



Unfallkasse Hessen
Partner für Sicherheit



Gewerkschaft
Erziehung und Wissenschaft
Kreisverband Darmstadt



Staatliches Schulamt
für den Landkreis Darmstadt-Dieburg
und die Stadt Darmstadt

**Reduzierung der Lärmbelastung
in Schulen
durch Verbesserung der Raumakustik**

Reduzierung der Lärmbelastung in Schulen durch Verbesserung der Raumakustik

April 2006

Ortrun Rickes
Agnes Gemes
Helmuth Helfmann

Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft
Gagernstraße 8
64283 Darmstadt

Staatliches Schulamt für den Landkreis Darmstadt-Dieburg und die Stadt Darmstadt
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt

Unfallkasse Hessen
Leonardo-da-Vinci-Allee 20
60486 Frankfurt

Reduzierung der Lärmbelastung in Schulen durch Verbesserung der Raumakustik

Der folgende Text wurde zusammengestellt für Lehrkräfte und Eltern, die in Eigenhilfe die Akustik in Klassenzimmern verbessern möchten. Es werden allgemeine Informationen, praktische Hinweise und beispielhafte Anleitungen zur Durchführung dargestellt.

Die klassische Methode

Klassischerweise werden in Unterrichtsräumen zur Beeinflussung der akustischen Eigenschaften „Akustikdecken“ eingebaut. Diese können aus unterschiedlichen schallabsorbierenden Materialien wie gepresster Holzwolle, Mineralwolle, Glaswolle oder gelochten Gipskartonplatten bestehen. Die absorbierende Wirkung wird durch eine Abhängung der Decke von mind. 10 cm optimiert. Zur Befestigung der Akustikplatten ist eine stabile Unterkonstruktion erforderlich. Leuchten können in die Decke integriert werden. Akustikdecken sollten zur Sicherstellung einer sachgerechten Ausführung und aufgrund haftungsrechtlicher Aspekte nur von Fachfirmen eingebaut werden.

Die folgenden Ausführungen sind einem Bericht zur raumakustischen Gestaltung von Klassenräumen von Prof. Dr. Alfred Schmitz entnommen.

Die Absorptionsgrade der Deckenmaterialien reichen von $\alpha = 0,5$ (50% Schallabsorption) bis zu $\alpha = 1$ (100 % Schallabsorption). Je besser der Absorptionsgrad der Deckenelemente, desto weniger Deckenfläche muss damit (absorbierend) gestaltet werden. In der Regel sind die hoch absorbierenden Deckenelemente auch teurer als die weniger absorbierenden.

Wenngleich die Akustik von Klassenräumen im Zweifelsfall individuell gestaltet und optimiert werden sollte, lässt sich für die standardmäßigen Klassenräume ohne weiteren Planungsaufwand die Regulierung durch Einsatz der Standardprodukte erreichen.

Dabei werden folgende Voraussetzungen getroffen:

- *Bei den Klassenräumen handelt es sich nicht um solche, die auch zur Unterrichtung von hörgeschädigten Schülern genutzt werden.*
- *Das Volumen der Klassenräume ist nicht größer als 300 m^3 .*
- *Die Raumhöhe ist nicht höher als 4 m.*
- *Die Raumform ist annähernd Quaderförmig (Schuhkarton) und weist keine Besonderheiten hinsichtlich der Grundrissgestaltung auf.*
- *In den Räumen ist keine Sondernutzung geplant (Sprachlabor o.ä.).*
- *Der Deckenhohlraum beträgt mind. 10 cm (empfohlen $> 20 \text{ cm}$).*

Werden die obigen Voraussetzungen erfüllt, zeigen sowohl die Rechnungen als auch die Erfahrungen, dass bereits der Einbau einer einfachen Akustikdecke, die den gesamten Deckenbereich (je nach Raumgröße ca. $50 \text{ m}^2 - 80 \text{ m}^2$) abdeckt und einen Schallabsorptionsgrad von „nur“ $\alpha = 0,5 - 0,6$ aufweist, ausreicht, um die Nachhallverhältnisse in den Klassenräumen vollständig zu regulieren.

Der Einbau einer einfachen Akustikdecke bedarf daher in der Regel keiner weiteren Planung.

Wegen der Knappheit der Mittel im Schulbau werden die Leistungen für die Errichtung einer Akustikdecke entsprechend ausgeschrieben. Die Vorschriften erfordern oft den Zuschlag für den preisgünstigsten Anbieter. Bei der Verarbeitung sind je nach Hersteller jedoch wichtige Aspekte zu beachten, die zur Funktionstüchtigkeit der Decke notwendig sind. Nicht jeder preisgünstige Verarbeiter ist sich über die Details der Ausführung bzw. deren schalltechnische Auswirkung bewusst. Hier wird empfohlen durch eine entsprechende Bauüberwachung einen sachgerechten Einbau sicherzustellen.

In jedem Fall ist zu vermeiden, dass vorhandene schallabsorbierende Deckensysteme im Zuge von Sanierungen oder Eigenleistung von Lehrern und Eltern unsachgemäß gestrichen werden. Die notwendige Porosität der Deckenplatten wird hierdurch aufgehoben und die Absorptionswirkung geht nahezu vollständig verloren.

Die Preisspanne für den Einbau einer einfachen Akustikdecke beginnt bei $25 \text{ €} / \text{m}^2$ inkl. MwSt. für eine fertig montierte Decke, so dass für einen Klassenraum Kosten von ca. 1500 € entstehen.

Gebäudeerrichtung, Instandhaltung und Sanierung sind originäre Aufgaben der Schulträger. Schulgebäude sind nach den geltenden Bauvorschriften bereit zu stellen. Hierzu gehören auch Anforderungen zur Sicherheit und zum Arbeits- und Gesundheitsschutz. Gute raumakustische Bedingungen sind zur Gesunderhaltung von Lehrenden und Lernenden unbedingte Voraussetzung.

Wie die Untersuchung an Darmstädter Schulen aufgezeigt hat, gibt es eine große Lücke zwischen Wunsch und Wirklichkeit. In ca. einem Drittel der Unterrichtsräume werden die Anforderungen nicht erfüllt. Untersuchungen in anderen Kommunen und Ländern lassen den Schluss zu, dass es sich nicht nur um ein regionales Problem handelt.

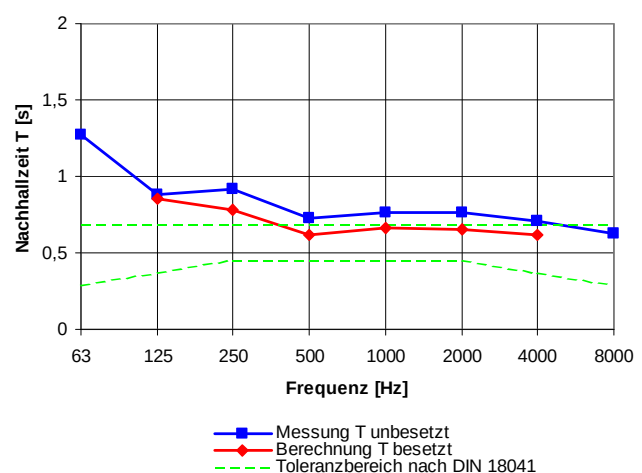
Zu hohe Nachhallzeiten wurden nicht nur in alten Schulen (gebaut in den fünfziger Jahren und früher), sondern auch in modernen oder generalsanierten Schulgebäuden festgestellt. In den letzten Jahren ist eine Tendenz moderner Architektur zu beobachten, ästhetische Gesichtspunkte funktionalen Aspekten unterzuordnen. Dies bringt für die Nutzer von Bildungsstätten nicht nur Einschränkungen und Belästigungen, sondern zum Teil gravierende gesundheitliche Belastungen mit sich.

Beispiele von Klassenräumen mit Akustikdecken

Die folgenden Beispiele sollen aufzeigen, dass selbst in Neubauten nicht optimal ausgeführte Akustikdecken zu mangelhafter Raumakustik führen können.



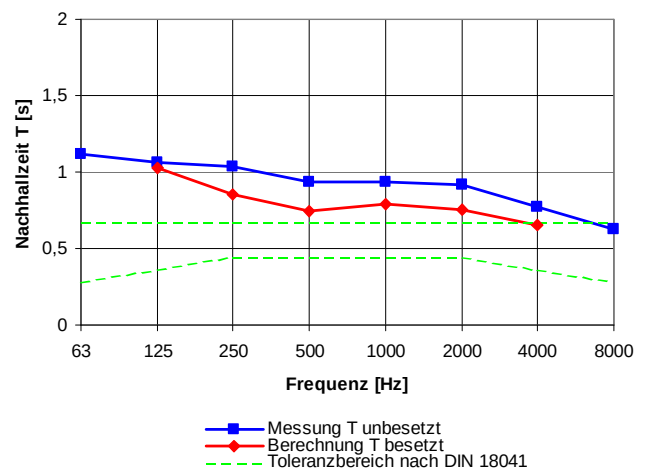
Neubau



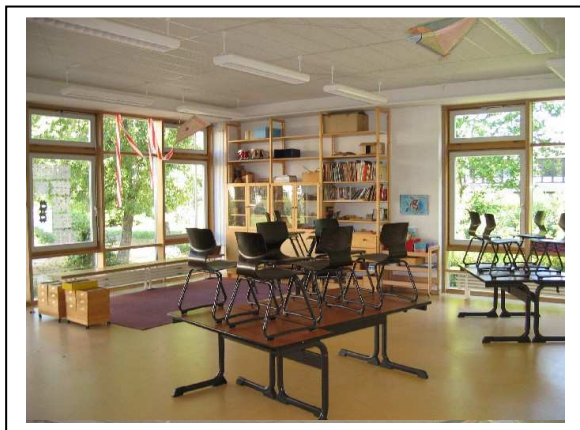
Trotz einer Teilfläche mit Akustikdecke ist die Nachhallzeit im sprachrelevanten Bereich von 250 Hz zu hoch.



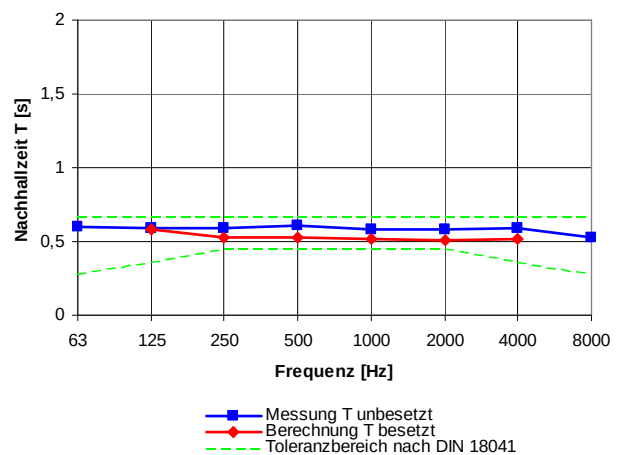
Neubau



Trotz Akustikdecke, die jedoch nur in Teilbereichen der Decke ausgeführt ist, ist die Nachhallzeit im gesamten Frequenzbereich deutlich zu hoch.



Neubau

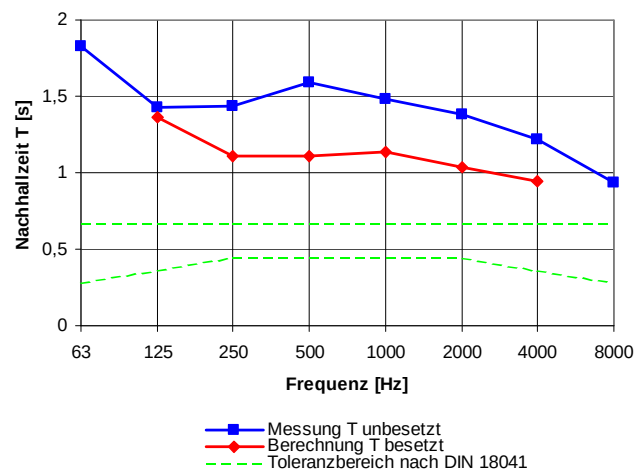


In diesem Klassenraum ist die Raumakustik optimal!

Beispiel eines Klassenraumes ohne Akustikdecke



Fünfzigerjahrebau



Eine kurzfristige Sanierung aller betroffenen Räume durch die Schulträger ist bei der derzeitigen Situation der öffentlichen Haushalte leider nicht realisierbar. Aufgaben, die von den Schulträgern jedoch mindestens erwartet werden, sind die Berücksichtigung der akustischen Normen im Rahmen laufender Schulbausanierungsprogramme und bei allen Neu- und Umbauten, vertragliche Verpflichtung von Planern und ausführenden Firmen zur Erfüllung der akustischen Normen und nach Möglichkeit die vorgezogene Sanierung von besonders problematischen Räumen.

Es bleibt offensichtlich unvermeidbar, dass eine Reihe von Schulen auf Verbesserung durch die zuständigen Stellen noch Jahre warten müssen. In solchen Fällen wird häufig die Frage laut, ob es möglich, die Raumakustik mit einfachen Mitteln in Selbsthilfe, zumindest für den begrenzten Zeitraum bis zur abschließenden Sanierung durch den Schulträger, zu verbessern. Praxistaugliche Empfehlungen zu dieser Fragestellung wurden im Rahmen eines Modellvorhabens an drei Schulen in Darmstadt erarbeitet.

Das Selbsthilfeprojekt

Selbsthilfeaktionen in Schulen sind schon lange nichts Außergewöhnliches mehr. Eltern, Schüler, Lehrkräfte, die den Pausenhof gestalten, Spielgeräte bauen oder die Klassenzimmer streichen, sind vielerorts im Einsatz.

Hierzu ein wichtiger Hinweis: Werden diese Arbeiten offiziell im Auftrag der Schule durchgeführt, sind auch Eltern gesetzlich unfallversichert, wenn Sie infolge der Tätigkeit einen Unfall erleiden. Im Falle eines Falles ist der Unfall über die Schule dem zuständigen Träger

der gesetzlichen Unfallversicherung (in Hessen: Unfallkasse Hessen) zu melden. Eine Anmeldung der Personen im Vorfeld einer solchen Aktion ist nicht erforderlich.



Bild : Klassenraum, der in Eigeninitiative mit „absorbierenden“ Elementen gestaltet wurde

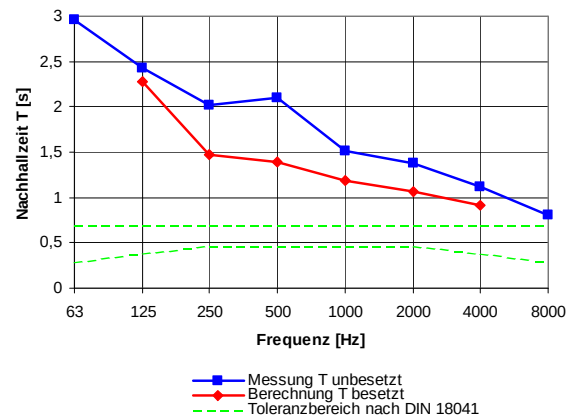


Bild: Nachhallzeitverlauf des „verbesserten“ Klassenraumes

Die Bilder zeigen, wie der Versuch Absorption in Eigeninitiative einzubringen, scheitern kann.

Bei der Auswahl von Materialien, die sich für Selbsthilfeprojekte eignen, sind insbesondere folgende Aspekte zu berücksichtigen:

1. Akustische Eigenschaften
2. Arbeits- und Gesundheitsschutz
3. Brandschutzanforderungen
4. Ggf. Denkmalschutzanforderungen
5. Handhabbarkeit und Verarbeitung
6. Kosten

Nach umfangreichen Recherchen wurden im Rahmen des Projektes unter Berücksichtigung o.g. Kriterien ein akustisch hochwirksamer Schaumstoff, in einigen Räumen ergänzt durch mit Mineralwolle hinterlegte Plattenkonstruktionen, getestet. Bei dem verwendeten Schaumstoff handelt es sich um einen Melaminharzschäum, der die Herstellerbezeichnung Basotect® führt, von Weiterverarbeitern auch unter anderen Namen angeboten wird. Schaumstoff erscheint für die Verarbeitung durch Laien besonders geeignet, da er aufgrund seines

geringen Gewichtes ohne aufwändige Trägerkonstruktionen verbaut werden kann und mit einfachen Hilfsmitteln zu bearbeiten ist. Es sei darauf hingewiesen, dass Wärmedämmstoffe wie Styropor aufgrund der geschlossenen Oberflächenstruktur keine schallabsorbierende Wirkung haben.

Akustische Eigenschaften von Melaminharzschaum

Melaminharzschaum ist ein offenzelliger Schaum mit einer sehr hohen Schallabsorptionsfähigkeit. Die Wirkung von porösen Absorbern in Abhängigkeit von der Frequenz wird durch ihre Dicke bestimmt. Je dicker das Material ist, umso tiefere Frequenzen werden absorbiert. Andererseits ist durch den hohen Preis von Melaminharzschaum die einzubauende Menge gering zu halten. Lösungsansätze dieses Dilemmas lassen sich in Schaffung eines Deckenhohlraumes oder durch Reduzierung der Nachhallzeit im tieffrequenten Bereich mit anderen Maßnahmen finden.

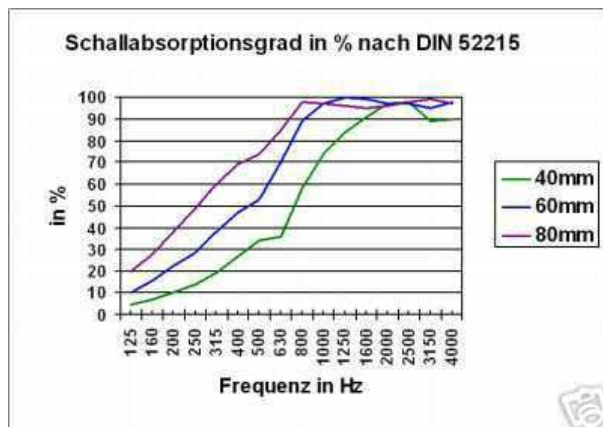


Bild: Schallabsorptionsgrad von Melaminharzschaumplatten verschiedener Dicken

Hinweise zum Brandschutz

Schulen sind im Sinne des Baurechts Sonderbauten. Für diese gelten erhöhte Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes. Fest angebrachte Ausstattungen und größere Dekorationen (z.B. Vorhänge) in Klassenräumen müssen aus mindestens schwerentflammbaren Materialien bestehen (Brandschutzklasse B1). Ausstattungen in notwendigen Fluren und notwendigen Treppenhäusern müssen aus nicht brennbaren Materialien bestehen (Brandschutzklasse A).

Brandschutzklassen nach DIN 4102, Teil 1		
Brandschutzklasse	Eigenschaft	Material
A	nicht brennbar	Beton, Mauerwerk, Böden (Sand, Kies etc.), Zemente, Mörtel, Steinzeug, Baukeramik, Glas, Schaumglas, Massive Gipsbauteile (Gipsdiele), Gusseisen, Stahl, Aluminium
A 1	nicht brennbar, ohne organische Bestandteile, ohne brennbare Bestandteile	Mineralfaserbauteile, Glaswolle
A 2	nicht brennbar mit brennbaren organischen Bestandteilen, brennbare Bestandteile können enthalten sein	Gipskartonplatten (mit geschlossener Oberfläche), Styroporbeton, Mineralwolle
B	brennbar	
B 1	schwerentflammbar	Brandschutzbehandelte Holzwerkstoffe, Hartschaumkunststoffe, Brand muss selbst nach dem Entfernen der Brandquelle verlöschen
B 2	normalentflammbar	Holzbauteile und Holzwerkstoffe mit einer Dicke > 2 mm
B 3	leichtentflammbar	Holzbauteile und Holzwerkstoffe mit einer Dicke < 2 mm, Stroh, Pappen, Papier dürfen nicht verwendet werden

Basotect® ist schwerentflammbar. Mineralwolle ist nichtbrennbar. Hartfaser- und Weichfaserplatten sind zwar normalentflammbar, aufgrund der leichten Demontierbarkeit und der übliche Pinwände nicht übersteigenden Flächenbelegung wurde dies jedoch als zulässig bewertet.

Hinweise zum Arbeits- und Gesundheitsschutz

Melaminharzschaum ist nach derzeitigem Kenntnisstand gesundheitlich unbedenklich. Schultypische Regal- oder Tischplatten sind häufig mit Melaminharz. beschichtet. Beim Schneiden von Melaminharzschaum fällt in geringem Umfang Staub an. Die im Folgenden für den Umgang mit Mineralwollen beschriebenen Schutzmaßnahmen sollten daher, soweit

übertragbar, berücksichtigt werden. Bei geschickter Belegung der Deckenfläche kann das Schneiden der Schaumstoffplatten weitgehend vermieden werden.

Bezüglich der Verwendung von **Mineralwolle** sollte folgendes beachtet werden: Auf keinen Fall darf gebrauchte, alte Mineralwolle verwendet werden. Seit dem 1. Juni 2000 dürfen in Deutschland nur noch neue Produkte verarbeitet werden, die nach der Gefahrstoffverordnung als unbedenklich gelten. In Deutschland stehen mit dem RAL-Gütezeichen gekennzeichnete Produkte zur Verfügung. Hiermit wird die Erfüllung der Gefahrstoffverordnung dokumentiert. Bei der Verarbeitung von mit dem RAL-Gütezeichen gekennzeichneten Produkten sind lediglich die Mindestmaßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Stäuben zu ergreifen (siehe auch Merkblatt der Unfallkasse Hessen „Umgang mit Mineralwollgedämmstoffen“; GUV-I 8593):

- Auf fester Unterlage mit Messer oder Schere schneiden, nicht reißen.
- Für gute Durchlüftung am Arbeitsplatz sorgen. Das Aufwirbeln von Staub vermeiden.
- Arbeitsplatz sauber halten und regelmäßig reinigen. Verschnitte und Abfälle in geeigneten Behältnissen, z.B. Tonnen oder Plastiksäcken, sammeln.
- Locker sitzende, geschlossene Arbeitskleidung und geeignete Handschuhe tragen.
- Bei empfindlicher Haut fettende, gerbstoffhaltige Schutzcreme oder Lotion benutzen.
- Nach Beendigung der Arbeit Baustaub mit Wasser abspülen.

Die Mineralwolle wird nach dieser Anleitung in ein weitgehend geschlossenes Gehäuse eingebaut. Eine direkte Kontaktmöglichkeit der Schülerinnen und Schüler ist somit nicht gegeben. Die Mineralwolle könnte zusätzlich mit einem (schalldurchlässigen) Vlies umhüllt werden.

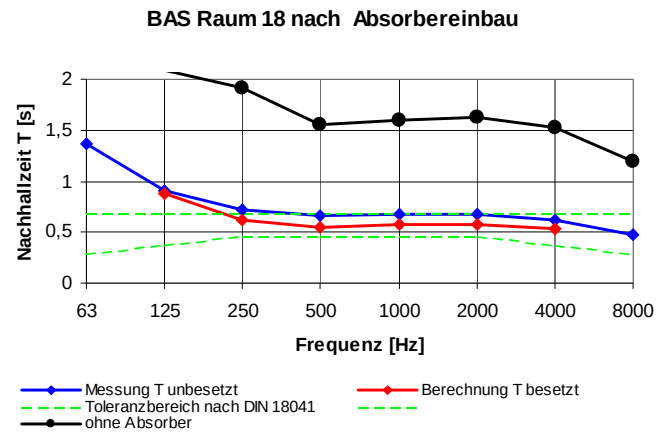
Für die Verklebung von Melaminharzschaum kann eine Vielzahl von marktgängigen **Klebstoffen** eingesetzt werden. Aufgrund seiner chemischen Beständigkeit sind auch lösemittelhaltige Klebstoffe geeignet. Bei deren Verwendung besteht allerdings eine erhöhte Brand- und Explosionsgefahr. Die Sicherheitsratschläge des Herstellers müssen unbedingt beachtet werden. Im Rahmen des Projektes wurde vorwiegend Silikonkleber verwendet. Dieser ist im Sinne der Gefahrstoffverordnung als für den Menschen ungefährlich eingestuft. Während und nach den Arbeiten sollte jedoch gut gelüftet werden. Manche Silikonkleber können zu Geruchsbelästigungen führen. Es ist sinnvoll, im Vorfeld eine „Klebprobe“ durchzuführen.

Ergebnisse der Modellversuche

Bernhard-Adelung-Schule



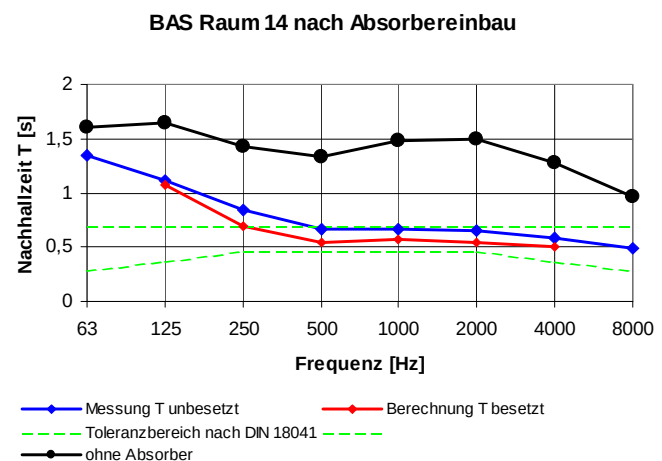
Bild: Raum 18



In Raum 18 wurde nur die Decke behandelt. Die Absorberfläche beträgt 24 m² (ca. 35% der Grundfläche). Durch eine Unterkonstruktion mit zugeschnittenen Melaminharzstreifen wurde ein Deckenhohlraum von 20 cm geschaffen.



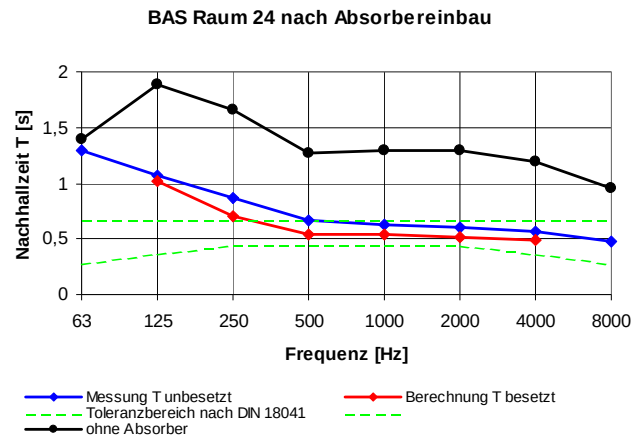
Bild: Raum 14



In Raum 14 wurde an der Decke eine Absorberfläche von 30 m² (ca. 45% der Grundfläche) eingebracht. Der Wandabsorber an der Rückwand (weiße Fläche im oberen Wandbereich) wurde mit Hartfaserplatten aufgebaut.



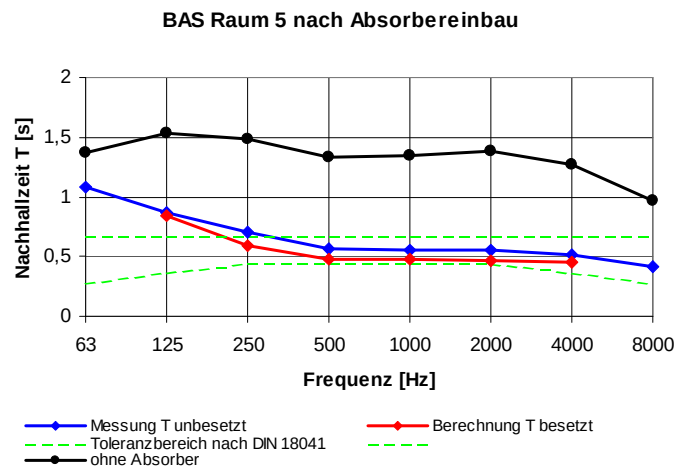
Bild: Raum 24



In Raum 24 wurde an der Decke eine Absorberfläche von 24 m² (ca. 40% der Grundfläche) eingebracht. Der Wandabsorber an der Rückwand (braune Fläche im oberen Wandbereich) wurde mit Weichfaserplatten aufgebaut.



Bild: Raum 5



In Raum 5 wurde an der Decke eine Absorberfläche von 33 m² (ca. 55% der Grundfläche) eingebracht. Der Wandabsorber an der Rückwand (graue Fläche im hinteren Wandbereich) wurde mit 10 Magnettafeln einer Größe von 80cm * 100cm aufgebaut.

Eleonorenschule



Bild: Raum 205

In Raum 205 wurde nur die Decke behandelt. Die Absorberfläche beträgt 22 m² (ca. 35% der Grundfläche), verteilt auf drei Felder. Durch eine Unterkonstruktion mit zugeschnittenen Melaminharzstreifen wurde ein Deckenhohlraum von 20 cm geschaffen.

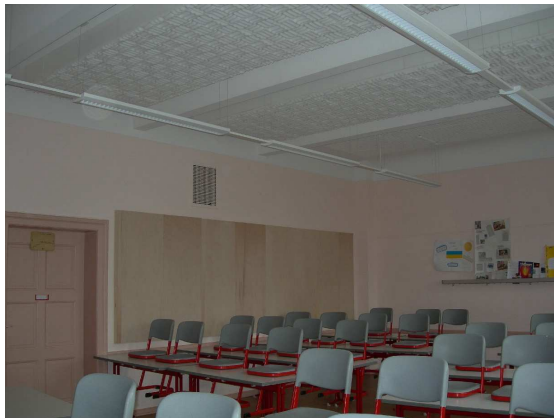
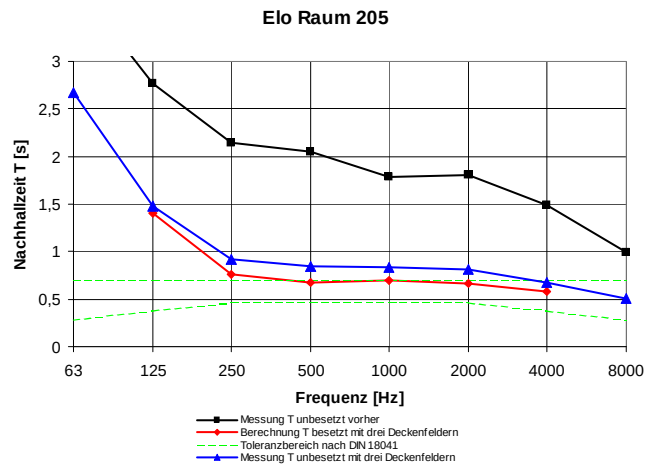
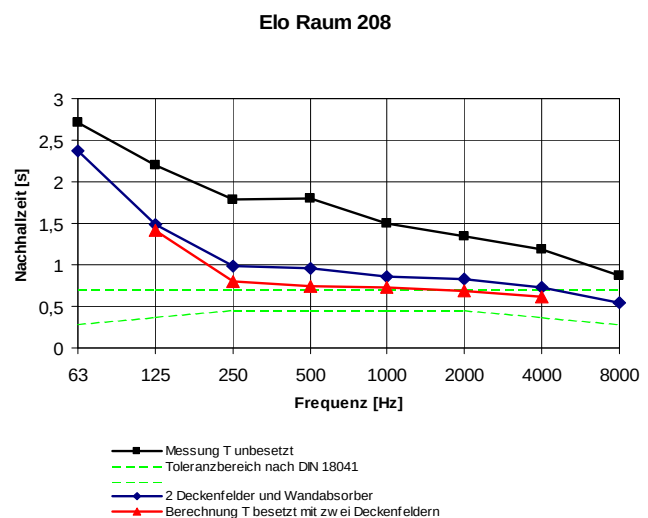


Bild: Raum 208

In Raum 208 wurde an der Decke eine Absorberfläche von 16 m² (ca. 27% der Grundfläche) mit einem Hohlraum von 20 cm eingebracht. Der Wandabsorber an der Seitenwand wurde mit Sperrholzplatten aufgebaut. Die aus einem früheren Selbsthilfeversuch in zwei Deckenfeldern angebrachten Styroporplatten erweisen sich als vollkommen wirkungslos.



Ludwig-Georgs-Gymnasium

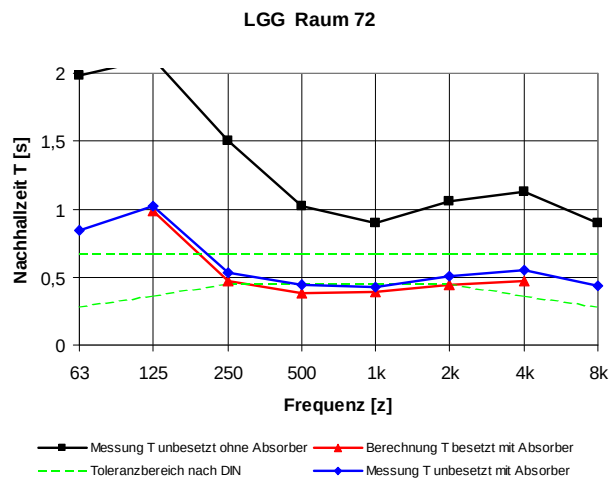


Bild: Raum 72

In Raum 72 wurde nur die Decke behandelt. Der Versuch einen zusätzlichen Wandabsorber zu bauen, blieb erfolglos. Die Absorberfläche beträgt 36 m² (ca. 60% der Grundfläche), verteilt auf drei Felder. Durch eine Unterkonstruktion mit 30 cm breiten Melaminharzstreifen wurde zusätzliches Absorbervolumen bzw. ein Deckenhohlraum von 5 cm geschaffen.

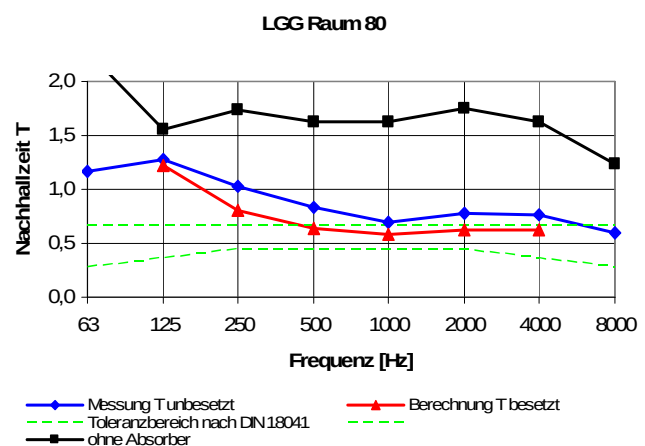
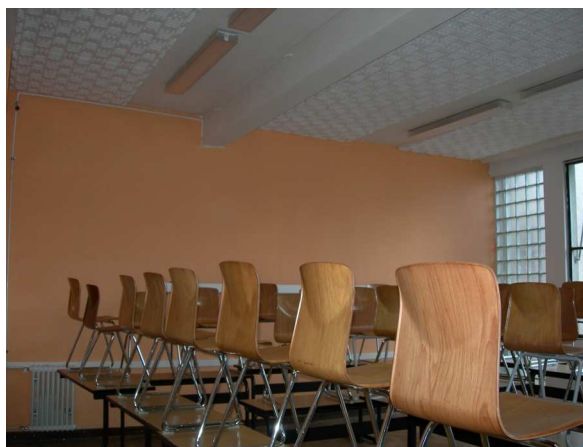


Bild: Raum 80

In Raum 80 wurde nur die Decke behandelt. Die Absorberfläche beträgt 29 m² (ca. 60% der Grundfläche). Die 45 mm starken Platten wurden ohne Unterkonstruktion aufgeklebt. Trotz der Maßnahme ist die Nachhallzeit im Bereich tiefer Frequenzen erwartungsgemäß weiterhin zu hoch.

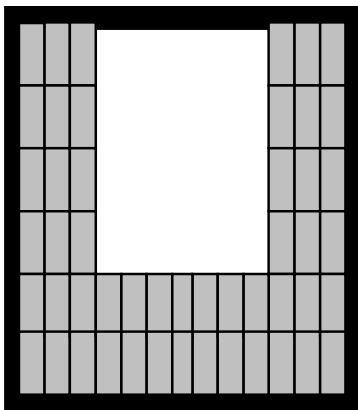
Bauanleitungen und Hinweise zur Verarbeitung

Deckenabsorber

Durch die Anbringung von Melaminharzschaum an der Decke können die Nachhallzeiten wirksam reduziert werden. Etwa die Hälfte der Deckenfläche sollte mindestens belegt werden. Die bei den Modellversuchen verwendete Materialstärke betrug 45 mm. Es wurden Platten mit einer waffelartigen Oberfläche eingesetzt. Diese Oberflächenstruktur hat keine besonderen akustischen Vorteile. Platten mit anderer Oberflächenstruktur oder einer glatten Oberfläche können ebenso eingesetzt werden. Von noch geringeren Dicken ist unbedingt abzuraten, da dann eine weitere Verschlechterung der Wirkung im Bereich tiefer Frequenzen zu erwarten ist.

Die Platten sollen aus folgenden Gründen am Rand der Decke angebracht werden:

- Dies ist akustisch günstig.
- Der Einbau wird vereinfacht, da man die Platten an der Wand, Vorhangschiene etc. ausrichten kann
- Nachträglich eingebrachte Aufputz-Leitungen können kaschiert werden



Bilder: Deckenbelegung

Als Klebstoff kann handelsübliches Silikon empfohlen werden. Da die Platten sehr leicht sind, reicht der Auftrag von drei mittelgroßen Wülsten in Längsrichtung. Die Platten können sehr leicht mit einem scharfen Messer geschnitten werden. Aus Gründen der Arbeitssicherheit wird bei Raumhöhen über 3 m die Aufstellung eines Gerüsts empfohlen. So ist auch das Andrücken der Platten an die Decke mit 2 Personen am einfachsten.

Wenn die Arbeiten gut vorbereitet sind und 3 Personen mitarbeiten, kann die Decke an einem halben Tag fertiggestellt sein.

Werden statt Waffel- oder Pyramidenplatten solche mit glatter Oberfläche eingesetzt, empfehlen die Hersteller aus optischen Gründen Schattenfugen von ca. 1 cm Breite vorzusehen.

Alternativ sind zahlreiche weitere kreative Ideen zur Platzierung der Schaumstoffplatten möglich z.B. Auflegen auf gespannte Drahtseile oder Armierungsgitter oder vertikales Aufhängen der Platten frei im Raum (siehe Bilder). Diese Lösungen erwiesen sich jedoch aus praktischen und optischen Gründen als weniger empfehlenswert.



Bild: Melaminharzschaumstoffplatten auf abgehängten Armierungsgittern



Bild: An Drähten hängende Absorberplatten

Sollte an der Decke nicht genügend Fläche zur Verfügung stehen, können Platten auch an die Raumwände (möglichst Rückwand) geklebt werden (wegen der Empfindlichkeit des Materials oberhalb der Griffhöhe).

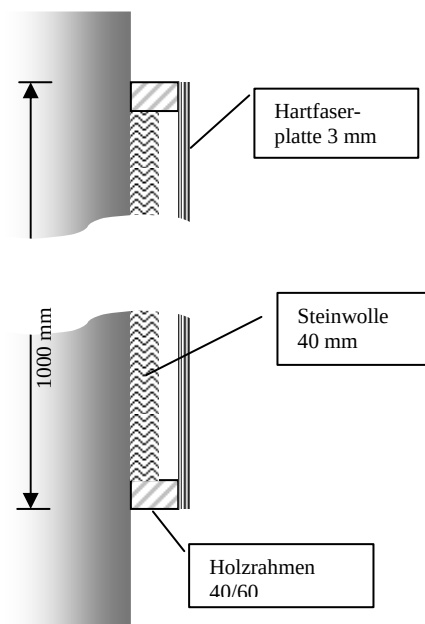
Bei hoher Luftfeuchtigkeit dehnt sich der Schaumstoff aus. Zur Vermeidung unerwünschter Fugen sollte das Material daher 24 Stunden vor dem Einbau bereits ausgepackt im Klassenraum oder einem vergleichbaren Raum gelagert werden.

Wandabsorber

Die Einbringung des Schaums an der Decke bringt leider in den tiefen Frequenzen nicht den nötigen Erfolg, da hierfür eine sehr große Materialdicke oder ein Hohlraum von 20 bis 30 cm gebraucht würde. Einen solchen Hohlraum herzustellen, ist deutlich aufwändiger und bedeutet zudem einen erhöhten Materialeinsatz, da zusätzliche Streifen für die Unterkonstruktion benötigt werden. Beispielhaft wurde dies in den Räumen 18, 205, 208 und 72 durchgeführt (siehe Bilder). Ein weiterer Nachteil ist, dass die Zerstörungsanfälligkeit durch den Hohlraum größer wird.

Wir schlagen daher zur Regulierung der Nachhallzeit im tieffrequenten Bereich die Anbringung von sogenannten „Plattenresonatoren“ an den Wänden vor. Diese können als Pinwände genutzt werden. Die Platten sollten einen Wandabstand von ca. 6 cm aufweisen. Die Fläche sollte 8 m² möglichst nicht unterschreiten. Es gilt, je mehr desto besser.

Als Pinwand eignet sich z.B. eine weiß beschichtete Hartfaserplatte (3 mm oder 5 mm), die man von Schrankwänden kennt. Alternativ sind Sperrholzplatten (3 bis 4 mm) oder großformatige Magnettafeln geeignet. Die Platten werden frei schwingend auf Querlatten aufgeschraubt. Der Hohlraum wird zur Wand mit Steinwollplatten ausgekleidet. (Soll die Ausführung faserfrei gehalten werden, können auch Melaminharzplatten eingebracht werden). Zwischen den Steinwollplatten und den Hartfaserplatten bleibt ein kleiner Luftraum. Hierdurch soll erreicht werden, dass die Platten ungehindert schwingen können.



Materialkosten:

Für einen laufenden Meter Absorberwand (1 m hoch) entstehen folgende Kosten:

1. Rahmen 40/60	1,30 €
2. Hartfaserplatte 3 mm - weiß (alternativ 5mm 7,50 €)	5,00 €
3. Steinwolle 40 mm	1,70 €
4. Schrauben, Dübel, Klebeband	2,00 €
Summe:	10,00 €

Melaminharzschaumplatten

Aktuelle Umfragen (März 2006) bei Firmen, die Produkte aus Melaminharzschaumstoff vertreiben, ergeben eine Preisspanne von ca. 15€ bis 30€ pro Platte (1,25m*0,625m*0,05m). Platten mit glatten Oberflächen sind grundsätzlich preisgünstiger, als solche mit strukturierten Oberflächen. Zumeist werden feste Verpackungseinheiten angeboten z.B. 1 Karton mit 22 Platten. Ein sorgfältiger Preisvergleich ist zu empfehlen. Auf Anfrage wurden Rabatte in Aussicht gestellt.

Günstiger ist sogenannte B-Ware. Dabei handelt es sich um Material mit kleineren Schönheitsfehlern, die aber die akustische Wirkung nicht beeinträchtigen. B-Ware fällt aufgrund des empfindlichen Produktionsprozesses regelmäßig an. Hier sind Preise von unter 10€ pro Platte möglich. Im Rahmen des Modellvorhabens wurde B-Ware der Firma Illbruck für 9€ pro Platte bezogen.

Auch bei Ebay werden immer wieder Akustikschäume angeboten. Dabei ist aber genau darauf zu achten, dass es sich um den schwerentflammbaren Basotect-Schaum handelt und nicht um brennbare PU-Schäume.

Schallabsorbierende Gestaltung von Einrichtungsgegenständen

Ergänzend können zu den beschriebenen Maßnahmen auch Einrichtungsgegenstände zur Schallabsorption eingesetzt werden. Offene Regalsysteme, die nicht belegt sind, absorbieren den Schall nur wenig. Erst wenn die Regale mit Büchern, Papier, Spielmaterial o.ä. voll

gestellt sind, ergeben sich Absorptionsgrade von $\alpha = 0,4 - 0,8$. Teppiche und Vorhänge reduzieren die Nachhallzeiten im Bereich hoher Frequenzen. Bei tiefen Frequenzen sind sie jedoch wirkungslos. In Klassenzimmern von Grundschulen werden häufig Leseecken mit Matratzen, Postersesseln oder –sofas eingerichtet. Unter dem Gesichtspunkt der Raumakustik ist dies als günstig zu bewerten.

Grenzen der Selbsthilfemaßnahmen und Ausblick

Noch liegen keine Erfahrungen über die Dauerhaftigkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen vor. Der erste Raum (Raum 18) wurde im Sommer 2005 fertiggestellt. Trotz anfänglicher Befürchtungen sind Beschädigungen bisher unterblieben. Eine hohe Beständigkeit des Melaminharzschaumstoffes gegen Vergilben oder mechanischen Veränderungen wird vom Hersteller garantiert.

Bei raumakustisch besonders schwierigen Räumen mit Nachhallzeiten von über 2 Sekunden bei tiefen Frequenzen stoßen die vorgeschlagenen Maßnahmen an ihre Grenzen (siehe Eleonorenschule).

Es soll an dieser Stelle auch noch mal darauf hingewiesen werden, dass es sich um temporäre Ersatzmaßnahmen handelt, die auf Dauer durch bauliche Maßnahmen der Schulträger ersetzt werden müssen.

Die beschriebenen Vorschläge sind bei begrenzten finanziellen und zeitlichen Ressourcen entwickelt worden. Gerne nehmen die u.g. Ansprechpartner weitere Anregungen, Hinweise und vor Allem gute Ideen zur Weiterentwicklung von Umsetzungshilfen für die Verbesserung der akustischen Bedingungen in Schulen entgegen.

Links

<http://www.fluesterndesklassenzimmer.de>

Für das Darmstädter Projekt eingerichtetes Internetangebot

<http://schuleundgesundheit.hessen.de/module/arbeitsschutz/laerm/>

Internetportal des Hessischen Kultusministeriums, Arbeitsfeld Schule & Gesundheit

http://www.owa.de/deutsch/func_aku_nachhall.htm

Online-Rechenprogramm zur Bestimmung der Nachhallzeiten von Klassenzimmern

Ansprechpartner für Hinweise, Fragen und Beratung:

Ortrun Rickes

Unfallkasse Hessen
Leonardo-da-Vinci-Allee 20
60486 Frankfurt am Main
Telefon: 069 2997274254
Email: o.rickes@ukh.de

Agnes Gemes

Staatliches Schulamt für den Landkreis
Darmstadt-Dieburg und die Stadt Darmstadt
Rheinstraße 95
64 295 Darmstadt
Telefon: 06151 3682490
Email: a.gemes@da.ssa.hessen.de

Helmuth Helfmann

Gewerkschaft Erziehung und
Wissenschaft (GEW)
Gagernstraße 8
64283 Darmstadt
Telefon: 06151 292504
Email: info@gew-darmstadt.de

Anhang: Hersteller von Produkten aus Melaminharzschaumstoff

Caparol GmbH
Rossdörfer Straße 50
64372 Ober-Ramstadt

Tel.: (06154) 710
Fax: (06154) 711391

Hanno-Werk GmbH & Co. KG
Postfach 140120
30870 Laatzen

Tel.: (0 51 02) 7000-0
Fax: (0 51 02) 7000-10

Sonatech GmbH + Co. KG
Mendelsohnstr. 2
87700 Memmingen,

Tel.: (08331) 92686-0,

Tschuschke GmbH
Pfingstweide 25
61169 Friedberg

Tel.: (06031) 61035
Fax: (06031) 61037

WKT - Letsch
Produktions- und Handels GmbH
Lise-Meitner-Str. 26
63457 Hanau-Großauheim

Tel.: (0 61 81) 50 09-0
Fax: (0 61 81) 50 09-99

Anhang: DIN 18041 »Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen «

Festlegungen für Sollnachzeiten finden sich in DIN 18041 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“. Die in dieser Norm dargestellten Formeln zur Berechnung der Sollnachhallzeit (T_{soll}) gelten für Räume in besetztem Zustand. Im Allgemeinen soll die Nachhallzeit des Raumes in unbesetzten Zustand nicht mehr als 0,2 s über dem Sollwert nach Nr. 4.3.2 der DIN 18041 liegen.

In der Norm DIN 18041 werden in Abhängigkeit verschiedener Nutzungsarten und des Raumvolumens Sollwerte der Nachhallzeit angegeben. Die unterschiedenen Nutzungsarten sind Unterricht, sonstige Sprachdarbietungen, Musik und Sport.

Der Sollwert der Nachhallzeit für die Nutzungsart Unterricht ist wie folgt zu berechnen:

$$T_{\text{soll}} = (0,32 \lg V - 0,17) \text{ s}$$

Für ein Standardklassenzimmer mit einem Raumvolumen V von 180 m³ ergibt sich eine Sollnachhallzeit von 0,55 s.

DIN 18041 sieht einen Toleranzbereich der Nachhallzeit in Abhängigkeit von der Frequenz vor. Dieser beträgt bei mittleren Frequenzen +/- 20 Prozent.

Die Sollwerte der Norm sind für die Oktavbänder von 125 Hz bis 4000 Hz anzuwenden.

Nach der Norm DIN 18041 wird empfohlen in folgenden Fällen der Nutzungsart Unterricht die Sollnachhallzeit nochmals um 20 Prozent zu reduzieren (insbesondere in den Oktavbändern 250 Hz bis 2000 Hz):

Wenn Personen (z.B. Schüler, Kindergartenkinder) mit eingeschränktem Hörvermögen die Räume benutzen.

Wenn Kommunikation in einer Sprache, die nicht als Muttersprache gelernt wurde, stattfindet.

Bei der Kommunikation mit Personen (z.B. Schüler, Kindergartenkinder), die Deutsch als Fremdsprache sprechen.

Bei der Kommunikation mit Personen (z.B. Schüler, Kindergartenkinder), die auf andere Weise ein Bedürfnis nach erhöhter Sprachverständlichkeit haben, z.B. Personen mit Sprach- oder Sprachverarbeitungsstörungen, Konzentrations- bzw. Aufmerksamkeitsstörungen, Leistungsschwäche.