Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht

Band: 11 (1980)

Artikel: Truss joint of high efficiency

Autor: Blumer, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-11250

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

II

Truss Joint of High Efficiency

Attaches optimales pour les noeuds de poutres en treillis

Systematisierte Fachwerkknotenverbindung mit hoher Holzausnutzung

H. BLUMER
Dipl. -Ing. ETH
Ing'büro Steiner, Jucker und Blumer AG
Herisau, Schweiz

SUMMARY
A steel-wood connection with high efficiency will be presented which is suitable for truss constructions. The newly developped system enable an essential simplification of the design, the drawing and the fabrication. The same equipment can be used for soft and hard wood.

RESUME
On présente un type d'attache mixte bois-acier convenant particulièrement bien aux constructions en treillis. Ce nouveau système conduit à une simplification des calculs statiques, des plans et de l'exécution. En atelier, les machines peuvent être utilisées aussi bien pour travailler les résineux que les bois durs.

ZUSAMMENFASSUNG
Dargestellt wird eine Holz-Stahl-Verbindung hoher Leistungsfähigkeit, die für Fachwerkkonstruktionen geeignet ist. Das neuentwickelte System ermöglicht wesentliche Vereinfachungen in der statischen Berechnung, bei der Planherstellung und bei der Fertigung. Für die Bearbeitung des Holzes werden Werkzeuge eingesetzt, die sowohl für Weich- wie auch für Hartholz geeignet sind.

1. SYSTEMBESCHRIEB

Bei der BSB-Verbindung werden hauptsächlich zwei Fachwerkstreben mit beliebigem Winkel an einen durchlaufenden Stab dem Fachwerkgurt angeschlossen. Aehnlich können zwei Stäbe gestossen werden.
Als Verbindungsmittel dienen typisierte Knotenbleche aus Stahl, sie werden in gefräste Schlitze eingebracht. Die Kraftübertragung vom Holz auf die Knotenbleche erfolgt über Passbolzen aus Stahl. Diese werden in passend gebohrte Löcher eingetrieben. In Bild 1 sind die beiden Verbindungsmittel dargestellt.

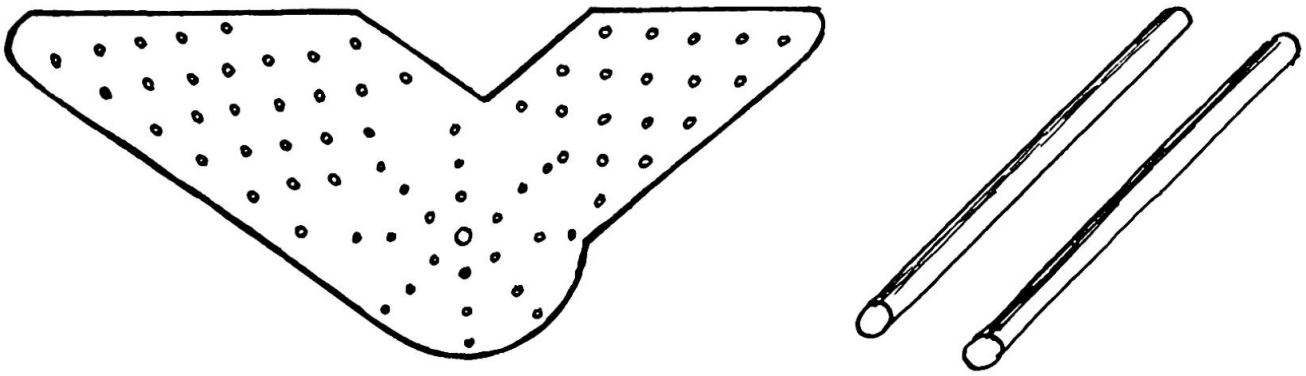

Bild 1 Verbindungsmittel

Die Verbindungen sind streng typisiert. Es können 6 verschiedene Strebenbreiten Typ 1 mit einfacher und Typ 6 mit 6-facher Tragfähigkeit verbaut werden. Die Anzahl der Knotenbleche in Schlitzen übereinander kann von 2 bis 5 variiert werden, wiederum mit linearer Zunahme der Tragfähigkeit. Der Abstand beträgt jeweils 35 mm.

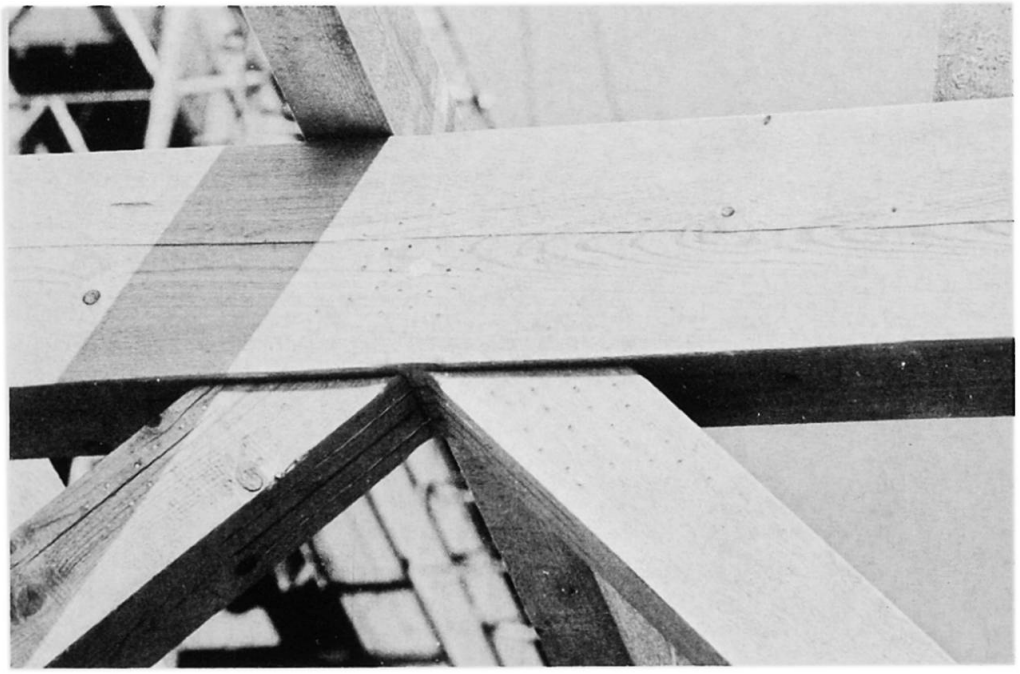

Bild 2 Typischer BSB-Knoten

Die Anordnung der Bolzen ist in Reihen bei den Streben und in konzentrischen Kreisen beim Gurt. Alle Zwischenabstände der Bolzen sind infolge des einheitlichen Durchmessers immer gleich.
Ebenso sind die Holzquerschnitte vereinheitlicht und tabelliert. Da die Anschlüsse zentrisch sind, wird die Holzfaser nur längs beansprucht, dadurch sind hohe Anschlusswerte möglich.
Für den Entwurf von Fachwerträgern liegen einheitliche Knotentypen vor.

2. EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

Im Vordergrund der Untersuchungen am Lehrstuhl für Baustatik und Stahlbau an der ETH Zürich stand die Abklärung folgender Fragen:

3.1 Zielsetzungen

a) Tragfähigkeit von Passbolzen mit Durchmesser von 5 bis 10 mm im Kurzzeitversuch bei Beanspruchung parallel zur Faserrichtung.

b) Einfluss auf die Tragfähigkeit der Passbolzen wenn Stahlgüte und Abstände variiert werden.

c) Einfluss einer geringen Anschlussexzentrizität auf die Verbindungsfestigkeit.

d) Verhalten von Stahlblech-Passbolzenverbindungen in Fachwerken.

3.2 Auswertungen

zu a) An Proben aus Fichten- und Buchenholz wurden im Zugversuch folgende Bruchfestigkeiten für Lochleibung am Nettoquerschnitt ermittelt:

Fichte: $\sigma_{Bruch} = 23 \div 27 \ N/mm^2$

Buche: $\sigma_{Bruch} = 48 \div 53 \ N/mm^2$

Allgemein zeigte sich, wie auch aus der Literatur bekannt, dass dünnere Bolzen höhere Lochfestigkeiten erbrachten. Wichtig war die optimale Anordnung der Passbolzen.

- Abstände längs zur Faser ca. $6 \times d_s$
- Abstände quer zur Faser ca. $4 \times d_s$
- Schlankheit Holz (a)-Dübeldurchmesser (d_s)

  Mittellagen ca. $a/d_s = 6$

  Aussenlagen ca. $a/d_s = 2.5$

Bei der Querschnittsbemessung sind alle Schwächungen und ein Kerbfaktor von 0,8, entstanden durch die Bohrlöcher, in der Berechnung zu berücksichtigen.

zu b) Mit der Verwendung von hochfesten Stählen (Fliessgrenzen von 1000 N/mm2 und mehr) können grössere Bolzenschlankheiten bei gleichbleibender Tragfähigkeit erreicht werden.

zu c) In einer weiteren Versuchsreihe wurde abgeklärt inwiefern sich geringe Anschlussexzentrizitäten auswirken. Beim BSB-Träger werden durch die Verformung beim belasteten Fachwerk Biegemomente auf die Streben übertragen, was etwa gleichbedeutend mit einem exzentrischen Anschluss ist. Der Festigkeitsabfall ist bei dieser Verbindung weniger als 10 %.

zu d) Von grosser Bedeutung sind die richtige Dimensionierung der Knotenplatten (d_{min} = 4 mm), die Einschnittiefe (max. 160 mm) bei den Streben sowie der Abstand der Fräsenblätter (min. 35 mm). Werden diese Werte unterschritten bzw. überschritten, treten bei den Druckstäben frühzeitige Instabilitäten auf.

3. ANFORDERUNGEN AN DAS MATERIAL

Es liegt in der Zielsetzung des BSB-Verfahrens möglichst mehrere Holzarten mit unterschiedlichen Materialkennwerten zu verbauen. Zudem sollte aus Wirtschaftlichkeitsgründen zusätzlich zum Brettschichtholz auch Schnittholz z.B. Fichte und Tanne eingesetzt werden können. Diese unterschiedlichen Holzarten bedingen jeweils ein Anpassen der Verbindungsmittel bezüglich Stahlgüte und Stärke.
Für die in Europa einheimische Fichte werden zur Zeit Passbolzen mit 6,5 mm Durchmesser und einer Fliessgrenze von 600 N/mm2 verwendet.
Die Knotenplatten weisen eine Stärke von 4 mm bei Stahl Fe 360 auf.

4. STATISCHE BEMESSUNG UND KONSTRUKTION

Die Bemessung und das Konstruieren von Verbindungen wird dann vereinfacht wenn es gelingt, möglichst viel zu systematisieren. Die hier beschriebene Verbindungsart vereinfacht die statische Bemessung indem der Spannungsnachweis im Knoten entfällt und lediglich noch an den anzuschliessenden Stäben mit einem einheitlichen Korrekturfaktor für den Schwächungsgrad in der Verbindung erfolgen muss. Somit kann eine Fachwerkstrebe wie folgt nachgewiesen werden.

$$D_{zul} = \sigma_{D\parallel zul} \cdot F_{Brutto} \cdot \omega_D$$

$$Z_{zul} = \sigma_{Z\parallel zul} \cdot F_{Brutto} \cdot \omega_Z$$

Dabei bedeuten:
- D, Z = Schnittkräfte Druck, Zug
- $\sigma_{\parallel zul}$ = zulässige Spannung
- F_{Brutto} = Bruttoquerschnitt des Stabes
- W_D, W_Z = Wirkungsgrad der Verbindung auf Druck, Zug

Analog werden Stabstösse und der Anschlusswert am Gurt berechnet. Die Wirkungsgrade der Verbindung w_D und w_Z wurden aus Versuchen mit 0,56 für Druck und Zug ermittelt. Diese Wirkungsgrade liegen auch bei anderen Holzarten in der gleichen Grössenordnung. Zum Vergleich erreicht man bei geleimten Keilzinkenstössen ein w von 0,8.

Analog zum Spannungsnachweis wird die Verformung über den Bruttoquerschnitt nachgewiesen.

$$\delta = \frac{\sigma_{vorh} \cdot l}{E_{\parallel}} + \frac{2 \cdot \sigma_{vorh}}{C}$$

Dabei bedeuten:
- C = Verschiebungsmodul 10 N/mm3
- $E_{\parallel}$ = Elastizitätsmodul des Stabes
- σ_{vorh} = Vorhandene Querschnittsspannung
- l = Stablänge

Die Typisierung der Holzquerschnitte und der Verbindung erleichtert das Konstruieren und beschränkt sich in fast allen Fällen auf das Festlegen der Systemachsen und die Angabe der Holzquerschnitte.

5. FERTIGUNG

Die Herstellung kann etwa wie folgt charakterisiert werden:

a) Zerstörungsfreie Bearbeitung des Holzes mit Fräsen und Bohren (kein Pressen oder Spalten)

b) Einheitliche Verbindungstypen, gleiche Bolzendurchmesser und Knotenblechstärken sowie gleichbleibende Abstände der Verbindungsmittel untereinander ermöglichen einen hohen Automatisierungsgrad (z.B. Einsatz von Mehrspindelbohrmaschinen und Mehrblattfräsen)

c) Jedes Verbindungsmittel ist nach dem Einbau kontrollierbar.

d) Der Einsatz der modernen Elektronik wird dazu beitragen, die Herstellung weiter zu automatisieren.

e) Die Verbindung lässt sich aber auch manuell mit geringen Werkzeugkosten, z.B. notwendig für Montagestösse, bearbeiten.

f) Jede Verbindung ist demontierbar.

Die Praxis hat gezeigt, dass Verbindungen mit kleinen anschlusskräftigen 0 - 30 kN relativ aufwendig und daher eher unwirtschaftlich herzustellen sind.
Günstig sind Kraftbereiche von 30 kN bis 100 kN und ausserordentlich wirtschafltich sind alle Verbindungen mit über 100 kN.

6. ANWENDUNGSBEREICH

Die BSB-Verbindung eignet sich für Fachwerke mit mittleren bis hohen Anschlusskräften. Die Gestaltungsfreiheit beim Entwurf ist gross. Dabei muss im Entwurf nicht auf die Verbindung Rücksicht genommen werden, da sich diese immer konstruieren lassen; auch bei grössten Anschlusskräften. Nachfolgend sind die oberen Grenzwerte der Anschlusskräfte aufgeführt:

Holzart		Stabquerschnitt	Anschlusswert
Fichte	Schnittholz FKII	12/28	160 kN (16 T)
	Brettschichtholz	20/28	345 kN
Buche	"	20/28	448 kN

Bild 3 Fachwerkbinder für Hallenbad
(13 und 15 m)

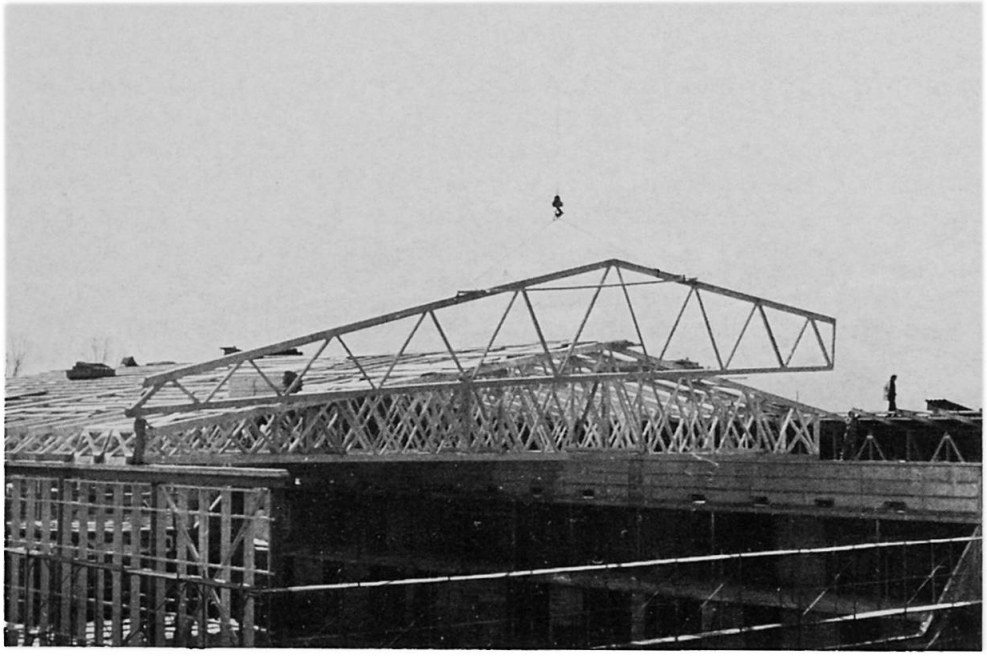

Bild 4 Fachwerkbinder für Sporthalle
(27 m)