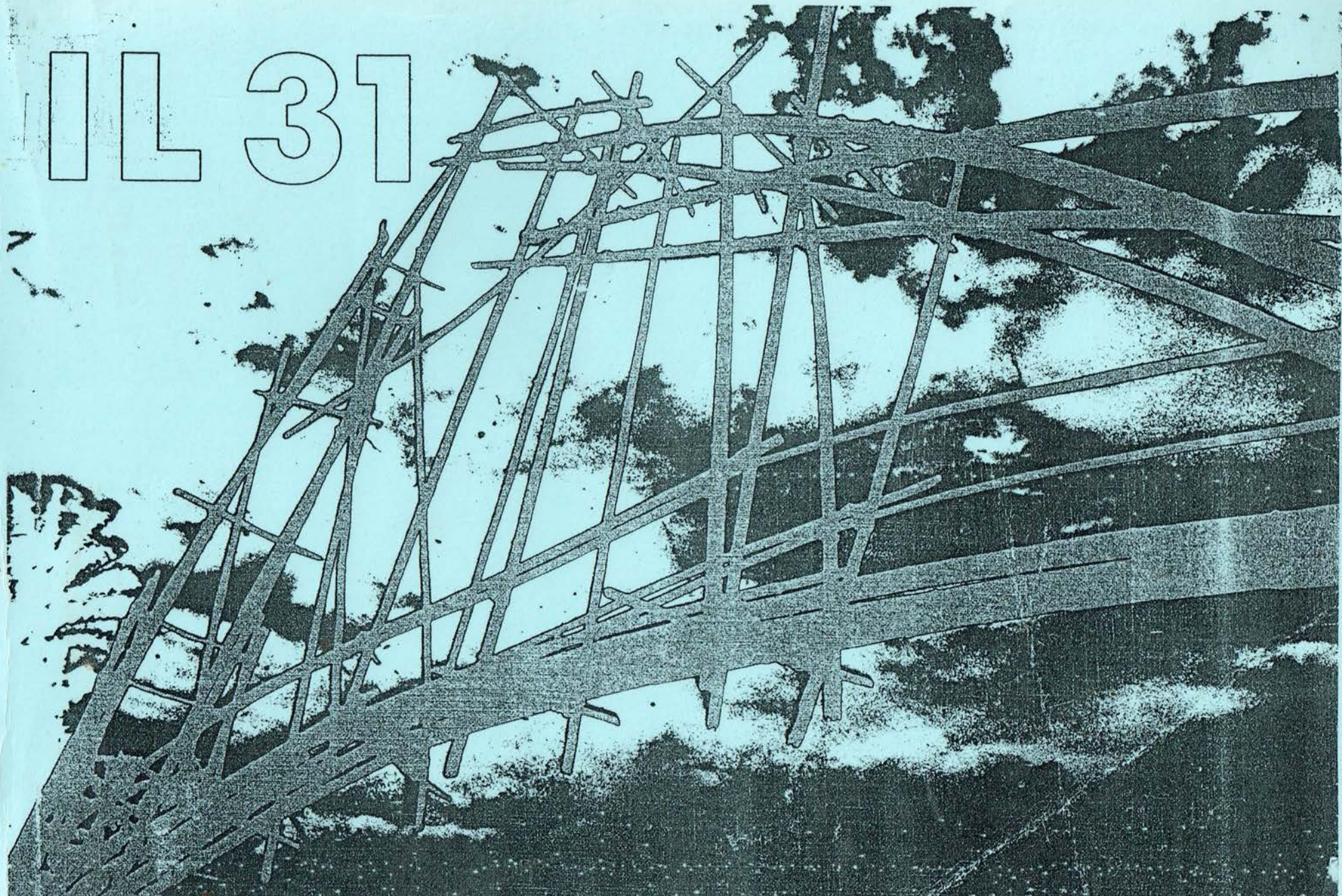
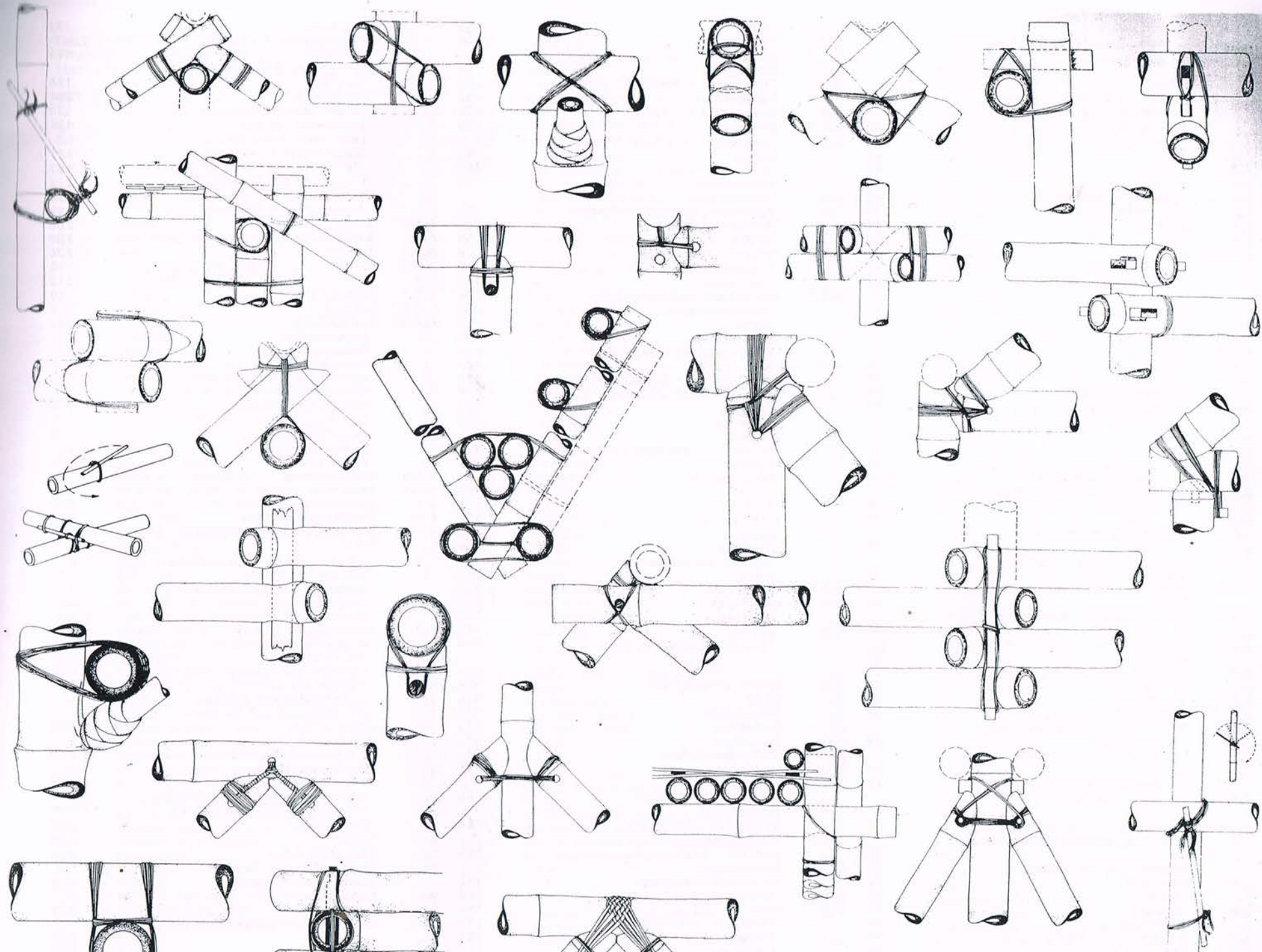


IL 31



Bambous = Bamboos



Tauchversuch: bei Sättigung (bis zu 180 % des Darrgewichtes) wird ein Materialstück 'schwimmfähig' (nicht als Rohr, geschlossener Hohlzylinder). Wie bei herkömmlichen Holzarten, so reduzieren sich auch bei Bambus mit steigendem Wassergehalt die Festigkeitswerte. Kollmann stellte von darrtrockenem Material zu in Wasser gequollenem Material folgende Festigkeitsminderung fest: A (Tab. 7). Zwischen lufttrockenem Material (18 % Feuchtigkeitsgehalt) und gequollenem Material (wassergesättigt) ist die Festigkeitsminderung gering: B (Tab. 7).

Je feuchter das Material ist, desto leichter läßt es sich bearbeiten: schneiden, sägen, bohren, spalten. Es wird aber auch gleichzeitig anfälliger gegen Beschädigung und Zerstörung.

Die Materialeigenschaften und damit die Verwendungsmöglichkeiten eines Halmes sind nicht allein zum Zeitpunkt der Ernte festgelegt, sondern auch noch danach mit Feuchtigkeit oder Trockenheit beeinflussbar. Die Art des Transportes, der Lagerung, der nachträglichen Behandlung oder die Art des Witterungsschutzes bei der späteren Objektbenutzung sind für die Wertigkeit des Bambusmaterials ausschlaggebend.

2.2 QUELLEN UND SCHWINDEN VON BAMBUS

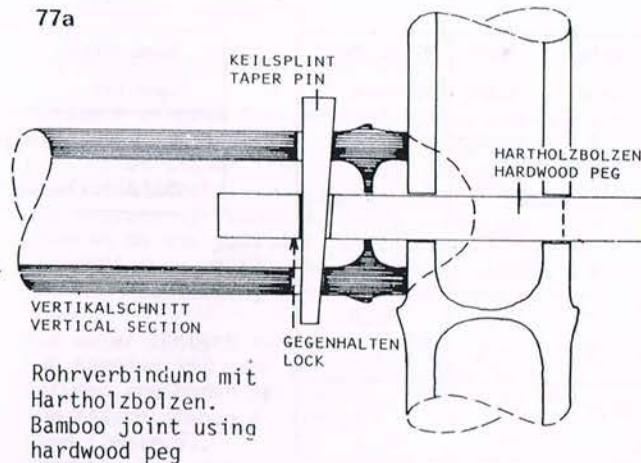
Der Quell- bzw. Schwindvorgang ist ähnlich wie bei den gewöhnlichen Bauhölzern (Darmstadt (TH)). Bis zum Fasersättigungspunkt sind die Längen-, Breiten- und Dickenänderungen etwa proportional zur Wasseraufnahme des Bambusmaterials. Mit der Wasserabnahme schwindet Bambus und erreicht im lufttrockenen Zustand seine ursprünglichen Abmessungen wieder (Datta). Das Quellen und Schwinden von Bambusrohren oder -streifen bringt im Gefüge keine Nachteile. Die Bindematerialien sind ebenfalls aus organischen Materialien > 78, 79, 80 und zeigen ein sehr ähnliches Quell- und Schwindverhalten. Sie können deshalb bei allen Formänderungen mitgehen und arbeiten nicht störend dagegen. Nur dort, wo Holzteile mit Bambus kombiniert werden, ist darauf zu achten, daß beiden Materialien ein Bewegungsspielraum bleibt > 77 a-c.

> 78
Bambusrohrverbindungen mit Seilbund aus 'Ijuk', Tongka-Brücke Tana Toraja, Sulawesi, Indonesien, Aug. 1975.

> 79
Streifenmaterial als Bindemittel.

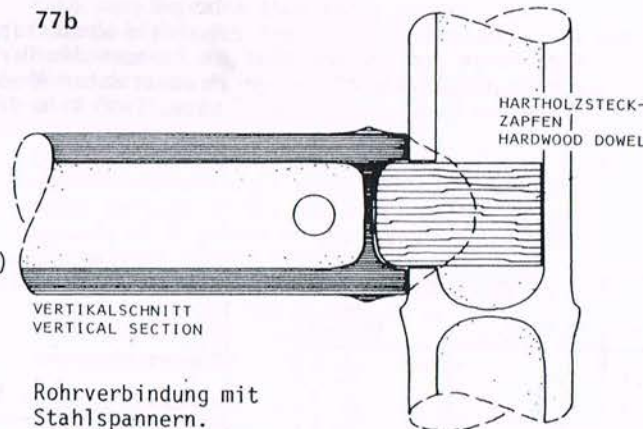
> 80
Rattanstreifen

77a



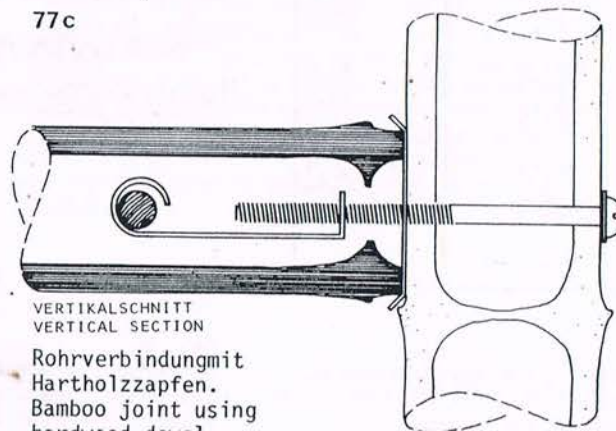
Rohrverbindung mit Hartholzbolzen.
Bamboo joint using hardwood peg

77b



Rohrverbindung mit Stahlspannern.
Bamboo joint with steel draw bolt.

77c



Rohrverbindung mit Hartholzzapfen.
Bamboo joint using hardwood dowel

Immersion test: At saturation (up to 180 % of the kiln-dry weight) the material will float (not as a tube but as a closed hollow cylinder). Just as with conventional timbers the strength values of bamboo are reduced with increasing moisture content. Kollmann has documented the strength reduction between kiln-dry material and material saturated in water: A (table 7). Between air-dried material (18 % moisture content) and moist material (saturated in water) the strength reduction is small: B (table 7).

The wetter the material, the easier it is to work: to cut, saw, drill and split. It is, however, at the same time more prone to damage and destruction.

The material properties and thus the possible applications of a cane are not determined at the time of harvesting; they can afterwards be influenced by humidity or dryness. What is decisive with regard to the value of the bamboo material is the type of transport, storage, subsequent treatment and weather protection.

2.2 SWELLING AND SHRINKING OF BAMBOO

The swelling and shrinking behaviour is similar to that of ordinary construction timbers (Darmstadt - TH). Up to the point of saturation of the fibres the changes in length, width and thickness are approximately proportional to the water content of the bamboo material. When bamboo loses water it shrinks and regains its original dimensions in an air-dry condition (Datta).

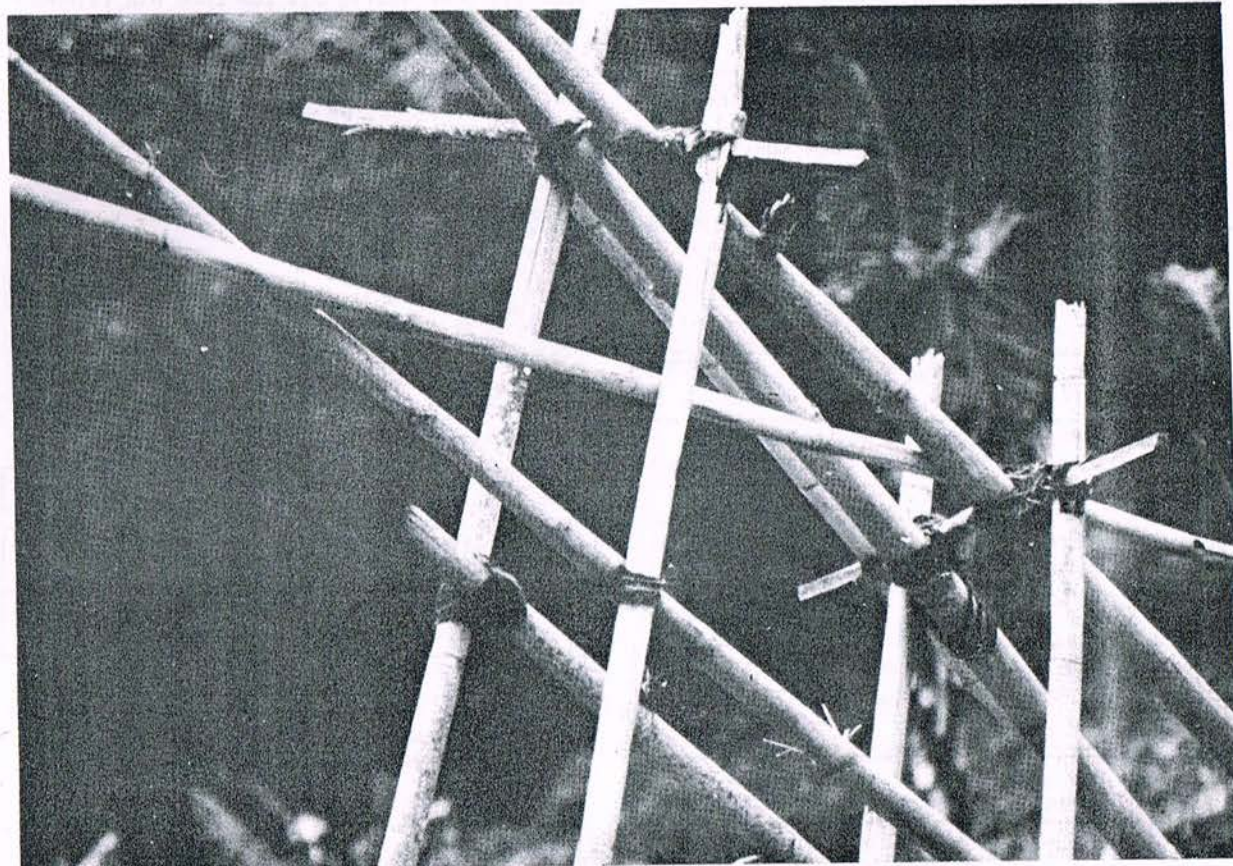
The swelling and shrinking of bamboo canes or strips does not adversely affect the structure. The materials used for tying also consist of organic matter > 78, 79, 80 and behave with similar swelling and shrinking. They can therefore follow all changes in shape without resistance. Only in those cases, where wood is combined with bamboo, sufficient play must be left between the members > 77 a-c.

> 78
Bamboo joint using rope made from 'Ijuk', Tongka bridge Tana Toraja, Sulawesi, Indonesia, Aug. 1975.

> 79
strip material used for lashing.
> 80

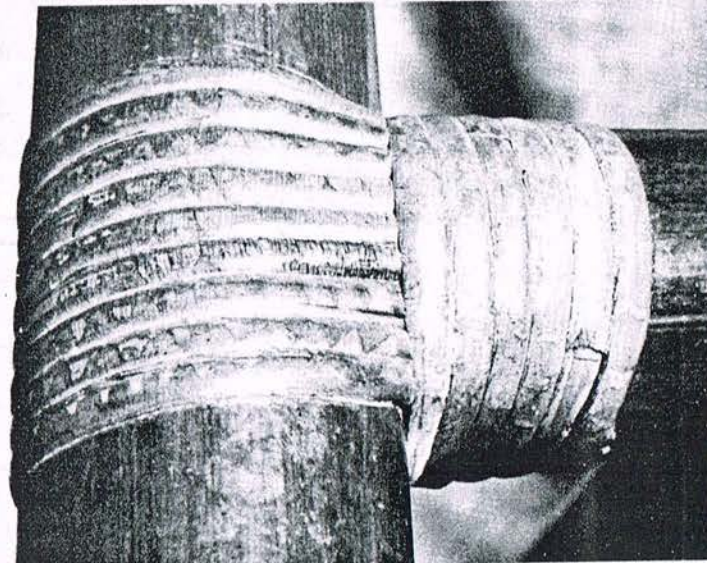
	A	B
Spaltfestigkeit um Resistance to splitting by	23 %	7 %
Biegefestigkeit um Bending strength by	30 %	10 %
Scherfestigkeit um shear strength by	52 %	24 %
Druckfestigkeit um Compressive strength by	53 %	18 %

Tab. 7
Festigkeitsminderung in Abhängigkeit des Feuchtigkeitsgehaltes bei Bambus; nach Suzuki bei Kollmann 1954.
Reduction in strength depending on moisture content of bamboo; ref Suzuki in Kollmann 1954.



Längenänderung Change of length	0,15 % (0,2 ATROPS)
Breitenänderung Change of width	6,00 % (4,6-6,6 SEKCHAR '64)
Dickenänderung Change of thickness	8,00 % (3,8-6,3 SEKCHAR)

Tab. 8
Formänderung von Bambus bei Wasseraufnahme bis zum Fasersättigungspunkt.
Dimensional changes in bamboo during water ab-



Auch Streichstangen am Arbeitsgerüst > 132, Geländerteile > 139 oder Dach-'Latten' > 133, 135, 136 sind Bambusstangen, die nur durch Seilbund miteinander verbunden werden.

In das Erdreich eingegrabene oder aufgesetzte Eck- und Zwischenpfosten der Gerippebauten sowie die Ständer der Gerüste > 134, 137 sind häufig als tragende Vertikalkonstruktionen auch nur abgelängte, sonst aber unbearbeitete Bambusstangen > 138.

> 132

Streichstange am Arbeitsgerüst.

> 133

Langschindeln, Steckleiste, Dachlatten, Sparren und Seilbund.

> 134

Gerüststange Ständer.

> 135, 136

Dachlatten

> 137

Arbeitsgerüst, Stangenverlängerung mit Seilbund.

> 138

Rohrverbindung mit durchgehendem Stiel (Pfosten).

> 139

Fußgängerbrücke; Rantepao, Celebes, Indonesien, Aug. 1975.

The horizontal spacing and braces of scaffolding > 132, railings > 139 or roof battens > 133, 135, 136 are of unworked bamboo canes which are joined only by rope ties.

The corner and intermediate posts of skeletal structures - anchored in or standing on the ground - as well as the posts of scaffolding > 134, 137 are often only rough bamboo poles cut to length > 138.

> 132

Scaffold brace.

> 133

Long bamboo shingles, key strip, roof battens, rafters and lashing.

> 134

Scaffold post.

> 135, 136

Roof battens.

> 137

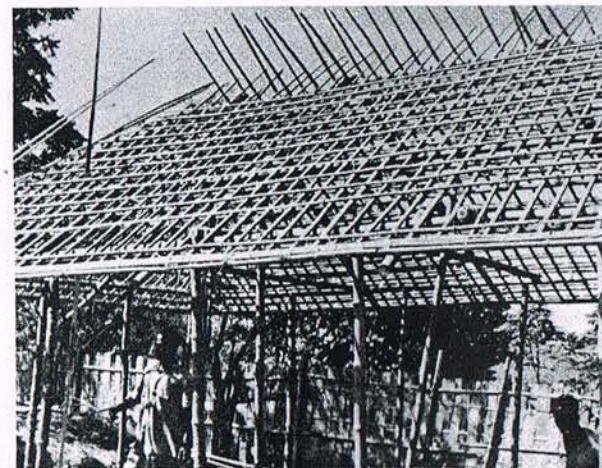
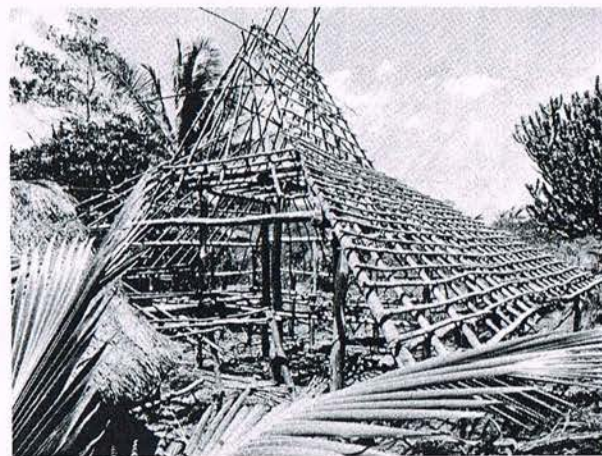
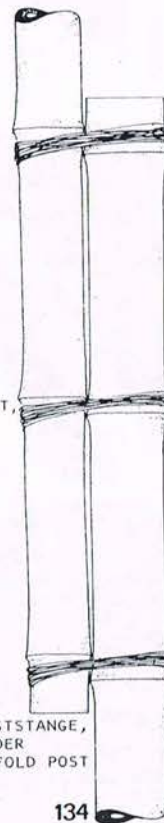
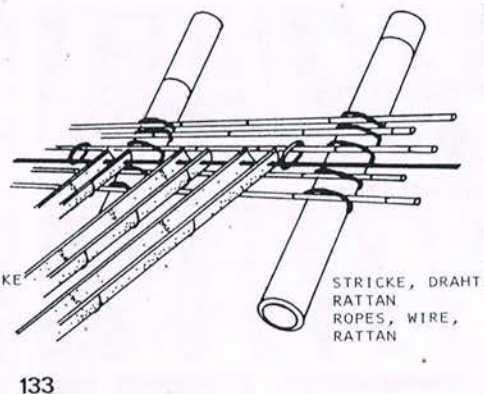
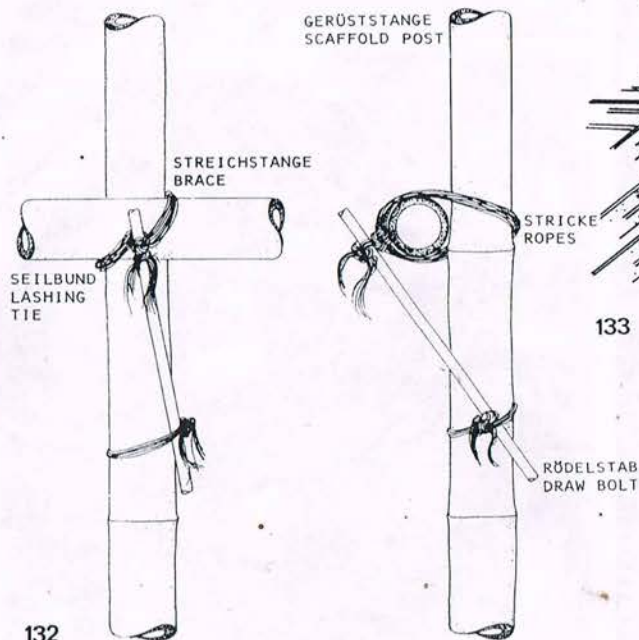
Scaffolding, extension of post using rope lashing.

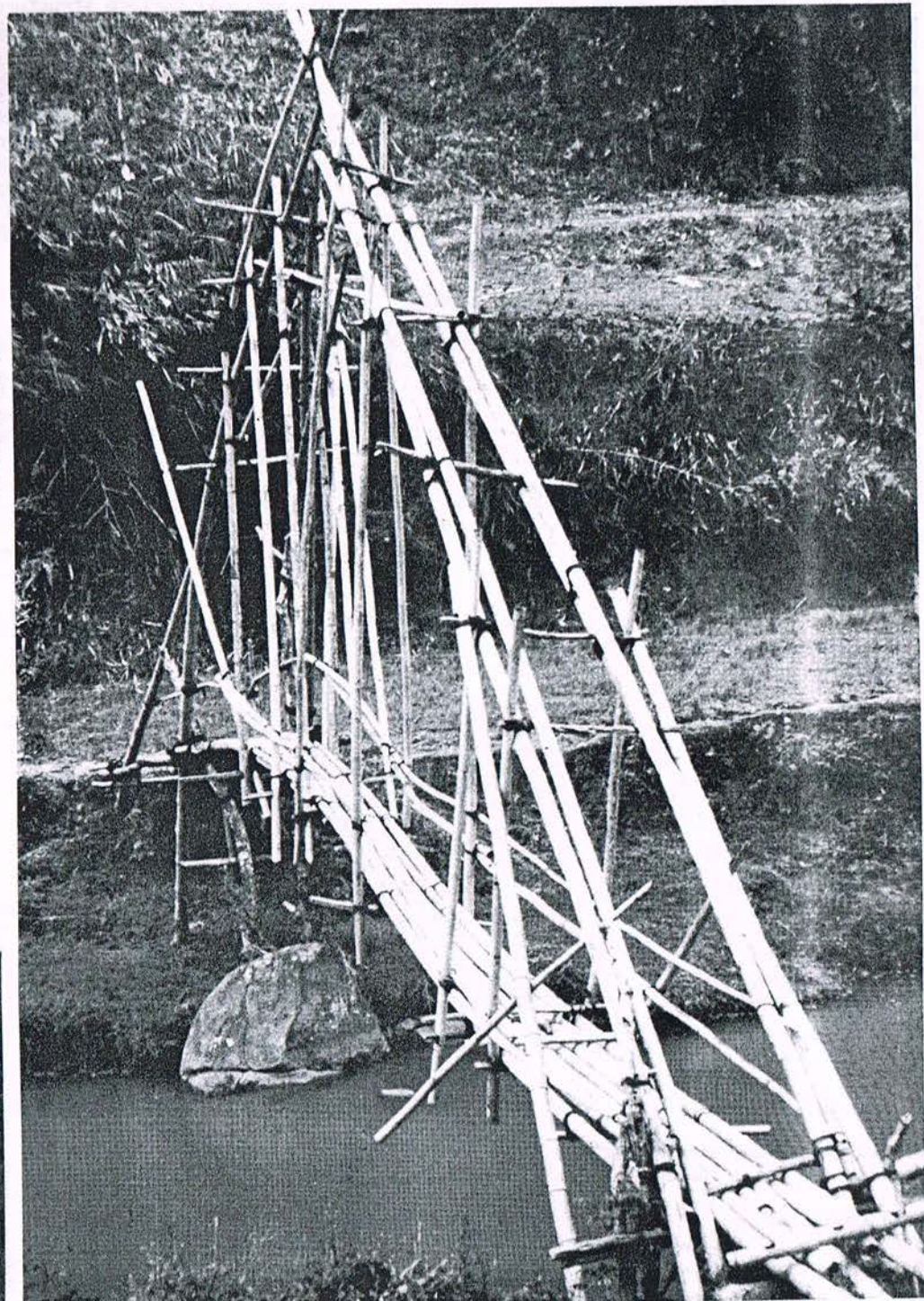
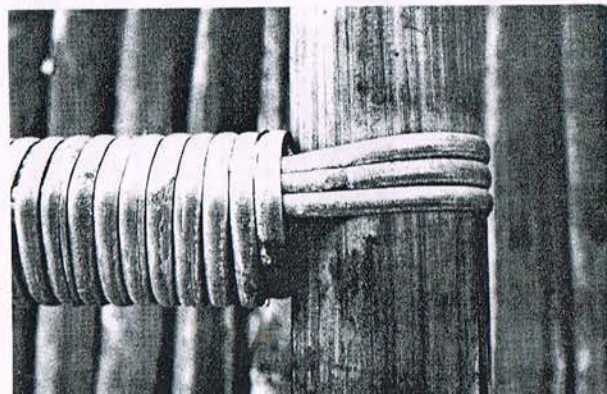
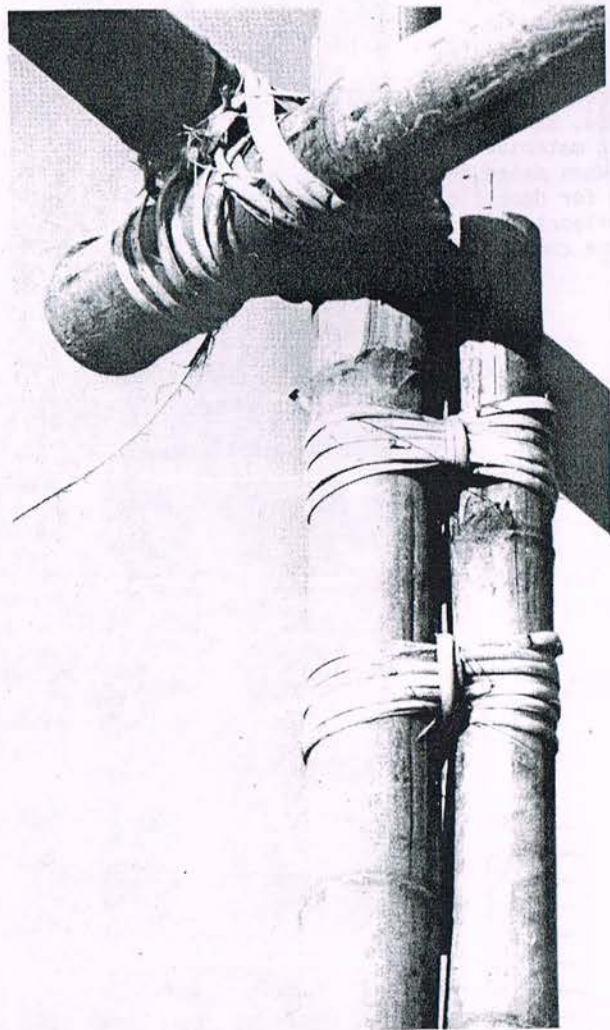
> 138

Cane joint with continuous post.

> 139

Footbridge; Rantepao, Celebes, Indonesia, Aug. 1975.



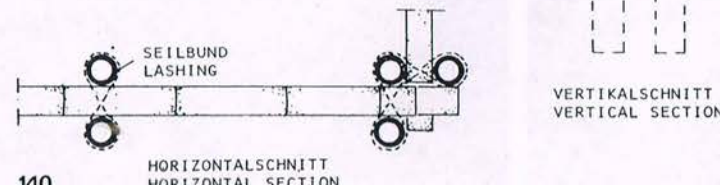
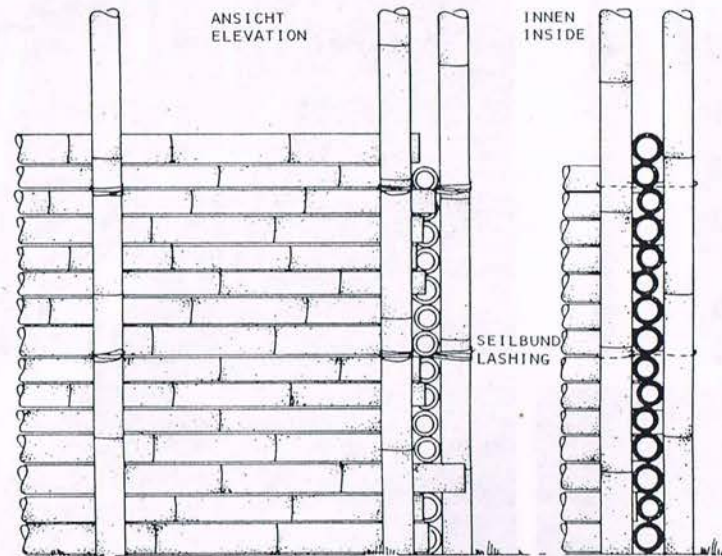
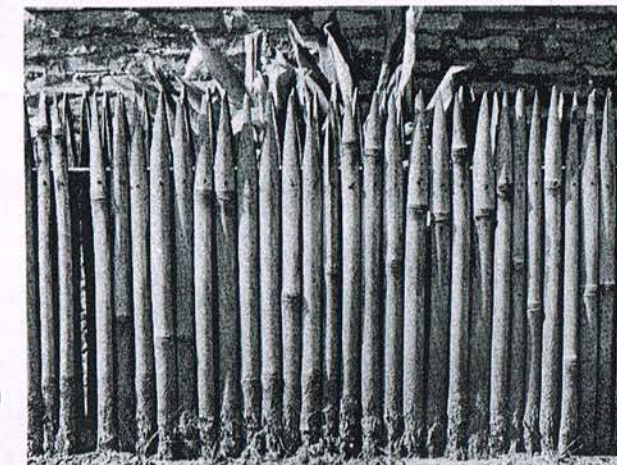
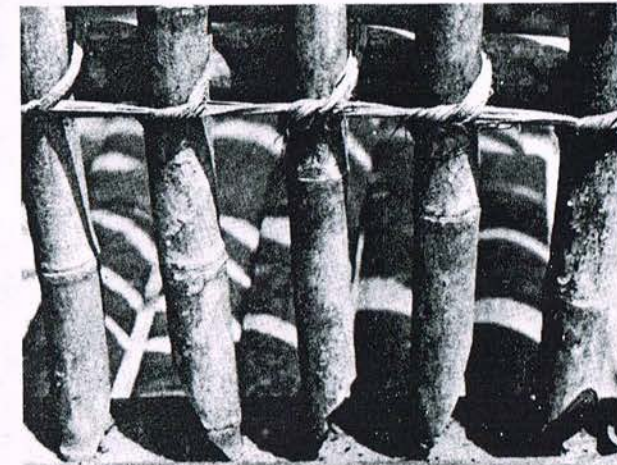
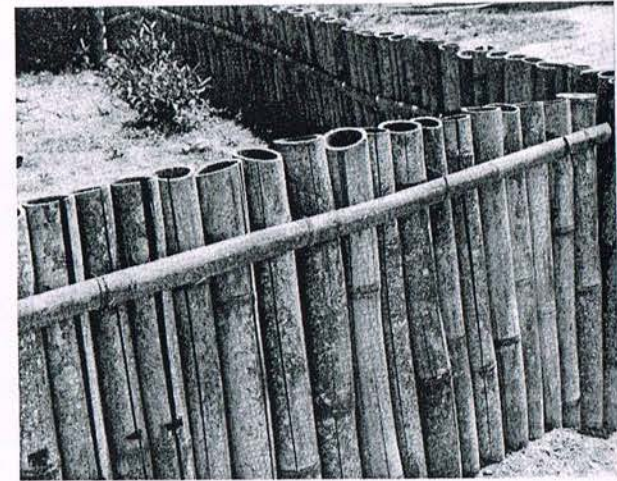


Die eingeschobenen Blockwände > 140, eingegrabene Palisaden > 141 und Zäune > 142, 143 gehören zu den flächigen Vertikalkonstruktionen. Ineinandergesteckte Zweige ergeben sehr wirkungsvolle Schutzzäune wegen der spitzen, harten Dornen und Zweigenden > 144, 144a. Bambusblätter eignen sich zu Büscheln gebunden als Dachbedeckung > 145, 145 a, getrocknet als Laubschüttung für Wohnhäuser mit zweischaligen Böden und Wänden > 146, 147 in den kühleren Berggegenden.

- > 141 Palisaden
- > 142 Bambusrohre an Riegel gebunden; Skrang-Fluß, Borneo, Aug. 1976.
- > 143 Halbierete Bambusrohre als Palisadenzaun; Manila, Philippinen, Sept. 1976.
- > 144 Bambusäste mit Zweigen verflochten; Lucena, Philippinen, Sept. 1976.
- > 145 a Decken eines Bambusblättdaches; Chittagong-Berge in Bangladesh, Brauns, C. D., Febr. 1973.
- > 147 Bambusbretter zwischen gerödelten Gurtlatten; Langda, Toraja, Sulawesi, Indonesien, Sept. 1977.

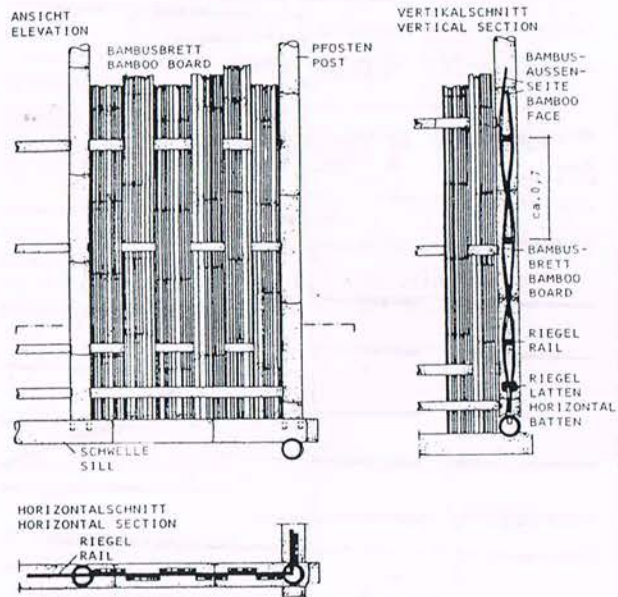
Among vertical surface structures which are made from rough bamboo poles are log walls > 140, anchored palisades > 141, fences > 142, 143. Woven branches produce very effective protective fencing because of the sharp and hard thorns and branch tips > 144, 144a. Bamboo leaves can be used as roofing material when tied into bunches > 145, 145 a. When dried the leaves can be used as insulation for domestic dwellings with cavity walls and floors > 146, 147 such as are to be found in the cooler mountain regions.

- > 141 Palisades
- > 142 Bamboo canes tied to rails; Skrang river, Borneo, Aug. 1976.
- > 143 Halved bamboo canes used for palisade fencing; Manila, Philippines, Sept. 1976.
- > 144 Bamboo branches threaded with twigs; Lucena, Philippines, Sept. 1976.
- > 145 a Covering a roof with bamboo leaves; Chittagong mountains in Bangladesh, Febr. 1973.
- > 147 Bamboo planks held between lashed boards; Langda, Toraja, Sulawesi, Indonesia, Sept. 1977.

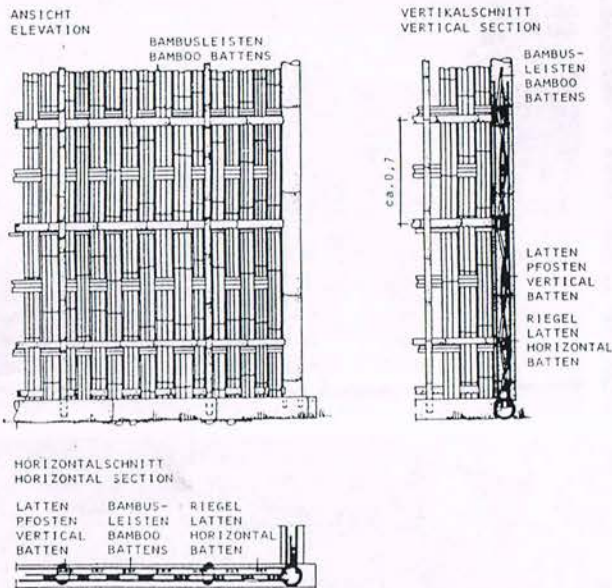


Wandkonstruktion; eingespannte Doppelpfosten und eingeschobene Blockwand.

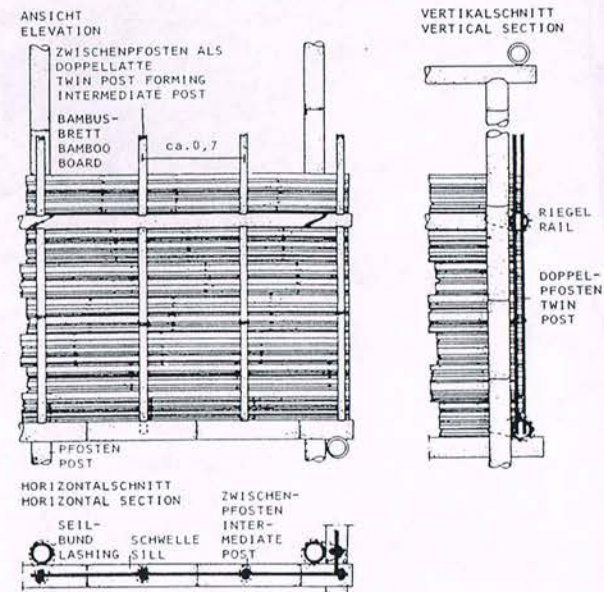
Wall construction; twin vertical posts anchored in the ground with log wall held between the posts.



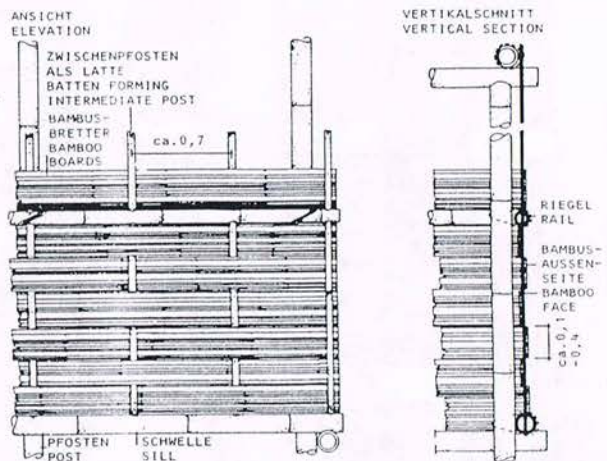
174



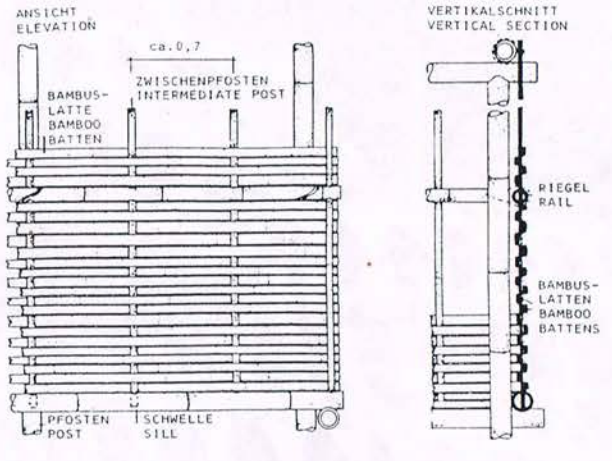
175



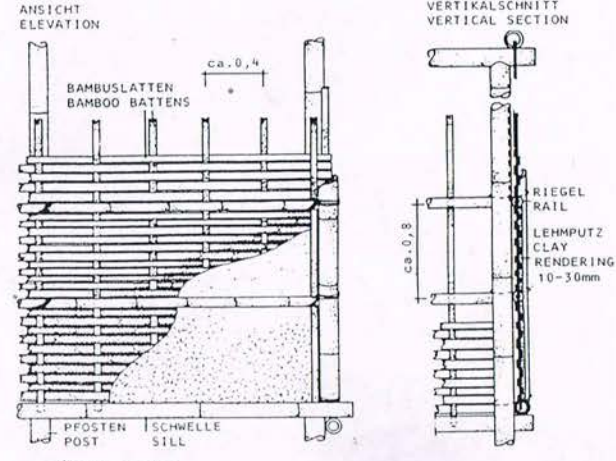
176



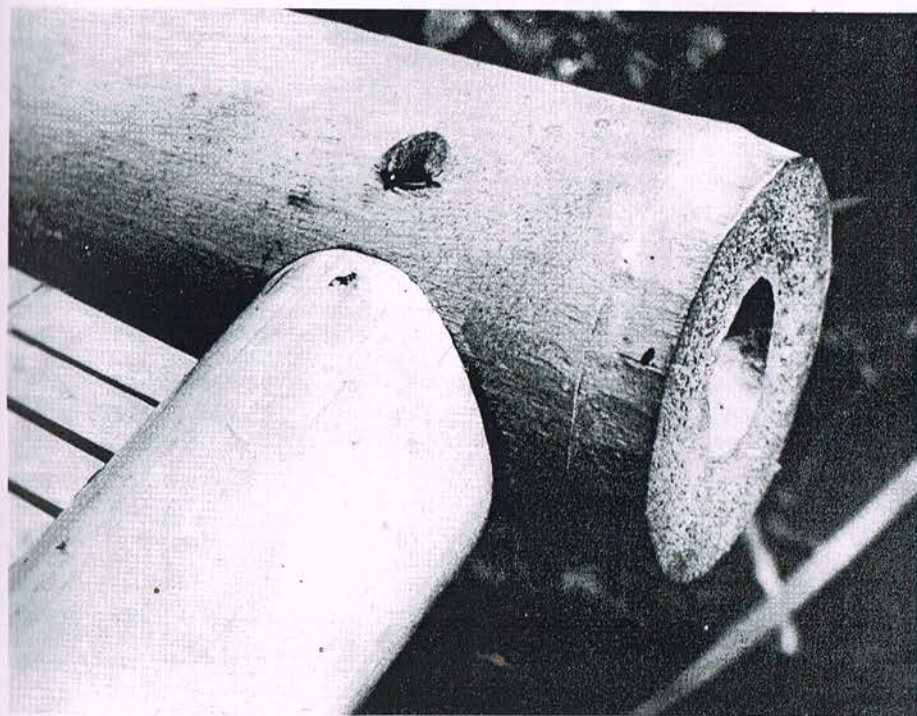
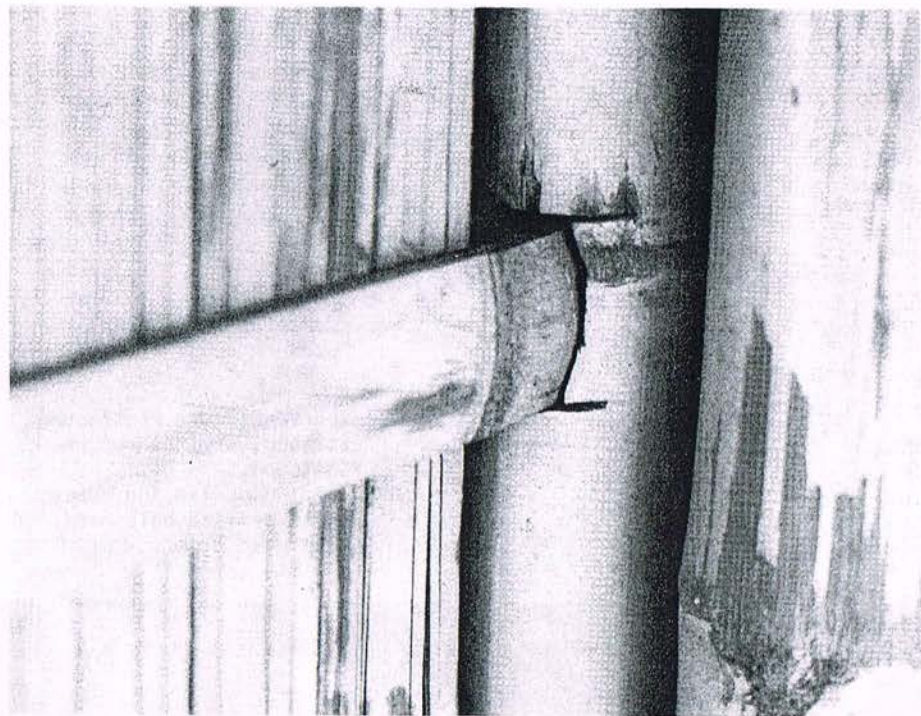
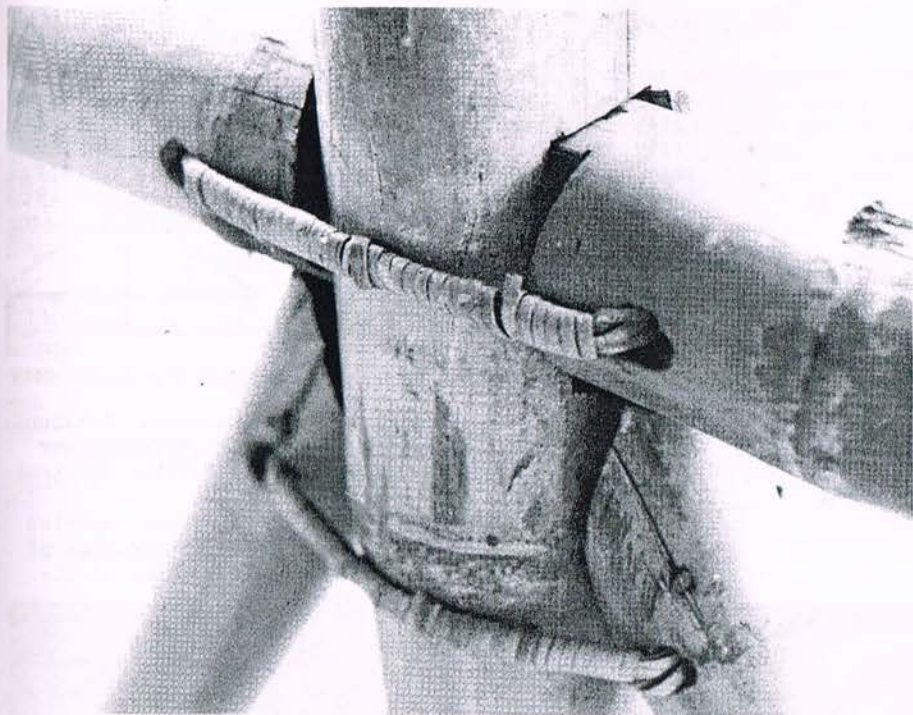
177

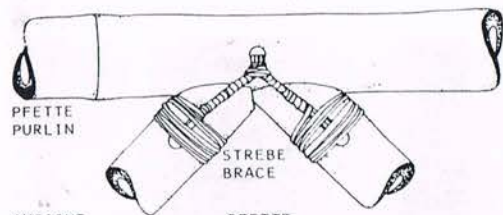


178



179



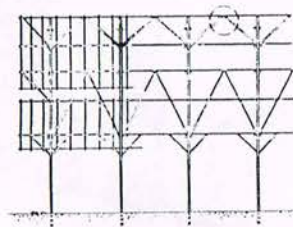


ANSICHT ELEVATION

PFETTE PURLIN

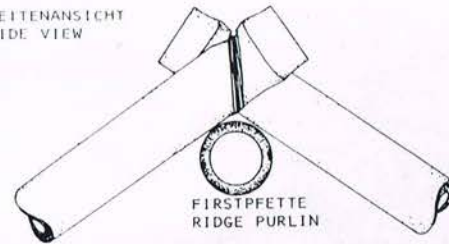


190

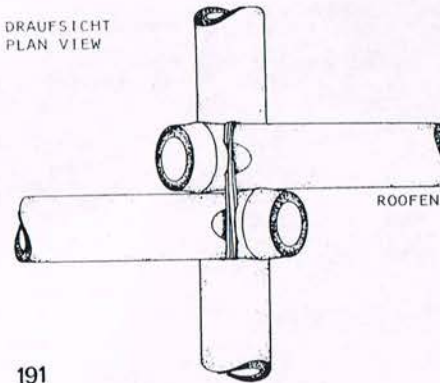


Rohrverbindung Pfette und Streben, drei Bohrungen, Seilbund.
Joining purlin and braces, three drilled holes and lashing.

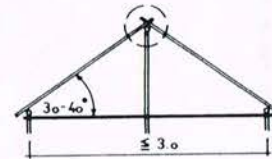
SEITENANSICHT SIDE VIEW



DRAUFSICHT PLAN VIEW

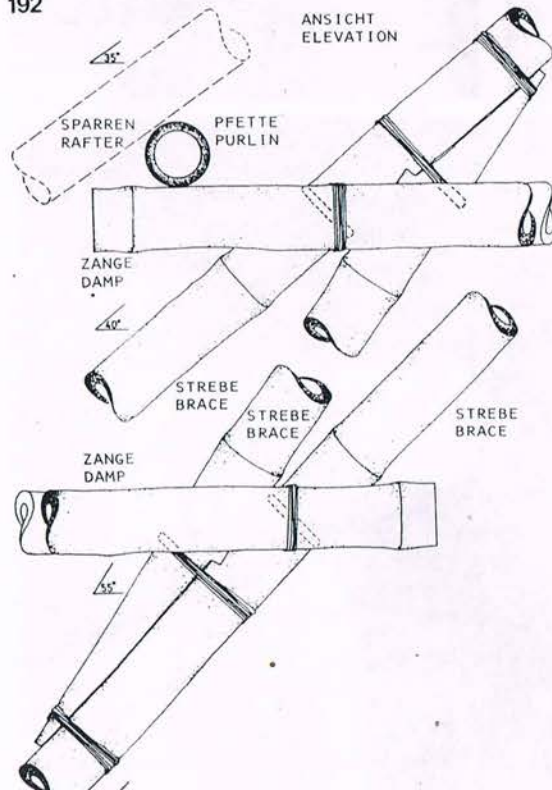


191

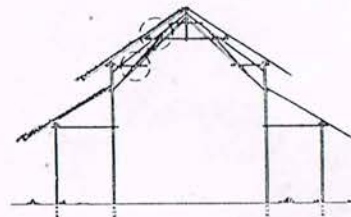


Rohrverbindung mit Seilbund und Kerbe. Aufhängung der Roofen für leichte Konstruktionen.
Joining canes with lashing and notches. Suspension of "roofen" for light structures.

192

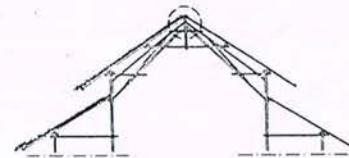
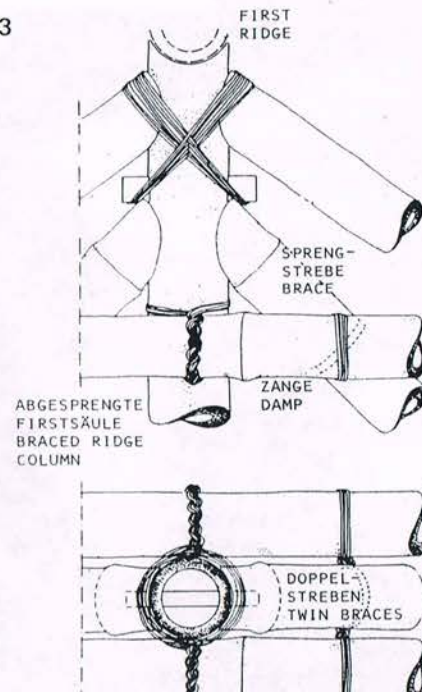


ANSICHT ELEVATION



Rohrverbindung, Versatz Sprengstreben und Zangen.
Clamped cane joint, offset

193



Rohrverbindung abgesprengte Firstsäule.
Cane joint, braced ridge

Seilbund

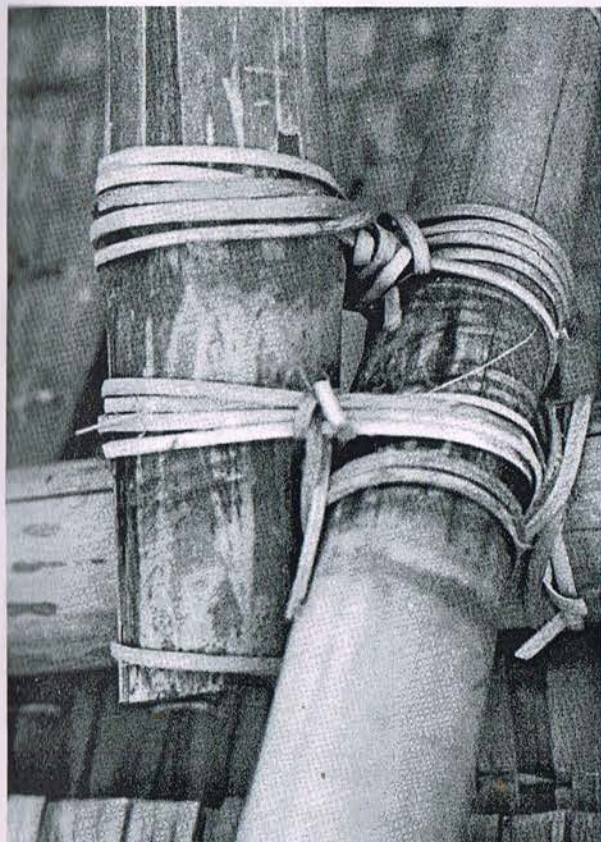
Die gebräuchlichste Art der Verbindung von Bambuskonstruktionen an einem 'Knotenpunkt' ist der Seilbund. Die Bindemittel sind ebenfalls aus organischem Material und sorgen dadurch für eine optimale Verträglichkeit zwischen den einzelnen Elementen innerhalb des ganzen Konstruktionssystems > 194, 195, 196 (Kap. 2.2).

> 194, 195

Verbindung mit Bambusstreifen.

> 196

Verbindung mit Rattanstreifen.



Lashed joint

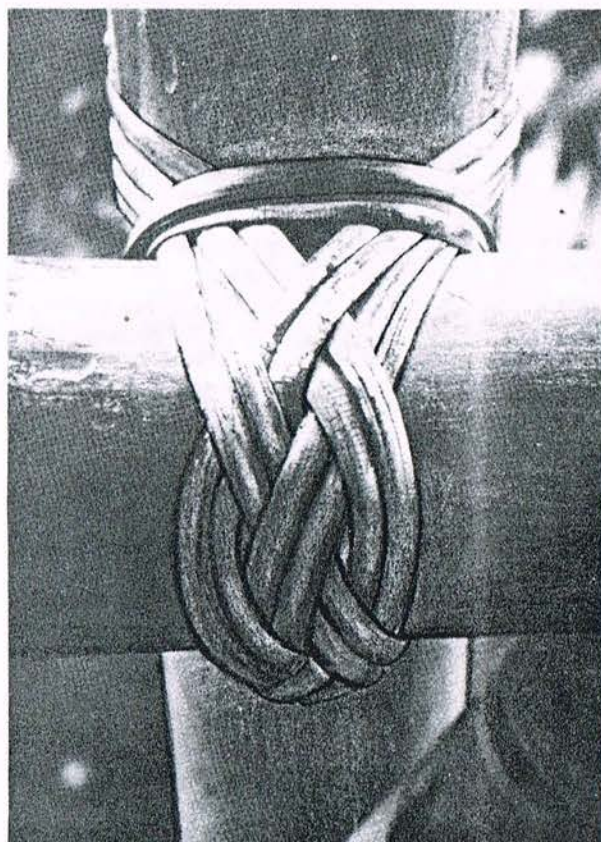
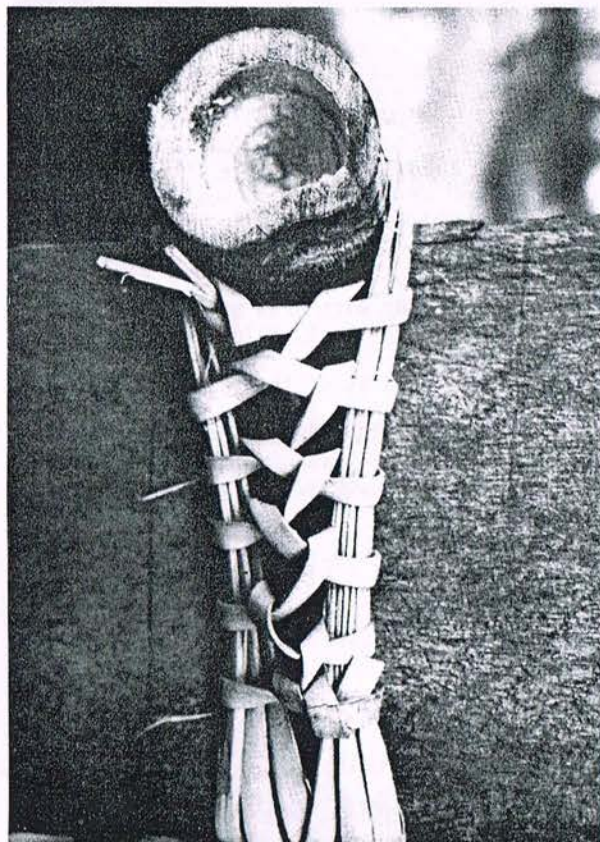
The most frequently used type of joining bamboo poles is the lashed joint. The tie material is also organic and thus ensures optimal compatibility between the elements of the structure > 194, 195, 196 (chap. 2.2).

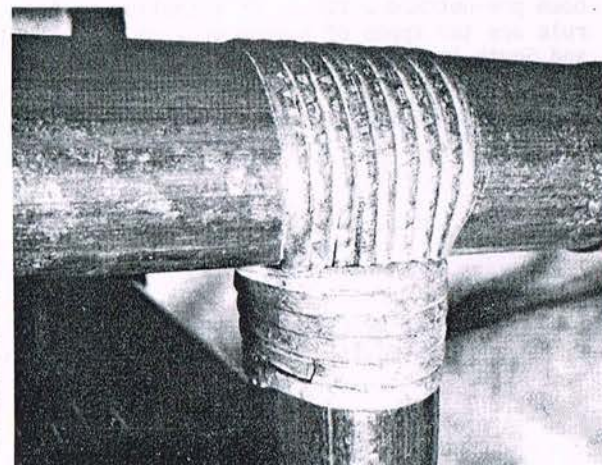
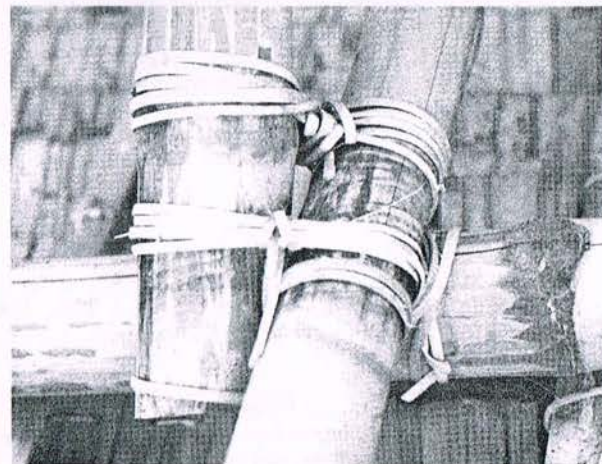
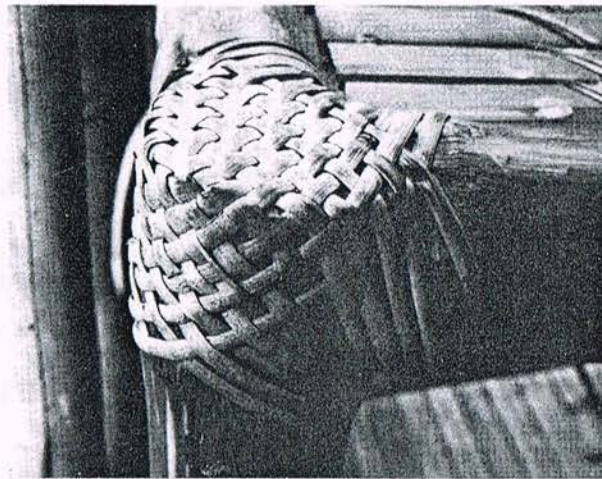
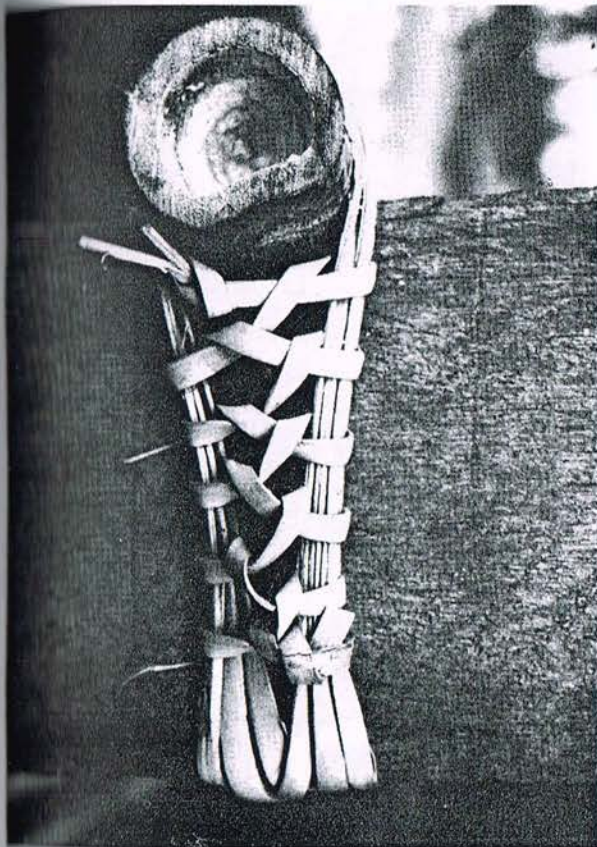
> 194, 195

Joint made with bamboo strips.

> 196

Joint made with rattan strips.





Bindedraht

Draht als Bindematerial > 208 liegt an der Grenze vom elementar handwerklichen zum technisch handwerklichen Bereich, weil er ein industrielles Produkt darstellt, ähnlich der synthetischen Schnur. Verzinkt ist Eisendraht ausreichend korrosionsgeschützt und erreicht die gleiche Lebensdauer wie Bambusmaterial. In der Festigkeit und in seinen Verarbeitungseigenschaften ist er den organischen Materialien gleichwertig. Der relativ hohe Kaufpreis ist ein Nachteil.

Verbindung mit Steckelementen

Holzverbindungen wie Zapfen und Zapfenlöcher > 209, 210, die bei unseren Zimmermannsmäßigen Verbindungen üblich sind, kommen bei Bambuskonstruktionen nur selten zur Anwendung. Volles Kantholz und Zylinderrohr haben hier abweichende Eigenschaften, die sich auf die Materialbehandlung zwingend auswirken. Sekundäre Steckelemente, meist im Zusammenhang mit einem Seilbund, übernehmen bei Bambusverbindungen die Aufgabe der unterschiedlichen Profilformen der Vollholz-Verbindungen (Verkammerung, Überblattung, Verzapfung), die Zug- und Druckkräfte aufnehmen können.

Stege und Konsolen > 211, 212, 213, 213a; Splint und Bolzen > 214, Holznagel, Bolzen > 188, 215, 215a; Steckzapfen > 218; Dollen > 219; Stecklatte > 216, 216a; Drucklatte > 217, 217a.

Der Metallnagel zählt zu den selbstlochenden Steckelementen. Die keilförmige Durchdringung spaltet meistens Bambus auf > 220, wenn das Material nicht ganz jung ist oder vorgekerbt wird > 220a. Eine Ausnahme bilden zwei nagelbare Bambusarten in Mittel- und Südamerika: *Guadua angustifolia* und *Chusquea* (US Dept. 1958).

> 208

Verzinkter Draht als Bindemittel für Rohr-Rohr-Verbindung, Arbeitsgerüst; Djakarta, Indonesien, Aug. 1975.

> 209, 210

Rohrverbindung mit Pfostenkopf; Zapfen und Zap-

Tie wire

Tie wire as a jointing material > 208 is on the border between traditional and technical craft methods because wire is, like synthetic string, an industrial product. Galvanised soft steel wire is sufficiently corrosion-resistant and achieves the same durability as bamboo. With respect to its strength and the properties it is equivalent to the organic materials. The relatively high cost is disadvantageous.

Strengthened joints

Wood joints such as mortise and tenon > 209, 210 which are common in carpentry are only rarely used in bamboo structures. The properties of solid timber are different from those of cylindrical cane and impose particular techniques for working the material. In bamboo joints secondary pin and socket elements - in combination with lashing - take over the tasks of the different solid timber joints (dovetailing, tenoning, halving) which are capable resisting and transferring the tensile and compressive stresses.

Cross-pieces and brackets > 211 to 213, 213 a, bolts > 214, wooden nails, dowels > 188, 215, 215a, plug pins > 218, shoulder pins > 219, flat keys > 216, 216a, and compression battens > 217, 217a.

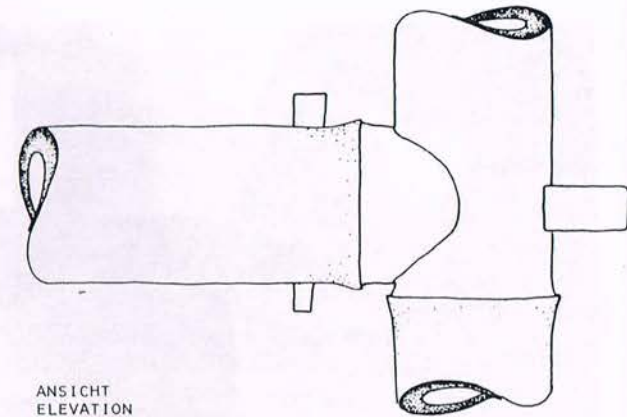
The metal nail is a self-formed pin-and-socket element. During penetration the nail splits the cane if the material is not young or has not been pre-notched > 220 a. An exception to this rule are two types of bamboo growing in Central and South America which can be nailed: *Guadua angustifolia* and *Chusquea* (US Department 1958).

> 208

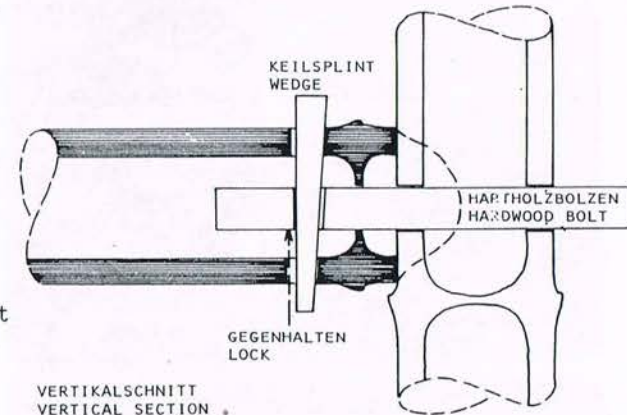
Galvanised wire as tie material for bamboo canes used for scaffolding; Djakarta, Indonesia, Aug. 1975.

> 209, 210

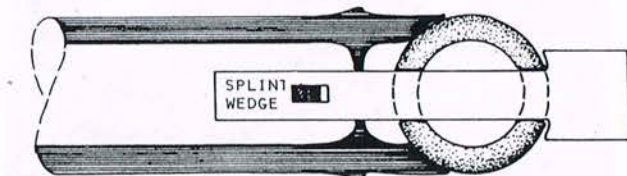
Cane joint formed by head of post, tenons and



ANSICHT
ELEVATION



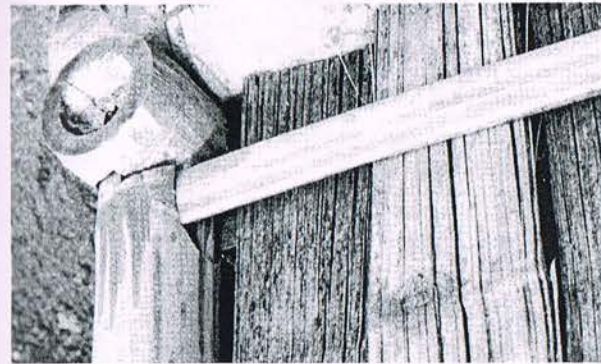
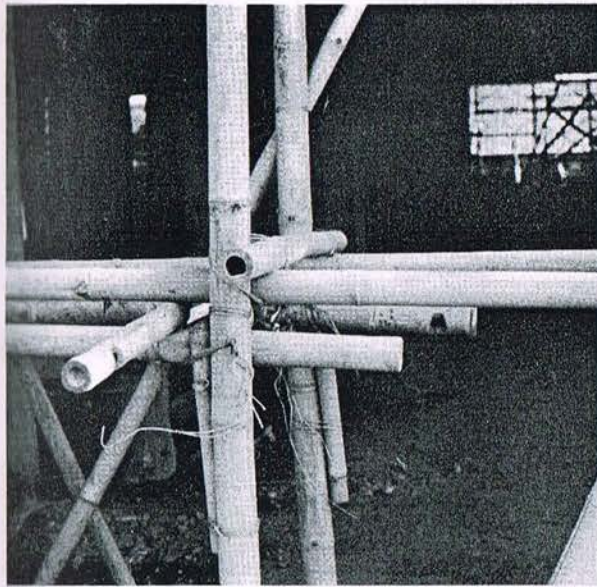
VERTIKALSCHNITT
VERTICAL SECTION



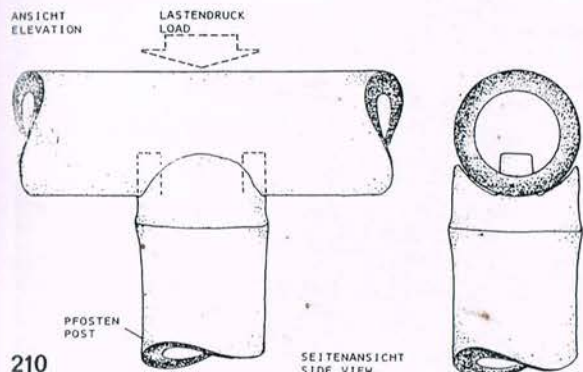
HORIZONTALSCHNITT
HORIZONTAL SECTION

Rohrverbindung bei größeren Querschnitten mit Hartholzbolzen und Hartholzsplint. (Nach U.S. Dep.)

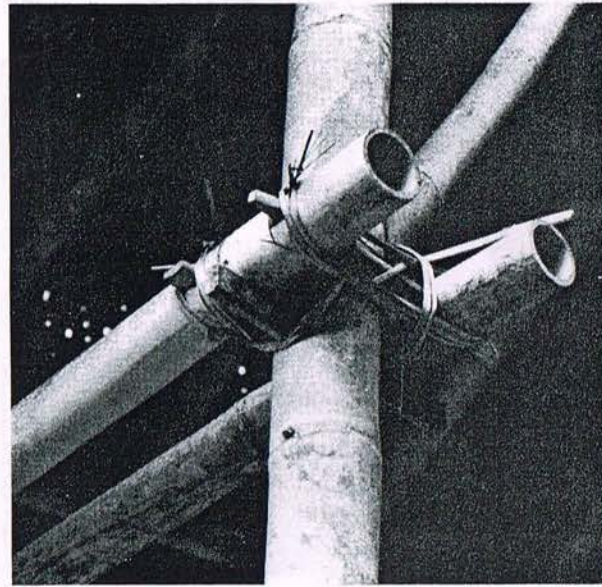
Joint for larger cane diameters using hardwood bolt and wedge. (Ref. U.S. Dep.)



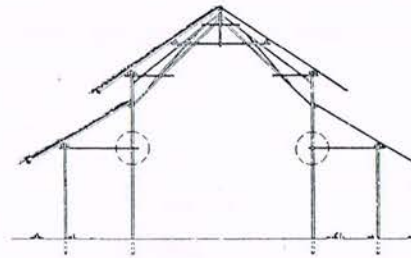
208, 209



210



211

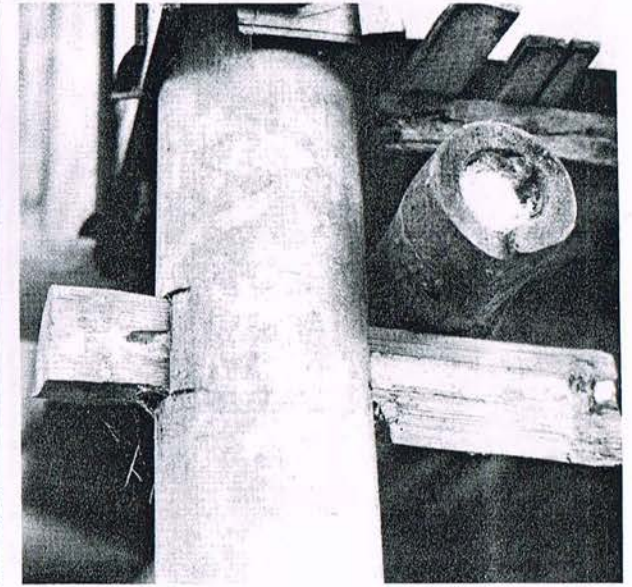


211

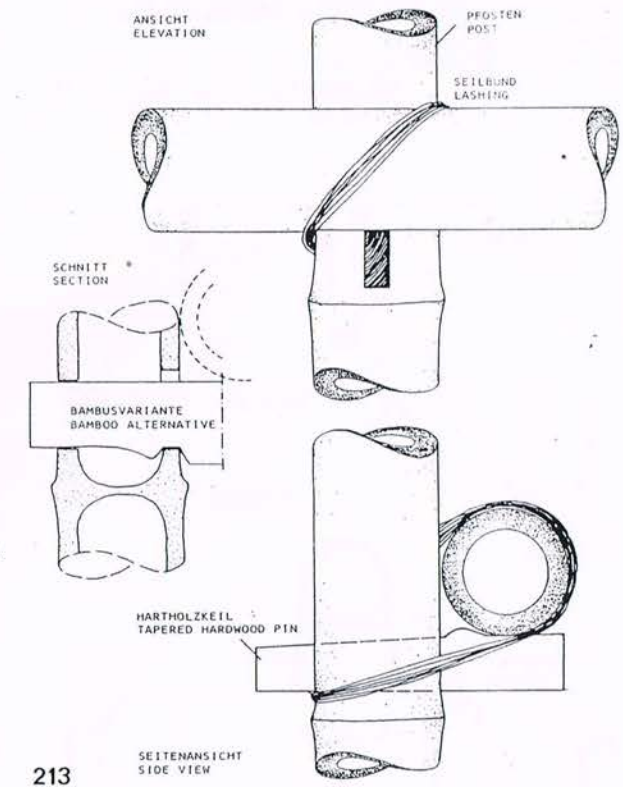
> 211, 212
Rohrverbindung mit Konsol- und Steckhölzern,
Rattan - Seilbund; Ubud, Bali, Indonesien,
September 1975.
> 213
Konsolsteckzapfen; Legaspi, Luzon, Philippinen,
September 1976.

> 211, 212
Cane joint using brackets and cross-pieces,
rattan lashing; Ubud, Bali, Indonesia, Sep-
tember 1975.

> 213
Inserted bracket pin; Legaspi, Luzon, Philip-
pines, September 1976.



213a



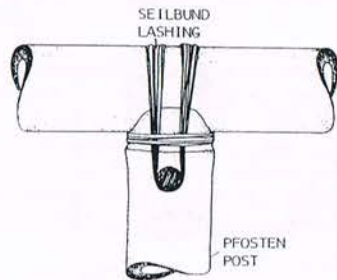
213



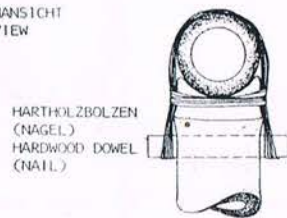
215a

Rohrverbindung mit Pfostenkopf, Bolzen senkrecht zum Querbalken; Ubud, Bali, Indonesien, September 1977.
Cane joint formed by head of post and dowel perpendicular to the purlin; Ubud, Bali, Indonesia, September 1977.

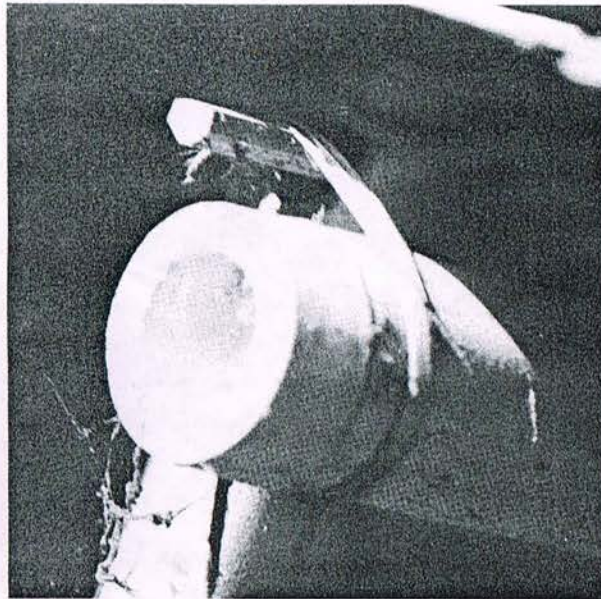
ANSICHT
ELEVATION



SEITENANSICHT
SIDE VIEW



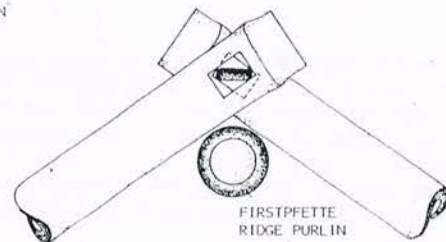
215



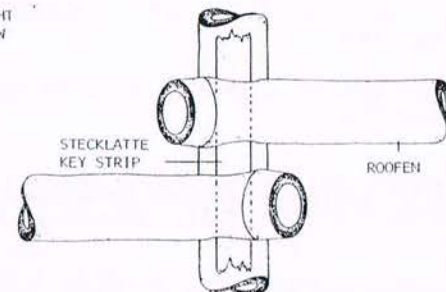
216a

Rohrverbindung mit Stecklatte als Stabilisierung. Cane joint with stabilising key strip.

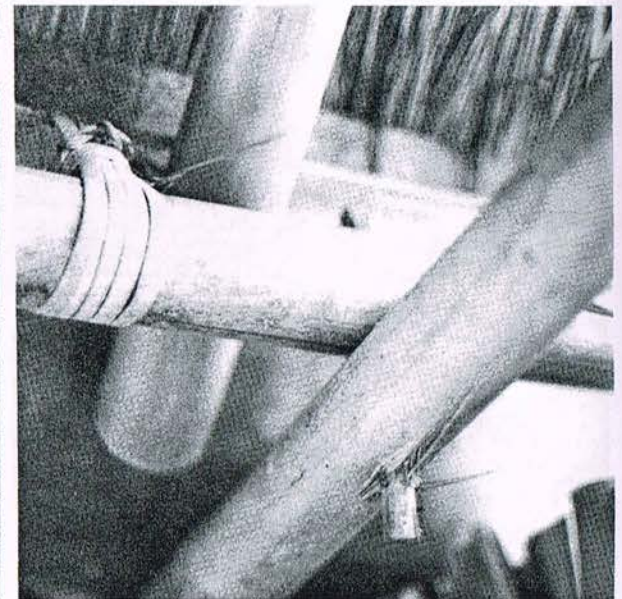
ANSICHT
ELEVATION



DRAUFSICHT
PLAN VIEW



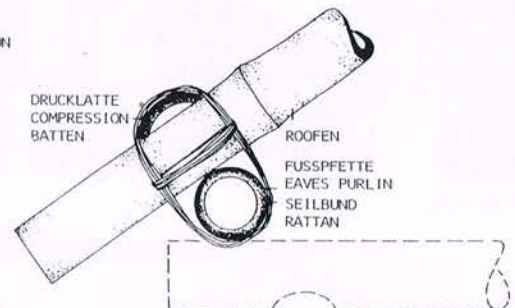
216



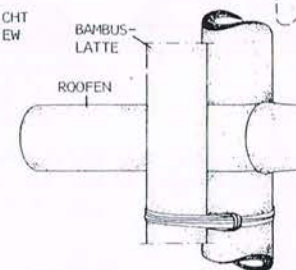
217a

Rohrverbindung am Dachfuß; Aguilar, Pangasinan, Luzon, Philippinen, September 1976.
Cane joint at the eaves; Aguilar, Pangasinan, Luzon, Philippines, September 1976.

ANSICHT
ELEVATION



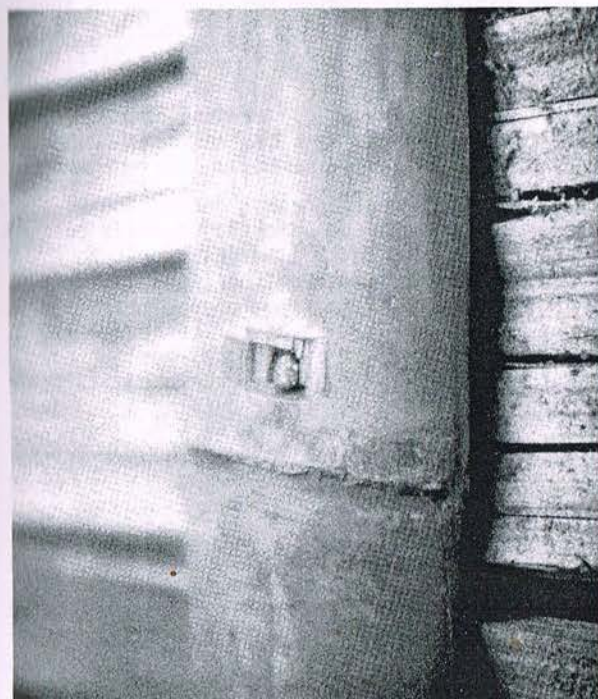
DRAUFSICHT
PLAN VIEW



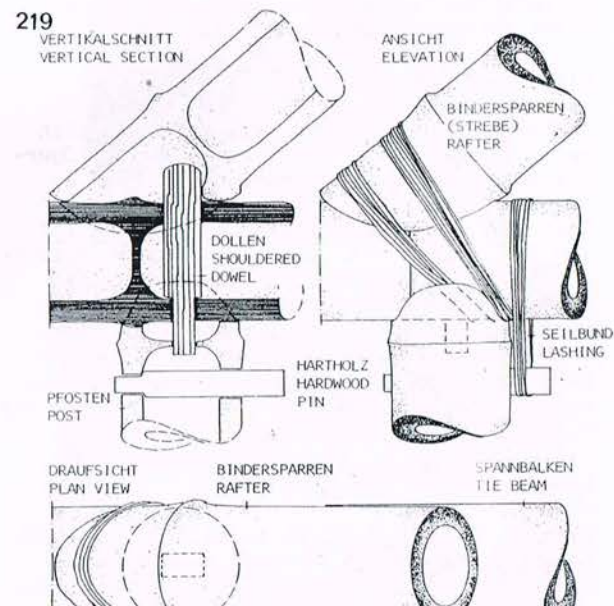
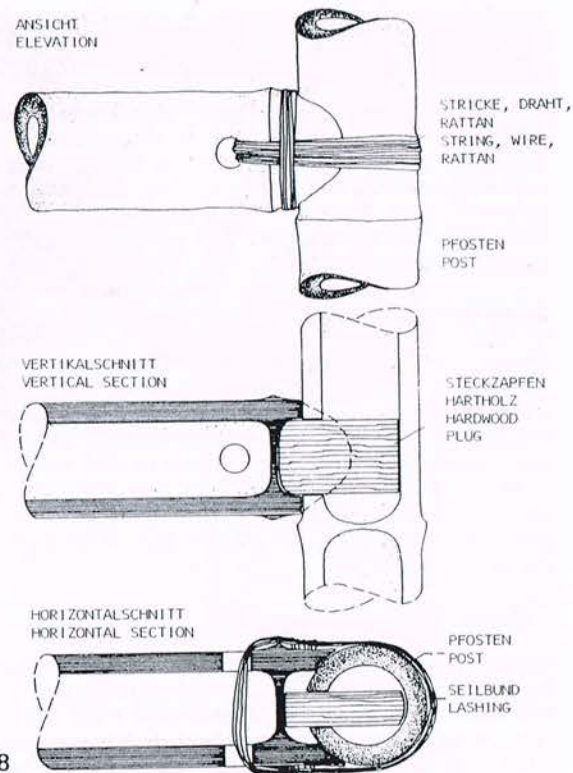
217

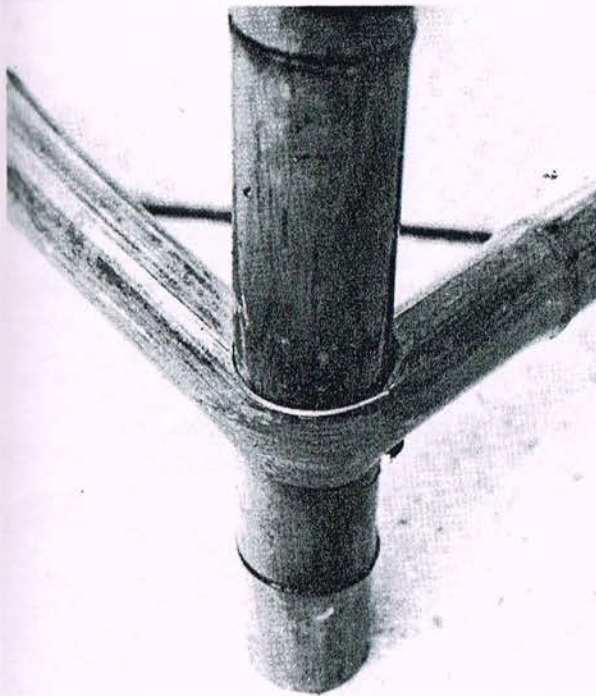


- > 218
Rohrverbindung mit Steckzapfen und horizontaler Bohrung, gebunden.
- > 219
Zapfen, Bohrung, Seilbund.
- > 220
Materialspaltung durch Nagelung.
- > 220 a
Nageltechnik ohne Aufspaltung; Serian, Sarawak, Ost-Malaysia, August 1976.

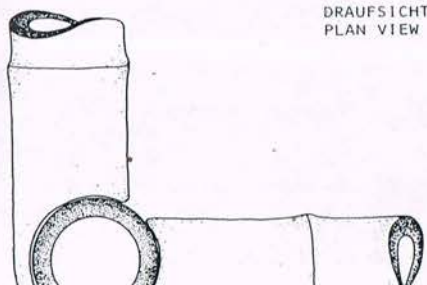
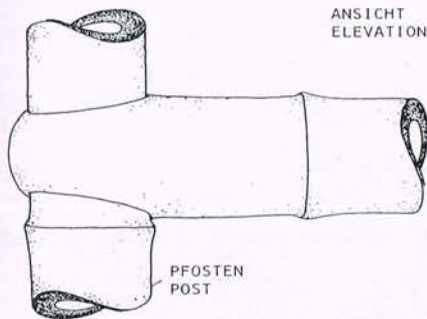


- > 218
Lashed cane joint with plug, horizontal drill hole.
- > 219
Shouldered dowel, drill holes, lashing.
- > 220
Splitting material by nailing.
- > 220 a
Nailing method without splitting; Serian, Sarawak, East-Malaysia, August 1976.



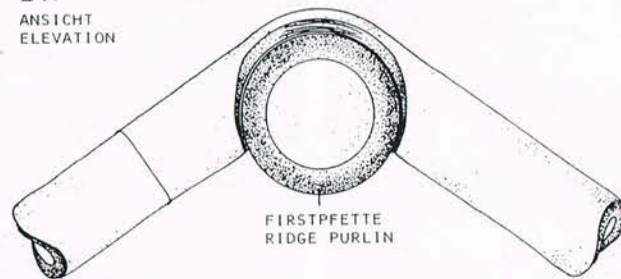


240

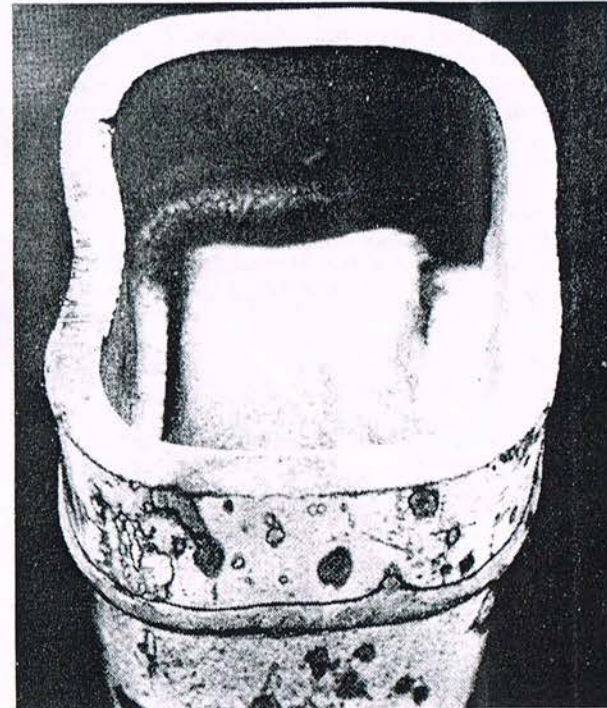
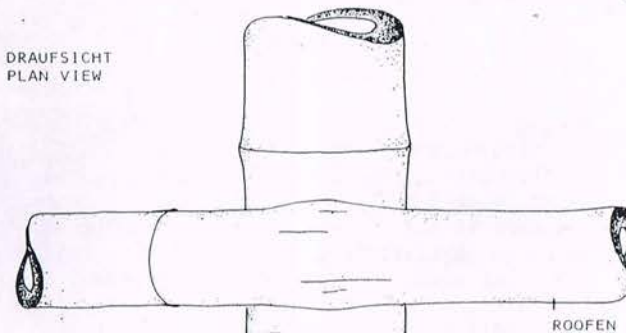


241

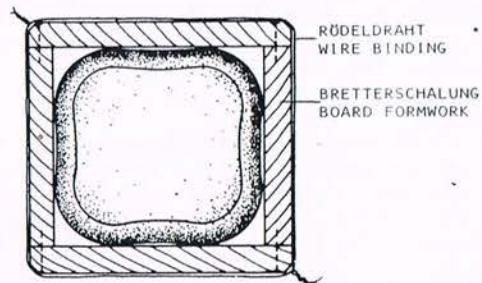
ANSICHT
ELEVATION



DRAUFSICHT
PLAN VIEW



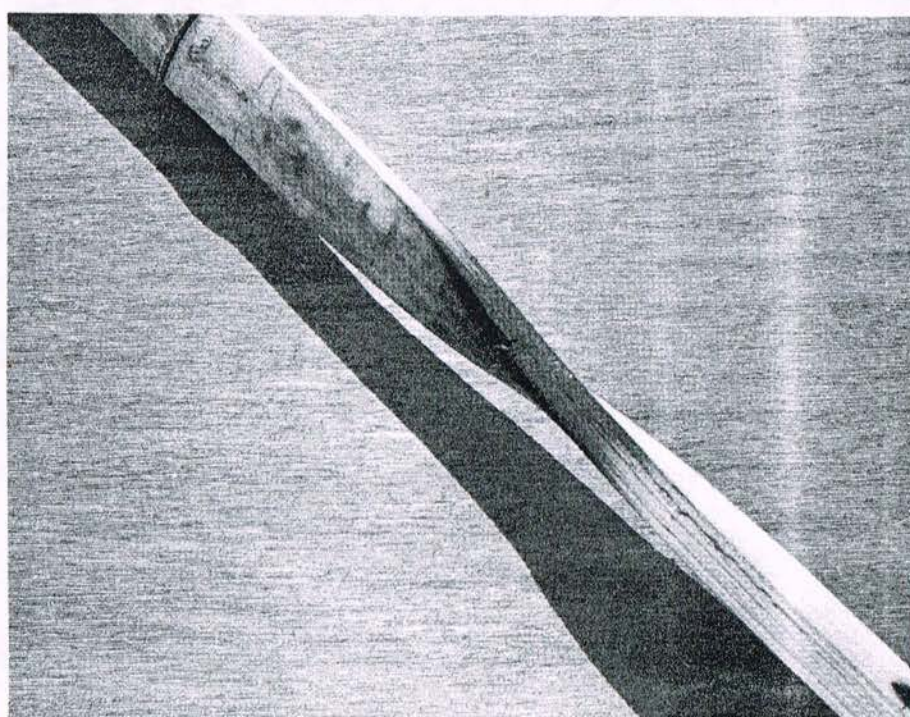
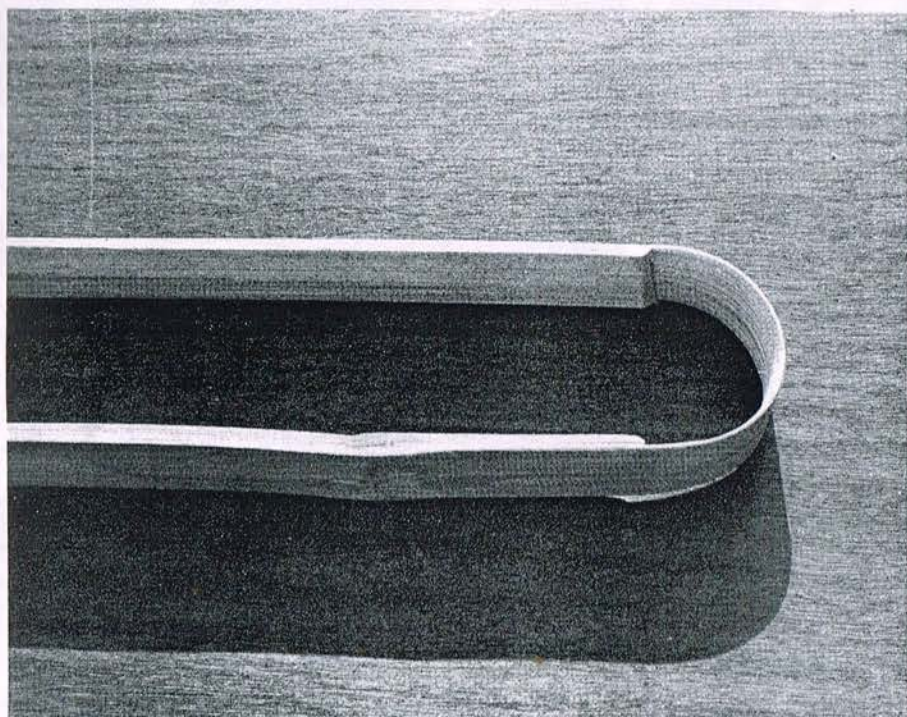
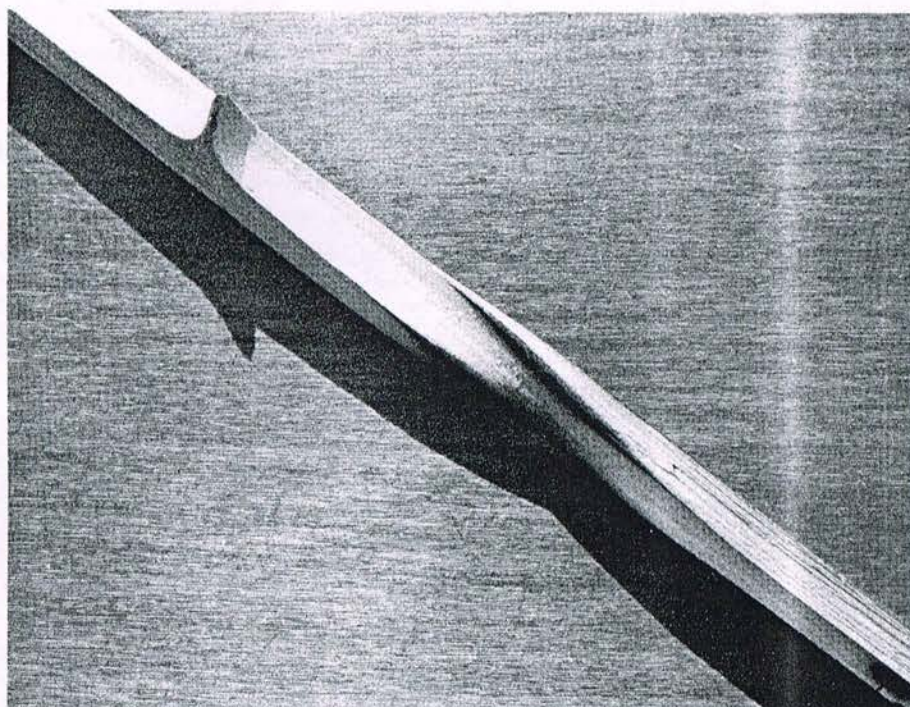
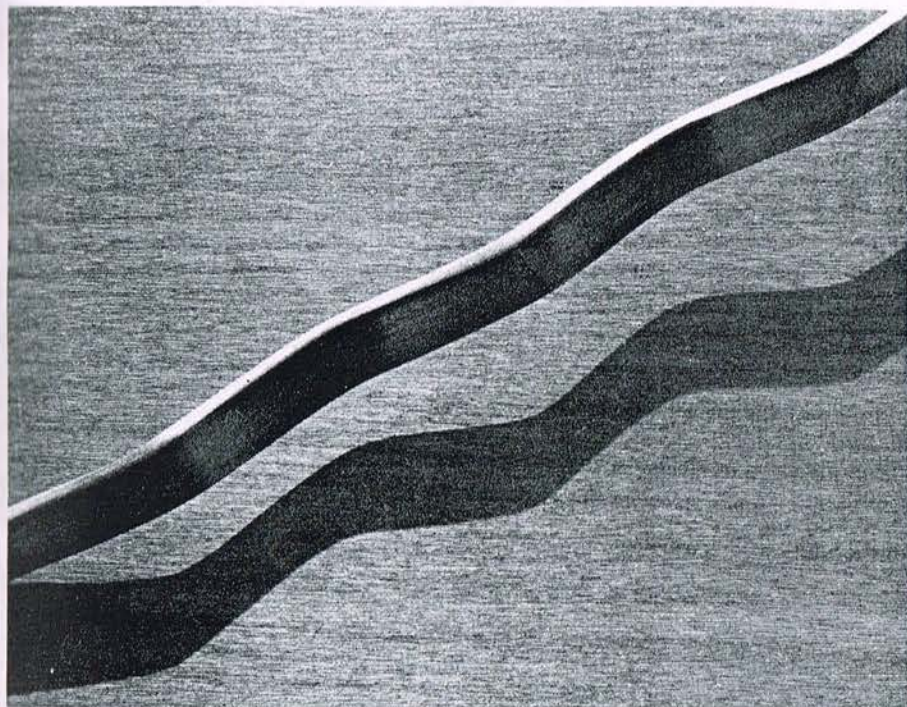
243



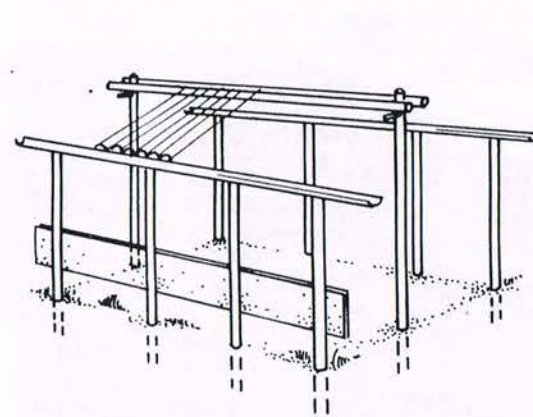
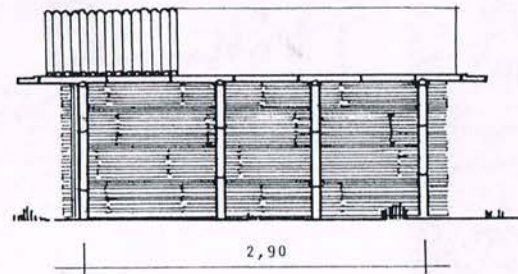
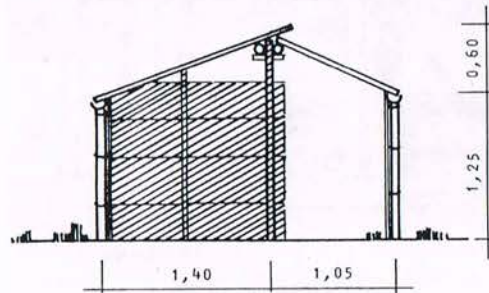
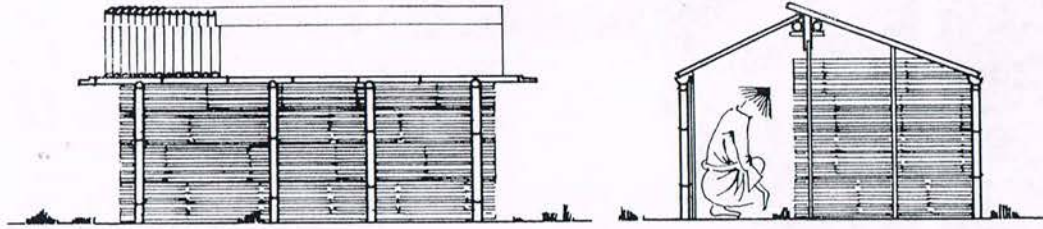
242

- > 240 Stuhlbeinverstrebung mit abgebogenen Rohren; Mandalay, Burma, Januar 1973.
- > 241 Abgebogene Rohre als Sparren; Rekas, Westflores, Indonesien, Oktober 1977.
- > 242 Zylinderrohr zu Vierkanrohr kalt verformt.
- > 243 Bambusvierkanrohr; Laguna, Philippinen, September 1976.

- > 240 Chair leg braced with bent canes; Mandalay, Nurma, January 1973.
- > 241 Bent canes used as rafters; Rekas, West Flores, Indonesia. October 1977.
- > 242 Naturally cylindrical cane forced into a



ANSICHTEN
ELEVATIONS

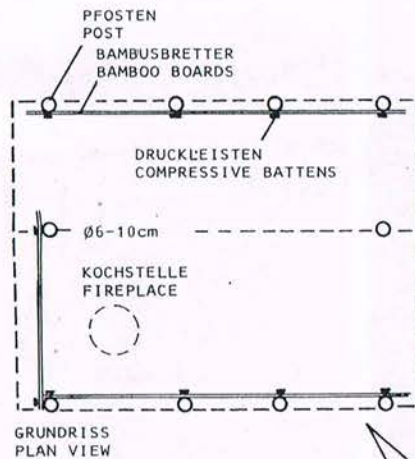


KONSTRUKTIONSSCHEMA
SCHEMATIC DESIGN DRAWING

280

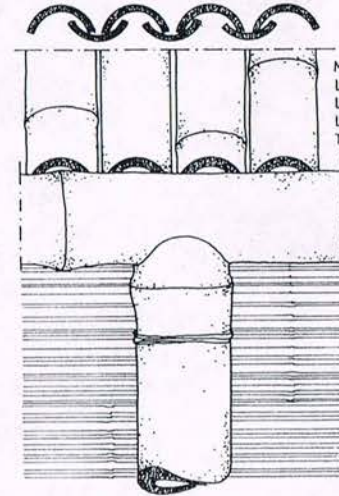
Traufe, Verbindungen von Dach, Dachrinne, Pfosten und Wand; Lingga, Sumatra, Indonesien, Sept. 1976.

Eaves, joint- roof, gutter, post and wall; Lingga, Sumatra, Indonesia, Sept. 1976.



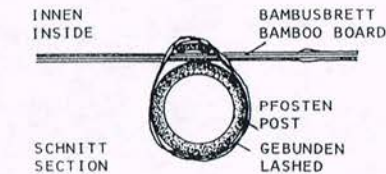
GRUNDRISS
PLAN VIEW

ANSICHT
ELEVATION



MÜNCH UND NONNE
LANGSCHINDELN
LONG SHINGLES
LAID IN ROMAN
TILE FASHION

VERTIKALSCHNITT
VERTICAL SECTION

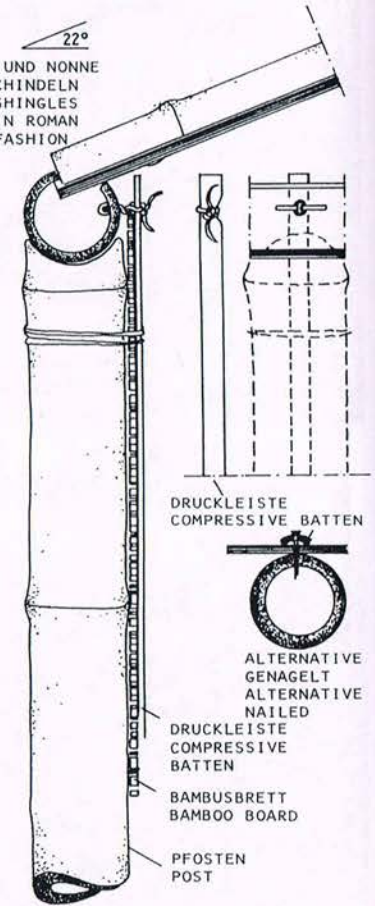


INNEN
INSIDE

BAMBUSBRETT
BAMBOO BOARD

PFOSTEN
POST
GEBUNDEN
LASHED

SCHNITT
SECTION



DRUCKLEISTE
COMPRESSIVE BATTEN



ALTERNATIVE
GENAGELT
ALTERNATIVE
NAILED

DRUCKLEISTE
COMPRESSIVE
BATTEN

BAMBUSBRETT
BAMBOO BOARD

PFOSTEN
POST

280a

Schutzhütte für Feldarbeiter, Konstruktionszeichnungen.
Shelter for farm workers, constructional drawings.

6.3 VERBINDUNGEN

Die Knotenpunkte sind objektbezogene Beispiele für Bambushäuser anhand des Musters eines einfachen Wohnhauses wie > 287. Sie werden ergänzt von Kap. 3.6.4-8. Abbildungen sind teils Ergänzungen, teils Dokumentationen zu den Figuren.

6.3.1 VERBINDUNGEN VERTIKAL - HORIZONTAL

> 288

Rohrverbindung mit durchgehendem Stiel (Pfosten)
Horizontale Bohrung

> 288a

Rohrverbindung; Sanur, Bali, Indonesien, Sept. 1967

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

> 289

Rohrverbindung für leichte Konstruktionen mit dünnwandigen Rohren (US Department). Das Riegelende hat eine zungenförmige Lasche angearbeitet. Diese Form ist nur bei dünnwandigen Rohren brauchbar; bei dickwandigen Rohren muß die Wandstärke der Lasche erst abgearbeitet werden, da sonst das Biegen Quer- risse verursacht.

> 290

Rohrverbindung mit höhengleichen Riegeln, durchgehender Stiel, horizontale Bohrung. Ein Stoß von zwei höhengleichen, fluchtenden Riegeln. Pfosten und Riegel befinden sich in einer Ebene. Wenn an den Riegelenden keine Nodien zu liegen kommen, müssen die Enden mit Seilbundbandagen gegen Aufspalten gesichert werden; dadurch wäre auch die Länge der Seilbundschnur verkürzbar wie bei Abb. 288.

6.3 JOINTS

The illustrated joints for bamboo houses are demonstrated by the example of a simple bamboo dwelling as is shown in > 287. They enlarge the sections 3.6.4 - 8. The illustrations extend or document the figures.

6.3.1 JOINTS VERTICAL - HORIZONTAL

> 288

Cane joint with continuous post, horizontal drilled hole.

> 288 a

Cane joint; Sanur, Bali, Indonesia, Sept. 1967

The forces are supported by the end of the rail and the lashing. The rope of the lashing is liable to damage at the drill hole edges. An additional bandage shortens the length of the loops and prevents the rail from splitting. The node of the post acts as a wedge and impedes the rail from slipping.

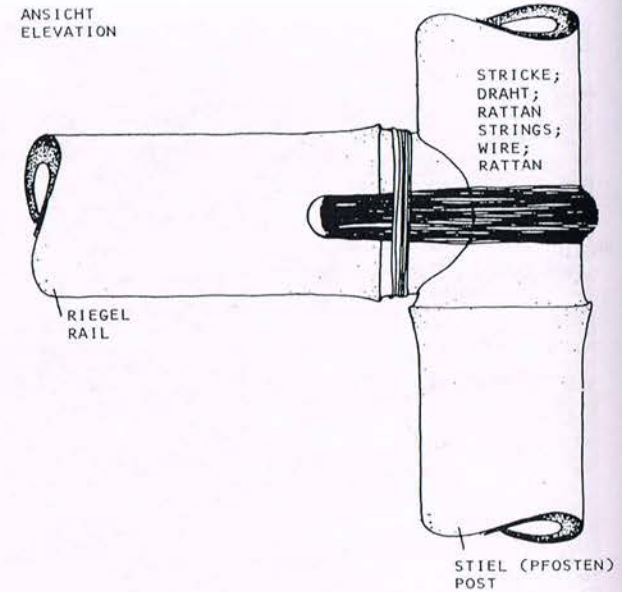
> 289

Cane joint for light structures consisting of thin-walled canes (US Department). The end of the rail is provided with a tongue-shaped strap. This form can only be used for thin-walled canes; with thick-walled canes the thickness of the strap has to be reduced to avoid transversal cracking during bending.

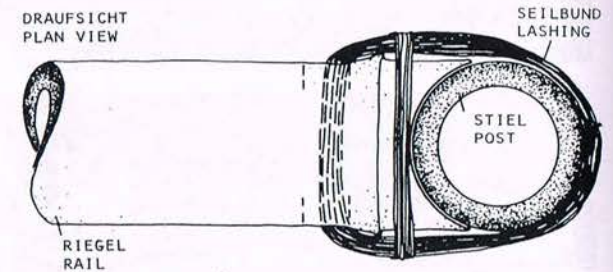
> 290

Cane joint with level rails, continuous post, horizontal drill holes. Joint of two rails aligned at the same level. Post and rails are located in the same plane. If the rails do not terminate in nodes, the rail ends must be protected against splitting by rope bandages. Such bandages also reduce the length of the lashing (see > 288).

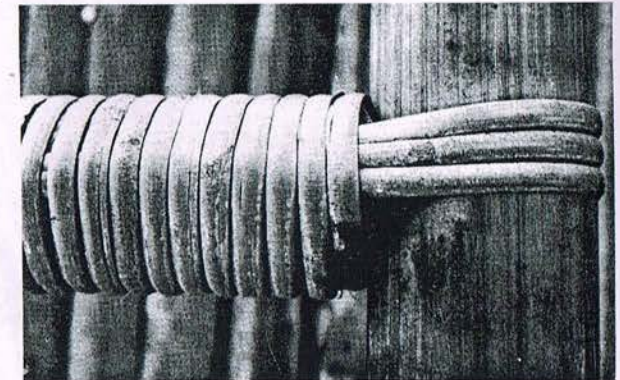
ANSICHT
ELEVATION



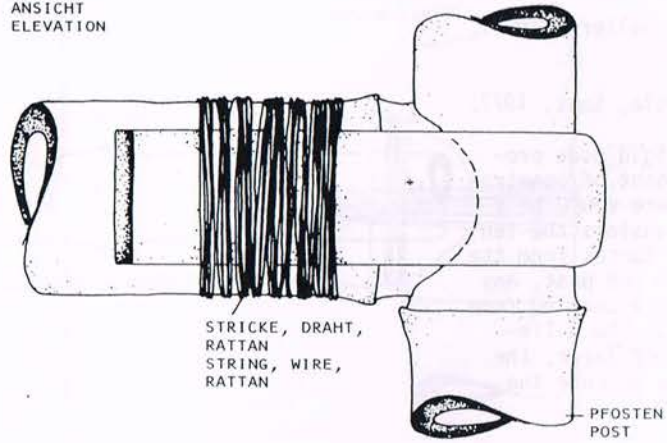
DRAUFSICHT
PLAN VIEW



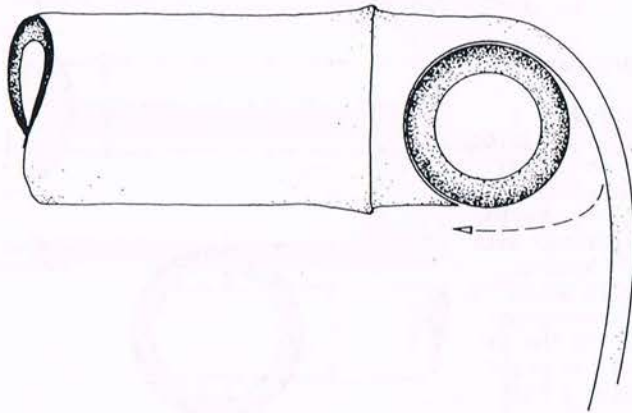
288



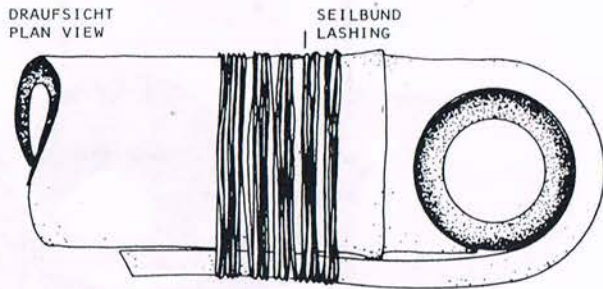
ANSICHT
ELEVATION



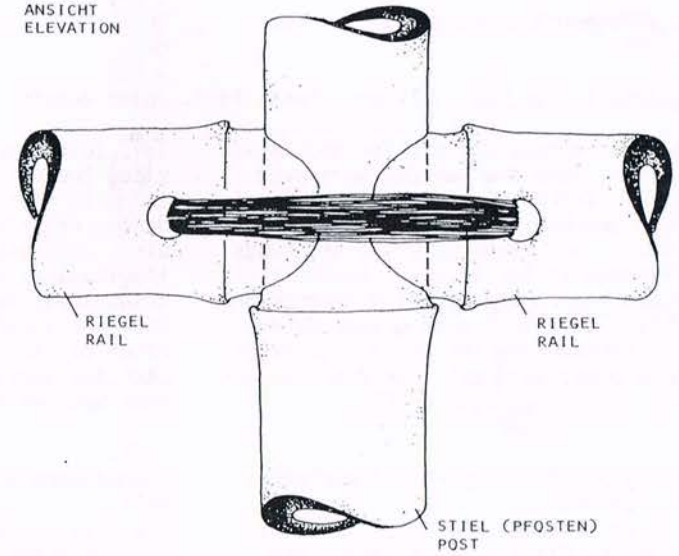
DRAUFSICHT MONTAGE
PLAN VIEW DURING
CONSTRUCTION



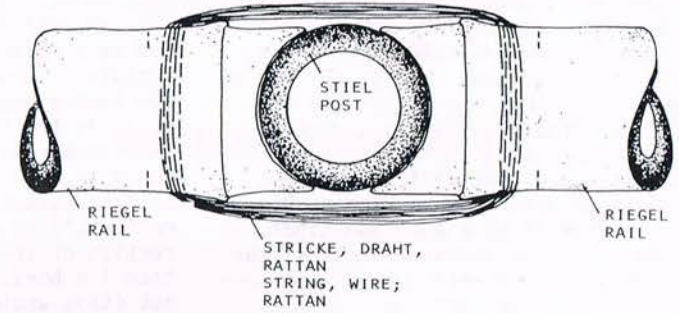
DRAUFSICHT
PLAN VIEW



ANSICHT
ELEVATION



DRAUFSICHT
PLAN VIEW



> 291

Verbindung zwischen kleinen und großen Querschnitten.

> 292

Verbindungsdetail; Mas, Bali, Indon., Sept. 1977.

Diese Verbindung könnte als steifer Knoten ausgebildet werden, wenn die Rohrdurchdringung ohne Spielraum bleibt. Die Gefahr des Aufspaltens ist dann gegeben. Der Splint überträgt die Zug-, Druck- und Drehkräfte aus der Längsachse des Riegels in den Pfosten. Querkräfte und Biegemomente gibt der Riegel direkt an den Pfosten weiter. Bei nicht sehr großen Unterschieden der Rohrdurchmesser ist die gezeichnete Variante günstiger, weil der Pfostenquerschnitt eine Öffnung weniger erhält.

> 293

Rohrverbindung mit Steckzapfen und horizontaler Bohrung, gebunden.

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.

> 294

Rohrverbindung bei grösseren Querschnitten mit Hartholzbolzen und -splint. (US Department). 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 Rohrwandausschnitt mehr in Faserrichtung lägen und weniger Faserstränge durchtrennen 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 (ein kleiner, zweiter Splint an seinem schmalen Ende könnte ihn wiederum sichern).

> 291

Joining of canes of larger and smaller diameters.

> 292

Joint detail; Mas, Bali, Indonesia, Sept. 1977.

This joint could be made as a rigid node provided there is no play at the point of penetration. In that case, however, there would be a danger of splitting. The pin transfers the tensile, compressive and torsional forces from the longitudinal axis of the rail to the post. Any transversal and bending forces are carried from the rail directly to the post. If the difference of the cane diameters is not large, the sketched version is of advantage because the post has one fewer hole.

> 293

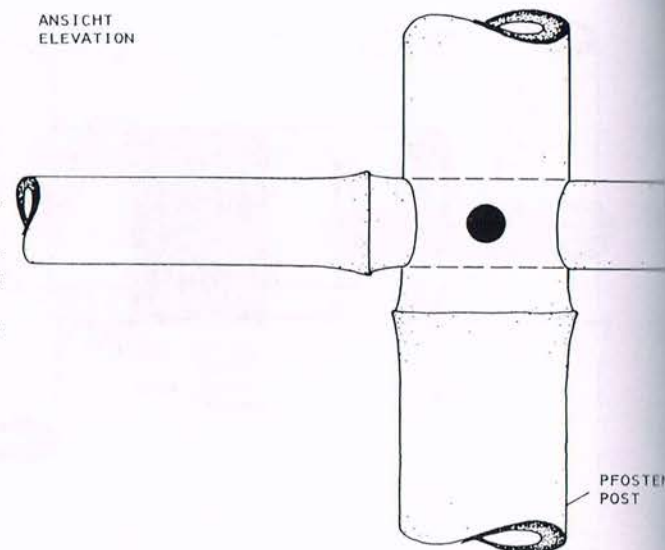
Lashed cane joint with plug and horizontal hole.

The plug prevents the rail from sliding. The best position for the aperture in the post is the immediate vicinity of a node.

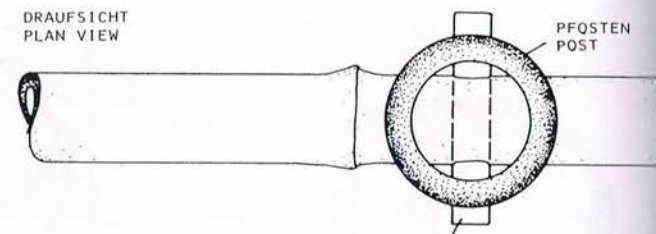
> 294

Cane joint for larger diameters using hardwood cotter pins (US Department). Five holes, the bolt and the pin represent a very expensive and time-consuming form of joint. The rail is secured against sliding in all directions. It would be better for the post if the hammer-head bolt stood on edge, because the slots in the post wall would be orientated with the fibres and therefore fewer fibre bundles would be cut. The rigidity of the bolt would also be higher because the greater inertia moment would be acting perpendicularly to the direction of the main load. The cotter pin would then lie horizontally and could possibly fall out (this would be prevented by an additional smaller pin at the narrow end of the taper).

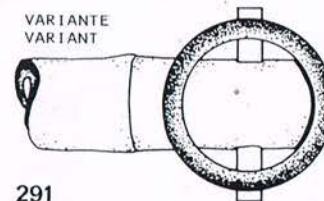
ANSICHT ELEVATION



DRAUFSICHT PLAN VIEW

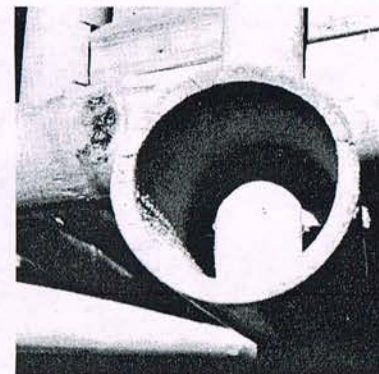


VARIANTE VARIANT



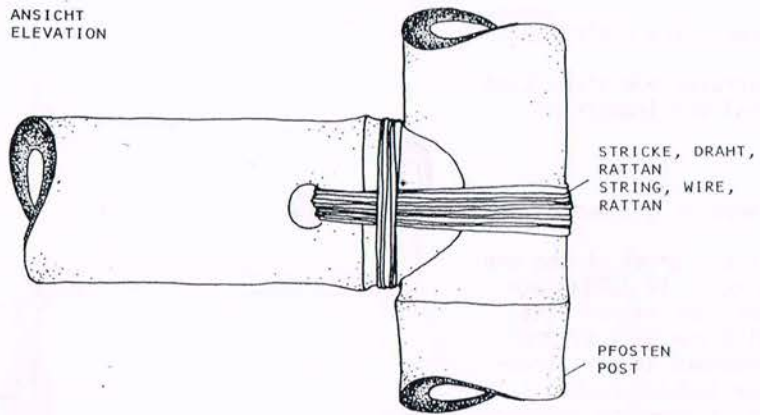
HARTHOLZSPLINT HARDWOOD PIN

291

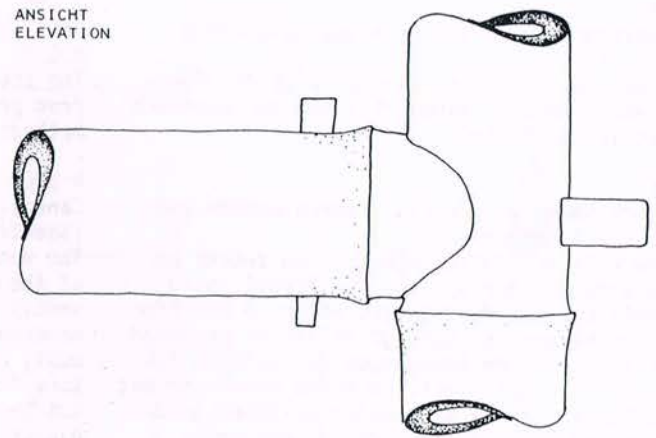


292

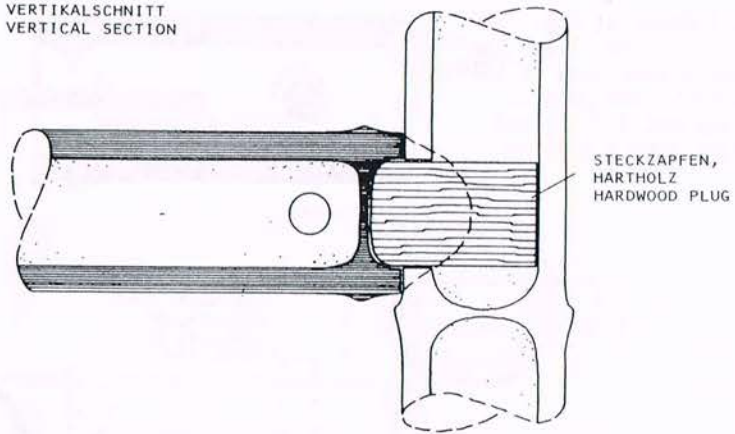
ANSICHT
ELEVATION



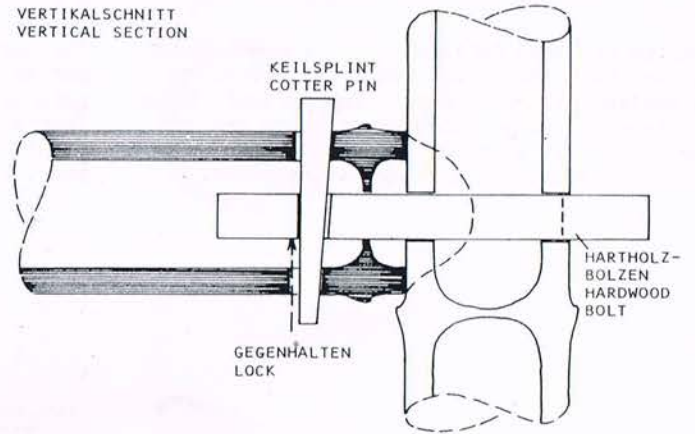
ANSICHT
ELEVATION



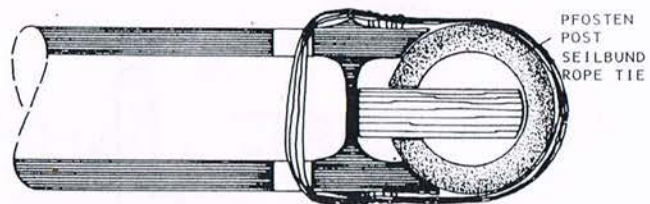
VERTIKALSCHNITT
VERTICAL SECTION



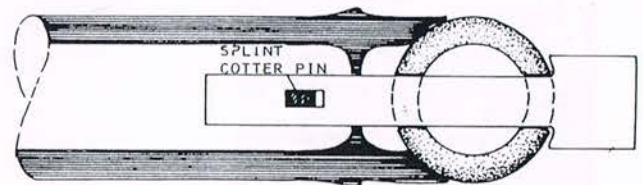
VERTIKALSCHNITT
VERTICAL SECTION



HORIZONTALSCHNITT
HORIZONTAL SECTION



HORIZONTALSCHNITT
HORIZONTAL SECTION



> 295

Fachwerkverbindung mit Stahlspannern (nach Pettit, V.C.)

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

> 296

Rohrverbindung mit Zapfen, Zapfenlöchern und Keil. (nach Soedarmanu)

Die verkeilten 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 geringen Bewegungen 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 sein.

> 297

Rohrverbindung mit Pfostenkopf durch Druck.

> 297 a

Lingga, Sumatra, Toba See, Indonesien, Aug. 1976

Pfosten und Rähm befinden sich in einer Ebene. Nur der Lastendruck aus dem Eigengewicht der Balkenlage hält das Rähm in dem muldenförmigen Pfostenkopf. Gegen Abheben und gegen axiale Bewegungen ist es nicht befestigt. Der Knotenpunkt ist wie ein Gleitlager ausgebildet.

> 295

Cane joint using steel draw bolts (Pettit, V.C.).

The steel draw bolt illustrates the transition from primitive to technical and industrial methods.

> 296

Cane joint using tenon, mortise and wedge (Soedarmanu).

The wedged tenons would first break at the end of the rail or split the rail. If during assembly the wedge is driven home without the necessary care it may split the wall of the post. Even with small movements in the structure the wedge will become loose because it is not secured. It should be retained by lashing diagonally around the post.

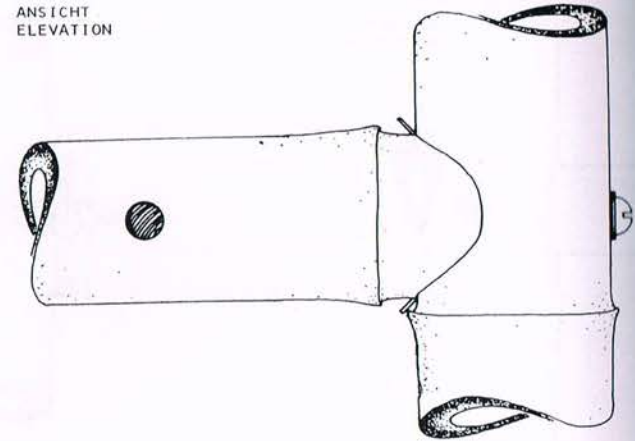
> 297

Compression joint between a cane and the head of the post.

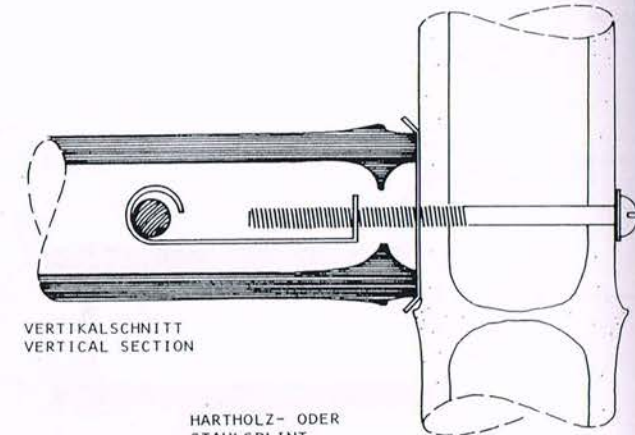
> 297 a

Lingga, Sumatra, Toba sea, Indonesia, Aug. 1976. Post and edge purlin are in the same plane. The purlin is held in the trough-shaped head of the post by the dead load incurred by the joists. This joint is not secured against lifting and axial movements. It is shaped like a gliding bearing.

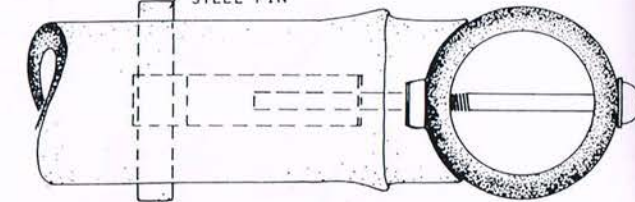
ANSICHT
ELEVATION



VERTIKALSCHNITT
VERTICAL SECTION

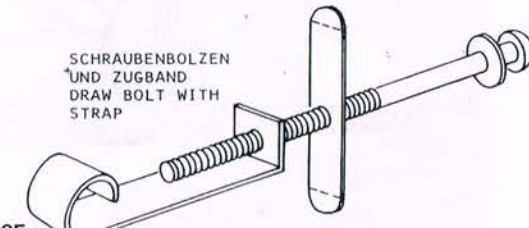


HARTHOLZ- ODER
STAHLSPILINT
HARDWOOD OR
STEEL PIN

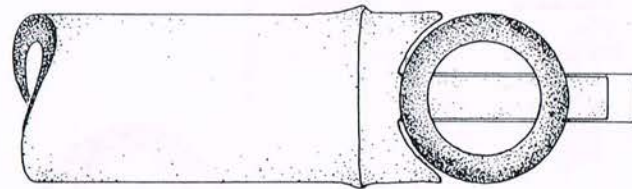
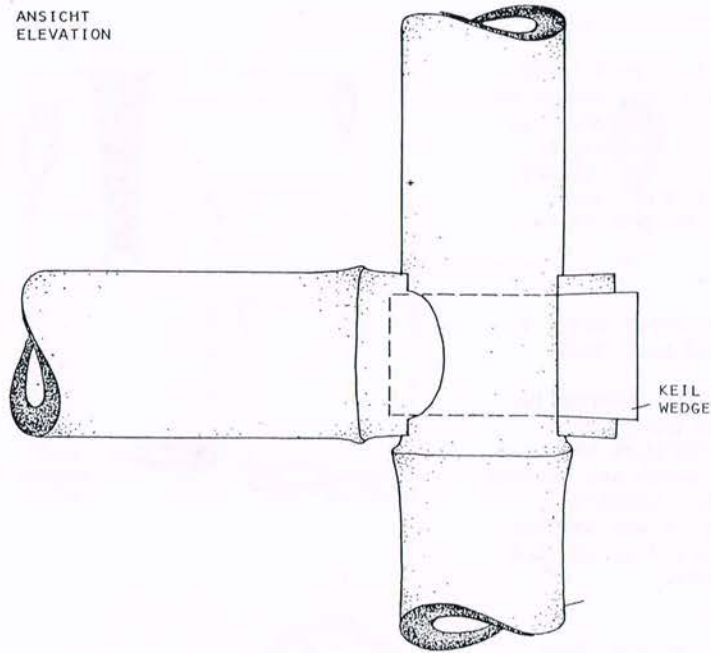


DRAUFSICHT
PLAN VIEW

SCHRAUBENBOLZEN
UND ZUGBAND
DRAW BOLT WITH
STRAP



ANSICHT
ELEVATION

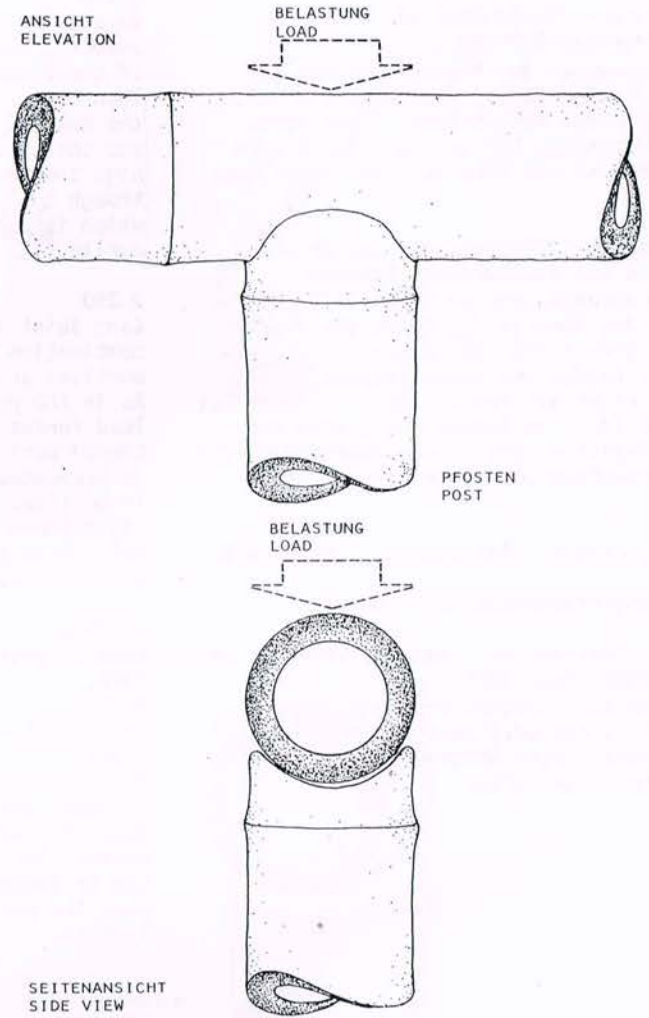


DRAUFSICHT
PLAN VIEW

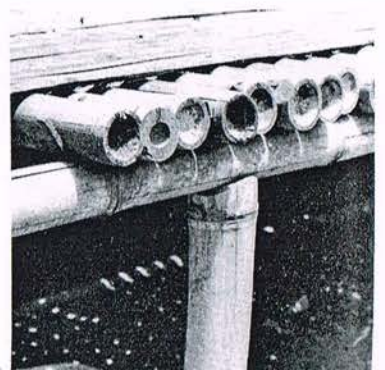
296



ANSICHT
ELEVATION



297 SEITENANSICHT
SIDE VIEW



2070

> 298

Rohrverbindung - Pfostenkopf als Sattelauf-
lager. Horizontale Bohrung

Ist der Durchmesser des Pfostens wesentlich
größer als der des Rähms, dann wird die Mulde
sehr tief, und das Rähm bekommt einen hohen
seitlichen Anschlag. Der Seilbund durch eine
Bohrung senkrecht zum Rähm hält es im Auflager.

> 299

Rohrverbindung mit Pfostenkopf, Zapfen und
Zapfenlöchern bei dickwandigen Rohren.

Wie bei dem vorangegangenen Beispiel preßt der
Lastendruck das Rähm in die Mulde des Pfosten-
kopfes. Ein Verschieben in Längsrichtung ver-
hindern zwei Zapfen und Zapfenlöcher. Reagiert
der Pfosten nicht als Pendelstütze, sondern ist
steif ausgebildet, so können die Zapfen die
Rohrwand aufspalten. Bei dünnen Rohrwänden soll-
te diese Knotenform vermieden werden.

> 299 a

Pfostenkopf; Legaspi, Philippinen, Sept. 1976.

> 300

Rohrverbindung-Pfostenkopf mit Lasche.

> 301

Detailfoto - Pfostenkopf; Padawan, Sarawak, Borneo,
Indonesien, Aug. 1976.

Je nach Größe des Durchmessers kann die Pfo-
stenmulde mit einer oder zwei Laschen (Stegen)
überhöht werden. Gegen Abheben des Rähms ist
keine Vorkehrung getroffen.

> 298

Cane joint - head of post acts as saddle
support, horizontal hole.

If the diameter of the post is much larger
than that of the purlin beam, the trough in
the head of the post will become very deep
and the purlin will be held laterally by
high shoulders. It is held in the support
trough by lashing through a drill hole
which is perpendicular to the axis of the
purlin.

> 299

Cane joint for thick-walled canes using a
combination of trough-shaped post head,
mortises and tenons.

As in the previous example the compressive
load forces the purlin into the trough-
shaped post head. Axial sliding of the beam
is prevented by two tenons which are located
in mortises. If the post were completely
rigid these tenons could split the tubular
wall. This sort of joint should be avoided
with thin-walled bamboo canes.

> 299 a

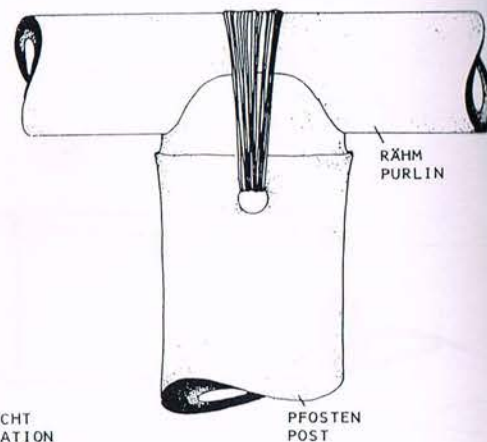
Head of post; Legaspi, Philippines, Sept.
1976.

> 300

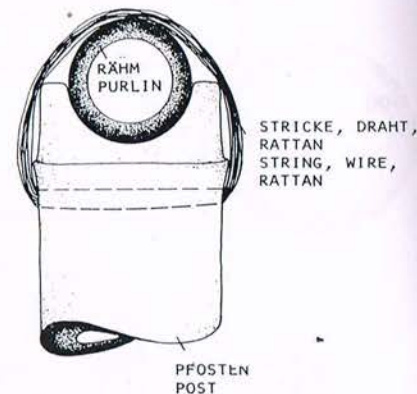
Cane joint - head of post with strap.

> 301

Detail photograph - head of post; Padawan,
Sarawak, Borneo, Indonesia, Aug. 1976.
Depending on the diameter of the transverse
member, the trough in the head of the post
can be deepened by two shoulders. In this
case the purlin is not secured against
lifting.



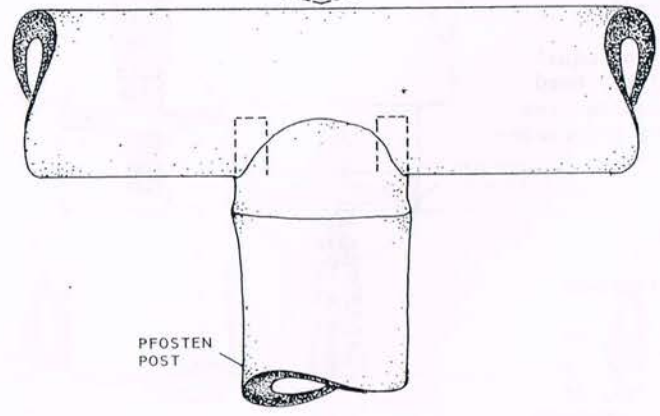
ANSICHT
ELEVATION



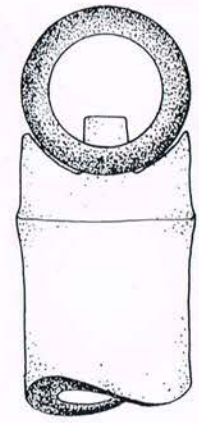
SEITENANSICHT
SIDE VIEW

ANSICHT
ELEVATION

LASTENDRUCK
LOAD



PFOSTEN
POST



SEITENANSICHT
SIDE VIEW

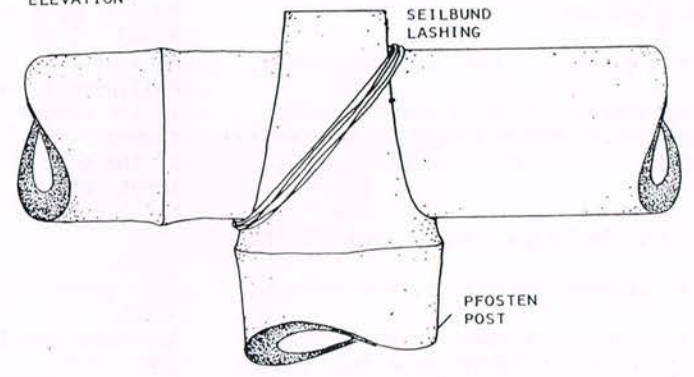


299

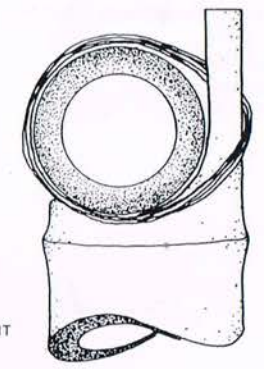


ANSICHT
ELEVATION

SEILBUND
LASHING

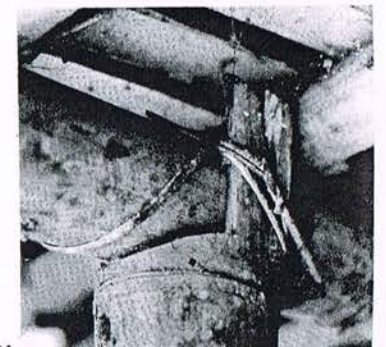


PFOSTEN
POST



SEITENANSICHT
SIDE VIEW

300



> 302

Rohrverbindung bei gleichen Durchmessern, Pfostenkopf mit Bohrung.

> 303

Pfostenkopf mit Bohrung; Manila, Philippinen, Sept. 1976.

Bei gleichen Rohrdurchmessern ersetzt ein Seilbund den seitlichen Anschlag. Eine querliegende Bandage verkürzt die Schleifenlänge.

> 304

Rohrverbindung, Aufhängung eines Spannbalkens.

> 305

Aufgehängter Spannbalken Manila, Philippinen, Sept. 1976.

Wird die Verbindung als hängende Konstruktion verwendet, so kann der Knoten Spielraum haben; der Seilbund übernimmt die Aufgabe eines Schwebezapfens. Gehört die Verbindung zu einer stehenden Konstruktion, dann stützt sich die Stuhlsäule auf dem Querbalken ab; es ist der gleiche Knotenpunkt, nur in umgekehrter Lage wie die fünf vorangegangenen Beispiele.

> 306

Rohrverbindung mit Pfostenknopf, zwei Bohrungen.

> 307

Pfostenknopf mit zwei Bohrungen; Legaspi, Luzon, Phil., Sept. 1976.

Die Schlingenlänge des Seilbundes läßt sich mit Bohrungen in Pfosten und Rähm verkürzen, und ist so wirkungsvoll wie seitliche Anschläge.

> 302

Cane joint for members of equal diameter - head of post with drill hole.

> 303

Head of post with drill hole, Manila, Philippines, Sept. 1976.

If the members to be jointed are of equal diameter the lateral shoulder of the head of the post is replaced by a rope tie. The length of the loops is reduced by a horizontal bandage.

> 304

Cane joint - suspended tie beam.

> 305

Suspended tie beam; Manila, Philippines, Sept. 1976.

The joint used in a suspended structure may have a little play. In this case the rope tie acts as a floating bearing. If the joint is part of a standing structure the king post will bear on the transverse beam; this is a reversal of the joint shown in the five previous examples.

> 306

Cane joint - head of post with two holes.

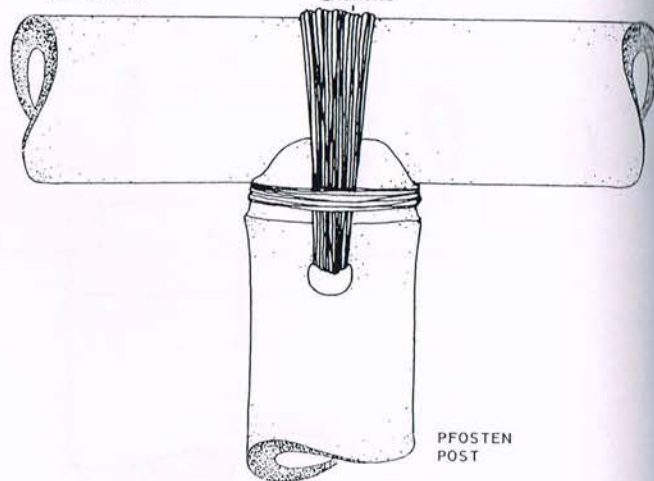
> 307

Head of post with two holes; Legaspi, Luzon, Philippines, Sept. 1976.

The loop length of the lashing can be shortened by drilling holes in the post and string beam. The lashing is then as efficient as lateral shoulders.

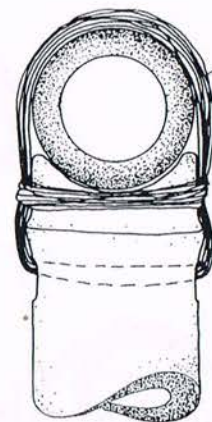
ANSICHT
ELEVATION

SEILBUND
LASHING

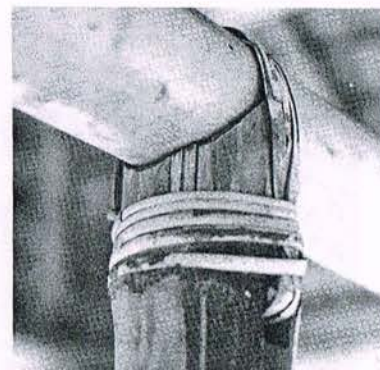


SEITENANSICHT
SIDE VIEW

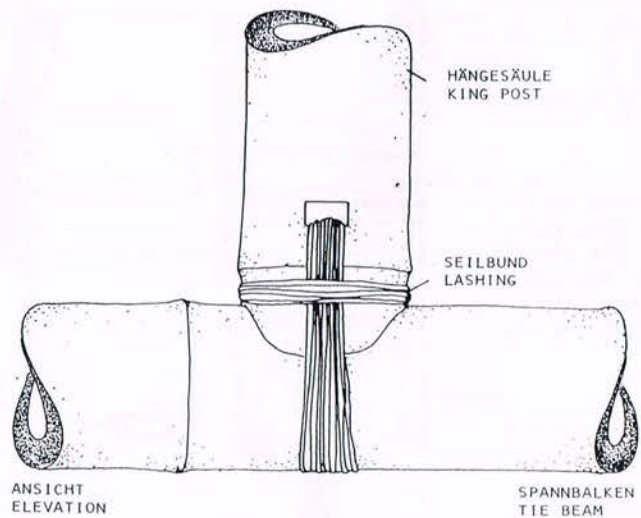
STRICKE, DRAHT,
RATTAN
STRING, WIRE,
RATTAN



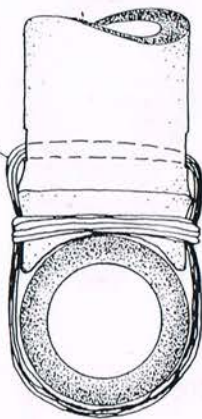
302



303

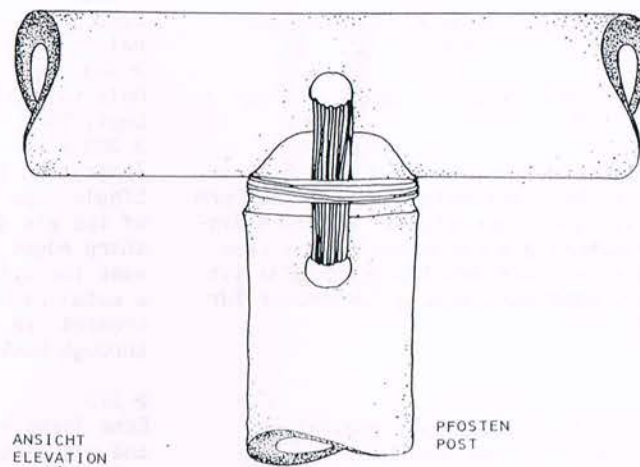
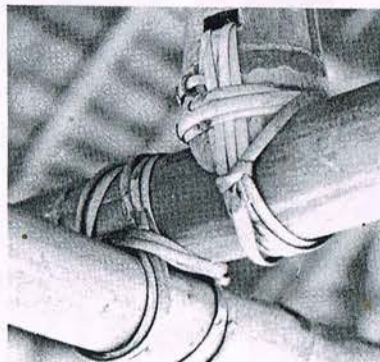


STRICKE, DRAHT,
RATTAN
STRING, WIRE;
RATTAN

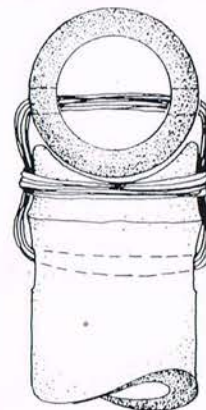


SEITENANSICHT
SIDE VIEW

304

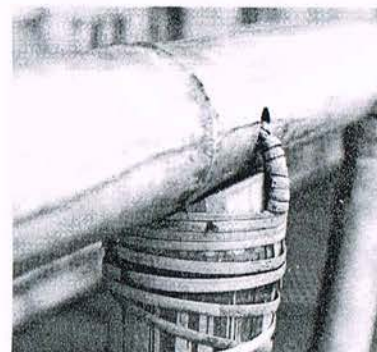


STRICKE, DRAHT,
RATTAN
STRING, WIRE,
RATTAN



SEITENANSICHT
SIDE VIEW

306



> 308

Rohrverbindung mit Pfostenkopf, Bohrung und Bolzen oder Nagel.

> 309

Bohrung mit Bolzen; Lingayen, Luzon, Philippinen, Sept. 1976.

> 309 a

Übergang zu technischer Anwendung. Einbündiger Einbündiger Seilbund mit Bolzen. Die runde Form des Bolzens ist günstiger als die kantigen Ränder der Bohrlöcher; die Bindestreifen knicken nicht. Die Variante mit Metallnagel > 309a ist zeitsparender, aber auch knickgefährlicher für den Seilbund.

> 310

Rohrverbindung mit Pfostenkopf, zweifacher Bund, Bolzen parallel zum Querbalken.

> 311

Mas, Manila, Indonesien, Sept. 1977.

Zweibündiger Seilbund mit Bolzen. Auf der Abbildung sind zwei Seilbundmaterialien zu sehen: geschmeidige Stricke aus Sagopalmfasern und drahtähnliche Luftwurzeln.

> 312

Rohrverbindung mit Pfostenkopf, Bolzen senkrecht zum Querbalken.

> 312 a

Ubud, Bali, Indonesien, Sept. 1977.

Der Bolzen ist senkrecht zum Rähm gerichtet. Der Seilbund kommt dadurch direkt an die Muldenwölbung des Pfostenkopfes zu liegen. So sichert er das Rähm besser in seiner Funktion eines seitlichen Anschlages.

> 308

Cane joint - head of post, hole and pin or nail.

> 309

Hole with pin; Lingayen, Luzon, Philippines, Sept. 1976.

> 309 a

Transition to technical methods.

Single rope tie with pin. The round shape of the pin is more advantageous than the sharp edges of the drill holes: the strips used for tying are not deformed. The use of a metal nail > 309a saves time but increases the risk of failure of the tie through buckling.

> 310

Cane joint - head of post, double rope tie and pin parallel to the transverse beam.

> 311

Mas, Manila, Indonesia, Sept. 1977.

Double rope tie with pin. The illustration shows two tie materials: supple ropes made from sago palm fibres and wire-like are roots.

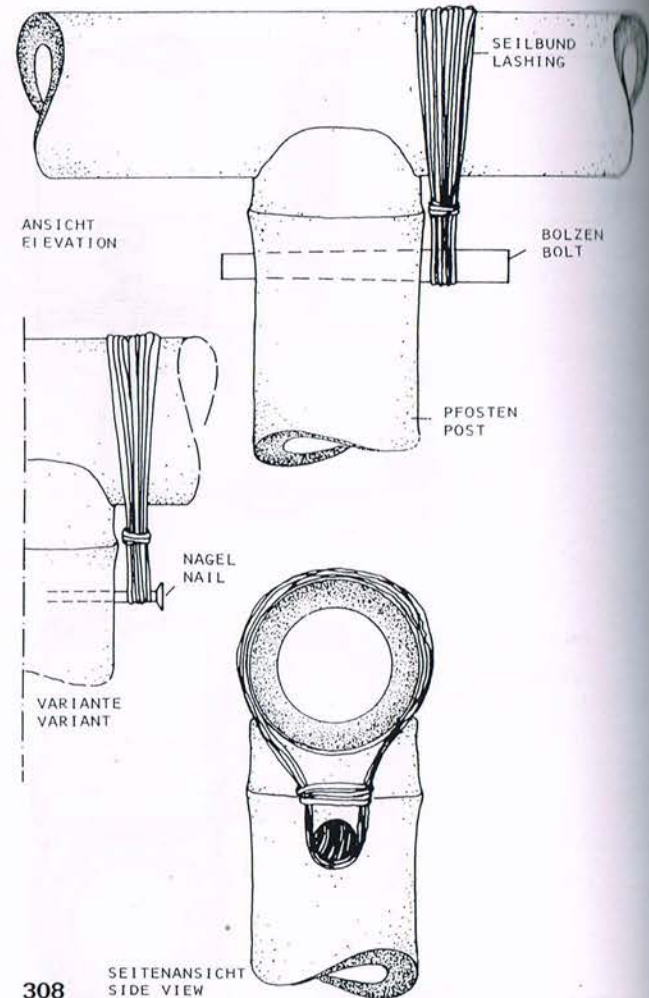
> 312

Cane joint - head of post and pin perpendicular to the transversal beam.

> 312 a

Ubud, Bali, Indonesia, Sept. 1977.

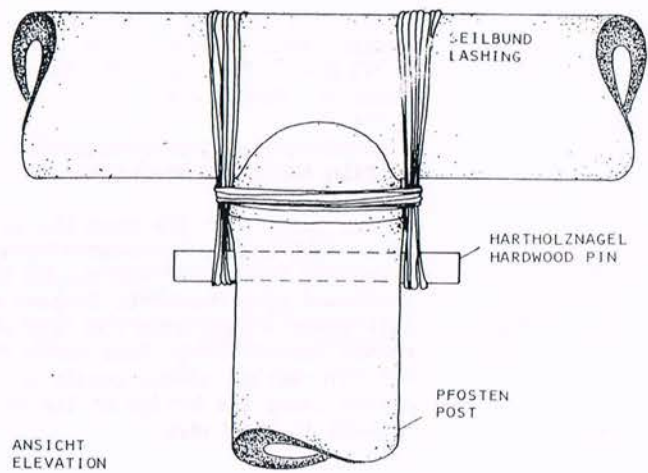
The pin is perpendicular to the purlin. Thus the lashing lies immediately adjacent to trough in the head of the post. In this way the rope tie secures the beam more efficiently by fulfilling the function of a lateral shoulder.



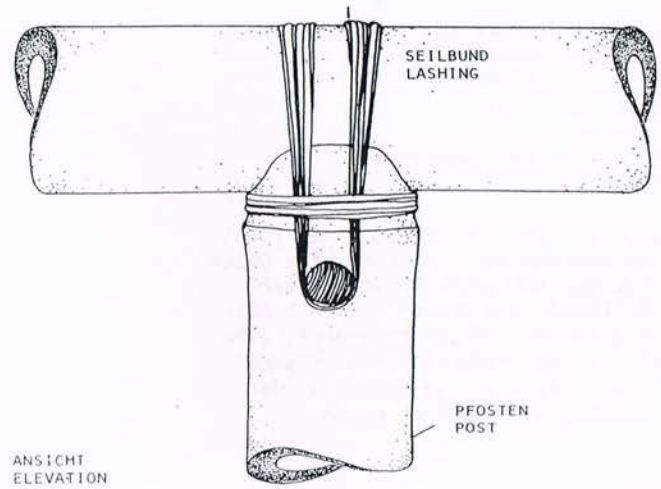
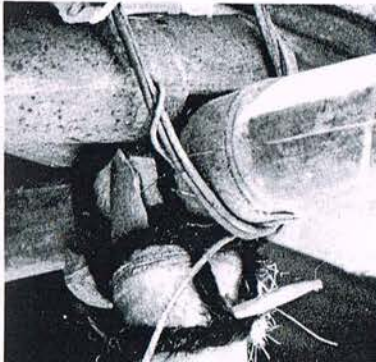
308

SEITENANSICHT
SIDE VIEW





310



312



> 313

Rohrverbindung für leichte Konstruktionen mit dünnwandigen Rohren.

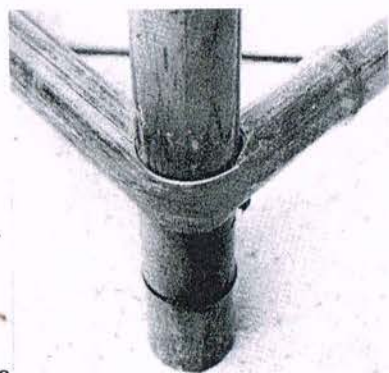
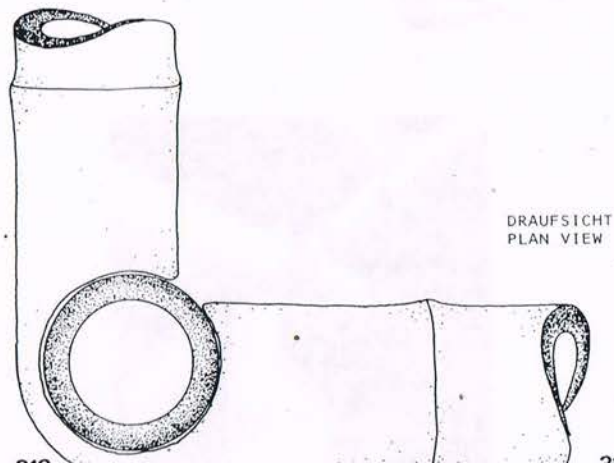
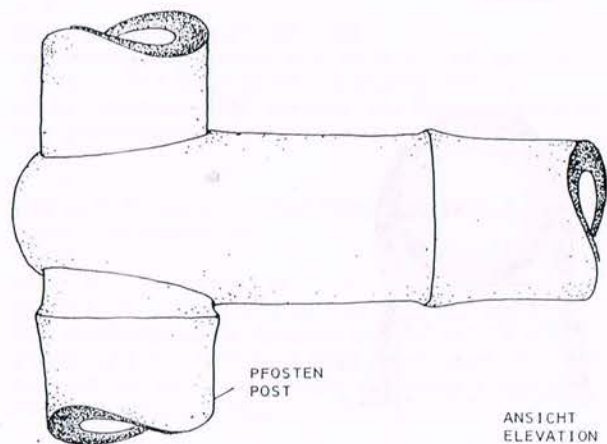
> 313 a

Mandalay, Burma, Jan. 1973.

> 314

Gebundener Eckknoten mit Rohreinkerbung für leichte Konstruktionen.

Ein Riegel wird in Pfostenebene zu einem rechtwinkligen Stoß gebogen. Der zangenförmige Druck liefert den nötigen Reibungswiderstand, der durch einen Seilbund noch erhöht werden kann. Kurz über einem Pfostennodium angebracht, wird das Abwärtsgleiten verhindert. Geeignet sind dünnwandige Rohre; dickwandige müssen an der Lasche in ihrer Stärke reduziert werden.



> 313

Cane joint for light structures with tin-walled canes.

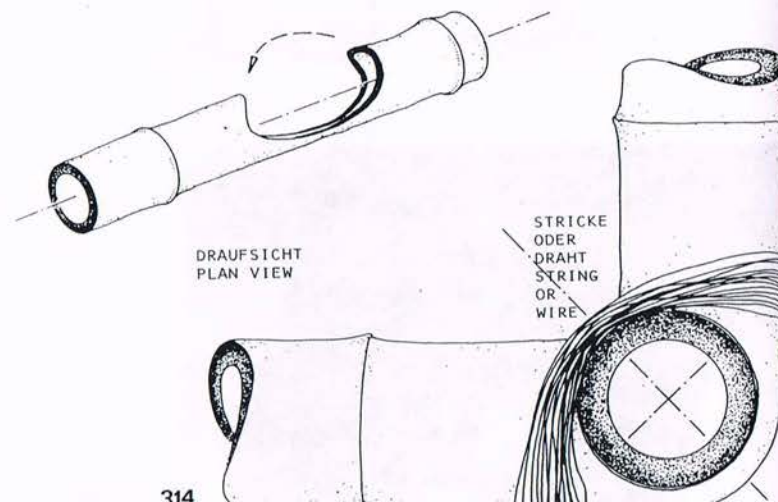
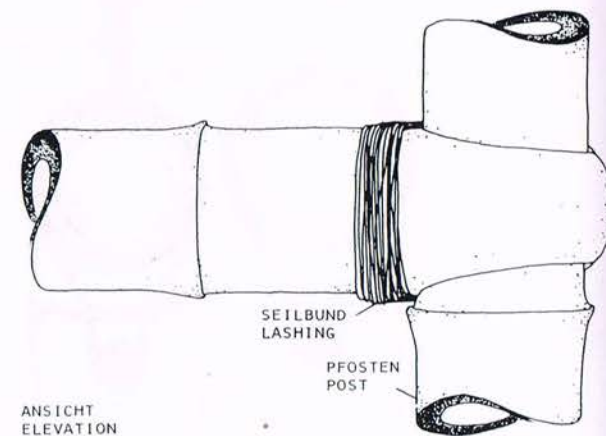
> 313 a

Mandalay, Burma, Jan. 1973.

> 314

Tied corner joint with reduction of the cane-section for light structures.

At the joint with the post the rail is bent into a right-angle. The clamped grip provides the necessary frictional resistance which can be increased by a rope tie. If this joint is used just above a post node the rail will be prevented from sliding. This joint is suitable for thin-walled bamboo canes; with thick-walled canes the bridge of the notch has to be reduced in thickness.



> 315, 316

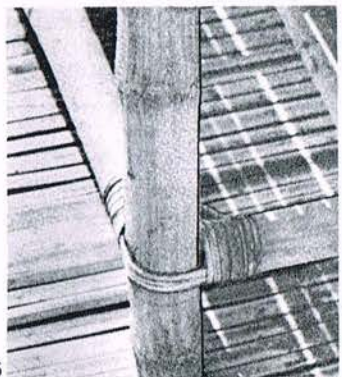
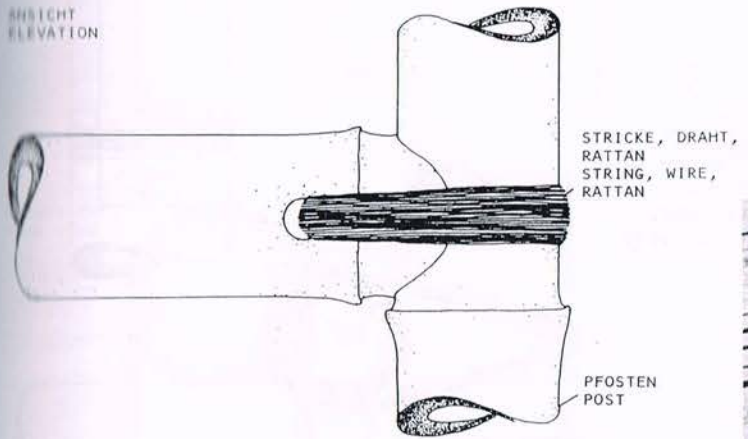
Rohrverbindung mit durchgehenden Eckpfosten,
horizontale Bohrung; Manila, Phil., Sept.
1976.

> 317, 318

Rohrverbindung mit durchgehendem Eckpfosten,
vertikale Bohrung; Sanur, Bali, Indon., Sept.
1977.

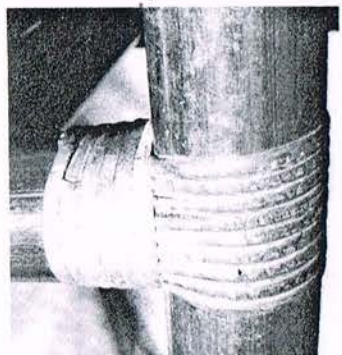
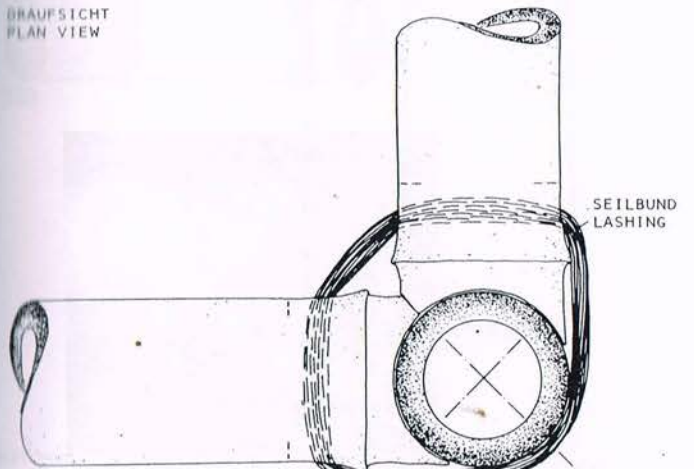
Zwei Riegel werden höhengleich in Pfosten-
ebene rechtwinklig gestoßen. Ein Seilbund
übernimmt die zangenförmige Wirkung von den
Laschen der beiden vorangegangenen Beispiele.
Die Bohrungen können horizontal und vertikal
liegen.

ANSICHT
ELEVATION



316

DRAUFSICHT
PLAN VIEW



> 315, 316

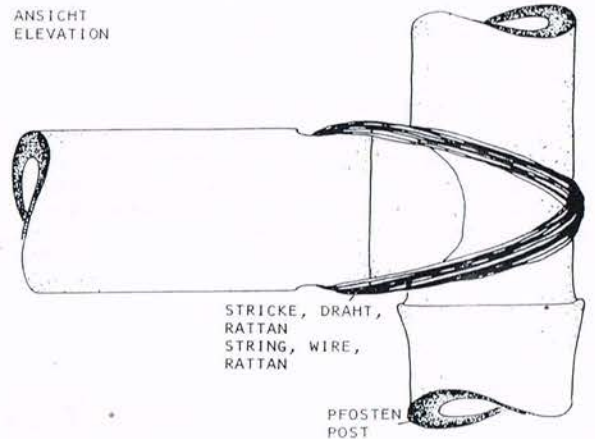
Cane joint with continuous corner post - hori-
zontal drill hole; Manila, Philippines, Sept.
1976.

> 317, 318

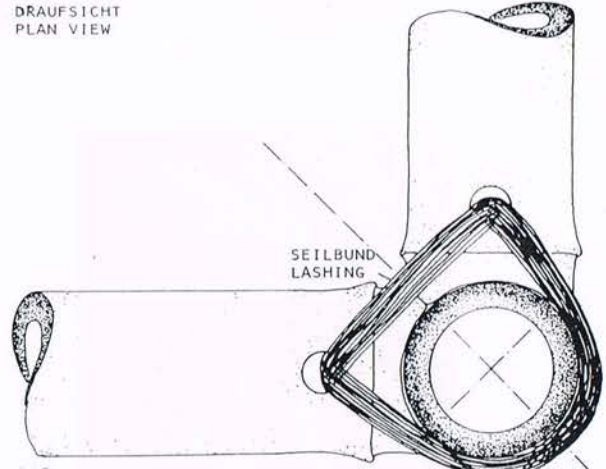
Cane joint with continuous corner post - verti-
cal drill hole; Sanur, Bali, Indonesia, Sept.
1977.

Two level rails are butted against a corner
post at right angles. The rope tie has the
same clamp effect as the notched bridge of the
previous two examples. The drill holes can be
arranged horizontally or vertically.

ANSICHT
ELEVATION



DRAUFSICHT
PLAN VIEW



> 319

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.

> 320, 321

Rohrverbindung bei durchgehendem Pfosten, gebundener Knoten; Ujung Pandang, Sulawesi, Indon., Aug. 1977.

Pfosten und Rähm tangieren sich; sie liegen in zwei Ebenen. Die Rohrwände sind durch keine Bohrung geschwächt. Die Knotenausbildung ist ohne Werkzeug möglich. Der Seilbund auf der Abbildung ist sehr nachlässig gebunden im Gegensatz zu den Beispielen der Abbildungen 200, 201, 202 und 204.

> 322

Doppelpfosten als Auflager.

> 323

Doppelpfosten;

Lingayen, Luzon, Phil., Sept. 1976.

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

> 319

Tied joint with continuous post and string beam supported by a cleat.

The second post is replaced by a cleat. The advantage that the walls of the post are not weakened by drill holes, is unchanged. Reinforcement of the foot of the post is abandoned

> 320, 321

Lashed cane joint with continuous post; Ujung Pandang, Sulawesi, Indonesia, Aug. 1977.

In this case the post and beam are not in the same plane and simply touch each other. The cane walling is not weakened by drill holes. The joint can be made without the use of tools. The lashing shown in the illustration is carried out very carelessly in comparison with the examples shown in figs 200, 201, 202 and 204.

> 322

Twin posts acting as supports.

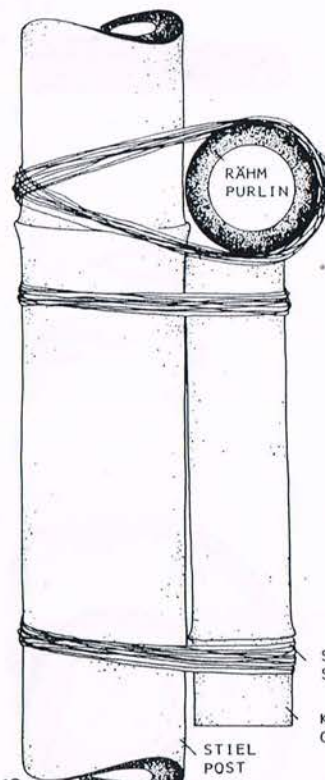
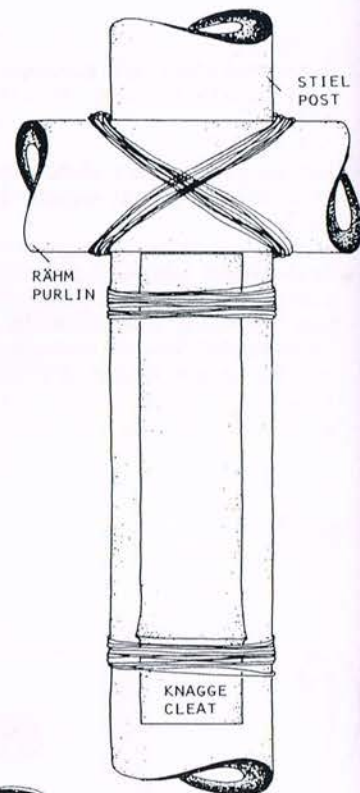
> 323

Twin posts;

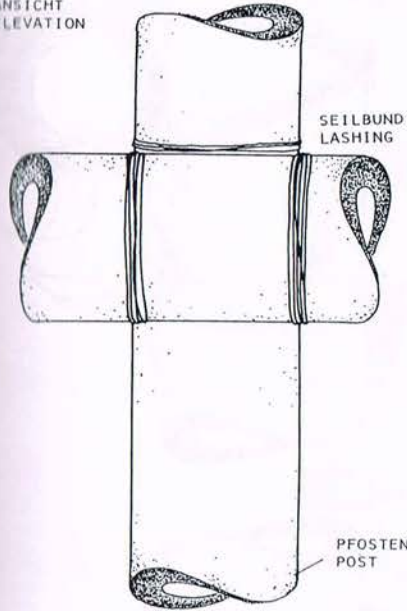
Lingayen, Luzon, Philippines, Sept. 1976.

Twin posts: the loads of roof and floor are supported by different posts. This enables damaged or defective posts to be replaced more easily. The post section which is particularly at risk from rotting, is reinforced.

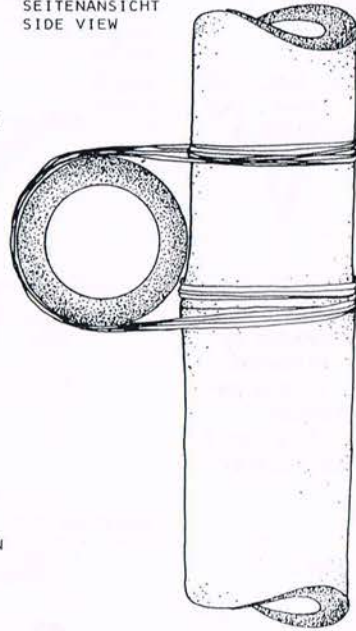
ANSICHT
ELEVATION



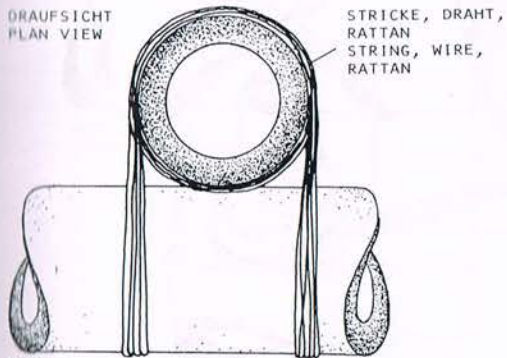
ANSICHT
ELEVATION



SEITENANSICHT
SIDE VIEW



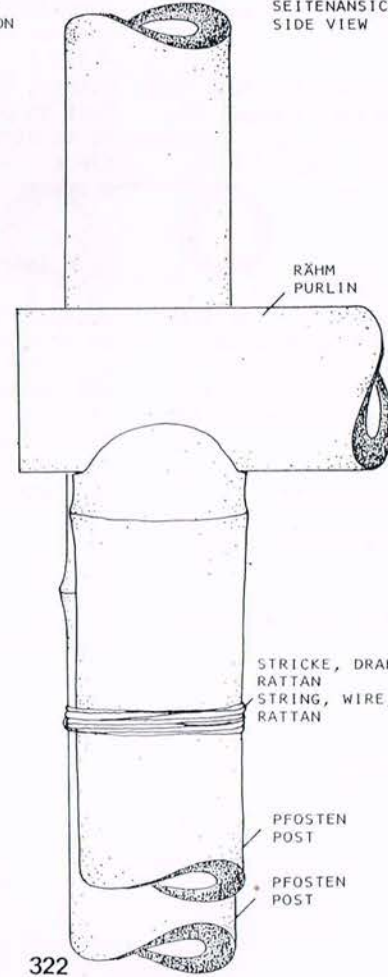
DRAUFSICHT
PLAN VIEW



320

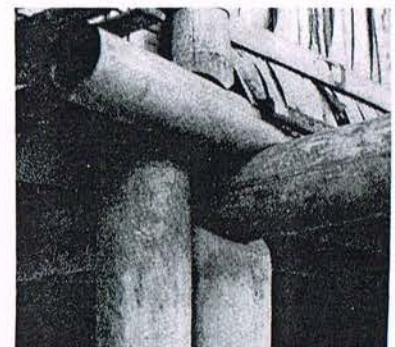
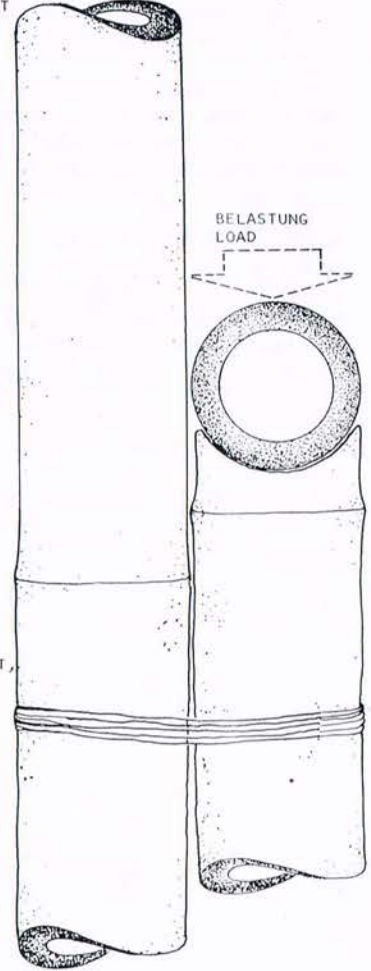


ANSICHT
ELEVATION



322

SEITENANSICHT
SIDE VIEW



> 324

Durchgehender Pfosten, Knoten mit 'Astgabel' als Auflager für Querholz.

> 324 a

Lingga, Sumatra, Toba See, Indonesien, Aug. 1976. Das Auflager ist eine 'gewachsene' Knagge. Man möchte von einer Astgabel sprechen, wenn auchs Bambus als Gras nur Zweige hat. (Kap. 1.6.3)

> 325

Rohrverbindung mit Konsole.

> 325 a

Legaspi, Luzon, Philippinen, Sept. 1976.

Eine Konsole dient als Auflager. Keile sollten aus Hartholz sein, nicht aus Bambusmaterial. Wegen der streng parallel gerichteten Faserstränge (Kap. 1.7.1) gleitet der Schrägschnitt schlecht und spaltet leicht auf. Nasen und Kerben verhindern das Herausfallen.

> 326

Rohrverbindung, Pfettenzange am First.

> 326 a

Lingga, Toba See, Sumatra, Indonesien, Aug. 1976.

Eine Konsole bildet ein zweihöftiges Auflager.

> 324

Continuous post, joint with 'branch fork' as support for beam.

> 324 a

Lingga, Sumatra, Toba Sea, Indonesia, Aug. 1976. This support is formed by a natural cleat. One is tempted to call this a 'branch fork', but since bamboo is a grass this term seems inappropriate (chapter 1.6.3).

> 325

Cane joint with bracket.

> 325 a

Legaspi, Luzon, Philippines, Sept. 1976.

In this photograph the support is provided by a bracket which should be made from hardwood, not bamboo material. Because of the strong parallel orientation of the fibres (chapter 1.7.1) the tapered surface does not slide well and splits easily. The bracket can be secured by ridges or notches.

> 326

Cane joint - twin purlins at the ridge.

> 326 a

Lingga, Toba See, Sumatra, Indonesia, Aug. 1976. One bracket forms a twin support.

SEITENANSICHT
SIDE VIEW

STRICKE, DRAHT,
RATTAN
STRING, WIRE,
RATTAN

PFOSTEN
POST

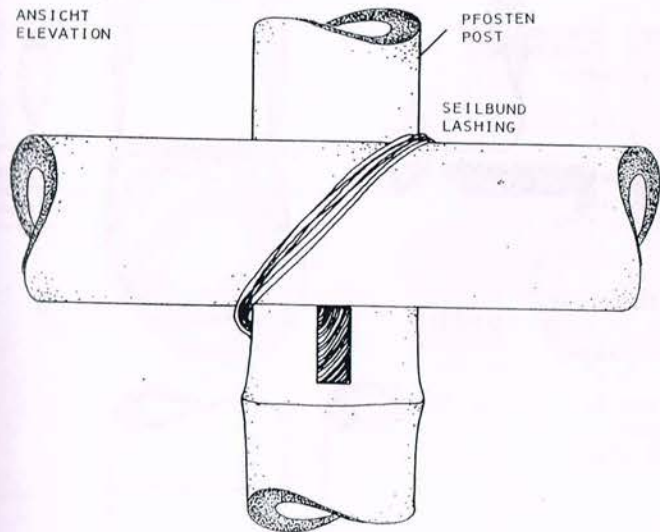
VORDERANSICHT
FRONT VIEW

324

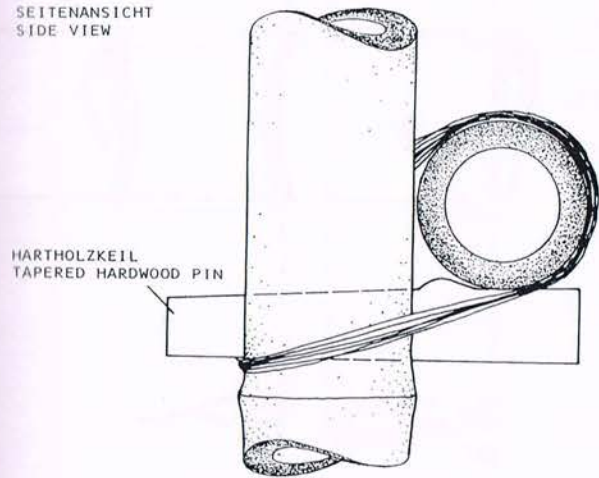


324a

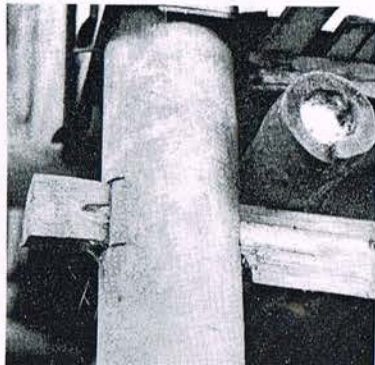
ANSICHT
ELEVATION



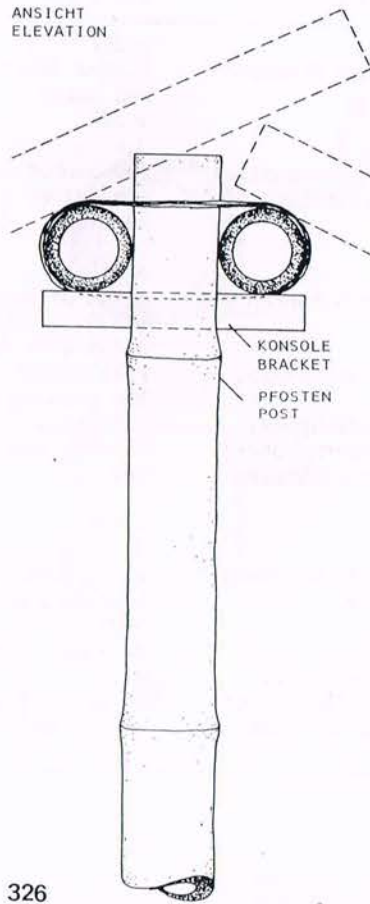
SEITENANSICHT
SIDE VIEW



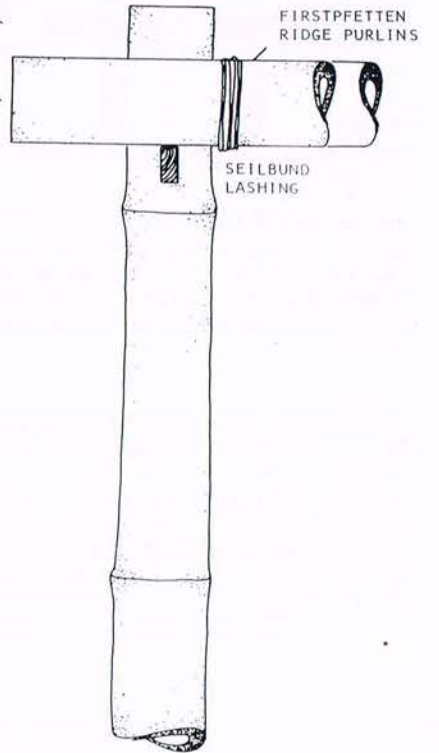
325



ANSICHT
ELEVATION



SEITENANSICHT
SIDE VIEW



SCHNITT
SECTION



326



6.3.2 VERBINDUNGEN HORIZONTAL - HORIZONTAL

> 327

Verbindung von waagrecht kreuzenden Rohren mit Seilbund.

> 328

Manila, Philippinen, Sept. 1976.

Zwei tangierende Stangen sind mit Rattanstreifen verbunden, analog zur vertikalen Lage von > 320, 321.

> 329

Verbindung von waagrecht kreuzenden Rohren mit Dollen.

> 330

Verbindung mit Dollen; Aguilar, Pangasinan, Luzon, Philippinen, Sept. 1976.

Das Verschieben der Stangen am Knotenpunkt können auch Hartholzdollen verhindern; ohne Seilbund kann sich die Stange durch Abheben lösen.

> 331

Verbindung von waagrecht kreuzenden Rohren mit Dollen, Gebälke mit Überschneidung.

> 332

Aguilar, Pangas., Luzon, Philippinen, Sept. 76. Mit Überschneiden der Balken werden unterschiedliche Lagen auf eine durchgehende Ebene gebracht, z. B. für Fußbodenkonstruktionen.

6.3.2 JOINTS BETWEEN HORIZONTAL MEMBERS

> 327

Lashed joint of horizontally intersecting bamboo canes.

> 328

Manila, Philippines, Sept. 1976.

Two bamboo poles in contact with one another are joined by rattan strips in analogy to the vertical situation in > 320, 321.

> 329

Joint of horizontally crossed canes with dowels.

> 330

Joint with dowels; Aguilar, Pangasinan, Luzon, Philippines, Sept. 1976.

The sliding of the canes at the joint can be prevented by hardwood dowels. Without the lashing the canes could lift and detach themselves.

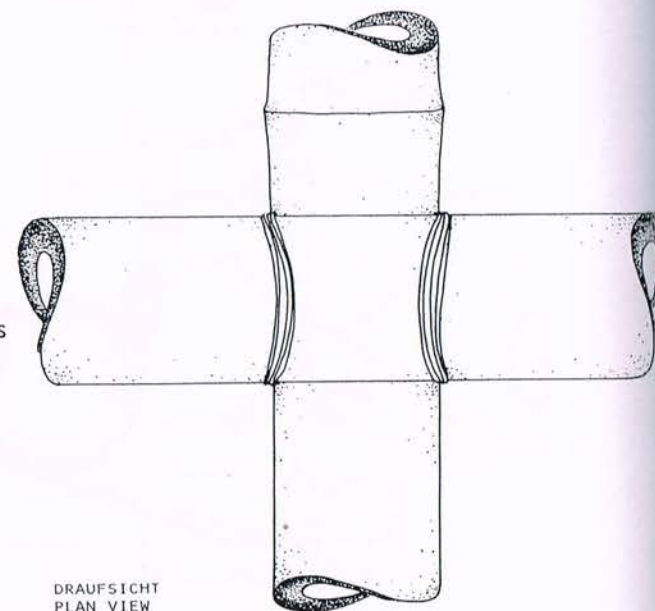
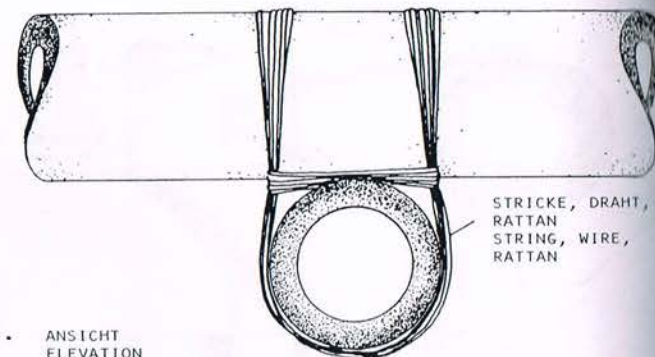
> 331

Joining of horizontally intersecting canes using dowels, joists partially housed in the bearing plate.

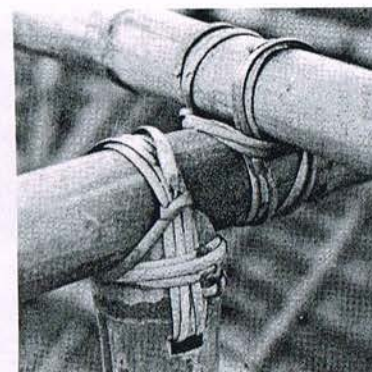
> 332

Aguilar, Pangasinan, Luzon, Philippines, Sept. 1976.

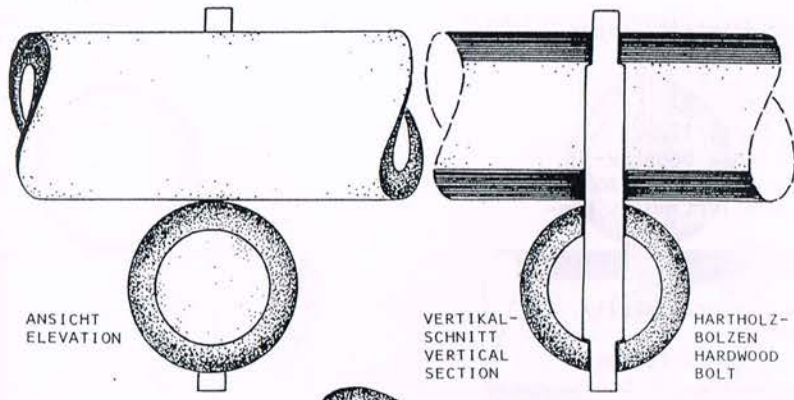
By partial housing of the joists in the bearers a flat and level floor is produced.



327



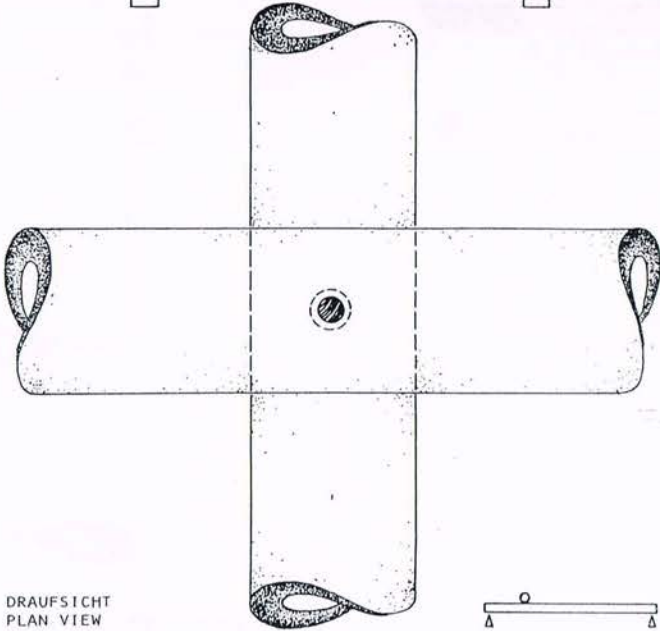
RAHT,
RE,



ANSICHT
ELEVATION

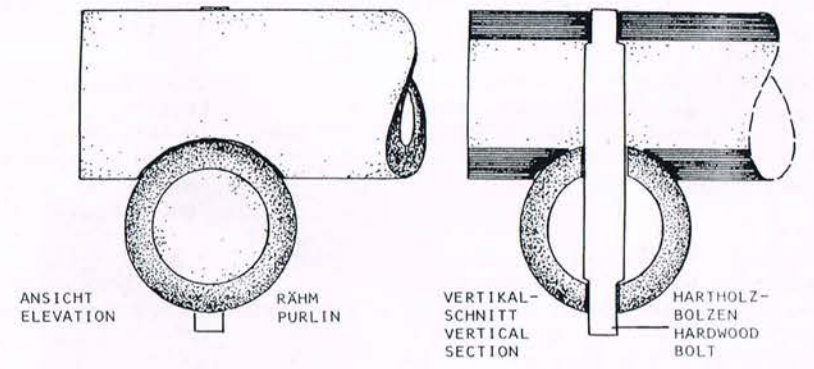
VERTIKAL-
SCHNITT
VERTICAL
SECTION

HARTHOLZ-
BOLZEN
HARDWOOD
BOLT



329

DRAUFSICHT
PLAN VIEW

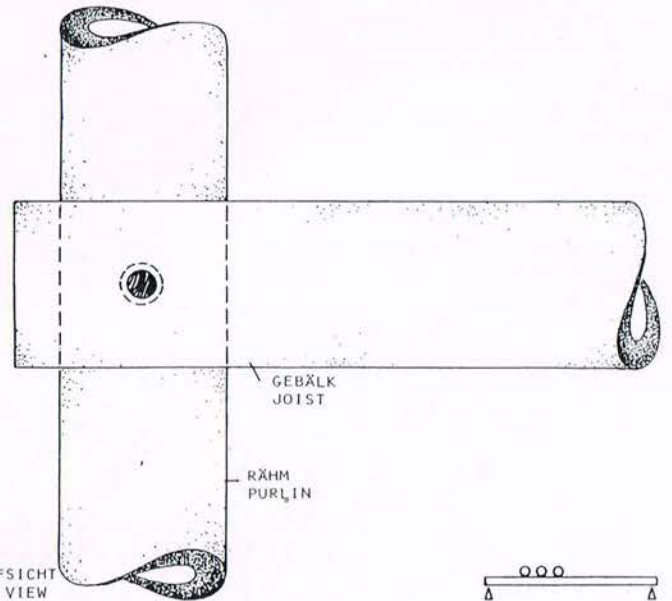


ANSICHT
ELEVATION

RÄHM
PURLIN

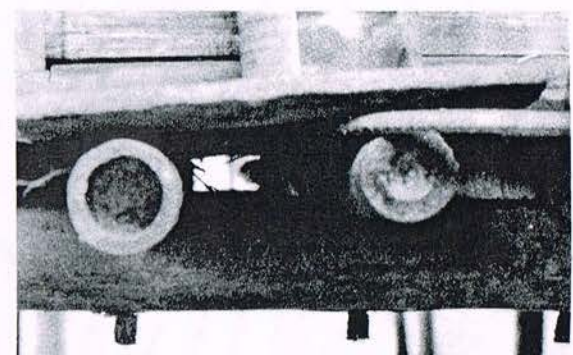
VERTIKAL-
SCHNITT
VERTICAL
SECTION

HARTHOLZ-
BOLZEN
HARDWOOD
BOLT



331

DRAUFSICHT
PLAN VIEW



> 333

Verbindung von waagrecht sich kreuzenden Rohren durch Mittelkamm und Seilbund.

> 334

Verbindung durch Mittelkamm;

Legaspi, Luzon, Philippinen, Sept. 1976.

Die Dollen sind hier durch Verkämmung der Rohre ersetzt. Horizontales Verschieben ist verhindert; das Abheben sichert ein Seilbund.

> 335

Verbindung Pfostenkopf mit waagrecht sich kreuzenden Rohren (nach Soedarmadj).

Wird der Kreuzungspunkt der Stangen mit einem Pfosten unterstützt, so kann ein Bolzen alle drei Elemente miteinander verbinden; dadurch sind sie nicht mehr gegeneinander verschiebbar. Der Splint verhindert das Abheben.

> 333

Connection of horizontally intersecting canes lashed over a ridged connection.

> 334

Connection using a ridged joint;

Legaspi, Luzon, Philippines, Sept. 1976.

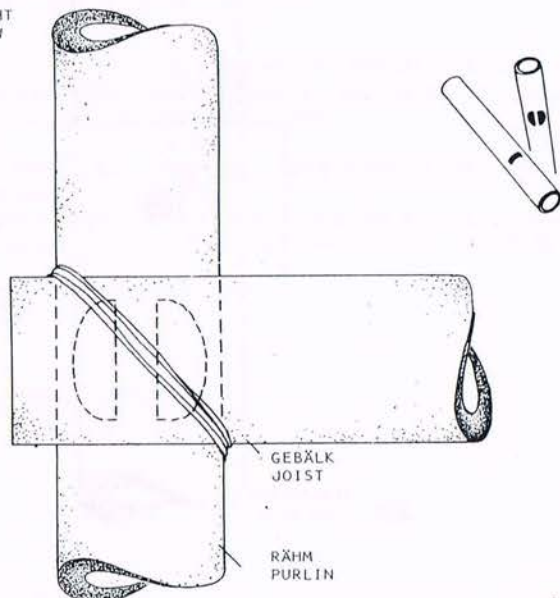
In this connection the dowels have been replaced by jointing the bamboo canes. Horizontal sliding is not possible and lifting is prevented by the lashing.

> 335

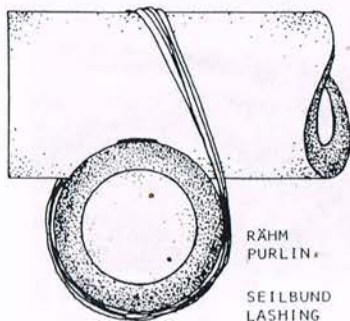
Joining the head of a post with horizontally intersecting canes (Soedarmadj).

Where the bearing point of the canes is supported by a post all three elements can be coupled by a bolt. The bolt prevents any sliding movement, while the pin resists lifting forces.

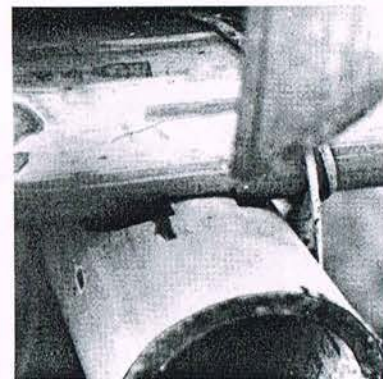
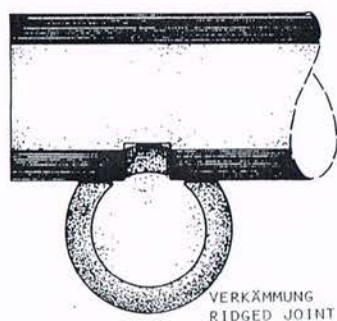
DRAUFSICHT
PLAN VIEW



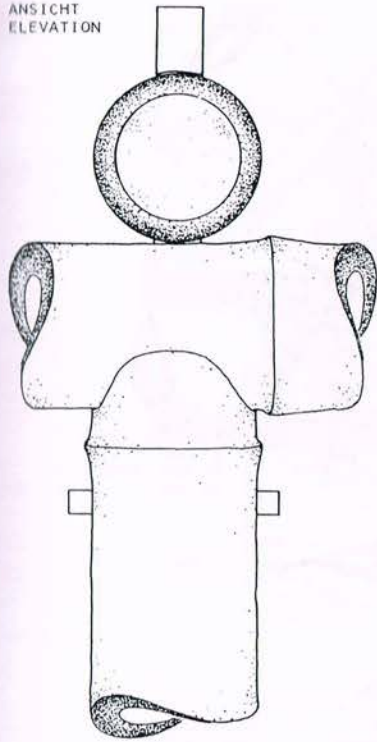
ANSICHT
ELEVATION



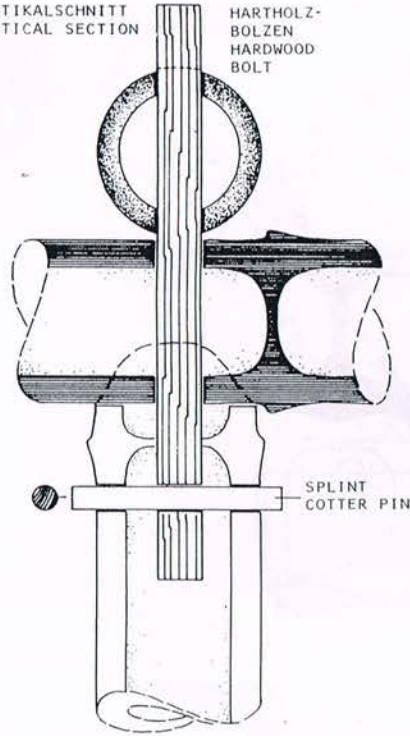
VERTIKALSCHNITT
VERTICAL SECTION



ANSICHT
ELEVATION



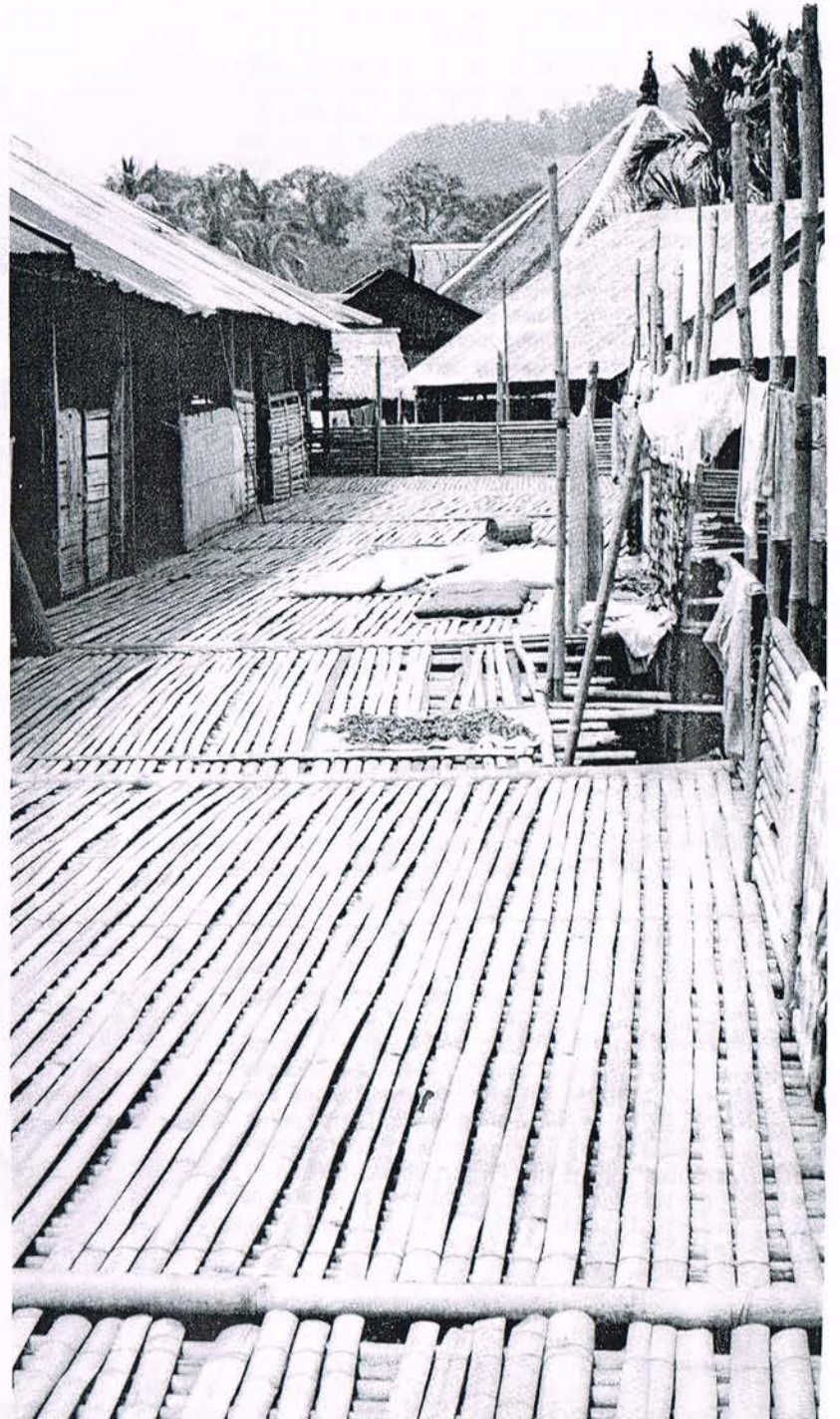
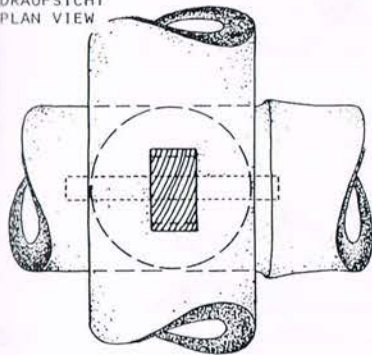
VERTIKALSCHNITT
VERTICAL SECTION



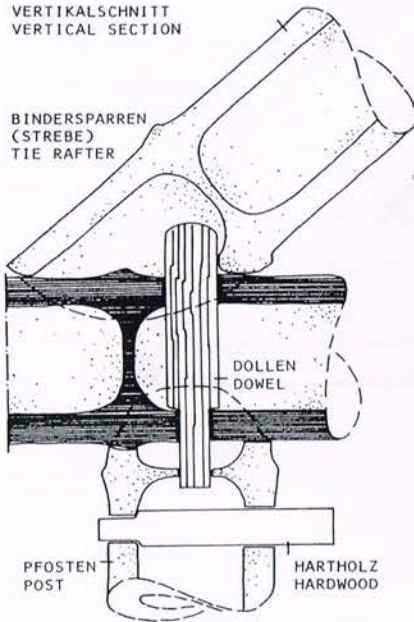
HARTHOLZ-
BOLZEN
HARDWOOD
BOLT

SPLINT
COTTER PIN

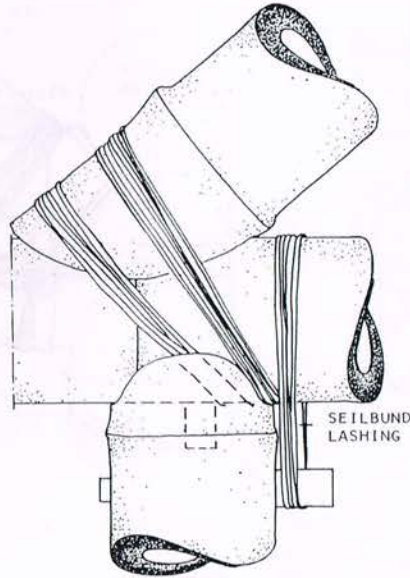
DRAUFSICHT
PLAN VIEW



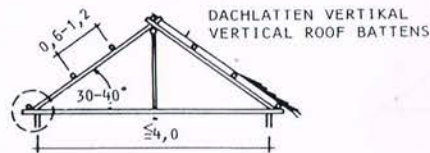
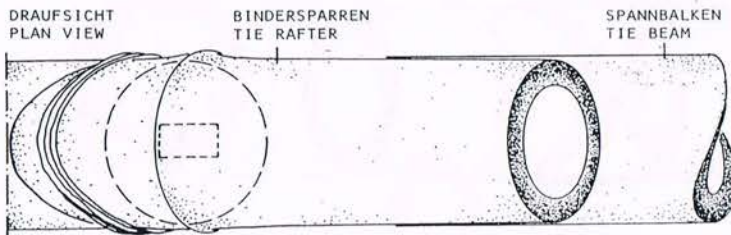
VERTIKALSCHNITT
VERTICAL SECTION



ANSICHT
ELEVATION



DRAUFSICHT
PLAN VIEW



6.3.3 JOINTS BETWEEN VERTICAL, HORIZONTAL AND DIAGONAL MEMBERS

The previous examples of joints between vertical and horizontal members are partially included in this section or further supplemented. The term 'diagonal' used in this section refers to all oblique elements of the roof structure such as rafters, braces and even battens running parallel to the rafters. Chapter 6.8. 'The roof' supplements these details. The small cane diameters (ca. 9 cm) which are normally used require much closer spacings than those used in connection with our building timbers. Purlins, for example, are spaced at only 90 cm if they have to carry rafters. It would not be practical to support all these purlins with trusses and they are therefore placed on tied rafters. If there is no support at the ridge these rafters are made into braces and simple trusses are used in place of the tie beam.

> 336

Lashed cane joint at the eaves, rafters of a purlin roof with simple truss; dowels, drilled hole and tenon.

Post, tie beam and rafters are all in one plane. The post and the tie beam are mortised and tenoned and retained by lashing. The tie loops for the rafter are threaded through this lashing in order to prevent lateral movement. This joint is a very light construction and only suitable for small spans up to 4.0 m.

> 337

Lashed cane joint at the eaves. Rafters of a purlin roof with simple truss; drilled holes and dowels.

Post, tie beam and rafters are connected and secured against sliding and lifting by dowels and rope ties. With spans smaller than 4.0 m this joint can also resist lateral thrust. In this case the centre post may form a king post thus leaving the room completely free of supports.

> 338

Binderbalken und -sparren werden miteinander verbunden, an den Pfosten stoßend, angehängt. Der Knoten ist eine leichte Konstruktion und sollte nur im Zusammenhang mit einem Mittelpfosten ausgeführt werden.

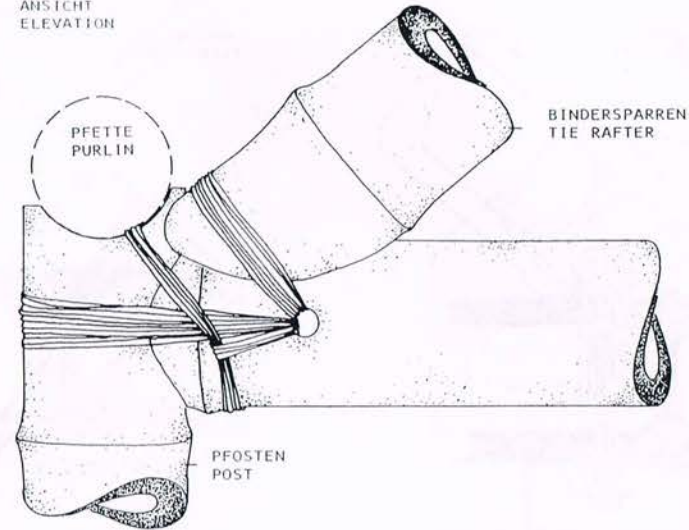
> 339

Der Pfosten mit Binderbalken und der Bindersparren liegen in zwei Ebenen. Diese Binderform ist nur mit einem Mittelpfosten möglich, weil der Bindersparren als Strebe keine Schubkräfte in den Binderbalken (Spannbalken) leiten könnte.

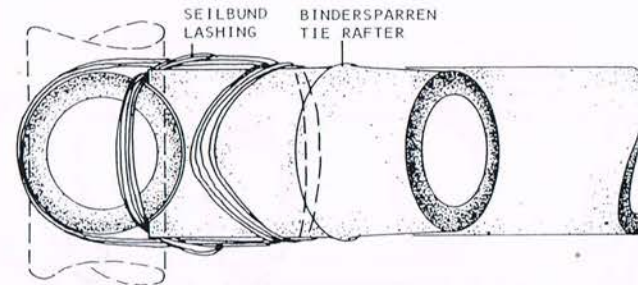
> 340, 341

Die Bindersparren (als Zange) sind durch einen Bolzen und Seilbund an den Pfosten angeschlossen. Wenn sie als Streben eingesetzt werden, dann muß der Spannbalken mit einer Hängesäule gehalten werden. Der Strebenschub wird erst über den Pfostenkopf in den Spannbalken geleitet. Bei größeren Spannweiten bis ca. 5,0 m wird der Spannbalken als Zange angeleert.

ANSICHT
ELEVATION



DRAUFSICHT
PLAN VIEW



> 338

Tie beam and rafter are tied and butted against and joined to the post. This joint is a light construction and should only be used in combination with a centre post.

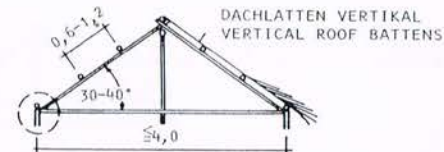
> 339

Post and tie beam are in a plane beside that of the rafter. This type of connection is only possible using a centre post because the rafter is unable to transfer lateral thrust forces to the tie beam.

> 340, 341

The rafter pair forms a clamp around the post and is fixed by a dowel and lashing. If used as a brace the tie beam must be held by a king post. The lateral thrust is first transferred into the head of the post and from there into the tie beam. With larger spans up to about 5 m the tie beam is also formed as a rafter pair.

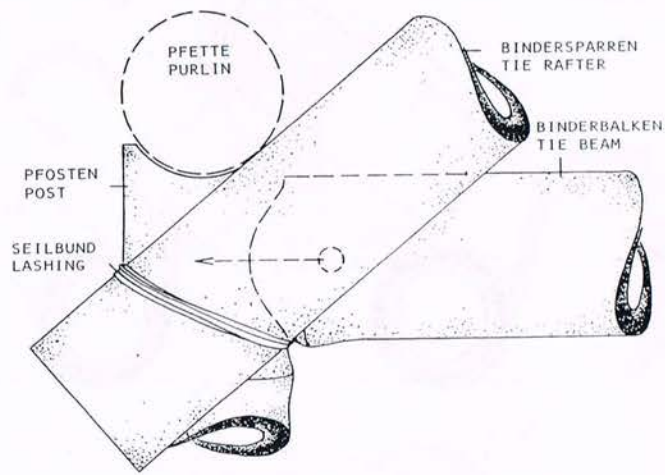
338



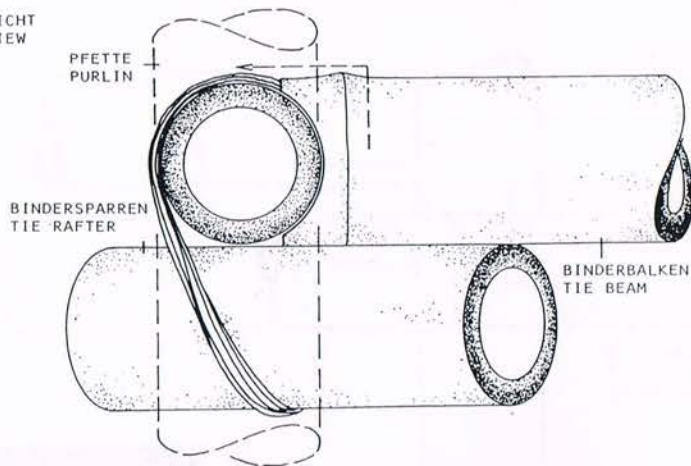
Rohrverbindung am Dachfuß (Traufe). Sparrenbinder eines Pfettendaches mit einfach stehendem Stuhl. Bohrung und Seilbund.

Cane joint at the eave. Rafters of a purlin roof with simple truss. Drill hole and lashing.

ANSICHT
ELEVATION



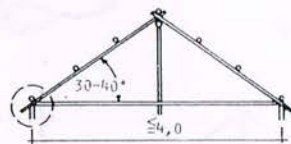
DRAUFSICHT
PLAN VIEW



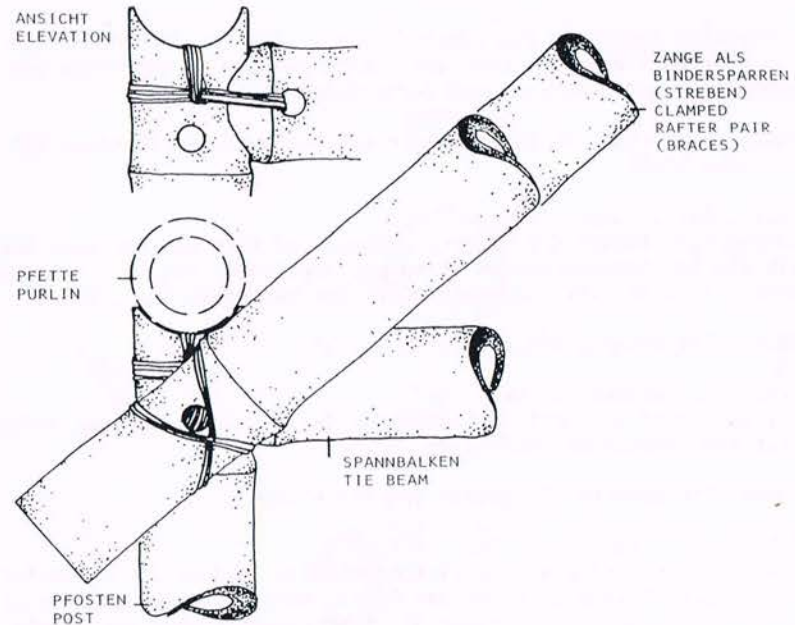
339

Rohrverbindung am Dachfuß. Sparrenbinder eines Pfettendaches mit einfach stehendem Stuhl. Bohrungen, Bolzen, Seilbund.

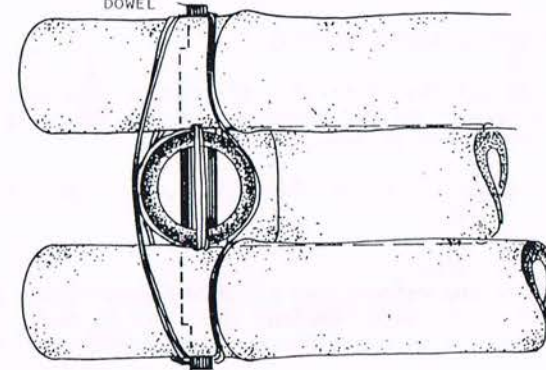
Cane joint at the eaves. Rafter of a purlin roof with



ANSICHT
ELEVATION



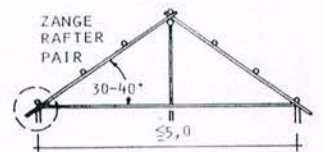
BOLZEN
DOWEL



340

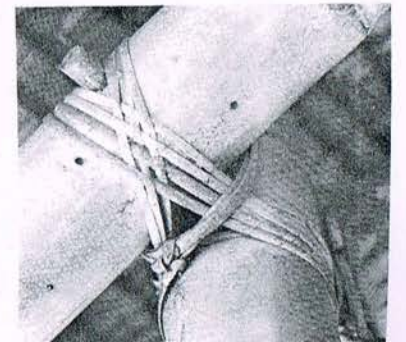
Rohrverbindung Dachfuß. Sparrenbinder eines Pfettendaches mit einfach stehendem Stuhl. Bohrungen, Bolzen, Seilbund.

Cane joint at the eaves. Rafter of a purlin roof with simple truss, drill holes, dowels and lashing.



Bambusverbindung; Legaspi, Luzon, Philippinen, Sept. 1976.

Bamboo joint; Legaspi, Luzon,



6.3.4 VERBINDUNGEN HORIZONTAL - DIAGONAL

Diese Knotendetails behandeln die Verbindung von Sparren oder Roofen und Pfetten. Die Sparren liegen auf den Fuß-, Zwischen- und Firstpfetten und sind nur sporadisch gegen Abheben und Verschieben gesichert.

> 342

Rohrverbindung am Dachfuß, Roofen-Auflager mit Seilbund, Pfettendach mit einfach stehendem Stuhl

> 343

Legaspi, Luzon, Phil., Sept. 1976

Bei Gefügebewegungen können die Sparren gleiten und sich bedingt auch drehen, weshalb die Bezeichnung Roofen (Binding) treffender ist. Nur Bindersparren und Streben sind am First und Dachfuß fester verbunden (Kap. 6.3.3).

> 344

Rohrverbindung, Firstpfette mit gebogenen Roofen

> 344 a

Rekas, Westflores, Indonesien, Okt. 1977.

Eine Bambusstange wird am First nach Beispiel der > 314 gebogen und aufgelegt. Das ist die einfachste Roofenlage.

> 345

Rohrverbindung, Firstpfette mit Roofen und Stecklatte.

> 345 a

Rangga, West Flores, Indonesien, Okt. 1977.

Durch die Roofenköpfe wird eine Stecklatte geschoben und an die Firstpfette gebunden. Die vielen Seilbünde einzelner Roofen werden dadurch auf wenige reduziert. Die Roofen hängen mit einer Art Scherengelenk über der Pfette. Das Auswechseln einzelner Roofen ist erschwert.

6.3.4 JOINTS BETWEEN HORIZONTAL AND DIAGONAL MEMBERS

These joint details deal with the joining of rafters or 'Roofen' and purlins. The rafters rest on the edge, intermediate and ridge purlins and are only infrequently tied to prevent lifting and sliding.

> 342

Cane joint lashed with edge purlin at the eaves 'Roofen', purlin roof with simple truss.

> 343

Legaspi, Luzon, Philippines, Sept. 1976.

In the case structural deformation the rafters can slide and also rotate within certain limits and therefore the term 'Roofen' (Binding) is more exact. Only tie rafters and braces are more rigidly fixed at ridge and eaves (chap. 6.3.3).

> 344

Cane joint, ridge purlin with bent 'Roofen'.

> 344 a

Rekas, West Flores, Indonesia, Oct. 1977.

A bamboo cane is bent over the ridge as shown in > 314. This is the simplest type of 'Roofen'.

> 345

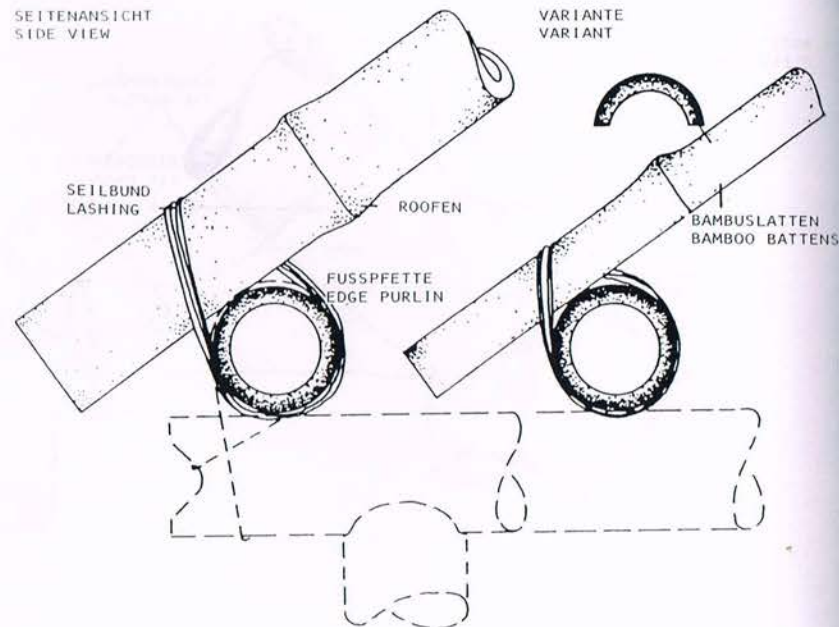
Cane joint, ridge purlin with 'Roofen' and key strip.

> 345 a

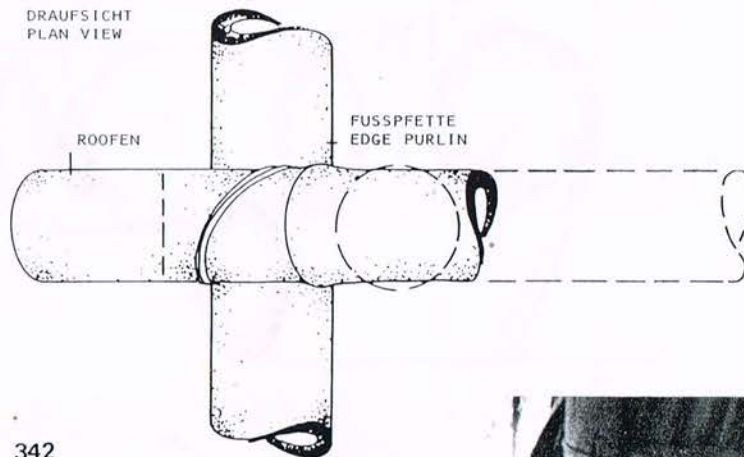
Rangga, West Flores, Indonesia, Oct. 1977.

A strip acting as a key is inserted in the heads of the 'Roofen' and tied to the ridge purlin. Thus the large number of rope ties of individual 'Roofen' is considerably reduced. The 'Roofen' are pivoted from the ridge purlin like a pair of scissors. With this method the replacement of individual 'Roofen' is more difficult.

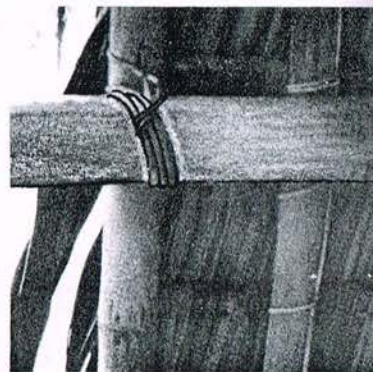
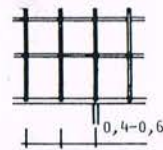
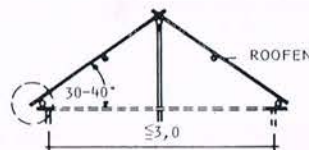
SEITENANSICHT
SIDE VIEW



DRAUFSICHT
PLAN VIEW

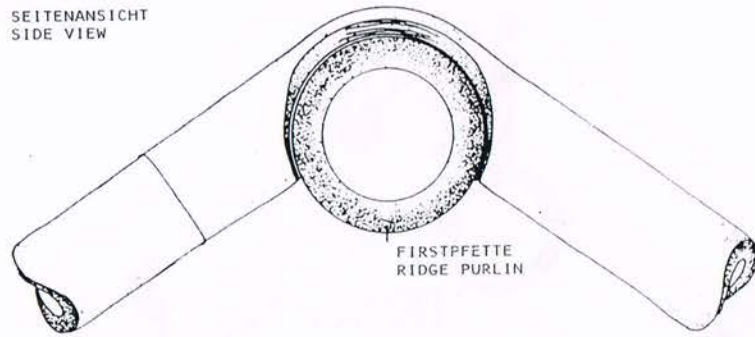


342

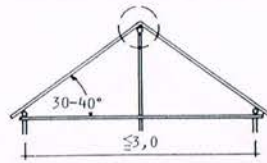
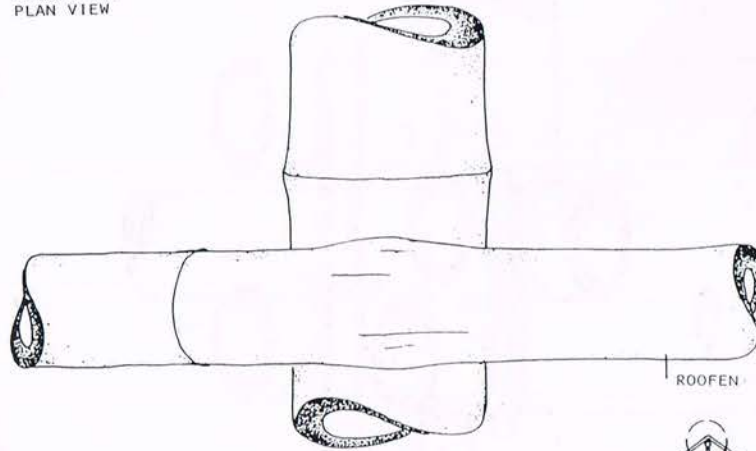


343

SEITENANSICHT
SIDE VIEW



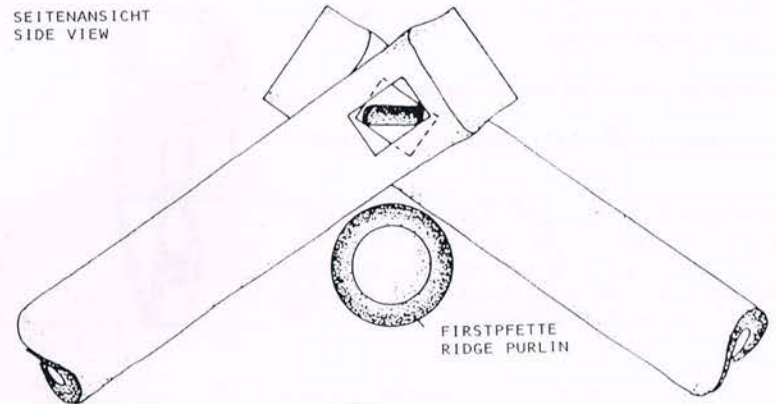
DRAUFSICHT
PLAN VIEW



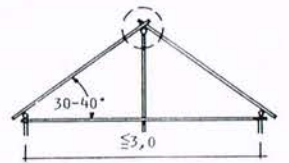
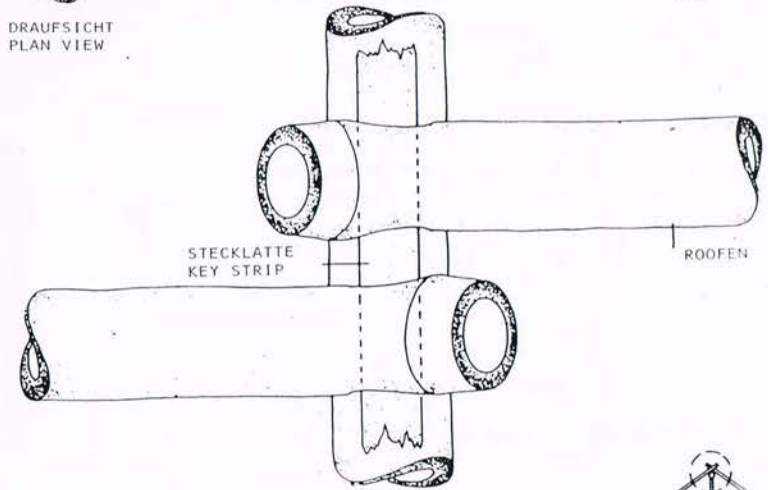
344



SEITENANSICHT
SIDE VIEW



DRAUFSICHT
PLAN VIEW



345



345a

> 346

Rohrverbindung mit Bolzen, Aufhängung der Roofen für schwere Lasten.

> 347

Rohrverbindung, Streben mit Bolzen.

> 348

Dachuntersicht, Ubud, Bali, Indonesien, Aug. 1977.

Die Roofen werden paar- oder doppel paarweise gebunden. Der abgefaste Bolzen kann nicht herausfallen, weil der Seilbund die Roofenköpfe zusammenzieht. Es ist eine dauerhafte Knotenform auch für schwere Lasten.

> 349

Rohrverbindung, Firstpfette mit Roofen, Bambusnagel und Seilbund.

> 350

Langda, Toraja, Sulawesi, Indonesien, Sept. 77.

Ein Bambusnagel wird durch zwei Öffnungen im Roofenkopf gesteckt (vgl. Hart, S. 145). Der Seilbund verhindert Drehung und seitliches Verschieben. Die Roofen können einzeln ausgewechselt werden.

> 346

Cane joint with dowel, fixing of 'Roofen' for heavy loads.

> 347

Cane joint, braces with dowel.

> 348

Ubud, Bali, Indonesia, Aug. 1977.

The 'Roofen' are tied either in pairs or twin pairs. The chamfered key cannot fall out because the rope tie pulls the heads of the 'Roofen' together. This is a lasting joint even for heavy loads.

> 349

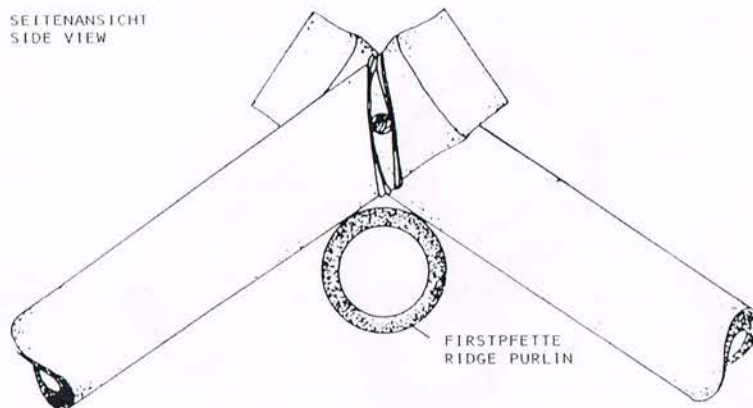
Lashed cane joint, ridge purlin with 'Roofen' and bamboo pin.

> 350

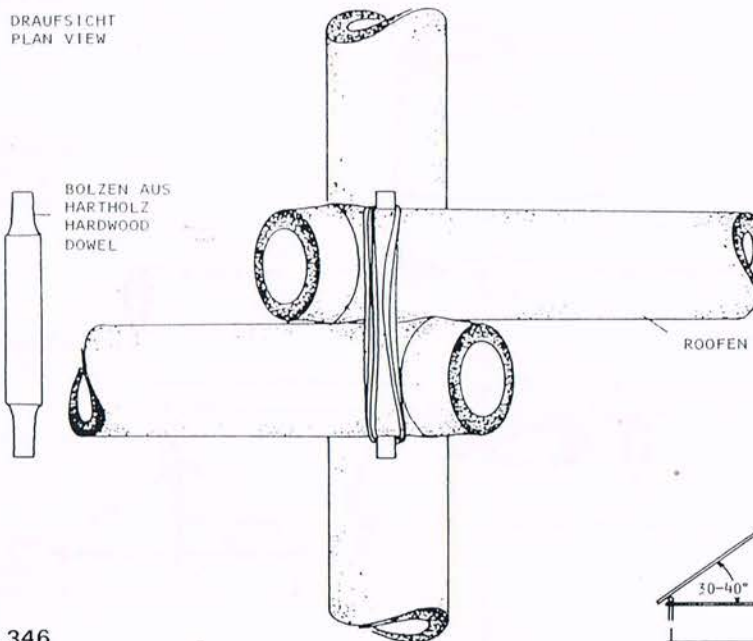
Langda, Toraja, Sulawesi, Indonesia, Sept. 1977.

A bamboo nail is inserted through two holes in the head of the 'Roofen' (cf. Hart, p. 145). The lashing prevents rotation and lateral movement. The 'Roofen' can be replaced individual-

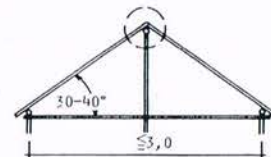
SEITENANSICHT
SIDE VIEW



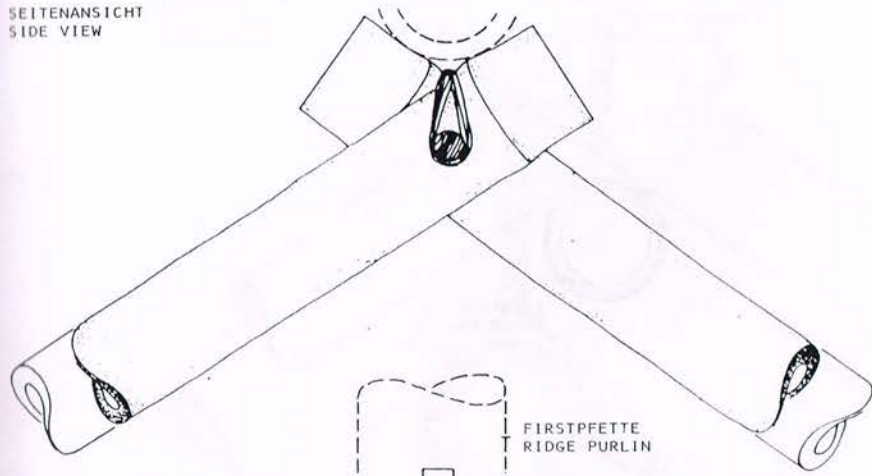
DRAUFSICHT
PLAN VIEW



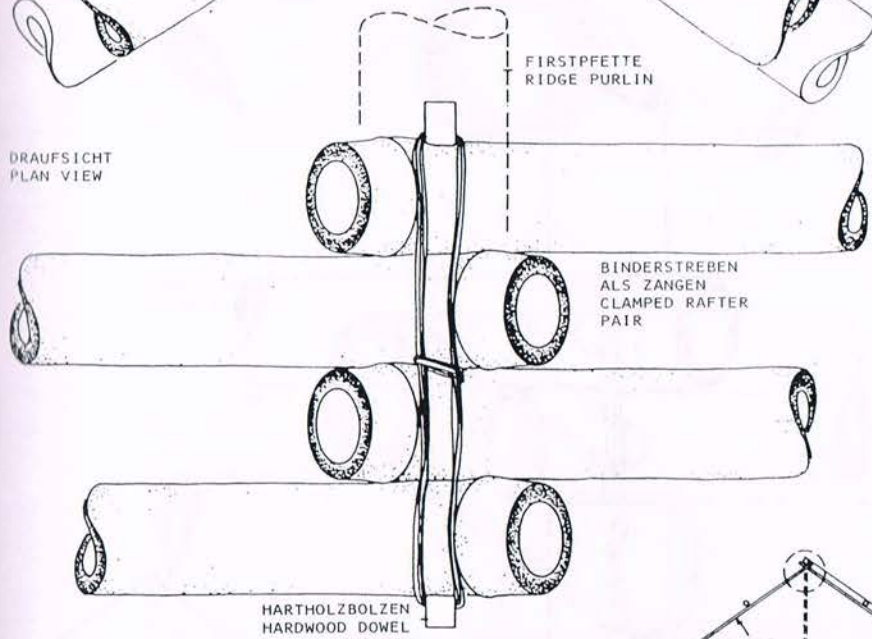
346



SEITENANSICHT
SIDE VIEW



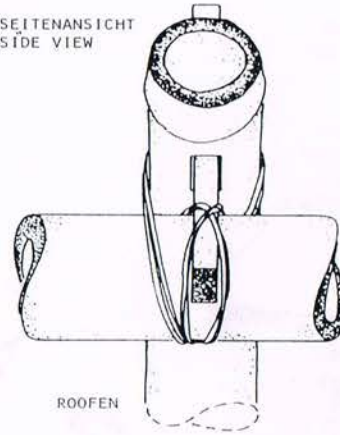
DRAUFSICHT
PLAN VIEW



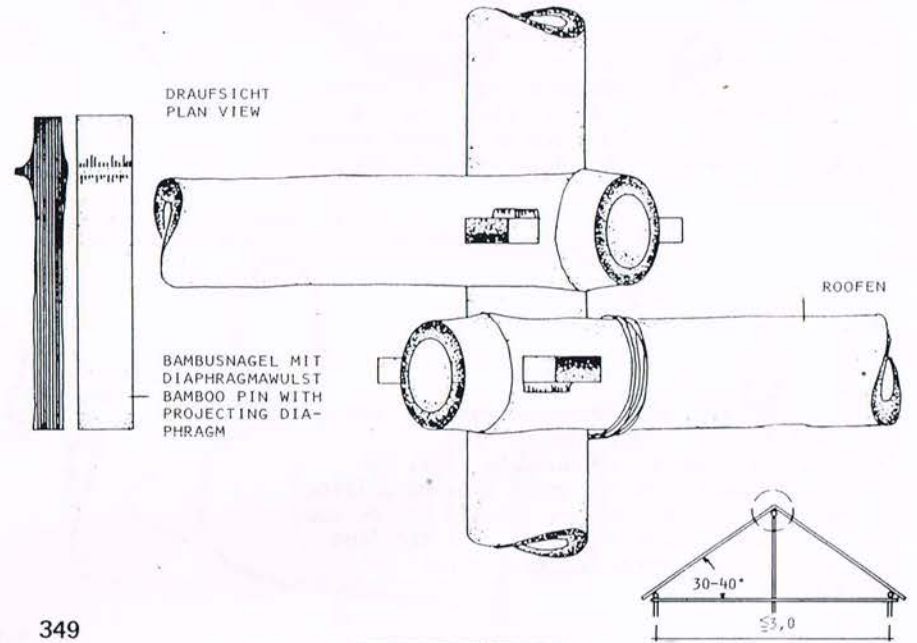
347



SEITENANSICHT
SIDE VIEW



DRAUFSICHT
PLAN VIEW



349



348

350

> 351

Rohrverbindung mit Seilbund und Kerbe. Aufhängung der Roofen, geeignet für leichte Konstruktionen.

Roofenpaare sind mit Seilbund gehalten; die Kerben und Nodienwülste verhindern das Herausgleiten aus den Schlingen. Die Kerbfläche sollte nicht zu schmal sein; dann bleibt die mögliche Drehbewegung des Roofens gering, weil die Bindestreifen ausreichend steif sind.

> 352

Rohrverbindung am First. Sparrenbinder eines Pfettendaches mit einfach stehendem Stuhl. Die Sparrenköpfe des Binders sind unverschiebbar miteinander verbunden. Sie können das Firsträhm tragen und als Streben eingesetzt werden.

> 353

Rohrverbindung am First. Sparrenbinder eines Pfettendaches mit einfach stehendem Stuhl. Die Sparren sind einzeln befestigt und liegen auf dem Firsträhm auf. Als Streben sind sie ungeeignet, weil die Form des Seilbundes nicht das Rähm halten kann. Der Mittelposten ist unentbehrlich.

> 351

Lashed cane joint with notch. Fixing of 'Roofen' suitable for light structures. The pairs of 'Roofen' are held by rope. The notches and nodal protuberances prevent sliding of the rope. The notched area should not be too narrow so that potential rotation of the 'Roofen' is minimised through the stiffness of the tying strip.

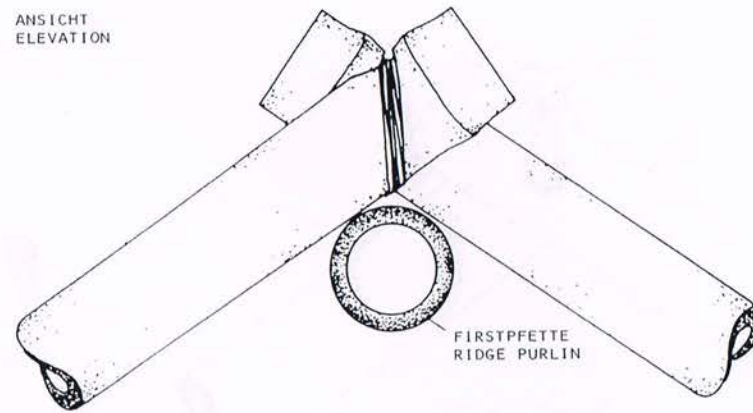
> 352

Cane joint at the ridge. Rafters of a purlin roof with simple truss. The heads of the rafters are joined in such a way that they cannot slide in relation to one another. They can carry the ridge member and be used as braces.

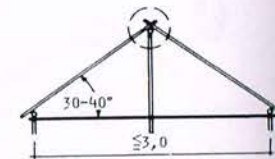
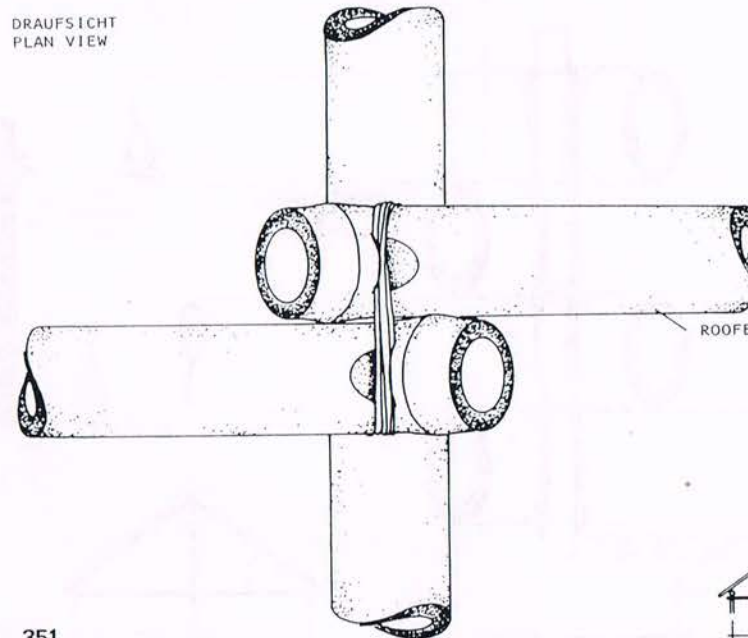
> 353

Cane joint at the ridge. Rafters of a purlin roof with simple truss. The rafters are fastened individually and rest on the ridge beam. They are not suitable as braces because the lashing used cannot hold the ridge beam. A centre post is indispensable.

ANSICHT
ELEVATION

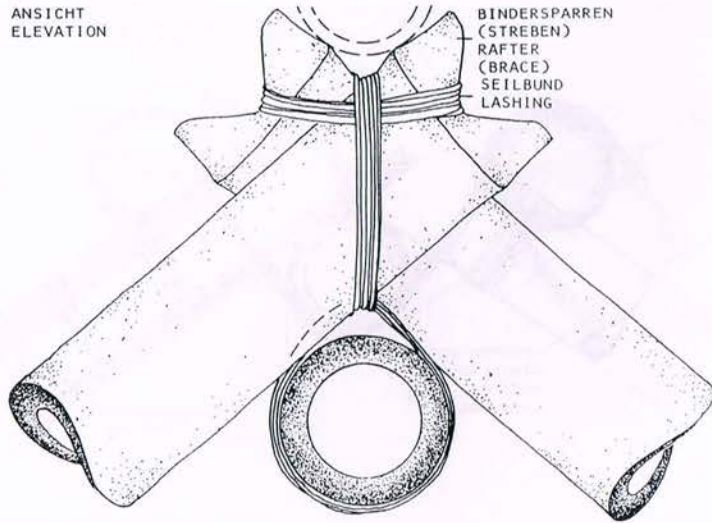


DRAUFSICHT
PLAN VIEW

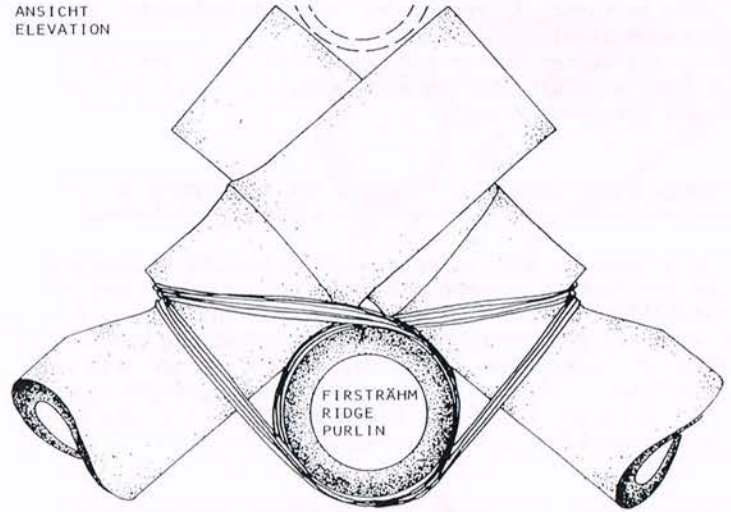


351

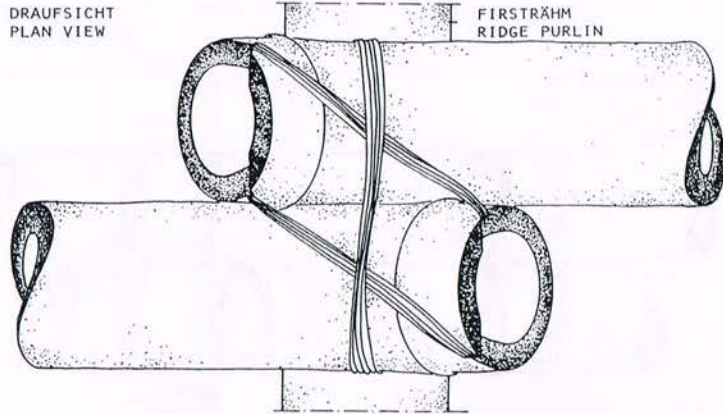
ANSICHT
ELEVATION



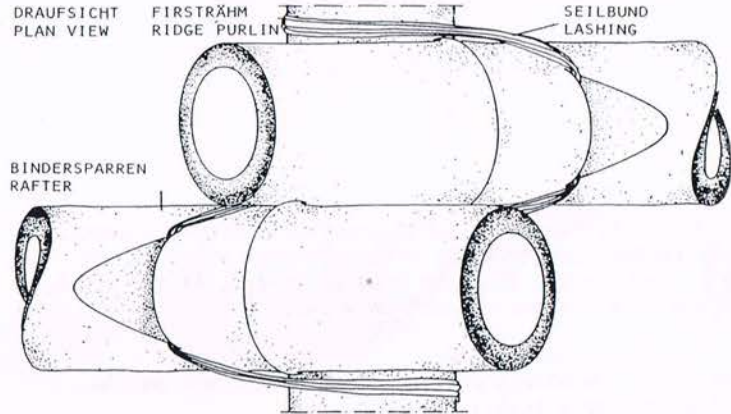
ANSICHT
ELEVATION



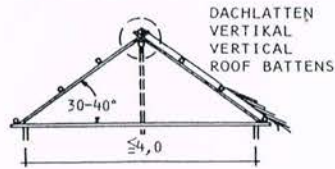
DRAUFSICHT
PLAN VIEW



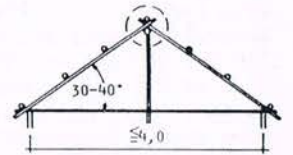
DRAUFSICHT
PLAN VIEW



BINDERSPARREN
RAFTER



352



353

> 354
 Rohrverbindung am First. Sparrenbinder eines Pfettendaches mit einfach stehendem Stuhl.
 Zwei Sparrenpaare können am Firstknoten gegenseitig Last übertragen. Sie sind auch als Streben verwendbar. Am Dachfuß sind sie als Zangen befestigt > 341.

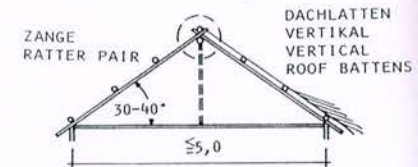
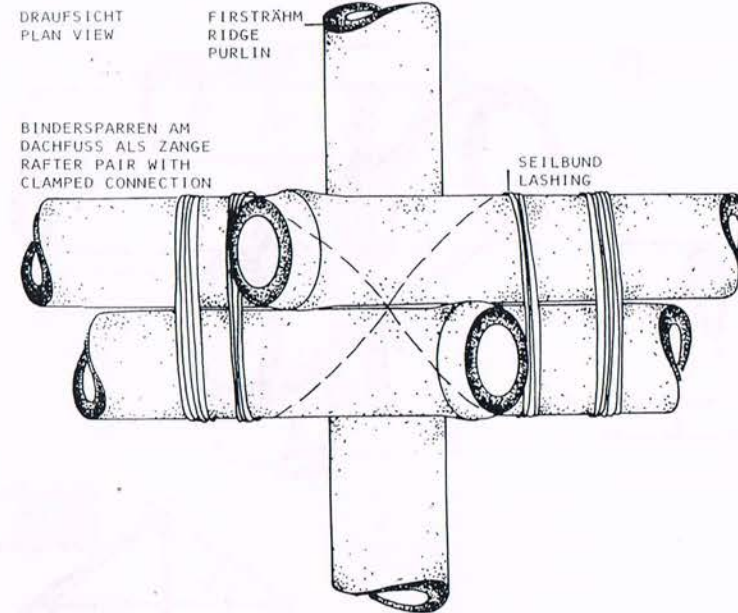
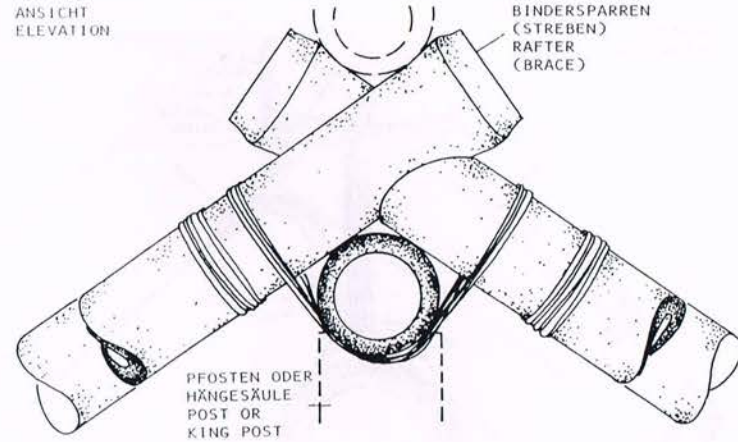
> 355
 Rohrverbindung. Bindersparren und Pfette mit Verkämmung in einer Richtung und Seilbund. Pfettendach mit einfach stehendem Stuhl.
 Der einfache Seilbund > 320, 321 als gebräuchlichste Knotenform kann Pfetten und Sparren ausreichend sicher miteinander verbinden. Als zusätzliche Sicherung sind mehrere Maßnahmen möglich. Die Pfette wird auf dem Bindersparren durch Verkämmung und Seilbund gehalten. Die Aussparung in der Pfette soll länger sein als diejenige vom Sparren, damit sie nicht schon bei geringfügiger Verschiebung die Kerben verlassen. Wegen Bruchgefahr an der Kerbe können nur dickwandige Sparren verkämmt werden.

> 356
 Rohrverbindung. Binder und Pfette mit Flechtkeil und Seilbund. Pfettendach mit einfach stehendem Stuhl.
 Ein elastischer Flechtkeil wird in dem Seilbund fixiert und verhindert das Abgleiten der Pfette. Der Flechtkeil wird gewöhnlich am Sparren durch eine Bandagenwicklung ersetzt.

> 354
 Cane ridge joint. Rafters of a purlin roof with simple trusses. Two pairs of rafters can transfer forces to each other at the ridge joint. They can therefore be used as braces. At the eaves, they are fixed by a clamped connection > 341.

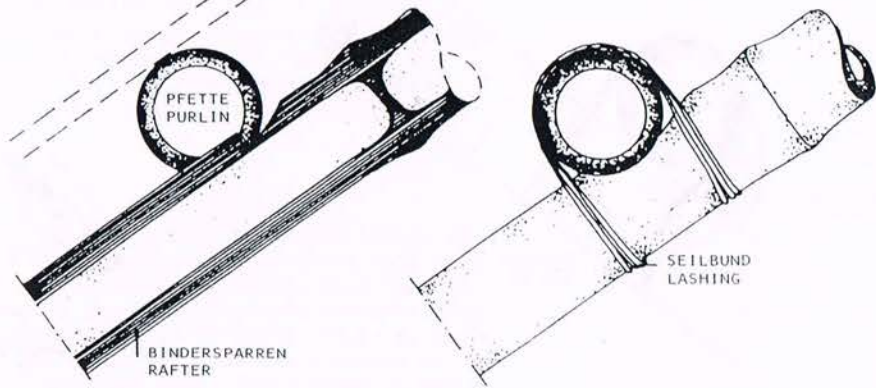
> 355
 Lashed cane joint. Unidirectional notching rafter and purlin. Purlin roof with simple truss.
 A simple lashing > 320, 321 as the most common form of connection can couple purlins and rafters with sufficient reliability. Several measures are possible as additional safeguards. The purlin may be held on the rafters by notches and lashing. The notches in the purlin should be longer than those in the rafters so that they remain engaged when slight movements of the structure occur. Because of the danger of breakage of the notches only thick-walled rafters can be used.

> 356
 Lashed cane joint. Rafter and purlin with plaited wedge. Purlin roof with simple truss.
 A flexible plaited wedge is fixed by the rope and prevents the purlin from sliding. When used on a rafter this plaited wedge



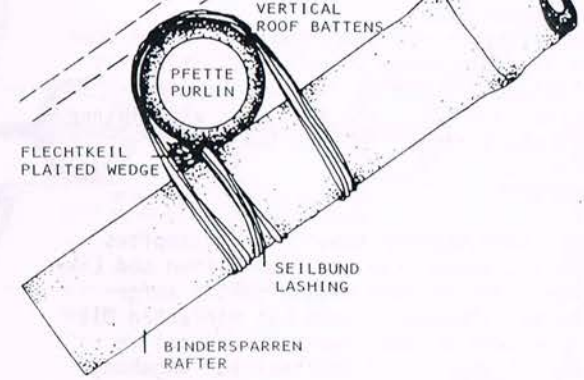
VERTIKALSCHNITT
VERTICAL SECTION

DACHLATTEN VERTIKAL
VERTICAL ROOF BATTENS

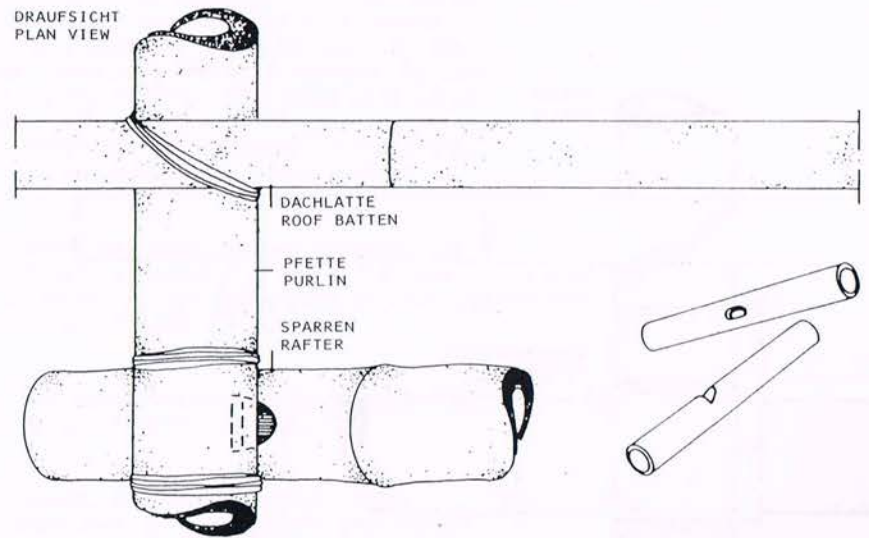


SEITENANSICHT
SIDE VIEW

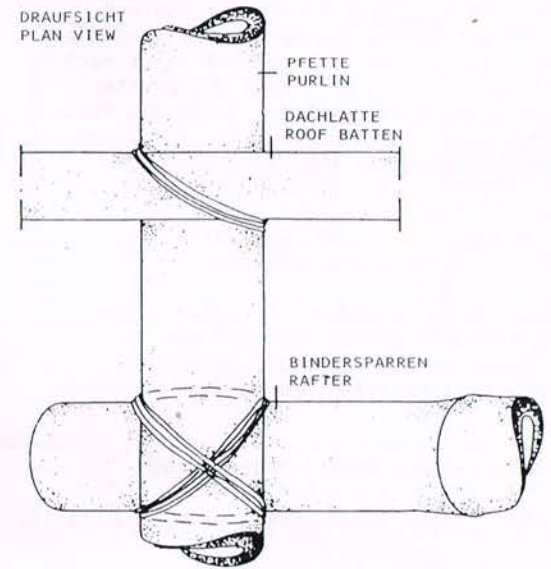
DACHLATTEN VERTIKAL
VERTICAL ROOF BATTENS



DRAUFSICHT
PLAN VIEW



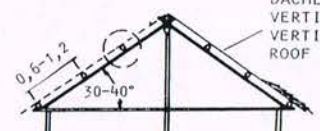
DRAUFSICHT
PLAN VIEW



DACHLATTEN
ROOF BATTENS



DACHLATTEN VERTIKAL
VERTICAL ROOF BATTENS



> 357

Rohrverbindung. Bindersparren und Pfette mit Rödelstab und Seilbund. Pfettendach mit einfach stehendem Stuhl

Pfetten mit stärkeren Querschnitten werden über weitere Binderabstände gespannt; damit wächst die Belastung der Knoten, und die Verbindung muß tragfähiger sein. Ein Rödelstab als kleiner Knebel liefert einen sicheren Anschlag.

6.4 FUSSBODEN

Primitive Bambushäuser haben nur gestampftes Erdreich als Boden (Kap. 5), zum Sitzen und Liegen werden Bambus- oder Blättermatten aufgelegt. Diese Fußbodenart kann mit einfachen Mitteln verbessert werden. Der Erdboden sollte durch Auffüllung leicht überhöht zur Umgebung sein, damit er außerhalb des Tagwasserbereiches liegt. Lehmhaltiges Schüttmaterial wirkt kapilarsperrend zur Grundfeuchte hin. Darauf kommt ein Pflasterbelag aus Bambusbrettern. Die Schüttung sollte vorher zwar geebnet, aber noch nicht gestampft werden; erst wenn die Bretter eingebracht sind, wird der Boden durch die Bretter hindurch verdichtet. Geschicktes Einpassen und Stampfen der Bretter (sie liegen mit der rauhen Innenseite nach unten) schließt die Fugen und Stöße. Die Erde bindet sich an die Brettunterseite, wodurch ein gut haftender, nicht verrutschender Belag entsteht.

Der aufgeständerte Fußboden ist hygienischer und praktischer. Es ergibt sich ein gut nutzbarer Stauraum für Material und Geräte oder für Tierhaltung unter dem Haus.

> 358

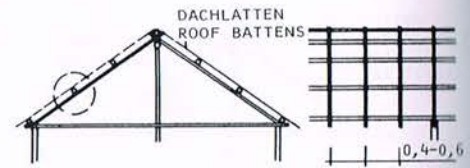
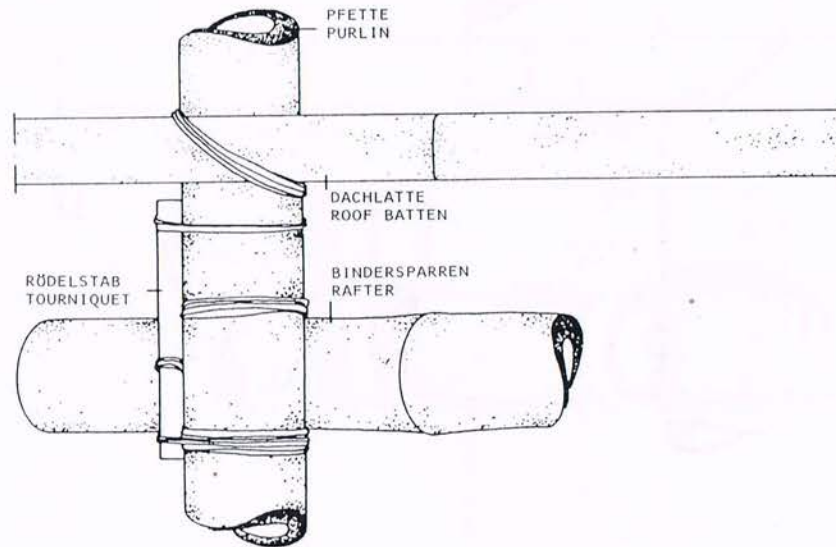
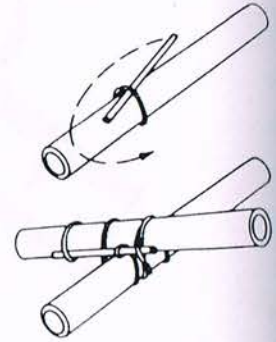
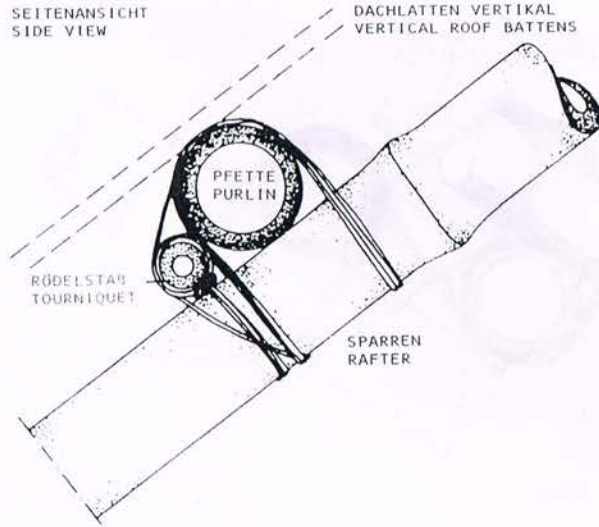
Fußbodenkonstruktion. Befestigung des Gebälkes mit Druckleiste und Seilbund

> 359

Legaspi, Luzon, Phil., Sept. 1976

Bambusstangen als Balkenlage sind leichter und elastischer als Kanthölzer. Um das Schwingen des Bodens in Grenzen zu halten, dürfen die Abstände nicht weiter als 30 - 50 cm sein; sie müssen der Bambusart, dem Rohrdurchmesser und dem Bodenbelag angepaßt werden. Die Stangen sind einzeln am Rähm befestigt oder mit einer Druckleiste gefaßt angebunden. Überschneidungen ermöglichen ein einheitliches Bodenniveau für den Belag > 331. Alle Formen der Bambusbodenbeläge sind auch für Wandkonstruktionen oder Zäune verwendbar. Schwellen liegen nicht in der Rähm-Ebene, um ganz unabhängig nach der jeweiligen Wandkonstruktion gerichtet werden zu

SEITENANSICHT
SIDE VIEW



> 357

Lashed cane joint. Rafters and purlin with tourniquet. Purlin roof with simple truss. With purlins of larger diameter the tie rafter spacings are increased. This increases the loading of the joints requiring increased strength. A tourniquet provides a secure support.

6.4 FLOORS

In primitive bamboo huts the floor (chap. 5) consists of compacted soil on which mats made of bamboo or leaves are placed. This type of floor can be improved by simple measures. The earth floor should be slightly raised by back-filling above the level of the surrounding ground so that the final floor level is above the height of any surface water. Back-fill soil containing clay provides a barrier against ground moisture. The back-fill is levelled but not compacted and then covered with bamboo planks. The planks are then pressed into the soil thus compacting the soil beneath. By careful fitting and ramming the planks will close (with the rough side down) all gaps and joints. The soil bonds to the underside of the planks and in this way a non-slip floor surface is produced.

A floor raised on posts is more hygienic and more practical. It creates a useful storage space for materials and implements or stabling for animals underneath the house.

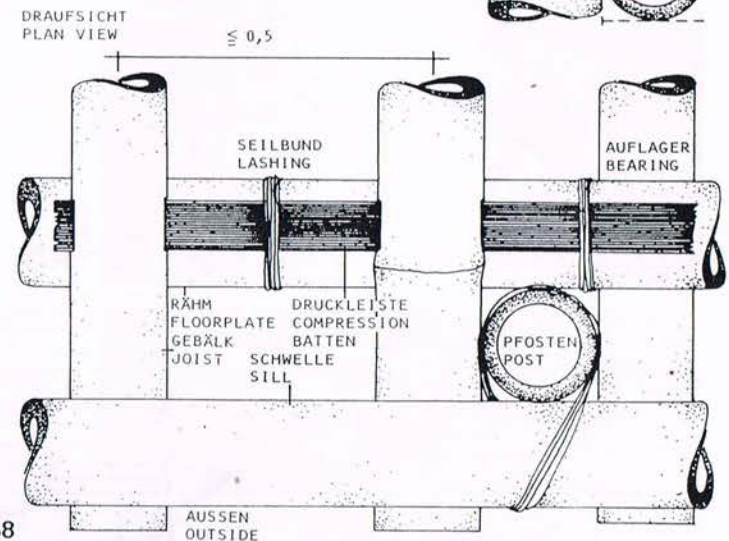
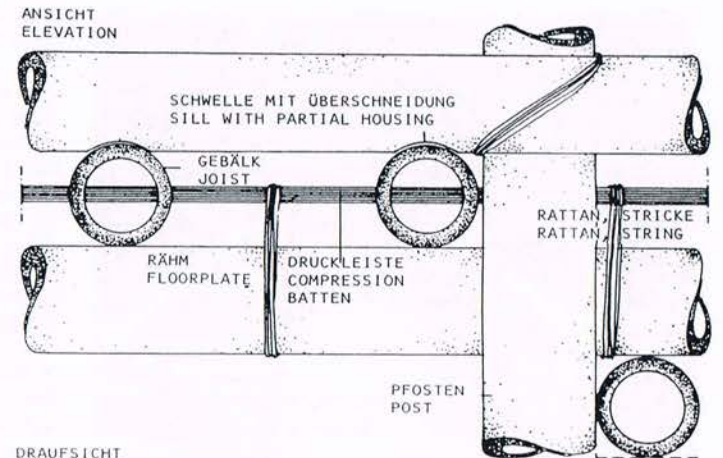
> 358

Lashed floor construction. Fastening the floor joists with compression battens.

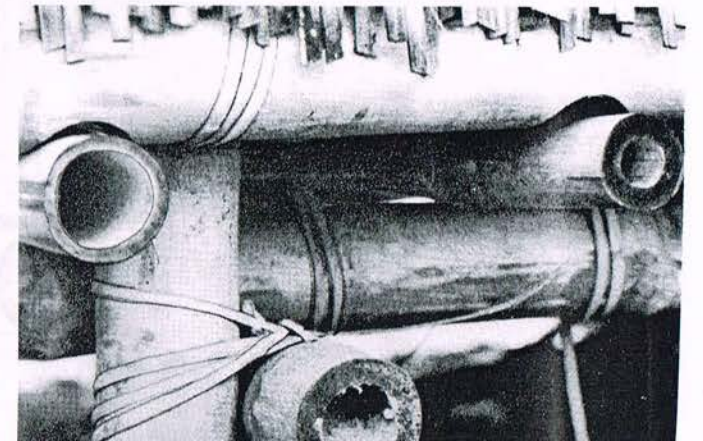
> 359

Legaspi, Luzon, Philippines, Sept. 1976.

Bamboo canes used as floor joists are lighter and more elastic than solid timbers. In order to limit vibration of the floor, the spacing of the bamboo joists must not exceed 30 - 50 cm. The spacing must be chosen according to the type of bamboo, the cane diameter and the type of surface to be used. The joists are fastened to the string beams either individually or by using compression battens. By partially housing the joists in the string beam a level floor is obtained > 331. Bamboo floor coverings can without exception be used for the construction of walls and fences as well. The sills are not in the same plane as the floor plates so that their location complies with the wall construction.



358



359

