

Holz-Beton Verbundbauweise

Autor(en): **Wieland, Heinz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte**

Band (Jahr): **60 (1990)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-46540>

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.

Holz-Beton Verbundbauweise

Composite Timber-Concrete Structures

Construction mixte bois-béton

Heinz WIELAND

Bauingenieur
Wieland Engineering AG
Maienfeld, Schweiz

Heinz Wieland, geb. 1941, Diplom als Bauingenieur an der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich 1965. Berater-Ingenieur für Hochbautechnik und Bauphysik und Geschäftsführer der Wieland Engineering AG.

ZUSAMMENFASSUNG

Verbund-Tragsysteme aus Holzbalken und einer dünnen Betonplatte zum Erstellen und Sanieren von Geschossdecken im Wohnungsbau werden beschrieben. Die Probleme der statischen Berechnung werden beschrieben, eine einfache Rechenmethode unter Gebrauchslast wird vorgestellt und die Anforderungen werden diskutiert. Vorgestellt wird auch ein eigens für dieses Problem entwickeltes Verbundelement. Der an verschiedenen ausgeführten Objekten gemessene Schallschutz wird angegeben.

SUMMARY

Composite structures of timber beams and a thin concrete slab for the erection and renovation of floors in residential houses are described. The problems of the static calculation are described and a simple method is given for serviceability loads. The limit states are discussed. A shear connector developed for this purpose is presented. Measured sound reduction indices in existing buildings are listed.

RÉSUMÉ

L'article décrit des structures mixtes de poutres en bois et de dalle mince en béton, destinées à la construction et à la restauration de planchers de maisons d'habitation. Il décrit les problèmes relatifs aux calculs statiques, donne une méthode de dimensionnement simplifiée pour les surcharges de service, puis il analyse les exigences imposées. Il présente en outre un élément mixte mis spécialement au point pour ce problème. Il fournit enfin les valeurs d'isolation acoustique mesurées dans différentes constructions.



1. PROBLEMSTELLUNG

In einem überwiegenden Teil der vor 1930 erstellten Altbauten in Mitteleuropa weisen die Obergeschosse Holzbalkendecken auf. Nicht nur ist die Tragfähigkeit dieser Decken oft ungenügend und sind die Durchbiegungen für eine moderne Nutzung viel zu gross, diese Decken sind auch wenig steif und schwingen spürbar, wenn sie begangen werden. Vor allem aber der Schallschutz entspricht in keiner Art und Weise mehr den heutigen Anforderungen.

Holzbalkendecken in neuen Wohnbauten vermitteln das Gefühl erhöhter Wohnlichkeit und sind daher von vielen Bauherrn gefragt.

Gesucht ist also ein wirtschaftliches Tragsystem resp. eine geeignete Sanierungsmethode vorhandener Holzbalkendecken, welche den modernen Anforderungen bezüglich Traglast, Durchbiegung und Schallschutz genügt.

2. LÖSUNG MIT HOLZ-BETON VERBUND

2.1 Das Holz-Beton Verbundtragwerk

Holz-Beton Verbund wird eine Bauweise genannt, bei der ähnlich wie beim Stahl-Beton Verbund eine relativ dünne Betonplatte mit einem Holzträger schubfest verbunden wird. Es entsteht ein für kleine und mittlere Spannweiten im Hochbau geeignetes, wirtschaftliches Deckensystem.

Für die Wirtschaftlichkeit dieser Bauweise entscheidend ist, dass zwischen Holzbalken und Betonplatte bei der Altbau-sanierung die Bretterlage belassen und im Neubau das Holztäfer als Schalung eingelegt wird. Dadurch wird ein Verbund durch Formschluss zwischen Holzbalken und Betondecke unmöglich und Klebverbindungen unwirtschaftlich. Es bleibt nur das mechanische Verbindungselement, welches in dem Tragwerk auch das kritische Element darstellt.

2.2 Bauvorgang Altbau

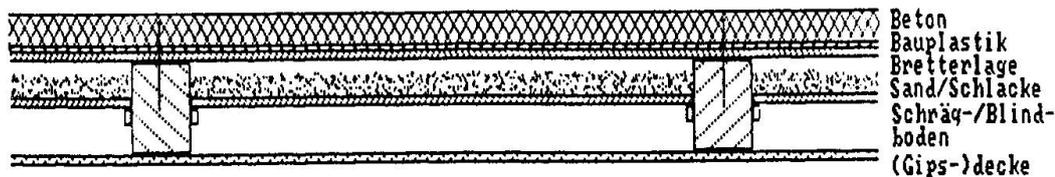
Der alte Bodenbelag wird bis auf die Bretterlage über den Holzbalken entfernt. Mit Sondieröffnungen werden Lage, Abmessungen und Zustand der Holzbalken festgestellt. Insbesondere der Zustand der Auflager an Aussenwänden muss sorgfältig überprüft werden. Liegt die Bretterlage nicht voll auf den Holzbalken auf, ist sie etwa aufgeschiftet, so muss diese ebenfalls entfernt werden. Auch wenn die Höhenverhältnisse im zu sanierenden Raum knapp sind, kann es notwendig sein, die Bretterlage zu entfernen. In diesen Fällen wird der Raum zwischen den Holzbalken, über dem Blind- oder Schrägboden mit einem Leichtbaustoff wie Leca lose, Perlit oder einem unbrennbaren Dämmstoff mit genügender Steifigkeit ausgefüllt. Auf dem Blind- oder Schrägboden liegender Schutt, Sand oder Schlacke kann entfernt oder belassen werden.

Vorher



alter
Bodenbelag
Bretterlage
Sand/Schlacke
Schräg-/Blind-
boden
(Gips-)decke

nachher



Beton
Bauplastik
Bretterlage
Sand/Schlacke
Schräg-/Blind-
boden
(Gips-)decke

← Stadler Verbundelement VB-48-6.5x100mm

Bild 2: Holz-Beton Verbunddecke im Altbau

Auf die Bretterlage, resp. die Ausgleichslage zwischen den Balken wird nun zwei Lagen Bauplastik verlegt. Dann werden die Verbundelemente versetzt.

Nach erfolgter Spriessung der Holzbalken zwischen den Drittelpunkten der Spannweite wird der Beton eingebracht.

2.3 Bauvorgang Neubau

Der Architekt bestimmt nach ästhetischen Gesichtspunkten Abmessungen und Abstand der Holzbalken, sowie die Art der Schalung. Der Ingenieur überprüft ob die gewählten Abmessungen genügend sind, was im allgemeinen der Fall sein wird. Er bestimmt Lage und Anzahl der Verbundelemente, das erforderliche Armierungsnetz der Betonplatte und die Stärke derselben. Im allgemeinen wird das leichteste Netz genügen. Der geringen Spannungen im Holz wegen können auch alte Holzbalken aus einem Abbruchobjekt verwendet werden.



Beton
Bauplastik
Schalung/Täfer

← Stadler Verbundelement VB-48-6.5x100mm

Bild 3: Holz-Beton Verbunddecke im Neubau

Auf dem Bau werden zuerst die Holzbalken gelegt und dann die Schalung aufgebracht. Das weitere Vorgehen entspricht dem im Altbau.



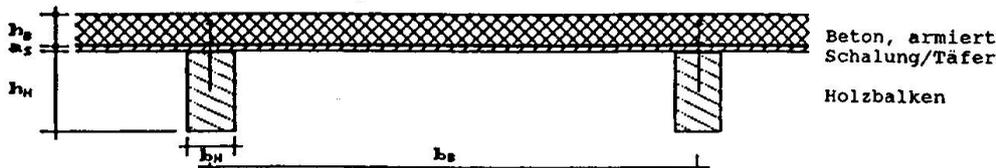
2.4 Details

Die Holz-Beton Verbunddecke kann - entsprechende Nachweise vorbehalten - nur auf die Holzbalken oder nur an die Betonplatte aufgelagert werden oder auf Holzbalken und Betonplatte. Die im ersteren Fall entstehenden Zugkräfte zwischen Holzbalken und Betonplatte in der Nähe des Auflagers müssen durch zusätzliche Verbundelemente aufgenommen werden.

3. BEMESSUNG

3.1 Methode mit geschätztem Verbundanteil

Bei dieser einfachen Berechnungsmethode wird mit einem teilweisen Verbund von Holzbalken und Betonplatte durch die Verbundelemente gerechnet. Um auf der sicheren Seite zu liegen, kann dabei für die Berechnung von Anzahl und Lage der Verbundelemente ein Verbundanteil von 0.8 für die Berechnung der Spannungen in Holz und Beton und der Durchbiegung ein solcher von 0.6 eingesetzt werden.



$$E_{\text{Holz}} = 10'000 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{SIA 164}) \quad E = E_{\text{Holz}}$$

$$E_{\text{Beton}} = 21'000 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{SIA 162}) \quad n_B = E_{\text{Beton}} / E_{\text{Holz}}$$

$$E_{\text{Stahl}} = 210'000 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{SIA 162}) \quad n_S = E_{\text{Stahl}} / E_{\text{Holz}}$$

F_e = Stahlquerschnitt in der Mitte der Betonplatte
 x = Lage der neutralen Achse über Unterkante Holz

Die folgenden Querschnittswerte beziehen sich auf E_{Holz} :

J_V = Trägheitsmoment bei vollem Verbund (Schalung/Täfer nicht mitrechnen)

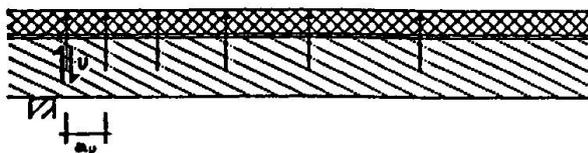
J_H = Trägheitsmoment nur Holzbalken

J_B = Trägheitsmoment nur Betonplatte [$J_B = n_B \cdot J_B (E_{\text{Beton}})$]

S = Statisches Moment der Betonplatte bezüglich x-Achse

φ_V = Verbundanteil

V_{empf} = empfohlene Querlast Stadler Verbundelement
 VB-48-6.5x100 mm (2.6 kN)



a_v = Dübelabstand

d_v = Durchbiegung bei vollem Verbund

d_{eff} = Durchbiegung bei teilweisem Verbund

$$a_v = \frac{V_{\text{empf}} \cdot J_V}{v \cdot S \cdot \varphi_V}$$

$$d_{\text{eff}} = d_v \cdot J_V \cdot \left(\frac{\varphi_V}{J_V} + \frac{1 - \varphi_V}{J_H + J_B} \right)$$

$$\sigma_{\text{Beton oben}} = M \cdot n_B \cdot \left(\varphi_V \cdot \frac{h_b + a_s + h_H - x}{J_V} + (1 - \varphi_V) \cdot \frac{h_B}{2 \cdot (J_H + J_B)} \right)$$

$$\sigma_{\text{Beton unten}} = M \cdot n_B \cdot \left(\varphi_V \cdot \frac{a_s + h_H - x}{J_V} - (1 - \varphi_V) \cdot \frac{h_B}{2 \cdot (J_H + J_B)} \right)$$

$$\sigma_{\text{Holz oben}} = M \cdot \left(\varphi_V \cdot \frac{h_H - x}{J_V} + (1 - \varphi_V) \cdot \frac{h_H}{2 \cdot (J_H + J_B)} \right)$$

$$\sigma_{\text{Holz unten}} = M \cdot \left(\varphi_V \cdot \frac{-x}{J_V} - (1 - \varphi_V) \cdot \frac{h_H}{2 \cdot (J_H + J_B)} \right)$$

3.2 Genauere Berechnungen

Genauere Berechnungen sind möglich unter Annahme eines im Innern statisch unbestimmten Tragwerkes. Dabei werden die Schnittgrößen an jedem Verbundelement als unbekannte Größen eingeführt. Allenfalls genügt es nur die Querkräfte an den Verbundelementen als unbekannte Größen einzuführen.

Zusätzlich müssten die beim Betonieren in den gespriessten Holzbalken vorhandenen Spannungen den am Verbundtragwerk im Gebrauchszustand errechneten Spannungen überlagert werden. Schliesslich wäre auch das Kriechen und Schwinden von Holz und Beton zu berücksichtigen.

Den grössten Unsicherheitsfaktor aber dürfte der E-Modul des Holzes bilden, welcher nicht nur vom Wassergehalt, sondern vor allem auch vom Raumgewicht desselben abhängig ist.

3.3 Zulässige Grössen

Im allgemeinen dürfte die Durchbiegung massgebend werden. Dabei sollten die Werte nach den einschlägigen Normen eingehalten werden. Bei spröden Zwischenwänden auf der Verbunddecke empfiehlt sich ein Verhältnis Länge zu Durchbiegung von 1:500 bis 1:1000. Zu beachten gilt, dass der E-Modul von waldfischem Holz beträchtlich unter dem Normwert liegen kann.

Da die Berechnung der Traglast mit grossem Aufwand verbunden ist, empfiehlt es sich die Bemessung unter Gebrauchslast durchzuführen. Wie bereits angedeutet dürften die zulässigen Spannungen bei Beachtung der limitierten Durchbiegung weder im Holz noch im Beton erreicht werden. Damit ist auch schon angedeutet, dass diese Tragwerke eine grosse Tragreserve aufweisen.

Das soll nun freilich nicht dazu verleiten, weniger feste Materialien zu verwenden. Geringere Festigkeit des Betons - etwa bei der Verwendung von Leichtbeton - ist immer auch mit geringerem E-Modul verbunden, was sich wiederum negativ auf Durchbiegung und Schallschutz auswirkt.

4. VERBUNDELEMENTE

Das kritische Element im Holz-Beton Verbundsystem ist das Verbundelement zwischen Holz und Beton. Um die Vorteile des Holz-Beton Verbundes bezüglich hoher Tragfähigkeit, geringer Durchbiegung und geringen Spannungen in Holz und Beton voll ausnützen zu können, muss ein geeignetes Verbundelement gewählt werden.

Beim speziell für diese Anwendungen entwickelten Verbundelement, handelt es sich um eine 100 mm (ohne Schaft) lange Schraube aus einsatzgehärtetem niedriglegiertem Stahl mit dem Durchmesser von 6.5 mm. Um ohne Vorbohren ein genügend tiefes Einschraubmoment zu erreichen ist die Oberfläche be-

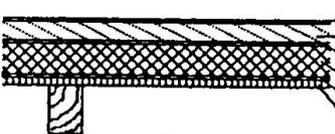
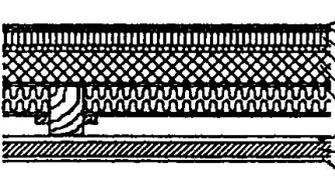
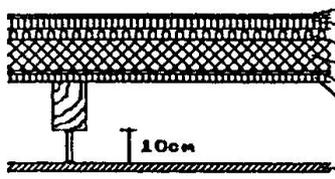


sonders glatt und gewachst. Ein tief ausgerolltes Gewinde verhindert das Spalten des Holzes und gibt extreme Quer- und Zuglastwerte. Als Antrieb wurde ein TORX Kopf gewählt um die doch recht hohen Einschraubmomente sicher übertragen zu können. Der angepresste Bund beschränkt die Einschraubtiefe und presst die Bretterlage sicher an den Holzbalken.

5. SCHALLSCHUTZ

Lärmschutzverordnungen fordern in den meisten Industrieländern einen Mindestschallschutz zwischen Wohnungen, welcher von Holzbalkendecken nur sehr schwer und mit unverhältnismäßigem Aufwand erfüllt werden kann. Auch eine Holz-Beton Verbunddecke kann diese Anforderungen ohne schwimmenden Estrich nicht erfüllen. Die einfache und kostengünstige, auch für Bauten in Entwicklungsländern geeignete Bauweise erreicht jedoch ohne zusätzlich schalldämmende Massnahmen in etwa gute 45 dBA bewertetes Luftschallschutzmass.

An ausgeführten Bauten wurden die folgenden Schallschutzmasse bei verschiedenen Konstruktionen nach DIN 52210 gemessen:

Deckenaufbau	TSM [dB]	R'w [dB]
 <ul style="list-style-type: none"> Holzriemen Lattung auf Filz 8-10 cm St.-Beton Plastikfolie Schalung 	11	56
 <ul style="list-style-type: none"> Teppich (geklebt) 6 cm Unterlagsboden 5 mm Isokork 8-10 cm St.-Beton Plastikfolie Schalung 	30	--
 <ul style="list-style-type: none"> Teppich 5 mm Sempofl. 4 cm Spanplatte 15 mm Trittschallschutz 8-14 cm St.-Beton Plastikfolie 16 mm Holzleisten 4 cm Gipsdecke 12.5 cm Gipskarton 	32	58
 <ul style="list-style-type: none"> Teppich 3 cm Spanplatte 3 cm Isolierung 8-10 cm St.-Beton Plastikfolie Schalung 10cm Gipskartonplatte 	32	60

TSM = Trittschallschutzmass nach DIN 4109

R'w = bewertetes Luftschallschutzmass nach DIN 4109