



*Tobias Amann
LIGNOTREND Produktions
GmbH
Zimmermeister
Deutschland, Weilheim /
Bannholz*

Vom Beton zum Holz Kaufhaus Langwies in Luxemburg

**From prefabricated concrete to wood
construction – a two-storey store in
Junglinster**

**Dal progetto in calcestruzzo alla
costruzione in legno – centro
commerciale a due piani a Junglinster**

Dokument in Deutsch

Vom Beton zum Holz Kaufhaus Langwies in Luxemburg

1 Vorwort

Im folgenden Beitrag möchte ich Ihnen erklären warum dieses Kaufhaus fast nahezu in Holz gebaut wurde, obwohl die Vorzeichen gar nicht günstig für eine Holzlösung waren.

Anfangs trauten die Planer dem Holz die gewünschten Anforderungen nicht zu und waren deshalb sehr skeptisch. Auch bezüglich der Kosten war man der Meinung es komme nur eine Betonlösung in Frage. Anschließend musste die Anfrage in meinem Papierkorb verweilen, bevor ich eine geeignete Möglichkeit fand dieses Projekt zu bearbeiten.



Abbildung 1: Computer Simulation Eingangsseite

Ursprünglich planten die Verantwortlichen einen kompletten Massivbau.

Als wesentliche Gründe wurden mir Brandschutz, Schallschutz, große Spannweiten und natürlich als wichtigstes Argument die Kosten genannt.

Alternativ konnte sich der Bauherr durchaus ein Kaufhaus in Holz vorstellen, wenn der Kostenrahmen eingehalten werde.

2 Allgemein

Das Gebäude weist folgende Abmessungen auf:

- Länge 105 m
- Breite 35 m
- Höhe 7,80 m
- Stockwerkshöhe 3,50 m
- Zweigeschossig



Abbildung 2: Computer Simulation

Um eine ansprechende Belichtung zu erreichen wurden folgende Maßnahmen getroffen:

- Verglasen der kompletten Eingangsseite mit einer Holzglaskonstruktion
- Integration eines Oberlichtes in die Flachdachkonstruktion

Parkplätze wurden durch ein zweigeschossiges Parkdeck und ausreichend Freiflächen gewährleistet. Um die Nerven der Genehmigungsbehörde nicht überzustrapazieren wurde das Parkhaus in Betonbauweise ausgeführt. Dies war sinnvoll, denn eine Seite des Parkdecks liegt komplett im Erdreich.

Für die Aufnahme der Windlasten sowie Decken-, und Dachlasten wurden Stahlbetonstützen (siehe Abbildung 3) in einem Raster von 7,50 / 8,20 m vorgesehen. An den Stützen sind Konsolen vorhanden, welche als Deckenaufleger Verwendung finden.



Abbildung 3: Stahlbetonstützen

Im Brandschutzkonzept wurde unabhängig von der Bauweise eine Sprinkleranlage vorgeschrieben, die in beiden Stockwerken integriert wurde.

Die Begründung für solch eine Maßnahme liegt in erster Linie beim Personenschutz sowie beim Wert der gelagerten Waren, welcher mühelos die Kosten des Gebäudes übersteigt. Für die Fluchtwege wurden zwei voneinander unabhängige Treppenhäuser aus Beton geplant (siehe Abbildung 4).

Folgende Brandschutzklassen wurden festgelegt:

- Decke F-90 B
- Wand F-30 B
- Dach F-30 B

3 Deckenkonstruktion

Um eine Chance zu erhalten auch die Wände und das Dach in Holz auszuführen musste zuerst eine Lösung für die Deckenkonstruktion gefunden werden.

Nachfolgend die Anforderungen an das Deckenbauteil:

- Spannweite 8,20 m
- Deckenfläche 3.400 m²
- Brandschutz F-90 B
- Luftschall Rw 55 dB
- Trittschall Lnw 53 dB
- Eigenfrequenz 7,0 Hz
- Verkehrslast 5,0 kN/m²
- Aufbaulast 1,3 kN/m²
- Anhängelasten 0,3 kN/m²



Abbildung 4: Massives Treppenhaus

Die Decke lagert auf Unterzügen, die mit einer Spannweite von 7,50 m zwischen den Stahlbetonstützen eingebaut sind. Daraus ergab sich nun ein Problempunkt für die ursprünglich geplante Ortbetondecke: Einerseits dürfen die Verformungen nicht zu groß sein, da man sich Risse bei den Zwischenwänden einhandeln könnte, andererseits sollte man Gewicht sparen, um einen möglichst wirtschaftlichen Unterzug zu erhalten. Zur Orientierung sei erwähnt, dass für eine Verformung von $L / 300$ eine Höhe von 370 mm notwendig ist. Geplant wurde aber mit einer Höhe von 300 mm.

Beim Vergleichen von verschiedenen Holzvarianten konzentrierten wir uns relativ schnell auf eine Holzbetonverbundlösung.

Folgende Vorteile ergaben sich aus unserer Sicht:

- Einfaches Erreichen der geforderten Schallwerte
- F-90 B Dimensionierung möglich
- Einhalten der Schwingungswerte
- Kostengünstige Lösung

Bei einer Holz-Beton-Verbundlösung haben wir zwei verschiedene Baustoffe, die mit Hilfe von Schubverbindern miteinander gekoppelt werden.

Der Beton übernimmt die Biegedruckkräfte und das Holz ist für die Biegezugkräfte verantwortlich.

Die Wirtschaftlichkeit einer Holz-Beton-Verbund-konstruktion wird wesentlich von der Steifigkeit und Tragfähigkeit der in der Verbundfuge zwischen Holz und Beton angeordneten Verbindungsmittel beeinflusst.



Abbildung 5: HBV - Schubverbinder

Aus diesem Grund haben wir uns für das von Bathon & Bahmer entwickelte HBV - System (siehe Abbildung 5) entschieden. In der aktuellen Zulassung Z-9.1-557 sind alle für uns nötigen Rahmenbedingungen geregelt. Die Streckmetalle werden mit einem Zweikomponenten PU Leim in das Holz eingeleimt. Somit erhalten wir ein Verbindungsmittel das sich durch seine sehr hohe Steifigkeit und einfache Verarbeitung auszeichnet (siehe Abbildung 6).

Schon bei einer Verformung von 0,2 mm kann der HBV - Schubverbinder eine Kraft von 80 kN aufnehmen. Alle anderen alternativen Verbindungsmittel bleiben weit hinter diesen Möglichkeiten zurück.

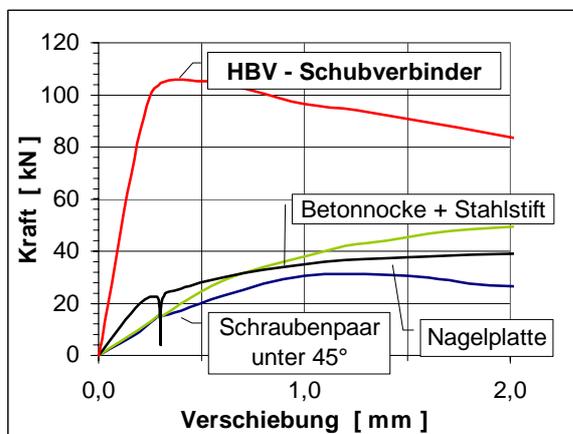


Abbildung 6: Kraft Verschiebungskurve von Schubverbindern

Um diesen Vorteil noch weiter zu unterstreichen möchte ich zwei Beispiele aufzeigen:

Beim ersten Beispiel gehen wir von folgenden Bedingungen aus:

- Spannweite 8,20 m
- Überhöhung 30 mm

Unter Annahme einer Verschiebung der Fuge um 1,0 mm würde sich die Decke um 75 mm verformen. Bei 0,5 mm wären es immer noch 25 mm.

Bezüglich Wirtschaftlichkeit möchte ich das zweite Beispiel aufzeigen. In der Kaufhausdecke wurden 4500 lfm Schubverbinder eingesetzt um dieselbe Steifigkeit mit Schrauben zu erreichen, hätte man dafür 297.000 Stk. benötigt.

In Abbildung 7 ist der Deckenquerschnitt mit dem HBV System dargestellt, der sich wie folgt aufbaut:

- 140 mm Aufbeton B25
- 2 x Bewehrungsmatten R513 = 9,0 kg/m²
- 1,4 lfm Schubverbinder pro m²
- 168 mm LIGNO HBV Element

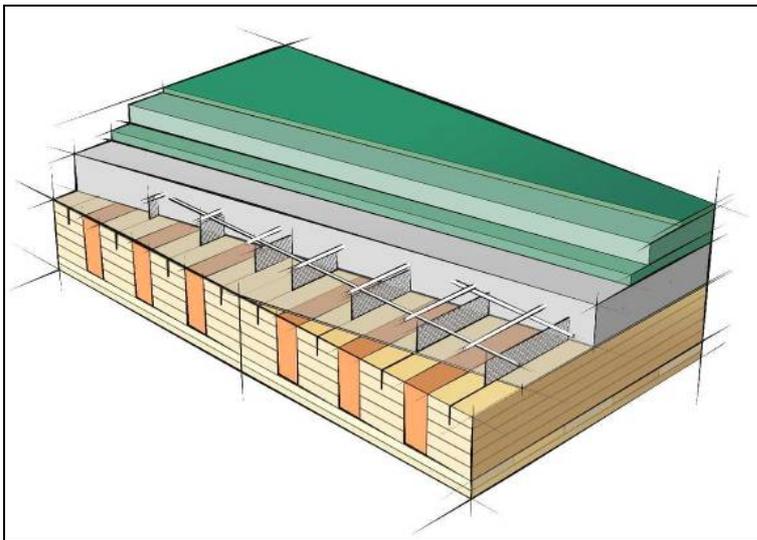


Abbildung 7: Isometrie LIGNO HBV Decke

Das Holzelement weist auf der Unterseite eine 90 mm starke Massivholzplatte auf. Mit Hilfe der Heißbemessung nach DIN 4102 Teil 4 wurde nun die Decke auf F-90 dimensioniert. Nach 90 Minuten Vollbrand sind nach Norm 63 mm Holz weg gebrannt und können für die Tragfähigkeit nicht mehr berücksichtigt werden. Nun muss man lediglich die zulässigen Spannungen überprüfen und kann dabei die Verformungen der Decke vernachlässigen. Auf der massiven Platte sind 4 Holzrippen angeordnet, welche die Schubverbinder in den dafür vorgesehenen Schlitzen aufnehmen.

Freie Hohlräume wurden mit Steinwolle ausgedämmt um eventuelle Hohlraumbrände zu vermeiden.

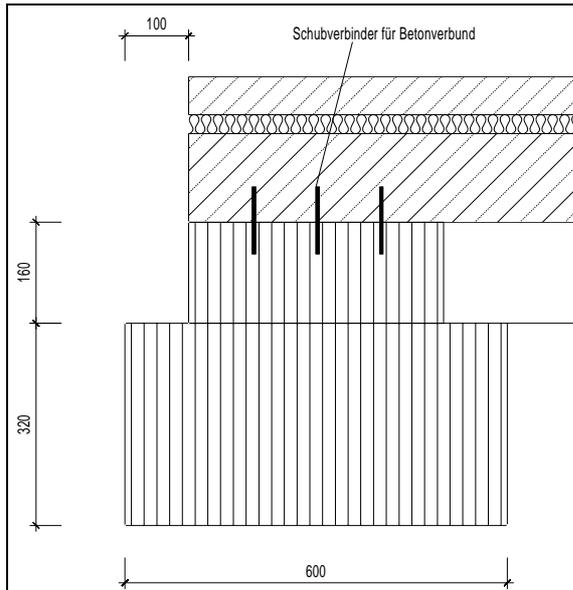


Abbildung 8: Querschnitt BSH Unterzug

Nun war der erste Schritt getan, denn die HBV Decke wich lediglich um 8 mm Höhe ab. Dabei erreichten wir eine Verformung von $L / 600$. Somit waren für die Zwischenwände keinerlei Probleme zu erwarten.

Durch den 140 mm starken Aufbeton konnten wir zwei Probleme lösen: Erstens kamen wir so zu den gewünschten Schallwerten und zum Zweiten konnte die Eigenfrequenz auf 6 Hz reduziert werden, da durch die Masse die Decke für Schwingungen wesentlich unempfindlicher wurde. Lediglich bei den Kosten waren die Voraussetzungen noch nicht gegeben damit der Bauherr einer HBV - Lösung zustimmte.

4 Unterzüge

Um die Chance zu nutzen einen Auftrag zu erhalten mussten weitere mögliche Einsparungen gefunden werden. Deshalb wurden die Unterzüge nochmals genauer überprüft. Mit einer Spannweite von 7,50 m spannt der Unterzug von Stütze zu Stütze. Außerdem musste wie bei der Decke der Brandschutz mit F-90 berücksichtigt werden.



Abbildung 9: Rohbau Deckenuntersicht

Durch die leichtere Deckenkonstruktion konnten wir bereits die Auflagerlasten von 115 kN/m auf 70 kN/m reduzieren, wodurch der geplante HEB Träger von 500 auf 400 mm reduziert werden konnte. Nun gingen wir noch einen Schritt weiter und versuchten den Unterzug in Holz auszubilden. Als wesentliches Argument galten die Ersparnisse der Brandschutzverkleidung und die gestiegenen Stahlpreise. Einen weiteren Pluspunkt können Sie dem Querschnitt des Trägers entnehmen. Durch die Auflagertaschen mit 100/160 mm, die durch eine Blockverleimung einfach zu realisieren ist, konnten die Deckenelemente wesentlich einfacher montiert werden als bei einem Stahlträger.

Damit wir einen möglichst kleinen BSH Querschnitt erhielten wurde der Unterzug ebenfalls als Beton-Verbund-System ausgeführt. Auf der oberen Seite sind drei Reihen Schubverbinder angeordnet (siehe Abbildung 8).

Somit konnte ein Querschnitt von 480/600 mm abzüglich der Auflagertaschen dimensioniert werden. Der Träger wurde blockverleimt aus 2 x 160/600 mm + 1 x 160/400 mm mit BS 11 hergestellt.

Aufgrund dieser Maßnahme konnten die Kosten nochmals reduziert werden und somit stand einer Ausführung der Decke im HBV-System und der Unterzüge nichts mehr im Wege. Der Bauherr war sehr angetan von der Holzlösung, besonders von den fertigen Oberflächen, die für ein Kaufhaus sehr gut geeignet sind.



Abbildung 10: Alternative Oberflächen

Alternativ wurden noch andere Oberflächenvarianten mit den Bauherren besprochen. Zum Beispiel hätte man die HBV Elemente mit einer raumakustisch wirksamen Oberfläche ausstatten können (siehe Abbildung 10).

Durch die unterseitigen Fugen und das Integrieren eines Absorbers wäre das Element jedoch um 40 mm höher geworden. Diese zusätzliche Höhe konnte nicht mehr untergebracht werden und man entschied sich für eine fertig sichtbare geschlossene Holzoberfläche.

5 Dachkonstruktion und Außenwand

Der Schlüssel zu diesem Objekt lag eindeutig bei einer wirtschaftlichen Lösung für die Deckenkonstruktion. Dadurch war es fast selbstverständlich das Dach und die Außenwände ebenfalls mit Holz auszuführen. Natürlich stand auch bei diesen Bauteilen die Wirtschaftlichkeit an vorderster Stelle.

Für beide Bauteile wurde eine Brandschutzklasse von F-30 B gefordert. Dieser Nachweis musste nicht über die DIN 4102 Teil 4 wie bei der Decke gemacht werden sondern konnte durch die aktuelle Zulassung sichergestellt werden. Des Weiteren sollten die Bauteile als statische Scheibe ausgebildet werden. Eine Scheibenausbildung erfolgt bei allen LIGNOTREND Produkten durch die Verwendung eines Koppelbrettes (siehe Abbildung 11).

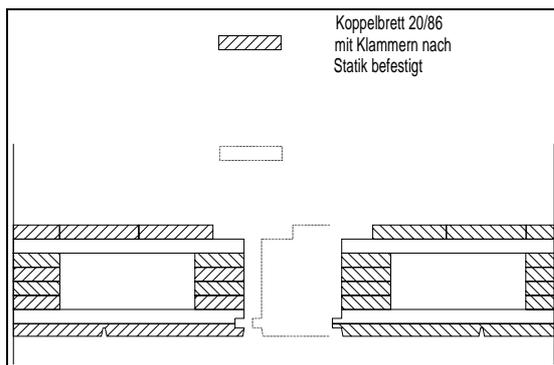


Abbildung 11: Block Q3 Elementstoß

Beide Bauteile wurden mit einer fertigen geschlossenen Oberfläche ausgebildet.

Anforderungen an das Dachelement:

- Spannweite 7,50 m
- Schneelast 0,75 kN/m²
- Aufbauten 0,50 kN/m²
- Dachfläche 3500 m² inklusive Oberlicht

Bezüglich des statischen Systems legte man sich auf einen Zweifeldträger fest. Nachteil gegenüber einem Einfeld oder Dreifeldsystem sind die um 20 Prozent größeren Auflagerkräfte am Innenaufleger. In diesem Fall hatte die erhöhte Auflagerkraft keine Auswirkung auf die Binderabmessung.

Dachaufbau von oben nach unten:

- Sarnafil Flachdachfolie
- 120 mm Steinwolle Dämmung
- Dampfbremse Bauder TopDecDuo
- LIGNOTREND Block Q3 Typ 131 mm

Die Aussenwand musste zusätzlich zu den Scheibenkräften auch die Windlasten aufnehmen, wobei sich die Stärke des Elementes durch den geforderten U-Wert ergab.

Randbedingung für die Außenwand:

- U- Wert 0,38 W/m²K
- Scheibenausbildung
- Wandhöhe 7,80 m
- Innenseite fertig sichtbar
- Brandschutz F-30 B

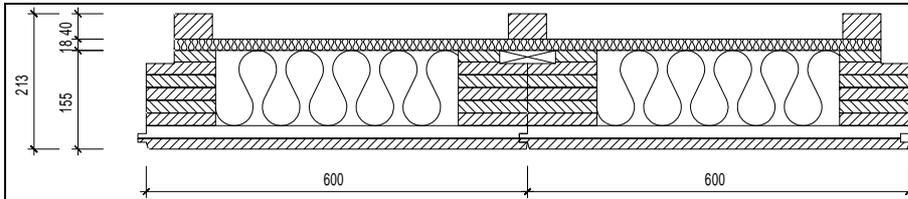


Abbildung 12: Aussenwand Rippe Q2

Als Element wurde eine Rippe Q2 mit einer Stärke von 155 mm verwendet (siehe Abbildung 13). Im Gegensatz zum Dach wurde hier ein diffusionsoffner Aufbau gewählt. Durch die Nut und Feder Verbindung der Elemente konnte die Luftdichtung hergestellt werden.

Wandaufbau von innen nach aussen:

- LIGNOTREND Rippe Q2 Typ 155
- Mineralwolle Dämmung WLG 035 zwischen den Rippen
- 18 mm bituminierte Holzweichfaserplatte
- 40 mm Hinterlüftung
- Trespa Fassadenplatte



Abbildung 13: Transport der Elemente

6 Schluss

Alle Elemente für Decken, Dach und Aussenwand wurden von der Firma Prefalux werksseitig vorgefertigt. Mit den großflächigen Bauteilen erreichte man auf der Baustelle eine sehr große Verlegeleistung von bis zu 1500 m² Elementen am Tag.

Dabei ist darauf zu achten die anderen Gewerke inklusive der Bauleitung nicht zu überfordern. Ein wichtiger Punkt ist dabei ein richtiger Regenschutz der Elemente, da es sich hier um komplett sichtbare Bauteile handelt. In unserem Fall wurde immer eine komplette Achse geschlossen und mit der Dampfbremse konnte auf den Dachelementen ein vernünftiger Schutz ausgebildet werden.

Durch die kreuzweise Verleimung mussten bei den LIGNOTREND Elementen auch keine Dehnfugen ausgebildet werden, da alle Elemente auf Kontakt verlegt wurden.

Das Kaufhaus wurde am 01.09.2005 seiner Bestimmung übergeben. Die Bauherren sind mit dem Resultat absolut zufrieden und können sich beim nächsten Projekt wieder einen Holzbau vorstellen. Dies ist für mich der wichtigste Punkt am Ende dieses Projektes.

Bedanken möchte ich mich an dieser Stelle bei der Firma Prefalux, da es ohne Ihre Anfrage kein Kaufhaus aus Holz gegeben hätte, als auch bei Herr Professor Bathon, der mich mit seinen HBV Schubverbindern ermutigt hat eine Lösung anzubieten.

Am Projekt beteiligte Firmen:

Architekt:

MORENO Architecture
18, rue de l'Académie
L-1112 Luxemburg

Statik:

SGL Ingenieure S.A.
6, rue Rham
L-6142 Junglinster

Statik HBV Decke:

Bathon + Bahmer GbR
Oberer Linsenberg
63864 Glattbach

Generalunternehmer:

Prefalux S.A.
Rue de la Gare 6
L-6117 Junglinster

LIGNOTREND

Vertragshändler:

Materiaux Clement S.A
Center Langwies
L-6131 Junglinster



Abbildung 14: Montage der Deckenelemente



Abbildung 15: Innenansicht