

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA PROVINCIA
7 luglio 2008, n. 26
(Registrato alla Corte dei Conti il 18.8.2008, registro 1, foglio 13)

Regolamento per la costruzione di scuole di musica

IL PRESIDENTE DELLA PROVINCIA

Vista la deliberazione della Giunta provinciale n. 1427 del 28.4.2008

emana

il seguente regolamento:

Art. 1

Ambito di applicazione del regolamento

1. Per la costruzione degli edifici in cui l'Istituto per l'educazione musicale in lingua tedesca e ladina e l'Istituto per l'educazione musicale in lingua italiana svolgono la loro attività di insegnamento si applicano, oltre alle direttive per l'edilizia scolastica, approvate con decreto del Presidente della Giunta provinciale 14 gennaio 1992, n. 2, e successive modifiche, le direttive tecniche di cui agli allegati A e B.

2. Le direttive tecniche di cui all'allegato A, limitatamente al capitolo 6 "Acustica degli spazi", si applicano anche al Conservatorio di musica.

3. Le prescrizioni contenute nella legge provinciale 21 maggio 2002, n. 7 - "Disposizioni per favorire il superamento o l'eliminazione delle barriere architettoniche", e successive modifiche, sono applicate sia agli ambienti interni che a quelli esterni.

Il presente decreto sarà pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Bolzano, 7 luglio 2008

IL PRESIDENTE DELLA PROVINCIA
L. DURNWALDER

DEKRET DES LANDESHAUPTMANNES
vom 7. Juli 2008, Nr. 26
(Registriert beim Rechnungshof am 18.8.2008, Register 1, Blatt 13)

Verordnung für den Bau von Musikschulen

DER LANDESHAUPTMANN

hat den Beschluss der Landesregierung Nr. 1427 vom 28.4.2008 zur Kenntnis genommen und

erlässt

folgende Verordnung:

Art. 1

Anwendungsbereich der Verordnung

1. Für den Bau der Schulgebäude, in denen das Institut für Musikerziehung in deutscher und ladinischer Sprache und das Institut für Musikerziehung in italienischer Sprache ihre Lehrtätigkeit ausüben, gelten neben den mit Dekret des Landeshauptmanns vom 14. Jänner 1992, Nr. 2, in geltender Fassung, genehmigten Schulbaurichtlinien auch die technischen Richtlinien laut den Anhängen A und B.

2. Die im Anhang A enthaltenen technischen Richtlinien gelten auch, beschränkt auf das 6. Kapitel „Raumakustik“, für das Konservatorium.

3. Die Rechtsvorschriften des Landesgesetzes vom 21. Mai 2002, Nr. 7 - „Bestimmungen zur Förderung der Überwindung oder Beseitigung architektonischer Hindernisse“, in geltender Fassung, gelten sowohl für die Außen- als auch für die Innengestaltung.

Dieses Dekret ist im Amtsblatt der Region kundzumachen. Jeder, dem es obliegt, ist verpflichtet, es zu befolgen und für seine Befolgung zu sorgen.

Bozen, 7. Juli 2008

DER LANDESHAUPTMANN
L. DURNWALDER

1. Premessa**1.1. Obiettivi**

I parametri indicativi sono intesi a raggiungere uno standard qualitativo omogeneo su tutto il territorio provinciale.

A tal fine sono definiti i requisiti per il dimensionamento degli spazi e la qualità edilizia.

2. Requisiti dell'edificio**2.1. Qualità edilizia**

Per qualità edilizia si intende l'insieme delle caratteristiche generali dell'edificio, con particolare riferimento a:

- qualità urbanistica e architettonica dell'edificio,
- facile raggiungibilità della scuola con i mezzi di trasporto pubblici,
- funzionalità ottimale e qualità degli spazi,
- superfici esterne (cortili interni, terrazzi, giardini,...) destinate alla ricreazione e all'esecuzione musicale all'aperto,
- appropriata acustica degli ambienti,
- arredamento e attrezzature adeguati,
- economia e sostenibilità gestionale,
- flessibilità nell'organizzazione degli spazi,
- soluzioni innovative e creative alla luce della destinazione culturale dell'edificio.

3. Programma spazi**3.1. Modalità di calcolo**

Il programma spazi viene determinato secondo la tabella A - "COMPUTO PROGRAMMA PLANIVOLUMETRICO", in base al numero degli allievi della rispettiva direzione didattica.

3.2. Utilizzo di strutture esistenti

Per soddisfare il fabbisogno riportato nella tabella A devono essere utilizzati edifici scolastici esistenti. Qualora ciò non bastasse a coprire il fabbisogno di spazi, si procede all'ampliamento o alla costruzione di nuovi edifici. In tal caso deve essere dimostrato e adeguatamente motivato che il programma planivolumetrico non può essere realizzato in edifici esistenti.

La costruzione di un edificio funzionalmente autonomo è ammessa solo per scuole con almeno 700 allievi.

1. Vorbemerkungen**1.1. Zielsetzung**

Mit diesen Richtwerten soll ein landesweit homogener Qualitätsstandard erreicht werden.

Es werden hierzu die Anforderungen an die Bemessung der Räume und an die bauliche Qualität definiert.

2. Anforderungen an das Gebäude**2.1. Bauliche Qualität**

Die bauliche Qualität wird als umfassende Eigenschaft des Gebäudes verstanden und bezieht sich insbesondere auf:

- städtebauliche und architektonische Qualität des Bauwerks,
- gute Erreichbarkeit der Schule durch öffentliche Verkehrsmittel,
- optimale funktionelle Lösung und räumliche Qualität,
- Freiflächen (Innenhof, Terrasse, Garten,...) für den Aufenthalt und das Musizieren im Freien,
- gut abgestimmte Raumakustik,
- angemessene Ausstattung und Einrichtung,
- Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit,
- Flexibilität bei der Raumgestaltung,
- innovative und kreative Gestaltung im Hinblick auf die kulturelle Bestimmung des Gebäudes.

3. Raumprogramm**3.1. Berechnungsmodus**

Das Raumprogramm wird anhand der Tabelle A - „BERECHNUNG RAUMPROGRAMM“ auf der Grundlage der Anzahl der Schülerinnen bzw. Schüler der betreffenden Schuldirektion erstellt.

3.2. Nutzung vorhandener Strukturen

Für den Bedarf laut Tabelle A sollen bestehende Schulgebäude verwendet werden. Nur wenn der Bedarf damit nicht gedeckt werden kann, sind Gebäudeerweiterungen oder Neubauten vorzunehmen. In diesem Fall muss mit einer angemessenen Begründung nachgewiesen werden, dass das Raumprogramm in den bestehenden Gebäuden nicht umgesetzt werden kann.

Der Neubau eines funktional unabhängigen Schulgebäudes ist nur dann zulässig, wenn das Gebäude für mindestens 700 Schülerinnen bzw. Schüler bestimmt ist.

3.3. Utilizzo promiscuo di singoli locali

I locali destinati ad uso promiscuo con la scuola dell'obbligo devono essere attrezzati in modo idoneo.

Lo svolgimento ottimale delle lezioni deve essere garantito per entrambe le scuole.

3.4. Descrizione dei singoli ambienti

- **A1 Aula, superficie utile 20 m2**
Aula per lezioni individuali o di gruppo fino ad un massimo di 4 allievi, per l'insegnamento di diversi strumenti musicali. I requisiti acustici sono quindi generici e non riferibili ad un particolare strumento.
- **A2 Aula, superficie utile 40 m2**
Aula per lezioni di strumento per un minimo di 5 fino ad un massimo di 15 allievi. I requisiti acustici sono gli stessi dell'aula A1. In caso di utilizzo promiscuo con la scuola dell'obbligo deve essere previsto uno spazio libero da arredi, commisurato al gruppo di allievi.
- **A3 Aula, superficie utile 40 m2**
Aula per lezioni di teoria, distinta dall'aula A2 per l'arredo. Essa deve prevedere un pianoforte, una lavagna a parete con pentagramma e banchi per 15-20 allievi.
- **A4 Aula, superficie utile 60 m2**
Aula per l'insegnamento di strumenti musicali a percussione, con specifici requisiti di fonoisolamento e acustica dello spazio. Poiché in questo tipo di aule sono collocati e custoditi strumenti di notevole ingombro, non è possibile un utilizzo promiscuo con la scuola dell'obbligo.
- **A5 Aula, superficie utile 60 m2**
Aula per la didattica musicale prescolare, per canto, coro di bambini e giovanile, teatro musicale e danza, banda e orchestra d'archi, big band e altri complessi musicali. L'arredamento deve essere molto flessibile in funzione della destinazione peculiare di questo tipo di aula.

3.3. Gemeinsame Nutzung einzelner Räume

Räume, die für eine gemeinsame Nutzung mit der Pflichtschule vorgesehen sind, müssen entsprechend ausgestattet werden.

Für beide Schulen muss eine einwandfreie Abwicklung des Unterrichts gewährleistet sein.

3.4. Beschreibung der einzelnen Räume

- **A1 Unterrichtsraum, Nutzfläche 20 m2**
Dieser Raum ist für den Einzelunterricht bzw. für den Unterricht von Gruppen bis zu 4 Schülerinnen und Schülern bestimmt. Hier werden die verschiedensten Instrumente unterrichtet. In Bezug auf die Raumakustik werden deshalb allgemeine und nicht instrumentenspezifische Anforderungen gestellt.
- **A2 Unterrichtsraum, Nutzfläche 40 m2**
Dieser Raum ist für den Instrumentalunterricht von Gruppen von 5 bis 15 Schülerinnen bzw. Schülern bestimmt. Es werden dieselben raumakustischen Anforderungen gestellt wie für den Unterrichtsraum A1. Bei einer gemeinsamen Nutzung mit der Pflichtschule muss eine der Größe der Schülergruppe entsprechende möbelfreie Fläche vorhanden sein.
- **A3 Unterrichtsraum, Nutzfläche 40 m2**
Dieser Raum ist für den Theorieunterricht vorgesehen und unterscheidet sich vom Unterrichtsraum A2 in der Ausstattung. Es müssen ein Klavier, eine Notentafel und Schulbänke für 15-20 Schülerinnen bzw. Schüler bereit stehen.
- **A4 Unterrichtsraum, Nutzfläche 60 m2**
Dieser Raum ist für den Perkussionsunterricht bestimmt. Es bestehen somit spezifische schallschutztechnische und raumakustische Anforderungen. Nachdem in solchen Räumen sehr sperrige Instrumente aufgestellt und aufbewahrt werden, ist eine gemeinsame Nutzung mit der Pflichtschule nicht möglich.
- **A5 Unterrichtsraum, Nutzfläche 60 m2**
In diesem Raum werden musikalische Früherziehung, Singen, Kinder- und Jugendchor, Musik- und Tanztheater, Blas- und Streichorchester, Big Band und weitere Ensembles unterrichtet. Aufgrund der besonderen Zweckbestimmung solcher Räume wird eine sehr flexible Möblierung benötigt.

- **B1 Auditorium con palco**, altezza minima della sala 4,5 m
L'auditorium è destinato alle piccole manifestazioni che si tengono nel corso dell'anno scolastico. Per il concerto finale o per manifestazioni di una certa rilevanza si deve di norma fare riferimento ad altre strutture pubbliche. Il numero dei posti a sedere è per questo motivo riferito al 10% circa della totalità degli iscritti. La superficie prevede 1,5 m² per posto a sedere, cui aggiungere la superficie del palcoscenico. L'altezza della sala è da considerare caratteristica essenziale per le prestazioni acustiche. Nelle scuole con meno di 900 allievi la sala viene utilizzata solo per manifestazioni interne; in scuole con più di 900 allievi essa deve essere adibita e collaudata anche per manifestazioni pubbliche. La sala deve essere dotata di un podio fisso o amovibile.
- **C1 Locale insegnanti**
Nel locale insegnanti devono essere previsti un tavolo riunioni e piani d'appoggio. Per il dimensionamento viene fatto riferimento alla presenza media giornaliera della metà del personale didattico.
- **C2 Uffici amministrativi**
La superficie comprende un ufficio con zona riunioni per il direttore o la direttrice della scuola e una segreteria.
- **D1 Foyer auditorium**
L'auditorium deve anche essere raggiungibile autonomamente dall'esterno della scuola attraverso il foyer.
- **D2 Servizi igienici auditorium**
I servizi igienici sono separati per consentire un utilizzo esterno della sala.
- **D3 Deposito auditorium**
Vano da utilizzare come deposito sedie e materiale vario a servizio dell'auditorium.
- **D4 Archivio amministrazione**
Deve essere localizzato in prossimità degli uffici.
- **D5 Depositi**
Vano utilizzato prevalentemente per strumenti musicali e spartiti. È possibile suddividere la superficie totale in più vani, facilmente accessibili dalle singole aule.
- **B1 Vortragssaal mit Bühne**, Raumhöhe mindestens 4,5 m
Der Vortragssaal ist für die kleineren Veranstaltungen während des Schuljahres vorgesehen. Für das Abschlusskonzert oder für größere Veranstaltungen soll in der Regel auf andere öffentliche Strukturen zurückgegriffen werden. Deshalb entspricht die Anzahl der Sitzplätze ca. 10% der Schülerzahl. Die Fläche wurde mit 1,5 m² je Sitzplatz berechnet und mit der Fläche der Bühne ergänzt. Die Raumhöhe des Saals ist im Hinblick auf die Raumakustik als wesentliches Qualitätsmerkmal zu betrachten. In Schulen mit weniger als 900 Schülerinnen bzw. Schülern wird der Saal nur für interne Veranstaltungen genutzt; in Schulen mit mehr als 900 Schülerinnen bzw. Schülern muss der Saal auch für öffentliche Veranstaltungen ausgestattet und zugelassen sein. Der Saal muss mit einem festen oder beweglichen Podium ausgestattet sein.
- **C1 Lehrerzimmer**
Das Lehrerzimmer muss mit einem Konferenztisch und mit Ablagen ausgestattet sein. Für die Bemessung gilt als Richtlinie, dass täglich die Hälfte des gesamten Lehrpersonals gleichzeitig anwesend ist.
- **C2 Verwaltungsbüros**
Auf der angegebenen Fläche soll ein Büro mit Besprechungszone für den Direktor bzw. die Direktorin der Schule und ein Sekretariat untergebracht werden.
- **D1 Foyer Vortragssaal**
Über das Foyer muss ein vom Schulgebäude unabhängiger Zugang zum Vortragssaal möglich sein.
- **D2 WC-Anlage Vortragssaal**
Durch die getrennte Anlage wird die externe Nutzung des Saales ermöglicht.
- **D3 Lagerraum Vortragssaal**
Der Raum wird als Stuhllager und für die Aufbewahrung anderer mit der Nutzung des Saals zusammenhängender Gegenstände benötigt.
- **D4 Archiv Verwaltung**
Dieses Archiv soll in der Nähe der Büros angeordnet werden.
- **D5 Lagerräume**
Hier werden vor allem Musikinstrumente und Notenmaterial gelagert. Die Gesamtfläche kann auch auf mehrere Räume aufgeteilt werden, die von den Unterrichtsräumen gut erreichbar sind.

- *D6 Spazi di attesa*
Gli allievi in attesa dell'inizio delle lezioni dovranno avere la possibilità di svolgere i compiti in spazi adeguati. Questi spazi possono essere diversamente progettati a seconda delle superfici di circolazione.
- *D7 Servizi igienici, locali pulizie*
Si devono prevedere servizi igienici separati per allievi e insegnanti. In edifici a più piani, si devono prevedere servizi igienici e locali pulizie in ogni piano.
- *E1 Locali tecnici*
I locali tecnici devono essere dimensionati secondo le esigenze tecniche e le disposizioni vigenti.
- *F1 Corridoi e scale*
La superficie di circolazione ammonta al 20% della superficie utile.
- *G1 Superficie di costruzione*
La superficie di costruzione ammonta al 15% della superficie netta di piano.

4. Relazioni funzionali

4.1. Distribuzione degli spazi

La distribuzione degli spazi deve seguire, oltre agli indirizzi funzionali, criteri relativi all'acustica per impedire che le singole attività si disturbino fra di loro.

4.2. Locali di insegnamento e di lavoro

Locali di insegnamento e di lavoro devono essere situati di norma in parti di edificio fuori terra, salvo le eccezioni e le disposizioni contenute nelle direttive per l'edilizia scolastica. L'ubicazione in parti di edificio sotterranee può essere presa in considerazione per aule per strumenti a percussione (A4), balletto e studi di registrazione.

4.3. Superfici di circolazione

Le superfici di circolazione devono essere utilizzabili in modo flessibile, ad esempio come ambienti di comunicazione, sosta e attività di studio individuale.

4.4. Collegamenti interni

In edifici costruiti in aderenza ad altre scuole o facenti parte di un complesso scolastico sono da prevedere collegamenti interni.

- *D6 Wartebereiche*
Schülerinnen bzw. Schüler, die auf den Unterrichtsbeginn warten, sollen die Möglichkeit haben, in angemessenen Räumen Hausaufgaben zu erledigen. Diese Bereiche können je nach Verkehrsfläche unterschiedlich gestaltet werden.
- *D7 WC-Anlagen, Putzräume*
Es müssen getrennte Anlagen für Schülerinnen bzw. Schüler und Lehrpersonen vorgesehen werden. Bei mehrgeschossigen Gebäuden muss jedes Geschoss mit WC-Anlage und Putzraum ausgestattet sein.
- *E1 Technikräume*
Die Technikräume müssen gemäß den technischen Erfordernissen und den einschlägigen Rechtsvorschriften bemessen werden.
- *F1 Flure und Treppen*
Der Anteil der Verkehrsfläche beträgt 20% der Nutzfläche.
- *G1 Konstruktionsfläche*
Der Anteil der Konstruktionsfläche beträgt 15% der Nettogeschossfläche.

4. Funktionelle Zusammenhänge

4.1. Verteilung der Räume

Die Verteilung der Räume muss neben der funktionellen Ausrichtung auch akustische Kriterien berücksichtigen, damit sich die einzelnen Tätigkeiten nicht gegenseitig stören.

4.2. Unterrichts- und Arbeitsräume

Unterrichts- und Arbeitsräume sind in der Regel in oberirdischen Gebäudeteilen unterzubringen, vorbehaltlich der Ausnahmen und Vorschriften der Schulbaurichtlinien. Eine Unterbringung in unterirdischen Gebäudeteilen kann für Perkussionsräume (A4), Balletträume und Aufnahmestudios in Betracht gezogen werden.

4.3. Verkehrsflächen

Die Verkehrsflächen sollen flexibel nutzbar sein, beispielsweise als Kommunikations-, als Wartebereich und als Arbeitsbereich für das individuelle Lernen.

4.4. Interne Verbindungen

Bei Gebäuden, die an bestehende Schulgebäude angebaut werden oder Teil eines Schulkomplexes sind, müssen interne Verbindungen vorgesehen werden.

5. Isolamento acustico

5.1. Premessa

I requisiti acustici richiesti per le scuole di musica sono più elevati rispetto a quelli richiesti per gli altri edifici scolastici e devono essere rispettati già in fase di progettazione.

Particolare attenzione richiedono i requisiti acustici dell'edificio. Devono essere garantiti sia l'isolamento acustico verso l'esterno che quello tra le singole aule.

5.2. Valori di isolamento al rumore aereo e al calpestio di elementi costruttivi

Sono da rispettare i seguenti parametri:

- pareti divisorie tra aule di musica particolarmente rumorose: $R'_w \bullet 62\text{dB}$
- pareti divisorie tra aule di musica normali: $R'_w \bullet 53\text{dB}$
- pareti divisorie tra aule e corridoi: $R'_w \bullet 47\text{dB}$
- porte: $R'_w \bullet 38\text{dB}$
- finestre: in dipendenza del livello sonoro esterno $R'_w \bullet 38-42\text{dB}$
- solai: $R'_w \bullet 62\text{dB}$
- pacchetto costruttivo di pavimento: livello di calpestio normalizzato $L'_{nT,w} \bullet 43\text{dB}$

5.3. Principi costruttivi generali

In fase di progettazione e di esecuzione sono da rispettare i seguenti principi costruttivi:

- verifica delle proprietà acustiche dei materiali e delle loro combinazioni;
- separazione acustica di tutti gli elementi costruttivi tra le aule; elementi attraversanti o di collegamento tra gli spazi, quali travi in metallo, legno o similari, devono essere acusticamente isolati o interrotti;
- realizzazione a regola d'arte del pavimento galleggiante, evitando qualsiasi ponte acustico;
- corretta posa e corretto isolamento di tubazioni e cavi, evitando sovrapposizioni e intersezioni nel sottofondo, nelle pareti, etc.;
- evitare fori e passaggi a soffitto e cavedi tecnici nelle aule.

5. Schallschutz

5.1. Vorwort

Die Anforderungen an den Schallschutz sind in den Musikschulen höher als in den übrigen Schulbauten und müssen bereits in der Planungsphase beachtet werden.

Besonders hohe Anforderungen werden an die raumakustischen Merkmale des Bauwerks gestellt. Schalldämmung ist sowohl nach außen als auch zwischen den einzelnen Klassenzimmern zu gewährleisten.

5.2. Schalldämmwerte von Bauteilen in Bezug auf Luft- und Trittschall

Folgende Richtwerte sind einzuhalten:

- Trennwände zwischen besonders lauten Musikräumen: $R'_w \bullet 62\text{dB}$
- Trennwände zwischen normalen Musikräumen: $R'_w \bullet 53\text{dB}$
- Trennwände zwischen Unterrichtsräumen und Gangbereichen: $R'_w \bullet 47\text{dB}$
- Türen: $R'_w \bullet 38\text{dB}$
- Fenster: abhängig vom Außenlärmpegel $R'_w \bullet 38-42\text{dB}$
- Decken: $R'_w \bullet 62\text{dB}$
- Bodenaufbau: bewerteter Normtrittschallpegel $L'_{nT,w} \bullet 43\text{dB}$

5.3. Allgemeine Konstruktionsrichtlinien

Bei der Planung und Bauausführung sind folgende Konstruktionsrichtlinien zu berücksichtigen:

- Überprüfung der schalltechnischen Eigenschaften von Materialien bzw. Materialkombinationen,
- akustische Abkoppelung der Bauteile zwischen Unterrichtsräumen; Raum verbindende Bauteile wie Stahlträger, Holzbalken usw. sind entsprechend akustisch zu isolieren oder abzutrennen,
- fachgerechte Verlegung des schwimmenden Estrichs, ohne Schallbrücken,
- korrekte Führung und Isolierung von Rohrleitungen und Kabeln unter Vermeidung von Bündelungen und Kreuzungen in Unterböden, Wänden usw.,
- Vermeiden von Deckendurchbrüchen und Installationsschächten in Unterrichtsräumen.

6. Acustica degli spazi

6.1. Premessa

Nella progettazione di ambienti per l'esecuzione musicale è indispensabile una valutazione preliminare delle proprietà acustiche dei materiali in riferimento a fonoassorbimento e riflessione sonora.

Particolare attenzione deve essere posta inoltre alle condizioni acustiche all'interno dei singoli locali al fine di ridurre l'esposizione delle persone presenti alla pressione sonora, come previsto dal decreto legislativo n. 626/94 al titolo V-bis "Protezione da agenti fisici", e successive modifiche.

6.2. Valori di riferimento per il tempo di riverberazione in ambienti per la musica

In aule per le lezioni individuali e di gruppo il tempo di riverberazione medio deve essere il più possibile linearizzato su tutto il campo di frequenze ed essere compreso tra 0,5 e 0,8 secondi, per poter controllare tecnica e precisione esecutiva. Alcuni strumenti musicali richiedono altresì semplici, specifici adeguamenti del tempo di riverberazione per ridurre l'esposizione sonora degli insegnanti. Il tempo di riverberazione, in considerazione dell'energia sonora dei singoli strumenti, deve essere più lungo (ad es. violino, chitarra) o più breve (ad es. tromba, batteria - vedi tabella 1).

L'auditorium deve garantire flessibilità d'utilizzo, essere adatto ad ospitare esecuzioni musicali interne con pubblico, nonché prestarsi alle lezioni individuali e di gruppo. Anche in presenza di pubblico il tempo di riverberazione non deve scendere sotto i 0,9 secondi, per poter garantire una gradevole sonorità. Il necessario adeguamento acustico per la sala in assenza di pubblico può avvenire mediante elementi fonoassorbenti mobili quali, ad esempio, tendaggi, pareti mobili o sedute leggermente imbottite.

6.3. Geometria e acustica degli spazi

Per le aule sono particolarmente indicati spazi di forma rettangolare. Tra superfici parallele si possono talora verificare fenomeni di eco multipla (*flutter echo*), ai quali si può ovviare mediante pannelli assorbenti e/o elementi che favoriscono la diffusione sonora.

Sono da evitare pareti e soffitti concavi, dato che queste forme possono portare a concentrazioni sonore indesiderate. Nicchie e angoli acuti inducono a fastidiose riflessioni sonore ritardate, per cui tali zone devono essere trattate con materiale fonoassorbente.

6. Raumakustik

6.1. Vorwort

Bei der Planung von Musikräumen ist eine vor-
ausgehende Bewertung der akustischen Materialeigenschaften mit Bezug auf Schallabsorption und -reflexion erforderlich.

Besondere Aufmerksamkeit soll auf die akustischen Merkmale in den einzelnen Räumen gelegt werden, damit die anwesenden Personen einem möglichst geringen Schalldruck ausgesetzt werden, so wie vom gesetzvertretenden Dekret Nr. 626/94, unter Titel V-bis „Schutz vor physikalischen Einwirkungen“, in geltender Fassung, vorgesehen.

6.2. Richtwerte für Nachhallzeiten in Musikräumen

In Einzel- und Gruppenunterrichtsräumen soll die mittlere Nachhallzeit im ganzen Frequenzbereich möglichst linearisiert werden und 0,5 bis 0,8 Sekunden betragen, um die Kontrolle der Spieltechnik und Präzision zu gewährleisten. Instrumentenspezifische leichte Anpassungen der Nachhallzeit sind zur Minimierung der Lärmbelastung der Lehrpersonen erforderlich. Die Nachhallzeit ist je nach Höhe der Schalleistung der Instrumente länger (z.B. Violine, Gitarre) oder kürzer (z.B. Trompete, Schlagzeug - s. Tabelle 1) zu wählen.

Der Vortragssaal soll eine flexible Nutzung gewährleisten und sei es für Vorspiele mit Publikum sei es für Einzel- und Gruppenunterricht geeignet sein. Die Nachhallzeit soll im besetzten Saal mit Publikum nicht unter 0,9 Sekunden liegen, um eine noch angenehme Klanglichkeit zu garantieren. Die erforderliche Anpassung im leeren Saal kann mittels mobiler Absorber wie z.B. Vorhänge, Stellwände oder leicht gepolsterte Bestuhlung erfolgen.

6.3. Geometrie und Raumakustik

Für Unterrichtsräume sind Rechteckformen sehr geeignet. Zwischen parallelen Raumbegrenzungsflächen besteht jedoch die Gefahr von Flatterechos. Diese können mittels entsprechender Absorberpaneele und/oder Schall streuender Elemente beseitigt werden.

Zu vermeiden sind konkav verlaufende Wände oder Decken, zumal diese zu unangenehmen Schallkonzentrationen führen. Nischen und spitze Raumwinkel können störende, leicht verzögerte Schallrückwürfe bewirken; eine Bedämpfung dieser Bereiche ist erforderlich.

Auditorium: forma consigliata a rettangolo; in caso di forma ad imbuto o a ventaglio, angolo d'apertura • 8°;
altezza sala • 4,5m;
rapporto altezza/larghezza • 0,5;

palco o podio: deve garantire in tutta la sala visibilità tra ascoltatori e musicisti.

6.4. Realizzazione costruttiva

La riverberazione dell'ambiente deve essere adeguata alle esigenze acustiche per mezzo di specifici elementi fonoassorbenti, precisamente calcolati.

Gli ambienti per l'esecuzione musicale devono soddisfare i seguenti criteri qualitativi:

- sviluppo tonale naturale e non falsato dei singoli strumenti con
- trasparenza e portanza sonora.

Sono da evitare:

- l'eccessivo fonoassorbimento (acustica spenta)
- il fonoassorbimento selettivo (modifica tonale dovuta a eccessivo fonoassorbimento a determinate frequenze).

6.5. Distribuzione delle superfici fonoassorbenti

Le superfici fonoassorbenti devono essere distribuite nello spazio in modo regolare. Di due superfici contrapposte, almeno una deve subire un trattamento acustico.

Per l'orientamento e la percezione direzionale l'udito ha bisogno soprattutto di componenti sonore di provenienza laterale; per questo motivo il fonoassorbimento nel campo di frequenze medio-alte (vedi materiali fonoassorbenti) deve avvenire principalmente a soffitto, eventualmente a pavimento. Le pareti devono essere dotate preferibilmente di elementi atti a diffondere il suono e prestarsi bene alla correzione del tempo di riverberazione con assorbimento alle basse frequenze per mezzo di pannelli vibranti, risuonatori e simili.

7. Scuole con meno di 400 allievi

7.1. Parametri indicativi e requisiti

La tabella A - "Computo programma planivolumetrico" non comprende scuole con meno di 400 allievi. Per queste il programma planivolumetrico dovrà essere definito di volta in volta con dettagliata motivazione. Per gli edifici di queste scuole vanno osservati i requisiti validi per le scuole più grandi.

Vortragssaal: vorzugsweise Rechteckform; bei Trichter- oder Fächerform Öffnungswinkel • 8°; Raumhöhe • 4,5m; Verhältnis Höhe zur Breite • 0,5;

Bühne oder Podium: es muss im gesamten Saalbereich die Sichtverbindung zwischen Musikern und Zuhörern gewährleistet sein.

6.4. Bautechnische Umsetzung

Die Akustik muss mittels spezifisch wirksamer, genau berechneter Schallabsorber an die raumakustischen Anforderungen angepasst sein.

Für Musikräume gelten folgende Qualitätskriterien:

- natürliche, unverfälschte Klangentwicklung der einzelnen Instrumente mit
- Transparenz und klanglicher Tragkraft.

Man vermeide:

- Überabsorption (tote Akustik)
- selektive Absorption (Klangverfärbung durch Überabsorption bestimmter Frequenzen).

6.5. Verteilung der Schallabsorber

Die Schall absorbierenden Flächen müssen im Raum regelmäßig verteilt sein. Von zwei gegenüberliegenden Flächen soll jeweils mindestens eine akustisch behandelt werden.

Zur Orientierung bzw. Richtungswahrnehmung braucht das Ohr vor allem den seitlich eintreffenden Schall; deshalb soll die Schallabsorption im Mittel-Hochtonbereich (s. Schallabsorber) hauptsächlich an Decken und eventuell an den Böden erfolgen. Die Wände sollen möglichst mit Schall streuenden Elementen ausgestattet werden und zur Korrektur der Nachhallzeit im Tieftonbereich mittels Plattenschwinger, Schlitzabsorber und Ähnliches geeignet sein.

7. Schulen mit weniger als 400 Schülerinnen bzw. Schülern

7.1. Richtwerte und Anforderungen

Die Tabelle A - „Berechnung Raumprogramm“ umfasst nicht die Schulen mit weniger als 400 Schülerinnen bzw. Schülern. Für diese Schulen muss das Raumprogramm mit ausführlicher Begründung von Fall zu Fall den Gegebenheiten angepasst werden. Für diese Schulgebäude sind die gleichen Anforderungen zu erfüllen, die für größere Schulen gelten.

8. Conclusioni

8.1. Economicità

Poiché i criteri di economicità e sostenibilità rivestono un'importanza sempre maggiore, si deve tendere a conseguire questo standard con il minor onere possibile. Deve pertanto essere perseguito un rapporto ottimale tra qualità e costi. I costi di costruzione delle scuole di musica non possono superare quelli delle altre scuole.

8.2. Direttive per l'edilizia scolastica

In riferimento alle caratteristiche tecniche generali qui non altrimenti citate, si rimanda alle direttive per l'edilizia scolastica attualmente vigenti.

8.3. Prevenzione incendi

Riguardo alla prevenzione incendi si rimanda alle relative leggi e normative.

8. Schlussbemerkungen

8.1. Wirtschaftlichkeit

Nachdem die Kriterien Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit von immer größerer Bedeutung sind, muss versucht werden, diesen Standard mit möglichst geringem Aufwand zu verwirklichen. Es muss daher ein optimales Verhältnis zwischen Qualität und Kosten angestrebt werden. Die Kosten für den Bau von Musikschulen dürfen die Kosten für den Bau anderer Schulen nicht überschreiten.

8.2. Schulbaurichtlinien

In Bezug auf allgemeine technische Merkmale, die hier nicht speziell angeführt sind, wird auf die geltenden Schulbaurichtlinien verwiesen.

8.3. Brandverhütung

In Bezug auf Brandverhütung wird auf die einschlägigen Gesetze und Bestimmungen verwiesen.

TABELLE A - BERECHNUNG RAUMPROGRAMM
TABELLA A - COMPUTO PROGRAMMA PLANIVOLUMETRICO

I. HAUPTNUTZFLÄCHE (HNF) SUPERFICIE NETTA PRINCIPALE																
A Unterrichtsäume Aule d'insegnamento																
Anzahl der Schüler / Numero degli allievi																
	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150
A1	Unterrichtsraum 20 m² für 1-4 Schüler Aula 20 m² per 1-4 allievi	6	6	8	8	8	8	10	12	11	13	13	13	14	14	16
A2	Unterrichtsraum 40 m² für 5-15 Schüler Aula 40 m² per 5-15 allievi	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	5	4	5	6
A3	Unterrichtsraum 40 m² für Musiklehre Aula 40 m² per teoria	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
A4	Unterrichtsraum 60 m² für Schlagzeug Aula 60 m² per percussioni	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
A5	Unterrichtsraum 60 m² Aula 60 m²	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
m² / mq																
A	Summe Somma	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	840	920
B Vortragssaal Auditorium																
Sitzplätze / Posti																
	40	65	85	85	70	70	70	85	85	85	100	100	100	115	115	115
m² / mq																
B1	Saal mit Bühne/Podium Sala con palcoscenico/podio	110	135	135	135	160	160	160	185	185	185	210	210	210	235	235
B	Summe Somma	110	135	135	135	160	160	160	185	185	185	210	210	210	235	235
C Verwaltung Amministrazione																
m² / mq																
C1	Lehrerzimmer Locale insegnanti	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40
C2	Verwaltungsbüros Uffici amministrative	40	40	40	40	45	45	45	45	45	45	50	50	50	50	50
C	Summe Somma	70	70	70	70	80	80	80	80	80	80	90	90	90	90	90
II. NEBENNUTZFLÄCHE (NMF) SUPERFICIE NETTA SECONDARIA																
m² / mq																
D1	Foyer Vortragssaal Foyer Auditorio	28	34	34	34	40	40	40	46	46	46	53	53	53	59	59
D2	WC-Anlage Vortragssaal Servizi Auditorio	25	25	25	25	33	33	33	33	33	33	40	40	40	40	40
D3	Lageraum Vortragssaal Magazzino Auditorio	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25
D4	Archiv Verwaltung Archivio amministrazione	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25
D5	Lageräume Magazzini	25	25	25	25	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35
D6	Wartebereiche Zone d'attesa	15	20	20	20	25	25	25	30	30	30	35	35	35	40	40
D7	WC-Anlagen, Putzräume Servizi, locali per la pulizia	35	36	36	36	41	41	41	44	44	44	47	47	47	50	50
	Summe Somma	158	172	172	172	209	209	209	223	223	223	260	260	260	274	274
II	SUMME NUTZFLÄCHE (NF) SOMMA SUPERFICIE NETTA	658	737	777	817	929	969	1009	1088	1128	1168	1280	1320	1360	1439	1519
II	SUMME NUTZFLÄCHE (NF) ger. SOMMA SUPERFICIE NETTA arr.	660	740	780	820	930	970	1010	1090	1130	1170	1280	1320	1360	1440	1520
III. FUNKTIONSFLÄCHEN (FF) SUPERFICI FUNZIONALI																
E1	Technikräume locali tecnici	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25
	Summe Somma	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25
IV. VERKEHRSFLÄCHE (VK) SUPERFICIE DI CIRCOLAZIONE																
F1	Flure und Treppen Corridoi e scale	15% der Summe II-II Nutzfläche (NF) / 15% della somma di II-II superficie netta														
	Summe Somma	99	111	117	123	139	145	151	163	169	175	192	198	204	216	228
IV	NETTOGESCHOSSFLÄCHE (NGF) SUPERFICIE NETTA DI PIANO	772	863	909	955	1088	1134	1180	1271	1317	1363	1497	1543	1589	1680	1772
IV	NETTOGESCHOSSFLÄCHE (NGF) ger. SUPERFICIE NETTA DI PIANO arr.	770	860	910	960	1090	1130	1180	1270	1320	1360	1500	1540	1590	1680	1770
V. KONSTRUKTIONSFLÄCHE (KF) SUPERFICIE STRUTTURE																
G1	Fläche der Bauteile Superficie delle parti costruttive	15% der Summe IV-V Nettogeschoßfläche (NGF) / 15% della somma I-IV superficie netta di piano														
	Summe Somma	116	129	136	143	163	170	177	191	198	204	225	231	238	252	266
I-V	BRUTTOGESCHOSSFLÄCHE (BGF) SUPERFICIE LORDA DI PIANO (SLP)	888	992	1045	1098	1251	1304	1357	1462	1515	1567	1722	1774	1827	1932	2038
I-V	BRUTTOGESCHOSSFLÄCHE (BGF) ger. SUPERFICIE LORDA DI PIANO (SLP) arr.	890	990	1050	1100	1250	1300	1360	1460	1520	1570	1720	1770	1830	1930	2040
virtuelle Höhe ca. 4,00 m/altezza virtuale ca. 4,00 m																
m³ / mc																
VI	BRUTTORAUMINHALT (BRJ) VOLUME VPP LORDO	3552	3968	4180	4392	5004	5216	5428	5848	6060	6268	6888	7096	7308	7728	8152
VI	BRUTTORAUMINHALT (BRJ) ger. VOLUME VPP LORDO arr.	3550	3970	4180	4390	5000	5220	5430	5850	6060	6270	6890	7100	7310	7730	8150

8.4. Osservazioni sulla tabella

Il calcolo delle superfici è riferito ad unità amministrative (direzioni didattiche); il programma planivolumetrico calcolato secondo la tabella può essere quindi suddiviso tra edifici diversi. Edifici esistenti presso la sede principale e le sedi secondarie sono da includere nel computo.

Poiché l'Istituto per l'educazione musicale in lingua italiana, a differenza dell'Istituto per l'educazione musicale in lingua tedesca e ladina, è organizzato in un'unica direzione didattica su tutta la provincia, per questo istituto il calcolo delle superfici è riferito ai singoli plessi. La sede principale e le diverse sedi periferiche sono da considerare quindi come unità indipendenti.

Un allievo frequenta di norma due ore di lezione settimanali. Da ciò si evince che nell'edificio scolastico sono compresenti mediamente dal 10 al 20% degli iscritti. Secondo la pianificazione dell'orario delle lezioni si possono avere variazioni dell'ordine di $\pm 25\%$. Queste quote sono da prendere a riferimento per il dimensionamento degli spazi d'attesa, di ricreazione e dei servizi.

Oltre agli spazi di cui alla tabella A possono essere aggiunti, in casi specifici, anche altri spazi quali, ad esempio, sala balletto con locali accessori, sala organo, biblioteca, studio di registrazione.

Per adattamenti a situazioni specifiche è consentita una variazione del $\pm 10\%$. Gli scostamenti devono essere in ogni caso motivati.

8.4. Bemerkungen zur Tabelle

Die Berechnung der Flächen bezieht sich auf Verwaltungseinheiten (Schuldirektionen), d.h., dass das anhand der Tabelle errechnete Raumprogramm auch auf verschiedene Gebäude verteilt werden kann und auch alle bestehenden Gebäude am Hauptsitz und an den Außenstellen in die Berechnung einbezogen werden müssen.

Da das Institut für Musikerziehung in italienischer Sprache im Unterschied zum Institut für Musikerziehung in deutscher und ladinischer Sprache landesweit in einer einzigen Direktion organisiert ist, bezieht sich die Berechnung der Flächen für dieses Institut auf die einzelnen Schulstellen. Der Hauptsitz und die verschiedenen Außenstellen werden diesbezüglich als unabhängige Einheiten betrachtet.

Eine Schülerin bzw. ein Schüler erhält in der Regel wöchentlich 2 Stunden Unterricht. Es kann davon ausgegangen werden, dass im Schulgebäude 10-20% der eingeschriebenen Schülerinnen bzw. Schüler gleichzeitig anwesend sind. Je nach Gestaltung des Stundenplans können sich hier Schwankungen von $\pm 25\%$ ergeben. Diese Zahlen sind bei der Bemessung der Wartebereiche, Pausenflächen und WC-Anlagen zu berücksichtigen.

Zusätzlich zu den in Tabelle A angeführten Räumen können in spezifischen Fällen noch andere Räume vorgesehen werden wie z. B. Ballettsaal mit Nebenräumen, Übungsraum für Orgel, Bibliothek, Aufnahmestudio.

Zur Anpassung an spezifische Situationen ist ein Spielraum von bis zu $\pm 10\%$ zulässig. Abweichungen müssen jedoch entsprechend begründet werden.

ACUSTICA DEGLI SPAZI

RAUMAKUSTIK

1. Fonoassorbimento e tempo di riverberazione

Le onde sonore che si propagano in un ambiente chiuso e raggiungono le superfici che lo delimitano vengono da queste in varia misura riflesse o assorbite. Il livello di pressione sonora presente nell'ambiente è dato dall'insieme del suono diretto e dalle riflessioni; si parla in questo caso di campo diffuso. La riflessione sonora è dipendente dalle caratteristiche di assorbimento delle superfici delimitanti lo spazio. Quando gran parte dell'energia sonora viene assorbita, viene ridotta la quantità riflessa e si parla di alto fonoassorbimento. Il coefficiente di fonoassorbimento α è così definito:

$$\alpha = \frac{\text{energia sonora non riflessa}}{\text{energia sonora incidente}}$$

$\alpha = 1$ corrisponde a un assorbimento totale (nessuna riflessione)

$\alpha = 0$ corrisponde a una riflessione totale (nessun assorbimento).

Il coefficiente di fonoassorbimento α dei diversi materiali è contenuto nelle schede tecniche (certificazioni di laboratorio) o determinabile mediante misure sperimentali.

La superficie di assorbimento equivalente A ($A = \alpha \times S$, con S = superficie) determina la risposta sonora di uno spazio, descritta dal punto di vista fisico mediante il tempo di riverberazione T . Il tempo di riverberazione T di uno spazio è l'intervallo di tempo che intercorre dal momento dello spegnimento di una sorgente sonora fino a quando la sua energia sonora decade ad un millesimo del suo valore iniziale, ovvero decresce di 60dB. Il tempo di riverberazione T è funzione del volume del locale V e dell'area equivalente di fonoassorbimento A .

$$T = 0,163 V/A \text{ [secondi]}$$

1. Schallabsorption und Nachhallzeit

Die von einer Schallquelle im Raum ausgehenden Schallwellen werden an den Raumbegrenzungsflächen mehr oder weniger stark reflektiert oder absorbiert. Der im Raum auftretende Schallpegel setzt sich aus Direktschall und reflektiertem Anteil zusammen; man spricht dabei von diffusem Schallfeld. Wie stark die Reflexion ist, hängt von der Beschaffenheit der Raum begrenzenden Oberflächen ab. Wird ein großer Anteil der Schwingungsenergie absorbiert, so ist der reflektierte Anteil gering, wobei man von hoher Schallabsorption spricht. Der Schallabsorptionsgrad α wird wie folgt definiert:

$$\alpha = \frac{\text{nicht reflektierte Schallenergie}}{\text{auftreffende Schallenergie}}$$

$\alpha = 1$ bedeutet vollkommene Absorption (keine Reflexionen)

$\alpha = 0$ bedeutet vollkommene Reflexion (keine Absorption).

Der Absorptionsgrad α von Materialien ist den technischen Datenblättern (Laborprüfzeugnissen) zu entnehmen oder anhand von Labormessungen festzulegen.

Die äquivalente Schallabsorptionsfläche A ($A = \alpha \times S$, wobei S = Fläche) bestimmt die Halligkeit eines Raumes, welche physikalisch durch die Nachhallzeit T gekennzeichnet wird. Unter Nachhallzeit versteht man die Zeit, in der nach Beenden der Schallabstrahlung in einem Raum der Schalldruck auf ein Tausendstel seines Ausgangswertes, d. h. der Schalldruckpegel um 60 dB gesunken ist. Die Nachhallzeit T ist abhängig vom Raumvolumen V und von der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A .

$$T = 0,163 V/A \text{ [Sekunden]}$$

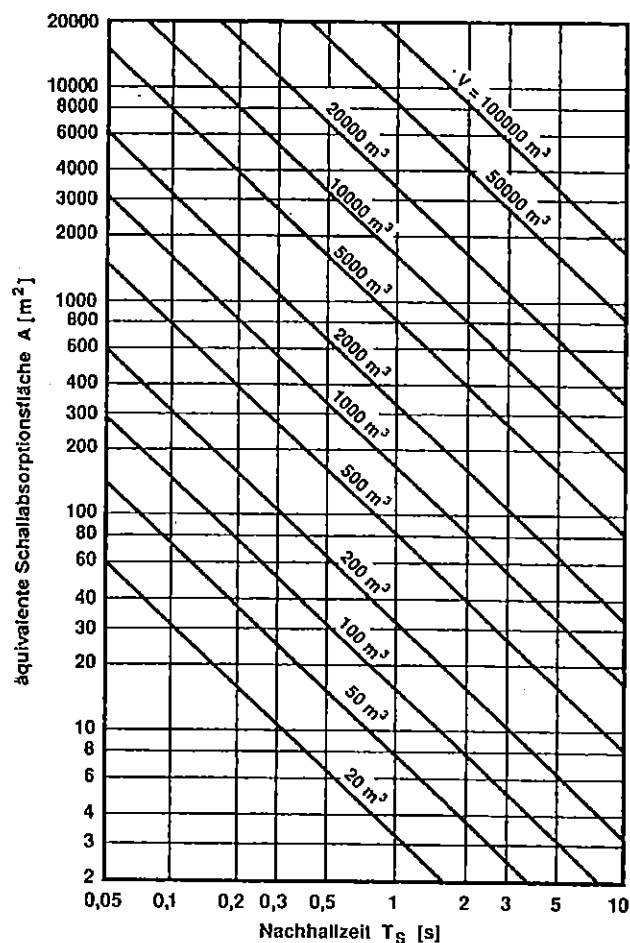


Tabelle 1 Zusammenhang zwischen äquivalenter Schallabsorptionsfläche A und Nachhallzeit T für verschiedene Raumvolumina V

Tabella 1 Relazione tra superficie fonoassorbente equivalente A e tempo di riverberazione T per locali di differente volume V

La tabella 1 consente di determinare approssimativamente già in fase di progettazione il tempo di riverberazione di un ambiente. Si vedano a titolo d'esempio le linee in tratteggio: per raggiungere in un ambiente di volume pari a 100 m³ un tempo di riverberazione di ca. 0,5 secondi, è necessaria una superficie fonoassorbente equivalente di ca. 30 m².

1. Tempo di riverberazione e acustica degli spazi

Il tempo di riverberazione è il parametro di riferimento per il progetto acustico degli ambienti nel campo di frequenze fra i 60-4000 Hertz, per ottimizzare l'intelligibilità del parlato e l'esecuzione musicale.

Secondo l'utilizzo il valore medio ottimale del tempo di riverberazione è di 0,7 secondi per il parlato e varia da 0,4 a 1,2 secondi per l'esecuzione musicale.

Premessa per una gradevole esecuzione musicale e per una risposta sonora naturale è la linearità dell'andamento del tempo di riverberazione, con valori che devono mantenersi possibilmente uguali sulla gamma di frequenze dell'udito umano, nel campo compreso tra 60-8000 Hertz.

Anhand der Tabelle 1 kann bereits in der Planungsphase die Nachhallzeit annähernd bestimmt werden. Siehe als Beispiel die gestrichelt gekennzeichneten Diagrammlinien: um in einem Raum mit einem Volumen von 100 m³ eine Nachhallzeit von ca. 0,5 s zu erreichen, ist eine äquivalente Schallabsorptionsfläche von ca. 30 m² erforderlich.

1. Nachhallzeit und Raumakustik

Die Nachhallzeit wird als Maßstab und Zielgröße raumakustischer Planung im Frequenzbereich von 60-4000 Hz auf optimale Werte für Sprachverständlichkeit und Musikwiedergabe gebracht.

Je nach Nutzung beträgt der optimale mittlere Nachhallzeitwert für die Sprache 0,7 Sekunden, für die Musikwiedergabe 0,4 bis 1,2 Sekunden.

Voraussetzung für ein angenehmes Musizieren und eine unverfälschte akustische Raumantwort ist die Linearität des Nachhallverlaufs, d.h. Nachhallzeitwerte müssen im Frequenzbereich des menschlichen Gehörs von 60-8000 Hertz annähernd gleich bleibend sein.

**Schalleistung und Frequenzspektrum von Musikinstrumenten mit entsprechenden
Nachhallzeitrichtwerten**

**Potenza sonora e spettro di frequenza di strumenti musicali con i relativi valori indicativi
del tempo di riverberazione**

Instrumenten- Klasse Classe di strumento	Instrument Strumento	Schall- leistung Potenza sonora	Dynamik max dB Dinamica max dB	Frequenzspektrum Hz Spettro di frequenza Hz	mittlere Nachhall- zeitrichtwerte [s] valore medio del tempo di riverberazione [s]
Tiefes Blech ottoni bassi	Tuba/Bariton tuba/baritono	hoch alta	90	25 - 2'000	0,5
	Posaune trombone	hoch alta	95	80 - 10'000	0,5
	Horn corno	hoch alta	90	60 - 7'000	0,5
Hohes Blech ottoni alti	Trompete tromba	hoch alta	90	165 - 15'000	0,5
Schlagzeug batteria	Perkussionen percussioni	s.hoch molto alta	100	50 - 15'000	0,4
Holzbläser strumenti a fiato in legno	Saxofon/Fagott sassofono/fagotto	mittel media	85	60 - 12'000	0,5-0,6
Holzbläser strumenti a fiato in legno	Klarinette clarinetto	mittel media	85	150 - 10'000	0,5-0,6
	Flöte/Oboe flauto/oboe	mittel media	85	250 - 12'000	0,5-0,6
Streicher archi	Violine violino	niedrig bassa	70	200 - 10'000	0,7
	Viola viola	niedrig bassa	70	130 - 10'000	0,7
	Cello violoncello	niedrig bassa	75	65 - 8'000	0,7
Zupfinstrumente strumenti a corda	Gitarre chitarra	niedrig bassa	70	80 - 10.000	0,7
	Harfe arpa	niedrig bassa			0,7
	Spinett clavicembalo	niedrig bassa	70	60 - 10'000	0,7
Gesang canto	Einzelstimme voce solista	hoch alta	90-95	80 - 15'000	0,5
	Chor coro	hoch alta	90	80 - 15'000	0,9-1,0
Konzertflügel piano da concerti	Konzertflügel piano da concerti	hoch alta	100	25 - 10'000	0,5
Orgelraum sala organo		hoch alta	100	16 - 12'000	1,0-1,4
Vortragsraum auditorium	Vorspiel /besetzt prove /occupato	hoch alta	100		1,0
	Bühne/Podium palco/podio	hoch alta	100		
	Tanzraum locale danza	hoch alta	100		0,7
Theorieraum Aula teoria	Hifi-Anlage impianto Hi-Fi	hoch alta	90	16 - 20'000	0,7
Aufnahme registrazione	Studio studio	hoch alta	110	16 - 20'000	0,3
	Regieraum locale regia	hoch alta	100	16 - 20'000	0,3

3. Materiali ed elementi fonoassorbenti

In ragione del loro differente effetto i materiali fonoassorbenti possono essere distinti nel modo seguente:

- *materiali fonoassorbenti porosi*: sono materiali porosi a cellula aperta in fibra minerale o organica. Il coefficiente di fonoassorbimento dei materiali porosi dipende dallo spessore dello strato del materiale stesso e dalla sua distanza da parete o soffitto. Essi sono attivi specialmente alle frequenze medio-alte;
- *materiali assorbenti forati o fessurati*: trovano impiego soprattutto per l'assorbimento alle frequenze medio-basse; l'assorbimento varia in funzione dello spessore del pannello, delle dimensioni di fori o fessure, dell'interasse dei fori, della distanza da parete e/o soffitto e della presenza di materassini fonoassorbenti nell'intercapedine;
- *pannelli vibranti*: sono costituiti da pannelli a bassa rigidità con un'intercapedine d'aria confinata fissati davanti a un elemento costruttivo rigido e caratterizzato da massa elevata; i pannelli vibranti si prestano soprattutto per l'assorbimento alle basse frequenze;
- *elementi fonoassorbenti a membrana privi di fibre*: materiali innovativi attivi su tutto lo spettro di frequenza; costituiti ad esempio da membrane microforate (diametro di foratura $\varnothing$ 0,5-0,7 mm), in materiale sintetico, lamiera metallica, impiallacciatura di legno, etc.

I coefficienti di fonoassorbimento sono contenuti nelle schede tecniche dei materiali e/o reperibili nella letteratura specializzata.

4. Trattamento delle superfici

Strutturazioni superficiali correttamente dimensionate (sporgenze e/o rientranze • ca. 30 cm) favoriscono una diffusione sonora alle alte frequenze e attenuano leggermente le riflessioni sonore.

5. Arredamento

- *Tendaggi*: la loro capacità di fonoassorbimento dipende dal peso specifico e dalla distanza dalla parete; essi offrono possibilità di correzione acustica individuale soprattutto alle frequenze medio-alte.

3. Technische Schallabsorber

Aufgrund unterschiedlicher Wirkungsweisen werden Schallabsorber wie folgt unterschieden:

- *poröse Absorber*: hierbei handelt es sich um offenporige Materialien wie mineralische und organische Faserstoffe. Der Absorptionsgrad der porösen Materialien hängt von der Dicke der Materialschicht und vom Abstand zur Wand oder Decke ab. Diese sind vor allem im Mittel-Hochtonbereich wirksam,
- *Loch- und Schlitzabsorber*: diese werden hauptsächlich für die Absorption bei mittleren bis tiefen Frequenzen eingesetzt. Die Schallabsorption ist u. a. von der Plattendicke, der Lochgröße, dem Schlitzflächenanteil oder der Schlitzbreite, dem Lochabstand, dem Abstand von der Wand bzw. Decke und der Schall absorbierenden Hinterlegung abhängig,
- *Plattenabsorber*: diese ergeben sich, wenn biegeeweiche Platten mit einem geschlossenen Luftraum vor einem schallharten schweren Bauteil angeordnet werden. Plattenabsorber eignen sich vor allem zur Absorption tiefer Frequenzen,
- *faserfreie Folienabsorber*: innovative Breitbandabsorber, die über das gesamte Frequenzspektrum wirksam sind; sie bestehen z.B. aus mikroperforiertem (Lochdurchmesser $\varnothing$ 0,5-0,7mm) Kunststoff, Metallblech, Holz furnier etc.

Die Absorptionsgrade sind den technischen Datenblättern und/oder der Fachliteratur zu entnehmen.

4. Oberflächengestaltung

Akustisch korrekt bemessene Oberflächenstrukturen (Vor- bzw. Rücksprünge • ca. 30 cm) sorgen für Schallstreuung im hohen Frequenzbereich, wobei sie eine leichte Dämpfung bewirken.

5. Einrichtung

- *Vorhänge*: ihre Schall absorbierende Wirkung ist abhängig vom Gewicht und vom Abstand zur Wand; sie bieten variable individuelle Anpassungsmöglichkeiten besonders im Hoch- und Mitteltonbereich.

- *Tappeti*: presentano un fonoassorbimento marcato alle frequenze medio-alte, secondo la tipologia superficiale, e possono essere impiegati come i tendaggi per correzioni individuali delle aule.
- *Sedute*: sedute imbottite possono acusticamente compensare nell'auditorium l'assenza del pubblico.

- *Teppiche*: sind je nach Oberfläche im Mittel- bis Hochtonbereich wirksam und können ebenso wie die Vorhänge zur individuellen Anpassung der Klassenräume eingesetzt werden.
- *Bestuhlung*: eine gepolsterte Bestuhlung kann beim Vortragsraum das fehlende Publikum akustisch kompensieren.