

# Jugendmusikschule im alten Domplatzschulhaus

Autor(en): **Hümbelin, Karl / Moser, Matthias**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **115 (1997)**

Heft 43

PDF erstellt am: **24.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79333>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Karl Hümbelin und Matthias Moser, Arlesheim

## Jugendmusikschule im alten Domplatzschulhaus



1

Domplatzschulhaus in Arlesheim (Baujahr 1913). Foto: S. Schenker, Therwil

**Mit der Beschränkung auf die wesentlichen Punkte konnte ein altes Schulhaus akustisch so saniert werden, dass der gleichzeitige Betrieb von Schule und Musikunterricht möglich wurde.**

In Arlesheim wurden alle Schulhäuser umgebaut, das wichtigste Projekt dabei war der Umbau der Jugendmusikschule (JMS). Die JMS war bisher in verschiedenen Provisorien, hauptsächlich in Kellerräumen, untergebracht gewesen, bekam im Zuge des Umbaus aber im Domplatzschulhaus (Bild 1) Raum. In seinem 2. OG enthielt das Schulhaus bisher sieben Klassenzimmer. Durch einen Teilausbau des Dachstocks und die Unterteilung einer Vorhalle im Erdgeschoss konnten vier zusätzliche Musikzimmer gewonnen und insgesamt vierzehn Musikräume geschaffen werden.

### Akustik der Jugendmusikschule

Neben der Raumgrösse stand fest, dass die Jugendmusikschule gegen unten so gut schallgedämmt sein müsste, dass die normale Schule ohne Störung abgehalten werden kann. Zudem sollten die Musikzimmer so gestaltet sein, dass sich der Instrumentalunterricht im selben Stockwerk gegenseitig nicht stören kann. Das akustische Raumklima (Halligkeit des Raums) sollte für Musikschulen geeignet sein.

Um zu akustischen Werten (Bauschalldämmwerten) zu kommen, wurde neben dem Literaturstudium [1], [2] eine andere Jugendmusikschule ausgemessen, die ebenfalls in ein altes Schulhaus eingebaut worden war. Als bewertete Bauschalldämmmasse wurden zwischen den Räumen und in den Räumen ober- und unterhalb 53 bis 55 dB gemessen. Die subjektive Beurteilung zeigte, dass in benachbarten Räumen

Trompete und Klavier sehr schwach wahrgenommen werden. Diese Lautstärke dürfte einen Schulunterricht schwach stören, der Musikunterricht könnte leicht beeinträchtigt werden. Hier seien nur einige Punkte des Pflichtenhefts des Architekten wiedergegeben:

- Die Umbaumaassnahmen sollen harmonisch in die vorhandene Baustruktur eingepasst werden.
- Den akustischen hohen Anforderungen von Musik- und Schulräumen soll die notwendige Beachtung geschenkt werden. Insbesondere soll das bewertete Bauschalldämmmass ( $R'_w$ ) zwischen benachbarten Nutzungsräumen im gleichen Stockwerk mindestens 57 und über die Decke 62 dB betragen. Als Grundlage der Beurteilung der akustischen Massnahmen ist die Norm SIA 181 [3] massgebend.

Es liegen prinzipiell zwei Lösungsmöglichkeiten vor. Das Einbringen und Zusammensetzen von künstlich belüfteten Schallschutzkabinen mit fertigen Bauelementen. Oder das Bauen von einem «Zimmer im Zimmer» in Trockenbauweise. Eine Entscheidungsanalyse der beiden Bauformen zeigte sehr rasch, dass das «Zimmer im Zimmer» die bessere Lösung darstellte. Die Hauptgründe, die zu dieser Wahl geführt haben, können wie folgt zusammengefasst werden:

- bessere Raumausnutzung
- bessere Ästhetik
- kostengünstiger

Es wurden vor allem zwei Bereiche der Akustik beachtet. Die Schalldämmung zwischen den Räumen und die Absorption innerhalb der Räume. Dank der Schalldämmung (Isolierung) wird die Schallintensität durch Reflexion in eine andere Richtung vermindert, es findet keine Energieumwandlung statt. Das Verhältnis der einfallenden Intensität zu der durchgelassenen Intensität, logarithmiert und mit dem Faktor 10 multipliziert, bezeichnet man als Luftschalldämm-Mass. Mit der Absorption wurde die Halligkeit der Räume beeinflusst. Durch die Absorption (Dämpfung) wird die Schallintensität durch Umwandlung in Wärme vermindert. Das Verhältnis absorbiertes Intensität zu der reflektierten Intensität bezeichnet man als Absorptionskoeffizienten  $\alpha$ .

### Boden- und Wanddämmung

Im Ursprungszustand wog der Boden etwa  $420 \text{ kg/m}^2$ , die Wände  $375 \text{ kg/m}^2$ . Der Boden besteht aus Holzträgern mit Bruchsteinausfachung, die Zwischenwände sind

Raumzustand	Prüfgegenstand	bewertetes Bauschalldämmass* [dB]
Messwerte im ursprünglichen Zustand		
Senderraum Zimmer 23	unterrichtsbereit	
Empfangsraum Zimmer 22	unterrichtsbereit	Steinwand 52
Empfangsraum Zimmer 24	unterrichtsbereit	Steinwand 49
Empfangsraum Zimmer 15	möbliert	Boden 53
Erreichte Bauschalldämmasse nach Umbau		
Senderraum Zimmer 27a	unterrichtsbereit	
Empfangsraum Zimmer 27b	unterrichtsbereit	doppelte Vorsatzschale 60,5
Empfangsraum Zimmer 26	unterrichtsbereit	Steinwand mit doppelter Vorsatzschale 66,0
Empfangsraum Zimmer 18	möbliert	Boden mit schwimmendem Estrich 64,5

\* Bewertungskurve nach Bild 5, Verschiebungsregel nach [5]

2

Gemessene Bauschalldämmasse im ursprünglichen Zustand und erreichte Bauschalldämmasse

nicht tragend und bestehen ebenfalls aus Bruchsandstein.

Für die Berechnung der Bauschalldämmwerte (Bauschalldämmass R') aus den gemessenen Pegeldifferenzen wurde die Formel (1) verwendet.

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log(S/A) \quad (1)$$

mit:

- L<sub>1</sub>: Mittlerer Pegel im Senderraum
- L<sub>2</sub>: Mittlerer Pegel im Empfangsraum
- S: gemeinsame Fläche der Trennwand [m<sup>2</sup>]
- A: Absorptionsfläche im Empfangsraum [m<sup>2</sup>]

Es wird mit dem angegebenen Bauschalldämmass gerechnet, weil im Gegensatz zur auch gebräuchlichen Standard-Schallpegeldifferenz diese Angabe von der Anwendung unabhängig ist.

Voraussetzung für die Gültigkeit der Formeln der Norm SIA 181 ist das Vorhandensein eines diffusen Schallfeldes (an allen Punkten des Raums herrscht dieselbe Intensität). Diese Voraussetzung ist im vorliegenden Fall, vor allem in den tiefen Frequenzen (< 500 Hz), nur bedingt gegeben. Man kann diese Situation durch viele Mess- und Erregungsstellen (Lautsprecherpositionen) etwas wettmachen. Mit zwei Lautsprecher- und zwei Mikrofonpositionen pro Raum und mit Hilfe der Norm SIA 181 wurden die in Bild 2 zusammengefassten Werte gemessen. Es wird mit einer Genauigkeit von rund 2 dB gerechnet.

Aus dem Vergleich der gemessenen Werte mit denjenigen des Pflichtenhefts ist ersichtlich, dass die geforderten Werte nicht eingehalten werden. Mit doppel-schaligen Wänden kann man oberhalb der Resonanz zwischen den beiden Schalen

(Bild 3) eine grössere Schalldämmung als mit einer einschaligen Wand erreichen. Durch Auffüllen der Hohlräume zwischen den Schalen mit Absorptionsmaterial werden die Einbrüche bei der Resonanz vermindert. Formeln (2) und (3) zeigen, wie man diese Resonanzfrequenz abschätzen kann.

$$f_{res} = 600 \cdot (1/(d \cdot M))^{0,5} \quad (2)$$

mit:

- d: Abstand der beiden Wandschalen [cm]
- M: reduzierte Masse [kg/m<sup>2</sup>]

$$M = (M_1 \cdot M_2) / (M_1 + M_2) \quad (3)$$

mit:

- M<sub>i</sub>: Flächenmasse der Wandschalen [kg/m<sup>2</sup>]

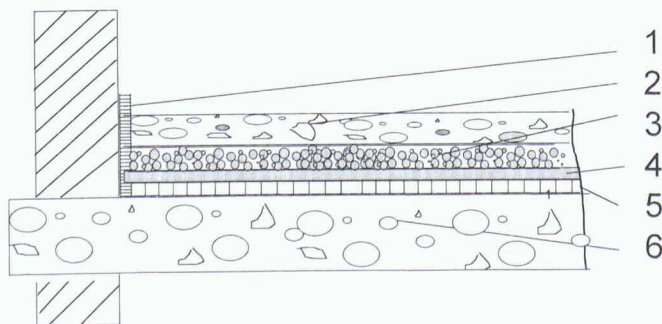
Die Dämmung des Bodens (53 dB: Ist- und 62 dB: Sollzustand) muss um 9-10 dB verbessert werden. Der Sollwert ist ein sehr hoher Wert. Für den Architekten und den Akustiker ist es wichtig, dass das System, das verwendet werden soll, im Handel erhältlich ist. Es wurde das System nach Bild 3 verwendet.

Unter der Annahme, dass ein Zweischaleneffekt auftritt und die akustischen Löcher vermieden werden können, ist das Ziel des hohen Bauschalldämmasses erreichbar. Es wurde von einer Resonanz von 50-100 Hz zwischen den beiden Schalen ausgegangen. Es wäre nicht aufrichtig, wenn der Akustiker im vorliegenden Fall eine genauere Prognose machte. Es wurde empfohlen, eine abgehängte Decke im unteren Raum vorzusehen, falls die Messungen nach der Sanierung zeigen sollten, dass das hohe Bauschalldämmass nicht erreicht werden kann.

Bei den Wänden ist die Situation einfacher, weil die Doppelschaligen Wand eher verwirklicht werden kann (Bild 4). Die Haltevorrichtung verdirbt allerdings etwas die ideale Zweischalenkonstruktion. Der

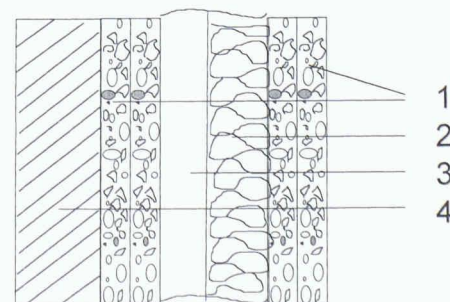
3

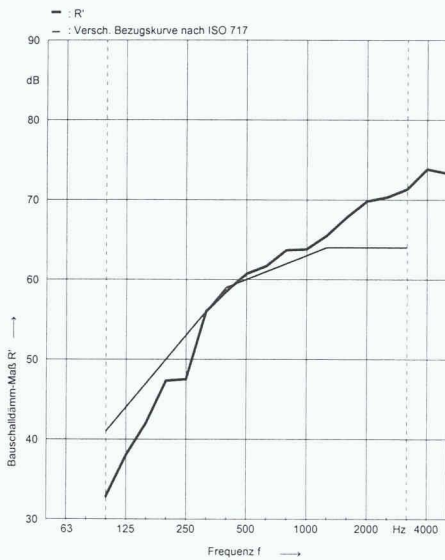
Bodenaufbau, Sanierungsvorschlag. 1: Randstreifen aus Mineralfaser, 2: Gipsfaserplatte, 19 mm, 3: Ausgleichschüttung, 4: Trennfolie, 5: Trittschalldämmplatte, 10 mm, 6: Best. Boden (420 kg/m<sup>2</sup>)



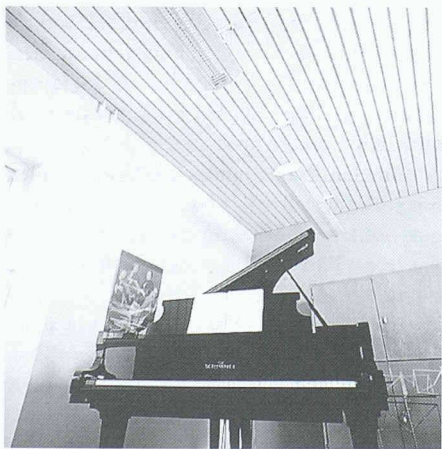
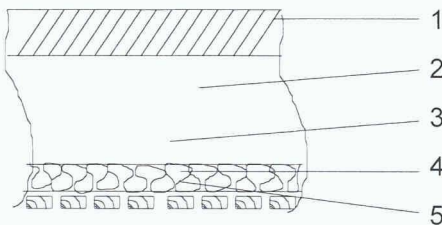
4

Wandkonstruktion, Aufbau. 1: Gipsplatten 2 x 12,5 mm, 2: Absorptionsmaterial (38 kg/m<sup>3</sup>), 3: Hohlraum, 4: Best. Wand (375 kg/m<sup>2</sup>)





5 Bauschalldämmmass zwischen zwei Räumen



6 Aufbau der Schallabsorption zur Reduktion der Halligkeit. a) Schema mit 1: Decke, 2: Hohlraum mit Absorption, 3: Absorptionsmaterial, 4: Faservlies, 5: Massivholzriemen und b) Foto (S. Schenker, Therwil)

7 Mittlere Nachhallzeit in den Frequenzen zwischen 500 und 2000 Hz

Raum	gemessene Nachhallzeit [s]	spezifizierte Nachhallzeit [s]
27b	0,7	~ 1,0
26	0,8	~ 1,0
31	Raum zu klein für vernünftige Resultate	~ 1,0

Aufbau kann zum Beispiel durch eine Ständerkonstruktion realisiert werden. Empa-Messungen zeigen, dass diese Konstruktion ein Schalldämmmass von 58 dB aufweist [4].

Mit der Wand erhält man extrapoliert ein theoretisches Schalldämmmass von über 60 dB. Das effektive bewertete Bauschalldämmmass  $R'_w$  muss im Bau gemessen werden. Der Akustiker hat mit dem Architekten zusammen weitere Elemente ausgewählt. Insbesondere sind die Beschaffenheit der Türblätter- und Abdichtungen zu erwähnen. Auch die Fenster wurden genauer untersucht. Einen wichtigen Aspekt bilden die Heizung und die elektrische Versorgung der Räume. Um mögliche Körperschallübertragung und die Telephonie der Radiatoren zwischen den Räumen zu unterbinden, wurde jeder Radiator vom Gang aus separat angespeist. Auch gab es keine Unterputzschalter und Steckdosen (grosses Potential für akustische Löcher). Zudem wurde darauf geachtet, dass die elektrischen Anschlüsse in nebeneinander liegenden Räumen jeweils nicht gegenüber angeordnet wurden. Nach der Ausführung der beschriebenen Massnahmen wurden bei der Schalldämmung die angezielten Dämmwerte erreicht, ohne dass in den Räumen des ersten Stockwerks weitere Massnahmen erforderlich gewesen wären. Eine beliebige Auswahl der erreichten Werte ist aus Bild 2 ersichtlich.

Als Beispiel einer Messauswertung ist das Resultat auf Bild 5 gezeigt.

### Raumabsorption

Die Halligkeit eines Raums kann man mit der Nachhallzeit beschreiben. Diese wiederum ist von der Absorption im Raume abhängig. Wenn der Raum sehr hallig ist, sind die Nachhallzeiten grösser, als wenn der Raum weniger hallig bzw. trockener ist. Als Nachhallzeit wird die Zeit definiert, in

der die Intensität ( $\approx$  Schallpegel) in einem Raum um 60 dB kleiner wird [5].

$$T = 60/d \tag{4}$$

mit:  
 T: Nachhallzeit [s]  
 d: Schallpegelabnahme mit der Zeit [dB/s]

Die Nachhallzeit kann man mit der Sabine'schen Formel (5) abschätzen.

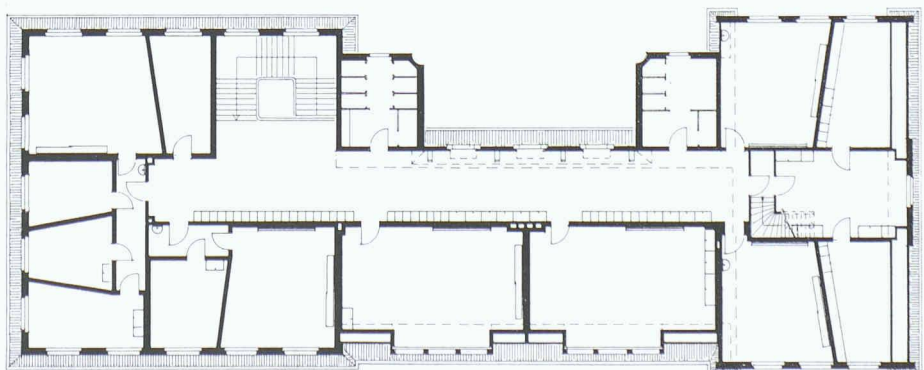
$$T = 0,163 \cdot (V/A_c) \tag{5}$$

mit:  
 V: Raumvolumen [m<sup>3</sup>]  
 A<sub>c</sub>: äquivalente Absorptionsfläche =  $\sum \alpha_i S_i$   
 S<sub>i</sub>: i-te Raumfläche

Der Schallabsorptionskoeffizient ist stark von den gewählten Materialien, deren Dicke und der Frequenz abhängig. Damit ist auch die äquivalente Absorptionsfläche frequenzabhängig. Da die Absorption der verwendeten Materialien gegen tiefere Frequenzen abnimmt, wird auch die Nachhallzeit länger. Für unsere Zwecke sind die mittleren Frequenzen von 500 bis 2000 Hz wichtig. Welchen Wert man anstreben soll, kann man dem schalltechnischen Taschenbuch entnehmen [6]. Es ist selbstverständlich, dass für grosse Säle genauere Vorgaben, Nachhallzeiten für die Art der Räume, Abhängigkeit der Frequenz, Raumform und anderes eine Rolle spielen. Der Aufbau der Schallabsorption ist in Bild 6 dargestellt, es wurden abgehängte Massivholzriemen (Latten) verwendet. Der Abstand zwischen den Latten ergab eine offene Oberfläche von 25%. Mit dem Schallschluckstoff wurde die Schalldämpfung in den Räumen erreicht. In Bild 7 sind die Resultate zusammengefasst.

Wie die Messungen zeigen, müssen die Räume als etwas «trocken» angesehen werden. Für den Unterricht in der JMS und für den Schulunterricht können solche

8 Grundriss des 2. OG. Gut erkennbar sind die neu schräg angeordneten Zwischenwände zur Verhinderung des Flatterechos



Räume jedoch gut benutzt werden. Eine unsachgemässe Bauführung kann den Entwurf des Architekten und des Akustikers zum grossen Teil wieder zunichte machen, wobei hier das Thema der akustischen Löcher und der Schallbrücken angesprochen ist.

Das JMS-Projekt besteht aus zwei Räumen im Dachstock, zwei Räumen in der Eingangshalle und zehn Räumen im 2. OG (Bild 8). Wie man sieht, sind die neuen Wände nicht parallel. Dies wurde absichtlich getan, um das Echo zwischen zwei parallelen Wänden (Flutterecho) zu vermeiden. Aus dem Grundriss geht auch hervor, dass nun ein ganzes Angebot von kleinen und grösseren Räumen zur Verfügung steht. Das ganze Umbauprojekt für die JMS kostete 1,1 Mio. Franken, der Anteil des Akustikers betrug Fr. 21000.-.

### Schlussfolgerungen

Durch die Beschränkung auf die beiden wesentlichen und hinsichtlich der Kosten vertretbaren Kriterien

- Schalldämmung zwischen den Räumen und
  - Absorption der Halligkeit
- liess sich ein gutes Resultat bezüglich Technik, Kosten und Terminen erzielen.

Adresse der Verfasser:

*Karl Hümbelin*, dipl. Masching. ETH, und *Matthias Moser*, dipl. Arch. ETH, Seiberth + Moser, dipl. Arch. ETH/SIA, Mattenhofweg 3, 4144 Arlesheim

### Literatur

- [1] DIN 4109, Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise, Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin 1989
- [2] VDI 2719, Baulicher Schallschutz in Krankenhäusern und Sanatorien, Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Düsseldorf
- [3] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Norm SIA 181, Schallschutz im Hochbau, Zürich 1988
- [4] Empa: Luftschall-Dämmung. Auftragsnummer 130 415, 12.11.1990
- [5] *Karl Hümbelin et al.*: Schall. Kursunterlage, Seiberth + Moser GmbH, Arlesheim 1996
- [6] *Helmut Schmidt*: Schalltechnisches Taschenbuch. VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1996

Jim Kelsey, Grossbritannien

## Ökologisches Bauen

### Wohnen unter Hügeln – Das Wohnungsbauprojekt in Hockerton

**Auf dem hügeligen Ackerland von Hockerton in der Grafschaft Nottinghamshire (Mittelengland) entstehen derzeit fünf eingeschossige Reihenhäuser, deren grosszügige, nach Süden ausgerichtete Glasfassaden die Sonnenenergie einfangen und zur Beheizung der unterirdisch gelegenen Wohnräume nutzbar machen.**

Im Rahmen des Wohnungsbauprojekts Hockerton Housing Project sollen Häuser mit drei oder vier Schlafzimmern entstehen, die die erste wirklich «autonome» Wohnsiedlung in Grossbritannien mit eigener Wasser- und Stromversorgung und eigener Abfallentsorgung durch Recycling bilden werden. So soll sichergestellt werden, dass durch die Siedlungsgemeinschaft

weder Kohlendioxidemissionen noch andere Umweltbelastungen entstehen.

Die Idee für das Siedlungsprojekt in Hockerton stammt von Nicholas Martin, einem Bauunternehmer aus der Gegend, die Entwürfe lieferten Robert und Brenda Vale, die in ganz Grossbritannien die beiden einzigen Dozenten für ökologisches Bauen sind und beide an der Universität von Nottingham arbeiten.

Im Laufe des Jahres 1997 ziehen fünf Familien in die hochwärmegeprägten Häuser der Siedlung ein, in der sie als Kooperative leben werden. Jede Familie zahlt £ 100 000 für ihr Haus. Das allen gemein-

Hockerton Housing Project in der Grafschaft Nottinghamshire

