

Raumakustik in Schulen

Eine Sonderausgabe von WEISS, dem Architekturmagazin von Saint-Gobain RIGIPS Austria

Dezember_2018



Weil wir lernen, was wir hören

Raumakustik ist ein wesentliches Qualitätsmerkmal von Innenräumen. Besonders deutlich wird ihre Bedeutung in Schulen. Gute Sprachverständlichkeit ist oberstes Kriterium.

Raumakustik beschreibt die Ausbreitung des Schalls in einem Innenraum, ein äußerst komplexes Phänomen. Viele Menschen leiden unter schlechter Akustik, können die empfundene Belastung aber nicht näher definieren oder einer Quelle zuordnen. In vielen Fällen geht es um Halligkeit, das subjektive Empfinden von Nachhallzeit. Nachhallzeit drückt in Zahlen aus, wie lange der Schalldruckpegel im Raum benötigt, um nach dem Abschalten der Schallquelle um 60dB abzuklingen. Je länger die Nachhallzeit, umso länger hören wir das Schallereignis

im Raum. In einem halligen Klassenraum ist Sprache schwer verständlich. Dadurch ist eine erhöhte Aufmerksamkeit erforderlich, wodurch man schneller ermüdet und die Leistungsfähigkeit schneller sinkt.

Ausschlaggebend für die Nachhallzeit eines Raumes ist seine Größe und die absorptions-technische Ausstattung (Materialien) der Begrenzungsflächen sowie der Einrichtung. Weitere entscheidende Einflussfaktoren sind die Auswahl und Verteilung von schallabsorbierenden und schallreflektierenden Flächen.

Die akustische Gestaltung von Räumen ist in mehreren Normen, Vorschriften und Richtlinien geregelt. Die wichtigsten Regelwerke sind die ÖNORM B 8115-3 sowie die DIN 18041. In diesen Normen sind – abhängig von der Nutzung des Raumes – die Anforderungen und Empfehlungen an die Nachhallzeit sowie Hinweise zur raumakustischen Gestaltung enthalten.

In vielen Räumen ist die Nachhallzeit sinnvollerweise das wichtigste Kriterium, nicht so in Schulen. In Klassenräumen muss die Sprachverständlichkeit absoluten Vorrang haben. Wenn Schüler Informationen aus akustischen Gründen nicht hören, können sie nicht ihr volles Potential ausschöpfen, und der Sitzplatz wird entscheidend für den Lernerfolg – eine inakzeptable Vorstellung. Daher müssen wir umdenken und in Schulen den Sprachverständlichkeitsindex in den Vordergrund stellen.

ZU LAUT IN DER SCHULE

Unterrichtsräume müssen adäquat dimensioniert und ausgestattet sein, um modernen pädagogischen Ansprüchen gerecht zu werden, und sie müssen die Anforderungen an einen gesunden Arbeitsplatz für Schüler und Lehrende erfüllen. Dies gilt in besonderem Maße für die akustischen Eigenschaften von Klassenzimmern.

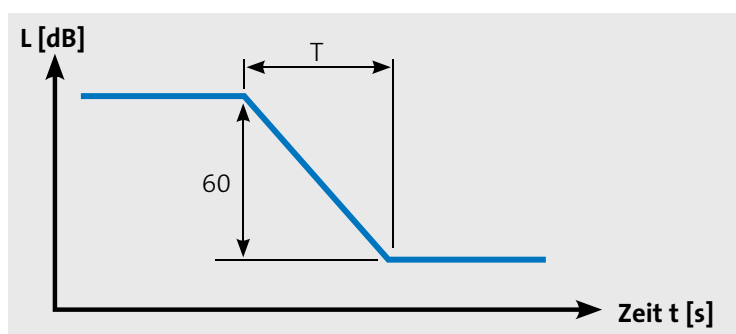
Die subjektiven Klagen über Lärm in der Schule haben eine objektive Grundlage: Studien zeigen, dass im Mittel ein A-bewerteter äquivalenter Dauerschallpegel von 65 dB in Klassenräumen die „Norm“ zu sein scheint. So konnte im Rahmen einer medizinischen Untersuchung ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Geräuschpegel während des Unterrichts und der Pulsfrequenz der Lehrenden nachgewiesen werden. Mit steigender Lärmbelastung stieg die Pulsfrequenz. Sobald der Schallpegel nachließ, sank sie wieder. Dies kann auf Dauer gesundheitliche Beeinträchtigungen mit sich bringen.

Zusätzlich müssen Lehrende in Klassen mit langer Nachhallzeit ein erhöhtes Maß an Stimm- aufwand aufbringen, was wiederum zu

einer Häufung von Hals-, Kehlkopf- und Stimmbänderkrankungen führt. Eine Studie des TGM, an der 629 PflichtschullehrerInnen aus Wien teilgenommen haben, belegt die Unzufriedenheit der Lehrenden mit ihren Arbeitsräumen, den Schulklassen:

- 60 % der Befragten geben an, dass Klassenräume nicht so ausgestattet sind, dass man sich wohlfühlt.
- 2/3 sind der Meinung, dass es Sanierungsbedarf in ihrer Schule gäbe.
- 2/3 sind mit der Akustik in der Klasse eher nicht bis nicht zufrieden.
- 2/3 geben an, oft mit hohem Stimm- aufwand unterrichten zu müssen.
- 1/3 der Befragten ist nach dem Unterricht heiser.
- 56 % geben an, dass ihre Stimme oft überanstrengt ist. →

Nachhallzeit T



Die Nachhallzeit ist die Zeit, in Sekunden, die der Schalldruckpegel benötigt, um nach dem Abschalten der Schallquelle um 60 dB abzuklingen. Die Nachhallzeit kann für die meisten Raumsituationen nach der „Sabin’schen Formel“ ermittelt werden:

$$T = 0,163 \cdot V/A$$

T = Nachhallzeit [s]

V = Raumvolumen [m³]

A = absorptionstechnisch wirksame Fläche [m²]



Mehrzweckräume wie eine Schulaula brauchen flexible Lösungen. Der Raum wird grundsätzlich auf die häufigste Nutzung ausgerichtet. Für weniger häufige Veranstaltungsarten kommen mobile Systeme zum Einsatz.

NEGATIVE AUSWIRKUNGEN FÜR ALLE

Bei relativ hohen Schallpegeln in den Unterrichtsräumen ist das Lehrpersonal gezwungen, mit deutlich erhöhtem Stimm- und Sprachaufwand zu sprechen. Die Lehrenden müssen langsamer artikulieren, müssen vermehrt Pausen setzen, und die Pausen zwischen den Sätzen werden länger. Darüber hinaus werden die Aussagen einfacher. Diese natürlichen Reaktionen auf einen zu hohen Schallpegel führen dazu, dass substantiell weniger mitgeteilt werden kann. Gleichzeitig ermüden sowohl die Lehrenden als auch die Schüler und Schülerinnen schneller. Der erhöhte Stimm- und Sprachaufwand fordert von allen mehr Konzentration, um den Unterricht leiten oder ihm folgen zu können. Besonders Schülerinnen und Schüler, die mehr pädagogische Zuwendung brauchen, sind unter akustisch schlechten Rahmenbedingungen besonders benachteiligt.

Studien belegen, dass sich durch zu hohe Schallpegel die Leistungsfähigkeit aller am Unterricht Beteiligten verringert und das bestmögliche Potential nicht vollständig ausgeschöpft werden kann.

Schlechte akustische Rahmenbedingungen haben auch negative Auswirkungen auf das Sozialverhalten der Kinder und Jugendlichen. Wie Untersuchungen belegen, kann es in Klassenzimmern mit erhöhtem Schallpegel

verstärkt zu aggressivem und unkooperativem Verhalten kommen. In Schulklassen, wo das Sozialverhalten ohnehin bereits beeinträchtigt ist, kann Lärm die Situation weiter verschärfen.

DIE ÖNORM DEFINIERT GRENZWERTE

Bei der Entscheidung für die akzeptable Nachhallzeit ist die Nutzung des Raumes von großer Bedeutung. Schließlich macht es einen Unterschied, ob ein einzelner Vortragender spricht oder eine Band mit Blechbläsern probt.

Die ÖNORM B 8115-3 zeigt das Abhängigkeitsverhältnis von Volumen und Richtwerten für die Nachhallzeit. Zur Definition der optimalen Nachhallzeit lassen sich unter Anwendung der ÖNORM B 8115-3 folgende Werte definieren:

Kommunikation T =
0,32.lgV-0.17 für 30 m³ bis 1.000 m³

Sprache T =
0,37.lgV-0.14 für 30 m³ bis 10.000 m³

Musikaufführung T =
0,45.lgV-0.07 für r 30 m³ bis 10.000 m³

Musikprobe T =
0,47.lgV-0.37 für 30 m³ bis 1.000 m³

Für Klassenräume sollte die Anforderung „Sprache“ für die Bemessung der Nachhallzeit herangezogen werden.

Bei Räumen, die unterschiedlich genutzt werden, empfiehlt es sich, den Raum grundsätzlich auf die prioritäre Nutzung auszurichten und Anpassungen über mobile, verschiebbare Elemente mit erhöhtem Schallabsorptionsvermögen auszugleichen. Diesen Vorgang bezeichnet man als Wandelakustik.

Für Unterrichtsräume empfiehlt das ÖISS, das Österreichische Institut für Schul- und Sportstättenbau (Richtlinien für den Schulbau, Kapitel Raumakustik und Schallschutz) einen Richtwert von $T=0,60\text{ s}$ bei einer Raumgröße von $60 - 70\text{ m}^2$ und einer Raumhöhe von $3,20\text{ m}$.

Musikproberäume, die meist kleiner sind, sollten eine Nachhallzeit von $T=0,5\text{ s}$ nicht überschreiten. Für mittlere Probenräume mit einem Volumen zwischen 50 m^3 und 200 m^3 empfiehlt das ÖISS Nachhallzeiten von $0,5\text{ s}$ bis $0,8\text{ s}$, für noch größere Räume bis 1.000 m^3 Nachhallzeiten von bis $1,2\text{ s}$.

Für Räume mit audiovisueller Nutzung sind möglichst kurze Nachhallzeiten anzustreben. Audiovisuelle Einspielungen weisen oft von sich aus eine ausgeprägte Halligkeiten auf, da die Aufnahme bereits raumakustische Informationen enthält. Bei Fremdsprachen, speziell bei „Listening Comprehensions“ im Unterricht, leidet dann die Sprachverständlichkeit in Räumen mit zu langer Nachhallzeit. →



Die akustischen Rahmenbedingungen beeinflussen das Sozialverhalten der Kinder. Schlechte Akustik fördert Aggression, gute das kooperative Verhalten.

HÖREN UND VERSTEHEN

Raumakustik wird wesentlich durch Störgeräusche sowie Nachhallzeit und Reflexionen im Raum beeinflusst. Um eine unterstützende Lernumgebung zu schaffen, müssen daher bau- und raumakustische Aspekte bei der Planung von Räumen bzw. Gebäuden größtmögliche Beachtung finden.

Es gibt, zum Gelingen der raumakustischen Situation, für jeden Raum eine optimale Nachhallzeit. Zu lange Nachhallzeiten können, wie schon beschrieben, sehr ungünstig sein, da die Sprachverständlichkeit leidet und der Schallpegel sehr hoch werden kann. Auch zu kurze Nachhallzeiten können sich ungünstig für die akustische Nutzung von Räumen auswirken. Die optimale Akustik von Räumen muss daher spezifisch bemessen werden.

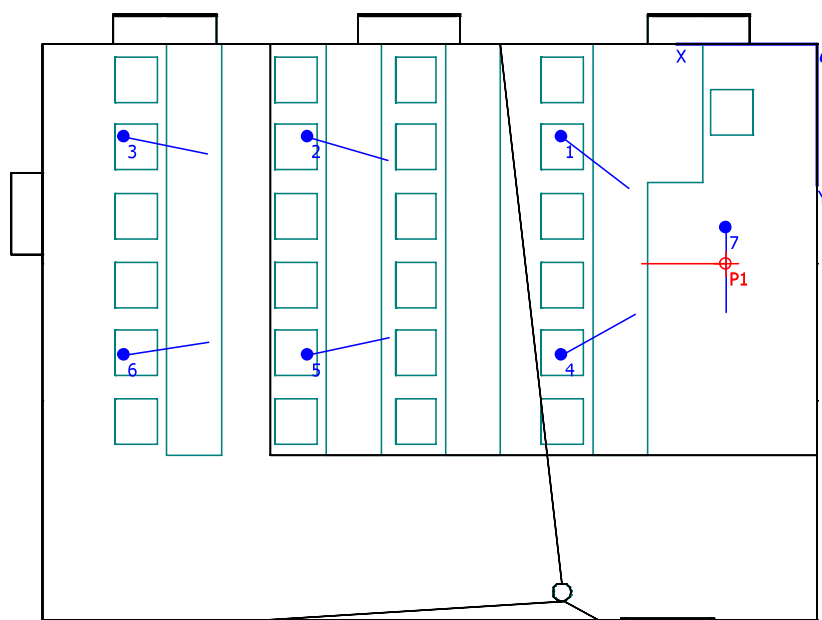
In Ausschreibungen für Unterrichtsräume finden sich oft Vorgaben für sogenannte Schallabsorberklassen. Mit Anforderungen, Absorber der „höchsten“ Einstufungskategorie einzusetzen, kann das Planungsmanko jedoch nicht egalisiert werden. Es zeigt sich immer wieder, dass das raumakustische Erleben trotz

optimierter Nachhallzeit nicht den Erwartungen entspricht, mitunter sogar als unangenehm beschrieben wird. Neben zu langen Nachhallzeiten kann es auch bei zu kurzen Nachhallzeiten dazu führen, dass die vortragende Lehrkraft einen erhöhten Stimm- und Anstrengungsaufwand einsetzen muss, obwohl die Klasse bei kurzen Nachhallzeiten wesentlich leiser als bei zu langen Nachhallzeiten ist.

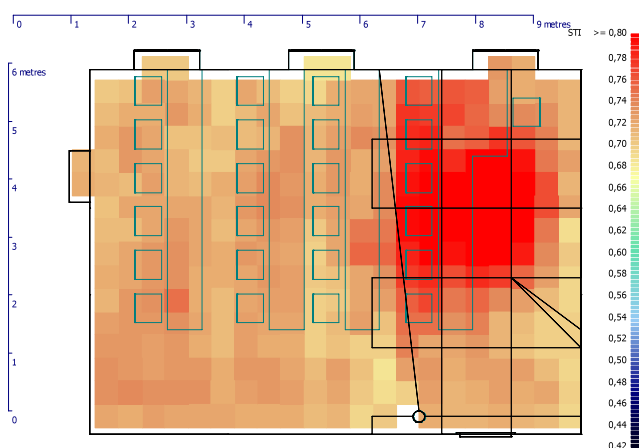
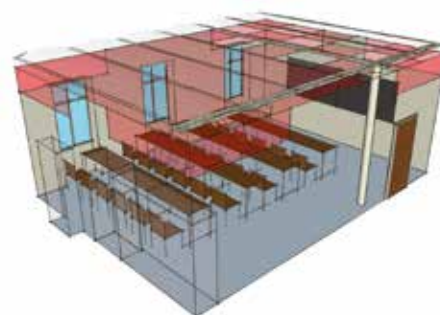
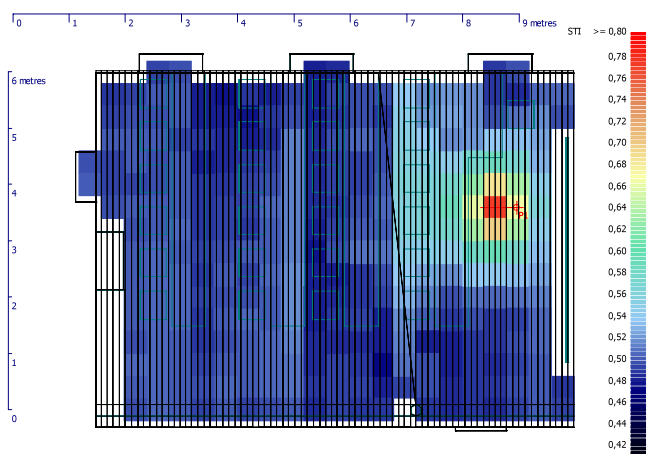
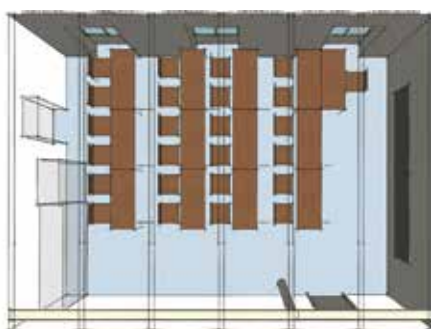
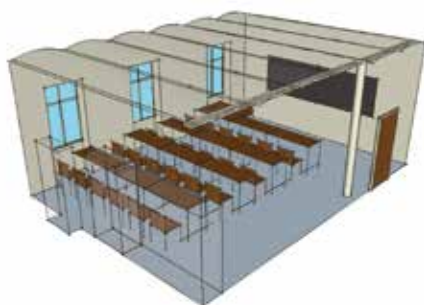
Es kommt nicht darauf an, die Decke mit höchst wirksamen Absorbern der Absorberklasse A auszustatten. Viel wichtiger ist, ein gutes Gleichgewicht zwischen absorbierenden und reflektierenden Flächenanteilen herzustellen. Bei richtiger Anordnung im Raum führen auch schon Produkte mit Schallabsorberklasse C oder D zum gewünschten Erfolg.

Die Sprachverständlichkeit beschreibt, wie gut eine Nachricht an einem bestimmten Platz im Raum verstanden werden kann. Die Sprachverständlichkeit ist direkt abhängig vom Hintergrundgeräuschpegel, von der Nachhallzeit, von der Geometrie des Raumes und den dadurch bedingten Reflexionen. →

Die Sprachverständlichkeit kann für jeden einzelnen Sitzplatz in einer Klasse genau berechnet werden.



BESTAND		VARIANTE 3:	
Area		Area	
Decke	Bestand	Decke	Gyptone Point 80, Gyptone Base 38
Wandpaneele	keine	Wandpaneele	8x Gyptone Quattro 20, Kante B (2400x600)



Die linke Darstellung zeigt einen Klassenraum im ursprünglichen Zustand, die rechte Darstellung die gleiche Klasse nach der akustischen Ertüchtigung. Je dunkler und je blauer die Fläche, umso schlechter die Sprachverständlichkeit, je größer die roten Flächen umso besser.

Zur Anordnung der Akustikpaneele: die rosa gefärbten Flächen an der Decke sind mit gelochten Gyptone Point 80 ausgeführt, die hellblauen mit ungelochten Platten. Ungelochte Gyptone Base 38 hat man eingesetzt, um den Schall in die rückwärtigen Bereiche der Klasse zu bringen. Die gelochten Wandpaneele dagegen verringern die Reflexion. Der Anordnung der Paneele sind zahlreiche Berechnungen und Tests vorangegangen.



Mit Simulationsprogrammen lässt sich die Sprachverständlichkeit berechnen. Messungen vor Ort können der Feinjustierung dienen.

REGELN REICHEN NICHT MEHR

Um die raumakustische Situation der Klassenräume gesichert in den optimalen Bereich führen zu können, werden raumakustische Simulationen durchgeführt. Diese Arbeiten werden in der Versuchsanstalt für Akustik und Bauphysik am TGM mit modernen Simulationsprogrammen bewerkstelligt. Mit diesen Methoden können Räume schon im Entwurfsstadium in enger Zusammenarbeit mit den bautechnischen Planern raumakustisch gestaltet und optimiert werden – und zwar nicht nur als durchschnittliche Eigenschaft, sondern ganz gezielt für jeden Punkt des Raumes.

Diese sehr effizienten Planungswerkzeuge bieten die Möglichkeit, den auszustattenden Raum in den frühen Entwurfsstadien hörbar zu machen. Jeder einzelne Sitzplatz im Auditorium ist für den Planer akustisch erlebbar, noch

Die Bestimmung der Sprachverständlichkeit nach STI erfolgt messtechnisch mit dem Ergebnis des Verständlichkeitsmaßes als Oktavbandanalyse (als Modulationsverlust eines Signals).

Die Bestimmung der Sprachverständlichkeit nach RASTI erfolgt messtechnisch mit dem Ergebnis des Verständlichkeitsmaßes als Oktavbandschnellanalyse in den Oktavbandmittenfrequenzen 500 Hz und 2.000 Hz (als Modulationsverlust eines Signals).

lange bevor das Gebäude realisiert wird. Entscheidungen hinsichtlich Ausstattung können auf diese Weise fundierter, rascher und einfacher gefällt werden. Die in jedem Fall nötigen finanziellen Mittel für die raumakustische Planung und Ausstattung werden so höchst effizient zur Zufriedenheit der späteren Nutzer eingesetzt. Das Potential der eingesetzten akustischen Elemente kann durch diese Planungsmethoden in der praktischen Umsetzung optimal ausgeschöpft werden.

TECHNISCHE BEWERTUNG DER SPRACHVERSTÄNDLICHKEIT

Die Sprachverständlichkeit beschreibt, wie gut ein Sprachereignis an einem bestimmten Ort im Raum verstanden wird. Der Indexwert liegt zwischen 0 und 1.

Bei Verfahren zur Messung der Sprachverständlichkeit werden Faktoren wie Sprachpegel, Pegel von Hintergrundgeräuschen, Reflexionen im Raum sowie psychoakustische Effekte berücksichtigt. Zur Bewertung der Sprachverständlichkeit gibt es unterschiedliche Verfahren, wobei STI (Speech Transmission Index), RASTI (Rapid Speech Transmission Index) und Alcons die gängigsten Methoden sind.

Aufgrund der besonderen akustischen Anforderungen an Unterrichtsräume ist über die Nachhallzeit hinaus insbesondere der Kennwert STI zu berücksichtigen.

Der Speech Transmission Index STI ist ein Maß für die Verringerung der Signalmodulation zwischen der Schallquelle und dem Hörer.

Raumtyp	Speech Transmission Index STI
Hörsaal Unterrichtsraum	≥ 0,75 ^a

Quelle: OISS - Richtlinie für den Schulbau

Bei **STI-Werten von 0–0,3** kann nichts verstanden werden.

Werte zwischen 0,3–0,45 kennzeichnen eine schlechte Verständlichkeitsqualität.

Werte zwischen 0,45–0,6 gelten als genügend. Von guter Verständlichkeit spricht man bei einem **STI im Bereich von 0,60–0,75** und von ausgezeichnet im **Bereich von 0,75–1,0**.

Schallreflexionen, die beim Rezipienten mit einer maximalen Verzögerung von 50 ms zum Direktschall eintreffen, sind günstig. Dieses raumakustische Verhalten wird mit dem Deutlichkeitsmaß D_{50} beschrieben. Reflexionen, die später als 50 ms nach dem Direktschall eintreffen, überlagern bei normaler Sprechweise die bereits nachfolgend gesprochenen Silben und erschweren damit das Verstehen.

Ein Maß zur Beurteilung der Sprachverständlichkeit in Räumen ist auch der „Artikulationsverlust gesprochener Konsonanten“ (Articulation Loss of Consonants). Der Artikulationsverlust nimmt mit der Nachhallzeit und dem wachsenden Abstand zwischen Schallquelle und Hörer zu und gibt den Anteil der nicht verstandenen Konsonanten in Prozent an. Beträgt $Alcons$ etwa 2 %, so ist eine ideale Verständlichkeit gegeben, ist $Alcons > 20$ %, dann ist die Verständlichkeit so gut wie nicht mehr gegeben.

DIE UMSETZUNG VON RICHTWERTEN IN DER PRAXIS

Entscheidend für eine gute Hörsamkeit ist die Ausgestaltung der Raumbegrenzungsflächen. Durch die gezielte Anordnung von reflektierenden Flächen können erwünschte Reflexionen verstärkt und unerwünschte gedämpft werden. Im hinteren Bereich der Klassenräume werden Absorber angebracht, um ungünstige Reflexionen in den mittleren und vorderen Klassenbereichen zu verhindern.

Die Darstellungen auf Seite 7 machen die unterschiedlichen Funktionen von Akustikpaneelen an den raumbegrenzenden Flächen deutlich.

Weiters betont das ÖISS, dass Absorptionsmaßnahmen den gesamten Frequenzbereich abdecken sollen, um einen gleichmäßigen Verlauf (Frequenzgang) der Nachhallzeit in Abhängigkeit der Frequenz zu sichern. Rigips Lochplattendecken und Rasterdecken weisen unterschiedliche absorptionstechnische Eigenschaften auf. In Abhängigkeit vom Lochbild, einer Dämmstoffauflage und der Abhängöhe bzw. dem Abstand zur Wand kann die Wirksamkeit frequenzabhängig beeinflusst werden.

Wir bieten für jede akustische Anforderung passende Lochbilder und Anordnungsmöglichkeiten (siehe Seite 12).

Die zugehörigen Schallabsorptionswerte sind in unseren Planungsunterlagen zu finden. →



www.rigips.com/fileadmin/Rigips_Daten/Planen_und_Bauen_Neu/Decken/Akustikdecken.pdf

Die Wandpaneele entlang der Decke dämpfen die Reflexionen und verbessern damit die Sprachverständlichkeit für die Schüler.





Die Wandpaneele entlang der Decke dämpfen die Reflexionen und verbessern damit die Sprachverständlichkeit für die Schüler.

REFLEKTIERENDE FLÄCHEN GEZIELT EINSETZEN

Flächenverhältnisse und die Gestaltung von Räumen sind wesentlich für gute Hörsamkeit. Auf folgende Kriterien ist besonders Augenmerk zu legen.

Raumproportionen: Die Proportionen des Raumes sollen grundsätzlich so gewählt werden, dass die Verhältnisse von Länge, Breite und Höhe kein ganzzahliges Vielfaches ergeben. Kreisförmige und elliptische Grundrisse sowie konkav gekrümmte Wand- und Deckenflächen sind ohne ergänzende raumakustische Maßnahmen grundsätzlich zu vermeiden.

Raumhöhe: Bei zu großen Raumhöhen ist mit ungünstigen Deckenreflexionen zu rechnen. Sehr niedrige Raumhöhen dagegen verhindern günstige Reflexionen.

Seitenwände: Seitenwände sind wichtige Reflexionsflächen für die Versorgung des rückwärtigen Raumbereichs. Für die Förderung günstiger Reflexionen an den Seitenwänden sollte die Raumbreite daher $\frac{3}{4}$ der Raumlänge nicht überschreiten.

Frühe Schallreflexionen (mit einer maximalen Verzögerung von 50 ms zum Direktschall) an der Decke oder an den Wänden sollten gefördert, späte Schallreflexionen mit einer Verzögerung von mehr als 50 ms zum Direktschall gedämpft werden. Flatterechos sind grundsätzlich abzuwenden. Durch gezielte Anordnung von reflektierenden Flächen können nützliche Reflexionen für den Zuhörer erzielt, durch die Verhinderung von schädlichen Reflexionen (z.B. Anordnung von Wandabsorbentern im rückwärtigen Bereich der Klasse) eine bessere Hörsamkeit erreicht werden.

Vortragsposition: Die Fläche hinter der Vortragsposition soll schallreflektierend sein, jedoch der Abstand zu dieser 2 m nicht überschreiten.

WICHTIGES ZUR SCHALLABSORPTION

Die Schallabsorption beschreibt den Entzug von Schallenergie aus einem Raum oder Raumbereich durch Umwandlung in eine andere Energieform (z.B. Wärme: „Dissipation“). Die Schallabsorption ist das wichtigste Hilfsmittel bei der akustischen Gestaltung von Räumen.

Absorbierende und reflektierende Flächen bestimmen das akustische Verhalten eines Raumes. Eine „gute“ oder „schlechte“ Absorption an sich gibt es nicht, deshalb existieren auch keine genormten Anforderungen an die Absorption einzelner Oberflächen. Die benötigte Gesamtmenge an Absorption ergibt sich aus der baulichen Gegebenheit, der Einrichtung und der geplanten Nutzung des Raumes.

Schallabsorptionsgrade α und α_s

Der Schallabsorptionsgrad gibt das Verhältnis der von einer Fläche nicht reflektierten Schallenergie zur einfallenden Schallenergie an:

- vollständige Schallreflexion: $\alpha = 0$
- vollständige Schallabsorption: $\alpha = 1$.

Der Schallabsorptionsgrad α_s ist der frequenzabhängige Wert des Schallabsorptionsvermögens eines Materials. Es wird durch akustische Prüfung in einem Hallraum gemäß ÖNORM EN ISO 354 in Terzbändern gemessen.

Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w

Der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w ist eine frequenzunabhängige Einzahlangabe für das Schallabsorptionsvermögen eines Materials und wird nach ÖNORM EN ISO 11654 ermittelt. Zur

Bestimmung von α_w wird eine Bezugskurve über die α_p -Werte gelegt und so lange verschoben, bis die Summe der negativen Abweichungen $\leq 0,1$ ist. Der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w entspricht dem Wert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz.

Bei der Ermittlung des bewerteten Schallabsorptionsgrades α_w geht die Information über die frequenzabhängige Absorptionsfähigkeit verloren. Durch den Verlust dieser relevanten Information ist der α_w für eine raumakustische Planung daher ungeeignet! Das Gleiche gilt für die aus dieser Einzahlangabe abgeleiteten Einstufung in Schallabsorberklassen.

Schallabsorberklassen

Der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w kann dazu genutzt werden, die Schallabsorberklasse nach ÖNORM EN ISO 11654 festzulegen. ..>

Schallabsorberklasse	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
A	0,90; 0,95; 1,00
B	0,80; 0,85
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55
E	0,25; 0,20; 0,15
Nicht klassifiziert	0,10; 0,05; 0,00

BAULICHE LERN-MATERIALIEN

Saint-Gobain Rigips Austria bietet ein umfangreiches Sortiment zur Schaffung von lernunterstützenden Klassenzimmern. Für unterschiedliche schallabsorbierende Eigenschaften gibt es Rigips Akustikdecken in unterschiedlichen Ausprägungen:

Lochflächenanteil/Lochgeometrie: Die Wahl des Lochbildes hat in der Regel auch Einfluss auf die akustischen Eigenschaften der Deckenkonstruktion. So führt etwa eine Erhöhung des Lochflächenanteils in der Regel zu einer Erhöhung der Schallabsorption. Bei Lochflächenanteilen über 25 % verändern sich die Werte jedoch nur noch gering.

Abhängöhe/Lufthohlraum: Neben dem Lochbild hat auch die Abhängöhe – der Abstand zwischen Rohdecke und Oberkante der Akustikdecke – entscheidenden Einfluss auf die akustischen Eigenschaften der Decke. Bei geringen Abhängehöhen < 100 mm verschiebt sich die Schallabsorptionskurve in Richtung mittleren und hohen Frequenzbereich (nach rechts). Eine Vergrößerung der Abhängöhe wiederum führt zur Erhöhung der Schallabsorption im niederfrequenten Bereich.

Akustikvlies: Alle Rigips Akustikdeckensysteme sind standardmäßig rückseitig mit Akustikvlies ausgestattet und sorgen so in nahezu allen Räumen für eine optimale Akustik.

Mineralwolle-Auflage: Wie beim Akustikvlies wird durch die Verwendung von ISOVER Mineralwolle-Auflagen die Wirksamkeit erhöht.

Wandabsorber: Zur Erzielung einer noch besseren Raumakustik können auch zusätzliche Absorberflächen an den begrenzenden Wandflächen angeordnet werden. Um hiermit eine möglichst effektive Schallabsorption über den gesamten Frequenzbereich zu gewährleisten, sollten folgen-



Im Rahmen einer akustischen Ertüchtigung einer Schulklasse am Sacré Coeur Pressbaum hat das TGM davor und danach detaillierte Messungen durchgeführt, die für weitere Empfehlungen und Planungen genutzt werden können.

de Punkte beachtet werden: die Verwendung einer Lochplatte mit einem möglichst großen Lochflächenanteil und einem Akustikvlies sowie die Anordnung der Mineralwolle.

GYPTONE FÜR SCHULKLASSEN

ACTIV'AIR für die DECKE

Gyptone Activ'Air Rasterdecken verfügen aufgrund eines Akustikvlieses über besondere akustische Eigenschaften, besonders im Frequenzbereich der menschlichen Stimme. Darüber hinaus sind sie mit Luftreinigungseffekt Activ'Air zur Verbesserung der Raumluft ausgestattet.

Das Gyptone Activ'Air Rasterdecken-Sortiment umfasst Platten mit runder, rechteckiger, quadratischer sowie hexagonaler Lochung. Zusätzliche optische Akzente können durch das komplett sichtbare oder teilweise sichtbare Schienensystem gesetzt werden, da das Schienensystem einen festen Gestaltungsbestandteil im Deckenbild einnimmt. Auch eine vollkommen unsichtbare, verdeckte Montageart ist möglich. Gyptone Activ'Air Rasterdecken sind werkseitig mit einer hochwertigen, weißen Acrylfarbeschichtung versehen. Der Lichtreflexionsgrad beträgt etwa 70 % bei den perforierten Kassetten und bei den ungelochten Kassetten ca. 82 %. Alle Gyptone Activ'Air Rasterdecken sind gemäß ÖNORM EN 13501-1 als A2-s1, d0 (C4) nicht brennbar klassifiziert.

Bei Bedarf können die Gyptone Activ'Air Rasterdecken mit einem feuchten Schwamm gesäubert werden. Im Falle einer Renovierung kann die Plattenoberfläche problemlos mit einer neuen Farbbeschichtung versehen werden, ohne dass dies Einfluss auf die akustischen Eigenschaften hat.

Gyptone Activ'Air Rasterdecken sind in der Lage, die Sprachverständlichkeit positiv zu beeinflussen und die Nachhallzeit zu verringern. Durch ihre Designvarianten ergeben sie ein schönes Deckenbild. Sie sind einfach zu montieren, auszutauschen, widerstandsfähig und können im Rahmen der Wartung einfach überstrichen werden. Wichtig im Schulbau: Sie sind nicht brennbar.

Gyptone® Akustikpaneel für die Wände

Das Gyptone Akustikpaneel ist eine sehr robuste und flexibel einsetzbare Wandlösung für die akustische Verbesserung in bestehenden Räumen. Das Paneel eignet sich hervorragend für Klassenräume oder Büros und verkürzt nicht nur die Nachhallzeiten, sondern erhöht auch die Sprachverständlichkeit.

Gyptone Akustikpaneele haben eine robuste Oberfläche mit hoher Stoßfestigkeit. Sie können in jedem Winkel, horizontal oder vertikal an der Wand befestigt werden. Zur Montage dient ein 45 mm starker Rahmen mit 45 mm unterlegter Mineralwolle. Die Elemente werden weiß beschichtet geliefert, sie können jedoch in jeder beliebigen Farbe bauseitig gestrichen werden.

Gyptone Akustikpaneele reduzieren die Nachhallzeit effektiv und damit auch den Geräuschpegel. Sie sind sehr widerstandsfähig und hart. Einzelne Elemente können einfach ausgetauscht werden. Bei Verschmutzung können sie abgewischt oder neu gestrichen werden. ●●●



Gyptone Akustikplatten können bei Wartungsarbeiten einfach abgehoben oder ausgetauscht werden. Sie lassen sich auch neu streichen, ohne dabei an akustischer Qualität zu verlieren.

●●● RIGIPS Beratung

Ing. Andreas Deix
Fachberatung
Architektur & Bauphysik
Österreich Nord & Ost
(W, NÖ, B, OÖ, S)
Tel: +43 664 536 88 97
E-Mail: andreas.deix@saint-gobain.com



DI (FH) Michael Gangl
Fachberatung
Architektur & Bauphysik
Österreich Süd & West
(T, V, ST, K)
Tel: +43 664 305 05 80
E-Mail: michael.gangl@saint-gobain.com



Technischer Kundenservice:
+43 1 616 29 80-517

Fotos: medwed fotografie, RIGIPS

Das Sacré Coeur als Pionier

Dass Akustik und Sprachverständlichkeit entscheidenden Einfluss auf den Lernerfolg von Schülern und Studierenden haben, können Bauphysiker anhand komplexer Simulationen belegen. Einen lebenden Beweis erbringt Saint-Gobain RIGIPS Austria in Zusammenarbeit mit dem Sacré Coeur in Pressbaum und den Experten des TGM.



Das historisch wertvolle Schulgebäude des Sacré Coeur wird Zug um Zug akustisch ertüchtigt, um die Lehr- und Lernerfolge weiter zu verbessern.

Das Schulgebäude stammt aus der Jahrhundertwende 19./20. Jhd. Die für einen Schulbau außergewöhnlich großen Räume wirken sich zwar im Allgemeinen positiv auf die Raumatmosphäre aus, schaffen im Hinblick auf die Akustik allerdings Probleme. Die überwiegend schallharten Oberflächen bedingen selbst bei Vollbelegung vergleichsweise hohe Nachhallzeiten, was entsprechende Nachteile für die Sprachverständlichkeit zur Folge hat und den Schülerinnen und Schülern das Lernen erschwert. Aber nicht nur für die Zuhörer/innen wirkt sich die lange Nachhallzeit problematisch aus – auch an Lehrerinnen und Lehrern stellt diese Raumkonfiguration erhöhte Anforderungen.

Um die Auswirkungen einer akustischen Ertüchtigung eines Klassenzimmers experimentell zu erarbeiten, hat man einen Raum nach modernsten Techniken optimiert. Die entsprechenden Simulationen zur Planungsunterstützung bzw. die Messung der Ergebnisse vor dem Umbau übernahm als unabhängiger Partner unter der Leitung von HR Ing. Mag. Herbert Müllner die Versuchsanstalt für Akustik und Bauphysik am Technologischen Gewerbemuseum (TGM) in Wien.

DER VERGLEICH MACHT SICHER

Verglichen wurden zwei Klassenzimmer, die unmittelbar nebeneinander liegen und mit einer Grundfläche von jeweils 8 mal 8 Metern, drei Fensterachsen, Putzoberflächen und Parkettböden über annähernd idente Raumabmessungen und -eigenschaften verfügen. Damit kann am konkreten Beispiel nicht nur ein Vorher-Nachher-Vergleich simuliert, sondern jederzeit der direkte Vergleich hergestellt werden, indem man einfach von einer Klasse in die Nachbarklasse wechselt. Die akustische Ertüchtigung erfolgte mit Gyptone Quattro 20 – einer Akustiklochplatte mit Quadratlochung auf Basis einer 10 Millimeter starken Gipsplatte mit einem rückseitig aufkaschierten Akustikvlies. Die speziellen Gipsplatten wurden im gesamten Deckenbereich von der tragenden Decke abgehängt. Zusätzlich wurden an der Seitenwand gegenüber der Fensterfront sowie der Rückwand Gyptone Instant Elemente im oberen Wandbereich installiert. Diese dienen vor allem der Schallabsorption im Rückwandbereich,

damit auch in den hinteren Reihen der Widerhall verringert und die Sprachverständlichkeit deutlich erhöht wird.

Die Messungen durch das TGM zeigen die Verbesserungen, die im Zuge der schalltechnischen Ertüchtigung erzielt werden konnten. So liegen die Nachhallzeiten im nicht ertüchtigten Klassenraum im Frequenzbereich von 500 bis 2.000 Hertz bei über zwei Sekunden. Nach der Installation der Akustiklochplatten verringerte sich die Nachhallzeit auf knapp unter 0,6 Sekunden, was eine für dieses Klassenzimmer optimale Nachhallzeit darstellt.

SIMULATION UND REALITÄT IM EINKLANG

Um die zuvor erstellte Computersimulation auf ihre Genauigkeit zu überprüfen, wurden vom TGM an jedem Schülerarbeitsplatz konkrete Messungen zur Ermittlung der Sprachverständlichkeit vorgenommen. Die errechneten Werte decken sich annähernd mit den tatsächlichen Werten. Darüber hinaus zeigte sich im Zuge der Messungen, dass der Sprachverständlichkeitsindex (STI) nicht nur in der ersten Reihe nahe dem Lehrertisch, sondern bis in die letzte Sitzreihe durchgehend einen Wert von rund 0,75 aufweist, womit eine sehr gute Sprachverständlichkeit im gesamten Klassenraum bescheinigt wird.

Den klarsten Beweis für die tatsächliche akustische Ertüchtigung brachten aber die Nutzer selbst. So erfreut sich der verbesserte Klassenraum vor allem bei Hörübungen höchster Beliebtheit. Dank der besseren Sprachverständlichkeit sind auch die Ergebnisse bei Übungen, Prüfungen und Schularbeiten deutlich besser.

„In einem Haus, das über 100 Jahre alt ist, ist die Akustik aufgrund der hohen Klassenräume eine große Herausforderung. Deswegen ist es uns so wichtig gewesen, uns anzusehen, was sich in den Klassenräumen positiv verändern kann. Die bessere Hörbarkeit und Raumakustik ist für SchülerInnen wie für das Lehrerteam ein merkbarer Benefit.“
(Dir. Dr. Harald Strauß)

Fakten

Sacré Coeur
Klostergasse 12, 3021 Pressbaum

Bauherr/Schulerhalter:
Erzdiözese Wien, 1010 Wien

Baumaßnahme:
Akustische Ertüchtigung Klassenraum

Ausführendes Trockenbauunternehmen:
Trockenbau Kasper, 2453 Sommerein

Akustikmessungen und akustische Simulation:
HR Ing. Mag. Herbert Müllner, Versuchsanstalt,
Fachbereich Akustik und Bauphysik am TGM
Wien, 1200 Wien

Technische Beratung und Projektkoordination:
Ing. Thomas Huber, Leitung Anwendungstechnik
Saint-Gobain Rigips Austria

Raumnutzfläche: 64 m²

Umbauarbeiten: Sommer 2016



Jeder einzelne Sitzplatz in der Klasse wurde genau vermessen. Die gewonnenen Daten werden für weitere Optimierungen genutzt.

tgm
Staatliche Versuchsanstalt

Rigips
SAINT-GOBAIN

IMPRESSUM: Herausgeber: Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH, Gleichentheilgasse 6, 1230 Wien, Tel. +43 1 616 29 80-0, Fax +43 1 616 29 79, www.rigips.com. Für den Inhalt verantwortlich: Ing. Thomas Huber. Grafische Gestaltung: ikp Wien GmbH, 1070 Wien. Druck: JORK printmanagement, 1150 Wien. Hinweis im Sinne des Gleichbehandlungsgesetzes: Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird in diesem Magazin die geschlechtsspezifische Differenzierung wie z.B. Benutzer/innen nicht durchgehend berücksichtigt. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für beide Geschlechter.

