

Holz im Schulhausbau und schalltechnische Untersuchungen an Holzgebälken

Autor(en): **Oetiker**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **97 (1946)**

Heft 10

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-765406>

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.

Der Verfasser regt an, die bisherige, vereinfachte Zuwachsberechnung durch Unterteilung der Starkholzklasse (gros bois) zu verfeinern und nach Stärkeklassen und Hauptholzarten (Fi, Ta, Bu) getrennt durchzuführen. Die Bildung einer Altholzklasse (très gros bois), mit einem minimalen Brusthöhendurchmesser im Bereiche von 80—100 cm, ließe die Zuwachsverminderungen genauer ermitteln und möglicherweise eine ungefähre physiologische und finanzielle Hiebsreife in Abhängigkeit von der Dimension festlegen. Das verhältnismäßig häufige Auftreten von Holzfehlern an überstarken Stämmen spricht auch gegen ein allzulanges Aushalten dieser Sortimente. *Surber.*

Holz im Schulhausbau und schalltechnische Untersuchungen an Holzgebälken

Vortrag, gehalten anlässlich der Generalversammlung der Lignum am 20. Juli 1946
von Stadtrat *Oetiker*, Vorstand des Bauamtes II, Zürich

Der Stadtrat von Zürich hat seinerzeit den Vorstand des Bauamtes II ermächtigt, schalltechnische Untersuchungen an Versuchsdecken für Schulhäuser der Stadt Zürich vorzunehmen und hierfür einen Kredit von rund Fr. 25 000 bewilligt.

Das Bauamt II der Stadt Zürich hatte eine Reihe von Schulhausprojekten in Vorbereitung. Infolge Mangels an Zement und Eisen konnten über den Schulzimmern nicht mehr Betondecken, wie dies seit mehreren Jahrzehnten üblich war, ausgeführt werden. An Stelle der Eisenbetondecke muß daher das *Holzgebälk* vorgesehen werden.

Die mit der Projektierung von Schulhausbauten beauftragten Architekten haben mir die verschiedensten Vorschläge gemacht für die Durchführung der Holzgebälke. Die Architekten und Ingenieure waren bestrebt, Holzgebälk-Konstruktionen zu schaffen, die in bezug auf Zweckmäßigkeit und Schallübertragung den in letzter Zeit ausgeführten Betonkonstruktionen ebenbürtig sind.

Die Meinungen, auf welche Art ein Holzgebälk geschaffen werden kann, das schalltechnisch gleichwertig ist wie die als gut befundenen Eisenbeton-Konstruktionen, gingen, wie die vorgelegten Zeichnungen zeigten, stark auseinander. Es fehlte an genauen Untersuchungen, die besagten, durch welche Mittel ein akustisch gutes Holzgebälk zu beschaffen sei.

Die normale Ausführung, wie sie früher in Wohnkolonien oft angewendet wurde, schien mir einfach ungenügend. Für Schulhäuser müssen bessere Decken ausgeführt werden.

Es ist von großer Wichtigkeit, daß die Deckenkonstruktionen vor Baubeginn eingehend studiert und richtig disponiert werden können. Eine nachträgliche Korrektur von allzu stark schalldurchlässigen Decken ist nicht mehr möglich, es sei denn mit ganz außerordentlich hohen Kosten.

Das nähere Eintreten in die Aufgabe hat gezeigt, daß solche Versuche nur dann zuverlässige Resultate zeitigen, wenn sie an einem Modell vorgenommen werden, das der späteren Ausführung von Schulhausdecken möglichst genau entspricht. Es war also nötig, einen zwei-stöckigen Gebäudetrakt zu errichten, der einen Teil eines Schulzimmers und einen Teil eines Korridors mit Gebälkspannweiten in natürlicher Größe enthält. Das Bauwerk mißt 13,5 m in der Länge, 4,75 m in der Breite und ist etwa 5 m hoch. Im Gebälk zwischen dem unteren und dem oberen Stockwerk sind bei diesem Bauwerk die verschiedensten Konstruktionen eingebaut und geprüft worden. Die akustischen Messungen sind auf zwei verschiedene Arten durchgeführt worden :

A. Von der Eidg. Materialprüfungsanstalt, dipl. Ing. Haller.

B. Von dipl. Ing. W. Furrer, Privatdozent an der ETH.

Es sei an dieser Stelle diesen Herren, die sich mit großer Hingabe der gestellten Aufgabe gewidmet haben, bestens gedankt. Die erzielten Resultate geben dem Bauamt II und andern Fachleuten wertvolle Hinweise für die Konstruktion von Holzgebälken. Die durchgeführten Versuche wollen die Stadt Zürich davor bewahren, daß Fehlinvestitionen gemacht werden. Durch die Versuche haben wir die Gewißheit, daß die Konstruktionen, die wir nunmehr den Architekten vorschlagen, dem Zwecke des Gebäudes entsprechen und daß Schulhäuser entstehen, in denen die Lehrer ohne abnormale Störungen ihren Unterricht erteilen können.

Aus den von der EMPA und Ing. W. Furrer abgefaßten Gutachten lassen sich folgende Schlüsse ziehen :

Die besten Resultate sind erzielt worden bei den Konstruktionen Decken Nrn. 1 und 2. Holzgebälke in dieser Art sind besser als die Massivdecken, wie sie im Schulhaus Fluntern und Schulhaus Kornhausbrücke ausgeführt worden sind. Bei sämtlichen geprüften Holzdecken ist der Blind- und Parkettboden nicht direkt auf die Tragkonstruktion gelegt, sondern als schwimmender Belag ausgebildet, somit durch eine Zwischenschicht, bestehend aus Glasseidenmatte, Korkschat, Sandschicht usw., von der untern Konstruktion getrennt.

Es war zum vornherein klar, daß mit einer Wohnhaus-Gebälkkonstruktion, bei welcher Blind- und Parkettboden direkt auf die Tragbalken genagelt sind, ganz ungenügende Ergebnisse zu erzielen seien. Man hat diese Konstruktionsart daher nicht in die Versuche einbezogen.

Für die Schulhausprojekte sind den Architekten folgende Wegleitungen zu geben :

Die Holzgebälke sind entweder nach Konstruktionsschema Decke Nr. 1 oder Decke Nr. 2 auszuführen. Wie die Zeichnung zeigt, handelt es sich um zwei grundverschiedene Konstruktionsarten, die beide zu guten Resultaten führen.

Die Konstruktion von Decke Nr. 1 sei wie folgt charakterisiert: Die Tragkonstruktion besteht aus Holzgebälken, Spannweite 6,50 bis 7,50 m (verleimte Balken). Zwischen den Balken wird ein Schrägboden eingelegt, auf dem eine Dachpappenlage und sodann eine 15 cm hohe Schlackenschicht (gesiebte Kohlschlacke, Korngröße 15 mm) aufgelegt wird. Über die Balken soll eine Schalung 30 mm in Nut und Kamm gelegt werden. Diese Schalung dient zur Aufnahme der Glasseidenmatte oder Glaswollenmatte (auch Telamatten können verwendet werden). Auf diese Matten kommt der sogenannte schwimmende Belag, bestehend aus Blind- und Parkettboden. Es ist zu beachten, daß die Matten längs den Wänden hochgezogen werden und hinter der Fußlambrie gut abgedichtet sind. Ebenso soll der Hohlraum zwischen Wandbalken und Mauer mit Isoliermasse ausgestopft werden. Der Blindboden soll nicht auf die Schalung genagelt werden. Er ist als schwimmender Belag auszuführen. Unter das Holzgebälk wird eine normale Pflasterdecke (Abrieb und Schilfrohr) angebracht. Zwischen Dachlattenrost und Holzgebälk sollen Pavatex-Unterlagsstücke eingelegt werden.

Die Konstruktion der Decke Nr. 2 stellt eine reine zweischalige Decke dar. Das obere Gebälk dient zur Aufnahme der Bodenbeläge und der Nutzlasten, währenddem das untere, leichtere Gebälk lediglich zur Aufnahme der Pflasterdecke dient. Zwischen unterem und oberem Gebälk ist eine Matte aus Glasseide oder Glaswolle eingelegt. Diese Matte muß an ihren Stößen überdeckt und verleimt werden, ähnlich wie Dachpappendächer. Ebenso sind die Anschlüsse dieser Matte an die Wand gut zu verleimen. In bezug auf die Überkonstruktion, die Pflasterdecke und die Abdichtung zwischen Randbalken und Wand gilt das bei Decke Nr. 1 Gesagte. Es sei besonders darauf hingewiesen, daß sowohl bei Decke Nr. 1 wie bei Decke Nr. 2 die Stärke der Schalung auf den Holzbalken und des Blindbodens 30 mm ausgeführt sind und nicht nur 24 mm wie allgemein üblich. Die Stärke der Bodenbeläge ist von einer gewissen Bedeutung. Die Schlackenauffüllung (Kohlschlacke gesiebt 15 mm Korngröße) ist 15 cm hoch, nicht nur 10 cm wie allgemein üblich. Die Vergrößerung der Schlackenschicht von 10 cm auf 15 cm vermindert die Trittschall-Lautheit um 25 Prozent. Der Blindboden mit 1-cm-Fuge könnte ebensogut direkt auf die Balken gelegt und die Schalung in Nut und Kamm ohne Nachteil auf die Glasseidenmatte an Stelle des Blindbodens vorgesehen werden.

Die guten Ergebnisse der Decke Nr. 1 und Decke Nr. 2 könnten noch verbessert werden, wenn die Pflasterdecke und die Bodenbeläge in schwererer Ausführung vorgesehen würden. Eine Verbesserung wäre auch zu erzielen, wenn an Stelle der Schlackenauffüllung mit relativ kleinem Gewicht ein Material mit größerem Gewicht verwendet würde. Die vorgenommenen Untersuchungen zeigen, daß der schwimmende

Belag — Blindboden und Parkettboden — oder Plättliboden mit Unterlagsmaterial am besten auf eine elastische Unterlage, zum Beispiel Glasseidenmatte, Glaswollenmatte, Telamatte gelegt wird. Wenn an Stelle dieser lockigen, elastischen Matten andere, festere Materialien treten, sind die Resultate weniger gut. Dies rührt daher, daß die zuletzt erwähnten Materialien zu hart sind und zu tot, d. h. nicht elastisch. Sie übertragen den Körperschall von der oberen Schicht auf die Tragkonstruktion; es besteht die Gefahr der Brückenbildung durch harte Stücke.

Es fragt sich, ob die relativ schweren Balken 30/18 cm, die im Versuchsbau eingebaut waren, von großer Bedeutung seien für die erzielten guten Ergebnisse. Es ist zu erwähnen, daß das Gewicht der Einzelbalken nicht von Bedeutung sei. Die Eigenschaften dieser Decke würden nicht anders, wenn an Stelle der Holzbalken schwerere Betonbalken oder Eisenbalken eingebaut würden. Die gute Wirkung ergibt sich durch eine gleichmäßige Gewichtsverteilung auf die Schale, daher sind relativ schwere Betonplattendecken günstig. Es sei darauf hingewiesen, daß der Durchbildung von Holzgebälken und der sorgfältigen Ausführung aller Beläge die größte Aufmerksamkeit zu widmen ist. Auf die Dauer betrachtet, besteht bei Holzgebälk eher die Gefahr, daß die akustischen Verhältnisse mit den Jahren schlechter werden. Bei Betonplatten ist dies nicht der Fall. Die Gefahr liegt beim Holzgebälk darin, daß das Holz schwindet. Jede Fuge, die im Parkettboden, in der Schalung, im Schrägboden oder in der Gipsdecke entsteht, bedeutet eine Verschlechterung der akustischen Verhältnisse. In bezug auf die Schrägböden lassen sich folgende Schlüsse ziehen :

Stumpfe, gestoßene Schrägböden werden zweifellos abschwinden. Zwischen den einzelnen Brettern werden sich Fugen zeigen, die Schallwellen durchlassen. Gefälzte Schrägböden können etwas besser sein, wenn sich die Bretter jedoch schüsseln, entstehen wiederum Fugen, die den Schall durchlassen. Am besten würde sich somit ein Schrägboden eignen mit Nut und Feder. Dieser bietet auch dann, wenn er etwas abschwindet, noch eine gewisse Gewähr.

Zur Frage der Bodenbeläge bei Holzgebälken

Es ist den Architekten Weisung zu geben, daß auf Holzgebälk kein Linoleum verlegt werden darf. Die Holzkonstruktion muß atmen können. Dies ist nur möglich, wenn über den Balken Holzbeläge ausgeführt werden. Linoleumbeläge sind deshalb gefährlich, weil das Holz, wenn es nicht richtig getrocknet ist, ersticken würde. Wenn ein Schulhaus eine Anzahl Jahre im Betrieb sein wird, kann später, nachdem alle Konstruktionen gründlich ausgetrocknet sind, ohne Gefahr Linoleum auf Holz verlegt werden.

Zur Frage der Heizleitungen sei folgendes bemerkt

Im Versuchsbau sind sowohl offene wie eingemauerte Heizleitungen geprüft worden. Dabei hat es sich gezeigt, daß der Trittschall sich bei offen montierten Heizleitungen unangenehm bemerkbar macht. Es ist daher vorzusehen, in den Schulzimmern die Heizleitungen einzumauern, währenddem in Korridoren und Aborten diese Leitungen offen montiert werden können. Zweifellos wäre ein Heizsystem, bei dem weder Röhren noch Radiatoren sichtbar sind, in bezug auf Schallübertragungen das Richtigste. Es kann also angenommen werden, daß die sogenannte Strahlungsheizung, bei der die Heizrohre in der Decke einbetoniert sind, sich gut auswirke.

Beim Schulhaus treten nicht nur Störungen auf durch Schallübertragung in den Zwischengebälken. Auch die Frage der Schallübertragung durch die Korridortüren ist von einer gewissen Bedeutung. Hier ist darauf zu achten, daß gut schließende Türen vorhanden sind und daß die Hohlräume hinter Futter und Verkleidung gut ausgefüllt werden. Wenn es gelingt, den Lärm im Korridor zu verringern, ist selbstverständlich etwas Gutes geleistet. Es ist daher zu prüfen, ob auch im Korridor Maßnahmen gegen unerwünschte Schalleinflüsse möglich sind, sei es durch geschickte Grundrißbildungen, vorspringende Pfeiler, keine glatten, geraden Wände, Schallkulissen oder durch Anbringung von schalldämpfenden Platten auf Decke oder Wand (Weichpavatex, Celotex usw.) oder Einlage von Perfekta-Akustikplatten in Schalung und andere Maßnahmen.

Es wäre von Vorteil, wenn auch unter den Korridorböden Glas-seidenmatten, Glaswollenmatten, Telamatten eingelegt würden. Durch diese Maßnahmen wäre erreicht, daß der Trittschall nicht durch die Konstruktionen auf die Schulzimmer übertragen wird. In den Schulzimmern soll nach wie vor zur Schalldämpfung eine gewisse Fläche in der Decke oder in den Wänden mit Celotex, Weichpavatex usw. belegt werden.

Hier stellt sich neuerdings die Frage, ob an Stelle der Pflasterdecken Leichtplatten ausgeführt werden können, weil einige dieser Platten eine bessere Raumakustik ergeben würden. Im Versuchsbau sind solche Leichtplatten in bezug auf Trittschall und Luftschall ungünstig befunden worden; deshalb, weil sie zu wenig Gewicht haben und weil bei den Fugen schalldurchlässige Stellen entstehen. Die Versuche zeigen also, daß verschiedene Leichtplatten für die Raumakustik gut sind, hingegen in bezug auf die Isolierung des einen Stockwerkes zum andern (Luftschall, Trittschall) nicht so günstig sind wie die schwerere und rißfreie Pflasterdecke.

Vorgenannte Ausführungen betreffen die akustischen Verhältnisse und Maßnahmen, die in *Schulhausbauten* zu beobachten sind. Selbstver-

ständig gelten, genau besehen, nicht für alle Schulhäuser dieselben Anforderungen an Maßnahmen gegen unerwünschte Schalleinflüsse. In einem Schulhaus in ganz ruhiger, ländlicher Lage, wie zum Beispiel Witikon, ist das Ohr für Schalleinflüsse viel empfindlicher als in einem Schulhaus neben großen Verkehrsadern mit Lärm von außen, wie zum Beispiel Schulhaus Kornhausbrücke. Bei Gebäuden anderer Art kann für bestimmte Räume, die gegen Außenlärm geschützt sein müssen, schon beim Projektieren vorgekehrt werden. So ist zum Beispiel der Saalbau Volkshaus Stauffacherstraße in den Hof verlegt worden, damit sich der Verkehrslärm von außen nicht bemerkbar macht.

Zum Schlusse möchte ich noch auf ein Gespräch mit unserem verehrten Schweizer Flieger Walter Mittelholzer hinweisen, ungefähr im Jahre 1930, bei Anlaß der Projektierung des Aufnahmegebäudes im Flugplatz Dübendorf. Bei Durchbesprechung des Gebäudes bin ich auf die Frage gekommen, welche Aufwendungen wohl für Isolierungen der Decken zwischen den Räumen im Parterre und den Bureaux im 1. Stock zu machen seien. Walter Mittelholzer hat mir nach einigen Überlegungen gesagt: « Gar nichts ! Geben Sie keinen Rappen aus für solche Isolierungen. Der Lärm von außen ist derart groß, daß es gar keine Rolle spielt, ob unsere Decken besser oder schlechter isoliert sind. »

Wir haben keinen Rappen ausgelegt. Das Gebäude hat sich prima bewährt. Es ist solange in Ordnung, wie der Flugbetrieb floriert.

Eine Publikation über diese Versuche ist in der « Schweiz. Bauzeitung » vom 3. März 1945 enthalten. Diese gibt in wissenschaftlich-technischer Art die erzielten Ergebnisse wieder.

Ich bin in meinen Darlegungen mehr von der praktisch-technischen Seite ausgegangen, um Ihnen die direkte Anwendung in der Praxis zu erleichtern. Wenn es mir gelungen ist, damit einen dem Holzbau oft gemachten Vorwurf der « Ringhörigkeit » zu entkräften, wird es mich freuen, im Interesse des Holzbaues selbst und derjenigen, die solche Holzbauten erstellen lassen.

Résumé

Dans son exposé à l'occasion de l'assemblée générale du « Lignum » le 20 juillet 1946, le chef de l'intendance des bâtiments II de la ville de Zurich, le conseiller municipal M. Oetiker, donna un résumé relatif aux recherches effectuées sur les plafonds expérimentaux pour les bâtiments des écoles de la ville de Zurich. Le Conseil municipal accorda pour ce but la somme d'environ 25 000 francs.

Pendant de longues années on utilisa des constructions de béton armé, mais à force du manque de ce matériel on fut forcé de lui substituer une construction en bois. Les exécuteurs de ces projets se sont efforcés de créer des constructions en bois équivalentes à celles en béton armé. Les projets, ainsi que les propositions à ce sujet furent très divers. Les travaux effectués

auparavant ont montré que les constructions en bois étaient insuffisamment perfectionnées au point de vue acoustique. Des expériences exactes ont prouvé qu'on ne pouvait obtenir des résultats sûrs autrement que par des expériences sur des modèles qui, par leurs dimensions, correspondaient au futur projet.

Les mensurations acoustiques furent exécutées par deux méthodes :

- A. De la part du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux, de M. l'ing. dipl. Haller;
- B. de la part de M. l'ing. dipl. W. Furrer, professeur agrégé à l'E. P. F.

Ces expériences ont beaucoup contribué à l'exécution convenable d'ultérieures constructions en bois. Les résultats suivants ont été obtenus d'après l'estimation élaborée. Dans l'exécution des constructions en bois pour les plafonds des bâtiments d'école on ne pouvait pas procéder de la même façon qu'avec les maisons d'habitation. Il était évident qu'on ne pouvait pas fixer les faux parquets et les parquets directement au sommier, et par conséquent cette possibilité ne fut pas prise en considération.

Les projets de construction des plafonds nos 1 et 2 ont montré de meilleurs résultats. Ces constructions sont caractérisées par une pâte de remplage isolante spécialement construite d'un carton pour toitures et du laitier de charbon criblé placé entre les poutres. Sur les poutres elles-mêmes vient le coffrage spécial qui sert pour le placement d'ultérieures isolations du son, et ce n'est qu'à présent que vient le revêtement du plancher (n° 1).

La construction n° 2 représente le plafond du coffrage double. L'entablement supérieur sert pour l'établissement du revêtement du plancher et du poids utile. L'ultérieur seulement pour le support du pavement. Les deux constructions pourraient être perfectionnées encore davantage en utilisant au lieu du matériel léger (laitier) du matériel plus lourd. Les résultats exacts des expériences ne sont pas dus au poids des poutres utilisées, mais ils sont plutôt le résultat d'une répartition juste de poids.

Concernant le retrait du bois, il faut accorder une attention spéciale à l'exécution consciencieuse de tout le travail.

Aux architectes furent données des instructions de ne pas couvrir les poutres avec du linoléum. Il faut donner à la construction en bois la possibilité de respirer ainsi que de sécher. Ainsi on pourra sans aucun danger couvrir la construction avec du linoléum seulement après quelques années, lorsqu'elle sera complètement sèche.

On a aussi examiné spécialement la question des conduits de chauffage. On a pu constater que les conduits de chauffage visibles n'étaient pas favorables au point de vue de la transmission du son. Par conséquent un système de chauffage sans tubes et radiateurs visibles serait la solution meilleure concernant la transmission du son. La transmission du son dans les corridors fut aussi prise en considération. On s'est efforcé d'éliminer toutes les influences défavorables du son par une isolation propre des portes et des planchers. Pour l'amortissement du bruit on peut employer Celotex, Pavatex mou, etc.

Une publication concernant les expériences ci-dessus mentionnées se trouve dans la « Schweiz. Bauzeitung » du 3 mars 1945. Celle-ci interprète d'une manière scientifique et technique les résultats obtenus. I. K.