

Kurzbericht zum Forschungsprojekt

Potentiale der Verwendung von Brettsperrholz-Produktionsabfällen zur Herstellung von Bauteilen im Holzbau

gefördert vom



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Projektleitung: Technische Universität Kaiserslautern
Fachbereich Architektur, Fachgebiet Tragwerk und Material
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Graf

Hochschule Konstanz – Technik, Wirtschaft und Gestaltung
Fachbereich Architektur, Fachgebiet Baukonstruktion und Entwerfen
Prof. Dipl.-Ing. Stefan Krötsch

Sachbearbeiter: Dipl.-Ing. Viktor Poteschkin
Dipl.-Ing. Wenchang Shi

Ausgangslage

Brettsperrholz ist ein hoch leistungsfähiges Baumaterial für Wand-, Decken- und Dachelemente aus Massivholz. Es ist sehr formstabil und zuverlässig berechenbar. In der Produktion von Bauteilen fällt vor allem für Fenster- und Türausschnitte viel Verschnitt an. Die Produktionsabfälle betragen bei vielen Herstellern bis zu 20% des Rohmaterials. Das Forschungsvorhaben untersucht daher Möglichkeiten, aus diesen Ausschnitten neue Decken- und Wandelemente herzustellen.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Bei der Herstellung von Bauelementen aus Brettsperrholz (BSP) fallen produktionsbedingt große Mengen an Resten an. Zum Teil handelt es sich um Randabschnitte aus der Plattenproduktion, die durch Besäumung der Brettsperrholztafeln entstehen. Diese werden von den Holzplattenherstellern für den Transport als Kanthölzer und Abstandshalter verwendet. Die beim Zuschnitt der Bauelemente entstehenden großformatigen Tür- und Fensterausschnitte finden dagegen oft keine stoffliche Weiterverwendung. Genau diese Restplatten sind für das Recycling von Brettsperrholz-Produktionsabfällen in diesem Forschungsvorhaben von besonderem Interesse. Um die Reste optimal zu nutzen, wurde ein Script geschrieben, das für die gewünschten Decken- und Wandabmessungen die Anzahl und die notwendige Geometrie der einzelnen Elemente anhand von zur Verfügung stehenden BSP-Restholzplatten berechnet. Dieses Script kann an eine Portalbearbeitungsanlage gesendet werden, welche die Grundmodule aus den Tür- und Fensterausschnitten während der Produktion herstellt. Das Script wird ständig mit dem Fortschritt der Untersuchungen und Entwicklungen der Decken- und Wandkonstruktionen aktualisiert und weiterentwickelt.

Zunächst wurden anhand von Eugen Decker Holzindustrie AG zur Verfügung gestellten Projekten Abmessungen und Plattenstärken von BSP-Restholzplatten ermittelt und tabellarisch ausgewertet. Am häufigsten fallen Restplatten mit ca. 2,0 x 0,8m (Türausschnitt) und ca. 1,26 x 0,9 m (Fensterausschnitt) aus 106W-5 BSP-Platten an. Es handelt sich um eine 5-schichtige Platte mit 3 Längslagen (Decklagen und Mittellage: Faserrichtung zur Längsseite der Reststücke; je 20 mm) und 2 Querlagen (je 23 mm). Diese zwei gängigsten Restplattengrößen werden als Grundmodule für die Untersuchungen festgelegt. Um aus diesen Resten neue Wand- und Deckenelementen auf einfache und produktionsnahe Weise herstellen zu können, ist eine identische Verzahnung für Wand- und Deckenelemente Grundidee der weiteren Betrachtung.

Für die Querkraftübertragung werden entlang der Stoßkanten der BSP-Restplatten Verzahnungen in Form von Versätzen entwickelt. Im Vorfeld der Versuchsdurchführungen wurde eine Anschlusssimulation mit dem FEM-Programm ANSYS durchgeführt, um die Stellen der Spannungskonzentrationen lokalisieren zu können. Damit lassen sich dann realistische Stabwerkmodelle für die Anschlussbemessung entwickeln.

Im Holzbau ist die Betrachtung des Kraftflusses im unverformten Zustand nicht ausreichend, um die tatsächliche Kraftübertragung im Diskontinuitätsbereich der Verbindung realistisch abzubilden. Das liegt am anisotropen Verhalten des Werkstoffes Holz. Geringe Zugbeanspruchungen senkrecht zur Faser, die ein Überschreiten der Querkzugfestigkeit bewirken, führen zur Rissbildung in Faserrichtung. Durch die Rissbildung verändert sich der Kraftfluss, der im Stabwerkmodell berücksichtigt werden muss. Stabwerkmodelle im Holzbau sind deshalb am verformten System aufzustellen. Durch die Anordnung von zugbeanspruchten Schrauben an der Stelle der vertikalen Zugbeanspruchung aus dem Stabwerkmodell wird eine Laststeigerung möglich. Daher werden in einem weiteren Schritt Querkzugverstärkungen vorgenommen, um die Querkrafttragfähigkeit zu steigern.

Die Prüfungen fanden an einem weggesteuerten Zweisäulenprüfrahmen (Marke Wekob) mit $F_{max} = 50$ kN im T-Lab der Technischen Universität Kaiserslautern statt. Die Prüfgeschwindigkeit betrug 2 mm/min, die Messfrequenz lag bei 50 Hz. Gemessen wurde die Bruchlast F_{max} und die Verformungen an der Lastaufbringung. Die Belastung erfolgte durch linearen Vorschub. Die Prüfung wurde bei einem Lastabfall von 25% abgebrochen. In jeder Versuchsreihe wurden jeweils 10 Prüfkörper aus BSP 106W-5 mit 100mm Breite geprüft. Die Holzfeuchte der Brettsperrholzquerschnitte wurde mittels elektronischer Widerstandsmessmethode auf 10% bestimmt. Die Tragfähigkeit der Querkraftverbindung ist für Deckenelemente bis 6,50 m gewährleistet. Die Druckkräfte aus den Biegemomenten der Deckenplatten wurden über Längsdruckkontakt der obersten Lamelle im Querkraftstoß übertragen. Die

Zugkraftübertragung aus dem Kräftepaar für Biegung wurde durch Verklebung von zusätzlichen Brettlamellen auf der Plattenunterseite erreicht.

Fazit

Die experimentellen Ergebnisse haben gezeigt, dass die zusammengesetzte Decke aus BSP-Produktionsabfällen, verstärkt mit Querkraftstößen und 2 x 20mm Brettlagen als Biegezugzone, hohe Tragfähigkeit besitzt. Alternativ können auch dreischichtige BSP-Platten als Zugzone eingesetzt werden, um die Produktion zu vereinfachen. Varianten mit reversiblen Verbindungen in Zusammenhang mit Balkendecken sind aus den BSP-Produktionsabfällen ebenfalls wirtschaftlich sinnvoll. Mit den Möglichkeiten der Fertigung im Holzbau und der Digitalisierung kann dieses Recyclingpotential auf alle verbauten BSP-Platten und BSP-Scheiben angewandt werden und so zu konsistenten Bauweisen im Holzbau führen.

Eckdaten

Kurztitel:	Recycling von Brettsperrholz-Produktionsabfällen
Projektleitung:	Technische Universität Kaiserslautern Fachbereich Architektur, Fachgebiet Tragwerk und Material Prof. Dr.-Ing. Jürgen Graf
	Hochschule Konstanz – Technik, Wirtschaft und Gestaltung Fachbereich Architektur, Fachgebiet Baukonstruktion und Entwerfen Prof. Dipl.-Ing. Stefan Krötsch
Gesamtkosten:	336.552,15 €
Anteil Bundeszuschuss:	188.026,68 €
Projektlaufzeit:	27 Monate

Abbildungen

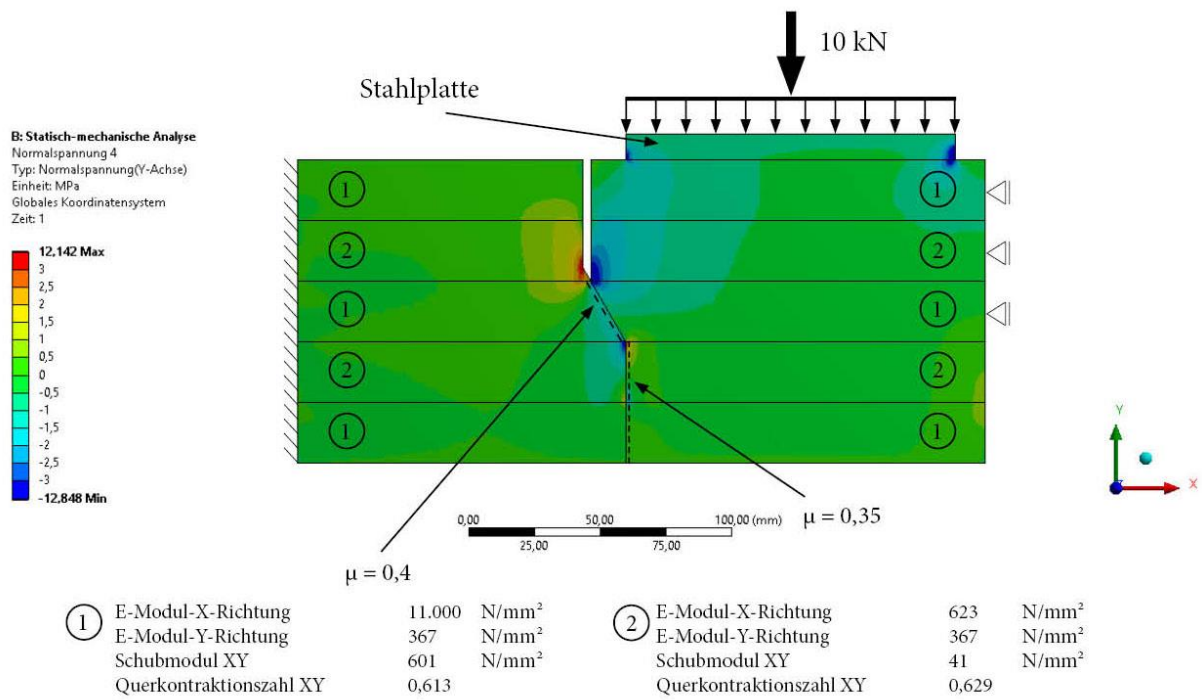


Abbildung 1: In ANSYS durchgeführte Anschlussimulation – Spannungskonzentrationen senkrecht zur Plattentragrichtung

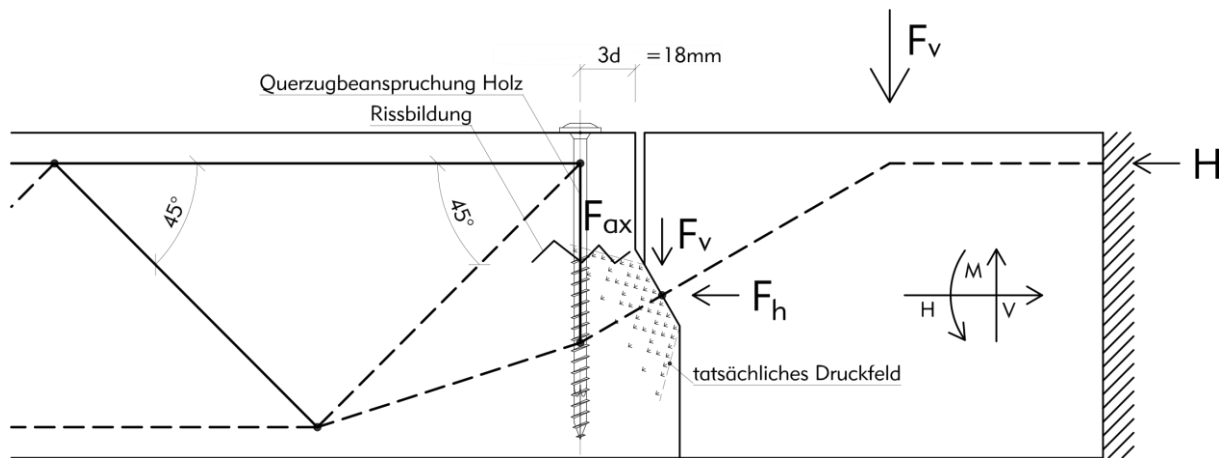


Abbildung 2: Stabwerkmodell für den verformten Zustand – Annahme einer reibungsfreien Kontaktfläche

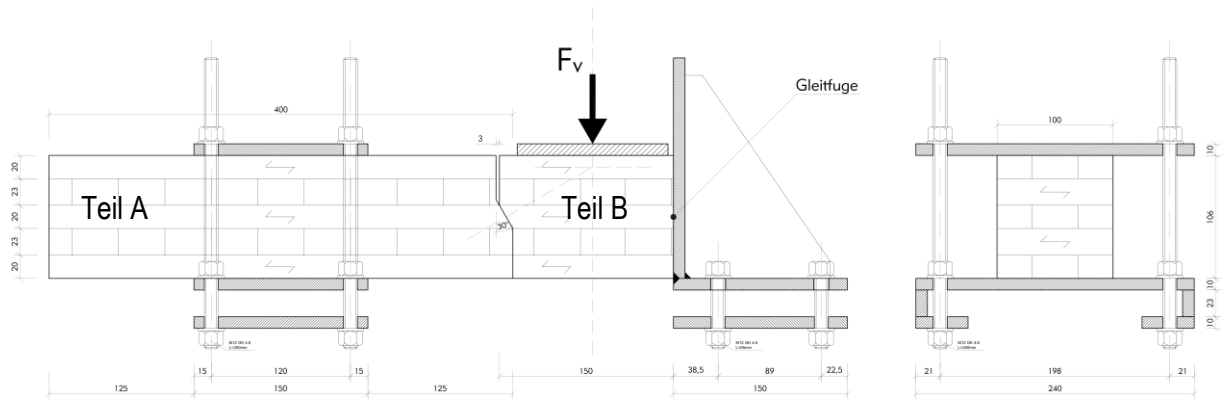


Abbildung 3: Scherversuch Querkraftübertragung

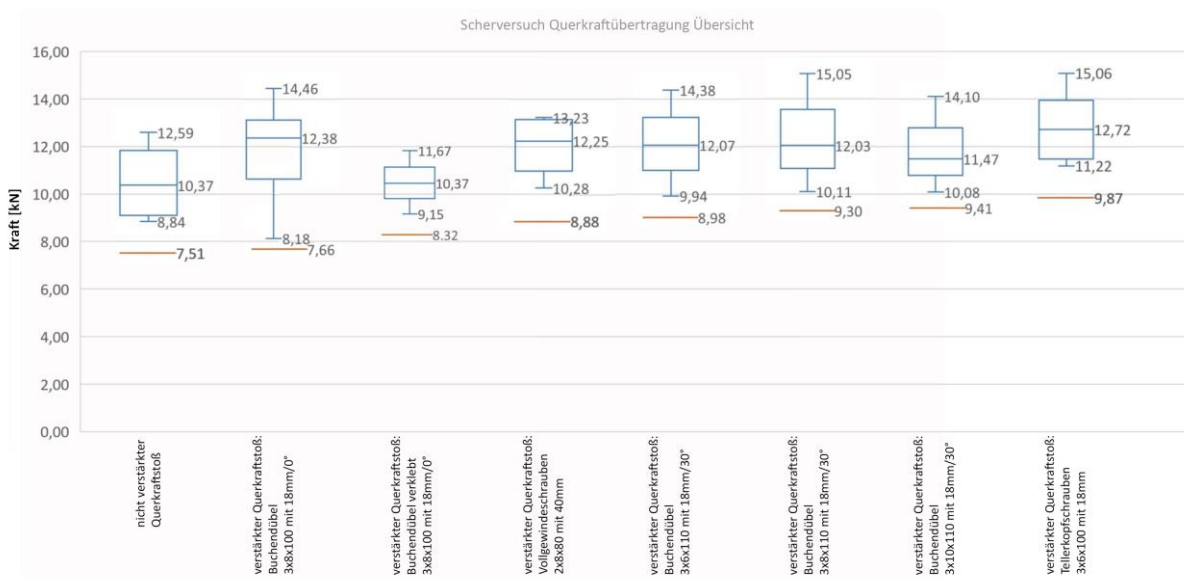


Abbildung 4: Übersicht der Scherversuche aller Versuchsreihen mit max-, mean-, min-Werten und 5%-Fraktilewerten

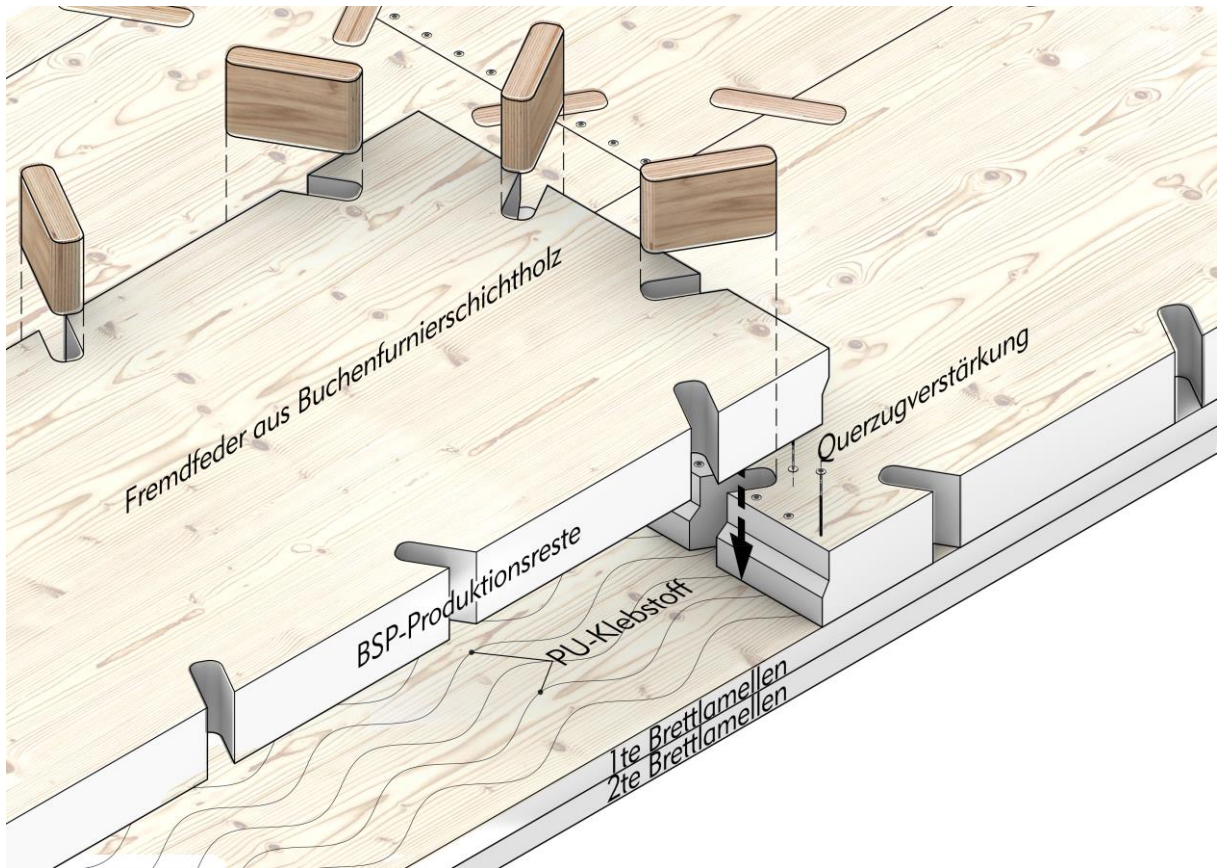


Abbildung 5: Visualisierung der Deckenkonstruktion aus BSP-Restholzplatten mit zusätzlichen Brettlagen in der Zugzone

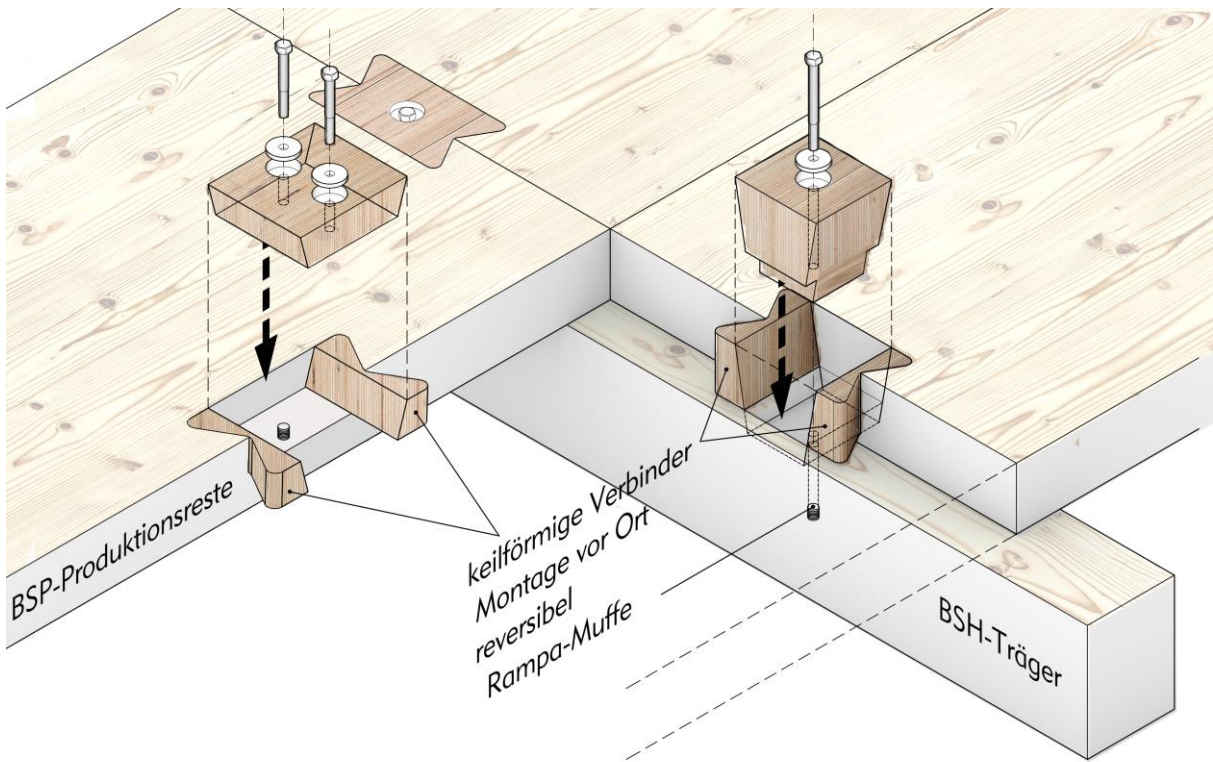


Abbildung 6: Visualisierung der Deckenkonstruktion aus BSP-Restholzplatten im Verbund mit Deckenbalken

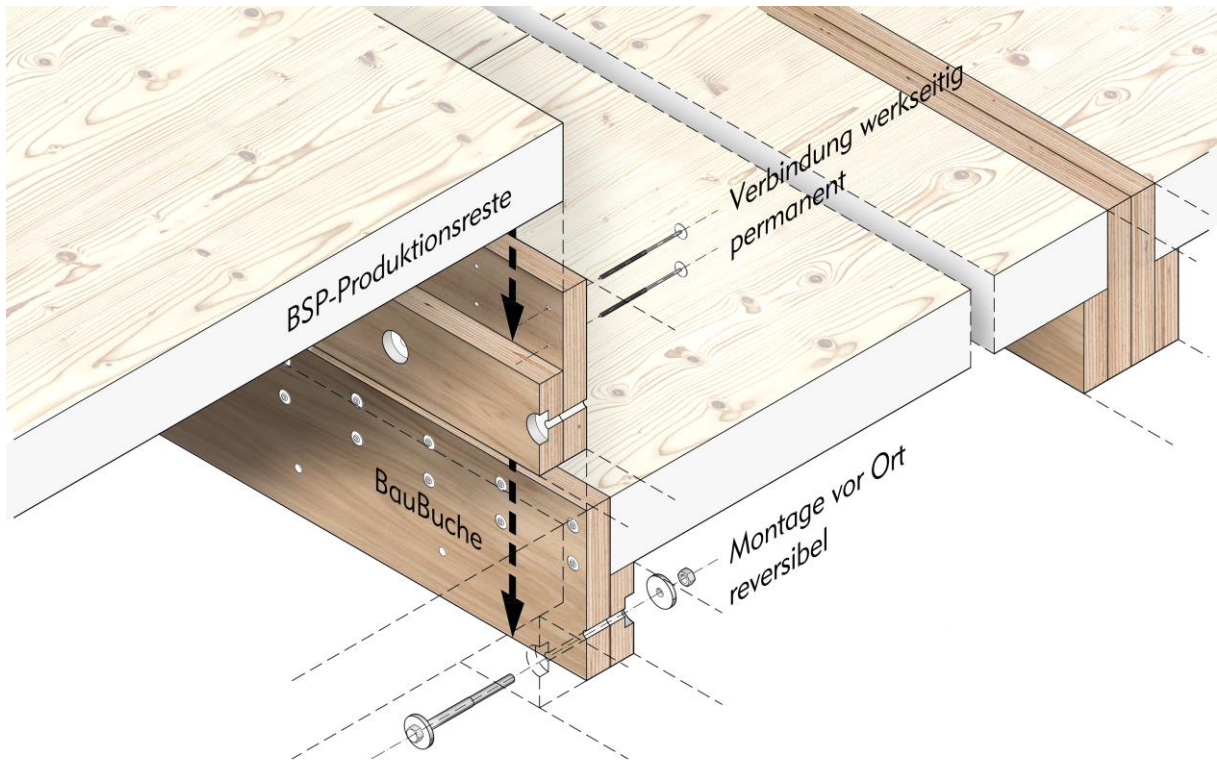


Abbildung 7: Visualisierung der Deckenkonstruktion aus BSP-Restholzplatten mit hochfesten BauBuche-Trägern