

T H E M A



Die Holz-Beton-Verbunddecke - eine sehr tragfähige Alternative zu Stahlbeton

So unbestreitbar das Zeitalter des Ölbooms, der Nutzung fossiler und damit billiger Energie, zu Ende geht, so wenig bestimmt diese Tatsache leider immer noch die Einstellung zum Bauen in unserem Land. Dabei sind die Bautechniken für klimagerechtes Bauen und energieeffiziente Architektur vorhanden, die unsere Bauten vom Öl unabhängig machen - der Holzbau bringt die absolut besten Voraussetzungen dafür mit, aber die Vorbehalte gegen den Baustoff Holz sind sowohl in der Bevölkerung wie noch mehr bei den Planungsbeteiligten sehr groß („Holz fault“, „Holz brennt“, „Holz ist teuer“).

Nun hat die Holzindustrie mit der Herstellung preiswerter, flächiger Elemente – mit den Mehrschichtplatten, dem Brettsperrholz und dem Brettstapelholz – eine Fülle neuer Möglichkeiten geschaffen, deren Auswertung noch ganz am Anfang steht.

Eine dieser Möglichkeiten ist der Holz-Beton-Verbund in Deckenplatten.

Pure Holzstapeldecken sind hoch tragfähig, sie müssen daher i.a. auf die Durchbiegung hin dimensioniert werden, aber sie sind für einen guten Schallschutz eher zu leicht; Die Herstellung der Scheibenwirkung kostet Zusatzaufwände. Der Quadratmeter Holzstapeldecke wird immer teurer sein als der Quadratmeter Stahlbeton-Rohdecke, auch bei geringerem Massenbedarf.

Der Stahlbeton macht uns Ingenieuren aber auch Schwierigkeiten, die wir mit einem Holz-Beton-Verbund vermeiden können: Wir rechnen ihn als gerissen, aber unsere Bauherren vermuten in jedem Riß einen Schaden; Wenn der Beton gerissen ist, vergrößern sich seine Verformungen ganz erheblich und die Rostgefahr für die Bewehrung steigt. Inzwischen bestimmt die Rissesicherung den Bewehrungsgehalt oft mehr als die statische Belastung dies erfordern würde.

Stahlbeton hat aber auch im Brandfall seine Tücken: Die Schicht unterhalb der Bewehrung neigt dazu, abzuplatzen – eine Gefahr besonders für die Feuerwehrleute im Einsatz – und die Temperaturen auf der dem Feuer abgewandten Seite können sehr hoch werden.

Holz verhält sich gerade in der Fläche weit besser als vermutet: F90 ist leicht erreichbar, die Oberfläche verkohlt und brennt dann nicht von selbst weiter, die Temperaturerhöhung auf der dem Feuer abgewandten Seite ist kaum merkbar. Der Eindringfaktor für eine Temperaturwelle, die in das Material Beton eindringt, ist viermal so hoch wie der für Holz.

Im Verbund der beiden Materialien Holz und Beton als tragende Platte können die Vorteile beider Materialien kombiniert werden:

Die Vorteile von Brettstapelholz in der Zugzone:

- | | |
|---------------|---|
| Statisch: | <ul style="list-style-type: none"> - ungerissene Zugzone hoher Festigkeit - erhebliche Reduzierung des Eigengewichts - geringe Kriechverformung - keine Zwängungsspannungen in Tragrichtung |
| Bautechnisch: | <ul style="list-style-type: none"> - großflächige Schalung mit fertiger Oberfläche - hohe Genauigkeit durch Vorfertigung - hohe Baugeschwindigkeit |

- Bauphysikalisch: - klimaaktiv als Feuchtepuffer
 - als Wärmespeicher mit großer Phasenverschiebung
 - als Wärmedämmung, geringere Schallreflektion
 - keine Korrosionsgefahr
- Ökologisch: - nachwachsender Rohstoff mit zunehmenden Reserven in Deutschland
 - geringster baulicher Energieaufwand
 - CO₂-Senke, am Ende des Lebenszyklusses thermische Verwertung.
 - Ersatz des knapper und teurer werdenden Rohstoffs Stahl

Die Vorteile von Stahlbeton in der Druckzone:

- Statisch: - querverteilende Platte sowie aussteifende Scheibe
 - hohe Drucktragfähigkeit auch bei geringer Bewehrung
 - unerheblicher Bewehrungsbedarf für Rissesicherung
- Bautechnisch: - preisgünstig; bei geringem Bewehrungsgehalt (Stahl-Faserbeton möglich)
 - keine Einschränkung der Baugeschwindigkeit
 - im Bauzustand Feuchteschutz des Holzes
- Bauphysikalisch: - Wärmespeicher, erspart die teure Beschwerung für den Schallschutz
- Ökologisch: - Energieaufwand für Beton selbst ist auch nicht hoch, kann recycelt werden

Der Verbund kann sehr kostengünstig über Kerben im Holz in Kombination mit Holzschrauben erzeugt werden. Unser Berechnungsmodell geht dabei von einem Druckdiagonalen-Fachwerk aus. Die Druckdiagonalen werden durch die Mitte der Kerben gelegt, sie beginnen und enden im Schnittpunkt der Schraubenachsen mit dem Holz-Unter- bzw. dem Beton-Obergurt.

Im Computermodell können alle möglichen Geometrien verfolgt werden, z. B. auch die Durchlaufwirkung und Zustand II-Effekte des Betons sowie die Querabtragung.

Betriebswerkstatt Freilichtmuseum Massing

Mit dem Bauvorhaben Werkstatt des Freilichtmuseums Massing wurde der Vergleich Holzbau-Massivbau durchgehend verfolgt. Dazu wurden die zwei alternativen Konstruktionen berechnet und die Kosten durch Angebotseinholung gegenüber gestellt. Bei gleichen Kosten hatte die Holz-Beton-Lösung in diesem Fall zwei entscheidende Vorteile gegenüber der Mauerwerks-Beton-Lösung:

Man kam für 8,54 m Spannweite und 5 kN/m² Verkehrslast ohne Unterzüge aus und konnte beliebig an Decke und Wänden Geräte und Installationen befestigen, mit dem einfachen Mittel der Holzschrauben. Weitere, erhebliche Vorteile: die kurze Bauzeit und eine halb so starke Außenwand wie bei Wärmedämmziegelmauerwerk (9% statt 18% Wandanteil, bezogen auf die Nettofläche). Verglichen wird im Folgenden eine Stahlbetonplatte mit gleicher Tragfähigkeit und ähnlichem Durchbiegungsverhalten, wobei die Spannweite nicht verändert wurde, aber bei Auflagerung auf Ziegelmauerwerk doch deutlich größer wäre.

Bauherr: Zweckverband Niederbayerische Freilichtmuseen des Bezirks Ndb

Architekt: Dipl.Ing.(FH) Hermann Lichtenecker, Massing

- Zweigeschossiger Holzbau mit Wänden aus Brettsperholz
- Holz-Beton-Verbunddecke über 8,6 m Spannweite für 5,00 kN/m² Verkehrslast
- Satteldach mit Dreiecksbindern über 8,6 m Spannweite
- Umbauter Raum: 1510 m³
- Baukosten(Kostengr. 3000): netto 136 Euro/m³

Gegenüberstellung der Holz-Beton-Verbunddecke der Werkstatt des Freilichtmuseums Massing mit einer adäquaten Stahlbetonplatte

Vergleichsgegenstand	Lastfall	Holz-Beton-Verbund	Stahlbetonplatte
Materialart und -stärke Bewehrung		14cm BS 11, 12cm C 30 1 Lage Q257	32 cm C 30; BSt 500 Unten d12/15+d14 /15 + R377 quer, Oben Q513
Bewehrungsbedarf ca.		5 kg/m ²	30 kg/m ²
sonstiges		4 Spax d10/m ² , 8 Kerben	Zentrierlager f. Mauerwerk
Eigengewicht	g	3,7 kN/m ²	8,0 kN/m ² (+116%)
Zusatzlast	g' + p	5,25 kN/m ²	5,25 kN/m ²
Gesamtlast	g+g'+p	8,95 kN/m ²	13,25 kN/m ² (+48%)
Ausnutzungsgrad		0,79	0,85
Lastreserve bei 100% Ausnutzg.	delta p	2,29 kN/m ²	2,18 kN/m ²
Anfangsdurchbiegung (Zustand II berücksichtigt)	g g+g'+p	11,4 mm 25,9 mm	16,5 mm 35,7 mm
Enddurchbiegung mit $\gamma = 2$ (Beton) und $\gamma = 0,6$ (Holz)	g g+g'+p	25,9 mm 40,4 mm	20,9 mm 40,1 mm
Eigenfrequenz	g	5,28 Hz	4,38 Hz
Auflagerlast	g+g'+p	38 kN/m	57 kN/m



Weitere ausgeführte Projekte mit Verbunddecken:

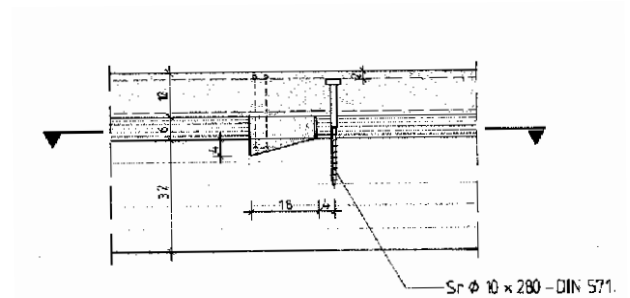
Erweiterung der Realschule Brannenburg

Bauherr: Landkreis Rosenheim, vertreten durch Herrn BD Juraschek

Architekt: Werkgemeinschaft Rosenheim

- zweigeschossiger Holzbau
- über dem Stahlbeton-Untergeschoss der ehemaligen Hausmeisterwohnung errichtet
- insgesamt ca. 1000qm Verbunddecken in 22cm Stärke
- Aufbau: 12cm Leimholzelemente BS11
10 cm Stahlbeton B25
Trockenestrich und Belag aus Hartfaserplatten
- Spannweite der Dreifeldplatte 7,20 – 2,40 – 7,20 m
- Dachdecke ebenso gespannt mit den selben Leimholzelementen BS 11, ohne Beton
- Außen- und Innenwände in Holz-Rahmenbau mit integrierten Leimholzstützen
- Klassentrennwände zweischalig
- Längswände an den Klassentrennwänden konsequent schallgetrennt

Bemerkenswert: Der Holzbau des ersten Bauabschnitts von knapp 700 qm Grundfläche war in sechs Tagen aufgestellt. Es ergaben sich günstige Gesamtkosten, weil der Zimmerer auch die Fassade lieferte. Durchgeführte Messungen bestätigten hervorragenden Schallschutz. Der Neubau erfreut sich höchster Akzeptanz bei Lehrern und Schülern.



Private Schule zur Erziehungshilfe München-Nord – Wichernzentrum

Bauherr: Sozialer Beratungsdienst der Evangeliumskirchengemeinde München-Hasenberg

Architekt: Maya Rainer+Jörg Weber, München

- Zweigeschossiger Holzbau mit ca. 1200 qm Verbunddecken
- Aufbau: 9,6cm gedübelten Brettstapelelementen mit Schallschluckprofil und 11,4cm Stahlbeton B25
- Spannweite der Zweifeldplatte 6.88 – 2,50m

Das Konstruktionsprinzip entspricht dem der Realschule Brannenburg. Auch die Dachdecken wurden mit den Brettstapelelementen mit Schallschluckprofil ausgeführt, hier in Verbund mit Sparren, die in der Dämmung liegen, als Unterlage für die Kalzippeckung.

Zum Erfolg der Schallschluckmaßnahmen der Decken: In einem Beitrag zur Vorstellung dieser Schule wählte die Süddeutsche Zeitung als Überschrift: „Das flüsternde Haus“.

Wohnhaus Ertl bei Cham

Architekt: Ursula und Tom Christen, München

- Zweigeschossiger Holz-Ständerbau
- Verbunddecke: 18 cm
- über 5,60 frei gespannt



Verwaltungsgebäude mit Werkstatt des Landkreises Rosenheim in Riedering

Unter Leitung von BD Juraschek werden die bisherigen, schuppenartigen Gebäude des Bauhofs erneuert, und zwar systematisch in Holzbauweise mit Brettsperrholzwänden und Brettschichtholz-Dachdecken sowie Holz-Beton-Verbunddecken.

Bauherr: Bauamt Rosenheim
Architekt: BD Juraschek

Die Zwischendecke des Werkstattgebäudes muss bei 6,5 m Spannweite im linken Feld 7,50m, im rechten Feld 5,00 kN/m² Verkehrslast tragen. Dies ist mit 8 cm Brettchichtholz und 10 cm Beton erreichbar.

Der Mittelunterzug über 5,50 m Spannweite muss also die Last von ca. 7 m Einflussbreite dieser Decke übernehmen. Er wird ebenso als Verbundträger ausgeführt, mit einem Brettchichtholzuntergurt von $b \times h = 72 \times 24$ cm.

Der Beton des Obergurts drückt auf Kerben im Brettchichtholz, um den Unterzug unter Zug zu setzen. Schräg angeordnete Spax-Schrauben müssen zusätzlich als Zugdiagonalen eingebaut werden.

Die Zwischendecke des Verwaltungsbereichs spannt über vier Felder, die beiden äußeren Felder besitzen ca. 6,2 m Spannweite, die Mittleren sind kürzer. Sie bestehen aus 8 cm Brettchichtholz und 8 cm Beton.

