theoretisch. In der Praxis zeigt sich stets, dass maximal 75 Prozent der Deckenfläche bedingt durch Einbauten wie Leuchten, Zu- und Abluftöffnungen oder notwendige Randabstände realistisch zur Verfügung stehen. Der Aufwand einen Absorber auf nahezu 100 Prozent Absorption zu bringen, ist wegen der notwendigen Abhanghöhen und den Produktaufbauten sowie der vollflächigen Auflagen ebenfalls nicht unerheblich.

Ich plädiere dafür, hier die Chance zu nutzen und eine gute Akustik in den Räumen durch die Umsetzung der Konstruktionshinweise in der DIN 18041 sicherzustellen, indem auch an den Wänden Absorber sinnvoll angeordnet werden. Hierzu wäre es hilfreich, wenn die Industrie deutlich mehr Absorptionswerte für ihre Produkte bei Eckanordnungen zur Verfügung stellen würde, um auch für die statistische Methode nach Sabine die positiven Eckeffekte der Absorption berücksichtigen zu können.

Durch eine normgemäße Auslegung der Akustik lässt sich der Schalldruckpegel rechnerisch im Raum zwischen 5 und 8 dB senken. Hinzu kommt der Lombard-Effekt mit zusätzlichen 3 dB Schall-

reduktion durch die leisere Kommunikation der Kinder infolge der Bedämpfung, wobei eine Abhängigkeit von der Unterrichtsform (frontal oder offen) festgestellt wurde.

### Spezialität Musikräume

Musikräume in Schulen sind akustisch gesehen besondere Räume. Eine frühzeitige Abstimmung in der Leistungsphase 2 mit der Schulleitung ist notwendig. Stand in diesen Räumen früher Musizieren und Gesang einer Einzelperson oder einer kleinen Gruppe im Vordergrund, so zeigen Gespräche mit Musiklehrern und der Schulleitung, dass heute das Singen im Chor und Musikproben mit lauten Instrumenten sowie theoretischer Unterricht vorherrschen.

Entsprechend stark ist die Bedämpfung der Räume vorzunehmen, wobei gleichzeitig für gelegentliche Einzeldarbietungen eine Variabilität der Nachhallzeit gewährleistet werden sollte. In der Regel geschieht dies durch akustisch wirksame, bewegliche Vorhänge.

### Alle weiteren Räume in Schulen

Eine Bedämpfung der Flure, auch wenn diese „nur“ auf einer Empfehlung in der DIN 18041 beruht, ist in der Praxis unumstritten. Treppenhäuser sollten mit Absorbieren ausgestattet werden, wenn diese häufig benutzt werden, wobei sich hier die Unterseite der Podeste und gegebenenfalls der Treppenläufe anbietet.

Die Lehrerzimmer dienen innerhalb der Schulen als wichtiger Rückzugs- und Erholungsort und sollten der Regenerierung der Lehrerschaft in Pausen und in Zeiten ohne Unterricht durch eine ruhige, bedämpfte Atmosphäre dienen.

Aulen werden für Veranstaltungen oder auch als großer Prüfungsraum genutzt. Entsprechend sollte die akustische Auslegung erfolgen, wobei eine Überdämpfung vermieden werden muss. In der Regel ist aufgrund der Größe – trotz fachgerechter Auslegung und Anordnung von leitenden und absorbierenden Materialien – eine Elektroakustik erforderlich, wobei letztere keinesfalls als Kompensation schlechter (überdämpfter, sehr „trocken“ empfundener) Raumakustik dienen darf.

Der Einsatz von Software für akustische Simulationen bietet bei komplexen Schulräumlichkeiten und Nutzungen

eine zusätzliche Sicherheit, da Berechnungen nach der statistischen Methode keine Aussagen zum Beispiel über eine sinnvolle Anordnung von leitenden und absorbierenden Flächen liefern können.

### In Sporthallen

Für Sporthallen hat sich in den letzten Jahren die Erkenntnis durchgesetzt, dass alleinige Absorber an der Decke aufgrund der hohen Wände und der damit verbundenen Flatterechos kaum wirksam sind. Deshalb sollten zusätzlich zu Deckenabsorbieren mindestens an einer Längs- und einer Querseite Akustik entweder direkt in Kombination mit den Prallwänden oder in eigenständiger Form darüber angeordnet werden. Die Wirksamkeit von Trennvorhängen ist ein eigenes Kapitel und soll an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt werden. Sind in Schulen Schwimmhallen vorhanden, ist hier wie bei den Sporthallen zu verfahren.



DR. HEIKO WINKLER ist Geschäftsführer der energum GmbH, Ibbenbüren, und ist als Sachverständiger für Schall- und Wärmeschutz staatlich anerkannt. Er hat Bauingenieurwesen und Bauphysik in Rostock studiert.

[www.energum.de](http://www.energum.de)

Foto: energum