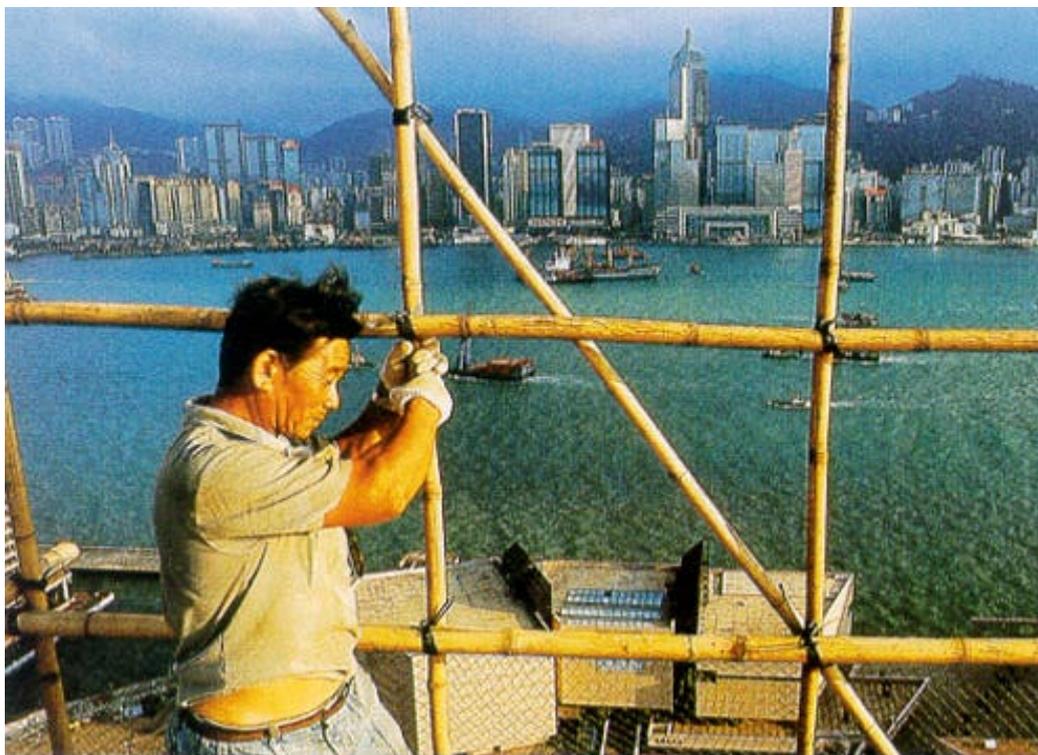


Bambus Verbindungen



Fortschritt und traditionelle Materialien - Gerüstarbeiter in Hong Kong

Übersicht über die Verbindungsarten

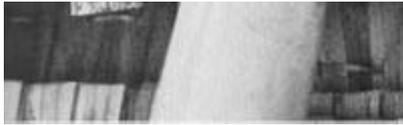
Traditionelle Verbindungen



Seilbund: Die gebräuchteste Art der Verbindungen von Bambuskonstruktionen an einem 'Knotenpunkt' ist der Seilbund. Die Bindemittel sind ebenfalls aus organischem Material und sorgen dadurch für eine optimale Verträglichkeit zwischen den einzelnen Elementen innerhalb des ganzen Konstruktionssystems.

Stricke und Seile werden aus Bambusrinde, aus Bast-, Kokos- und Sagopalmfasern gefertigt. In Lieferbereichen der Kunststoffindustrie kann man schon synthetische Schnüre als Seilbundmaterial antreffen.

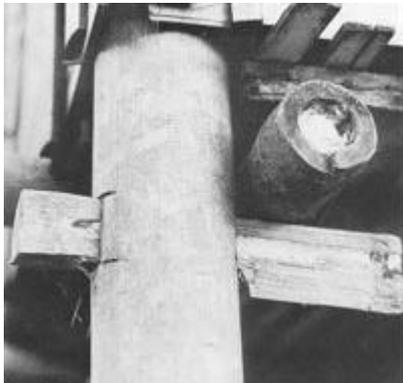
Binde und Flechtstreifen: Am häufigsten werden als Binde - Flechtmaterialien die Rindenstreifen von Bambus, Rattan oder



Verbindung mit Bambusstreifen.

Lianen verwendet. Die Bindematerialien können vor der Verarbeitung gewässert werden; gequollen sind sie geschmeidiger. Nach dem Binden trocknen sie straff an.

Bindedraht liegt an der Grenze vom elementar handwerklichen zum technisch handwerklichen Bereich, weil er ein industrielles Produkt herstellt. Verzinkt erreicht er die gleiche Lebensdauer wie Bambusmaterial.



Konsolsteckzapfen

Verbindung mit Steckelementen: Holzverbindungen wie Zapfen und Zapflöcher, die bei unseren zimmermannsmäßigen Verbindungen üblich sind, kommen bei Bambuskonstruktionen nur selten zur Anwendung. Sekundäre Steckelemente, meist im Zusammenhang mit einem Seilbund, übernehmen bei Bambusverbindungen die Aufgabe der unterschiedlichen Profilformen der Vollholz-Verbindung, die Zug- und Druckkräfte aufnehmen können.

Der Metallnagel zählt zu den selbstlochenden Steckelementen. Die keilförmige Durchdringung spaltet meist den Bambus auf, wenn das Material nicht ganz jung ist oder vorgekerbt wird. Eine Ausnahme bilden zwei nagelbare Bambusarten in Mittel- und Südamerika: *Guadua angustifolia* und *Chusquea*.

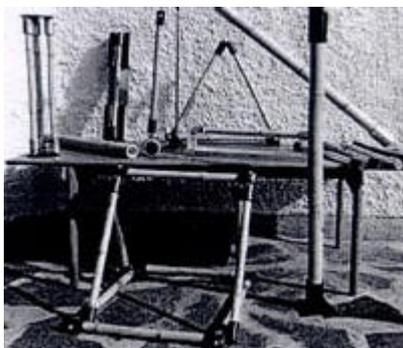


Doppelpfosten als Auflager

Doppelpfosten, gebundener Knoten, durchgehender Stiel, Rähm mit Knaagge. Der zweite Pfosten ist durch eine Knaagge ersetzt. Von Vorteil bleibt, daß die Rohrwände nicht durch Bohrungen geschwächt werden. Die Verstärkung des Pfostenfusses ist aufgegeben.

Doppelpfosten: Die Dach- und Fußbodenlasten werden von unterschiedlichen Pfosten aufgenommen. Hierdurch können schadhafte Pfosten leichter ausgewechselt werden; die verrottungsgefährdete Pfostenzone ist verstärkt.

Moderne Verbindungen



Konstruktionselemente aus Bambus

Konstruktionselemente aus Bambus, die für eine Vielzahl von Anwendungen einsetzbar sind. Bambus ist oft leicht gekrümmt, der Stangendurchmesser unterschiedlich und leicht oval, und an den Knoten ist er etwas dicker. Will man ihn Verschrauben oder Festklemmen so sind die hohen Festigkeiten des Bambus nicht übertragbar. **Bambu - Tec** Konstruktionselemente beseitigen diese Schwachstellen. Es werden dazu Bambusstäbe in gewünschten einheitlichen Längen vorgefertigt (0,5m , 1m, 2m) an beiden Enden wird eine Kappe aufgeschoben und mit einer Füllmasse oder Kunstharz verbunden. Damit die Verbindung Kappe/Bambus eine hohe Zugfestigkeit erhält, wird der Bambus an den Enden mit kreisförmigen Rillen, die Kappe innen mit kreisförmigen Hinterschneidungen versehen. Dadurch verkrallt sich die Vergussmasse zwischen Kappe und Bambus.



ZERI Pavillon EXPO 2000

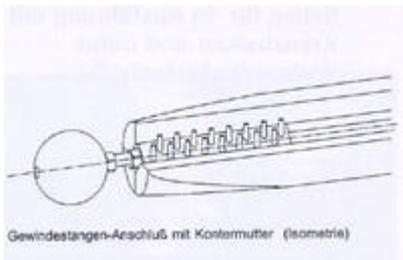
Eingemörtelte Gewindestangen - Typ A

Seitliche Stahllaschen und vermörtelte Bolzen - Typ B



Pan-Knoten für Raumfachwerke

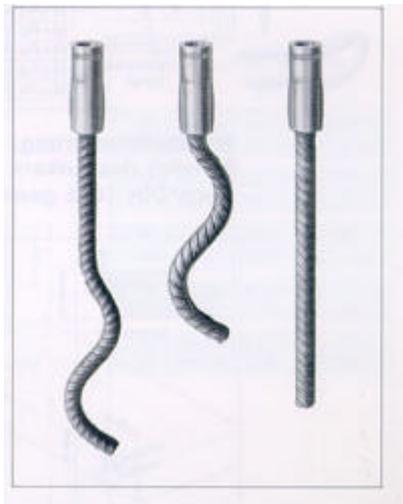
Pan-Raumfachwerke. Kleine Bambusstäbe bis ca. 80mm Durchmesser können mit eingeleimten oder eingegossenen Gewindestangen ca. 50% der Maximalbelastung des Stabes auf Zug übertragen. Bei Druckstäben mit Stirnplatte, so daß die Druckkraft infolge Knicken des Stabes maßgebend ist. Bei Überkopfbauten sind Versuche durch eine amtlich anerkannte Materialprüfungsanstalt und Einzelzulassungen durch die Landesbehörde erforderlich.



Gewindestangen-Anschluß mit Kontermutter (isometrie)

Induo-Verbundanker

Induo-Verbundanker. Bei großen Bambus-Stabquerschnitten kann der neue Induo-Verbundanker fast 100% der maximal Belastung des Stabquerschnittes übertragen.



Transportanker

Transportanker mit verpresstem Betonstahl.

Bewehrungs-Schraubanschluß mit verpresstem Betonstahl.

Seilbund



Verbindung mit Bambusstreifen.

Seilbund: Die gebräuchteste Art der Verbindungen von Bambuskonstruktionen an einem 'Knotenpunkt' ist der Seilbund. Die Bindemittel sind ebenfalls aus organischem Material und sorgen dadurch für eine optimale Verträglichkeit zwischen den einzelnen Elementen innerhalb des ganzen Konstruktionssystems.

Stricke und Seile werden aus Bambusrinde, aus Bast-, Kokos- und Sagopalmfasern gefertigt. In Lieferbereichen der Kunststoffindustrie kann man schon synthetische Schnüre als Seilbundmaterial antreffen.

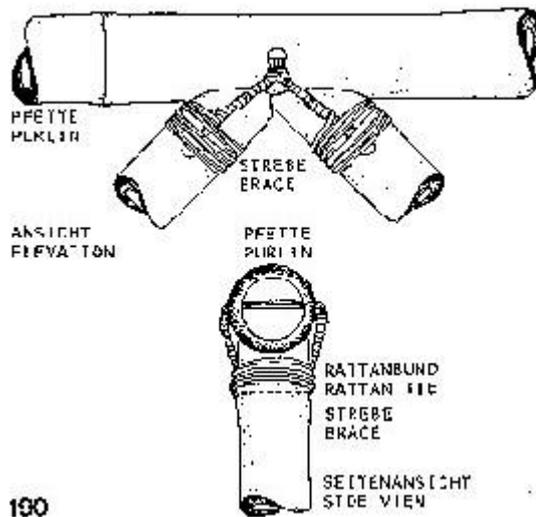
Binde und Flechtsreifen: Am häufigsten werden als Binde - Flechtmaterialien die Rindenstreifen von Bambus, Rattan oder Lianen verwendet. Die Bindematerialien können vor der Verarbeitung gewässert werden; gequollen sind sie geschmeidiger. Nach dem Binden trocknen sie straff an.

Bindedraht liegt an der Grenze vom elementar handwerklichen zum technisch handwerklichen Bereich, weil er ein industrielles Produkt herstellt. Verzinkt erreicht er die gleiche Lebensdauer wie Bambusmaterial.



Verbindung mit Ratanstreifen

Bambusseile Die Taue werden aus geschlissenen Bambus - Rindenstreifen bis zu 350m Länge geflochten; sie werden den 'Manila - Tauen' die sonst in der Schifffahrt verwendet werden, vorgezogen, weil sie beim häufigen Schleifen über Steine abriebfester sind. Die Zugfestigkeit beträgt ca. 720 kp/cm². Ein armdickes Tau kann demnach über 14 Tonnen tragen.



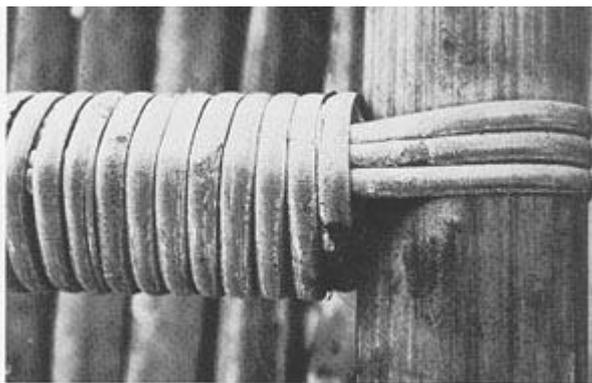
Pfette und Strebe

Seilbund - Rohrverbindung von Pfette und Strebe mit drei Bohrungen.



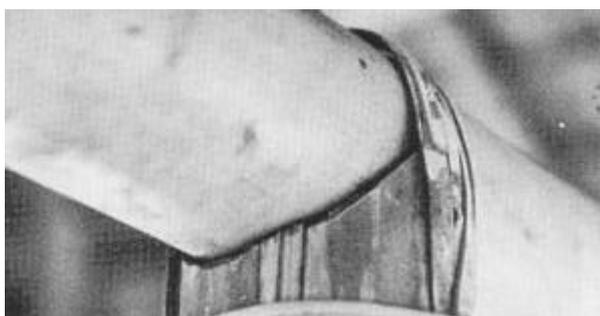
Verbindung mit Ratanstreifen

Rattan Bund kombiniert mit einer Steckverbindung

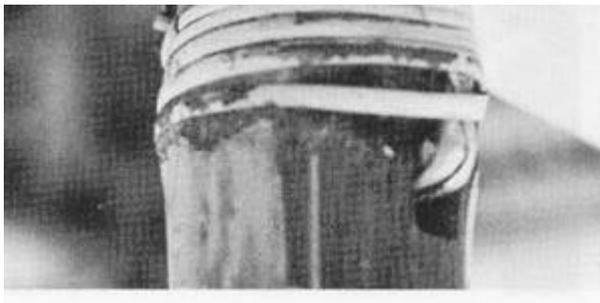


Verbindung mit Ratanstreifen

Rattan Bund. Riegelende und Seilbund übernehmen die Kraftübertragung. Der Seilbund - Rattan - ist an den Bohrlochrändern knick- und bruchgefährdet. Die zusätzliche Bandage verkürzt die Schlingenlänge und verhindert das Aufspalten des Riegels. Das Pfostennodium erschwert zusätzlich mit seiner Keilwirkung das Abgleiten des Riegels.



Pfostenkopf mit Bohrung. Bei gleichen Rohrdurchmessern ersetzt ein Seilbund den seitlichen Anschlag. Eine Querliegende Bandage verkürzt die Schlingenlänge.



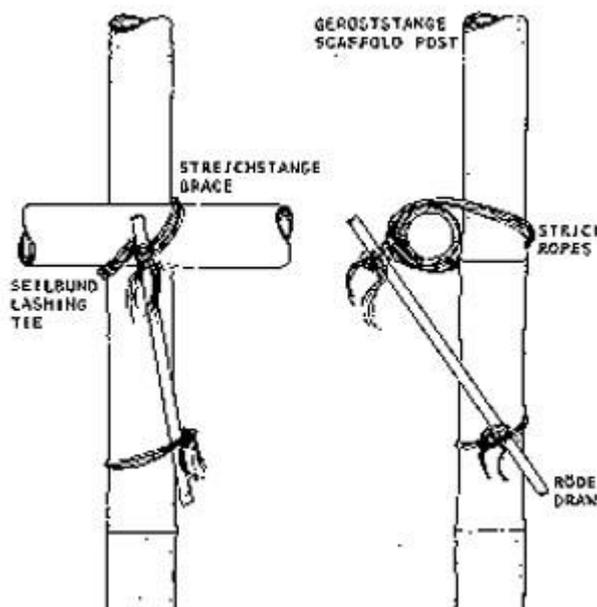
Verbindung mit Ratanstreifen

Traditioneller Gerüstbau



Rödelstabverbindung

Bambusrohrverbindung mit Rödelstab und Stricken - mit Hilfe des Rödelstabes wird der Seilbund straff angezogen und dann an der Vertikalkonstruktion befestigt.



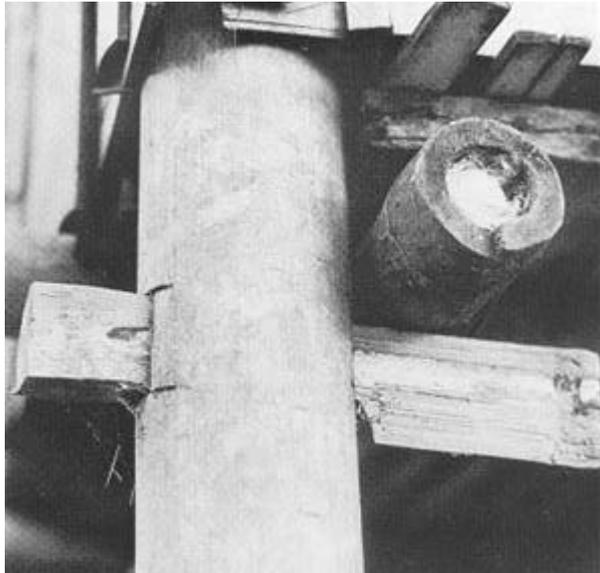
Streichstangen am Arbeitsgerüst - sind Bambusstangen die nur durch Seilbund miteinander Verbunden werden.

132



Rödelsstabverbindung

Verbindung mittels Stecken / Steckelemente

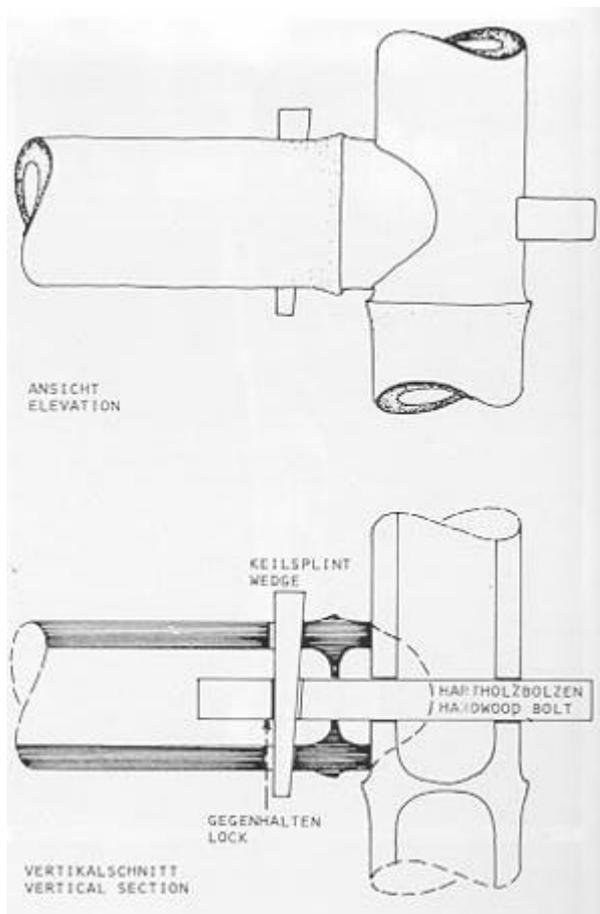


Konsolsteckzapfen

Verbindung mit Steckelementen:

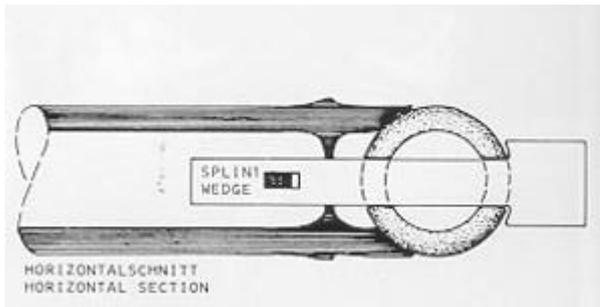
Holzverbindungen wie Zapfen und Zapflöcher, die bei unseren zimmermannsmäßigen Verbindungen üblich sind, kommen bei Bambuskonstruktionen nur selten zur Anwendung. Sekundäre Steckelemente, meist im Zusammenhang mit einem Seilbund, übernehmen bei Bambusverbindungen die Aufgabe der unterschiedlichen Profilformen der Vollholz-Verbindung, die Zug- und Druckkräfte aufnehmen können.

Der Metallnagel zählt zu den selbstlochenden Steckelementen. Die keilförmige Durchdringung spaltet meist den Bambus auf, wenn das Material nicht ganz jung ist oder vorgekerbt wird. Eine Ausnahme bilden zwei nagelbare Bambusarten in Mittel- und Südamerika: *Guadua angustifolia* und *Chusquea*.

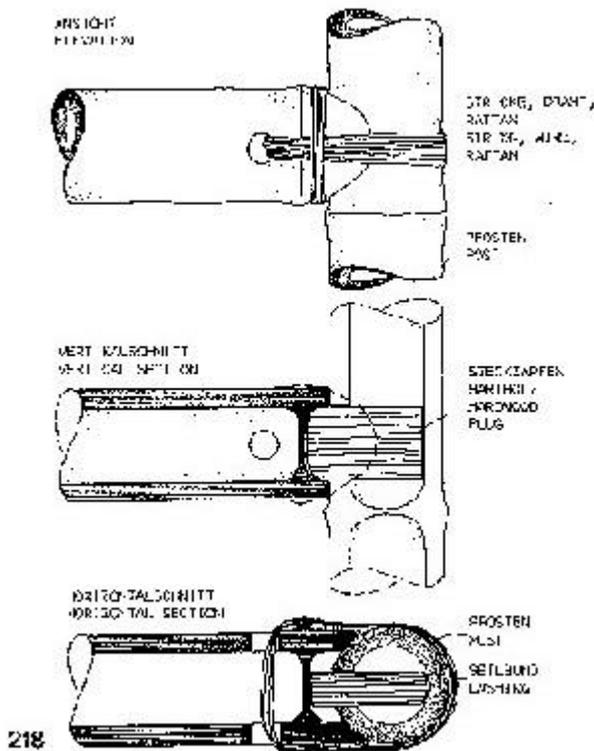


Verbindung mit Steckelementen:

Rohrverbindung bei größeren Querschnitten mit Hartholzbolzen und - splint. Fünf Öffnungen, Zapfen und Splint sind eine aufwendige Knotenausbildung. Der Riegel ist gegen abgleiten nach allen Richtungen hin gesichert. Für den Pfosten wäre ein stehendes Zapfenprofil besser, weil die Rohrwandausschnitte mehr in Fasserrichtung durchtrennt würden. Die Zapfenbiegesteifigkeit wäre auch günstiger, weil das größere Trägheitsmoment vertikal zur Hauptbelastung gerichtet wäre. Der Splint würde dann waagrecht liegen und fiel evtl. heraus.



Bolzenverbindung



218

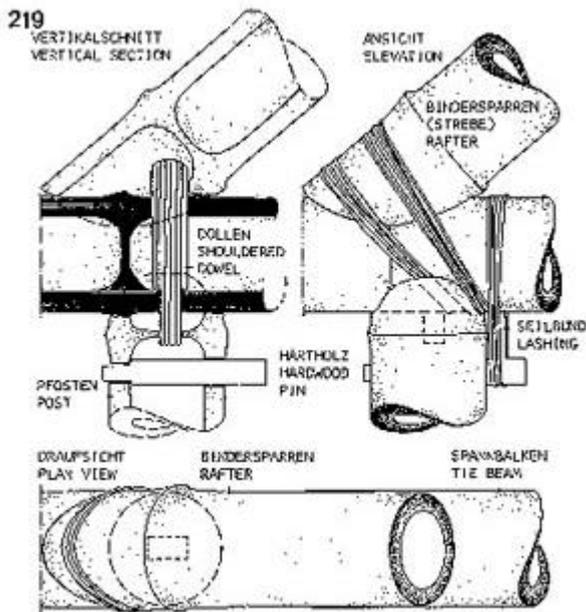
Rohrverbindung mit Steckzapfen

Rohrverbindung mit Steckzapfen und horizontaler Bohrung und mit Seilbund befestigt. Der Steckzapfen verhindert ein auf- oder abwärts gerichtetes Gleiten des Riegels. Die Wandöffnung des Pfostens liegt am günstigsten in der unmittelbaren Nähe des aussteifenden Nodiums.



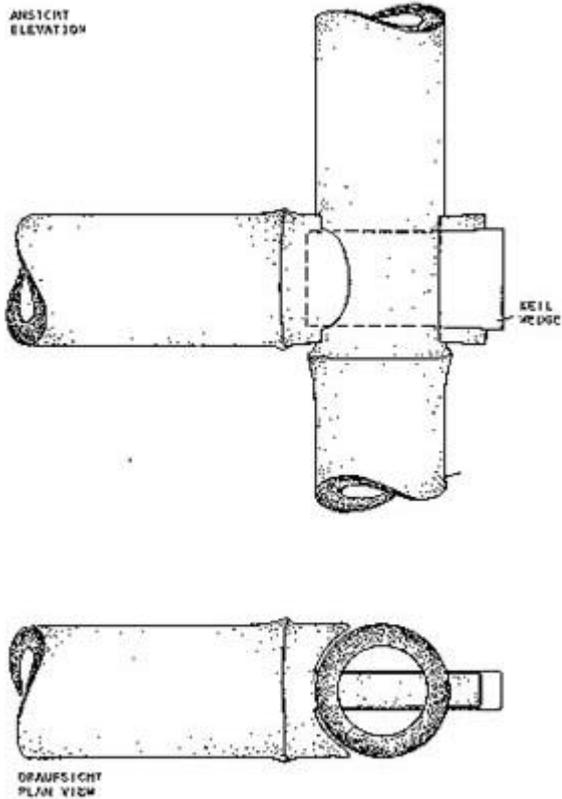
Rohrverbindung mit Steckplatte

Rohrverbindung mit Steckplatte als Stabilisierung, mit darunterliegender Firstpfette.



Knotenpunkt Ausbildung

Zapfen, Bohrung, Seilbund Kombination.

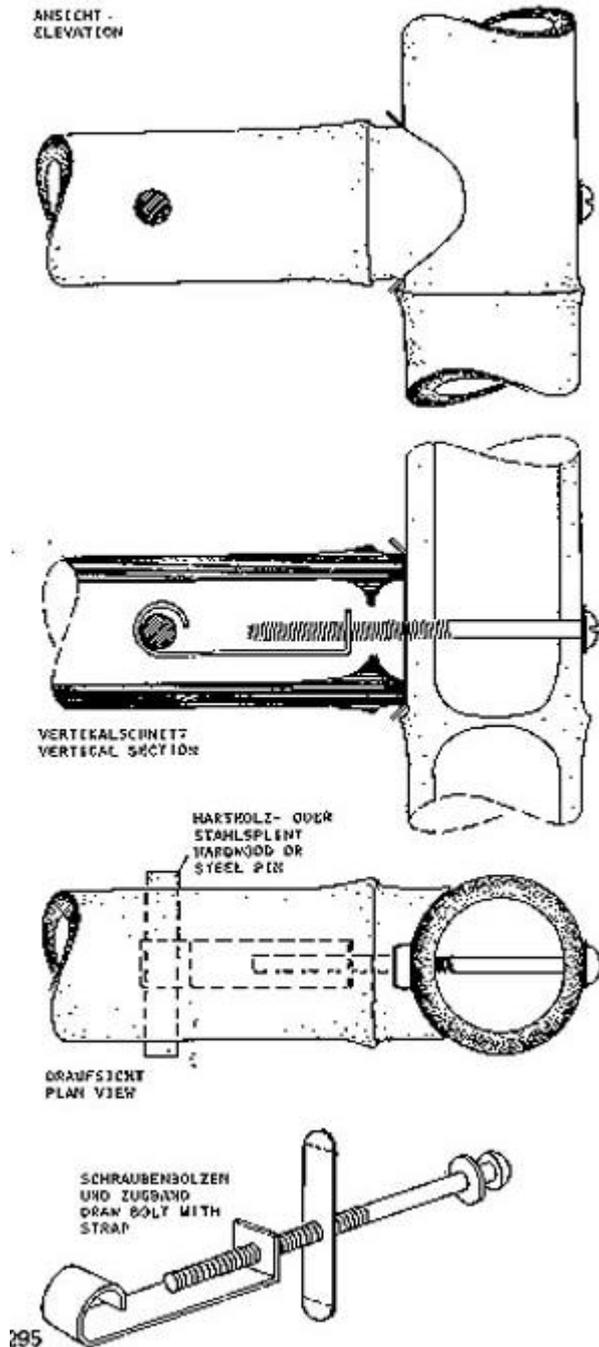


Keilverbindung

Rohrverbindung mit Zapfen, Zapflöchern und Keil. Die vertikalen Zapfenzungen reißen zuerst am Riegelende ab oder spalten den Riegel. Wird der Keil bei der Montage unachtsam in den Pfosten geschlagen, so sprengt er die Pfostenwand. Schon bei geringer Bewegung des Gefüges lockert sich der Keil, weil er keine Sicherung hat. Er sollte mit einem diagonalen Seilbund um den Pfosten herum in seiner Lage fixiert werden.

Fachwerkverbindun mirt Stahlspannern.

Der Gewindebolzen mit Zubehör zeigt den Übergang von elementar handwerklichen zu technisch industriellen Mitteln auf.



Stahlspannerverbindung

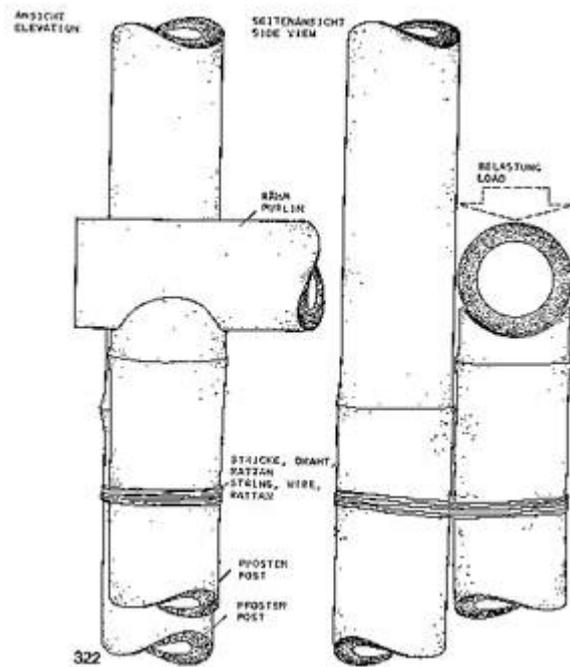
Verbindung über einen Doppelpfosten



Doppelpfosten als Auflager

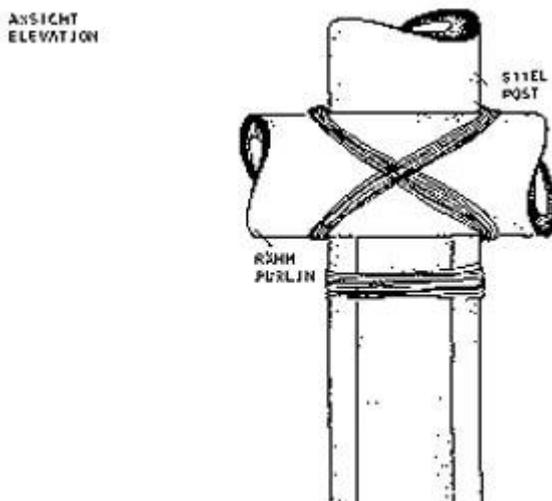
Doppelpfosten, gebundener Knoten, durchgehender Stiel, Rähm mit Knagge. Der zweite Pfosten ist durch eine Knagge ersetzt. Von Vorteil bleibt, daß die Rohrwände nicht durch Bohrungen geschwächt werden. Die Verstärkung des Pfostenfusses ist aufgegeben.

Doppelpfosten: Die Dach- und Fußbodenlasten werden von unterschiedlichen Pfosten aufgenommen. Hierdurch können schadhafte Pfosten leichter ausgewechselt werden; die verrottungsgefährdete Pfostenzone ist verstärkt.

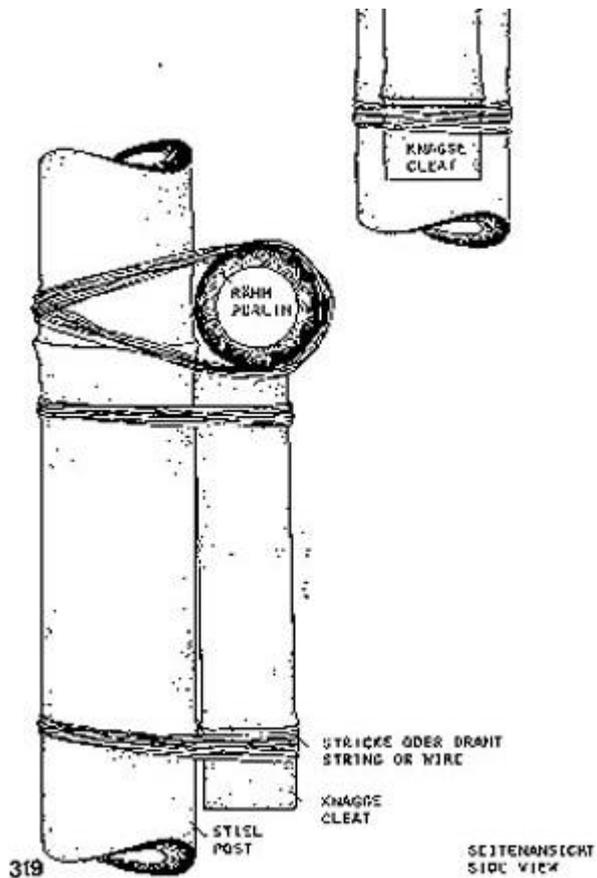


Doppelpfosten mit Auflager

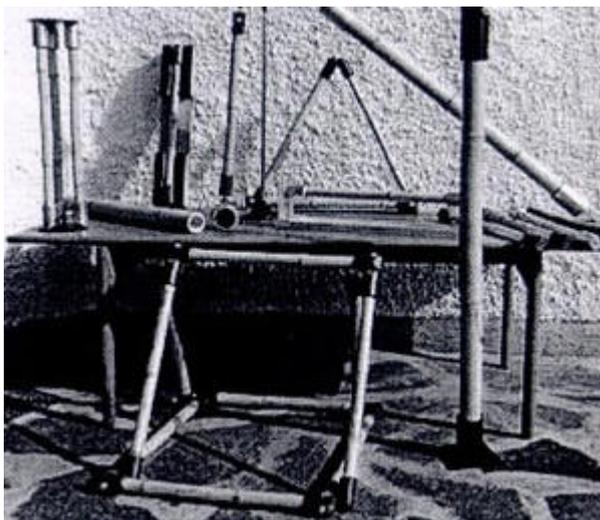
Doppelpfosten mit Auflager.



Doppelpfosten mit Auflager. Gebundner Knoten, durchgehender Stiel, Rähm mit Knagge. Der zweite Pfosten ist durch eine Knagge ersetzt.



Bambu-Tec Konstruktionselemente



Konstruktionslemente aus Bambus

Konstruktionselemente aus Bambus, die für eine Vielzahl von Anwendungen einsetzbar sind. Bambus ist oft leicht gekrümmt, der Stangendurchmesser unterschiedlich und leicht oval, und an den Knoten ist er etwas dicker. Will man ihn Verschrauben oder Festklemmen so sind die hohen Festigkeiten des Bambus nicht übertragbar. **Bambu - Tec** Konstruktionselemente beseitigen diese Schwachstellen. Es werden dazu Bambusstäbe in gewünschten einheitlichen Längen vorgefertigt (0,5m , 1m, 2m) an beiden Enden wird eine Kappe aufgeschoben und mit einer Füllmasse oder Kunstharz verbunden. Damit die Verbindung Kappe/Bambus eine hohe Zugfestigkeit erhält, wird der Bambus an den Enden mit kreisförmigen Rillen, die Kappe innen mit kreisförmigen Hinterschneidungen versehen. Dadurch verkrallt sich die Vergussmasse zwischen Kappe und Bambus.



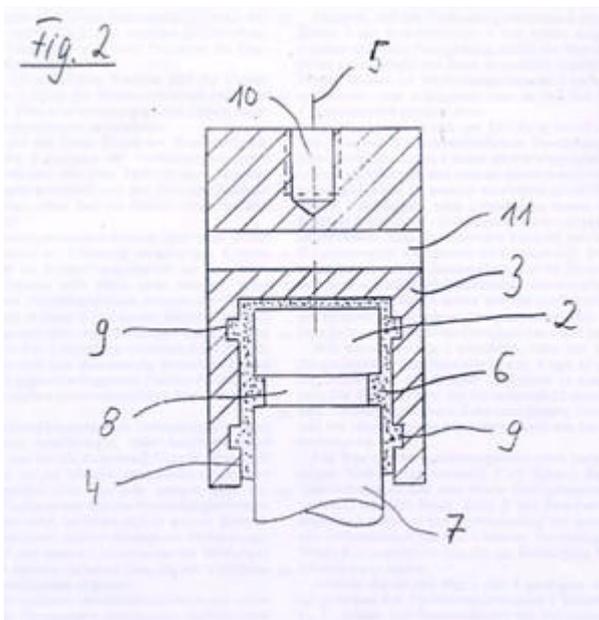
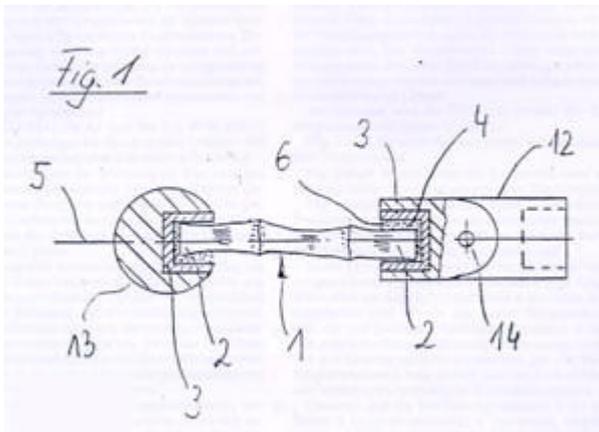
Erfinder Bruno Huber

Die Kappenbefestigung erfolgt in einer Lehre, so daß die Kappen exakt parallel im reproduzierbaren Abstand zueinander ausgerichtet sind. Die Kappen können aus Kunststoff, Aluminium, oder Stahl sein. Auch im Kunststoffspritzgußverfahren können die Kappen direkt auf dem Bambus hergestellt werden. An den Kappen können Bohrungen, Gewinde oder Anschlußlaschen angebracht sein. Bei Verwendung von Stahl oder Aluminiumkappen sind diese auch an andere Metallteile anschweißbar. (z.B. bei Gittermastverstreben)

Anwendung für: . . . Klettergerüst, Zeltkonstruktionen, Gerüst, Hausbau, Dachstuhl, Fachwerkkonstruktionen . . .

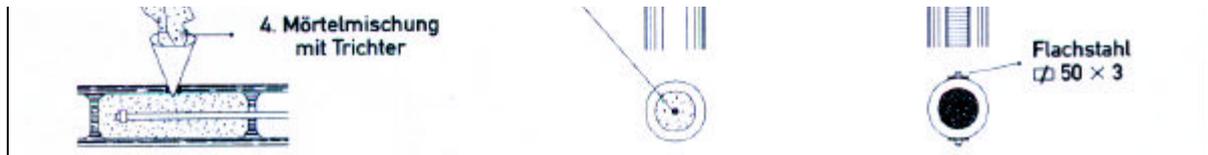
Info: Bruno Huber - Ordenslandstr. 39 - 82140 Olchingen

Zeichnung aus der Patentanmeldung.



Bezugszeichenliste:

- 1 Einzelstrebe
- 2 freies Ende
- 3 Verbindungselement
- 4 Bohrung
- 5 Strebenachse
- 6 Klebe-/Vergußmittel
- 8 Nuten
- 9 Nuten
- 10 Gewindebohrung
- 11 Querbohrung
- 12 Gelenkstück
- 13 Kugel
- 14 Drehachse



Raumfachwerke mit Pan - Knoten



Pan-Knoten für Raumfachwerke

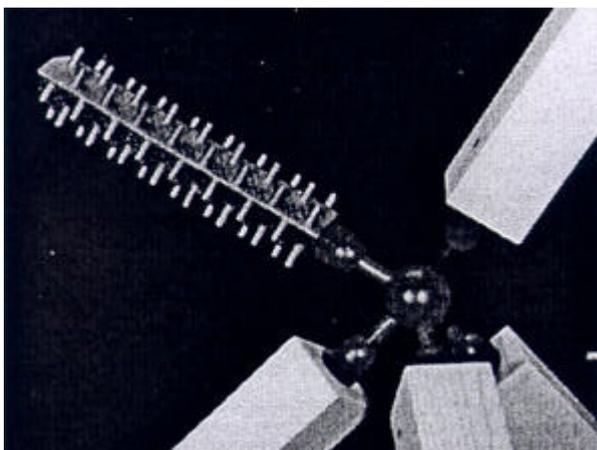
Pan-Raumfachwerke. Kleine Bambusstäbe bis ca. 80mm Durchmesser können mit eingeleimten oder **eingegossenen Gewindestangen** ca. 50% der Maximalbelastung des Stabes auf Zug übertragen. Bei Druckstäben mit Stirnplatte, sodaß die Druckkraft infolge Knicken des Stabes maßgebend ist. Bei Überkopfbauten sind Versuche durch eine amtlich anerkannte Materialprüfungsanstalt und Einzelzulassungen durch die Landesbehörde erforderlich.



Übersicht über die Produktpalette.

Pan-Raumfachwerke bestehen nur aus **2 Elementen**; dem Pan- Kugelknoten und dem Stab mit eingegossener Gewindestange. Dies bedeutet Einsparungen bei der Statik, Zeichnung und Fertigung. Desweiteren sind sie demontier- und wiederverwendbar.

Induo-Verbundankertechnik

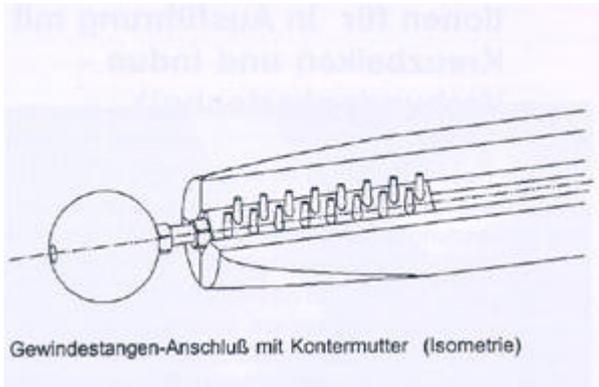


Induo-Verbundanker. Bei großen Bambus-Stabquerschnitten kann der neue Induo-Verbundanker fast 100% der maximal Belastung des Stabquerschnittes übertragen.

Der Induo-Verbundanker besteht aus einem Gußeisenkern, der seitliche Verzahnung aufweist. Er kann Problemlos in einem Bambusrohr vergossen werden; Beton oder Kunstharz kommen als Füllmassen in Frage. Das Problem des Induo-Verbundankers ist der **hohe Stückpreis.**



Induo-Knotenausbildung

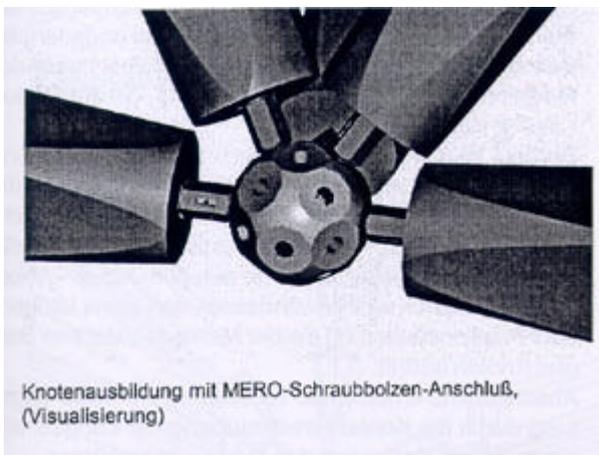


Gewindestangen-Anschluß mit Kontermutter (Isometrie)

Gewindestangen-Anschluß

Vorteile des neuen Systems sind, das man alle marktüblichen Knotenanschlußkonstruktionen übernehmen kann. (z.B. Mero, Pan)

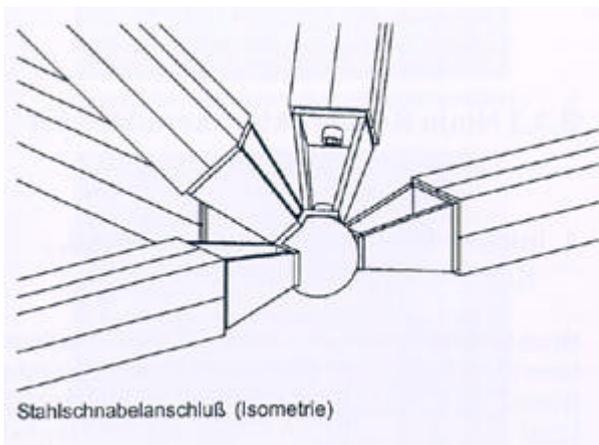
Ein einfacher Anschluß kann mittels einer Gewindestange und zweier Kontermuttern geschehen. Als Gelenkpunkt kommen dabei Stahlkugeln mit Gewindebohrung zur Ausführung.



Knotenausbildung mit MERO-Schraubbolzen-Anschluß, (Visualisierung)

Mero - Knotenausbildung

Bei der Anwendung auf den Induo - Anker erfolgt eine glattschaftige Bohrung in der Längsachse des Gußeisenkerns mit entsprechendem Durchmesser für eine gleitende Lagerung des Schraubbolzens.

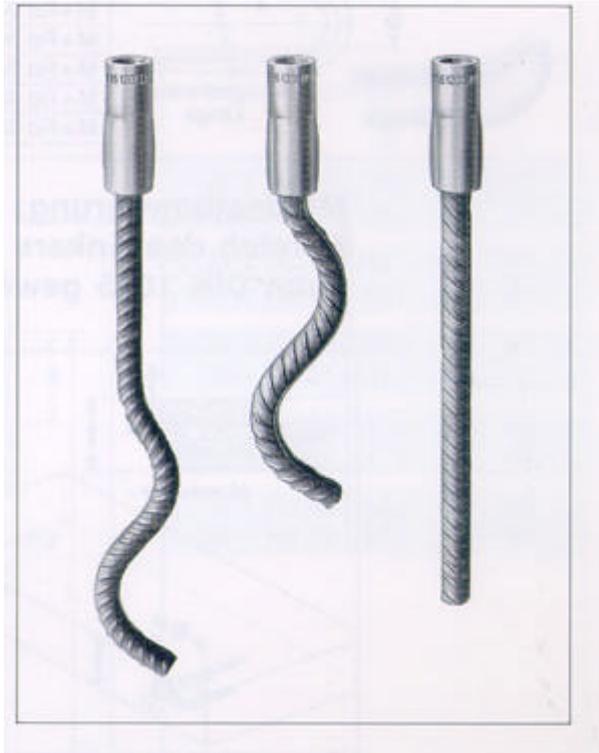


Stahlschnabelanschluß (Isometrie)

Stahlschnabelanschluß

Stahlschnabelanschluß Diese Anschlußmöglichkeit übernimmt ohne Modifizierung den Induo - Anker in der Regelausführung mit Bohrung und Gewindeausbildung. Bei dieser Verbindungslösung stellt das Grundelement ein rautenförmiges Viereck dar, zum Verbindungsknoten konisch zulaufend. Über den Innenraum des Viereckrahmens gelangen die beiden Schrauben durch die zentrische Bohrung der Quadratflächen einerseits zur Gewindebohrung des Knotenelements und andererseits zur Bohrung des Induo-Verbundankers.

Transportanker / Scharaubanschlüsse



Transportanker

Transportanker mit verpresstem

Betonstahl. Die Tragfähigkeit des Systems hängt von dem Bambus/Beton -Verbund, von der Betondruckfestigkeit (des Füllstoffes), vom Gewindedurchmesser, der Baureihe (kurze oder lange Welle, gerade Ausführung) sowie von der Zugrichtung (axial, schräg, quer) und der Knotenausbildung ab.

Vorteile des Systems sind sein Preis - im Vergleich mit Induo ca. 1/10 des Preises und seine Lieferbarkeit aus Warenbeständen. Es kann sofort mit dem Einbau begonnen werden ohne lange Vorfertigung der Dübel.

Info: [Firma Friedrich Schroeder GmbH & Co.KG](#)

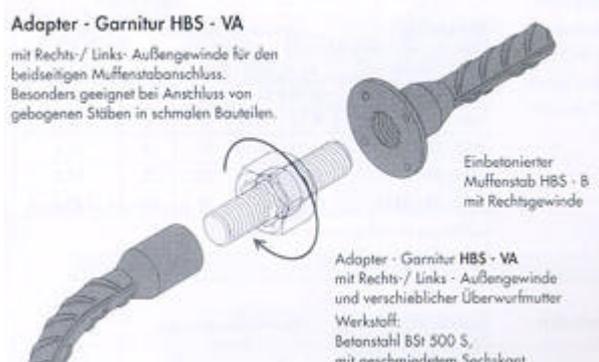


Bewehrungsanschlüsse

Bewehrungs-Schraubanschluß mit verpresstem Betonstahl. Die statisch, konstruktiv und wirtschaftlich optimale Lösung für alle tragenden Bauteilverbindungen. Der Muffenstab - mit angeformter Muffe und Befestigungsflansch (Bewehrungsstahl) - und der Anschlussstab - mit aufgerolltem metrischen Gewinde - werden mit dem Bambus vergossen, und erreichen somit eine kraftschlüssige Verbindung. Die Verbindung erfolgt über einen Adapter mit Rechts- /Links- Außengewinde für den beidseitigen Muffenanschluss.

Vorteile des Systems sind sein Preis - im Vergleich mit Induo ca. 1/10 des Preises und seine Lieferbarkeit aus Warenbeständen. Es kann sofort mit dem Einbau begonnen werden ohne lange Vorfertigung der Dübel.

Info: [Halfen GmbH & Co. KG](#)





Bewehrungsanschluß mittels Adapter

Literaturliste

Klaus Dunkelberg: IL - 31 Bambus Bamboo - Universität Stuttgart Institut für leichte Flächentragwerke. Leitung Frei Otto, Stuttgart 1985.

Univ. Prof. Dr.-Ing. Wilfried Führer, Dipl.-Ing. Wilhelm Heyden: Räumliche Knotenstabwerke in Ausführung mit Kreuzbalken und Induo - Verbundankertechnik, Aachen 2000.

PDF - file:

[Sammlung von Bambusverbindungen](#)

Url

[Messehalle aus Bambus - Entwurfsvorstellung einer studentischen Arbeit, mit Details!](#)

[Halfen GmbH & Co.KG](#)

[Friedrich Schroeder GmbH & Co.KG](#)

[PANHOLZ Stahlleichtbau](#)