

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 108 (1990)  
**Heft:** 39

**Artikel:** Der Gelenkboden-Anschluss - leistungsfähiges Verbindungsmittel im Ingenieurholzbau  
**Autor:** Merz, Konrad  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-77516>

### **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:** 15.01.2026

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

# Der Gelenkbolzen-Anschluss - leistungsfähiges Verbindungsmittel im Ingenieurholzbau

**Für die Ausbildung von Knotendetails bei Holzkonstruktionen stehen heutzutage eine Vielzahl von Verbindungsmitteln zur Verfügung und ihre Anzahl nimmt ständig zu. Die Gelenkbolzen-Verbindung von Holzquerschnitten ist eine Möglichkeit, die sich seit zwanzig Jahren dort bewährt hat, wo es gilt, grosse Kräfte zu übertragen. Sie ist mannigfaltig einsetzbar und lässt darum dem Entwerfenden grosse Freiheiten bei der Detailkonzeption.**

## Einleitung

Neben der Wahl eines geeigneten statischen Systems, hängt die Wirtschaftlichkeit von Holzkonstruktionen entscheidend von den zum Einsatz kommenden Verbindungsmitteln ab. Für

VON KONRAD MERZ,  
LAUSANNE

die Einleitung einer bestimmten Kraft in einen Holzquerschnitt ist eine gewisse Anschlussfläche und damit ein minimaler Querschnitt erforderlich. Der Mindestquerschnitt ist von den Eigenschaften des Verbindungsmittels abhängig und meistens grösser als dies aus der Bemessung des Stabes notwendig wäre. Für den Projektierenden ist es daher wichtig, ein möglichst leistungsfähiges Verbindungsmittel einsetzen zu können, um die Querschnittsabmessungen damit auf ein Minimum zu reduzieren.

Bei Holzkonstruktionen ist die Ausbildung der Knotendetails zudem ein wichtiger gestalterischer Faktor. Für anspruchsvolle Holzbauten wählt der Entwerfer darum mit Vorteil ein Verbindungsmittel, das ihm in der Detailkonzeption möglichst grosse Freiheiten lässt.

Die Gelenkbolzen-Verbindung erfüllt diese beiden Anforderungen. Das beweist die Vielzahl von Anwendungen vor allem bei grösseren Tragwerken.

## Prinzip der Verbindung

Die Kräfte der an einen Knoten anzuschliessenden Stäbe, werden mittels Nagelung vom Holzquerschnitt in Stahl-

platten eingeleitet. Die Stahlplatten übertragen die Kraft über Lochleibungsdruck in einen oder mehrere Gelenkbolzen, wo die sie untereinander ins Gleichgewicht gebracht werden. Die Bilder 1 und 2 verdeutlichen die Wirkungsweise an einem Fachwerkknoten. Bild 3 zeigt ein zusammengebautes Schnittmodell der Verbindung.

## Anwendungsmöglichkeiten

Der Entwurf eines Knotendetails, und damit die Wahl des Verbindungsmittels, wird durch die Kombination verschiedener Faktoren beeinflusst. Die Geometrie und die Art der Beanspruchung (Normalkraft, Querkraft oder Moment) sind dabei meistens ausschlaggebend (Bild 4). Im weiteren sind die Teiligkeit der zu verbindenden Stäbe, der Holz- resp. Korrosionsschutz, gestalterische Gesichtspunkte und Anforderungen an den Brandwiderstand zu berücksichtigen.

Die Vorteile von Gelenkbolzen-Verbindungen kommen vor allem bei ebenen Knoten zum Tragen, in denen mehrere Stäbe mit Normalkraftbeanspruchung und verschiedenen Anschlusswinkeln zusammentreffen.

Als Beispiel sei der Fachwerkknoten (Bild 1) erwähnt. Auch biegesteife Anschlüsse sind problemlos möglich. Eine Spreizung oder zumindest eine Mehrteiligkeit der Stäbe ist von Vorteil aber nicht Bedingung. Um gestalterische und brandschutzspezifische Anforderungen zu erfüllen, sind auch verdeckt angeordnete Bleche möglich (Bild 5). Im speziellen können folgende Gesichtspunkte für eine Anwendung von Gelenkbolzen-Verbindungen ausschlaggebend sein:

□ *Minimaler Platzbedarf:*

Für die Übertragung der Kräfte vom Holzquerschnitt in die Stahlplatten werden meistens vorgebohrte Rillennä-

gel, Durchmesser 6 mm verwendet. Unter Einhaltung der in den Normen vorgegebenen Mindestabstände, erreicht man damit kleinere Anschlussflächen als mit Passbolzen oder Einlassdübeln [1] (Bild 6).

□ *Ideales Gelenk / Zentrierung der Stäbe:*

Bei der Berechnung von Fachwerken werden die Anschlüsse der Füllstäbe an

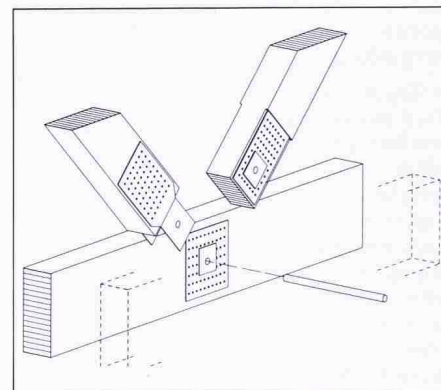


Bild 1. Typische Anwendung der Gelenkbolzen-Verbindung: Ein Fachwerkknoten mit einteiligen Diagonalen und zweiteiligem Gurt. Anschlusskräfte der Diagonalen rund 250 kN

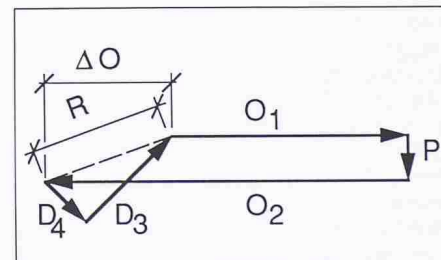


Bild 2. Tragwirkung des Knotens: Die Anschlusskräfte  $D_3$  und  $D_4$  werden über die Nagelbleche in den Bolzen übertragen. Dieser leitet die resultierende Kraft  $R$  weiter in die Gurtungen



Bild 3. Schnittmodell eines Fachwerkknotens mit 2-teiligen Diagonalen und 3-teiligem Gurt. Der Gelenkbolzen ist eine Stahl-Stahl-Verbindung. Es gibt keine direkte Kraftübertragung zwischen dem Gelenkbolzen und dem Holzquerschnitt



ART DER BELASTUNG GEOMETRIE				

Bild 4. Die Tabelle zeigt wie die Art der Beanspruchung und die Geometrie der Stäbe die Ausbildung von Knotendetails beeinflussen

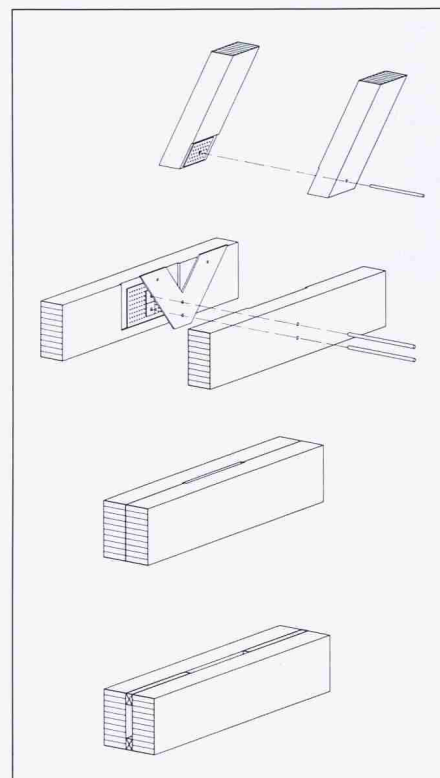


Bild 5. Verdeckt angeordnete Gelenkbolzen-Verbindung mit Knotenblech. Die Stäbe werden ausgenommen oder um die Breite der Bleche gespleizt

die Gurtungen meist als ideal gelenkig und zentrisch angeordnet eingesetzt. Diese Annahme ist für die wenigsten Typen von Fachwerkknoten zutreffend (Bild 7). Durch die Verwendung steifer Anschlussformen, wie z.B. Knotenbleche aus Stahl in Verbindung mit Passbolzen, ergeben sich aber Zusatzmomente in den Stäben, was zu einer Beeinträchtigung der Tragfähigkeit der Anschlüsse führt [2]. Die Gelenkbolzen-Verbindungen können demgegenüber als «quasi-gelenkiger» Anschluss bezeichnet werden. Auch die Anordnung des Bolzens im Schnittpunkt der Stabachsen ist kein Problem.

#### □ Herstellung / Einbau:

Die Gelenkbolzen-Verbindung ist weder lizenzgebunden, noch erfordert die

Herstellung besondere systembezogene Fabrikationseinrichtungen. Die Beschaffung der Einzelkomponenten ist problemlos. Rillennägel und Passbolzen, zur Übertragung der Kräfte vom Holzquerschnitt in die Stahlplatten, werden von verschiedenen Produzenten auf dem Markt angeboten. Die Herstellung der Lochplatten und der Gelenkbolzen ist für jede Schlosserei Routinearbeit (Bild 8). Der Einbau der Verbindungsmittel ist mit den zur Grundausrüstung einer jeden Zimmerei gehörenden Abbundmaschinen möglich.

Das heisst, auch kleinere Unternehmen sind in der Lage, mit Gelenkbolzen-Verbindungen konzipierte Ingenieurkonstruktionen auszuführen.

#### □ Montage:

Gelenkbolzen-Verbindungen erlauben eine einfache Endmontage von vorgefertigten Bauteilen. Der Einbau der Verbindungen kann grösstenteils in der Werkstatt, unter optimalen Bedingungen erfolgen. Die Arbeit auf der Baustelle beschränkt sich auf das Einbringen der Gelenkbolzen.

#### □ Ausführungskontrolle:

Schadenfälle bei Holzkonstruktionen sind oftmals auf unsachgemäss ausgeführte Knotendetails zurückzuführen. Vor allem bei Verbindungen mit Passbolzen und Einlassdübeln ist, im Falle von Ungenauigkeiten, die Versuchung gross, dem Übel mit irgendwelchen «Basteleien» abzuweichen (Bild 9). Einmal zusammengebaut sind solche Män-

Verbindungsmittel Anzahl, Anordnung		$F_{zul}$ [kN]
Nägel vorgebohrt einschneidend 2x54 N 5,0 9 - reihig		100,0
Passbolzen $\varnothing$ 16 12, 3 - reihig		117,6
Ringdübel $\varnothing$ 140 2x3 einreihig		107,5

Bild 6. Vergleich der erforderlichen Anschlussflächen für verschiedene Verbindungsmittel bei einem Zugstoss

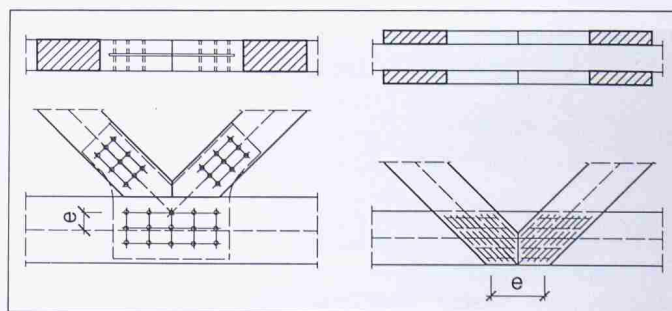


Bild 7. Entgegen den Annahmen bei der Schnittkraftermittlung ergeben sich in den Knotenpunkten von Fachwerken oft Einspannungen und Exzentrizitäten: links Verbindung mit eingeschlitzten Knotenblechen und Passbolzen; rechts genagelter Anschluss



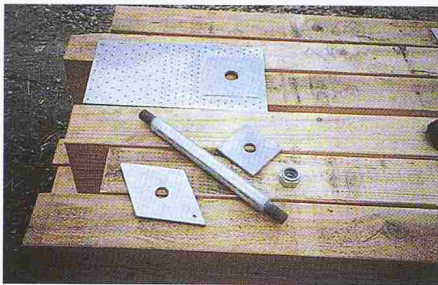


Bild 8. Einzelteile der Gelenkbolzen-Verbindung: Nagelblech mit Lochverstärkung, Bolzen und Unterlagsscheibe

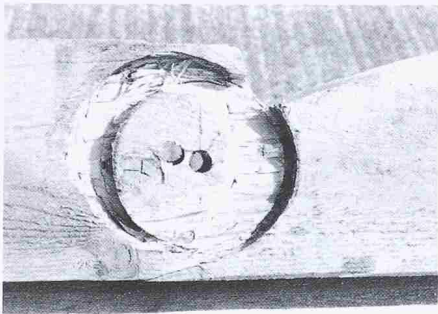


Bild 9. Nachgebohrte Ringdübelverbindung. Unsachgemäss ausgeführte Verbindungen sind oft Ursache für Schadenfälle



Bild 10. Die Ausführungsqualität von Gelenkbolzen-Verbindungen kann auch nach dem Zusammenbau gut kontrolliert werden. Untergurtanschluss eines Fachwerkes mit Posten aus Holz und Diagonalen aus Stahl

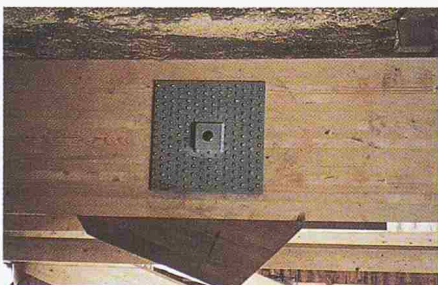


Bild 11. Durch die Konzentration der Nägel um das Bolzenloch und Ausnutzung der Stabbreite kann eine Abminderung der zulässigen Nagelbeanspruchung umgangen werden

gel verdeckt und werden bei der Abnahme der Konstruktion nur in den seltensten Fällen bemerkt. Gelenkbolzen-Verbindungen sind in dieser Beziehung «transparenter» (Bild 10). Zudem wäre ein Nachbohren der Löcher für die Gelenkbolzen auf der Baustelle, wegen der grossen Durchmesser, nur mit grossem Aufwand möglich.

### Konstruktive Gesichtspunkte

Die nachfolgenden Hinweise können beim Entwurf von Gelenkbolzendetails dienlich sein. (Weitere Hinweise findet man in [3].)

#### □ Nagelbleche:

Die Grösse der Nagelbleche ist abhängig von der anzuschliessenden Kraft. Unter Einhaltung der in [5] vorgegebenen Verbindungsmittelabstände braucht es für die Übertragung einer Kraft von 1 kN zwischen 5–7 cm<sup>2</sup> Anschlussfläche, je nach Art und Durchmesser des verwendeten Nagels. Die Breite der anzuschliessenden Stäbe sollte ausgenutzt werden, um ein möglichst kompaktes Nagelbild zu erhalten und um damit die Tragkraft der Nägel besser ausnutzen zu können. Sind mehr als 10 Nägel in Kraftrichtung hintereinander angebracht, muss die zulässige Nagelbelastung aller Nägel abgemindert werden (Bilder 11 und 12).

Die Nagelbleche werden in der Regel um das Bolzenloch herum verstärkt (Bilder 1 und 11). Mit dieser Massnahme kann einerseits die Fläche zur Aufnahme des Lochleibungsdruckes vergrössert werden und andererseits wird verhindert, dass sich die Nagelköpfe gegenseitig berühren. Die Verstärkungen werden mittels Kehlnähten auf die Nagelbleche aufgeschweisst. Die minimale einzuhaltende Dicke der Nagelbleche sollte somit 4 mm nicht unterschreiten. Damit ein Stanzen der Nagellöcher möglich ist, sollte eine Dicke von 8 mm nicht überschritten werden. Die Bleche bestehen normalerweise aus Fe 360. Je nach Form und Belastung sind bei der Bemessung die in Bild 13 dargestellten Versagensarten zu beachten.

#### □ Nagelung:

Die Befestigung der Nagelpatten erfolgt mit Rillennägeln, Durchmesser 4 resp. 6 mm. Auf dem Markt sind eine Vielzahl von Produkten erhältlich. In [4] findet man zulässige Werte für die Bemessung in Abhängigkeit vom Durchmesser und der Einschlagtiefe. Ansonsten sei für die Bemessung auf [5/6] verwiesen. Werden die Nägel im Holz vorgebohrt ( $D = 0,8\text{--}0,9 \times D_{\text{Nagel}}$ ) kann die Tragfähigkeit, im Vergleich zu nicht

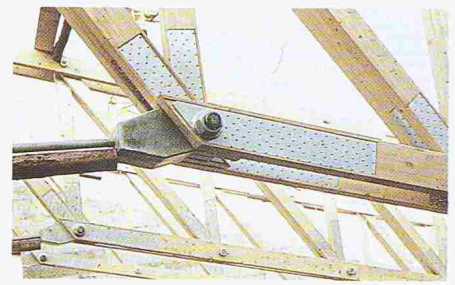


Bild 12. Langes Nagelblech infolge geringer Stabbreite. Die Nagelbelastung muss abgemindert werden. Durch die aussenliegenden Nagelbleche erhält der Gelenkbolzen eine zusätzliche Biegebeanspruchung

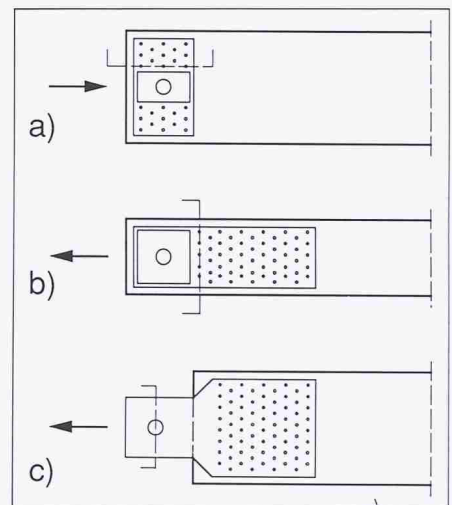


Bild 13. Die an den Nagelblechen zu führenden Nachweise sind von der Blechform abhängig

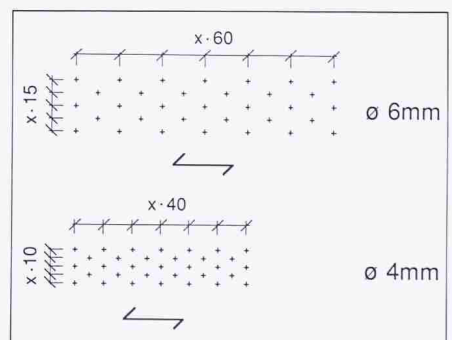


Bild 14. Mögliche Anordnung der Nägel. Die Anschlussfläche für 1 kN beträgt 6,0 cm<sup>2</sup> für Nägel D = 6 mm resp. 5,3 cm<sup>2</sup> für Nägel D = 4 mm

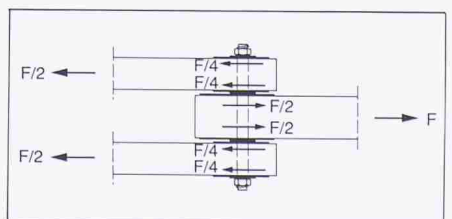


Bild 15. Haben die Seitenhölzer beidseitige Nagelbleche, werden die Bolzen auf Biegung beansprucht. Zur Aufnahme dieser Beanspruchung kann der Einsatz von Rohrquerschnitten sinnvoll sein



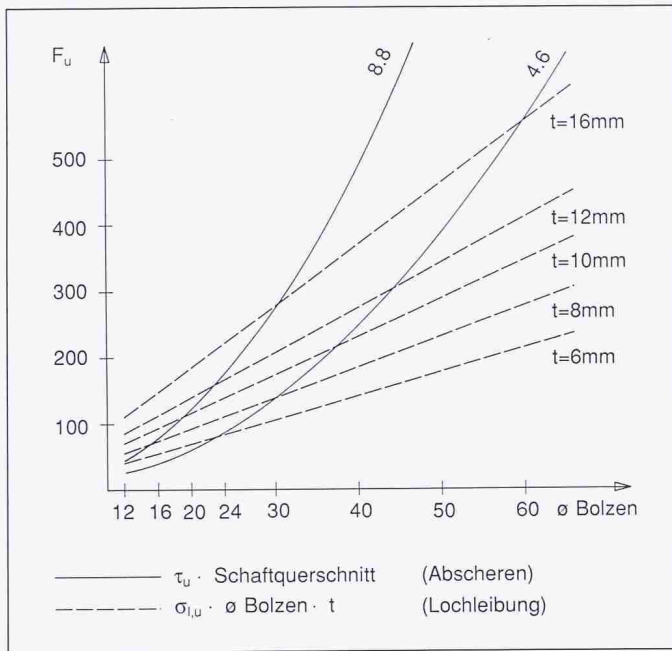


Bild 17. Der Bolzendurchmesser und die Dicke der Nagelplatten sollten aufeinander abgestimmt werden. Das Diagramm verdeutlicht das am Beispiel Bolzen der Festigkeitsklasse 4.6 resp. 8.8 und Nagelblechen FE 360

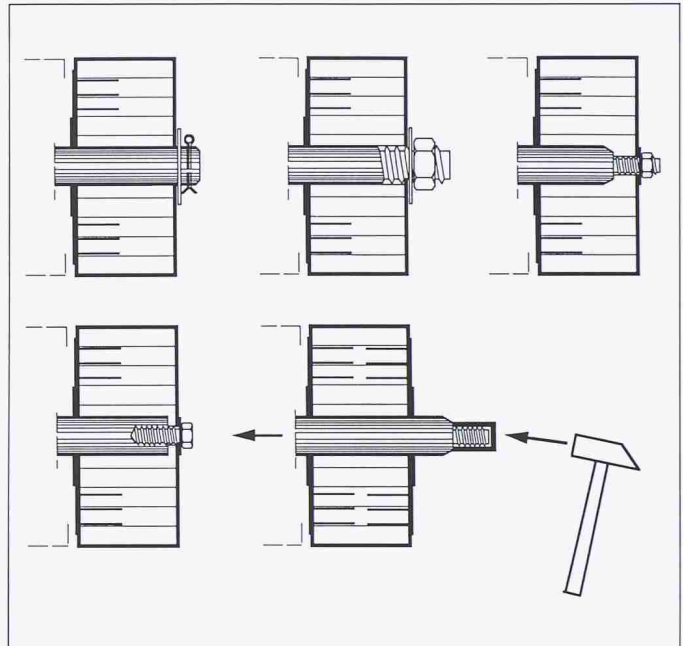


Bild 18. Für die Lagesicherung der Gelenkbolzen gibt es verschiedene Möglichkeiten. Beim Einbau ist dem Schutz der Gewinde Rechnung zu tragen

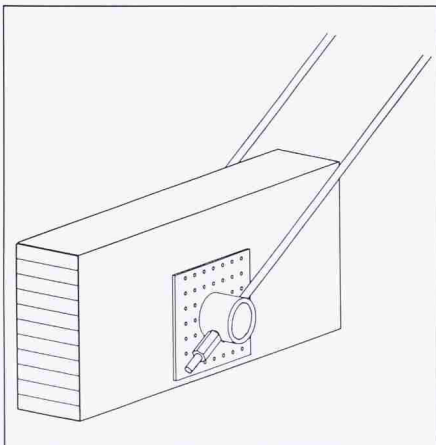


Bild 16. Anschlussdetail mit Gelenkbolzen (Rohrquerschnitt) und schraubbarem Armierungsstahl

vorgebohrten Verbindungen, erhöht werden. Zudem können die Nagelabstände verringert werden, weil die Gefahr des Holzaufspaltens kleiner ist [7]. In Versuchen hat sich die in Bild 14 dargestellte Nagelanordnung bewährt.

#### □ Gelenkbolzen:

Die Gelenkbolzen sind Stahl-Stahlverbindungen. Es findet keine direkte Kraftübertragung zwischen dem Bolzen und dem Holzquerschnitt statt. Im Normalfall werden die Gelenkbolzen auf Abscheren beansprucht, d.h. man wählt mit Vorteil einen Vollquerschnitt, nicht zuletzt auch, um die Schwächung des anzuschliessenden Holzquerschnittes möglichst gering zu halten.

Eine zusätzliche Biegebeanspruchung kann auftreten, wenn die Verbindung

wie in den Bildern 12, 15 und 16 dargestellt konzipiert ist. In diesem Fall muss der Bolzen entsprechend bemessen werden, und der Einsatz eines Rohrquerschnittes kann sinnvoll sein.

Je nach Dicke der angeschlossenen Bleche werden für die Bemessung die Lochleibung oder das Abscheren massgebend (Bild 17). Für kleine Durchmesser (< 20 mm) können die im Holzbau üblichen Passschrauben verwendet werden. Grössere Durchmesser erfordern eine spezielle Anfertigung. In der Regel wird für die Bolzen Schraubstahl der Festigkeitsklasse 4.6 verwendet.

Die Lagesicherung der Bolzen kann auf verschiedene Arten erfolgen. Meistens werden Unterlagsscheiben und Muttern verwendet. Denkbar sind aber auch einfache Splinte oder andere Sicherungselemente. Bei einer Ausführung mit Muttern empfiehlt es sich, das Gewinde nicht mit dem max. möglichen Durchmesser auszuführen, um eine Verletzung desselben beim Einbau zu vermeiden (Bild 18).

#### □ Einsatz von Passbolzen anstelle der Nägel:

Bei gewissen Randbedingungen kann es sinnvoll sein, die aufgenagelten Bleche durch eingeschlitze Bleche mit Passbolzenverbindung zu ersetzen (Bild 19). Es ändert sich dadurch nichts an den Entwurfsprinzipien.

#### □ Korrosionsschutz:

Eine schlecht haftende Korrosionsschutzbehandlung führt beim Befestigen der Nagelplatten zu Beschädigungen.

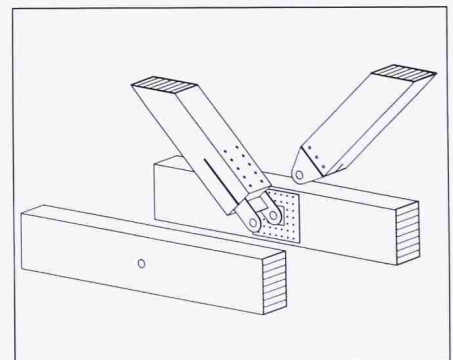


Bild 19. Einsatz von eingeschlizten Blechen und Passbolzen anstelle von Nagelblechen

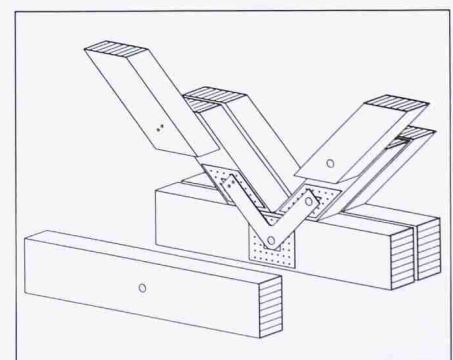


Bild 20. Knoten mit gleicher Teiligkeit der angeschlossenen Stäbe. Kraftübertragung durch Zwischenbleche

gen. Dem sollte bei der Wahl und der Kontrolle des Korrosionsschutzes gebührend Rechnung getragen werden. Der Dicke der Korrosionsschutzschicht muss bei der Wahl der Bohrlochdurchmesser Beachtung geschenkt werden.

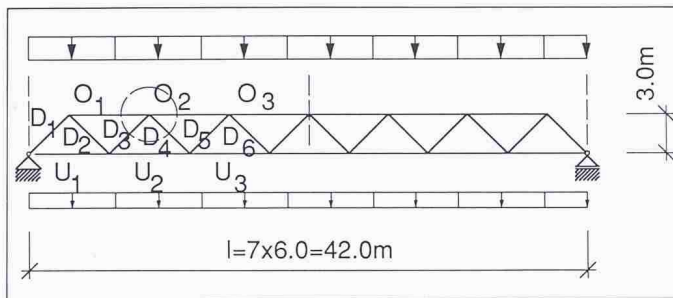


Bild 21. Statisches System und Belastung

Bild 23 (rechts). Darstellung der auf den Knoten wirkenden Kräfte

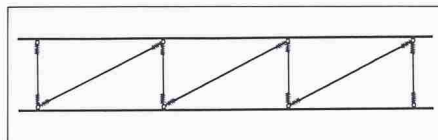
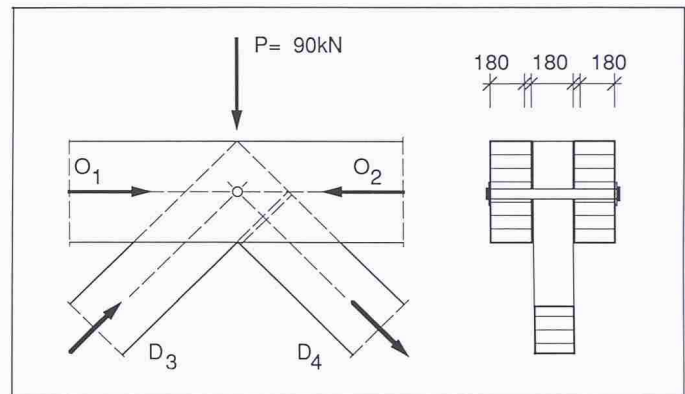


Bild 22. Die Gurtungen wurden als durchgehend, die Füllstäbe als gelenkig, elastisch angeschlossen angenommen

□ Einsatz bei gleicher Teiligkeit der Stäbe:

Gelenkbolzen-Verbindungen sind auch bei gleicher Teiligkeit der anzuschliessenden Stäbe möglich. Die Verbindung erfolgt dann über ein Zwischenstück, welches die zentrale Gelenkwelle mit den Stäben verbindet. Die Stäbe müs-

sen um die Plattendicke ausgenommen oder gespreizt werden. Bei stark beanspruchten Tragwerken, vor allem bei Druckstäben, ist es von Vorteil, wenn die Stäbe kraftschlüssig miteinander verbunden sind. Um ein aufwendiges Ausfräsen der Bleche zu vermeiden, erfolgt die Verbindung meistens über Füllhölzer, deren Breite von der Dicke der Nagelplatten abhängt und die im Bereich der Knoten unterbrochen sind (Bilder 5 und 20).

### Berechnungsbeispiel für einen Fachwerkknoten

Die Grundlagen für das hier verwendete Beispiel sind [9] entnommen. Die zu führenden Nachweise wurden den Schweizer Konstruktionsnormen [5, 10 und 11] angepasst. Das statische System und die Belastung des Fachwerkträgers sind in Bild 21 dargestellt.

### Schnittkraft- und Verformungsbe-rechnung

Das statische System eines Fachwerkträgers mit Gelenkbolzenanschluss kann am besten mit dem in Bild 22 dargestellten Modell erfasst werden. Die Federsteifigkeit der Anschlüsse wird in Abhängigkeit von Verschiebungsmodul und Anzahl der Verbindungsmittel bestimmt. In [8] findet man Angaben über das Trag- und Verformungsverhalten von Gelenkbolzenanschlüssen.

Berechnung und Bemessung des Fachwerkes ergaben folgende Stabkräfte und Stabquerschnitte in Knoten II (s. auch Bild 23):

Stab	Stabkraft (kN)	Querschnitt (mm)
O <sub>1</sub>	S <sub>d1</sub> = - 599	2x 180/420
O <sub>2</sub>	S <sub>d2</sub> = - 1013	2x 180/420
D <sub>3</sub>	S <sub>d3</sub> = - 356	180/300
D <sub>4</sub>	S <sub>d4</sub> = + 229	180/260

### Bemessung des Knotens

Für die Bemessung werden folgende Annahmen getroffen:

Lastdauerbeiwert:	C <sub>D</sub> = 1,0
Holzfeuchtebeiwert:	C <sub>w</sub> = 1,0
Stahlqualität:	Fe 360
Festigkeitsklasse	
Schrauben:	4,6
Holzteile:	BSH FA

Es werden Rillennägel vom Typ BMF Ø 6 x 60 mm verwendet. Die Nägel sind vorgebohrt (Ø 5 mm) und mit den in Bild 14 dargestellten Abständen angeordnet. Die zulässige Belastung pro Nagel ist vom Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung unabhängig und beträgt: F<sub>zul</sub> = 1,5 kN.

Für andere Produkte findet man Werte in [4].

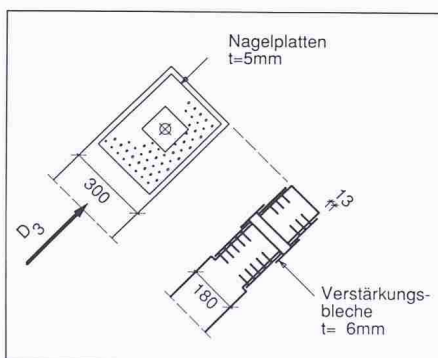
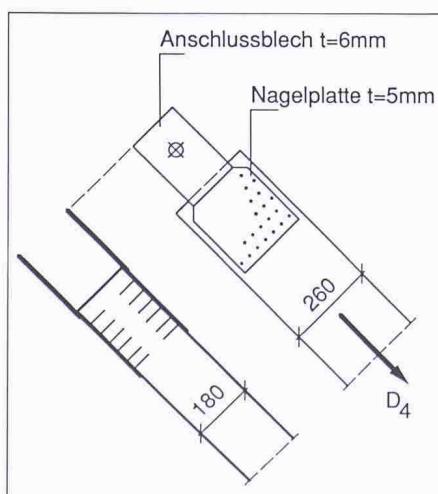
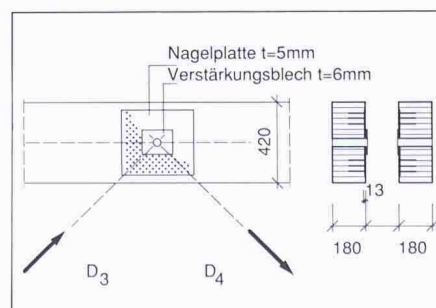
Bild 24. Anschluss der Diagonalen D<sub>3</sub>Bild 25. Anschluss der Diagonalen D<sub>4</sub>

Bild 26. Anschluss an den Obergurt

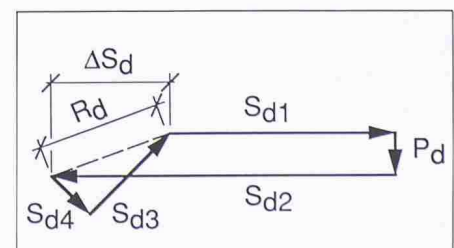


Bild 27. Kräfteplan zur Ermittlung der an den Obergurt anzuschliessenden Kraft



**Anschluss der Druckdiagonalen D<sub>3</sub>** (Bild 24)

Nägels:

$$\text{erf. } N = \frac{S_{d3}}{1,5 \cdot F_{zul} \cdot c_W \cdot c_D} = \frac{356}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0} = 158$$

$S_{d3}$	Bemessungswert der Stabkraft
1,5	Beiwert (Anpassung SIA 164/160 [10])
$F_{zul}$	Zulässige Belastung pro Nagel
$c_W$	Holzfeuchtebeiwert
$c_D$	Lastdauerbeiwert

Gelenkbolzen (Abscheren):

Gewählt: Gelenkbolzen Ø 40 mm

$$\tau^* = \frac{S_{d3} \cdot \gamma_R}{2 \cdot A_{Bo}} = \frac{356 \cdot 10^3 \cdot 1,10}{\frac{2 \cdot 40^2 \cdot \pi}{4}} = 15,6 < \tau_u$$

$A_{Bo}$	Querschnittsfläche des Bolzens
$\tau^*$	Schubspannung
$\tau_u$	Schub-Grenzspannung
$\gamma_R$	Widerstandsbeiwert

Nagelblech (Lochleibung):

Gewählt: 2 Nagelplatten FLB 270/360/5 mit je 80 Nägeln und Verstärkungsblech FLA 120/120/6.

(3)

$$\sigma_l^* = \frac{S_{d3} \cdot \gamma_R}{2 \cdot d_{Bo} \cdot (t_1 + t_2)} = \frac{356 \cdot 10^3 \cdot 1,10}{2 \cdot 40 \cdot (5+6)} = 445 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{l,u}$$

$d_{Bo}$	Durchmesser Gelenkbolzen
$t_1$	Dicke des Nagelbleches
$t_2$	Dicke des Verstärkungsbleches
$\sigma_l^*$	Vorhandene Lochleibungsspannung
$\sigma_{l,u}$	Lochleibungs-Grenzspannung

Kehlnähte ( $a = 3 \text{ mm}$ ):

Die zu übertragende Kraft wird im Vergleich  $t_1/t_2$  auf Nagelblech und Verstärkungsblech aufgeteilt. Die von den rundum laufenden Kehlnähten zu übertragende Last beträgt

$$R^* = \frac{S_{d3} \cdot \gamma_R \cdot t_2}{2 \cdot (t_1 + t_2)} = \frac{356 \cdot 1,10 \cdot 6}{2 \cdot (5+6)} = 107 \text{ kN}$$

$$P_s^* = \frac{R^*}{s \cdot l} = \frac{107 \cdot 10^3}{4,24 \cdot 480} = 52,6 \text{ N/mm}^2 < P_{s,u}$$

$P_s^*$	Spannung in den Kehlnähten
$P_{s,u}$	Grenzspannung bei Kehlnähten
$s$	Schenkelmass der Kehlnaht ( $\sqrt{2} \cdot a$ )
$l$	Länge der Kehlnaht

**Anschluss der Zugdiagonalen D<sub>4</sub>** (Bild 25)

Nägels:

$$\text{erf. } N = \frac{229 \cdot 1,10}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0} = 112$$

Nagelblech:

Gewählt: FLB 240/225/5 mit je 56 Nägeln. Der Anschluss an den Bolzen erfolgt mit einem Nagelblech FLB 160/6

Lochleibung:

$$\sigma_l^* = \frac{229 \cdot 10^3 \cdot 1,10}{2 \cdot 40 \cdot 6} = 525 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{l,u}^*$$

Nettoquerschnitt beim Bolzenblech:

$$\sigma_{AN}^* = \frac{S_{d3} \cdot \gamma_R}{A_N} = \frac{229 \cdot 10^3 \cdot 1,10}{6 \cdot (160-42) \cdot 2} = 180 \text{ N/mm}^2 < 0,8 \cdot \sigma_u$$

$\sigma_{AN}^*$	Spannung im Nettoquerschnitt
$A_N$	Nettoquerschnitt

**Anschluss des Obergurts O<sub>1</sub>-O<sub>2</sub>** (Bilder 26 und 27)

Nägels:

$$\Delta S_d = |S_{d2} - S_{d1}| = 414 \text{ kN}$$

$$P_d = 90 \text{ kN}$$

$$R_d = \sqrt{414^2 + 90^2} = 424 \text{ kN}$$

$$\text{erf. } N = \frac{424}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0} = 188$$

Gelenkbolzen (Abscheren):

$$\tau^* = \frac{466 \cdot 10^3}{\frac{2 \cdot 40^2 \cdot \pi}{4}} = 185 \text{ N/mm}^2 < \tau_u$$

Nagelblech:

Gewählt: 2 Nagelplatten FLB 330/360/5 mit je 95 Nägeln und Verstärkungsblech FLA 120/160/6

$$\sigma_l^* = \frac{424 \cdot 10^3 \cdot 1,10}{2 \cdot 40 \cdot (5+6)} = 530 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{l,u}$$

Zusätzlich zu den oben durchgeführten Nachweisen ist der Nettoquerschnitt der Holzstäbe im Bereich der Verbindung zu überprüfen. Bei Zuganschlüssen ist für vorgebohrte Nagelanschlüsse ein Kerbfaktor  $c_k$  von 0,9 zu berücksichtigen.

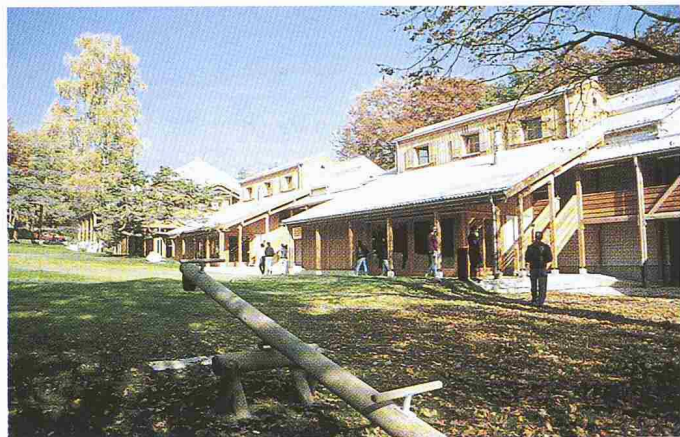


Bild 28. Ansicht des fertigen Gebäudes. Sowohl Konstruktion als auch alle Verkleidungen sind in Lärche ausgeführt

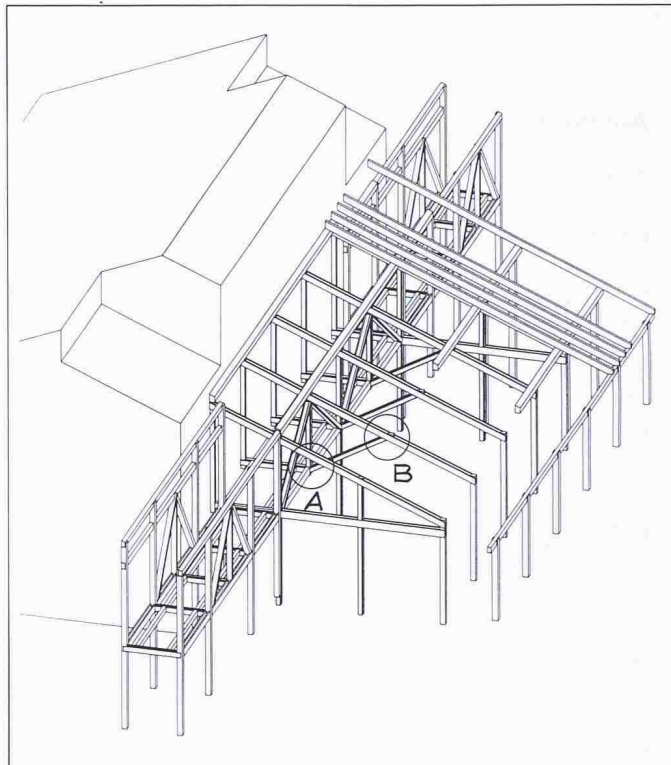


Bild 29 (rechts). Isometrie der Holzkonstruktion. Jeder zweite Querträger stützt sich auf den Längsträger des Verbindungsganges ab

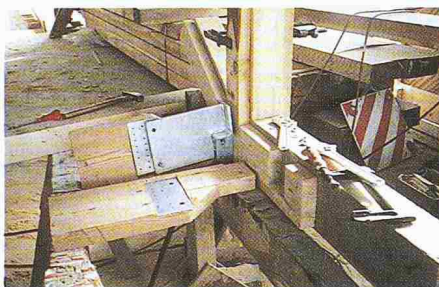


Bild 30. Zusammenbau eines Knotenmodells in der Werkstatt



Bild 31. Ansicht des fertig montierten Knotens. Die Verbindung der zusammengesetzten Querschnitte erfolgte mit Schraubnägeln

#### Einsatz von Gelenkbolzendetails an drei ausgeführten Beispielen

Am Beispiel einer Lagerhalle, einer Brücke und eines Wohngebäudes sollen die Gründe, die für den Einsatz von Gelenkbolzendetails sprechen können, verdeutlicht und Lösungsmöglichkeiten veranschaulicht werden. Es wird dabei jeweils nur auf bestimmte Knotendetails genauer eingegangen. Weitere Informationen enthalten die Literaturangaben [13/14/15].

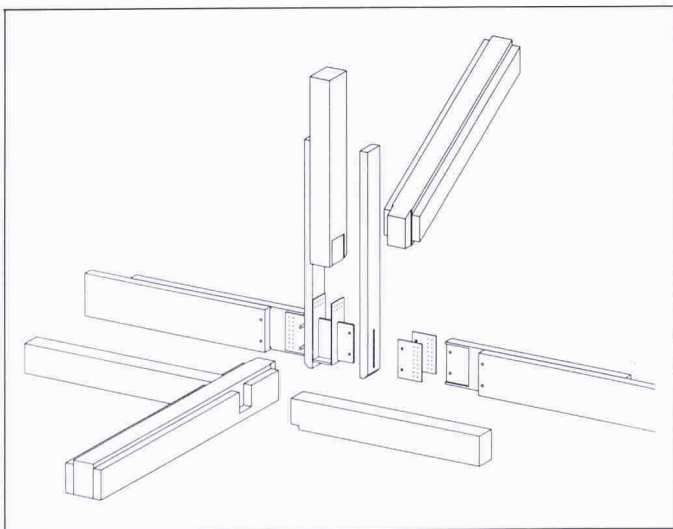


Bild 32. Explosionszeichnung des Anschlusses 'A'. Als Gelenkbolzen kamen normale Bauschrauben zum Einsatz

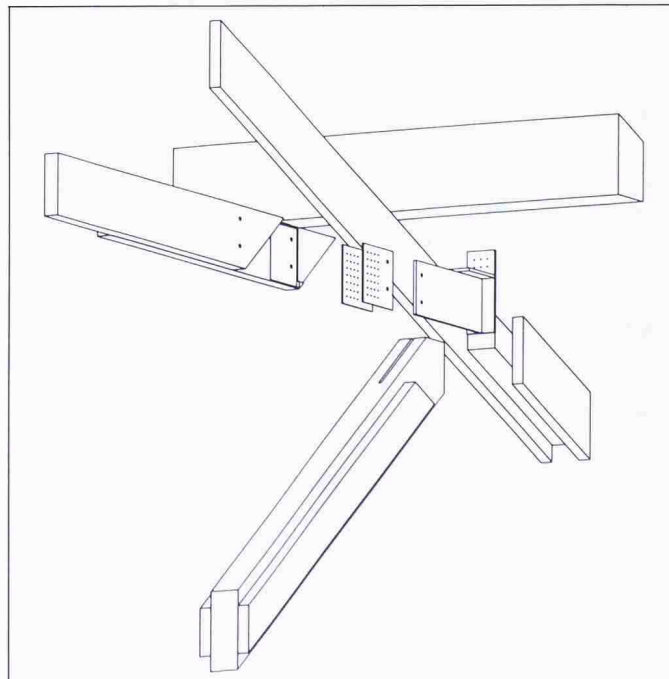


Bild 33 (rechts). Explosionszeichnung des Anschlusses 'B'



## Ferienheim für geistig Behinderte, Genolier VD

Der ganze Gebäudekomplex ist in vier Wohneinheiten aufgeteilt, die untereinander mit einer Passerelle verbunden sind (Bilder 28 und 29). Dieser Verbindungsgang, der durch alle Gebäude durchläuft und die auf einer Längsseite der Gebäude angeordneten Gemeinschaftsräume sind ganz in Holz gebaut. Der Architekt wollte keine traditionellen Zimmermannsverbindungen (Überblattungen, Versätze, Zapfen), sondern neuzeitliche Detaillösungen. Die Stahlteile sollten, wo möglich, unsichtbar angeordnet werden, ohne konstruktiv unnötige Abdeckungen zu verwenden. Die Stäbe konnten aus mehreren Teilquerschnitten zusammengesetzt sein. Eine Spreizung war hingegen unerwünscht. Die Stabkräfte betragen max. 30 kN. Dies führte zu den in den Bildern 30 bis 33 dargestellten Detaillösungen. Es kamen dabei folgende Materialien zum Einsatz:

- Bauholz Lärche, Festigkeitsklasse II, roh
- Schraubnägel Durchmesser 5 mm, verzinkt, mit Sechskantköpfen für die Verbindung der mehrteiligen Querschnitte
- Schweissteile Fe 360, verzinkt
- Bauschrauben Durchmesser 12 mm, verzinkt, als Gelenkbolzen eingesetzt
- Rillennägel Durchmesser 4 mm, verzinkt.

### Projektierung:

Arch.: P.A. Renaud, Genf,

Ing.: Bois Consult Natterer SA, Etoy.



Bild 34. Ansicht der fertigen Brücke

## Brücke über die Simme, Wimmis BE

Die Fuss- und Radwegbrücke verbindet die Gemeinden Reutigen und Wimmis im unteren Simmental. Ihr Haupttragssystem besteht aus zwei parallelgurtigen, über drei Felder von 27/54/27 m durchlaufende Fachwerkträger (Bild 34).

Bei der Ausarbeitung der Knotendetails wurde ein System gesucht, das exzentrische Beschlüsse möglichst ausschliesst, sich zu einem gewissen Grad standardisieren lässt und den Unternehmer in der Wahl des Montagevorganges nicht einschränkt. Zudem wurde eine mög-

lichst verdeckte Anordnung der Verbindungsmittel angestrebt (Bild 35).

Die maximal zu übertragenden Stabkräfte betragen 700 kN. Das Prinzip der Verbindung kann anhand von Bild 36 erklärt werden. An den Untergurt ist ein aus Nagelblechen zusammengeschnittenes Stahlseil mit zentraler Bohrung für die Aufnahme eines Gelenkbolzens angenagelt. Das Stahlteil überträgt die Kraft aus dem Querträger in den vertikalen Pfosten oder über den Gelenkbolzen in die Diagonale. Die Diagonalen übergeben sowohl Druck-/Zugkräfte über die Nagelplatten und den Gelenkbolzen in den Untergurt.



Bild 35. Die Verbindungen zur Aufnahme der grossen Stabkräfte (bei diesem Obergurt-Knoten 700 kN Druck in der Diagonalen und 350 kN Zug im Pfosten) sollten möglichst diskret wirken

Bild 36 (rechts). Explosionszeichnung eines Untergurtnotens. Mit der gewählten Anordnung konnten Exzentrizitäten weitgehend vermieden werden

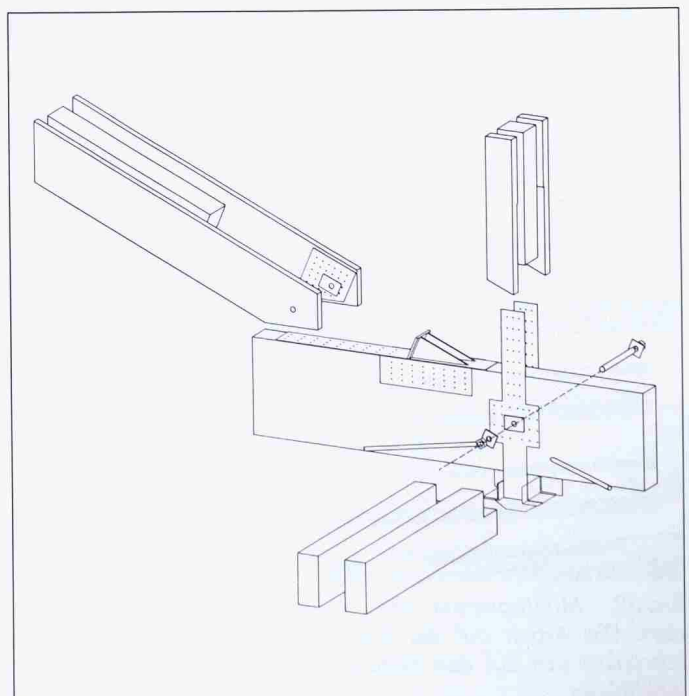






Bild 37. Die rotationssymmetrische Anordnung von 48 Hängerippen ergab die gewünschte markante Gebäudeform

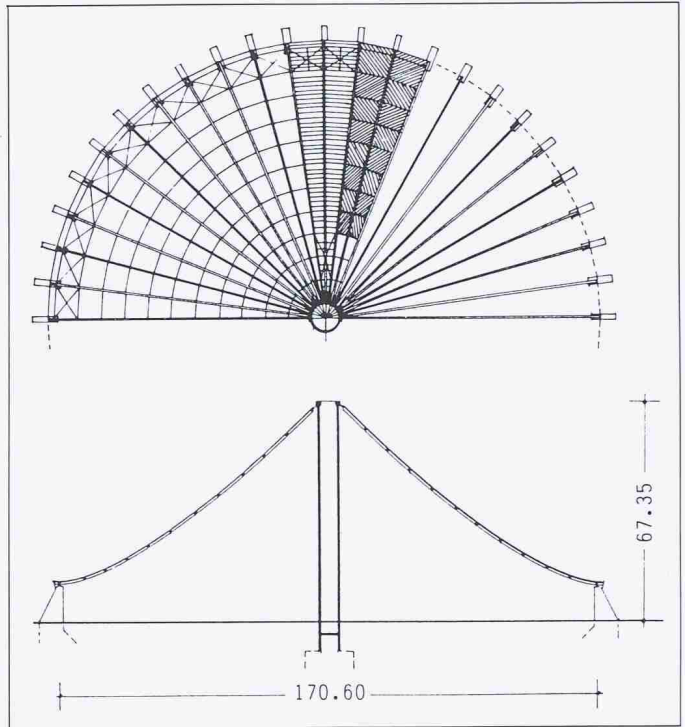


Bild 38 (rechts). Das Tragsystem in Grundriss und Schnitt

Bei Druckanschlüssen über 160 kN erfolgt die Krafteinleitung in den Untergurt über einen Nagelversatzschuh. Die aus drei Teilquerschnitten zusammengesetzten Stäbe wurden nach dem Einbau der Nagelplatten vollflächig miteinander verleimt. Die Geometrie der Stahlteile ist für alle Untergurtnoten gleich. Je nach vorhandenen Anschlusskräften variiert die Zahl der Nägel. Es kamen folgende Materialien zum Einsatz:

- BSH FA, Furnierschichtholz «KERTO»
- Rillennägel 6/60 mm
- Nagelbleche 5 mm mit Verstärkungsplatte 5 mm Fe 360/510, verzinkt
- Gelenkbolzen Durchmesser 36 mm, Festigkeitsklasse 4.6/10.9, verzinkt, mit beiseitigem Gewinde und «Poly-stop»-Muttern.

#### Projektierung:

Ing.: Arbeitsgemeinschaft Gärtl AG, Uetendorf BE,  
Bois Consult Natterer SA, Etoy VD.



Bild 39. Montagestoss des Hauptbinders. Die Arbeit auf der Baustelle beschränkte sich auf den Einbau der Gelenkbolzen

#### Recycling-Anlage, Wien (A)

Im Rahmen eines neuen Müllbeseitigungskonzeptes, das die Stadt Wien in den frühen achtziger Jahren verwirklichte, ergab sich die Notwendigkeit für eine grossräumige Halle, in der eine Müllaufbereitungsanlage untergebracht werden konnte. Die Bauform (Bild 37) ergab sich einerseits aus der Forderung nach möglichst wenig Stüt-

zen und einer grossen Bauhöhe, um auch zukünftige Installationen unterbringen zu können und andererseits aus dem Wunsch, ein neues Wahrzeichen für das industrialisierte Wien zu schaffen.

Das Haupttragsystem besteht aus 48 radial angeordneten Hängerippen. Sie sind an einem zentralen Pylon von 67 m Höhe aufgehängt. Die äusseren



Bild 40. Der obere Anschluss nach der Montage. Die Gelenkbolzen sind mit Splinten gesichert



Bild 41. Auch das untere Auflagerdetail ist mit einer Gelenkbolzen-Verbindung konstruiert. Die zusätzlichen Bohrlöcher dienen der Kraftübertragung des Aussteifungssystems und sind ohne Einfluss auf die Abtragung der vertikalen Lasten



Auflager bilden 48 kreisförmig (Durchmesser 170 m) angeordnete Stahlbetonscheiben (Bild 38). Aus Herstellungs- und Transportgründen sind die 101 m langen Rippen aus drei Einzelteilen zusammengesetzt.

An den Stößen mussten sowohl Zugkräfte als auch Biegemomente übertragen werden. Bild 39 zeigt einen Montagestoss. Für einen dieser Anschlüsse wurden 2800 Nägel, Durchmesser 6 mm, benötigt. Die Gelenkbolzen haben einen Durchmesser von 56 mm. Bei den Laschen handelt es sich um UNP 220 mm. Bild 40 zeigt, wie die Rippen am Pylon befestigt sind. Die Anschlusskraft beträgt in diesem Fall 1500 kN. Auch der untere Auflagepunkt wurde mit einem Gelenkbolzendetail ausgeführt. Bild 41 zeigt das dazu benötigte Stahlteil. Es wurden folgende Materialien verwendet:

- Hängerippen aus BSH 200/800 - 1100 mm
- Rillennägel 6×60 mm
- Nagelbleche 5-10 mm mit Verstärkungsplatten 5-10 mm, Fe 360
- Gelenkbolzen 56-100 mm, Fe 360 mit Muttern oder Splinten.

Projektierung:

Arch.: L. Matthias Lang, Wien (A),

## Literatur

- [1] Kessel, M.H., Marchand, G.E., Natterer, J.: Statischer Nachweis von Holzkonstruktionen, Bundesamt für Konjunkturfüragen, Bern, 1988, S. 49
- [2] Gehri, E. und andere: Einführung in die Norm SIA 164 (1981) Holzbau, ETHZ - Baustatik und Stahlbau, Zürich, 1981, S. 299-315
- [3] Von Halasz, R., Scheer, C., und andere: Holzbau-Taschenbuch, Band 1, Ernst und Sohn, Berlin, 1986, S. 242-243
- [4] Holzbautabellen 2, Lignum, Zürich, 1990, S. 11-18
- [5] SIA-Norm 164 Holzbau, Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich, 1981
- [6] DIN 1052, Teil 2, Beuth Verlag, Berlin, 1988
- [7] Natterer, J., Sigrist, C.: Verbindungstechniken im konstruktiven Holzbau, ETHL-Lehrstuhl für Holzkonstruktionen, Lausanne, 1987
- [8] Baumeister, A., Blumer, H.: Neuere Karlsruher Forschungsarbeiten und Versuche im Ingenieurholzbau, Bauen mit Holz, Bruderverlag Karlsruhe, 6/1972, S. 314
- [9] Milbrandt, E.: Informationsdienst Holz, Konstruktionsbeispiele-Berechnungsverfahren, Teil 4, EGH, München, 1985, S. 8-11
- [10] Anpassung der SIA-Norm 164 (1981) an die SIA-Norm 160 (1989), Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich, 1990
- [11] SIA-Norm 161 Stahlbau, Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich, 1979
- [12] Herzog, Th., Natterer, J.: Holzbauatlas 2, Institut für Internationale Architektur Dokumentation, München, in Vorbereitung
- [13] Mooser, M.E., Renaud, P.A.: Colonie de vacances pour handicapés mentaux, Journal de la Construction de la Suisse Romande, Nr. 21, Lausanne, 1989, S. 37-47
- [14] Gärtl, K., Merz, K., Natterer, J.: Fuss- und Radwegbrücke über die Simme, Schweizer Ingenieur- und Architekt, Nr. 43, Zürich, 1989, S. 1169-1174
- [15] Natterer, J., Winter, W.: Hängedach aus Holz für eine Recycling-Anlage, Bau, Nr. 8, Zürich, 1981

Ing.: Natterer und Dittrich, Planungsgesellschaft, München (D).

Adresse des Verfassers: Konrad Merz, Ing. HTL, ETH Lausanne, Lehrstuhl für Holzkonstruktionen, GCH2, 1015 Lausanne.

## Bücher

### Holzbau-Tabellen 2

Tabellenwerk zur Projektierung und Bemessung zeitgemässer Verbindungsmittel, welche in der Norm SIA 164 «Holzbau» nicht enthalten sind.

Hrsg. Schweiz. Arbeitsgemeinschaft für das Holz (Lignum), 8008 Zürich, 1990, 89 Seiten, 21×29 cm; Tabellen, Diagramme, Zeichnungen, Fotos, geb. mit stabilem Farbeinband, Fr. 45.-. Für Lignum-Mitglieder, Studenten, Schüler Fr. 36.-.

Die neue Publikation ist eine konsequente Fortsetzung und Ergänzung der erfolgreichen «Holzbau-Tabellen». Das unentbehrliche Tabellenwerk für Holzbauplaner, Bauingenieure, Architekten und Studenten ist für die Praxis geschrieben und stellt eine wesentliche Vereinfachung des Planungsaufwandes dar.

In den «Holzbau-Tabellen 2» sind die vielfältigen, nicht normierten Verbindungsmittel, die im heutigen Holzbau ihren festen Platz haben, vergleichend zusammengefasst. Zur Darstellung gelangen sowohl patentierte Markenprodukte und Verbindungssysteme als auch frei auf dem Markt erhältliche Verbindungsmittel wie z.B. Passbolzen höherer Festigkeit.

Die «Holzbau-Tabellen 2» schliessen eine Lücke in der Holzbau-Fachliteratur, indem für die Vielzahl gleichartiger Produkte erstmals verbindliche Trag- und Bemessungsmodelle vorgestellt werden.

Das Manuskript wurde am Institut für Baustatik und Stahlbau der ETH Zürich erarbeitet. Dabei wurden die neusten Erkenntnisse aus Forschung und Versuchen an Holzverbindern berücksichtigt.

Der übersichtlich dargestellte Inhalt gliedert sich in folgende Kapitel: Generelles zu Holzverbindungen; Rillen- und Schraubnägel; Schrauben; Bolzenverbindungen; Einlassdübel; Blech-Formteile; Anker und Dübel; Anschlüsse an Beton und Backstein; Verbindungssysteme.

Zu jedem Verbindungsmittel ist zudem die Adresse der Herstellerfirma mit Bezugsquellen nachweis aufgeführt. Damit kann sich der Planer nach der Wahl des optimalen Produktes sofort mit dem entsprechenden Anbieter in Verbindung setzen.

### Neue Fachzeitschrift «Cartographica Helvetica»

Erscheint zweimal jährlich, 48 Seiten, davon 8 farbig, Format 21×29,7 cm, Preis: Einzelnummer Fr. 18.-, Jahresabonnement

Fr. 30.-, Verlag Cartographica Helvetica, Untere Längmatt 9, 3280 Murten

Alte Karten gehören zu den bedeutenden Kulturgütern der Menschheit. Die Zahl wissenschaftlicher wie allgemeiner Berichte zu kartengeschichtlichen Themen wächst seit Jahren. Im deutschen Sprachraum fehlte jedoch bis anhin eine regelmässig erscheinende Zeitschrift zur Verbreitung solcher Fachbeiträge.

Die Arbeitsgruppe für Kartengeschichte der Schweizerischen Gesellschaft für Kartographie hat deshalb die Fachzeitschrift für Kartengeschichte «Cartographica Helvetica» geschaffen, die sich als Kommunikationsmittel für Kartensammler, Kartenforscher und Kartenhändler versteht. In der neuen Zeitschrift werden alle Bereiche von alten Landkarten wie Grundlagen, Technik, geschichtliche Einordnung und Hintergrundinformationen publiziert. Gesammelt wird diese Schriftenreihe zum wertvollen Nachschlagewerk.

Die erste Nummer 1/1990 beschäftigt sich unter anderem mit den topographischen Aufnahmen des Kantons Zürich 1843-1851, der Geschichte der Schauenburg-Sammlung, Vaubans Plan zur Verteidigung der Stadt Solothurn, der Schweizerkarte von Johann Jakob Scheuchzer um 1720.