

# Holz gut verschraubt

Autor(en): **Bernasconi, Andrea**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **139 (2013)**

Heft 23: **Hoch hinaus mit Holz**

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-349248>

## **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 GUT VERSCHRAUBT

Verbindungen sind das A und O des Holzbaus. Diese seit der Antike gültige Erkenntnis erhält mit dem Aufkommen immer höherer Bauwerke aus Brettschichtholz eine zusätzliche Bedeutung. Um die flächigen und schweren Platten zuverlässig zusammenzuhalten, genügen die altbekannten Nägel und Senkschrauben nicht mehr. Neu entwickelte Verbindungsmittel, insbesondere selbstbohrende Vollgewindeschrauben, ermöglichen erst die rationelle Realisierung anspruchsvoller mehrgeschossiger Holzstrukturen.

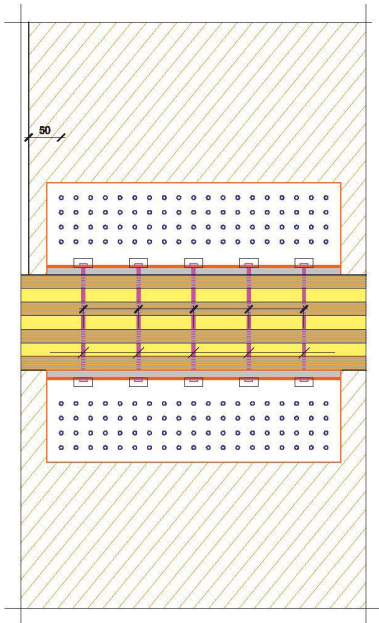
Effiziente und leistungsfähige Verbindungstechnik ist eine Voraussetzung für die Herstellung jedes mechanischen Tragsystems. Bei den Holztragstrukturen sind die Verbindungen besonders wichtig, da Holztragelemente naturgemäss verhältnismässig geringe Abmessungen aufweisen und lokal nur bedingt hohe Beanspruchungen aufnehmen können. Im Ingenieurholzbau haben neue Verbindungsmittel die klassischen, auf Kontaktpressung basierenden Zimmermannsverbindungen bereits vor Jahrzehnten abgelöst: Stifförmige Verbindungen leiten die Kräfte in das Holz ein, und Stahllaschen übertragen diese zwischen den in einer Verbindung anzuschliessenden Teilen. Diese bei Nägeln, Schrauben und Klammern übliche Art der Kräfteinleitung setzt voraus, dass die Stahlstifte auf Biegung und das Holz auf Lochleibungsdruck beansprucht werden. Das hat einen stark unregelmässigen Kraftfluss, ungünstige Beanspruchungen im Holz und grosse Verformungen im Allgemeinen zur Folge. Obwohl ein derartiges Verbindungsprinzip auf den ersten Blick nicht optimal ist, wurde daraus eines der leistungsfähigsten Verbindungssysteme des Ingenieurholzbaus entwickelt: Stabdübelverbindungen sind ein Meilenstein in der Verbindungstechnik und die Grundlage des heutigen Ingenieurholzbaus mit grossen Tragstrukturen aus Brettschichtholz.

## VON DER GEWINDESTANGE ZUR VOLLGEWINDESCHRAUBE

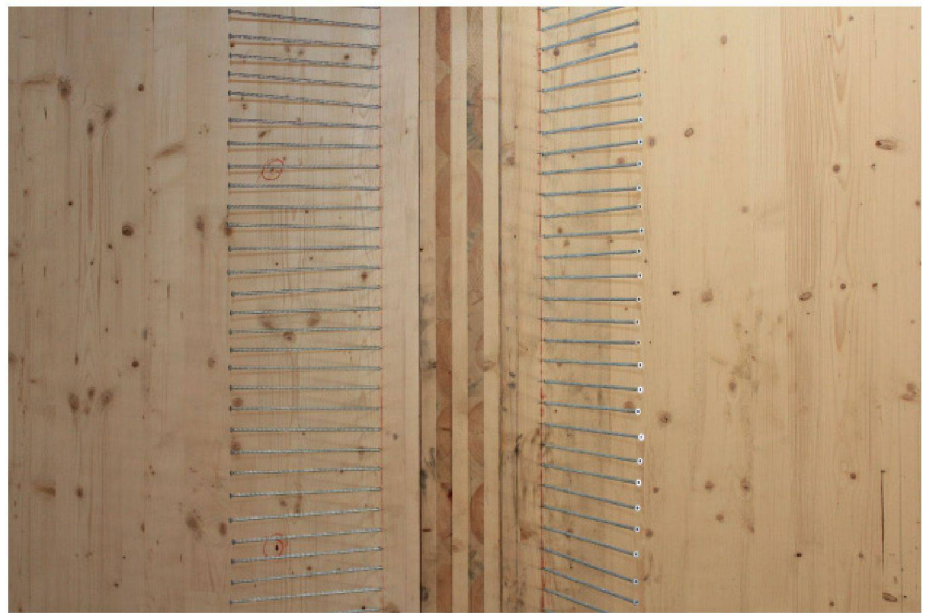
In den 1980er-Jahren wurde mit den ersten eingeleimten Gewindestangen ein neues Verbindungsprinzip im Holzbau eingeführt: Die Stahlteile werden axial beansprucht, und die Kraftübertragung in das Holz erfolgt über einen Schubfluss entlang der Stahlstange. Dabei werden die Kräfte direkt und ohne Umlenkung von einem Bauteil in das andere übertragen. Daraus ergeben sich eine optimale Kräfteinleitung in das Holz und sehr steife und leistungsfähige Verbindungen. Diese geklebten Verbindungen (vgl. «Geklebt, nicht gedreht», S. 23) sind mit den lokalen Bewehrungen im Stahlbeton vergleichbar, deren Stäbe so angeordnet sind, dass sie die Kraft axial aufnehmen und über den Schubfluss entlang der Kontaktfläche optimal in den Beton einleiten.

Mit den später entwickelten Vollgewindeschrauben wird das gleiche Prinzip der eingeleimten Gewindestangen umgesetzt, nur erfolgt die Kraftübertragung vom Schaft der Schraube in das Holz über die vom Gewinde erzeugte Verzahnung. Die Schrauben können dort eingedreht werden, wo die Kraft in das Holz eingeleitet werden soll. Dank dem Vollgewinde ist es auch möglich, die Schraube als Kraftübertragungselement zwischen zwei Holzteilen einzusetzen; dabei wird der Schraubenkopf lediglich zum Eindrehen der Schraube gebraucht (Abb. 02). Vom Holz zu einem anderen Material, wie beispielsweise einer Stahlplatte, wird die Kraft hingegen über den Schraubenkopf übertragen (Abb. 01).

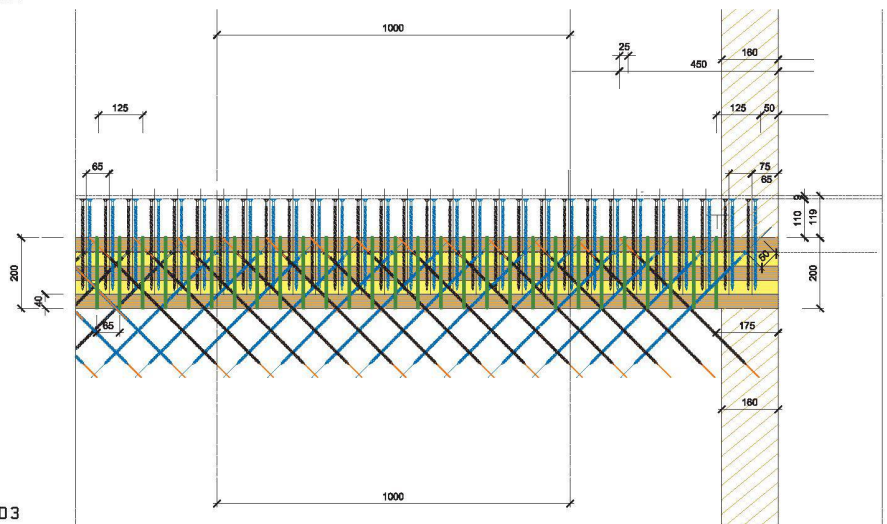
Auch die Holzschraube ist in den vergangenen Jahren weiterentwickelt worden: Sie wird nicht mehr spanabhebend durch Einschneiden des Gewindes hergestellt. Durch das Aufrollen des Gewindes auf Stahlstiften werden selbstbohrende Schrauben bis zu einem Durchmesser von 14 mm und Schraubenlängen von über einem Meter produziert; dabei ist das



01



02



03

**01** Schema einer Wand-Decke-Verbindung mit Vollgewindeschrauben und gelochten Stahlprofilen. (Schemas: Borlini& Zanini SA)

**02** Vollgewindeschrauben für eine Eckverbindung vor dem Eindrehen.

(Foto: Andrea Bernasconi)

**03** Schema einer Wand-Decke-Verbindung mit vertikalen Stabdübeln und kreuzweise angeordneten Vollgewindeschrauben.

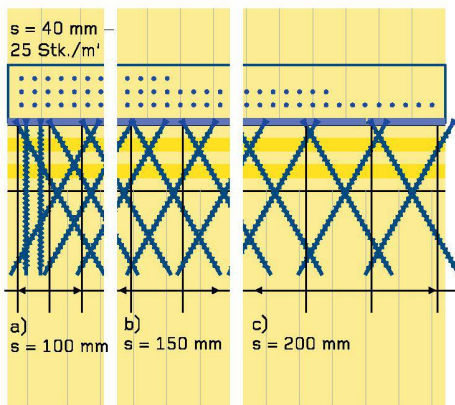
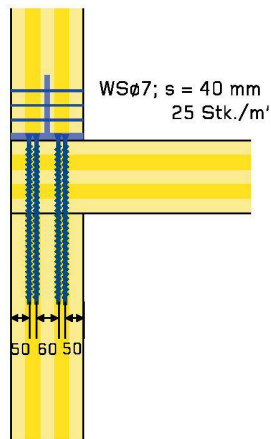
Gewinde auf die volle Schraubenlänge vorhanden. Sie erfordern keine Bohrung im Holz vor dem Eindrehen der Schraube. Durch das Rollen des Gewindes wird das Metall verfestigt, sodass diese Schrauben meist sehr gute mechanische Eigenschaften aufweisen.

### EINFACHES PRINZIP MIT GROSSEM POTENZIAL

Das Prinzip der Herstellung von Verbindungen mittels Vollgewindeschrauben wurde bereits vor Jahrzehnten bei einfachen Anschlüssen von Balkenlagen angewendet. Dabei wird die Auflagerkraft in die Achsenrichtungen zweier Schrauben zerlegt, die daraus resultierenden zwei Kräfte werden axial über den dünnen Schraubenschaft übertragen. Es entsteht eine steife und leistungsfähige Verbindung, bei der eine Schraube auf Zug und die andere auf Druck beansprucht wird; im Holz erfolgt die Kräfteinleitung auf Schub über die Schraubenlänge.

Dieses an sich sehr einfache Verbindungsprinzip erlaubt die Herstellung von beliebig vielen Anschlussvarianten, da die Schrauben prinzipiell mit fast beliebiger Orientierung in das Holz eingedreht werden können. Bei Winkeln der Schraubenachse zur Faserrichtung kleiner als  $30^\circ$  ist die Tragwirkung allerdings abgemindert.





04

04 Verbindung Decke-Wand mit T-förmiger Stahllasche und Vollgewindeschrauben. Oben: Querschnitt durch die Wand; unten: Längsschnitt durch die Wand. (Grafik: Andrea Bernasconi)

Für leistungsfähige Verbindungen zwischen grossformatigen Brettschichtholzelementen sind diese Schraubenverbindungen weiterentwickelt worden. Bei stark beanspruchten Tragwerken muss die Verbindung zwischen zwei Platten ihre Flächentragwerkwirkung erlauben und den kraftschlüssigen Anschluss über die gesamte Plattenkante ermöglichen. Angestrebt wird eine kontinuierliche Linienvorbindung und keine punktuelle Einleitung grösserer Kräfte, da nur dadurch eine ausreichend steife und feste Verbindung entstehen kann, die wiederum die Entstehung der globalen, dreidimensionalen Tragwirkung der BSP-Konstruktion erlaubt. Um dies zu erreichen, können die zu übertragenden Kräfte zerlegt über zweckmässig geneigte Schrauben eingeleitet werden.

#### VERBINDUNGEN IN DER EBENE UND AN ECKPUNKTEN

Die Verbindungen in der Wand- oder Deckenebene zwischen zwei benachbarten BSP-Elementen kann mit um 45° geneigten, in der Vertikalebene angeordneten, selbstbohrenden Vollgewindeschrauben ausgeführt werden. Diese Verbindung bildet ein Gelenk entlang der Verbindungsachse; sie erlaubt die Übertragung der übrigen Schubkräfte und weist eine ausreichende Schubsteifigkeit auf. Dabei werden Kräfte senkrecht zur Plattenebene über Zug- und Druckbeanspruchung der Schraube übertragen, jene in der Plattenebene über Abscheren der Schrauben.

Die Wand-Decke-Wand-Verbindung kann als optimale, kontinuierliche, geschraubte Verbindung ohne zusätzliche Stahlteile realisiert werden. Dabei werden die vertikalen Druckkräfte über Kontaktpressung übertragen, die vertikalen Zugkräfte und die horizontalen Schubkräfte durch die Schrauben. Die Kräfteinleitung erfolgt in diesem Fall in zwei Schritten. Die Vollgewindeschrauben sind stets um mindestens 30° gegenüber der Faserrichtung der einzelnen Schichten des BSP geneigt. Die Schrauben sind nur in einzelnen Fällen auf Abscheren beansprucht; in der Regel werden sie axial beansprucht. Es entstehen somit einfache Verbindungen, die die Übertragung von grossen Zug- und Schubkräften erlauben und grosse Steifigkeiten aufweisen. Die Kraftübertragung erfolgt direkt und ohne weitere Zwischenelemente, weshalb diese Verbindung auch in der Herstellung sehr einfach ist (Abb. 03). Bei hohen Anschlusskräften in den Verbindungen kann der Anschluss über eine T-förmige Stahllasche erfolgen, die mit Vollgewindeschrauben durch die Decke in der unteren Wand verankert wird (Abb. 04). Die obere Wand wird anschliessend durch Stabdübel angeschlossen.

#### WEITERE ENTWICKLUNG

Durch die geschickte Anordnung von selbstbohrenden Vollgewindeschrauben kann die Kräfteinleitung in das Holz dem effektiven Kraftfluss angepasst und eine optimale Beanspruchung des Holzes erreicht werden. Die Vielfalt derartiger Schrauben auf dem Markt und die sinkenden Kosten zeigen, dass das Potenzial dieser Verbindungen noch nicht ausgeschöpft ist. Die weitere Entwicklung wird sowohl in der Optimierung der Schrauben liegen als auch in der Möglichkeit einer beliebigen, den mechanischen Anforderungen angepassten Anordnung und räumlichen Orientierung der Schrauben.

Das Verbindungsprinzip der Kraftübertragung durch Stahlstäbe, die axial eine Kraft im Materialinnern übertragen, ist im Holzbau praktisch uneingeschränkt anwendbar – bei geringen Kräften oder bei der Herstellung von kontinuierlichen Linienvorbindungen durch den Einsatz von Vollgewindeschrauben; bei grösseren und konzentrierten Anschlusskräften durch den Einsatz von eingeleimten Stahlstangen. Dass praktisch sämtliche Verbindungsprobleme mit derartigen Anschlüssen gelöst werden können, hat die Betonbauweise bereits bewiesen. Viele ausgeführte Beispiele zeigen, dass der moderne Holzbau sich ebenfalls in diese Richtung entwickelt.

Dr. Andrea Bernasconi, Prof. construction en bois, Dipl. Bauing ETHZ, heig-vd/HES-SO und Mitinhaber Borlini & Zanini SA Lugano und Mendrisio, Andrea.Bernasconi@heig-vd.ch