



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 518 246 A2**

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: **92109618.6**

⑮ Int. Cl. 5: **B27M 3/00, B27B 1/00,  
E04C 3/14**

⑭ Anmeldetag: **06.06.92**

⑯ Priorität: **14.06.91 DE 9107371 U  
24.06.91 DE 9107760 U  
15.02.92 DE 4204616**

⑰ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**16.12.92 Patentblatt 92/51**

⑲ Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU MC  
NL PT SE**

⑳ Anmelder: **Fries, Berthold**

**Am Breidenbach 9  
W-5920 Bad Berleburg(DE)**

㉑ Erfinder: **Fries, Berthold**  
**Am Breidenbach 9  
W-5920 Bad Berleburg(DE)**

㉒ Vertreter: **Missling, Arne, Dipl.-Ing.  
Patentanwalt Bismarckstrasse 43  
W-6300 Giessen(DE)**

### ㉓ Verfahren zur Holzhohlbalkenherstellung und Holzhohlbalkenformen nach diesem Verfahren.

㉔ Die Erfindungen betreffen Verfahren zur Herstellung von Holzhohlbalken (50), sowie Holzhohlbalkenformen. Als Ausgangsprodukte dienen Rundholzaußenteile/Schwarten aus mittelstarken und starken Rundholzdurchmessern, sowie Segmente/Halbhölzer aus dem Schwachholzbereich. Die halbholzähnlichen Ausgangsprodukte/Vormaterialien(5) werden vorzugsweise in nassem Zustand konisch an 3 Seiten profiliert und gegen Spannungs-/ Trocknungsrisse geschlitzt (12). Nach dem Trocknen erfolgt die mehrseitige Fertigprofilierung, und die Auf trennung zu Einzelementen (21), deren Umkehrungen zu einem Holzbalken (50) mit äußerem Massivholzcharakter und innerem Loch (51) (Holzhohlbalken) führen, oder die Auf trennung erfolgt bei oder nach Lagenbildungen, und in den verschiedensten Bearbeitungsvorgängen können in die Holzhohlbalken (50) Verbundwerkstoffe (74, 75, 76) eingebaut werden.

Analog dazu verläuft das erfindungsgemäße Vorgehen/Verfahren zur Nutzung keilförmiger Rundholzmittelstücke (3) - (wie sie beim faserparallelen Sägen anfallen); oder das Zusammensetzen von nur 2 Teilen zu "aufgesetzten" Deckenbalken/Fachwerken.

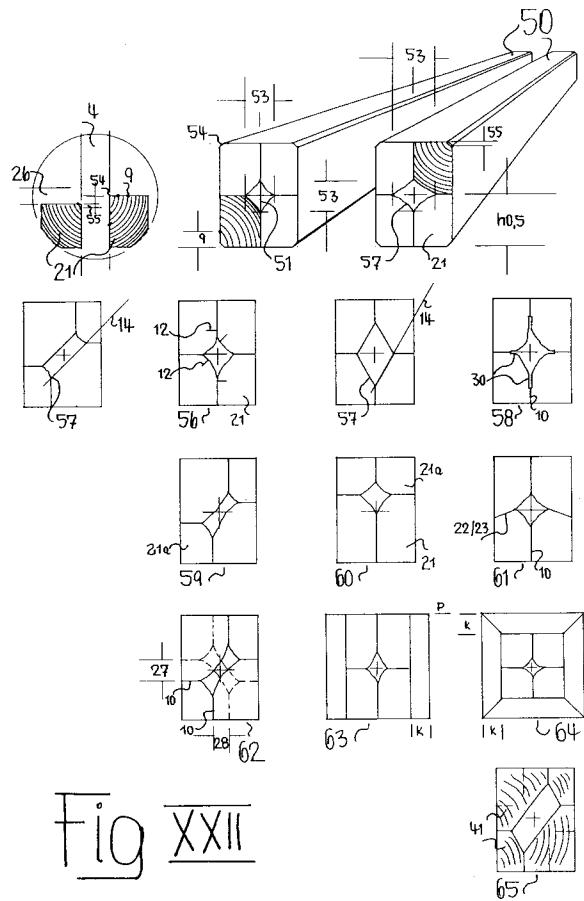


Fig XXII

Die Erfindungen betreffen Verfahren zur Herstellung von Holzhohlbalken, sowie Holzhohlbalkenformen. Als Ausgangsprodukte dienen Rundholzaußenteile/Schwarten aus mittelstarken und starken Rundholzdurchmessern, sowie Segmente/Halbhölzer aus dem Schwachholzbereich. Die halbholzähnlichen Ausgangsprodukte/Vormaterialien werden vorzugsweise in nassem Zustand konisch an 3 Seiten profiliert 5 und gegen Spannungs-/ Trocknungsrisse geschlitzt. Nach dem Trocknen erfolgt die mehrseitige Fertigprofilierung, und die Auftrennung zu Einzelementen, deren Umkehrungen zu einem Holzbalken mit äußerem Massivholzcharakter und innerem Loch (Holzhohlbalken) führen, oder die Auftrennung erfolgt bei oder nach Lagenbildungen.

Analog dazu verläuft das erfindungsgemäße Vorgehen/Verfahren zur Nutzung keilförmiger Rundholzmit- 10 telstücke - (wie sie beim faserparallelen Sägen anfallen); oder das Zusammensetzen von nur 2 Teilen zu "aufgesetzten" Deckenbalken/Fachwerken.

Aus dem Stand der Technik sind die verschiedensten Holz-Hohlbalken bekannt. So z.B. die Formierung entsprechend der SE 115667, die allerdings den gravierenden Nachteil hat, die Nutzung nur "ganzheitlich" vorzusehen; d.h. - die Einzelteile aus einem Rundholz werden einschl. der Kernbereiche genutzt zu einem 15 Balken quadratischen Querschnittes; wobei die Stammkernbereiche die Ecken des Balkens bilden, dies wirkt sich nachteilig auf die Jahrringstrukturierung aus; es gibt Risse. Bei dieser Methode steht nur die reine Ausbeute im Vordergrund. Durch die EP-Veröffentlichung 0388507 sind verschiedene Kombinationen bekanntgeworden, jedoch keine Lösungen, wodurch praktische Machbarkeiten bei wirtschaftlichen Verfahrensweisen auf breiter Basis möglich werden. Die beschriebenen Methoden sind - was Katalogisierung von 20 cm<sup>3</sup> bzw. cm<sup>4</sup> (für Durchbiegung) und reduziertes b (für Schubspannungen), sowie Putzungen und Bearbeitungen der Baumkantenanteile angeht - ungeeignet. Zwar werden auch Möglichkeiten von kombinierten Einzelstücken aus unterschiedlichen Rundholzabschnitten erwähnt, bei diesen Holzbalkenformbildungen und den Verfahrensweisen ist jedoch nicht einbezogen, daß die Abtrennung vom Rundholzabschnitt zu keiner Definierung/Katalogisierung führen kann, sondern der für viele Bereiche wichtige Nutzungsraum 25 grundsätzlich erst am halbholzähnlichen Vormaterial zu ermitteln ist. Es werden in der EP 0388507 gewisse Balkenformen in Verbindung mit Kombinationen geschildert, jedoch nicht mit dem vorrangigen Ziel, die zwangsläufig unterschiedlichen Rohholzformen über die Kombinationen unterschiedlich großer Einzelemente, wobei dann die Baumkantenbereiche wegen Überschreitung des Balkenmittelpunktes abzuarbeiten 30 sind, zu sinnvollen Balkenquerschnitten zu nutzen. Kombinationen aus unterschiedlichen Rohholzdurchmessern zur Bildung nur eines Querschnittes (der in etwa dem des mittleren Durchmessers der eingesetzten Durchmesserreihe entspricht) sind nicht vorgesehen. Die GM 89095758 beschreibt Schwartennutzungen, bei denen die Fügeflächen-Profilievorgänge bereits beim Abtrennen der Schwarte - also direkt beim 35 Rundholzeinschnitt - vorgenommen werden sollen; eine Methode, die ausbeutemäßig (und bezüglich ausschußarm) nicht befriedigen kann. Holz-Hohlbalken - im Prinzip mit dem Charakter eines Massivholzes - mit einem aus den Baumrundungen/Baumkantenbereiche entstehenden inneren Loch, sind noch bekanntgeworden durch eine Studie des CTB, Paris aus 1976. Die beschriebene Methode sieht jedoch nur den Einsatz kürzerer Rundholzabschnitte schlechterer Qualitäten (bei paralleler Fügeflächenprofilierung) vor, wobei die 4 Einzelemente aus einem Rundling zu einem quadratischen Balken formiert werden, dessen 40 Länge auch im Verbund mit Brettern zustande kommen soll.

Was "aufgesetzte" Deckenbalken und Fachwerke (52 - Fig. XXI) betrifft, sind die verschiedensten Massivholzquerschnitte und geleimten Kastenformen üblich, allerdings ist nichts bekannt, wo die Jahrringstrukturen für jeden einzelnen Balken einen klar definierten/garantierten Qualitätsstandard ausweisen; und noch dazu sogenanntes Schwachholz unter Einbeziehung des Baumkantenbereiches zum Einsatz kommt. Meistens werden "aufgesetzte" Balken als U-kastenförmige Formationen aus 3 Brettern zusammengesetzt.

Zum Stand der Technik bezüglich Auftrennung nicht baumkantiger Ware zu Einzelteilen - mit dem Zweck der Zusammensetzung zu einem Hohlbalken - ist nichts bekannt, was den Einsatz zwei- oder mehrseitig-keilförmiger (5a - Fig. III) Ausgangsprodukte betrifft (so, wie sie z.B. beim faserparallelen Sägen - Fig. I/III - anfallen). Bekannt sind durch US-Patent 4.394.409 = Auftrennungen rechteckiger Formen, und durch die Australische A Nr. 26740/88 = Auftrennungen quadratischer Formen.

Verfahrensweisen und Produktionseinheiten zu den Verfahrensweisen sind nicht bekannt.

Zum Stand der Technik hinsichtlich Verbundbauweisen (Holzhohlbalken "armiert" mit den verschiedensten Werkstoffen in verschiedenen Querschnitts- und Längsbereichen) ist ebenfalls nichts bekannt.

Den Erfindungen liegen die Aufgaben zugrunde, Verfahren zur Herstellung von Holzhohlbalken, und Holzhohlbalken vorteilhafter Formen zu schaffen, bei welchen die optimalste AUSBEUTE - bei geringstem 55 Ausschuß - erreicht wird, bei welchen die QUALITÄTEN und definierbaren/katalogisierbaren Formen (cm<sup>3</sup> / cm<sup>4</sup> / red. b / geputzte und bearbeitete Baumkantenanteile) im Vordergrund stehen, bei welchen alle handelsüblichen Abmessungen (ohne Abhängigkeiten an die nun mal unterschiedlichsten Rohholzformen) FLEXIBEL zu fertigen sind; und bei denen - aufgrund der Jahrringstrukturen und kernfreier Balkenecken -

die Produkte hohe Belastbarkeiten bieten, und trotz erheblicher Holzfeuchteschwankungen "rissefrei" bleiben; also auch bestens und vorzugsweise für den Außenverbau (Bewitterung) geeignet sind.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß im sogenannten Sägewerksbereich (Fig. I) zunächst an den zum Einschnitt kommenden Rundhölzern (1) und Modeln (2) die Kernbereiche (4) durch 5 kernparallele Schnitte (p) entfernt werden, daß aber in diesem Zusammenhang im Prinzip noch keine Entscheidungen für die späteren Nutzungen - d.h., keine bestimmten Forderungen an die Vormaterialformen (Außensegmenten) (5) - einzubeziehen sind, daß die Nutzungs raster (31) erst durch die eigentlichen Vormaterialformen später bestimmt werden, und daß auch - je nach geforderter Qualität bzw. Jahrringstruktur - bei den Vormaterialien nochmals durch einen 2-fach-Schnitt (26) ein Mittelteil (26) zur Aussonderung 10 kommt. Durch diese Folge wird es möglich, die zur Eckenstabilität und Rissefreiheit bei den fertigen Holzhohlbalken (50) notwendigen Jahrringstrukturen (kein Auslaufen beider Jahrringenden auf nur einer Fläche) definiert anzulegen. Die ausgesägten Mittelstücke (4) werden durch herkömmliche Weisen (also nicht für Holzhohlbalken) genutzt.

Faserparalleles Sägen bringt enorme Vorteile bezüglich Rissebildung / Trocknungsverhalten / und

15 Belastbarkeiten. Das faserparallele Sägen wird aber derzeit nicht praktiziert, weil die dabei zwangsläufig entstehenden keilartigen Mittelstücke nicht sinnvoll zu nutzen sind. Anstelle des kernparallelen Aufschneidens (p) ist beim Einschnitt zur Holzhohlbalkennutzung auch faserparallel (k) zu verfahren, und erfundungsgemäß werden die aus dem keilartigen Mittelstück (3) entstehenden keilartigen Vormaterialien (5a) - neben den Außensegmenten (5) - wiederum zur Holzhohlbalkenfertigung genutzt (Fig. III). Beim faserparallelen 20 Sägen entfällt also nur ein kleiner Teil (4 - Fig. III) auf das, was nicht zu Holzhohlbalken zu verarbeiten ist.

Nachdem durch die 2 Einschnittssysteme (1 mal kernparallel, 1 mal faserparallel = parallel zur Rundholzaußelinie bzw. konisch zum Kern) die Vormaterialien (5 und 5a) geschaffen sind, werden diese nassen Vormaterialien erfundungsgemäß vor der Sortierung und Trocknung entsprechend der tatsächlichen Formen und optimal möglichen Nutzungen mehrflächig vorbearbeitet (Fig. V) - dies vorzugsweise in 25 konischer Form (k). Erfundungsgemäß wird die Aufgabe zur Erreichung optimaler Sortier- und Trocknungsergebnisse auch dadurch gelöst, daß Entspannungsschlitzte (12) eingebracht, und die Baumkantenbereiche (13/14) bearbeitet werden.

Unterschiedlichste Rohholzdurchmesser bzw. unterschiedlichste Formen der Vormaterialien (Außensegmente) (5 - 5a) führen zu einer Vielzahl von Nutzungs raster (31). Der Markt fordert aber keine 30 allzu große Auswahl an Querschnittsabmessungen, d.h. - es gingen enorme Rohstoffnutzungsmöglichkeiten dann verloren, wenn die Abmessung der Vormaterialien (5 - Fig. II) bzw. deren Bearbeitung (Fig. VI + VII) paarweise auf die Querschnittsabmessung - oder gar auf die Rundholzformen - bezogen würde. Erfundungsgemäß wird die Aufgabe optimaler Rohstoffnutzung dadurch gelöst, daß die Holzhohlbalkenquerschnitte aus unterschiedlich großen Einzelementen (21) zu formieren sind (Beispiel Fig. IX/X), und daß die Baumkantenbereiche (14) als schräge Flächen zwischen den Fügeflächen (10/11) so abgearbeitet werden, daß sich 35 diagonal gegenüber angeordnete Größen im Balkenmittelpunkt nicht überschneiden/behindern (s. Fig. X); mit dieser Methode ist es möglich, querschnittsgleiche Holzhohlbalken aus durchmesserunterschiedlichen Rundhölzern zu fertigen.

An die Passgenauigkeit der Einzelemente werden - was die Neigungen und Planmaße der Fügeflächen betrifft - hohe Anforderungen gestellt; ein Balkenquerschnitt resultiert aus 4 x 90° Verhältnissen, und bereits bei nur geringen Abweichungen wäre eine absolut kontaktierende Formierung schon nicht mehr möglich. Erste Voraussetzung zur Endmaßprofilierung (19/10/11 - Fig. VII) ist ein exakt amplitudenfrei geführtes Werkstück. Erfundungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß - nach dem Abrichten der sich beim Trocknen verzogenen unteren Segmentfläche (15/19 - Fig. VII) - per Kreissägeblatt eine 45 Schlitzung (20) erfolgt, die in der Ebene der späteren Trennung (18) liegt, und wodurch das Werkstück in Verbindung eines angebrachten Führungslineals fest und stramm an den Bearbeitungsstationen (Fig. XIII + XIV) vorbeigeführt wird.

Die natürlichen Krümmungen des Holzes (Verwachsungen / Ovalitäten / Längsbogen / etc.) erfordern - durch Vermessungssysteme ermittelt und dokumentiert - Einschränkungen rein theoretisch unterstellter 50 Nutzungen (Nutzungs raster 31 - Fig. XII). Eine Maximierung der Nutzungsmöglichkeiten wird erfundungsgemäß dadurch erreicht, daß die Fügeflächen (10) schräg (22/23 - Fig. VIII) angelegt werden, und zwar auf der konkaven Rohholzformseite schräg nach innen (22), und der konvexen Rohholzformseite schräg nach außen (23). Auf diese Weise wird der Materialüberhang einerseits genutzt, und andererseits eine vorteilhaftere Anpassung beim Langholzinnenbogen erreicht (s. auch Fig. VIII und 61 in Fig. XXII).

55 Trocknungsschwund entwickelt sich in erster Linie in Richtung der Jahrringe (tang.), und der Feuchtigkeitsentzug vollzieht sich im wesentlichen quer zu den Jahresringen vom Kern nach außen hin (rad.). Diese Umstände (Spannung und Diffusion) - und die Jahrringstruktur dergestalt, daß die beiden Jahrringenden nicht auf nur einer Fläche enden - führen zwar in Verbindung mit der Loch- und allgemeinen Querschnittsge-

staltung -(gegenüber anderen Konstruktionsholzarten)- zu großen Vorteilen, allerdings würden alle Folgen aus Quellungen / Schwindungen / Diffusionen / Spannungen nahezu gänzlich eliminiert, wenn es - "theoretisch angenommen" - nur 2 geleimte Fügeflächen (je 2 zusammengesetzte Einzelelemente) gäbe. Wegen der Schubspannungen in h0,5 müssen aber die Leim- bzw. Fügeflächen in horizontaler Lage nicht

5 nur vorhanden, sondern möglichst breit -(und das Loch möglichst klein)- sein. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe optimaler Strukturgestaltung bzw. optimierter Formierungsart dadurch gelöst, daß vorzugsweise die senkrechten Leimflächen durch minimale und die Flächenmomente ( $\text{cm}^3 / \text{cm}^4$ ) vernachlässigbare Fügeflächenabstufungen (30 - Fig. XI) verkleinert werden, wodurch die Vergrößerungen der Locharandflächen die Vorgänge aus Quellungen / Schwindungen / Diffusionen / Spannungen beherrschen.

10 Die Vorteile des faserparallelen Sägens sind zwangsläufig mit keilartigen Mittelstücken (Fig. I und III) verbunden, deren kernfreie Auftrennungen zu halbholzhähnlichen, aber immer noch keilartigen Stücken (5a) führen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe der Nutzung dieser keilartigen, kernfreien Stücke (5a) zur Holzhohlbalkenfertigung dadurch gelöst, daß die kernfreien Stücke bzw. Teile - bei wahlweisen Ebenenplazierungen (Fig. XV + XVI) - diagonal zu dreiecksähnlichen Elementen (39) aufgetrennt werden, von denen 15 die rechtwinkligen Schenkel die Ecken des Holzhohlbalkens bilden, oder die erhaltenen Dreiecke nochmals zu zwei Dreiecken (K 39) mit je einem rechten Winkel aufzutrennen sind, und die Dreiecke mit den üblichen Methoden fügeflächenprofiliert (41) werden. Weil die Jahrringstrukturen bei diesen Formierungen nicht den Vorteilen der üblichen Holzhohlbalkenarten (also im Trend bei allen 4 Einzelelementen sinngemäß gleich gerichtet) entsprechen, werden die Dreiecke aus keilartigen Mittelstücken vor dem Verleimen vorzugsweise 20 stark ausgetrocknet (niedrige Holzfeuchte Hu), und die daraus erstellten Holzhohlbalken vorzugsweise nur im Innenbereich verbaut.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß die komplexen Endbearbeitungen (Fig. XIII und XIV) hohe Genauigkeiten erfordern. Für eine industrielle Fertigung von Holzhohlbalken ist es nicht denkbar, die einzelnen Fertigungsschritte durch einzel stationierte Einzelmaschinen zu vollziehen. Eine solche Selektierung wäre nicht nur zeitaufwendig, sondern auch deshalb kaum zu realisieren, weil schon Feuchteschwankungen von nur 0,5 % die Maßhaltigkeit stören, d.h. - es sind keine Zwischenlagerungen möglich, es muß in einem Zuge fertig bearbeitet und verleimt werden. Die Problematik eines komplexen Verfahrens liegt in der exakten amplitudenfreien Werkstückführung und eine absolute Übereinstimmung der Wegverhältnisse (Werkstückvorschub) zu den Zeitverhältnissen bezüglich der sich während des Werkstückvorschubes für 25 die konischen (divergierend oder konvergierend) Fügeflächenbearbeitungen verstellender Bearbeitungsstationen. Erfindungsgemäß wird die Verfahrensmethode dadurch gelöst, daß vor den Bearbeitungsstationen (Fig. XIII) die Werkstücke -(wie schon in einem vorstehenden Abschnitt erwähnt)- geschlitzt (20) und durch ein Linial geführt werden, und daß die Verstellzeiten und Verstellwege der Bearbeitungseinheiten (35) von 30 dem ständig das Werkstück (36) schiebenden Vorschubelementen (37) abgeleitet werden.

35 Absolut genau müssen die  $90^\circ$ -Verhältnisse der Einzelementefügeflächen (10/21) angelegt sein, ansonsten bedürfen die Einzelemente (21) keiner exakten Maßgenauigkeit, da ohnehin der fertige Holzhohlbalken nochmals allseitig - einschl. Kantenfase - gehobelt wird.

Wegen der keineswegs dimensionsgleichen Einzelemente - und der dadurch nicht übertragbaren Reihenkräfte (Fig. XVII) - ist es nicht möglich, fertige Holzhohlbalken mit 4 Einzelementen in 40 mehrschichtiger/reihenmäiger Weise zu pressen/verleimen. Erfindungsgemäß wird deshalb, wenn in einem Press-Leimvorgang fertige Balken aus 4 Einzelementen (21) zu erzeugen sind (zumal bei Kombinationen von unterschiedlich großen Viertelstücken/Einzelementen) eine Vorrichtung (Kassette) - Fig. XVIII - eingesetzt, bei der durch F1 / F2 / F3 die formierten Balken-Querschnitte fixiert/verpresst werden, und bei 45 denen eine Vielzahl solcher Preßstellen (F1 / F2 / F3) angeordnet sind. Solche Einzelkassetten können bis zu 20 oder 40 Stück in einen mechanisierten Umlauf (hierüber keine Fig.) gebracht werden (Kassettenystem).

Weiterhin ist es erfindungsgemäß möglich - sofern Vormaterialien (5) Segmente (15) gleicher Formen bzw. gleicher Größen ganzheitlich genutzt werden -, reihenmäßig je 2 Segmente (Fig. XIX) zu verleimen, um danach die Doppelhälften zu trennen, sowie die Fügeflächenbearbeitung vorzunehmen, und erneut 50 reihenmäßig anzupressen.

Erfindungsgemäß ist ferner vorgesehen, soweit die Segmente (15) ganzheitlich genutzt und entsprechend vorgelagert werden, lagen- und reihenmäßig sogenannte Teppiche zu verleimen (Fig. XX), um von denen die fertigen Holzhohlbalken abzutrennen. Diese Methode ist besonders vorteilhaft, weil hierbei auch 55 3-seitig-konische Ausgangsprodukte (bei Beachtung richtiger Druckverteilungen und bei Vermeidung durch Leimverdreckungen) lagen- und reihenmäßig verleimt/verpresst werden können.

Ferner liegen den Erfindungen zugrunde, die Holzhohlbalkenquerschnitte durch Einbringung geeigneter Werkstoffe zu stabilisieren, dies vorzugsweise an den Balkenenden in h0,5 (Schubspannungszonen), und im Bereich von Balkenlängsverbindungen, aber auch Elemente zur Erreichung von Vorspannungen.

Der Holzhohlbalken (Fig. XXIV) - wie auch immer im Querschnitt formiert - bringt wegen der fast "stehenden Jahrringe" und der faserparallelen Fügeflächenprofilierungen hinsichtlich Durchbiegungen (f) hervorragende Werte; durch das Loch (für  $\text{cm}^3$  und  $\text{cm}^4$  unbedeutend) entsteht jedoch eine Schwächung des Querschnittstreifens in  $h_{0,5}$  - die "b-Breite" kann beim G-Modul nur mit "b-Rest" bewertet werden.

- 5 Erfindungsgemäß ist vorgesehen, genagelte / geschraubte / verkämmte / verleimte / gepreßte / gedübelte / - etc. Werkstoffe (74/75/76) einzubringen, die das Abscheren bei hohen Schubspannungen verhindern. Gleichermaßen werden solche Verbundbauteile (77/78/79) im Längsbereich - auch im Zusammenhang mit Längsverbindungen - eingebbracht. Vorzugsweise geht der Einbringung der Verbundwerkstoffe eine Bearbeitung der Vormaterialien (5/15) oder Einzelementen (21) voraus, und die Zugabe der Verbundwerkstoffe 10 erfolgt bei der Formierung/Verleimung. Die Zugabe von Verbundwerkstoffen bei Längsverbindungen wird in den Vorgang der Querschnittsflächenbearbeitungen integriert (Fig. XXIV), und die Einbringung von Vorspannungselementen geschieht an bzw. bei den fertigen Auslieferungslängen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

15 Verfahren (Ansprüche 1 bis 32):

- |                    |  |
|--------------------|--|
| Fig. I             | das Ausgangsmaterial in Form von Rundhölzern (1) und Modeln (2),   |
| Fig. II            | die in Fig. I erstellten, nassen Vormaterialien (5), nach Entfernung der Kernbereiche (4),   |
| 20 Fig. III        | keilartige Mittelstücke (3), wie sie beim faserparallelen Einschnitt (2 k) entstehen, und die daraus erzeugten Vormaterialien (5a),                              |
| Fig. IV            | Ausgangsmaterial in Form rundprofilerter (1a - 2a) und kegelstumpfförmigprofilerter (1b - 2b) Holzabschnitte.  |
| Fig. V             | die Vorbearbeitung der Vormaterialien (5) vor der Sortierung und Trocknung,  |
| 25 Fig. VI         | die Endmaßprofilierung der Vormaterialien (5) wenn nass verleimt wird,   |
| Fig. VII           | die Endmaßprofilierung der Segmente (15 = getrocknetes Vormaterial 5),   |
| Fig. VIII          | die Endmaßprofilierung eines Segmentes (15) mit schrägen Fügeflächen (22/23),  |
| Fig. IX Fig. X     | querschnittsgleiche Holzhohlbalken (50) aus einer systematisch für diesen Zweck angelegten Durchmesserreihe = unterschiedlichster Rundholzstärken (24),          |
| 30 Fig. XI         | Formen der Bearbeitung von Vormaterialien (5) bzw. Segmenten (15),   |
| Fig. XII           | Nutzungs raster,   |
| Fig. XIII Fig. XIV | Bearbeitung in einem Durchlauf,  |
| Fig. XV Fig. XVI   | aufschneiden und bearbeiten der Dreieckselemente (38), wie sie beim faserparallelen Einschnitt bzw. den dabei erzeugten keilartigen Mittelstücken (3) entstehen, |
| 35 Fig. XVII       | wie <b>nicht</b> verpreßt werden kann,   |
| Figs. XVIII        | fertige Balkenerstellung (nach Leimangabe = Formierung / Pressung in einer sogenannten Kassette),  |
| Fig. XIX           | Reihe von mehrfachen Zweihälftenverpressungen (B) mit anschließender Trennung ( $H_1/H_2$ ) und erneuter Verpressung ( $H_{1/2}$ ),                              |
| 40 Fig. XX         | 2-lagige Teppichbildung (45) und Abtrennung (H) der Balkenhöhe.  |

Holzhohlbalken (Ansprüche 32 bis 53):

- |              |                            |
|--------------|----------------------------|
| Fig. XXI     | Balken aus 2 Einzelementen |
| 45 Fig. XXII | Balkenformen / Merkmale    |
| Fig. XXIII   | Balkenbearbeitungen        |

"Armierungen" (Ansprüche 54 bis 59):

- 50 Fig. XXIV Einbringung von Verbundwerkstoffen  
 Fig. I zeigt den Einschnitt von Rundholzabschnitten (1) und Modeln (vorgeschnittene Rundhölzer 2), bzw. die Erzeugung des VORmaterials (5) für die Holzhohlbalken (50).  
 Die linke Draufsicht mit den darüber skizzierten Stirnansichten veranschaulicht die kernparallele Abtrennung (p) der für die Holzhohlbalken benötigten Rundholzteile, und die zweite Draufsicht von links mit der darübergesetzten Stirnansicht demonstriert die faserparallele (k) Abtrennung, dasgleiche wird in dem mittleren Bild veranschaulicht, Dar faserparallele (k) Außenanschnitt der VORmaterialien kann auch in Verbindung mit dem kernparallelen (p) Einschnitt erfolgen.  
 Die Draufsicht mit Stirnansicht (zweite von rechts) zeigt eine im Schwachholz übliche VORmaterialer-

stellung, nämlich kernparallele (p) Abtrennung der Rundholzteile bei Setzung eines Kernbrettes; oder wiederum (rechte Skizze) Abtrennung faserparallel (k).

Fig. II demonstriert die aus dem Rundholz- bzw. Modeleinschnitt resultierenden vielseitigsten Formen der als VORmaterial (5) für die Holzhohlbalkenherstellung dienenden Rundholzteile.

5 Durch die in Fig. I angelegten Einschnittarten ergeben sich Rundholzteile bzw. halbholzähnliche VORmaterien (5), deren Baumkantenflächen (7) nicht vorbearbeitet sind, oder parallel zueinander verlaufen, oder deren Querschnittsenden konisch zueinander vorbearbeitet werden (6 und 8).

Fig. III veranschaulicht in den beiden linken Skizzierungen, wie die aus dem faserparallelen (k) Rundholzeinschnitt (Fig. I) entstehenden keilartigen Mittelstücke (3) weiter aufzutrennen sind, und wie durch 10 das Herausschneiden eines Kernbrettes (4) wieder VORmaterialien (5a) entstehen mit **einer** oder **drei** konischen Flächen (e, 2 Stirnansichtsskizzen rechts).

Fig. IV zeigt zylindrisch (1a + 2a) oder kegelig (1b + 2b) profilierte Rundholzabschnitte, und zeigt durch die Strichlagerungen in den Stirnansichten, daß zylindrische und kegelige Rundhölzer **analog** zu den Rundhölzern Fig. I zu nutzen sind.

15 Fig. V veranschaulicht in den beiden linken Skizzenreihen die vielfältigsten VORmaterialformen, welche aus den Einschnitten entstehen können.

Die rechte, obere Stirnansicht zeigt, wie **nasses** VORmaterial (vor dem Trocknen) mittig oder außermitig (16) getrennt werden kann, und wie daraus ein dreieckähnliches (17) Einzelteil entsteht; und die Skizze darunter zeigt, wie an dem Einzelstück (17) die Fügeflächen (10) konisch oder parallel (p + k) angelegt - 20 und dazwischen die Baumkantenbereiche (13 + 14) bearbeitet werden.

Die mittlere, rechte Querschnittsskizzierung zeigt, wie ein im Einschnittbereich (Fig. I) abgetrenntes VORmaterial (5) in diesem Zustand zu einem Segment (15) dreiflächig-konisch (k), unter Einhaltung einer bestimmten Fügeflächenbreite (11), vorbearbeitet (10) - und mit Entspannungsschlitten (12) versehen wird. Die senkrechte Strichlagerung deutet an, daß bei einem späteren Trennschnitt die Jahrringenden (9) immer 25 auf 2 Flächen auslaufen.

Die beiden unteren Skizzierungen zeigen im Prinzip **dasselbe** (15), sie weisen nur noch zusätzlich auf die Baumkantenbereichsbearbeitung (13 + 14) hin, sowie auf eine andere Art von Entspannungsschlitten, und die Skizzen zeigen an, daß die Vorbearbeitung nicht in jedem Fell dreiflächig-konisch erfolgt, sondern nur zweifach oder einfach (p).

30 Fig. VI zeigt links in den beiden Reihen wieder die Vielfalt der Vormaterialformen.

Die beiden rechten Stirnansichten (Querschnitte 21) zeigen, wie die Durchlaufgenauigkeit bei der Endmaßprofilierung (19) durch einen Schlitzfräser (20) fixiert wird, dessen Schlitzbreite durch die nachfolgende Trennung (18) Überdeckt wird.

Fig. VII zeigt, wie sich die vorbearbeiteten Segmente (15) aufgrund der Jahrringstruktur im Trocknungs- 35 prozeß "verziehen".

Die mittlere Querschnittsskizze - und die beiden äußeren Querschnittsskizzieren (Viertelstücke) zeigen die Endmaßprofilierung (19) unter Einbezug der Baumkantenbereichsbearbeitung (13/14), der Fügeflächenbreiten (11), der Schlitzfräser/Linealführung (20), und der Trennung (18), sowie der Jahrringaustritte (9) auf 2 Flächen.

40 Fig. VIII demonstriert wieder die Einzelementherstellung (21) mit den Bearbeitungsstufen 19/11/20/13/14 bei 3-flächigkonisch (k), **jedoch** mit dem Unterschied gegenüber den vorbeschriebenen Arten, **daß** die Fügeflächen nicht rechtwinklig zur Querschnittsform angelegt sind, **sondern** schräg (22/23).

Fig. IX zeigt in der linken Reihe Stirnansichten von sich aufgrund unterschiedlicher Rohholzdurchmesser (24) **unterschiedlich** groß ergebender Einzelemente (21a).

45 Die rechts daneben skizzierten Balken (50) mit Loch (51) zeigen durch Kombination ungleichgroßer Einzelemente (21a) immer dieselbe Querschnittsgröße (24a).

Fig. X veranschaulicht, daß - je nach Formen und Kombinationen von 21a und deren Fügeflächen (10/11) die Weldkantenbereiche (13) den Mittelpunkt des Balkenquerschnittes überdecken, und deswegen schräg (14) abzuarbeiten sind.

50 Fig. XI veranschaulicht in 6 Stirnansichten (Querschnitte) bestimmte Eigenarten der Bearbeitung (Bezifferung von oben nach unten).

1.) Teilungen und Mittalbrattauschneidung (26) zur Erreichung **kurzer** Jahrringlängen (55) in den Ecken (54).

2.) Unterschiedliche Konizitäten (28/K + 27/K) bezüglich senkrechter/horizontaler Fügeflächen.

55 3.) Konizität (K) **nur** bei senkrechten Fügeflächen.

4.) Konizität (K) **nur** bei horizontaler Fügefläche.

5.) Abgestufte Fügeflächen (30/10) - zur Erreichung gleichmäßig großer Fügeflächenbreiten (11).

6.) Schräglächenbearbeitung (14) - insbesondere bei sich im Balkenzentrum überschneidender Baum-

kantenrundungen (25) - s. linkes Schema.

Fig. XII demonstriert in Stirn- und Draufeicht die geometrischen Verzerrungen bei verkrümmten Hölzern, und auf welche Weise die Achsverkrümmungen (32) über die Konizitäten (K) zum Nutzungsraster (31) führt.

Fig. XIII zeigt, schematisch dargestellt, die Bearbeitung "in einem Durchlauf", wobei unten in der Skizze des VORmaterial (5/15) - und darüber des Bearbeitungszentrum (35) in Draufsicht angedeutet ist (20 = Führungsschlitz/Lineal, 10/11/19 Fügeflächen- bzw. Endmaßprofilierung, 13/14 = Baumkantenbereichsbearbeitung, 12 = Entspannungsschlittenbringung, 16/18 = trennen oder Mittelbrett ausschneiden).

Darüber ist nach eine Stirnansicht (Querschnitt) angedeutet, die den Nutzungsraster (31) symbolisiert.

Das Weg- Zeitverhältnis für die genaue, konische Verstellungen (k) der Stationen im Bearbeitungszentrum (35) wird abgeleitet von dem das Werkstück (36) stirnendig zum Durchlauf (33) einschiebenden Vorschubelement (37).

Fig. XIV demonstriert **analog** zu Fig. XIII die Bearbeitung im Durchlauf (34) **nicht** an halbholzähnlichen Werkstücken, sondern an Viertelstücken (17).

Fig. XV zeigt oben in 2 Stirnansichten die aus der fasaparellelen Holzabschnittaufteilung entstehenden keilartigen (3) VORmaterialien (5a), die (linke Skizze) dreiseitig konisch sein können, oder nur einseitig konisch.

Die darunter plazierten 4 Stirnansichten zeigen, wie sich die Geometrien der Vormaterialien (5a) zum diagonalen Trennschnittvollzug (38) verschieben, und wie sich dadurch an Einzelemente (39) wieder rechte Winkel (40) bilden, bzw. wie sich durch weitere Auftrennungen kleinere Einzelemente (K 39) mit rechtem Winkel (40) herstellen lassen.

Fig. XVI deutet an, wie die Fügeflächen der Einzelemente (39/K 39) konisch profiliert (k) werden, und wie aus den Dreiecken (41) ein Balken (65) zu formieren ist.

Fig. XVII

Fig. XVIII veranschaulicht in der Stirnansicht (42), wie 4 Einzelemente (E 1...) durch Preßdrücke (F1...) verleimt werden können; und die obere Skizzierung (Fig. XVII) deutet an, daß mehrlagige Verpressung unterschiedlich großer Einzelemente mit Dickeintoleranzen (x) nicht möglich ist.

Fig. XIX zeigt eine Verfahrensweise, bei der Balkenhälften (43) in Reihe verpresst werden, um anschließend die verleimten 2 Balkanhälften (44) zu trennen ( $H_1/H_2$ ), und nach Abrichtung der Fügeflächen wiederum durch Reihenverpressung die Balkenhöhe (50 /  $H_{1/2}$ ) zu bilden.

Fig. XX veranschaulicht eine Verpressung "im Teppich" (46), wobei die 2-Lagenbildung (45) die Balkenbreite (B) ergibt. Von diesem "Teppich" (46) werden die Balkenhöhen (50 / H) abgetrennt.

Fig. XXI zeigt in perspektivischer Ansicht den aus nur 2 Einzelteilen (21) mit konischen (k) oder parallelen (p) Fügeflächen gebildeten Balken (66) mit offenem Hohlraum (52), sowie darunter zwei Querschnittsskizzen mit den Hinweisen, wie an diesem Balken Ecken (E) und Innenbereiche (I) zu bearbeiten sind.

Fig. XXII stellt oben rechts in 2 perspektivischen Ansichten den Holzhohlbalken (50) dar, mit den Hinweisen, auf das Loch (51), die Lochgrößen (53), deren Ränder (57), und der Jahrringaustriche (55) im Eckenbereich (54), sowie Jahrringendenaustritte (9) auf zwei Flächen, **sowie** links neben der perspektivischen Skizzierung ein Querschnittsschema zur Verdeutlichung der Jahrringstrukturen nach Kernbereichsentfernung (4) und nochmeligem 2-fach-Schnitt (26) zur Erreichung der Einzelemente (21), und wie sich darin die Jahrringenden (9) plazieren.

Die darunter skizzierten 11 Stück Querschniitsschemen zeigen die Balkeneigenarten. Z.B. - 1.) Balken (57) mit schrägen Bearbeitungen (14) zwischen den Fügeflächen - 2.) Balken (56) mit Entspannungsschlitten (12) - 3.) nochmals (57) Schrägbearbeitung (14) - 4.) Balken (58) mit abgestuften Fügeflächen (10/30) - 5.) Balken (59) mit unterschiedlich großen und "kombinierten" Einzelementen (21/21a) - 6.) dto. (60), wie vor - 7.) Balken (61) mit schräg angelegten Fügeflächen (22/23) - 8.) Balken (62) mit unterschiedlichen Steigungen/Konizitäten (27/28) bei den Fügeflächen (10) - 9.) + 10.) zwei- oder vierseitig (63/64) keilartige Balken, und 11.) ein Holzhohlbalken (65) aus Dreiecketücken (41), bei dem die Jahrringstrukturen teils von innen nach außen verlaufen.

Fig. XXIII zeigt oben in 2 Seitenansichten Balken (50) mit Bearbeitungen (73) in der Form, was unter ABBUND verstanden wird. Darunter in Querschnitt- und Längsformen, wie Kopfstücke (71) und Einarbeitungen (I 72) anzubringen sind. (z.B. Balkendecken und Holzhauswände). In der Mitte der Fig. XXIII Schichtungen (69) von Holzhohlbalken (50), sowie Elemente und Formen (70) für Längsverbindungen, und schließlich im unteren Teil der Fig. Darstellungen, wie Holzhohlbalken (50) durch Bearbeitungen zu Vielecken (67) oder gänzlich oder teilweise Rundsäulen (68) zu bearbeiten sind.

Fig. XXIV demonstriert Möglichkeiten zur Einbringung von Verbundwerkstoffen, z.B. angezeigt in der oberen perspektivischen Ansicht (80/50) durch Verstärkungsmaterialien (74) im Schubspannungsbereich (h 0,5), und darunter in 2 Seitenansichten (80/50) wiederum im Schubspannungsbereich (h 0,5) z.B. durch

## EP 0 518 246 A2

Dübelungen (75) oder verkröpfte (76) Formen.

Darunter in 3 Seitenansichten (80/50) Arten, wie bei Längsverbindungen (85) **verstärkt** werden kann, z.B. - 1.) durch Spannstiftformen (17) - 2.) durch Dübelformen (78) - 3.) durch Einbringung von Plattenformen (79).

- 5 Die untere Seitenansicht (80/50) zeigt Möglichkeiten wie Fixlängen (81) des Holzhohlbalkens (50) durch Einbringung von Kopfstücken (82) und Dehnungsabhängigkeit berücksichtigenden Zugelementen (83) **vorgespannt** (Vf) werden können.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

**Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen:**

Zchg. Blatt: a

Zchg. Blatt: d

5	1 = Rundhölzer	18 = trennen
	2 = Model	19 = Endmaßprofilierung
	3 = keilartige Mittelstücke	20 = Führungsschlitzte
10	4 = Kernbereich	
	5 = nasse Vormaterialien	
	5a = keilartige Vorm.	Zchg. Blatt: e
	6 = konische Flächen	
	7 = konische Baumkantenflächen	21 = Einzelelemente
	8 = Querschnittsenden	22 = schräge Fügeflächen
15	p = parallel	23 = schräge Fügeflächen
	k = konisch	p = parallel
		k = konisch

Zchg. Blatt: b

Zchg. Blatt: f

20	1a = rundprofilierte Holzabschnitte	21a = unterschiedlich große Einzelelemente
	2a = dto.	24 = Rohholz- Durchmesserreihe
	1b = Kegelstumpfprofilierte Holzabschnitte	24a = Kombinationen von 21a
25	2b = dto.	

Zchg. Blatt: c

Zchg. Blatt: g

30	9 = Jahrringenden	25 = schrägflächiger Baumkantenbereich
	10 = Fügeflächen	26 = 2-fach-Schnitt (trennen)
	11 = Fügeflächengrößen	27 = untersch. Konizitäten
	12 = Entspannungsschlitzte	28 = untersch. Konizitäten
35	13 = Baumkantenbereich	29 = Fügeflächen teils p, teils k
	14 = schräge Flächen zwischen Fügeflächen	30 = abgestufte Fügeflächen
	15 = Segmente (vorbereitete Vormaterialien 5)	

40	16 = nass trennen	Zchg. Blatt: h
	17 = dreieckähnliche Einzelteile	31 = Nutzungsraster 32 = Ovalitäten / Krümmungen

45	Zchg. Blatt: i
	33 = Bearbeitung in einem Durchlauf
	34 = dto.
	35 = Werkzeug- bzw. Bearbeitungsstationen
50	36 = Werkstücke
	37 = Vorschubelemente

	Zchg. Blatt: j	Zchg. Blatt: n
5	38 = diagonal trennen 39 = Dreieckselemente K39 = Dreieckselemente 40 = rechter Winkel K40 = rechter Winkel 41 = Dreiecke endmaßprofiliert -k- (Fügeflächen konisch)	E = Eckenprofilierung I = Innenteilbearbeitung 67 = Vielkantbearbeitung 68 = rotationssymmetrische Bearbeitung 69 = Hohlbalken "Übereinander" 70 = Hohlbalken- längsverbindungen 71 = stirnende Abschlüsse 72 = Flächenprofilierungen 73 = Abbund- bearbeitungen
10	Zchg. Blatt: k	Zchg. Blatt: o
15	42 = Holzbalken- formierung 43 = Balkenhälften verleimen 44 = verleimen / pressen 45 = 2-lagig formieren ("Teppich") 46 = "Teppich"	74 = ) Verbundwerkstoffe 75 = ) (im Schubspannungsbereich) 76 = )
20	E1 = Einzelemente F1 = Preßdruck B = Balkenbreite H = Balkenhöhe B1 = 2-lagig	77 = ) Verbundwerkstoffe 78 = ) (im Längsbereich) 79 = ) 80 = Holzhohlbalken "armiert"
25	47 = 48 = 49 =	81 = Auslieferungslänge 82 = Stirnelement 83 = Zugelemente
30	Zchg. Blatt: l	84 = Balkenenden 85 = Balkenlängsverbindung mit Verbundwerkstoffen
35	52 = Hohlraum offen 66 = 2 Einzelemente = 1 Balken	$V_f$ = Vorspannung
	Zchg. Blatt: m	
40	50 = Holzhohlbalken 51 = Hohlraum 53 = Lochgrößen 54 = Balkenecken 55 = Jahrringaustritte 56 = Balkenquerschnitte / Schlitze 57 = Lochrand / bearbeitet	
45	58 = abgestufte Fügeflächen 59 = diagonal gegenüber 60 = paarweise nebeneinander 61 = schräge Fügeflächen 62 = unterschiedliche Konizitäten 63 = Balkenlängsform 64 = Balkenlängsform 65 = Formierung mit Dreiecken 66	

## 55 Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung im Querschnitt vorzugsweise rechteckiger Holzhohlbalken (50), bestehend aus mehreren miteinander verbundenen, sich in Längsrichtung des Balkens erstreckender Einzelele-

mente (21), welche einen Hohlraum (51) aufweisen, und wobei die Einzelemente (21) an den zum Hohlraum (51) weisenden Seiten zumindest zum Teil pyramiden- bzw. kegelstumpfartig (k) ausgebildet sind, und zumindest zwei Einzelemente einen Balken mit Hohlraum (52) bilden,

**dadurch gekennzeichnet**, daß zunächst aus den unterschiedlichsten und noch nassen Rundhölzern (1), oder den bereits erstellten Modellen (2), oder den keilartigen Mittelstücken (3) der Kernbereich (4) mit zumindest zwei Schnitten - parallel zur Kernachse (p) oder parallel zur Rundholzmantelfläche (k) (faserparallel) - insoweit entfernt wird, daß die nassen, halbholzähnlichen Vormaterialien (5) vorzugsweise konische Flächen (6) und/oder konische Baumkantenbereiche (7) aufweisen, und diese derart in Einzelemente (21) teilbar sind, daß in einer Schnittfläche nicht beide Enden der Jahrringe (9) austreten, daß die Querschnittsenden (8) der nassen Vormaterialien (5) zur Schaffung von Fügeflächen (10) konisch (k) und/oder parallel (p) abgearbeitet werden, wobei die Bearbeitung zur Fügeflächenherstellung so gewählt wird, daß zur späteren Katalogisierung der Lochgrößen (53) definierbare Fügeflächengrößen (11) entstehen, daß anschließend daran die vorbereiteten Segmente (15) zur Sortierung und Trocknung gelangen, und daß nach dem Trocknen die Segmente (15) in Längsrichtung auf Endmaß (19) profiliert sowie derart - und auch außervertikal - in Einzelemente (21) geteilt werden, daß zum einen für die Holzhohlbalken (50) die gewünschten Bauhöhen entstehen, und zum anderen keine geschlossenen Jahresringe (9) auf nur einer Schnittfläche enden, und daß anschließend die Holzhohlbalken (50) durch Auswahl sich ergänzender Einzelemente (21) zusammengefügt werden, wobei sich unterschiedliche Einzelementegrößen (21a) durch Kombinationen ergänzen.

20 2. Verfahren nach dem Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß vor dem Trocknen in die nassen Vormaterialien (5) ein oder mehrere Entspannungsschlüsse (12) in die den Kernflächen gegenüberliegenden Seiten - vorzugsweise außervertikal - eingebracht werden.

25 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß sowohl vor der Trocknung, als auch nach der Trocknung, die Baumkantenbereiche (13) bearbeitet werden.

4. Verfahren nach dem Anspruch 3 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bearbeitung der Baumkantenbereiche (13) zu einer annähernd vollflächigen Schrägen (14) zwischen den Fügeflächen (10) führt.

30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet**, daß die rohen und nassen Vormaterialien (5) - vorzugsweise die bereits aus dem Einschnitt mit Flächen versehenen Formen - ohne Vorbearbeitungen sortiert und getrocknet werden.

35 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 **dadurch gekennzeichnet**, daß bei der Endmaßprofilierung (19) nach dem Trocknen die gewünschten Auf trennungen (18) der Segmente (15) mittig und/oder außervertikal vorgenommen werden.

7. Verfahren nach dem Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß die aus den aufgetrennten Rundhölzern (1) oder Modellen (2) erhaltenen rohen und nassen Vormaterialien (5) mittig oder außervertikal zur Trennung (16) kommen, daß die erhaltenen, dreieckähnlichen Teile (17) getrocknet werden, und daß danach die Bearbeitung der beiden Fügeflächen (10) im rechten Winkel zueinander - teils parallel (p) / teils konisch (k), und die Baumkantenbereichsbearbeitung (13 + 14) - vorgenommen wird.

45 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 und 4 und 7 **dadurch gekennzeichnet**, daß an den nach der Trennung (16) erhaltenen, dreieckähnlichen Teile (17) die beiden Fügeflächen (10) im rechten Winkel zueinander - teils parallel (p) / teils konisch (k) - und/oder auch die Baumkantenbereiche (13 + 14) vor dem Trocknen vorbearbeitet werden.

50 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3 und 4 **dadurch gekennzeichnet**, daß die rohen, nassen Vormaterialien (5) nach Abarbeitung der Fügeflächen (10) und Baumkantenbereiche (13 + 14) getrennt (18), und direkt im Anschluß daran nass verleimt werden.

55 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und 9 **dadurch gekennzeichnet**, daß im Zuge bzw. vor der Endmaßprofilierung (19) Führungsschlüsse (20) in die Vormaterialien (5) bzw. Segmente (15) eingebracht werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Führungsschlüsse (20) im Bereich der

späteren Teilungsebene/Trennschnitte (18) angeordnet sind.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fügeflächenbearbeitung (10) an 5 / 15 / 17 auf der konkaven Rohholzformseite schräg nach innen (22), und auf der konvexen Rohholzformseite schräg nach außen (23) - vor oder nach der Trocknung - angelegt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 **dadurch gekennzeichnet**, daß anstelle der rohen Rundhölzer (1 und 2) rundprofilierte Holzabschnitte (1a + 2a) als Ausgangsmaterial dienen.
- 10 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 **dadurch gekennzeichnet**, daß anstelle der rohen Rundhölzer (1 und 2) kegelstumpfförmig profilierte Holzabschnitte (1 b + 2 b) als Ausgangsmaterial dienen.
- 15 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14 **dadurch gekennzeichnet**, daß systematisch bereitgestellte bzw. sortierte, unterschiedliche Rohholzdurchmesser (24) und die daraus erzeugten unterschiedlich großen Einzelemente (21a) durch Kombinationen (24a) zu nur einem bzw. immer demselben Balkenquerschnitt eingesetzt werden, und bei konischer Fügeflächenprofilierung (k) die Einzelemente (21a) diagonal gegenüber zur Plazierung kommen, und bei zumindest einer parallel angelegten Fügefläche (p) auch nebeneinander liegen.
- 20 16. Verfahren nach Anspruch 15 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Baumkantenbereiche (13) bei Kombinationen (24a) schrägläufig (14) zwischen den Fügeflächen (10) bearbeitet werden.
- 25 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15 **dadurch gekennzeichnet**, daß bei langen Vormaterialien (5) und ausgeprägten Zopf- Stockdurchmesserdifferenzen (25) die Baumkantenbereiche (13) schrägläufig (14) abgearbeitet werden.
- 30 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vormaterialien (5) bzw. Segmente (15) durch 2-fach-Schnitt (26) getrennt werden.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Konizitäten (k) der Fügeflächenbearbeitungen (10) unterschiedlich (27-28) angelegt sind.
- 35 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Querschnittsenden (8) an einem Vormaterial (5) oder einem dreieckähnlichen Einzelteil (17) zur Fügeflächenerstellung (10) teils konisch (k), teils parallel (p) angelegt sind (29).
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fügeflächen (10) an den Pos. 5/15/17/38/40 abgestuft (30) angelegt werden.
- 40 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21 **dadurch gekennzeichnet**, daß der Nutzungs raster (31) aufgrund von Vermessungen - auch in Orientierung an Ovalitäten und Krümmungen (32) - gewählt wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 6, 9 bis 14 und 16 bis 22 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vormaterialien (5) in einem Durchlauf (33) vermessen / rastermaßbestimmt (31), führungs geschlitzt (20), fügeflächenprofiliert (10/11 + 22/23 + 30), geschlitzt (12), baumkantenbearbeitet (13/14) und getrennt (16/18) werden, sowie die trockenen Segmente (15) in einem Durchlauf (33) führungs geschlitzt (20), und endmaßprofiliert (19 + 22/23 + 30), baumkantenbearbeitet (13/14) und getrennt (18) sind.
- 50 24. Verfahren nach einem der Ansprüche 7, 8, 12 bis 14, 16, 17 und 19 bis 22 **dadurch gekennzeichnet**, daß die dreieckähnlichen Teile (17) in einem Durchlauf (34) endmaßprofiliert (19 + 22/23 + 30) und baumkantenbearbeitet (13/14) werden.
25. Verfahren nach den Ansprüchen 23 sowie 24, und Verfahren der konischen Fügeflächenbearbeitung (10/11 k) bzw. konischen Endmaßprofiliierung (19 + 22/23 k) zur exakten Konizitätsanlegung durch steigungsabhängig gesteuerte Werkzeug- bzw. Bearbeitungsstationen (35) **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steigungssteuerung (k) direkt mit dem Weg-/ Zeitverhältnis eines das Werkstück (36) stiernendig

und schlupffrei schiebenden Vorschubelementes (37) gekoppelt ist.

- 26. Verfahren nach Anspruch 1, bzw. das Weiterbearbeitungsverfahren an den beim konischen-faserparallelen Zuschnitt (2 k) anfallenden keilartigen Mittelstücke (3) bzw. an den durch anschließende Kernbereichsentfernung (4) entstehenden halbholzähnlichen, aber ein- oder mehrseitig keilförmigen Teile (5a), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teile (5a) - bei wahlweisen Ebenenplazierungen - diagonal (38) zu dreiecksähnlichen Elementen (39) aufgetrennt werden, von denen die rechten Winkel (40) die Ecken des Holzhohlbaikens (65) bilden.
- 10 27. Verfahren nach Anspruch 26 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elemente (39) nochmals zu weiteren Elementen (K 39) aufgeteilt werden, bei denen wiederum die rechten Winkel (K 40) die Ecken des Holzhohlbaikens (65) bilden.
- 15 28. Verfahren nach den Ansprüchen 15 + 19, sowie 24 bis 27 **dadurch gekennzeichnet**, daß die dreieckähnlichen Elemente (39 + K 39) in einem Durchlauf fügeflächen- bzw. endmaßprofiliert (41) werden.
- 20 29. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 28 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Holzhohlbaikenformierung (42) mit den fertigen Einzelementen (21/21a und 39/K 39) gebildet wird, und die Elemente E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub> durch Brücke im Bereich F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3/4</sub> nach der Leimangabe fixiert werden.
- 25 30. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 28 **dadurch gekennzeichnet**, daß die endmaßprofilierten sowie baumkantenbearbeiteten (13/14) Segmente (15) als Balkenhälften (43) an die Verleimung / Formierung / Verpressung (44) abgegeben werden.
- 31. Verfahren nach dem Anspruch 30 **dadurch gekennzeichnet**, daß die reihenmäßige Anordnung (44) je zweier leimangegebener Balkenhälften (43) die Balkenbreite B bildet, und daß danach die Doppelhälftentrennung (H<sub>1</sub>/H<sub>2</sub>) nach weiterer Bearbeitung und Leimangabe zur verpressten Balkenhohe H<sub>1/2</sub> führt.
- 32. Verfahren nach dem Anspruch 30 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Balkenformen (45) mit einem "sogenannten Teppich" (46) gebildet - und alle Flächen verleimt sowie unter Druck gehalten werden, und von diesem 2-lagigen Teppich (B<sub>1</sub>/B<sub>2</sub>) die Balkenhöhe (H) gesondert, oder im Durchlauf abgetrennt wird.
- 33. Holzhohlbaiken (50) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Balkenecken (54) kernfrei sind, und die Jahrringenden (9) nicht auf einer Fläche austreten.
- 34. Holzhohlbaiken (50) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 und dem Anspruch 33 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einzelemente (21) durch Mittelstückentnahme (4) und 2-fach-Schnitt (26) kürzestmöglichen Jahrringaustritt (55) zur Balkenecke (54) aufweisen.
- 35. Holzhohlbaiken (50) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 und den Ansprüchen 33/34 **dadurch gekennzeichnet**, daß der Balkenquerschnitt (56) in den Einzelementen (21) Schlitte (12) aufweist.
- 36. Holzhohlbaiken (50) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 35 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lochränder (57) - bzw. Baumkantenbereiche (13) - schrägflächig (14) abgearbeitet sind.
- 37. Holzhohlbaiken (50) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 36 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fügeflächen (10) abgestuft (58) angelegt sind.
- 38. Holzhohlbaiken (50) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 37 **dadurch gekennzeichnet**, daß unterschiedliche Einzelementegrößen (21a) aus unterschiedlichen Durchmessern paarweise diagonal (59) gegenüber liegen.

39. Holzhohlbalken (50) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 38 **dadurch gekennzeichnet**, daß unterschiedliche Einzelementegrößen (21/21a) paarweise nebeneinander (60) liegen.
- 5 40. Holzhohlbalken (50) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 39 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fügeflächenbearbeitungen (22/23) im Querschnittsbild nicht rechtwinklig (61) zueinander liegen.
- 10 41. Holzhohlbalken (50) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 40 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Balkenseitenflächen (62) bei den Fügeflächen (10) unterschiedliche Steigungskonizitäten (27/28) aufweisen.
- 15 42. Holzhohlbalken (50) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 41 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Balkenlängsform (63) zwei planparallele Seitenflächen (p) aufweist, während die anderen beiden Seitenflächen (k) sich verjüngen.
- 20 43. Holzhohlbalken (50) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 40 **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die vier Seitenflächen (k) der Balkenlängsform (64) verjüngen.
44. Holzhohlbalken (50) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 und den Ansprüchen 37 bis 43 **dadurch gekennzeichnet**, daß bei der Formierung (65) mit den Dreiecken (41) die Jahrringe teils von innen nach außen, und außen nach innen verlaufen.
- 25 45. Holzhohlbalken (52) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 37, und 40/44 **dadurch gekennzeichnet**, daß nur 2 Einzelemente (aus 21, p oder k, oder aus 41) den Balkenquerschnitt (66) mit offenem Hohlraum (52) bilden.
46. Holzhohlbalken (52/67) nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 32 und dem Anspruch 45 **dadurch gekennzeichnet**, daß Eckenprofilierungen (E) und/oder Innenteilbearbeitungen (I) zur Befestigung angebracht sind.
- 30 47. Holzhohlbalken (50) nach einem Verfahren gemäß einem Anspruch 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 44 **dadurch gekennzeichnet**, daß sein Querschnitt zu einem Vielkant (67) abgearbeitet ist.
- 35 48. Holzhohlbalken (50) nach einem Verfahren gemäß einem Anspruch 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 44 **dadurch gekennzeichnet**, daß seine äußere Oberfläche zum Teil oder gänzlich rotationssymmetrisch (68) abgearbeitet ist.
- 40 49. Holzhohlbalken (50) nach einem Verfahren gemäß einem Anspruch 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 44 **dadurch gekennzeichnet**, daß derselbe aus zwei bzw. mehreren miteinander verbundenen (69) Holzhohlbalken besteht.
- 50 50. Holzhohlbalken (50) nach einem Verfahren gemäß einem Anspruch 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 44 **dadurch gekennzeichnet**, daß Hohlbalken in der Längsrichtung mit Anbauteilen versehen - und/oder durch Systeme längsverbunden (70) sind.
- 55 51. Holzhohlbalken (50) nach einem Verfahren gemäß einem Anspruch 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 44 **dadurch gekennzeichnet**, daß stirnendig ein- oder aufgesetzte lochschießende Blenden/Kopfstücke (71) angebracht sind.
52. Holzhohlbalken (50) nach einem Verfahren gemäß einem Anspruch 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 44 **dadurch gekennzeichnet**, daß daß schichtverbundstrukturierte Flächenprofilierungen (I - 72) eingearbeitet sind.
- 55 53. Holzhohlbalken (50) nach einem Verfahren gemäß einem Anspruch 1 bis 32 und den Ansprüchen 33 bis 44 **dadurch gekennzeichnet**, daß Blattungen / Schrägen / Verkämmpungen / Zapfen / Kerven / etc. (73) eingearbeitet sind.

54. Verfahren zur Stabilisierung von Holzhohlblechen (80 - Fig. XXIV) **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vormaterialien (5/15) und/oder Einzelemente (21) zur Einbringung der Verbundwerkstoffe (74/75/76) bearbeitet werden.
- 5 55. Verfahren zur Stabilisierung von Holzhohlblechen (80 - Fig. XXIV) **dadurch gekennzeichnet**, daß der fertig formierte Holzhohlblechen (80) zur Einbringung von Verbundwerkstoffen (74/75/76) bearbeitet wird.
- 10 56. Verfahren nach einem der Ansprüche 54 und 55 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stirnenden der fertigen Holzhohlblechen (80 - Fig. XXIV) zur Einbringung von Verbundwerkstoffen (77/78/79) bearbeitet werden.
- 15 57. Verfahren zur Stabilisierung von Holzhohlblechen (80 - Fig. XXIV) und der Ansprüche 54 bis 56 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auslieferungslänge (81) durch Kopfstücke (82) und Längselemente (83) vorgespannt ( $V_f$ ) wird.
- 20 58. Holzhohlblechen (80) nach einem der Ansprüche 1 bis 57 **dadurch gekennzeichnet**, daß Balkenenden (84) und/oder Balkenlängsverbindungen (85) durch genagelte / geschraubte / verkämmte / verleimte / gepreßte / gedübelte / (- etc.) Verbundwerkstoffe (74/75/76 - 77/78/79) stabilisiert sind.
59. Holzhohlblechen (80) nach einem der Ansprüche 1 bis 58 **dadurch gekennzeichnet**, daß die fertige Balkenlänge (81) durch Stirn- und Zugelemente (82 + 83) vorgespannt ist.

25

30

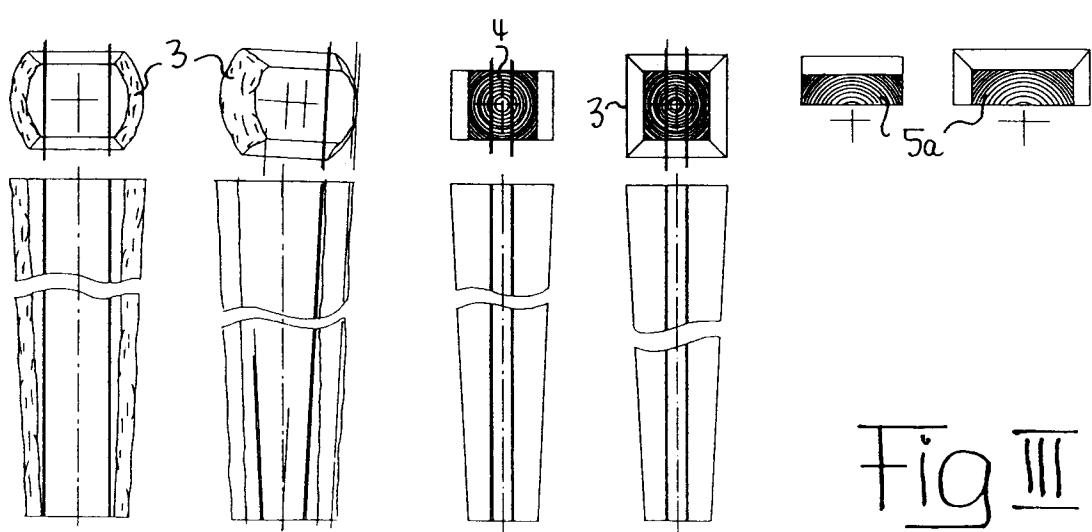
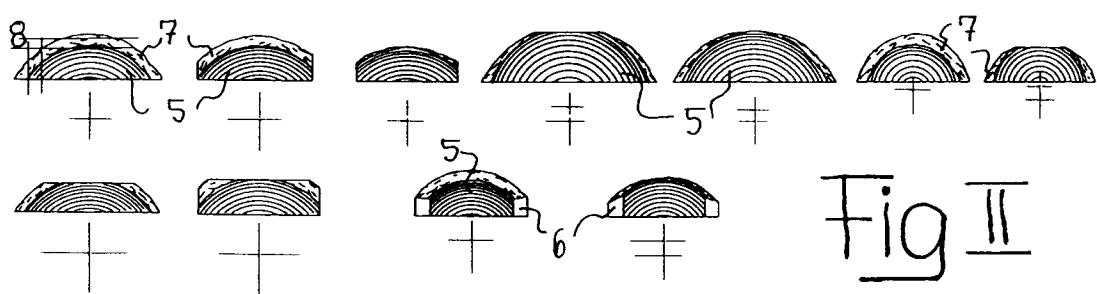
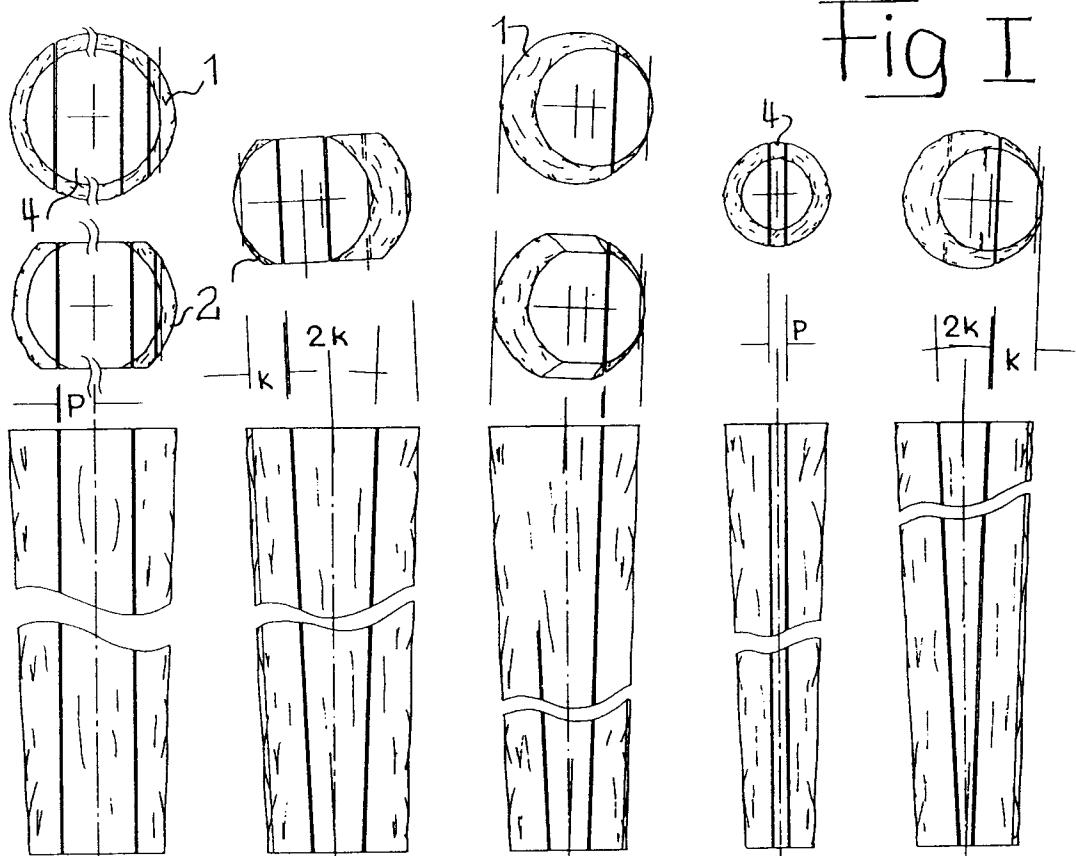
35

40

45

50

55



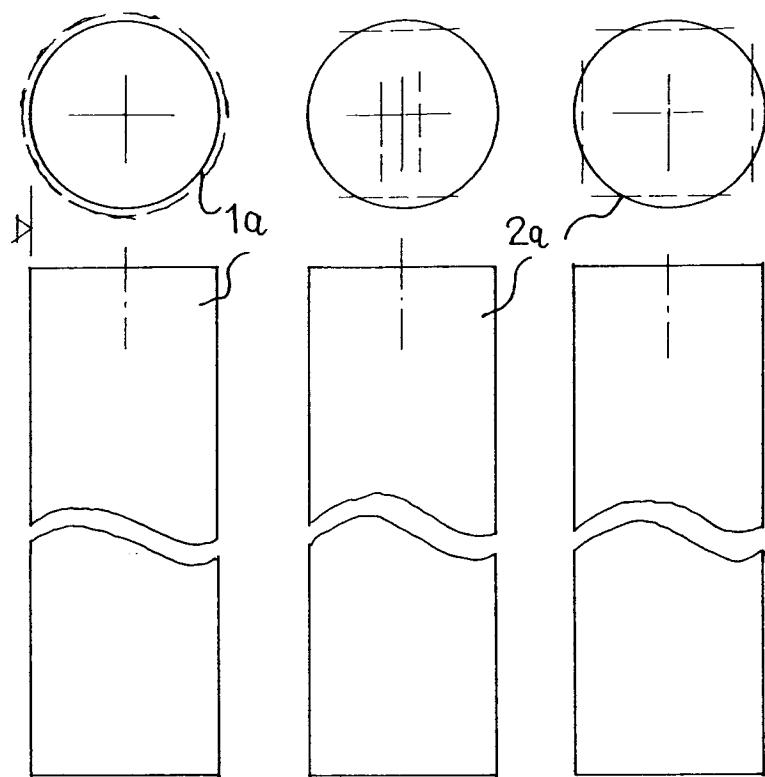
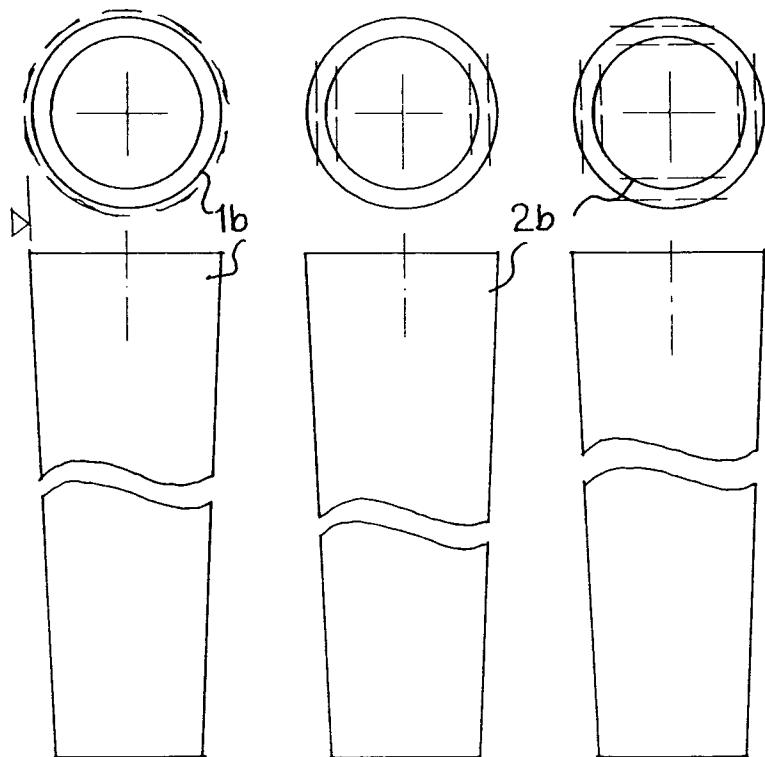
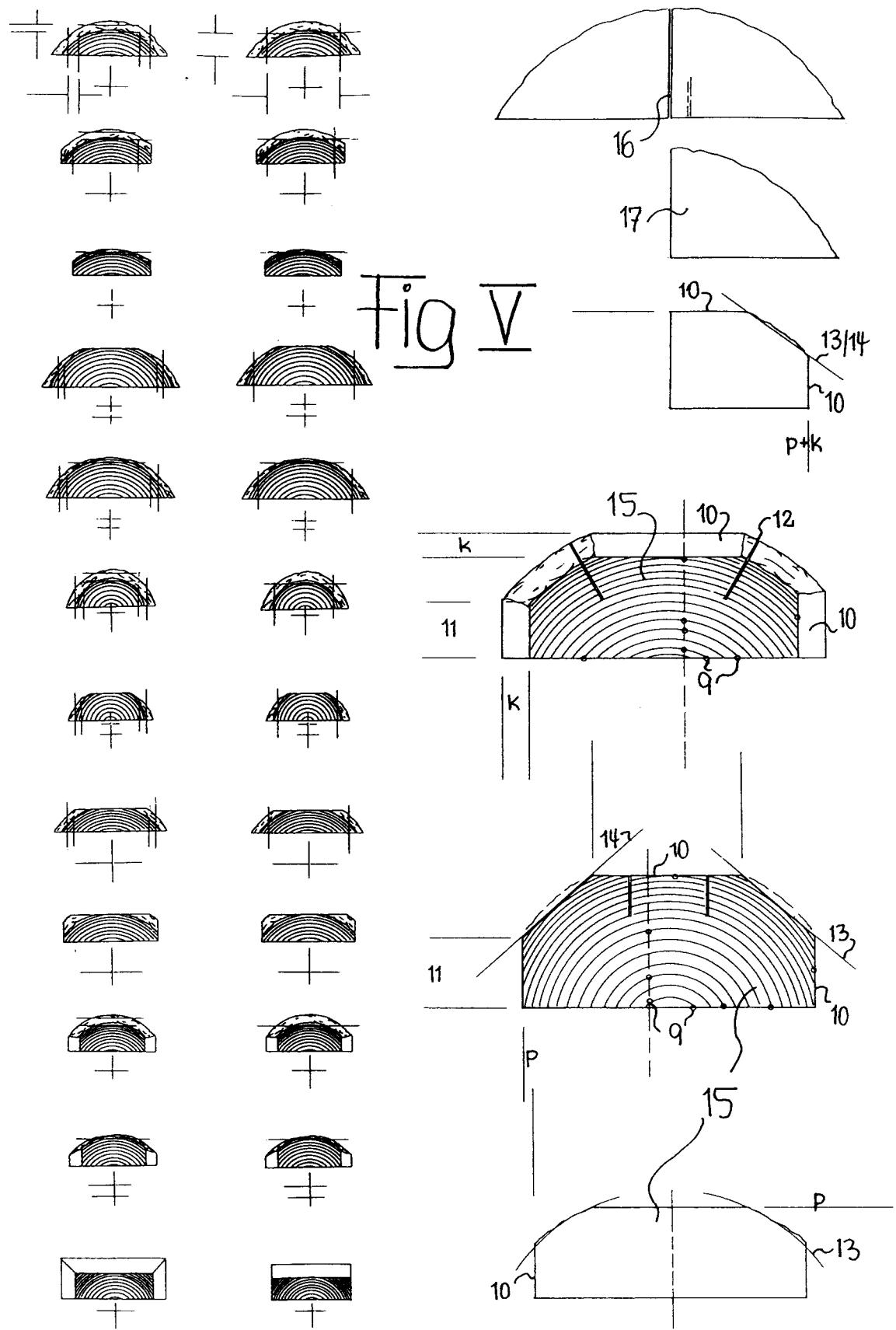
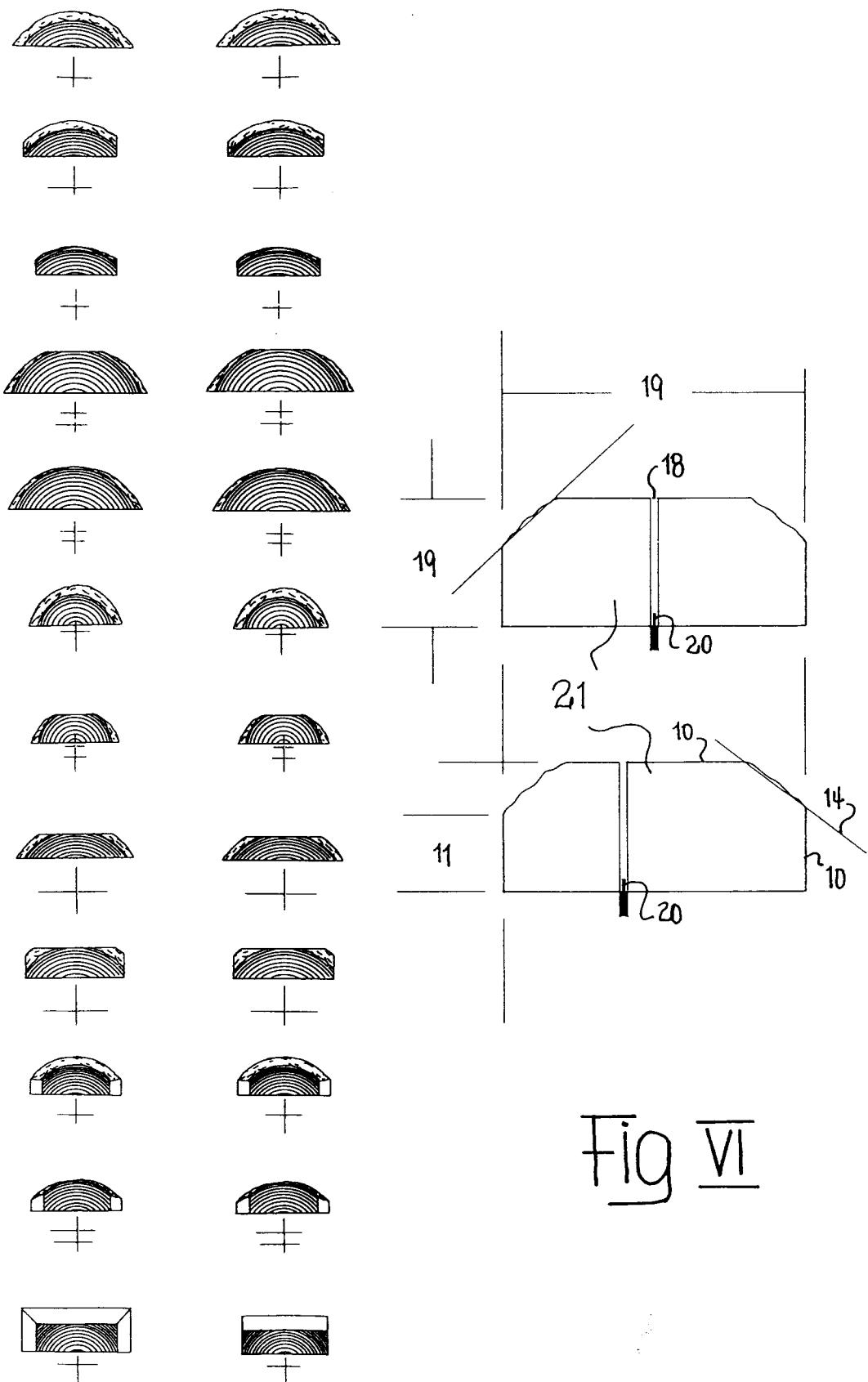


Fig IV







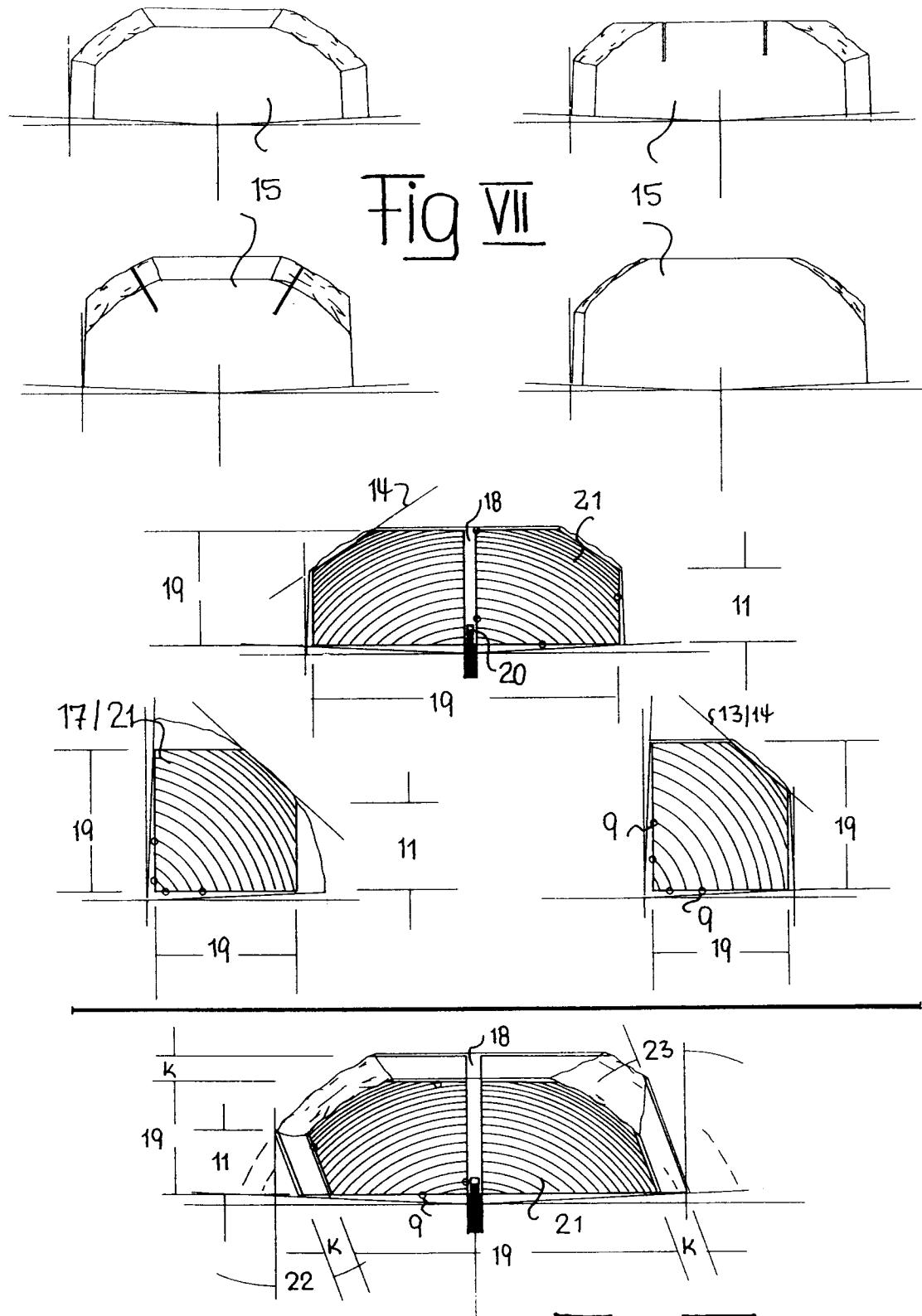
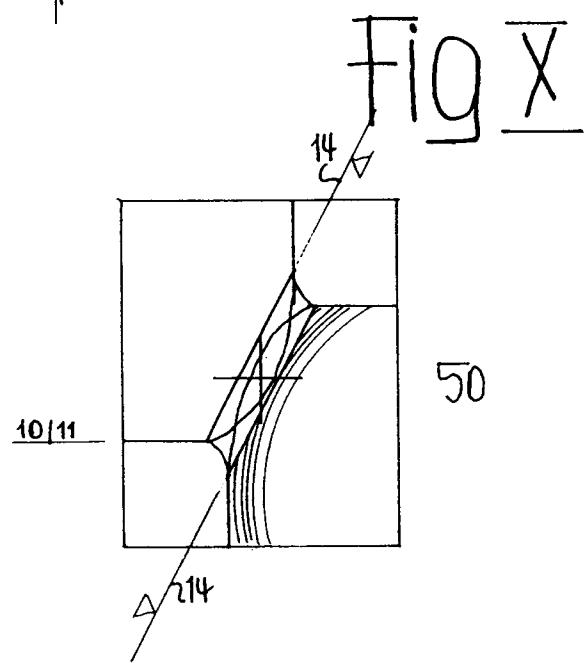
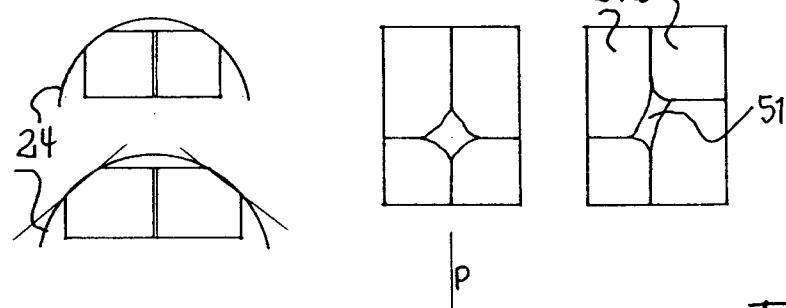
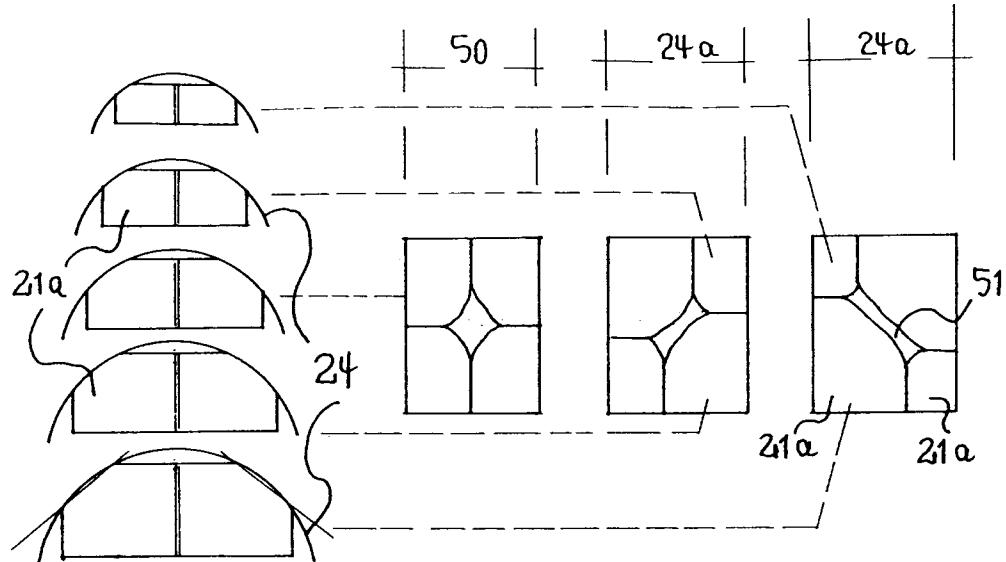


Fig VIII



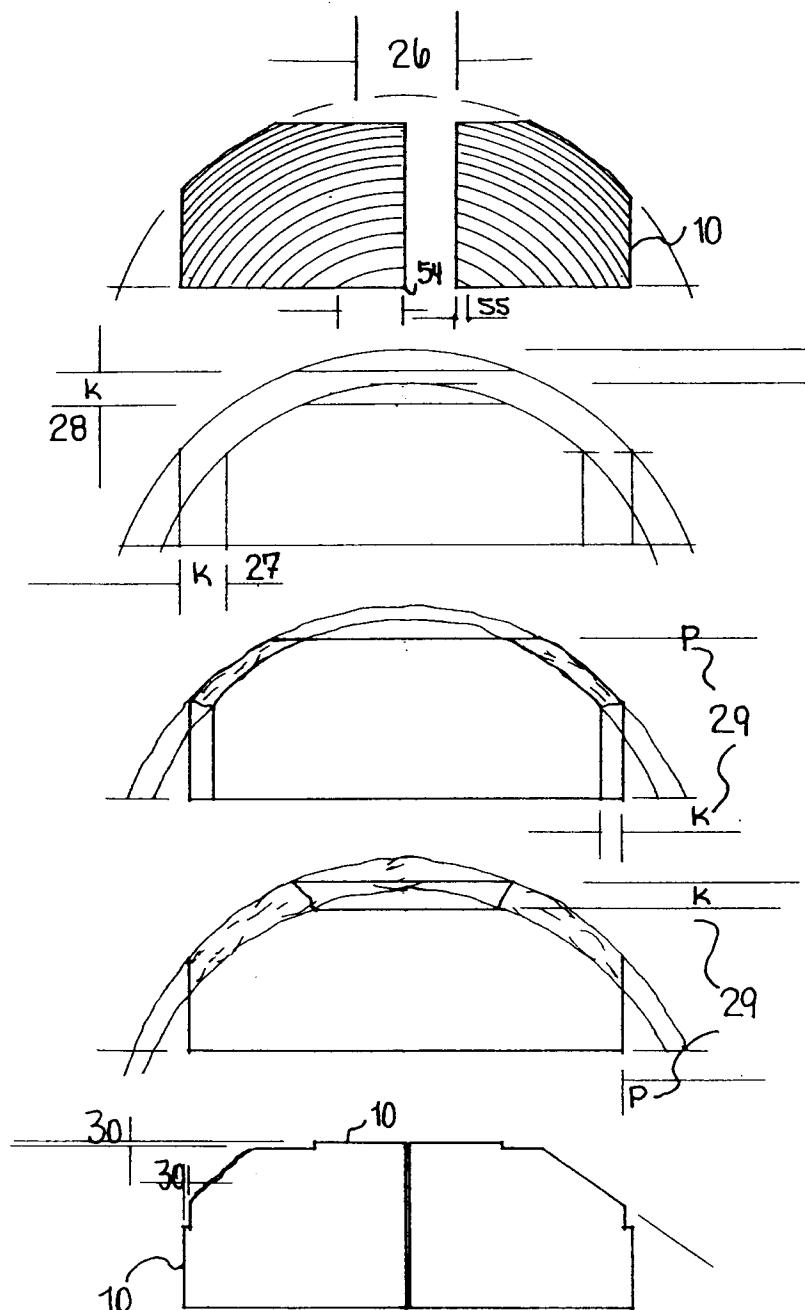
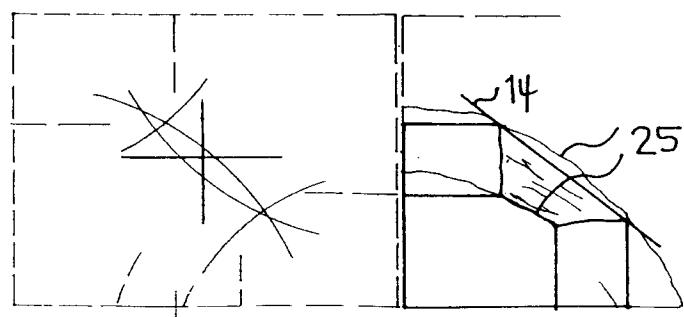


Fig XI



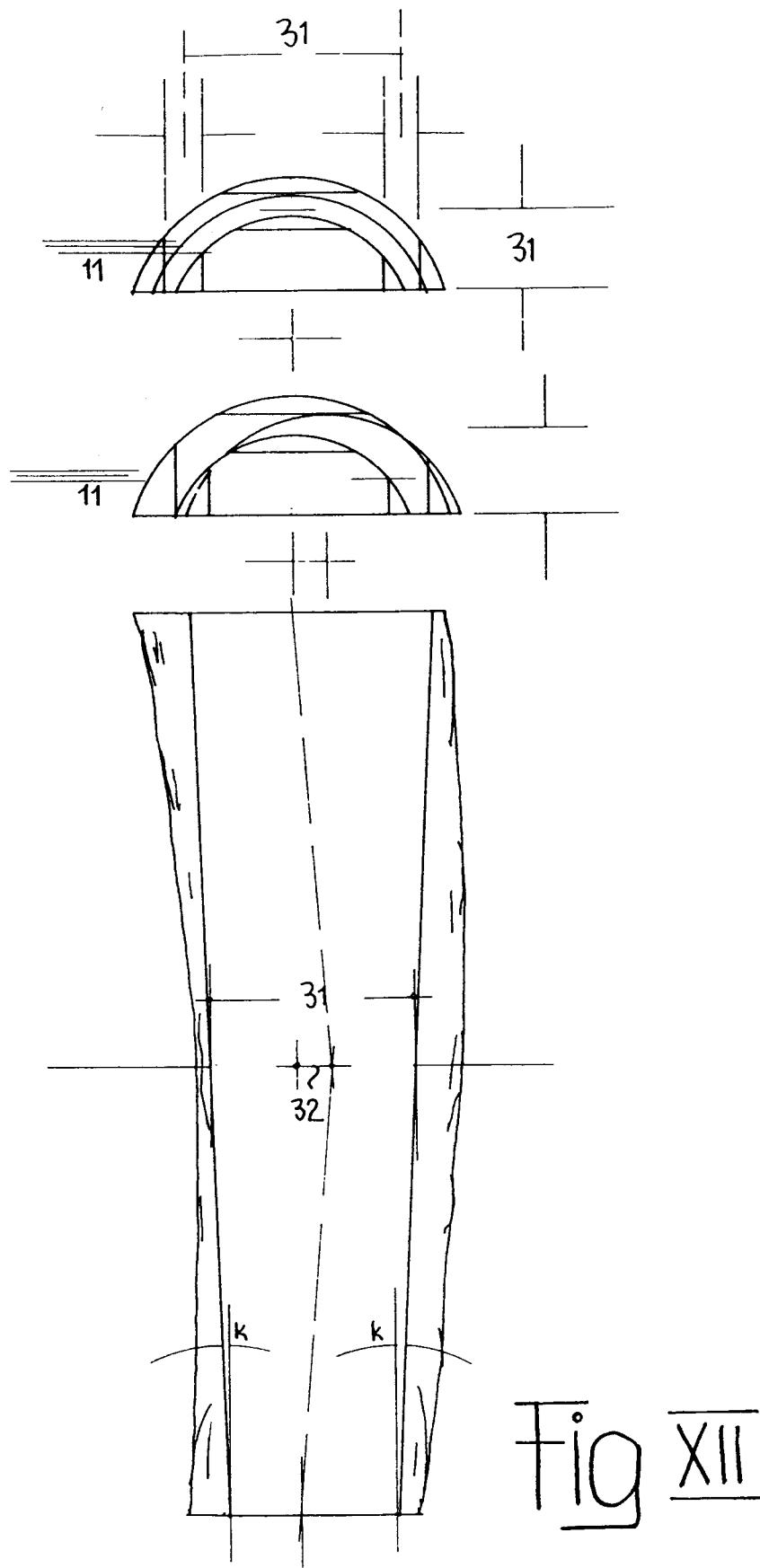


Fig XIII

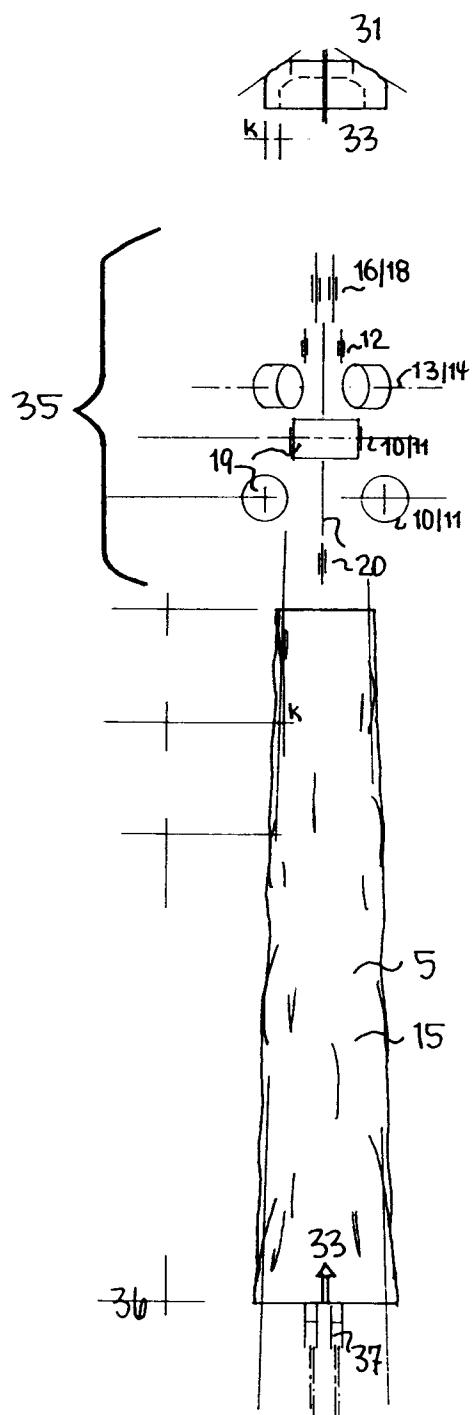
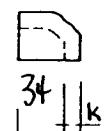


Fig XIV



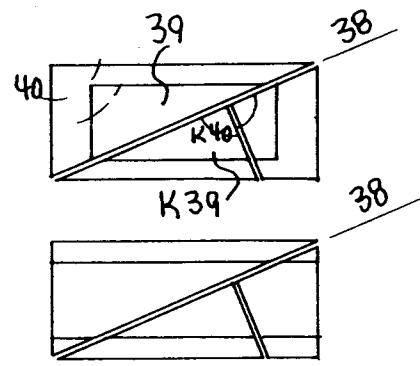
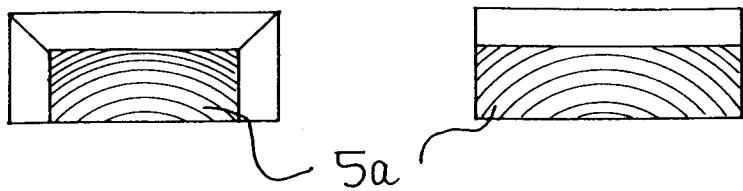


Fig XV

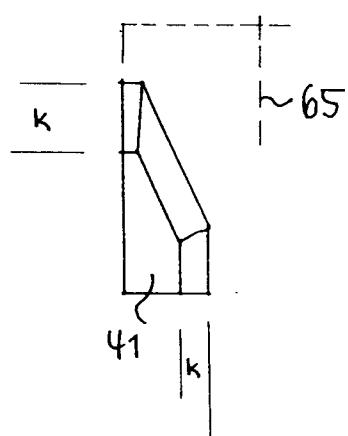
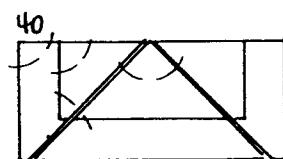
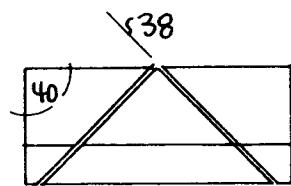


Fig XVI

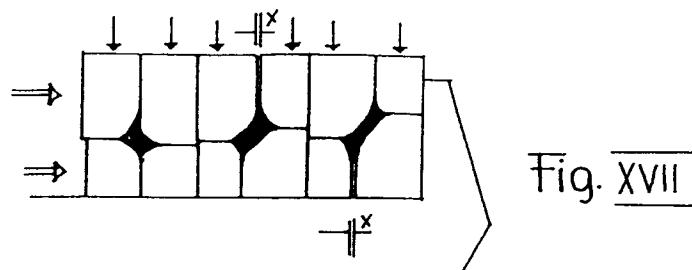


Fig. XVII

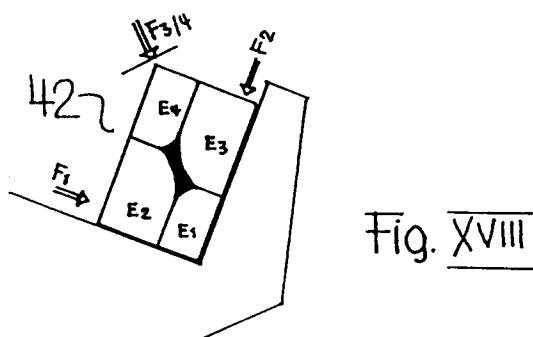


Fig. XVIII

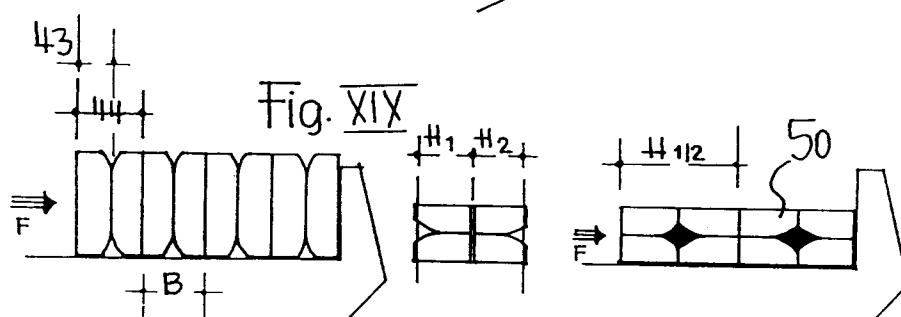


Fig. XIX

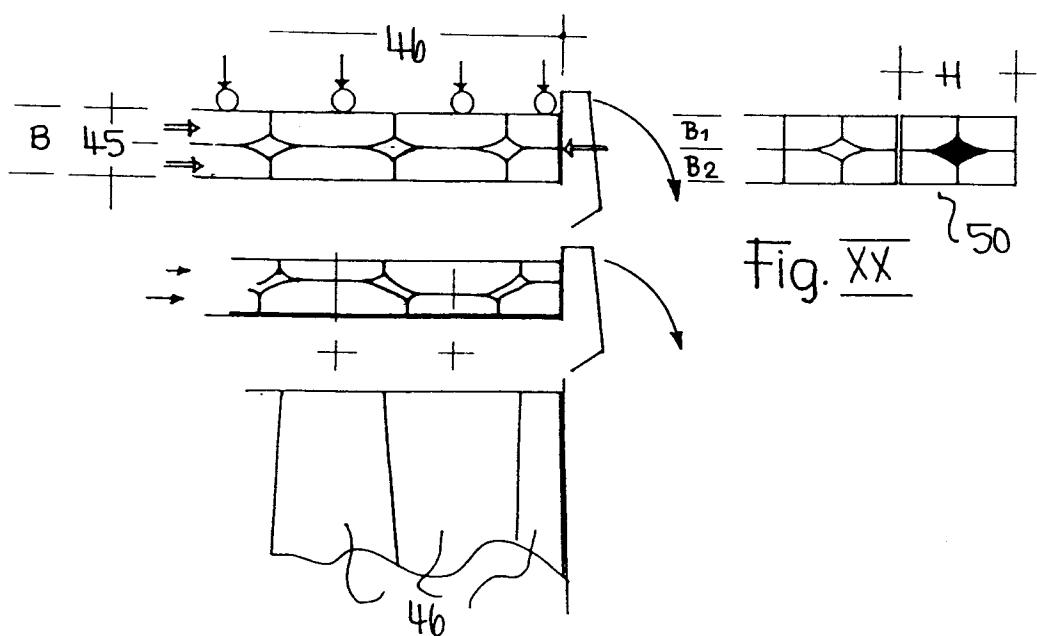


Fig. XX

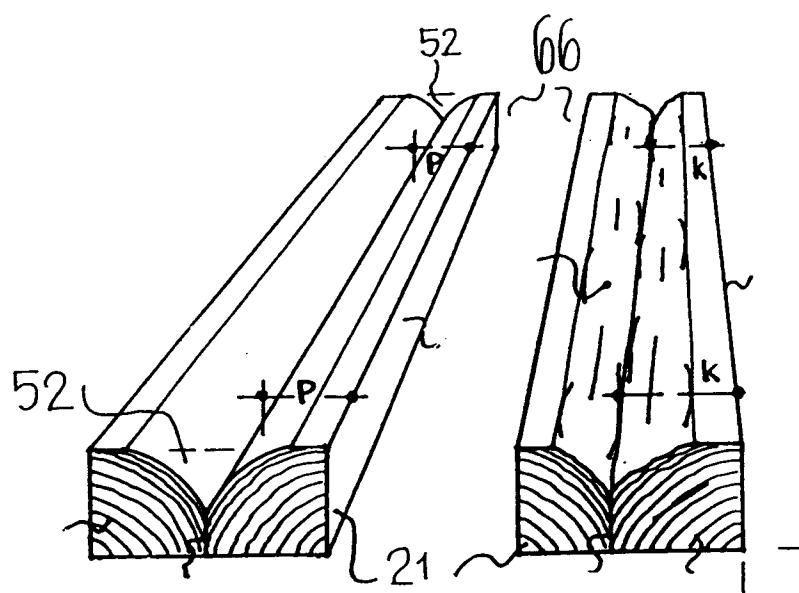


Fig. XXI

