

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 607 829 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94100231.3**

(51) Int. Cl.⁵: **B27J 1/00**

(22) Anmeldetag: **10.01.94**

(30) Priorität: **12.01.93 DE 4300557**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.07.94 Patentblatt 94/30

(64) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE ES FR GB IT LI NL

(71) Anmelder: **Schmidmeier, Alexander**
II. Kelud 69,
Tewang Wates,
Kediri
ID-64147 Jatim(ID)

(72) Erfinder: **Schmidmeier, Alexander**
II. Kelud 69,
Tewang Wates,
Kediri
ID-64147 Jatim(ID)

(74) Vertreter: **Alber, Norbert et al**
Patent- und Rechtsanwälte
Hansmann Vogeser Dr. Boecker Alber Dr.
Strych
Albert-Rosshaupter-Strasse 65
D-81369 München (DE)

(54) **Verfahren zur Verhinderung des Reissens von Bambusrohren (mechanisch).**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur mechanischen Behandlung von Bambusrohren, um die Reißbildung der Bambusrohre zu verhindern. Dafür ist es notwendig, ein Verfahren zu schaffen, bei dem Bambusrohre, die auch zwei und mehr Querwände aufweisen, so behandelt werden können, daß eine Reißbildung des Bambusrohres nach dessen Verarbeitung vermieden wird. Daher wird vorgeschlagen, daß das Bambusrohr vor Beginn der Trocknung in Längsrichtung über die gesamte Länge in Längsrichtung aufgeschnitten wird, auf die gewünschte Restfeuchte heruntergetrocknet und nach dem Trocknen der entstandene Längsspalt über die gesamte Länge verschlossen wird.

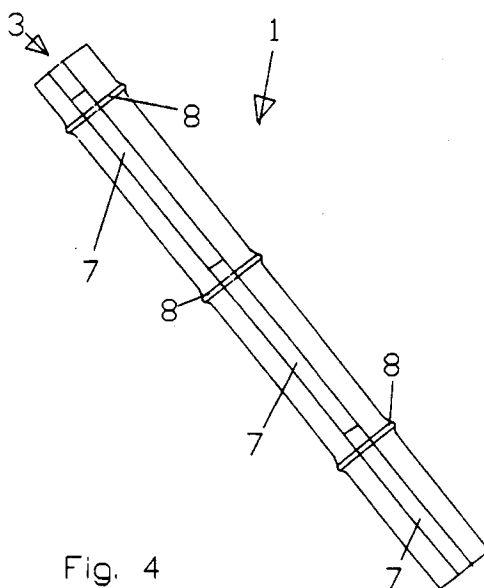


Fig. 4

EP 0 607 829 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Bambusrohren um die Rißbildung der Bambusrohre zu verhindern.

Bambus wird aufgrund seiner hohen Elastizität und Stabilität, vor allem in Asien, in vielfältigster Weise als konstruktives Element eingesetzt, vom Erstellen kirchturmhoher Baugerüste bis zur Verwendung als
5 Material für Sitzmöbel und Geschirr.

Auch in Europa wird Bambus, vor allem für die Herstellung von Sitzmöbeln, Bettgestellen und ähnlichem eingesetzt.

Dabei besteht grundsätzlich das Problem, daß der Feuchtegehalt, wie ihn das Bambusrohr während des Wachstums besitzt, nämlich etwa 55 - 110 Gewichts%, nach dem Abschneiden des Rohres und der
10 Beendigung der kapillaren Wasserzuführung aus dem Wurzelwerk auf die Luftfeuchtigkeit der Umgebung absinkt. Während im asiatischen Raum aufgrund der meist sehr hohen Luftfeuchtigkeit dieser Unterschied nur vereinzelt zur Rißbildung des Bambusrohres führt, reißen solche Rohre beim Transport nach Europa oder Nordamerika und vor allem beim Einsatz in zentralbeheizten oder klimatisierten Räumen fast regelmäßig, aufgrund der dann bestehenden sehr hohen Feuchtedifferenz.

Zwar wird durch Rißbildung auch die Stabilität des Bambusrohres beeinträchtigt, jedoch ist dies nicht der ausschlaggebende Nachteil, sondern die verschlechterte optische Wirkung, wenn das Bambusrohr als
15 Konstruktionsmaterial für relativ hochwertige Möbel verwendet wurde.

Da das Bambusrohr einen geschlossenen, runden Querschnitt besitzt, und in Längsrichtung in unregelmäßigen Abständen von schottartigen Querwänden abgeteilt wird, können die aus der Behandlung von zu
20 Brettern verarbeitetem Massivholz bekannten Methoden der Rißvermeidung (schichtweises Verleimen der Massivholz-Ebenen in winkliger Faserrichtung zueinander) nicht zur Rißvermeidung eingesetzt werden. Denn einerseits ist Bambus rein biologisch gesehen nicht eine Holzart, sondern ein Riesengras und auch davon abgesehen bestehen fast gegenläufige Verhaltensweisen in physikalischer Hinsicht:

Während Holz die Leitzellen zum Flüssigkeitstransport, vor allem in den Außenbereichen direkt unter der Rinde, hat und daher ein Baumstamm im Außenbereich den höchsten und im Kernbereich den niedrigsten
25 Feuchtegehalt aufweist, ist es bei Bambus genau umgekehrt:

Im äußeren Drittel des Rohres befinden sich die Stützzellen, die dem Bambus seine Festigkeit geben, während nach innen die Leitzellen und Speicherzellen für das aufzunehmende Wasser mit den enthaltenen
30 Aufbaustoffen folgen. Demzufolge verhalten sich die beiden Stoffe absolut ungleich, zumal noch hinzukommt, daß das physikalische Verhalten des Bambus aufgrund der Hohlkonstruktion mit den in axialer Richtung vorhandenen Querwänden nochmals völlig anders ist.

Zusätzlich ist der Feuchtegehalt von Bambusrohren beim Schnitt nicht nur grundsätzlich höher als bei Holz, sondern schwankt auch sehr viel stärker in Abhängigkeit vom Standort, momentanem Klima und, betrachtet in Querschnittsrichtung des Bambusrohres als auch in axialer Längsrichtung, von der Größe.

Es ist daher eine Aufgabe gemäß der Erfindung, ein Verfahren zu schaffen, mit dem Bambusrohre, die auch zwei und mehr Querwände aufweisen, so behandelt werden können, daß eine Rißbildung des
35 Bambusrohres nach dessen Verarbeitung vermieden wird. Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Ansprüche 1 und 17 gelöst.

Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die beschriebenen Verfahren bedienen sich einer Herabsetzung der auftretenden mechanischen Span-
40 nungen.

Diese Spannungen sind einerseits durch die geschlossene, runde Querschnittskontur des Bambus bedingt, wodurch selbst bei prozentual gleichmäßigem Schwund des Bambus in der äußeren Schicht
45 Zugspannungen gegenüber der inneren Schicht auftreten müssen. Dies wird noch verstärkt durch die innere Struktur des Bambus, die im äußeren Drittel mehr Stützzellen und im inneren Drittel mehr röhrenartige WasserTransportzellen sowie Speicherzellen aufweist.

Eine weitere Schwierigkeit der Beeinflussung der Spannungen im Bambus sind die in unregelmäßigen Abständen vorhandenen inneren Querwände, die sich auch in einem auf der Außenseite des Bambus
umlaufenden, verstärkten Wulst äußern.

Da weiterhin wachstumsbedingt auch die Dicke der Wandung gegenüber dem Durchmesser des Rohres, die Konizität des Rohres, sowie die innere Struktur des Bambus und dessen Ausgangsfeuchtigkeit
50 in beinahe jedem Einzelfall anders ist, müssen auch die Arten der Beeinflussung individuell variabel sein.

Eine Methode der Rißvermeidung besteht darin, durch wenigstens einen Längsschnitt entlang einer Mantellinie des Bambusrohres den geschlossenen Querschnitt zu öffnen und dadurch sozusagen einen
55 künstlichen Riß zu schaffen. Dieser wird sich - trotz des vorher erfolgten Durchbohrens oder gar vollständigen Entfernens der inneren Querwände - dennoch nicht in allen Fällen während des Trocknungsvorganges gleichmäßig verändern, also öffnen, gleichbleiben oder gar verschließen. In der Mehrzahl der Fälle wird jedoch eine Öffnung dieses Längsspalt zu verzeichnen sein, so daß nach Ende des Trocknungsvorganges

ges in diesen Längsspalt ein Streifen, z.B. ein angepaßter Bambusstreifen oder ein Streifen aus ähnlich aussehendem Material eingesetzt und verklebt bzw. statt dessen oder zusätzlich mechanisch befestigt werden kann durch Klammern, Bambusdübel oder ähnlichem. Bewährt hat sich hier vor allem das Einkleben mit zusätzlichem Einbringen von etwa 3 mm dicken Bambusdübeln in Längsrichtung jeweils abwechselnd schräg durch die beiderseitigen Klebeflächen des Bambusstreifens hindurch.

Diese mechanische Behandlung muß jedoch durch spezielle, abgestufte Trocknungsvorgänge unterstützt werden, um ein auch in europäischen Klimaverhältnissen nicht reißendes Bambusprodukt zu erhalten:

Vorbehandlung:

Eine weitere Möglichkeit, die Reißneigung bei Bambusrohren zu mindern, besteht darin, einerseits die unteren 50 bis 200 cm des gewachsenen Bambusrohres stehen zu lassen und nur den oberen Bereich des Rohres zu ernten, da mit zunehmender Höhe der Ausgangs-Feuchtegehalt des Bambusrohres stark abnimmt.

Durch das einige Wochen vor dem Ernten erfolgende, weitestgehende Entfernen der Äste und Zweige des Bambus wird zusätzlich der Wassertransport durch das Bambusrohr verringert und damit der Ausgangs-Feuchtegehalt bei der Ernte.

Vortrocknung:

Unterstützend wird das geschnittene Rohr nach dem Ernten noch aufrecht stehend gelagert, am besten direkt im Bambushain, und dabei werden die noch vorhandenen Äste belassen, wodurch eine Art Vortrocknung durch Feuchtigkeitsabgabe über die Blätter und Verdunsten über die Schnittflächen stattfindet, unterstützt durch das Absinken der Feuchtigkeit im Bambusrohr durch die Schwerkraft.

Aktive Trocknung:

Die aktive Trocknung des Bambus wird in mehreren Stufen vollzogen:

1. Stufe:

In der ersten Stufe wird der Bambus vorzugsweise im Freien vom Ausgangs-Feuchtigkeitsgehalt (50 bis 100%) bis auf die sogenannte Fasersättigungsgrenze heruntergetrocknet. Diese liegt bei Bambus zwischen 14 und 21 Gew.% Wasser im Gegensatz zu Holz, bei dem dieser Wert 23 bis 35% beträgt. Auch beginnt Bambus bereits in dieser ersten Trocknungsphase zu schrumpfen im Gegensatz zu Holz, welches erst nach Unterschreiten des Fasersättigungswertes zu schrumpfen beginnt. Sofern nichts anderes angegeben, verstehen sich alle Prozentangaben als Gewichtsprozente.

Diese erste Phase wird durch aufrecht stehende Lagerung im Halbschatten im Freien für 2 bis 10 Wochen, insbesondere von 3 bis 4 Wochen, durchgeführt. Dabei verringert sich der Feuchtegehalt auf einen Wert von etwa 17% innerhalb einer Bandbreite von 13% bis 25%. Dieser Wert entspricht dem Feuchtegleichgewicht, wie es sich bei ausreichend langer Lagerung aufgrund der Umgebungsluftfeuchtigkeit in den Tropen einstellt.

Dabei schrumpft der Bambus im Durchmesser um 4 bis 14%, so daß es vorteilhaft ist, bereits vor dieser ersten Trocknungsphase die Querwände zu entfernen. Dies kann durch Stoßen oder einen im Durchmesser verstellbaren Bohrkopf geschehen.

Dies ist notwendig, da in dieser ersten Trocknungsphase vor allem das freie Wasser aus den vermehrt am Innenumfang liegenden Wasserleitungen abgegeben wird und bei entfernten Querwänden besser nach außen austreten kann.

Falls es in dieser ersten Stufe zu Rissen kommt, entstehen diese hauptsächlich von innen her, da durch Verdunsten des freien Wassers in den Kappilaren der innenwand-nahen Bereiche des Rohres die stärkste Schrumpfung und Spannungsbildung auftritt. Mit den oben genannten Maßnahmen sind in dieser Trocknungsphase Reißbildungen jedoch weitgehend vermeidbar.

Deshalb wird die eingangs beschriebene Einbringung eines Längsspaltess durch Aufschneiden, Aufsägen oder Auffräsen, mit einer Breite von etwa 4 mm, etwa am 4.Tag dieser 1.Trocknungsstufe durchgeführt, und falls zu Beginn der 1.Trocknungsstufe eine chemische Tauchbad-Behandlung durchgeführt wird, 4 Tage nach Entnehmen aus dem Tauchbad.

Während dieser 1.Trocknungsstufe muß die Veränderung der Spaltbreite spätestens alle 4 Tage, besser täglich, kontrolliert werden, da sich der Spalt in der Regel verengt. Bevor sich der Spalt durch

Schrumpfung des Bambus vor allem im inneren Bereich und damit unter Durchmesserreduzierung schließt, muß er erneut durch mechanische Bearbeitung erweitert werden, um mechanisch auftretende Spannungen bei Anlage der Schnittflächen aneinander zu vermeiden. Sollte der Spalt nach zweimaligem Nachbearbeiten sich immernoch auf 0 mm Breite verkleinern, ist das Bambusrohr für die weitere Verarbeitung nicht mehr geeignet.

2. Stufe (Trocknungskammer/Klimaraum):

In der zweiten Stufe wird, im Idealfall genau ausgehend vom Fasersättigungsgehalt an Feuchtigkeit, auf 8% bis 10% Endfeuchtigkeit herabgetrocknet. In dieser zweiten Trocknungsphase gibt der Bambus vorzugsweise das in den Außenbereichen gebundene Wasser ab, weswegen sich diese äußeren Schichten zusammenziehen wollen, was jedoch aufgrund der sich anders verhaltenden inneren Rohrbereiche nicht möglich ist. Dadurch wird - ähnlich wie bei einem Bimetall - der Rohrdurchmesser aufgebogen, so daß sich der Umfang vergrößert und an einer Stelle des Rohrumfanges ein Längsspalt entsteht bzw. vergrößert.

2.a, Trocknungskammer

Während der Kammertrocknung beträgt die Lufttemperatur zwischen 30° und 60° C und die relative Luftfeuchte 75% bis 33%, wobei die Ausgangsfeuchtigkeit des Bambus in dieser zweiten Phase nicht mehr als 24% betragen darf.

Weiterhin wird während der Kammertrocknung regelmäßig mit einem Feuchtemeßgerät die Trocknung überprüft, was während der zweiten Trocknungsphase alle 2 Stunden, bei der vorherigen ersten Phase im Freien alle 2 Tage geschieht.

Die Trocknung in der Trocknungskammer wird mit kühler Luft und hoher Luftfeuchtigkeit begonnen, wobei im Verlauf des Trocknungsvorganges die Temperatur erhöht und die Luftfeuchtigkeit im Trocknungs-Ofen erniedrigt wird. Vorzugsweise wird in mehreren Kammerphasen getrocknet. Typisch für 3m lange Bambusrohre mit der üblichen 5-jährigen Wuchsdauer, entnommen aus dem mittleren Stammbereich und mit chemischer Vorbehandlung sind folgende Werte:

1. Stufe = 30° Celsius/ 75% relative Luftfeuchtigkeit
2. Stufe = 38° Celsius/ 60% relative Luftfeuchtigkeit
3. Stufe = 49° Celsius/ 45% relative Luftfeuchtigkeit
4. Stufe = 60° Celsius/ 35% relative Luftfeuchtigkeit.

Dabei wird vorzugsweise während der 1. Phase die Außenseite, vor allem im Knotenbereich, des Bambusrohres regelmäßig mit Wasser bespritzt, um speziell dort Rißbildung zu verhindern. Die Gesamtzeit der Kammertrocknung (z.B. der oben dargestellten 1.- 4. Phase) beträgt dabei 3-7 Tage, wobei sich die Gesamtzeit sowie die Einzelzeiten der einzelnen Phasen je nach Wandstärke des zu trocknenden Rohres etwa wie folgt unterscheiden:

Wandstärke	1.Phase(x)	2.Phase(x)	3.Phase(x)	4.Phase(x)
10 mm	20	22	24	22
12 mm	20	22	33	27
14 mm	20	22	43	31
16 mm	22	26	49	35
18 mm	22	26	55	42
20 mm	22	26	62	50

(x) = Verweildauer in Stunden

Während des Verbleibs in der Trocknungskammer wird die Breite des Längsspaltens regelmäßig, vorzugsweise etwa alle 4 Stunden, manuell oder mittels Dehnungsmeßstreifen gemessen bzw. in ihrer Veränderung überwacht, um trotz der vorgegebenen Werte für die einzelnen Phasen keine zu schnelle Trocknung zu bewirken, die unweigerlich zu Rißbildungen führt.

Klimaraum:

Nach etwa 3- bis 7-tätiger Verweildauer in der Trocknungskammer wird eine Konditionierung an die Klimaverhältnisse des Exportlandes durchgeführt, also eine Akklimatisierung bei etwa 40 bis 50° Luftfeuch-

tigkeit und 20 bis 25 °C Temperatur für europäische Länder.

Die Verweildauer in dem Klimaraum beträgt 2 bis 4 Tage, wobei gegenüber der letzten Phase in der Trocknungskammer wiederum eine Durchmesser verringering des Bambusrohres um 5 bis 12% stattfindet, aufgrund der höheren relativen Luftfeuchtigkeit im Klimaraum gegenüber der letzten Phase in der Trocknungskammer. Dies wird gezielt eingesetzt, da sich herausgestellt hat, daß dieses Untertrocknen in der

5 Trocknungskammer die spätere Reißfestigkeit des verarbeiteten Bambusrohres erhöht, da sie später eine niedrigere Schwellneigung aufweisen. Dies könnte mit dem nachhaltigen Kollabieren einzelner Kappilare zusammenhängen.

Während des Aufenthaltes im Klimaraum wird auch das Verschließen, Verdübeln und Verkleben der in

10 den Längsspalt eingesetzten Bambusstreifen vorgenommen. Dabei wird häufig tagsüber an den Bambusrohren zu diesem Zweck gearbeitet, während sie in der Nacht, jeweils für mindestens 15 Stunden, wieder im Klimaraum zur Klimatisierung gelagert werden.

Bei einem anschließenden Überschleifen der Außenfläche des Bambusrohres ist die Klebefuge des Bambusstreifens so gut wie unsichtbar, und lediglich die Bambusdübel sind aufgrund ihrer anderen Struktur

15 bei genauem Hinsehen zu erkennen.

Da bei konstruktiver Verwendung der Bambusrohre jedoch meist eine Seite des Bambusrohres schlecht sichtbar oder völlig unsichtbar ist, können die Bambusrohre mit dieser Nahtseite im meist unsichtbaren Bereich angeordnet werden, während bei ohne Zusatzbehandlung getrockneten Bambusrohren die Reißbildung an jeder beliebigen Stelle und daher auch meist auch im sichtbaren Bereich auftreten kann.

20 Um das Einsetzen des verschließenden Bambusstreifens zu erleichtern, werden meist Bambusstreifen einer vorgefertigten Breite und Ausrichtung der Klebeflächen benützt, an die der Spalt des Bambusrohres vorher durch entsprechenden Fräsvorgang angepaßt wird, wodurch er die richtige Breite und Schräge seiner Klebeflächen erhält.

Vorzugsweise sind die Klebeflächen sowohl des Bambusstreifens als auch des Längsspalt konisch

25 schräg von innen nach außen aufeinander zulaufend, so daß der Längsspalt innen breiter als außen ist und zusätzlich nach Einsetzen des Bambusstreifens die Klebefuge innen breiter als außen ist.

Ebenso ist jedoch auch das Ausfräsen des Längsspalt auf eine bestimmte Breite und zu zwei parallelen Seitenflächen möglich, und das Benutzen ebensolcher, vorgefertigter Bambusstreifen.

Diese Arbeitsweise ist zeitsparender, als bei jedem Bambusrohr individuell die Form und Abmessung

30 des durch die Trocknung gebildeten, erweiterten Längsspalt zu ermitteln und auf einen Bambusstreifen exakt zu übertragen.

Um das Einsetzen des Bambusstreifens weiter zu erleichtern, kann vorteilhafterweise die Klebefläche des Bambusstreifens als auch des Bambusrohres jeweils ineinandergreifend abgewinkelt ausgebildet werden, also beim Bambusrohr konkav und beim Bambusstreifen konvex oder umgekehrt, so daß allein

35 durch das Ineinandergreifen dieser Profile der Klebeflächen ein formschlüssiger Halt entsteht, der den Bambusstreifen bis zum Abbinden des Klebers vorfixiert.

Da der Bambusstreifen in der Regel seine äußeren, durch den Querwandansatz bedingten Wulste in anderen Abständen aufweisen wird als das Bambusrohr, wird bei mehreren Querwand-Wulsten des Bambusrohres nicht ein einziger, durchgehender Bambusstreifen verwendet, sondern in Längsrichtung

40 Teile, die jeweils nur einen Querwand-Wulst enthalten, der auf gleicher Höhe mit dem Querwand-Wulst des Bambusrohres gesetzt wird, so daß das anschließende Teil des Bambusstreifens hierzu passend abgelängt wird.

Anstatt den eingesetzten Streifen auf beiden Seiten mit den angrenzenden Wänden des Bambusrohres zu verbinden, kann dies auch nur auf einer Seite geschehen, um eine kleine, fast unsichtbare Fuge

45 zurückzulassen, so daß das Bambusrohr ohne Auftreten von Spannungen auch später noch etwas arbeiten kann. Dabei müssen die Rohre später konstruktiv so eingesetzt sein, daß die belassene Fuge an einer unsichtbaren Stelle sitzt.

Ebenso können sowohl die ganze Fuge oder auch nur die Restfuge zwischen eingesetztem Streifen und dem ursprünglichen Bambusrohr mit einer elastischen Füllmasse wie Polyurethan oder Silikon verfüllt

50 werden, wobei der Füllstoff oder zumindest dessen Oberfläche farblich angepaßt sein sollten.

Ebenso ist auch das Ausschäumen des Rohrinne mit einem leichten Füllstoff wie etwa einem geschlossen-zelligen Schaumstoff möglich, wodurch das spezifische Gewicht nur geringfügig erhöht wird, aber aufgrund der ganzflächigen Haftung zwischen der Schaumfüllung und der Rohrinne ein Zusammenziehen und auch Dehnen des Rohres im verarbeiteten Zustand stark erschwert wird. Zum Ausschäumen werden vorzugsweise die ersten und letzten Querwände, die nicht durch vollständiges Zerstören sondern Heraussägen entfernt wurden, wieder fest eingesetzt und dienen als Begrenzungswände für die Füllung des Schaumstoffes.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Bambusrohr vor dem Trocknen nicht nur an einer Mantellinie aufzuschneiden, sondern an mehreren Mantellinien, also eine Aufteilung in zwei oder mehr Segmente des Querschnittes vorzunehmen. Bei Aufteilung in zwei Segmente biegen sich die dadurch entstehenden Halbschalen in der Regel zu Formen auf, die etwa einer halben Ellipse entsprechen.

5 Diese Halbellipsen können entweder wiederum durch zwischengesetzte Bambusstreifen miteinander verklebt und dadurch in etwa zu einem Kreisprofil im Querschnitt ergänzt werden, wobei vorzugsweise nur ein Bambusstreifen zwischengesetzt wird, während an der gegenüberliegenden Fuge die beiden Halbschalen des Bambusrohres direkt aneinander verklebt werden.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, bei nur begrenztem Aufbiegen der Halbschalen diese Halbschalen direkt miteinander zu verkleben, wobei vorher die Klebeflächen durch Fräsen oder Schleifen eine möglichst genau radiale Ausrichtung zur Mitte des Halbschalen-Profiles erhalten sollten. Dadurch ergibt sich eine gleichmäßig schmale, fast unsichtbare Klebefuge über die gesamte Tiefe der Rohrwandungs-Dicke, wobei das entstehende Rohr eine ovale Außenkontur besitzt. Durch Überschleifen, Schälen oder Hobeln des verklebten Rohrumfanges an diesen Bereichen mit dem größten Durchmesser, also im Bereich der Klebefugen, ist es teilweise möglich, einen annähernd runden Rohraußendurchmesser zu erreichen, ohne die Rohrwandungsdicke in diesem Bereich so weit zu verringern, daß die gewünschte Mindeststabilität des Rohres nicht unterschritten wird.

Zusätzlich kann der Schwund des Bambusrohres beim Trocknen durch weitere Maßnahmen beeinflusst und minimiert werden.

20 Dabei kann beispielsweise vor dem Trocknen und damit meist bereits vor dem Aufschneiden die Außenhaut des Bambusrohres abgeschält werden, da speziell deren Schwundverhalten sehr unterschiedlich zu den restlichen Bestandteilen des Bambusrohres ist, und nach deren Entfernen die Unterschiede des Schwundverhaltens im Inneren des Bambus-Querschnittes sehr viel geringer sind.

Weiterhin wird aus meist optischen Gründen das Bambusrohr nach dem Ergänzen und Verkleben 25 außen geschliffen, um die unterschiedliche Oberflächenstruktur und Oberflächenfarbe zwischen Bambusstreifen und Bambusrohr zu egalisieren.

Weiterhin ist eine chemische Vorbehandlung des Bambusrohres, und dabei vorzugsweise vor dem Trocknungsvorgang, empfehlenswert, wobei hier verschiedene Zielrichtungen zu unterscheiden sind: Einerseits kann versucht werden, das im Rohzustand des Bambus in den Zellen vorhandene Wasser teilweise oder ganz durch schwerflüchtige Chemikalien zu ersetzen, so daß beim anschließenden Trocknungsvorgang ein Großteil dieser Chemikalien in den Zellen des Bambusrohres verbleibt und damit der mechanische Schwund sehr viel geringer wird.

Hierfür kommen Polyethylenglykol mit Molekulargewichten von 600, 1000 oder 1.500 sowie Harnstoff oder Sorbitol in Betracht, die jeweils in wässriger Lösung eingesetzt werden.

35 Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Wasser im Inneren der Wasser-Zellen durch Chemikalien zu ersetzen, die selbst stark hygroskopisch sind, und damit das im Bambus natürlich vorhandene oder durch die Luftfeuchtigkeit eingebrachte Wasser zu halten anstatt es bei der Trocknung verdunsten zu lassen. Hierfür kommen Borax, Soda, Borsäure sowie deren Mischungen jeweils als wässrige Lösung in Betracht.

Unabhängig davon, ob der Bambus mit derartigen schwer verdunstenden Chemikalien oder hygroskopischen Chemikalien getränkt wird, was meist in Tauchbädern und nach Entfernen der Querwände und nach dem Aufschneiden geschieht, sollte der Bambus jedenfalls gegen Insektenbefall mit einer 1 bis 2%igen Lösung von Borsäure in Wasser vorbehandelt werden, wobei vorzugsweise diese Lösung durch weitere Zugabe von Soda auf einen PH-Wert von etwa 8 gebracht wird, wodurch zusätzlich das Risiko des Schimmelbefalls verringert wird. Diese Stoffe können im Falle des Einsatzes schwer flüchtiger bzw. 45 hygroskopischer Chemikalien diesen bereits zugemischt werden, so daß nur ein einziges Tauchbad notwendig wird, welchem der Bambus meist über mehrere, beispielsweise fünf, Tage verbleibt, und dabei vorzugsweise bei einer Badtemperatur von etwa 45° C und Umgebungsdruck, da dies bei geringstem Aufwand dennoch ein ausreichendes Ergebnis erbringt. Die Erhöhung des Druckes im Tauchbad reduziert die Verweilzeit.

50 Eine weitere Möglichkeit, den ungleichmäßigen Schwund des Bambusrohres zu verringern oder gar zu vermeiden, stellt die Beeinflussung des Trocknungsvorganges selbst dar. Dies verringert die Spaltbildung bei den oben beschriebenen, aufgeschnittenen Bambusrohren, und kann im Extremfall so exakt funktionieren, daß überhaupt kein Aufschneiden des Bambusrohres entlang der Mantelfläche mehr notwendig ist.

Notwendig ist dagegen immer das Durchbohren oder besser vollständige Entfernen der inneren 55 Querwände des Bambus.

Der Trocknungsvorgang sollte vorzugsweise bereits dadurch beeinflusst werden, daß nur wenigstens fünf Jahre alte Bambusrohre, die auf relativ kargen Böden gewachsen sind und möglichst in der Trockenzeit geerntet wurden, Verwendung finden. Bei diesen Bambusrohren ist bereits der Zellwandanteil gegenüber

dem gespeicherten Wasseranteil höher und damit der Schwundunterschied zwischen den innen liegenden Zellen mit großen inneren Freiräumen und den außen liegenden Zellstrukturen mit geringen Einlagerungsmöglichkeiten weniger groß.

5 Wird dennoch das Aufschneiden der Bambusrohre eingesetzt, so empfiehlt es sich, vor dem Aufschneiden die Bambusrohre durch langsame Lufttrocknung, ohne direkte Sonnen-Einstrahlung, von den ursprünglich etwa 50 bis 100% Feuchtegehalt auf etwa 17% Feuchtegehalt, den Fasersättigungsgrad, herunterzutrocknen, da hierdurch nicht nur der Schnitvorgang selbst leichter zu bewerkstelligen ist, sondern vor allem bereits ein Teil des Schwundes innerhalb des Bambusrohres stattgefunden hat und durch den später, beim Weiter Trocknen auf die beabsichtigten 8 bis 10 % Restfeuchte, zwar eine Erweiterung des erzeugten
10 Spaltes auftreten wird, aber mit einer relativ gleichmäßigen Form entlang der Länge des Spaltes, so daß eine starke Deformierung des Spaltes, die für das anschließende saubere Verschließen nachteilig ist, vermieden wird.

Weiterhin ist die gezielt unterschiedliche Trocknung des Bambusrohres in dessen Innerem gegenüber der Außenfläche vorteilhaft. Nach dem Durchbohren und Entfernen der Querwände kann bei geschlossenem
15 Rohrquerschnitt der Innenraum durch hindurchgeleitete trockene Warmluft gezielt stärker getrocknet werden als die Außenfläche, wodurch die ansonsten vorhandene unterschiedliche Schwundgeschwindigkeit zwischen Innenbereichen und Außenbereichen verringert oder gar ganz kompensiert werden kann.

Da diese Unterschiede bei jedem Rohr individuell anders sind, kann eine exakte Steuerung dieser Innentrocknung optimal nur mit zusätzlicher Sensorik betrieben werden, indem beispielsweise auf der
20 Innenwandung des Rohres sowie auf der Außenwandung jeweils Sensoren zur permanenten Spannungsmessung und/oder Feuchtemessung während des Trocknungsvorganges vorhanden sind und dadurch gezielt den Temperatur- sowie Feuchtigkeitsunterschied der Luft außerhalb des Bambusrohres gegenüber der Luft innerhalb des Bambusrohres, sowie eventuell dessen Strömungs-Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Meßergebnisse steuern.

25 Möglich wäre dabei auch der kombinierte Einsatz dieser Innentrocknung mit dem Aufschneiden des Bambusrohres entlang einer Mantelfläche, indem dieser Spalt für den Innentrocknungs-Vorgang durch einen außen oder innen am Spalt anliegenden Gummiwulst etc. verschlossen wird, und die für die Innentrocknung maßgeblichen, oben genannten Faktoren nicht aufgrund von Spannungsmessung im Bambusrohr gesteuert werden, sondern aufgrund der meßbaren Veränderung der Spaltbreite.

30 Dadurch kann im optimalen Fall der Trocknungsvorgang so durchlaufen werden, daß sich am Ende des Trocknungsvorganges der Spalt vollständig oder zumindest soweit geschlossen hat, daß das Einsetzen eines Bambusstreifens nicht mehr notwendig ist, sondern das Verkleben des Spaltes bereits ausreicht. Dadurch wird der Arbeitsaufwand deutlich verringert.

Grundsätzlich kann dabei anstelle des Aufschneidens des Bambusrohres auch eine andere Art der
35 mechanischen Spannungsentlastung eingesetzt werden, beispielsweise das Einbringen einer Vielzahl von Bohrungen entlang einer Mantellinie des Bambusrohres, die nach Beenden des Trocknungsvorganges durch entsprechende Stöpsel aus Bambusholz wieder verschlossen werden.

Da bei dem Herstellen und Einsetzen solcher Stöpsel die Problematik der Außenwandkrümmung sowie der auftretenden Querwand-Außenwülste nicht auftritt, kann dieser Verschlußvorgang schneller vollzogen
40 werden als das Einsetzen eines vierteiligen Bambusstreifens.

eine Ausführungsform gemäß der Erfindung ist anhand der Figuren beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen aufgeschnittenen Bambusquerschnitt vor der Trocknung,
- Fig. 2 einen Bambusquerschnitt nach der Trocknung,
- Fig. 3 eine Detaildarstellung des entstandenen Spaltes mit eingesetztem Bambusstreifen,
- 45 Fig. 4 eine Längsdarstellung eines fertig bearbeiteten Bambusrohres und
- Fig. 5 eine Längsdarstellung eines mit Bohrungen bearbeiteten Bambusrohres.

Fig. 1 zeigt ein Bambusrohr 1 im Querschnitt, bei dem die Querwand 5 weitestgehend entfernt ist und das Bambusrohr 1 entlang einer Mantellinie aufgeschnitten wurde, wodurch ein Längsspalt 2 entstand.

50 Dabei sind aufgrund des Schneidevorganges, der mit einer Kreissäge oder ähnlichem vollzogen wurde, die Seitenwände des Längsspaltes 2 parallel zueinander und im wesentlichen radial verlaufend.

Fig. 2 zeigt das Bambusrohr gemäß Fig. 1 nach dem Trocknungsvorgang, wodurch sich das Bambusrohr 1 längs seines Umfanges etwas zusammengezogen hat und dadurch der Längsspalt 2 deutlich breiter wurde. Dabei kann u.U. der Außendurchmesser des Bambusrohres 1 gegenüber dem Zustand vor der Trocknung sogar etwas größer werden.

55 Die Seitenwände 14 des Längsspaltes 2 stehen dabei nach wie vor im wesentlichen radial zur Längsachse 15 des Bambusrohres.

Wie der gleichmäßig kreisförmige Außenumfang der Rohre, zumindest vor der Trocknung gemäß Fig. 1 zeigt, wurde die Außenhaut 13 des Bambusrohres geschält um einerseits ein gleichmäßigeres Aussehen zu

erzielen und andererseits den sonst vorhandenen starken Schrumpfungsunterschied zwischen natürlicher Außenhaut 13 und Innenhaut 12 des Bambusrohres zu verringern.

Fig. 3 zeigt in einer Detaildarstellung den in den vergrößerten Längsspalt 2 eingesetzten Bambusstreifen 3.

Dabei ist zu erkennen, daß der Längsspalt 2 nicht nur verbreitert wurde, sondern auch die Ausrichtung dessen Seitenwände 14 durch das Fräsen, durch welches in der Regel die Verbreiterung vorgenommen wird, auch in ihrer Winkelstellung anders gewählt sind. Die Seitenwand 14 des Bambusrohres 1 ist - wie in der linken Bildhälfte der Fig. 3 zu erkennen - nicht mehr radial verlaufend, sondern von innen nach außen den Längsspalt 2 verjüngend schräg angeordnet. Die gegenüberliegende Klebefläche 4 des Bambusrohres 1 ist ebenfalls noch in dieser Richtung schräg angeordnet, jedoch mit einer geringeren Neigung, so daß eine Klebefuge 6 entsteht, die innen breiter als außen ist und dadurch außen praktisch unsichtbar wird.

In der rechten Bildhälfte der Fig. 3 ist die Klebefläche 4 des Bambusstreifens 3 und auch die Klebefläche 4' des Bambusrohres 1 jeweils aneinander angepaßt winklig ausgebildet, wobei die Klebefläche 4' des Bambusrohres 1 konkav geformt ist und eine im Querschnitt winklige Einbuchtung in der Seitenwand 14 des Bambusrohres 1 darstellt. In diese gewinkelte Nut greift eine entsprechend konvexe Gegenkontur des Bambusstreifens 3 ein und wird dort formschlüssig durch die Spannung des Bambusrohres 1 gehalten, bis der Kleber abbindet.

In Fig. 3 sind ferner auf beiden Seiten Dübel 16 zu erkennen, die - in Längsrichtung des Bambusstreifens 3 versetzt - abwechselnd eingebracht sind. Die Dübel 16 verlaufen dabei von der Oberfläche des Bambusrohres in einem Abstand von etwa 5 bis 15 mm neben den Seitenwänden 14 schräg nach innen quer über die Klebefuge 6 hinweg und erreichen die Innenseite des Bambusstreifens 3 etwa in dessen Mitte.

Die Dübel bestehen selbst aus Bambusholz und haben einen Durchmesser von etwa 3 bis 5 mm.

In den Fig. 4 und 5 ist eine perspektivische Ansicht jeweils eines ganzen Bambusrohres mit mehreren Querwandansätzen 8 dargestellt.

Fig. 4 zeigt ein fertiges Bambusrohr 1 mit einem aus mehreren Teilen 7 bestehenden, in den Längsspalt 2 eingesetzten Bambusstreifen 3, wobei die Klebefugen zwar in der zeichnerischen Darstellung sichtbar sind, jedoch in der Praxis nach Verschleifen der Oberfläche so gut wie unsichtbar sind.

Fig. 5 zeigt die beschriebene Lösung, ein Bambusrohr 1 entlang einer seiner Mantellinien mit einer Vielzahl von Bohrungen 9 auszustatten, die ebenfalls Spannungen bei der Trocknung kompensieren können und nach Abschluß der Trocknung durch entsprechende aus Bambus bestehende Stöpsel 10 verschlossen werden, bei denen natürlich auf gleiche Faserrichtung wie beim umgebenden Bambusmaterial geachtet wird. Der Zwischenraum zwischen den Bohrungen sollte dabei etwa doppelt so groß sein wie der Durchmesser der Bohrungen.

Was die Anordnung und Gestaltung der Seitenwände der Bohrungen 9 betrifft, gilt das für den Bambusstreifen 3 Gesagte analog, wobei jedoch auf eine zusätzliche mechanische Fixierung mit Dübeln, Klammern, Nägeln oder Schrauben verzichtet werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Rißverhinderung bei zu trocknenden Bambusrohren

dadurch gekennzeichnet, daß

- das Bambusrohr (1) in Längsrichtung über die gesamte Länge in Längsrichtung aufgeschnitten wird,
- das Bambusrohr (1) auf die gewünschte Restfeuchte heruntergetrocknet wird und
- nach dem Trocknen der entstandene Längsspalt (2) durch Verkleben über die gesamte Länge mittels Einsetzen eines passenden, mehrteiligen Materialstreifens (3) verschlossen wird.

2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

der Materialstreifen eingepaßt, jedoch nur einseitig an einer Schnittfläche des Bambusrohres (3) befestigt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

der Längsspalt (2) nach dem Trocknen und vor dem Einsetzen des Bambusstreifens (3) zur Dimensionierung und Formgebung ausgefräst wird.

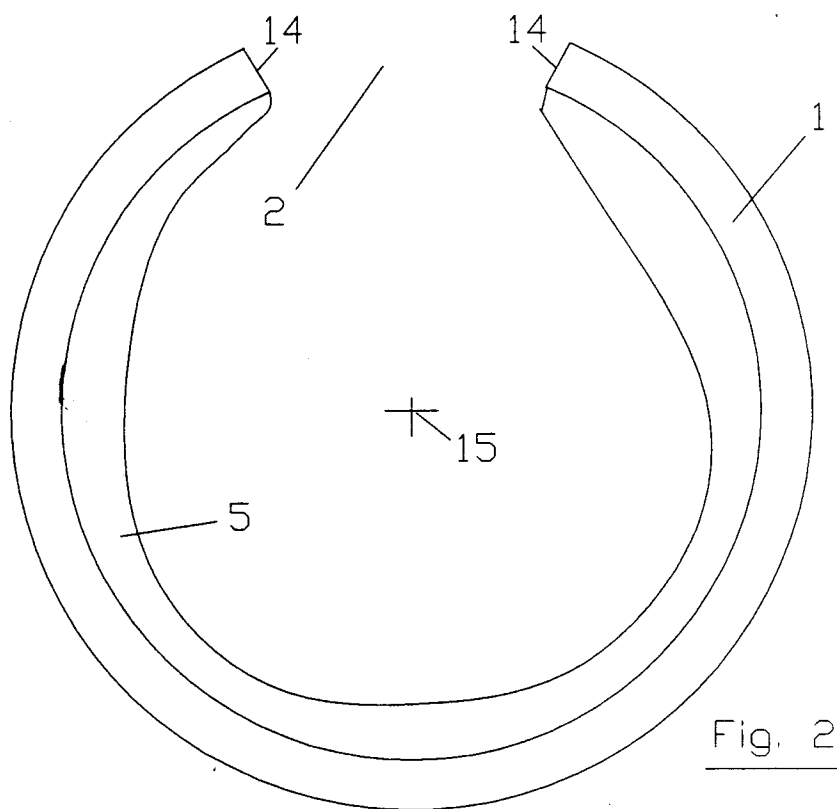
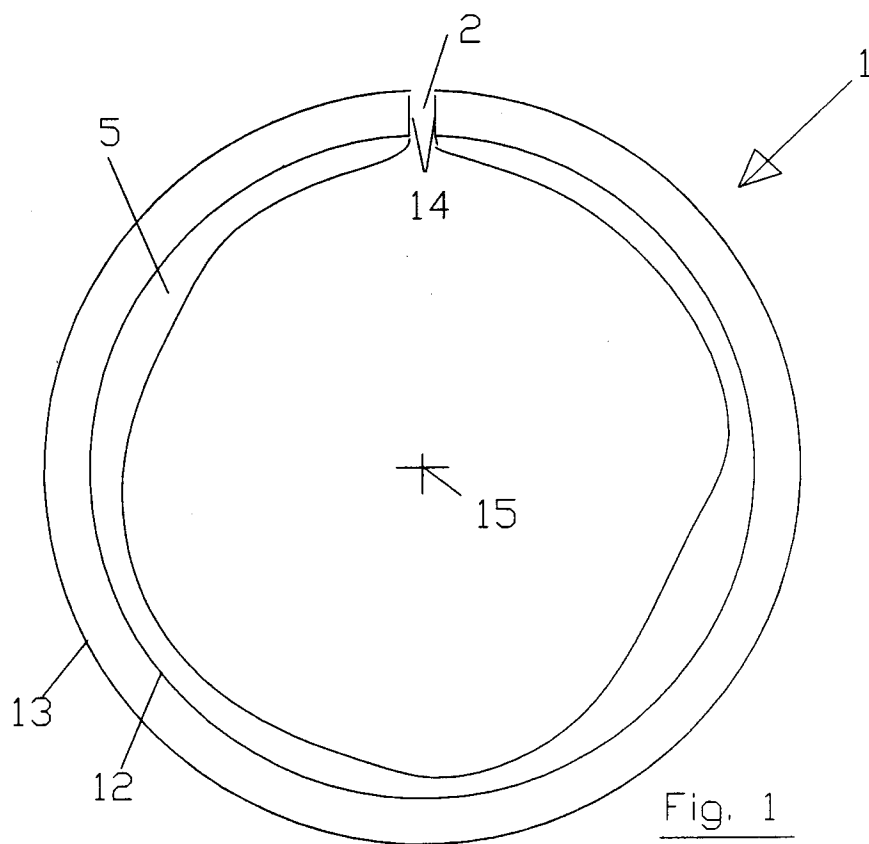
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Bambusstreifen (3) zusätzlich zur Verklebung mechanisch mit dem Bambusrohr (1) mittels Klammern, Schrauben, oder Dübeln quer zur Klebefläche (4) verbunden wird.
- 5 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Querwände (5) vor dem Trocknen weitestgehend entfernt werden.
- 10 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Klebeflächen des Bambusstreifens (3) und des Bambusrohres (1) so abgeschrägt sind, daß jeweils leicht keilförmige, nach innen geöffnete Klebefugen (6) entstehen.
- 15 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Bambusrohr (1) vor dem Trocknen chemisch vorbehandelt wird.
- 20 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Bambusstreifen (3) in Längsrichtung aus mehreren Teilen (7) besteht und jedes Teil (7) des Bambusstreifens (3) höchstens einen Querwand-Ansatz (8) aufweist.
- 25 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Bambusrohr ein Wachstumsalter von wenigstens vier Jahren hat.
- 30 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Bambusrohr (1) nach dem Öffnen der Querwände (5) und vor dem Aufschneiden mit einer 1 bis 2%igen wässrigen Lösung von Borsäure, die durch weitere Zugabe von Soda auf einen PH-Wert von 8 gebracht wird, vorbehandelt wird.
- 35 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Bambusrohre (1) mit einer Längsnut auf der Rohrinneenseite als Sollbruchstelle ausgestattet werden.
- 40 12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Längsnut auf der Rohrinneenseite angebracht wird.
- 45 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Bambusrohre im Inneren mit einem sich verfestigenden Schaum mit möglichst geringem Gewicht gefüllt werden.
- 50 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
 - in einer ersten Trocknungsstufe die Bambusrohre senkrecht stehend im Freien mehrere Wochen bis zur Fasersättigungsgrenze heruntergetrocknet werden,
 - in einer zweiten Trocknungsstufe die Bambusrohre
 - zunächst in einer Trocknungskammer über mehrere Tage bei bis auf 60° Celsius zunehmender Temperatur und bis auf 35% relative Luftfeuchtigkeit abnehmender Luftfeuchtigkeit unter den Feuchtigkeitswert heruntergetrocknet werden, der am späteren Aufstellungsort sich als Gleichgewicht im Bambusrohr einstellen würde,
 - 55 - anschließend mehrere Tage eine Klimatisierung bei der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit des Aufstellungsortes durchgeführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, daß

die Fertigbearbeitung der Bambusrohre durch Verschließen der Längsschlitz und Verarbeitung der Bambusrohre zum Endprodukt während der Klimatisierungsphase geschieht und in der Klimatisierungsphase die Bambusrohre wenigstens 12 Stunden pro Tag klimatisiert werden.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß

während der Trocknung im Trocknungssofen der Längsschlitz hinsichtlich seiner Breitenveränderung überwacht wird, und bei Verengung gegen Null ein mechanisches Verbreitern durch Schneiden, Sägen oder Fräsen erfolgt, und bei zweimaliger, nachträglicher Erweiterung um jeweils 4 mm das Bambusrohr aus dem Verarbeitungsprozess ausgeschieden wird.



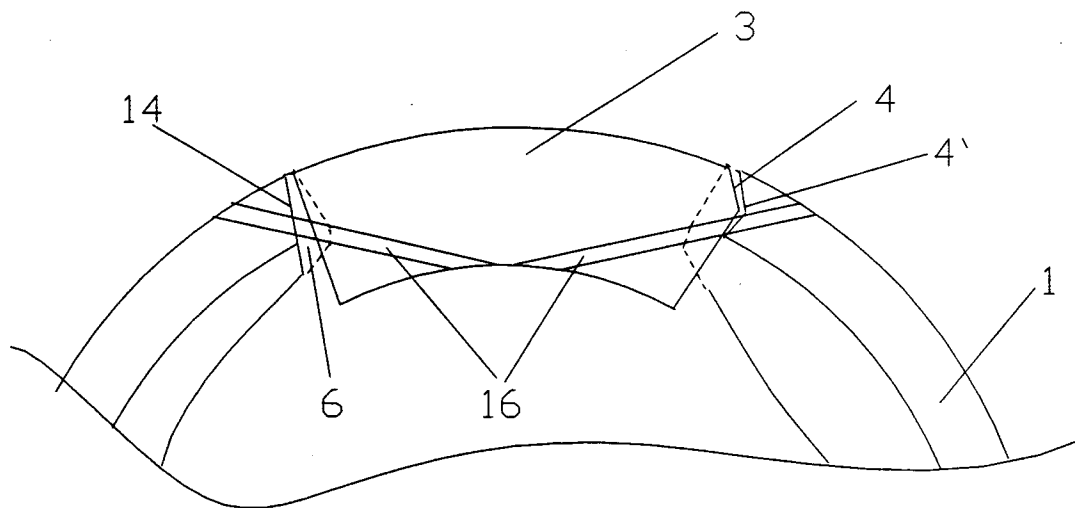


Fig. 3

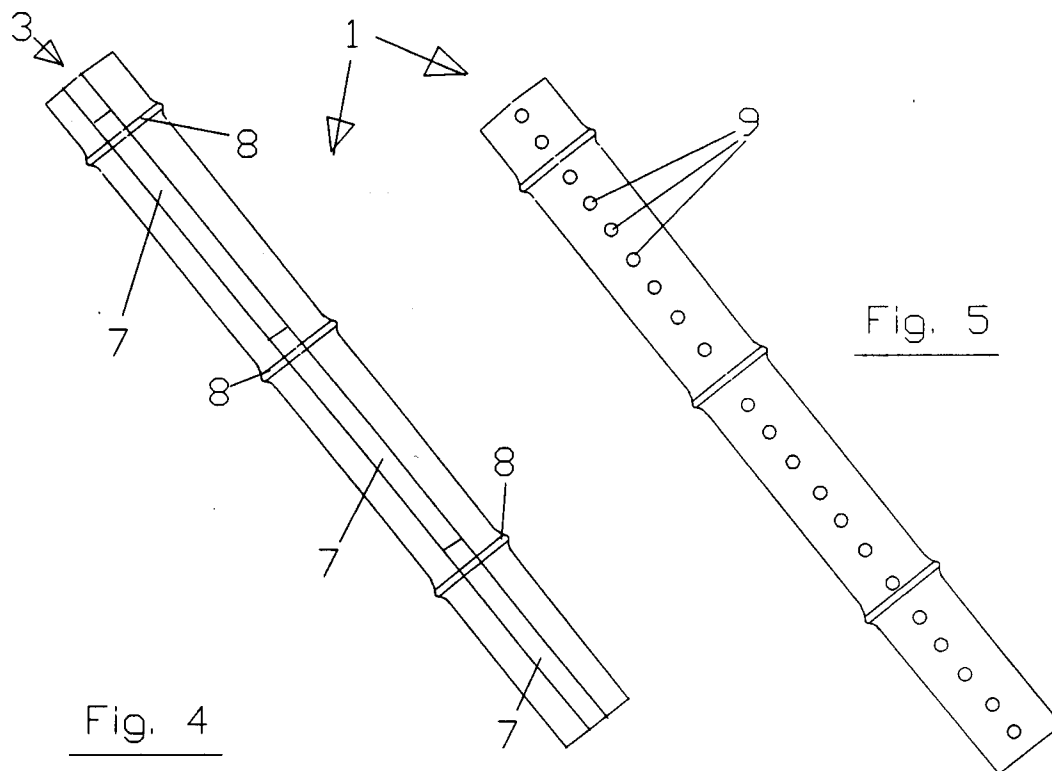


Fig. 4

Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 10 0231

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
A	DATABASE WPI Week 8351, Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 83-847238 & JP-A-58 193 148 (ITO) 10. November 1983 * Zusammenfassung * -----	1	B27J1/00
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			B27J B27K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 3. Mai 1994	Prüfer Matzdorf, U
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			