



*Werner Eckert
Geschäftsführer
LIGNOTREND GmbH
Weilheim-Bannholz,
Deutschland*

Schallschutz mit Holz-Beton-Verbund

Vom Brettsperrholz-Deckenelement bis zur
Holz-Beton-Fertigteildecke

Schallschutz und Spannweite:

Vom Brettsperrholz-Deckenelement bis zur Holz-Beton-Fertigteildecke

Das ideale Deckenbauteil löst vielfältige Bauteilanforderungen einfach und als integriertes Bauelement. Der moderne Holzbau fragt nach bauphysikalisch zuverlässigen Lösungen, die den Gestalter befähigen, verschiedenartigsten Geschmäckern und Designansprüchen gerecht zu werden. Das Ziel von Lignotrend ist, mit Bauteilen aus seinen Brettsperrholz-Elementen möglichst nahe an diesen Idealzustand heranzukommen. Die fortlaufende Weiterentwicklung der Lignotrend-Deckenelemente von den Anfängen 1998 über die Integration der raumakustischen Zusatzfunktion im Jahr 2001 bis hin zur Einführung der Holz-Beton-Fertigteildecke im Jahr 2006 sind Thema dieses Aufsatzes.

1992 begann Lignotrend, Nadelholzlamellen kreuzweise und auf Abstand zu hochwertigen, massiven Brettsperrholz-Wandelementen verklebt. Seit 1998 komplettieren Decken- und Dachelemente die Produktpalette zu einem kompletten Bausystem.

Heute können mit den Lignotrend-Elementen durch spezielle Verbundlösungen aus Holz und Beton auch grosse Spannweitenbereiche frei und ohne unangenehmes Schwingen beim Begehen überspannt werden.

Die zentrale Herausforderung bei der Entwicklung der Elemente bestand darin, ein Deckenbauteil zu entwickeln, das bereits ab Werk eine endgefertigte, optisch hochwertige Holzoberfläche besitzt und gleichzeitig die Weiterleitung dumpf polternder Trittschallgeräusche effektiv vermeiden kann.

Ursprünge

Der 1998 auf dem Markt eingeführte Typ LIGNO Decke 4 bestand aus vier tragenden Stegen, die unterseitig durch eine aus zwei Lagen bestehende Platte abgeschlossen wurde, eine davon als Einschichtplatte in Sichtqualität ausgeführt: „Rohbau gleich Ausbau“.

Über den tragenden Stegen wurde ein Querrost angeordnet, so dass Installationen längs und – bis zu einem für Elektro- und Wasser- bzw. Heizungsleitungen geeigneten Querschnitt – auch quer zur Elementspannrichtung eingebaut werden konnten.

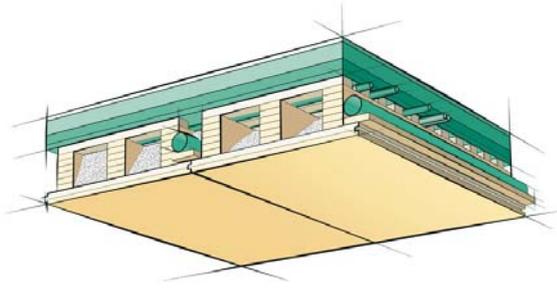


Abbildung 1: Standard-Deckenaufbau



Abbildung 2: Montage der Deckenstreifen

Aktuelle Elemente: Formstabilität durch Querlage

Heute werden die Deckenelemente mit einer zusätzlichen Querlage direkt hinter der sichtbaren Decklage ausgeführt. Durch diese Lage wird das Holz an natürlicher Dimensionsänderung durch Schwinden und Quellen gehindert, was Verformungen der gesamten Konstruktion oder auch Risse in der Oberfläche weitestgehend ausschliessen kann.



Abbildung 3: Aktueller Standard-Elementtyp „LIGNO Decke Q3“ mit einer Querlage und oben offenem Rost.

Nur eine solche starr aufgeleimte Querlage kann die Spannungen direkt aufnehmen und reduziert so die Verformung auf ein Minimum. Die Elemente mit Querlage können daher aufgrund ihrer Formstabilität ohne weitere Verlegetluft eingebaut werden.

Die Hohlräume in den Elementen werden nach Verlegung der Installation mit einer Gewichts-schüttung versehen – zusammen mit der darauf abgestimmten Elementsteifigkeit und einer schalltechnisch entkoppelten Schicht des Fussbodenaufbaus die Grundlage für sehr guten Trittschallschutz.

Statik

Herstellung wie auch Bemessung der Elemente mit Querlage sind in Deutschland durch eine aktuelle bauaufsichtliche Zulassung (Z-9.1-555) sowie durch die Europäische Technische Zulassung (ETA) geregelt. Eigene Bemessungsprogramme nach DIN 1052 (1988) und nach der neuen, auf dem analog zum Eurocode 5 auf dem Teilsicherheitskonzept basierenden DIN 1052 aus dem Jahr 2004 stehen zur Verfügung.

Die Standard-Elemente wirken als einachsig gespannte Platte und können bei den in Wohngebäuden üblichen Verkehrslasten als Zweifeldträger je nach Gewicht des Deckenaufbaus bis zu ca. 6 m frei gespannt werden.

Weiter gespannte Decken oder grössere Belastungen werden – auf Wunsch mit Überhöhung – als Verbundbauteile Holz-Holz oder Holz-Beton realisiert.

Über Koppelbretter werden die Elemente seitlich untereinander verbunden und bilden auf diese Weise eine statisch ansetzbare Scheibe aus, die horizontale Wind- und Erdbebenlasten sowie Aussteifungskräfte abträgt.

Qualitätssicherung

Umfangreiche Kontrollen garantieren eine gleich bleibende Qualität der industriell hergestellten Elemente. Die Eigenüberwachung überprüft z.B. ständig Beschaffenheit und Tragfähigkeit der Leimfugen.

Die hochwertigen endgefertigten Oberflächen erfordern einen sorgfältigen Umgang bei Produktion und Montage.

Der Elementabbund erfolgt bei den Decken- und Dachelementen meist bereits im Werk: Ausschnitte, Randhölzer, Aussparungen für Stahlverstärkungen, Auswechslungen etc. sind bereits angebracht. Die Auslieferung geht in der Regel mit geschlossenen LKWs direkt auf die Baustelle.

Die auf ein Minimum reduzierten Umsetzvorgänge werden mit speziellen Hebezangen ausgeführt, die die Elemente seitlich und nicht an der Oberfläche greifen.



Abbildung 4: Grossformatig (max. 2,40 m x 18,00 m) vormontierte Elemente sparen Montagezeit

In manchen Fällen wird ab Werk auch grossformatig vormontiert: Aus vier Elementen in der Breite entstehen im Werk Grossflächenelemente von 2,40 m Breite und bis zu 18 m Länge, die dann auf der Baustelle besonders schnell montiert werden können.

Trittschalleigenschaften vertieft betrachtet, Luftschall

Störende Gehgeräusche aus den Obergeschossen sind speziell den tiefen Frequenzbereichen zuzuordnen. Deckenbauteile müssen daher dort sehr gute Dämmeigenschaften besitzen.

Der Kennwert für den Trittschallpegel ist nach Norm einzuhalten, reicht aber für eine Beurteilung des Verhaltens von Holzdecken nicht aus. So wird der Wert $L_{n,w}$ über den Bereich von 125 bis 3150 Hz gemessen, Trittschallgeräusche liegen jedoch darunter. Der $L_{n,w}$ -Wert sagt also noch nichts über den Schallschutz zwischen 50 und 125 Hz aus. Vermeintlich „gute“ Trenndecken können ein ungünstiges Verhalten bezüglich von Gehgeräuschen an den Tag legen.

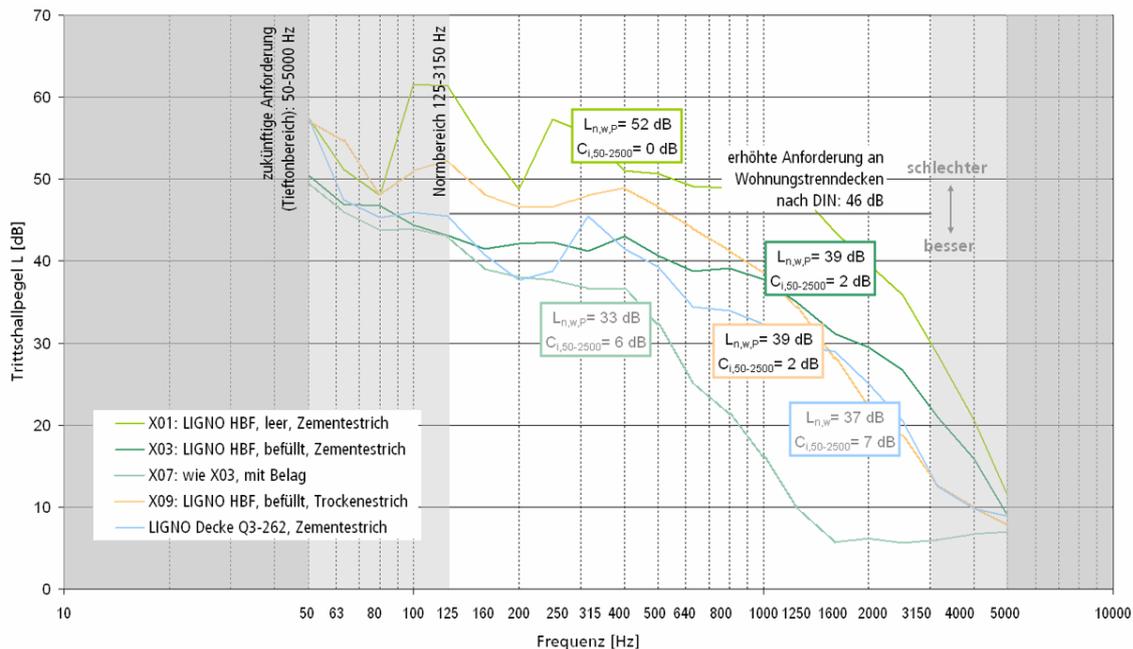


Abbildung 5: Frequenzabhängiger Trittschallpegel – Messwerte verschiedener Lignotrend-Deckenbauteile: Wichtig ist, auch im Tieftonbereich eine gute Schalldämmung zu erreichen.

Ein Korrekturwert $C_{i,50-5000}$ steht in DIN EN ISO 717-2 zur Verfügung und deckt einen erweiterten Frequenzbereich zur sicheren Einschätzung des schalltechnischen Verhaltens ab.

Ein Bauteil aus dem mit Schüttung befülltem Brettsperrholz-Element LIGNO Decke Q3 erreicht im Trenndeckenaufbau mit einem Zementestrich auf Trittschalldämmung sowie Belag bereits einen Normwert $L_{n,w}$ von 37 dB. Der Korrekturwert C_i liegt dann bei 7 dB. Mit der Element-Variante LIGNO Rippe Q3 beträgt der Wert $L_{n,w}$ ähnlich gute 40 dB.

Sollen Trockenestrichelemente eingesetzt werden, kann mit dem Prüfaufbau T22-120 (Holzweichfaser-Trittschalldämmung auf LIGNO Decke Q4) ein $L_{n,w}$ von immerhin 47 dB erreicht werden, so dass mit diesem Aufbau auch im Einfamilienhausbau überdurchschnittliche Werte erreicht werden können.

Die erreichten Werte für das Luftschall-Dämmmass R_w sind ausgesprochen hoch. Mit üblicherweise erreichten Standardwerten von bis über 70 dB sind alle Anforderungen der Schallschutz-DIN erfüllt.

Nebenwege

Die erhöhte Anforderung von 46 dB an Decken zwischen fremden Wohn- und Arbeitsbereichen nach DIN 4109 bezieht sich auf einen Wert $L_{n,w}'$. Er berücksichtigt einen Aufschlag zur Berücksichtigung von Schallnebenwegen und der Baustellentoleranzen, der im Laborwert noch nicht enthalten ist.

Innerhalb einer Konstruktion aus Lignotrend-Wänden und -Decken ist die Übertragung auf Nebenwegen gut beschränkt. Durch Messungen am Bau ist mehrfach bestätigt worden, dass Sicherheits-Aufschläge von bis zu 10 dB, wie sie in der Fachliteratur gelegentlich pauschal angegeben werden, der schalltechnischen Qualität des Systems nicht gerecht werden. So ergaben beispielsweise Baustellenmessungen am Prüfaufbau T22-60 auf Lignotrend-Wänden mit einem Wert $L_{n,w}'$ von 40 dB nur 3 dB Verschlechterung gegenüber dem dazugehörigen Laborwert von 37 dB. Der Grenzwert für erhöhten Schallschutz nach DIN mit 46 dB ist also sicher eingehalten.

Fertige Bauteiloberflächen in Holz

Bereits werkseitig kann eine optisch hochwertige Holzoberfläche hergestellt werden. Das stellt einen bei Betrachtungen der Wirtschaftlichkeit besonders hervorzuhebenden Faktor dar, denn beim Innenausbau wird gespart.

In der modernen Holzbau-Architektur besonders gefragt ist zurzeit eine schlichte, zurückhaltende Oberflächenansicht aus hellen Hölzern. Mit der neu eingeführten Alternative in astreiner Weisstanne steht dafür eine designorientierte Oberflächenvariante zur Verfügung. Durch die Einzellamellen der Platte entsteht die charakteristische leichte Streifenoptik – ähnlich der von Schiffsbodenparkett.

Schlicht und elegant ergeben sich mit dieser Oberfläche ohne Aststellen und der Wahlmöglichkeit zwischen den Erscheinungsbildern „schlicht“ und „lebhaft“ für die architektonische Gestaltung neue Möglichkeiten.

Ausgesuchtes Fichtenholz mit harmonischem Erscheinungsbild der Astigkeit und Maserung stellt demgegenüber eine klassischere Gestaltungsvariante dar (sog. „Trend-Qualität“).

Je nach Verfügbarkeit von Einschichtplatten als Rohmaterial können auch andere Holzarten verwendet werden, z.B. Douglasie. Direkt überstreichbare MDF-Platten sind eine weitere mögliche Ausführung.



Abbildung 6: Edles, schlichtes Oberflächendesign mit Oberflächen in astreiner Weisstanne, hier mit Akustikprofilierung „alpha“

Für den Nicht-Sicht-Bereich gibt es eine günstige Industriequalität, worauf eine zusätzliche unterseitige Beplankung montiert wird, wenn keine Holz-Optik gewünscht ist. Die Formstabilität des Untergrunds ermöglicht auch für Gips- oder Putzoberflächen eine besonders hohe Oberflächenqualität, bei der die Rissgefahr minimiert ist.

Oberflächenbehandlungen

Generell kann das Holz komplett unbehandelt verbleiben, denn chemischer Holzschutz ist innerhalb der beheizten Gebäudehülle überflüssig. Aus gestalterischen Gründen wird bisweilen eine farblose Grundierung aufgewalzt, die als Basis für weitere Farbanstriche und Lasuren dient oder auch nur Schutz vor Verschmutzungen bieten kann.

Eine interessante neue Variante erhält die Helligkeit des frisch geschliffenen Holzes und verzögert das Nachdunkeln der Holzoberflächen langfristig: Ab Werk kann die giftklassenfreie organische Grundierung namens „suncare“ aufgebracht werden, die über lange Zeit die UV-Strahlung als Ursache von Verfärbungen abhält.

Brandschutz

Bereits ohne Beplankung sind Bauteile mit den unterschiedlichen Deckenelementtypen mit geschlossener Holzoberfläche gemäss Zulassung bzw. Prüfzeugnissen in die Feuerwiderstandsklasse F30-B einzuordnen. Höhere Feuerwiderstandsdauern sowie ein Feuerwiderstand für geschlitzte Akustikelemente können in Anlehnung an DIN 4102 und Laborprüfungen mit zusätzlichen Massnahmen erreicht werden.

Elementvarianten und Einsatzmöglichkeiten

Die als Endlos-Produkte gefertigten Elemente eignen sich ausser für den Einsatz in Decken auch für Dach- und Wandbauteile. Je nach Einsatzgebiet ist anstatt der Standard-Decke eine Auswahl aus unterschiedlichen Elementvarianten von Rippen-, Hohlkasten- und Blockelementen möglich.

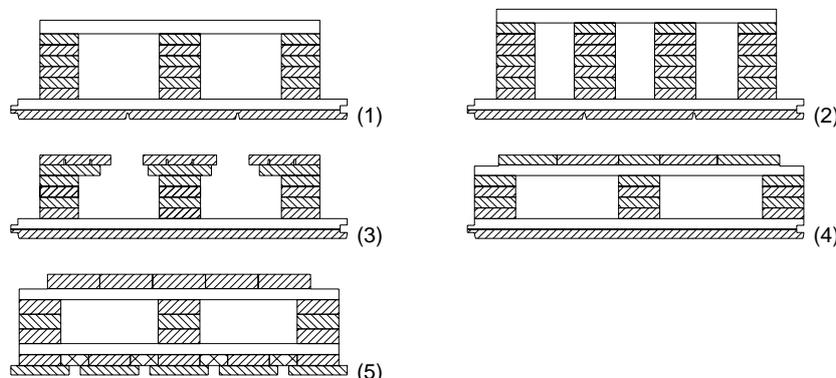


Abbildung 7: Beispiele für Elementvarianten
(1) Standard: LIGNO Decke Q3, (2) Standard: LIGNO Decke Q4

(3) LIGNO Rippe Q3, ohne Querrost, (4) LIGNO Block Q3, oben geschlossener Kasten
 (5) LIGNO Akustik Q3, mit Akustikabsorber

Der Einsatz von Lignotrend-Elementen ist dabei nicht auf Bauten beschränkt, bei denen Wände, Decken und Dach komplett im Massivholz-System ausgeführt werden. Insbesondere kommen die Deckenelemente vor allem auch in Kombination mit Wänden in anderen Holzbauweisen, z.B. dem klassischen Holzrahmenbau oder im Skelettbau zum Einsatz.

In Kombination mit massiven Mauerwerkskonstruktionen werden die Elemente z.B. als oberste Geschossdecke oder Fertig-Dachbauteil verwendet – ob in Einhängeaufleger montiert oder direkt in die Konstruktion eingebunden.

Besonders beim kommunalen und gewerblichen Objektbau kommt schliesslich die Montage auf Stahlkonstruktionen vor.

Multifunktionale Elemente mit Akustikfunktion

Gleich dreifach wirksam ist die Elementvariante LIGNO Akustik: Statische und brandschutztechnische Erfordernisse werden wie beim Standardelement erfüllt. Durch den speziellen Aufbau aus massivem Holz mit Absorbermaterialien wie Holzweichfaser oder Hanf sind diese Elemente hervorragend geeignet, um schallabsorbierend zu wirken.

Nicht nur die statische und die raumabschliessende Funktion sind somit erfüllt, auch Raumakustik oder Lärmpegelminderung sind in einem integrierten Bauteil gelöst.

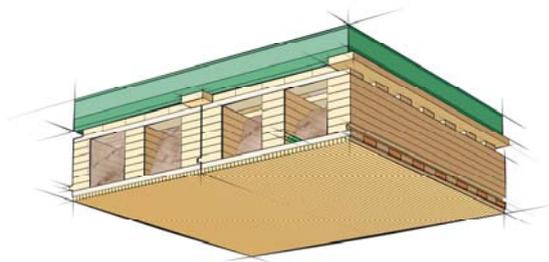


Abbildung 8: LIGNO Akustik alpha mit feiner Akustikschlitzung.
 4mm-Fugen zwischen 11,8 mm breiten Leisten verschwinden optisch in der Fläche.

In grossen Veranstaltungshallen, Sporthallen, aber auch in Unterrichtsräumen, Büros etc. wird mit einer funktionierenden akustischen Ausrüstung für gute Sprachverständlichkeit und ausgeglichene Akustik bei Musikdarbietungen gesorgt.

Wirtschaftlichkeit

Durch die Kombination mehrerer Funktionen entfallen zum einen teure zusätzliche Arbeitsschritte – Basis für ökonomische Konkurrenzfähigkeit: Je mehr Funktionen ein Bauteil erfüllt, umso preiswerter.

Es lohnt sich beispielsweise, das Gerücht zu untersuchen, dass Raumakustik hohe Mehrkosten bedeute: Die multifunktionalen Bauteile von Lignotrend haben sich in vielen Fällen als konkurrenzfähig erwiesen und konnten durch die Integration der Akustikfunktion in das konstruktive Element einen wirtschaftlichen Mehrwert an Nutzungsqualität schaffen.

Macht man sich z.B. im Objektbau die statische Belastbarkeit von Wandelementen auch im Sinne tragender Scheibenbauteile zu Nutze, sind gar Einsparungen bis in die Fundamentierung möglich.

Nachhaltig gebaut

Als erstes Massivholzbausystem erhielt Lignotrend im Juli 2006 mit dem natureplus-Zertifikat. Damit wird die baubiologische Unbedenklichkeit bestätigt: Der für alle Elemente von Lignotrend verwendete Polyurethan-Kleber ist formaldehydfrei und hat keine Emissionen (Klasse E0).

Die in der Richtlinie RL 0211 fixierten natureplus-Kriterien fordern jedoch auch über die Wohngesundheit hinausgehende Eigenschaften. Nachhaltig Bauen bedeutet in diesem Sinne auch eine dauerhafte funktionale Qualität.

Grosse Spannweiten, Oberfläche, Schallschutz und Akustik mit Holz-Beton-Verbund

Gestaltungsfreiheit erfordert oft grosse freie Spannweiten. Dafür ist die Holz-Beton-Verbund-Bauweise eine wirtschaftliche Lösung. Ist mit Standardelementen die Maximalspannweite bei sechs Metern erreicht, kann eine Verbunddecke ohne Probleme 10 Meter, im Extremfall auch 15 Meter und mehr überbrücken.

Mit den HBV[®]-Schubverbindern der Firma TiComTec ist eine besonders leistungsfähige, weil dauerhaft formschlüssige Verbindung zwischen den unterschiedlichen Komponenten Holz und Beton gegeben, welche sich durch minimierte Anfangsverformungen und somit durch eine hohe Gesamtsteifigkeit auszeichnet. Der bei anderen Verbundsystemen vorhandene Schlupf bei Belastungsbeginn wird bei HBV[®] verhindert.

Ein wesentliches Qualitätspotenzial bergen die hohe Steifigkeit des Elements sowie die hohen Eigenfrequenzen, die ein unbehagliches Schwingen beim Begehen verhindern.

Die Zukunft: Fertigteildecke im Holz-Beton-Verbund

Ganz neu ist die Variante als Fertigteil-Deckenelement: LIGNO HBF erspart die bei anderen Verbundkonstruktionen erforderliche Verzögerung durch die Aushärtungszeit des dort i.d.R. vor Ort gegossenen Betons, da der Beton-Druckgurt direkt im Herstellwerk mit dem Zuggurt aus Brettsperrholz verbunden wird. Auch hier kommt der HBV[®]-Schubverbinder zum Einsatz.

Die spezielle Geometrie ermöglicht nun auch dort Installationen quer zur Elementspannrichtung, wo bisher durchgehende Tragstege nicht geschwächt werden durften.

Da an der Baustelle keine Ortbetonarbeiten notwendig sind, kann die Fertigteil-Decke vom Holzbaubetrieb ohne weitere Einbeziehung des Stahlbetonbau-Gewerks verlegt werden. Das bedeutet Zeitersparnis.

Vorteil bei allen mit Lignotrend ausgeführten Verbund-Decken ist wiederum die Kombinierbarkeit der grossen Spannweite mit einer hochwertigen Bauteiloberfläche und sogar mit den raumakustisch wirksamen Akustikprofilierungen alpha und klassik.

Doch nicht nur Raumakustik beeinflusst den Komfort. DIN 1052:2004 legt die Untersuchung der Schwingungsneigung von Geschossdecken beim Begehen dringend nahe. Mit steifen Verbunddecken wird dieser Anforderung auf einfache Weise entsprochen.

Selbstverständlich erfüllen auch Fertigteildeckenelemente moderne Ansprüche an den Schallschutz. Laborprüfungen an LIGNO HBF haben bezüglich der Trittschallübertragung sogar noch wesentlich günstigere Eigenschaften ergeben, als das von reinen Lignotrend-Massivholzdecken bekannt ist (Abbildung 5 stellt die besonderen Messergebnisse dar).

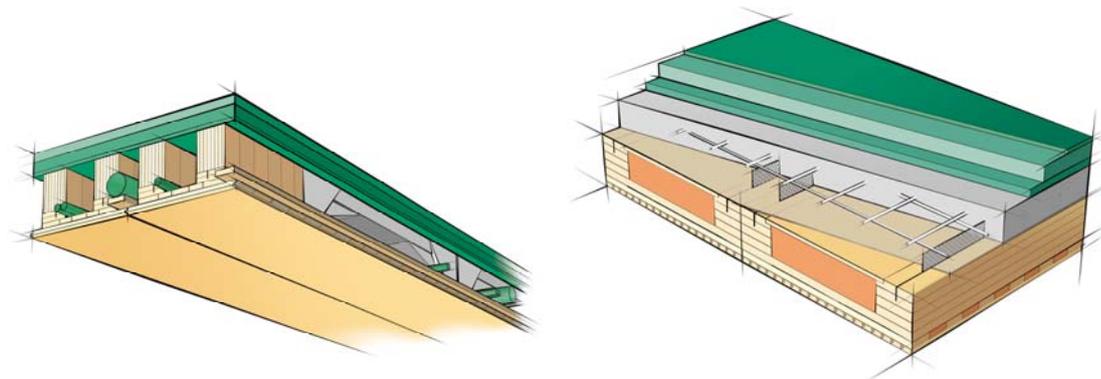


Abbildung 9: Holz-Beton-Verbunddecken

links: als Fertigteil ausgeführte Decke LIGNO HBF

rechts: im Ortbetonverfahren gegossene Variante LIGNO HBV Akustik alpha