



(11) **EP 1 711 320 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.10.2008 Patentblatt 2008/40

(51) Int Cl.:
B27M 1/02^(2006.01) B30B 5/06^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05706178.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT2005/000034

(22) Anmeldetag: **04.02.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/075165 (18.08.2005 Gazette 2005/33)

(54) **VERFAHREN ZUM VERDICHTEN EINER OBERFLÄCHE EINES HOLZWERKSTÜCKES UND
VORRICHTUNG HIERZU**

METHOD FOR COMPACTING A SURFACE OF A PIECE OF WOOD AND DEVICE THEREFOR

PROCEDE POUR COMPACTER UNE SURFACE DE PIECE EN BOIS ET DISPOSITIF APPROPRIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **04.02.2004 AT 1612004**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.10.2006 Patentblatt 2006/42

(73) Patentinhaber: **Harms, Dirk
4810 Gmunden (AT)**

(72) Erfinder: **Harms, Dirk
4810 Gmunden (AT)**

(74) Vertreter: **Ellmeyer, Wolfgang et al
Patentanwaltskanzlei Collin - Häupl - Ellmeyer
Mariahilfer Str. 50
1070 Wien (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A-00/79137 DE-C- 601 162
DE-C- 636 413 DE-C- 853 402
US-A- 6 047 751**

EP 1 711 320 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdichten eines Holzwerkstückes oder eines holzähnlichen Werkstückes, wie z.B. Bambus, Schilf und anderer auf Holz basierender Werkstoffe, wie Sperrholz, Spanplatte und/oder holzhaltiges oder mit Harzen angereichertes Papier, wobei die Oberfläche des Holzwerkstückes oder des holzähnlichen Werkstückes erwärmt und anschließend verdichtet wird.

[0002] Der Begriff des Holzwerkstückes sei im Rahmen der Beschreibung dieser Erfindung und der Patentansprüche nicht nur auf massive Werkstücke, welche aus Holz, wie z.B. Fichte, Tanne, Eiche hergestellt werden, begrenzt. Das im folgenden beschriebene Verfahren und die zugehörige Vorrichtung sind in gleicher Weise auf alle in materialtechnischer Hinsicht holzähnliche Materialien, wie z.B. Bambus, Schilf und andere auf Holz basierende Werkstoffe, wie Sperrholz, Spanplatte und/oder holzhaltiges oder mit Harzen angereichertes Papier, anwendbar, insofern jene Bestandteile des Holzes, welche zur Herstellung der thermoplastischen Klebmasse nötig sind, zumindest in dem dem erfindungsgemäßen Verfahren unterworfenen Bereich vorhanden sind.

[0003] Verfahren, die eine Verdichtung von porösen Werkstoffen beinhalten, ermöglichen eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften dieser porösen Werkstoffe. Eine solche Verdichtung ist im allgemeinen gekennzeichnet durch eine Anhebung der spezifischen Dichte; dies geschieht bei porösen Werkstoffen, wie beispielsweise Holz, nach heutigem Stand der Technik durch erstens eine Kompression der Zellen und/oder zweitens eine Imprägnierung der von den Zellwänden eingeschlossenen Hohlräumen.

1. Durch eine Komprimierung der Holzzellen wird der von den Zellwänden eingeschlossene Hohlraum verringert. Wie in "KOLLMANN Franz, COTE Wilfried A.: Principals of Wood Science and Technology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1968" und "Parviz NAVI, Fred GIRARDET: Effects of Thermo-Hydro-Mechanical Treatment on the Structure and Properties of Wood, Holzforschung 54 (2000) p. 287-293 (Offprint) Verlag Walter de Gruyter Berlin New York" beschrieben, erfolgt nach vorheriger Reduktion des Elastizitätsmoduls eine solche Deformation der Holzzellen in Richtung der geringeren Knicklänge und geringeren Steifigkeit der Holzzellenwand, d.h. in der Hauptsache in der Querschnittsebene eines Stammes, also senkrecht zur Faserrichtung. Dadurch kommt es zu keiner Schädigung der Holzstruktur (vgl. DE 601 162 A; Verfahren und Vorrichtung zum Verdichten von Holz).

2. Die Dichte eines porösen Werkstoffes kann durch das Imprägnieren des Werkstückes, d.h. das Ausfüllen der Zellenhohlräume des Holzes mit einem geeigneten Stoff erhöht werden. In Abhängigkeit der

gewünschten Imprägnierungstiefe und der Porosität einer solchen Imprägnierung muss eine geeignete Imprägnierungsmasse gewählt beziehungsweise müssen äußere Umstände, wie beispielsweise Druck oder Temperatur geschaffen werden (vgl. "Franz F.P. KOLLMANN, Wilfried A. COTE Jr., Principals of Wood Science and Technology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1968" und DE 636 413; Verfahren zum Herstellen von verdichteten Holzwerkstoffen).

[0004] Aus der US 6,047,751 A ist es bekannt, ein Holzwerkstück mittels Ultraschall zu erhitzen und sodann zu komprimieren, wodurch das Volumen des Holzwerkstückes insgesamt verringert und das Holz entwässert und verfestigt wird. Hierbei kommt es zu keiner Zerstörung der Zellen des Holzes.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, mit welchen eine verdichtete Oberfläche eines Holzwerkstückes herstellbar ist, wobei eine besonders hohe Dichtheit der Oberfläche erzielbar ist, und zwar ohne Hinzufügung von fremdartigen Materialien oder chemischen Substanzen.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, dass eine reibende Relativbewegung an der Oberflächen des Holzwerkstückes oder des holzähnlichen Werkstückes unter Vermeidung des Sauerstoffzutrittes bis zur Bildung von von dem Holzwerkstück oder dem holzähnlichen Werkstück stammender thermoplastischer Klebmasse - bewirkt durch eine Zerstörung der Zellstruktur und eine zumindest teilweise Verflüssigung eines oder mehrerer Bestandteile der Zellen des Holzwerkstückes oder holzähnlichen Werkstückes - durchgeführt wird, worauf die Zellen der Oberfläche und Zellen eines Volumsbereiches unter der Oberfläche unter Abkühlung derselben unter Druckausübung verdichtet werden. Dieses Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass keine fremdartigen Materialien oder chemische Substanzen vor, während oder nach dem Prozess hinzugefügt werden müssen, vielmehr wird ausschließlich das Holzwerkstück bzw. das holzähnliche Werkstück gezielt modifiziert, um in den dem beschriebenen Verfahren unterworfenen Bereichen eines Holzwerkstückes bzw. mehrerer Holzwerkstücke eine abriebfeste und stoßfeste sowie eine gegenüber dem unbehandelten Holz wesentlich härtere Oberfläche zu erzielen.

[0007] Verbindungen von Holzwerkstücken lassen sich grob in zwei Gruppen aufteilen (vgl. auch WO 00/79137; Integral Joining). Die erste Gruppe besteht darin, dass die Übertragung der Kräfte zwischen den Holzwerkstücken durch ein die Kräfte übertragendes Element bewerkstelligt wird, welches an die Oberflächen der zu verbindenden Holzwerkstücke beispielsweise aufgeklebt ist. Die so hergestellte material- oder formschlüssige Verbindung ist in der Praxis auf die Kontaktoberflächen der Holzwerkstücke beschränkt. Jene Werkstück-

bereiche, die sich außerhalb der Kontaktfläche befinden, haben keinen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften der Verbindung.

[0008] Die zweite Gruppe von Verbindungen beruht darauf, dass Teile des verbindenden Elementes in das Innere der Holzwerkstücke hineinreichen und dass auch jene Teile der Holzwerkstücke außerhalb der Kontaktfläche die mechanischen Eigenschaften der hergestellten Verbindung maßgeblich beeinflussen. Verbindungen, die dieser Gruppe angehören, sind im allgemeinen höher belastbar.

[0009] Die Erfindung stellt sich weiters die Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen mit welchen eine Verbindung zweier Holzwerkstücke bzw. holzähnlicher Werkstoffe gemäß der oben beschriebenen zweiten Gruppe durchführbar ist, wobei das Hinzufügen fremdartiger Materialien oder chemischer Substanzen vermieden werden kann.

[0010] Diese Aufgabe der Erfindung wird durch die Kombination folgender Merkmale gelöst:

- Sowohl die Kontakt-Oberfläche eines ersten Holzwerkstückes oder holzähnlichen Werkstückes als auch die Kontakt-Oberfläche eines zweiten Holzwerkstückes oder holzähnlichen Werkstückes werden - unter Vermeidung eines Sauerstoffzutrittes - durch eine reibende Relativbewegung an den Kontaktflächen der Holzwerkstücke oder holzähnlichen Werkstücke unter Druck unter Zerstörung der Zellstruktur bis zur Bildung einer thermoplastischen Klebmasse in zumindest Teilbereichen der einander kontaktierenden Oberflächen erhitzt,
- wobei die beiden Holzwerkstücke oder holzähnlichen Werkstücke durch Druck mit ihren Kontakt-Oberflächen gegeneinander gepresst werden,
- worauf die Kontakt-Oberflächen der beiden Holzwerkstücke oder holzähnlichen Werkstücke und Volumsbereiche unter diesen Oberflächen abkühlen,
- Zellen des Oberflächenbereiches mindestens eines Holzwerkstückes oder holzähnlichen Werkstückes unter Druck verdichtet werden
- und unter Eindringen der thermoplastischen Klebmasse unter die Kontakt-Oberfläche des bzw. der verdichteten Holzwerkstücke(s) oder holzähnlichen Werkstücke(s) ein Verschweißen der Holzwerkstücke durchgeführt wird.

[0011] Im Unterschied zu Verfahren, welche dem Stand der Holzverbindungstechnik entsprechen, wird erfindungsgemäß die Klebmasse aus den zu verbindenden Holzwerkstücken bzw. holzähnlichen Werkstücken durch gezielte Energiezufuhr gewonnen. Zusätzlich findet eine Verdichtung der Holzwerkstücke in und um den Bereich der Fügefläche statt, so dass die Festigkeit der so hergestellten Verbindungen durch Materialeigenschaften jener Teile im Fugenbereich und der im Inneren der Holzwerkstücke befindlichen Teilbereiche maßgeb-

lich erhöht wird. Es handelt sich somit um eine "Press-Schweißverbindung" der beiden Holzwerkstücke.

[0012] Die DE-C-853 402 beschäftigt sich mit einer Oberflächenveredelung durch Verdichtung mit gleichzeitiger oder anschließender Verformung durch Anwendung von Wärme und Druck, wobei ein pulsierender Druck auf einen zwischen gegeneinander bewegbaren Rahmenteilten eingelegten Werkstoff ausgeübt wird, jedoch ohne reibende Relativbewegung. Während des Weiterbewegens des Werkstoffes werden die Rahmenteilte auseinanderbewegt und auf Distanz gehalten. Eine Zerstörung der Zellstruktur findet nicht statt, so dass auch keine thermoplastische Klebmasse gebildet wird.

[0013] Bevorzugte Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen 3 bis 18 gekennzeichnet.

[0014] Die hier beschriebene Erfindung stellt sich weiters die Aufgabe der Herstellung einer verdichteten Oberfläche eines Holzwerkstückes, insbesondere einer, die in Hinblick auf Abrieb und Stoßfestigkeit besonders stabil ist, wobei als Gegenwerkstück ein Gegenwerkstück mit einer höheren Schmelz- und Siedetemperatur als das Holzwerkstück und mit einer glatten Oberfläche mit einem geringen, ein Haften vermeidenden Benetzungswinkel, wie eine metallische oder verspiegelte Oberfläche, verwendet wird.

[0015] Der natürliche Werkstoff Holz wird durch seine innerhalb des Werkstückes variierenden Werkstoffeigenschaften charakterisiert, die gleichermaßen, wie bei gängigen Holzbearbeitungsarten, das Verfahren und die danach geschaffene Holzverbindung unterschiedlich beeinflussen. Das hier vorgestellte Verfahren stellt sich in bezug auf die oben vorgestellten anwendungsspezifischen Aufgaben auch die Aufgabe, das hier diskutierte Verfahren des Verdichtens und die Vorrichtungen hierzu an die variierenden Materialeigenschaften des natürlichen Werkstoffes Holz anzupassen. Im Unterschied zu Verfahren, welche dem Stand der Schweißtechnik und/oder der Holzverbindungstechnologie entsprechen, ist es somit möglich, den Grad des erfindungsgemäßen Verdichtens in Abhängigkeit von Eigenschaften des bzw. der Holzwerkstücke, insbesondere in Abhängigkeit der Dichte, durchzuführen, somit das Entstehen von den variierenden Materialeigenschaften von Holz herrührenden Diskontinuitäten in den dem Verfahren unterworfenen Bereichen zu verhindern.

[0016] Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst:

- eine Werkstückaufnahme für mindestens ein Holzwerkstück oder holzähnliches Werkstück
- eine erste Station mit einer Einrichtung, die an der Oberfläche des Holzwerkstückes oder des holzähnlichen Werkstückes unter Vermeidung eines Sauerstoffzutrittes eine reibende Relativbewegung erzeugt,
- eine zweite Station mit einer Einrichtung, in der die Oberfläche des Holzwerkstückes oder des holzähn-

- lichen Werkstückes verdichtet wird und
- eine dritte Station mit einer Kühleinrichtung für das Holzwerkstück.

[0017] Bevorzugte Varianten der Vorrichtung sind in den Unteransprüchen 20 bis 34 gekennzeichnet.

[0018] Die Erfindung ist nachfolgend anhand der Beschreibung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei Fig. 1 einen Schnitt durch ein Holzwerkstück quer zur Faserrichtung im unverdichteten und Fig. 2 im erfindungsgemäß verdichteten Zustand zeigt. Fig. 3 veranschaulicht das erfindungsgemäße Verfahren in Diagrammform. Die Fig. 4 und 5 zeigen Computertomografiebilder verdichteter Oberflächen von Holzwerkstücken. Die Fig. 6 bis 11 veranschaulichen schematische Darstellungen von Vorrichtungen zur Durchführung des erfindungsmäßigen Verfahrens.

[0019] Anhand eines Vergleichs der Fig. 1 mit Fig. 2, die ein Holzwerkstück 1 geschnitten quer zur Faserrichtung des Holzes in ein und demselben Maßstab unter dem Mikroskop vergrößert veranschaulichen, ist zu erkennen, wie durch ein Verdichten die Querschnitte der Zellen 2 verändert werden. Gemäß Fig. 2 sind die Zellen 2 komprimiert und es ist auch erkennbar, dass eine thermoplastische Klebmasse 3, die vom Holzwerkstück 1 selbst gebildet ist, zwischen die komprimierten Zellen 2 eingedrungen ist. Am linken unteren Eck der Fig. ist eine Ansammlung von thermoplastischer Klebmasse 3 zu erkennen, wie sie sich beispielsweise bei Herstellen einer erfindungsgemäßen Verschweißung mit einem zweiten Holzwerkstück bildet.

[0020] Anhand des Ausmaßes des Dickenschwundes während der Teilprozesse III bis IV, in denen es zur Bildung der thermoplastischen Klebmasse beziehungsweise der Verdichtung der Zellen kommt, kann auf die allgemeine Qualität der Verdichtung des Holzwerkstoffes geschlossen werden.

[0021] Die in Fig. 6 dargestellte Vorrichtung dient zum Herstellen einer Schweißverbindung zweier übereinandergelegter Holzwerkstücke 1, 1'. Die Vorrichtung weist eine Werkstückaufnahme 4 für zwei übereinandergelegte Holzwerkstücke 1, 1', eine Station 5 zur Konditionierung der beiden übereinanderliegenden Holzwerkstücke 1, 1', weiters in Förderrichtung 6 der Holzwerkstücke 1, 1' eine Station mit einer Energieeinbringeinrichtung 7, nachfolgend eine Station mit einer Verdichtungseinrichtung 8, die mit einer weiteren Station, die als Kühleinrichtung 9 ausgebildet ist, gekoppelt ist, auf.

[0022] Zum Fördern der Holzwerkstücke 1, 1' ist eine Fördereinrichtung 10 gebildet von zwei Förderbandanlagen 11, 12 vorgesehen, deren Förderbänder 13 derart einander gegenüberliegend angeordnet sind, dass die beiden Holzwerkstücke 1, 1' an den einander gegenüberliegenden Trumen 14 der Förderbänder 13 anliegen. Die einzelnen Stationen, wie sie oben beschrieben sind, befinden sich zwischen den hin- und hergehenden Trumen jeweils eines Förderbandes 13.

[0023] Zum Fixieren der Holzwerkstücke 1, 1' ist ggf.

eine Einspannvorrichtung, eine Halterung mittels Unterdruck und/oder eine Oberfläche mit hoher Rauigkeit, vorzugehen, sodass die Energieeinbringung in die Kontaktfläche 17 bzw. Verbindungsfuge 18 in Form von Schwingungen in einem beliebigem, vorzugsweise 0° oder 90° betragenden Winkel gewährleistet ist.

[0024] Zwecks Verdichtung der aneinander anliegenden Oberflächen der beiden übereinander angeordneten Holzwerkstücke 1, 1' ist vorteilhaft der Spalt 15 zwischen den beiden Trumen 14 der Förderbänder 13 verjüngend ausgebildet, d.h. die beiden in gleiche Richtung laufenden und einander gegenüberliegende Trume 14 der Förderbänder 13 sind nicht genau parallel zueinander sondern unter Bildung eines keilförmigen Spaltes 15 gegeneinander ausgerichtet.

[0025] Gemäß der in Fig. 7 dargestellten Vorrichtung ist die obere der beiden Förderbandanlagen 12 von zwei in Laufrichtung hintereinander angeordneten und in dieselbe Richtung antreibbaren Förderbändern 13 und 16 gebildet, zwischen denen die Energieeinbringeinrichtung 7, die in diesem Fall in direkten Kontakt mit der Oberfläche 17 eines Holzwerkstückes 1 bringbar ist, vorgesehen. Diese Art der Vorrichtung dient zur Verdichtung der Oberfläche 17 eines einzelnen Holzwerkstückes 1, um eine besonders verschleißfeste und stoßfeste Oberfläche an diesem Holzwerkstück 1 auszubilden.

[0026] Die Funktion der Einrichtungen nach den Fig. 6 und 7 ist nachstehend näher erläutert:

[0027] Die Holzwerkstücke 1 bzw. 1' werden durch eine gezielte Energiezufuhr an den dem Verfahren unterworfenen Oberflächen und/oder in Bereichen des Holzwerkstückes 1, 1' unter Ausübung eines mechanischen Druckes durch das Einbringen von Energie erwärmt. Bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens mittels einer Vorrichtung nach Fig. 6 zum stoffreinen Verbinden von zwei Holzwerkstücken 1, 1' wird Energie beispielsweise durch eine Relativbewegung, vorzugsweise in Form einer linearen zirkularen Bewegung (Bewegungsrichtung parallel zur Verbindungsfuge 18 der Holzwerkstücke 1, 1') oder Ultraschallschwingung (Bewegungsrichtung in einem beliebigen, vorzugsweise rechtwinkligen, Winkel zur Verbindungsfuge 18 der Holzwerkstücke 1, 1') zwischen Holzwerkstücken eingebracht. Die Relativbewegung der Holzwerkstücke hat unter einer rechtwinklig zur Verbindungsfuge gerichteten Kraft zu erfolgen, so dass ein stetiger Kontakt zwischen den Holzwerkstücken 1, 1' sichergestellt ist.

[0028] Bei Anwendung des Verfahrens zum Verdichten einer Oberfläche eines einzelnen Holzwerkstückes 1 mit einer in Fig. 7 dargestellten Vorrichtung zur Oberflächenveredelung wird ein Holzwerkstück 1 relativ zu einem nicht porösen, beispielsweise metallischen Gegenwerkstück 19 bewegt, welches eine höhere Schmelz- und Siedetemperatur hat als die Schmelztemperatur der Komponenten des Holzwerkstoffes, welche Komponenten zur Bildung der thermoplastischen Klebmasse 3 verflüssigt werden müssen. Die Oberfläche des Gegenwerkstückes 19 muss darüber hinaus einen hohen Be-

netzungswinkel aufweisen, so dass zwischen der in den folgenden Prozessschritten gebildeten thermoplastischen Klebmasse 3 und dem Gegenwerkstück 19 keine kraftschlüssige Verbindung entstehen kann: Ein Metall der Type 1.43012R nach DIN EN 10088 weist beispielsweise die gestellten Anforderungen auf; es handelt sich um einen "teflonartigen Stahl".

[0029] Die Anwendung der Ultraschalltechnologie erweist sich insbesondere beim gleichzeitigen stoffschlüssigen Verbinden von mehreren Holzwerkstücken 1, 1' oder der Veredelung der Oberflächen 17 von Holzwerkstücken 1 in einem kontinuierlichen Verfahren als vorteilhaft.

[0030] Die Einbringung der erforderlichen Energie durch beispielsweise eine linear schwingende Relativbewegung eignet sich ebenfalls zum erfindungsgemäßen Veredeln von Oberflächen 17 in einem kontinuierlichen Verfahren, aber auch zum Verbinden von zwei Holzwerkstücken 1, 1'.

[0031] Durch die Relativbewegung zwischen den Holzwerkstücken 1, 1' bzw. zwischen dem Holzwerkstück 1 und dem Gegenwerkstück 19 und der dadurch aktivierten Reibungskräfte kommt es zu einer fortschreitenden Erwärmung des Holzwerkstoffes eines Holzwerkstückes 1 bzw. 1' an seiner Oberfläche bzw. in der Verbindungsfuge 18.

[0032] Die fortschreitende Erwärmung der Oberfläche eines Holzwerkstückes 1, 1' (zumindest) im Bereich der sich relativ zueinander bewegenden Kontaktflächen zwischen zwei Holzwerkstücken 1, 1' oder zwischen einem Holzwerkstück 1 und einem Gegenwerkstück 19 zieht mehrere Effekte mit sich. Bei geringen Temperaturen verursacht die Energieeinbringung eine Werkstoffaufbereitung und -konditionierung. Der Werkstoff Holz wird zumindest in den für die nachfolgenden (Teil)Prozesse relevanten Bereichen so konditioniert, dass die im weiteren beschriebenen Folgeprozesse ablaufen können. Dadurch haben die Beschaffenheit der Oberfläche des Holzwerkstückes 1, 1' (Rauigkeit, Art der Bearbeitung etc.) sowie der physikalische Zustand (Temperatur, Feuchtigkeit etc.) vor der Behandlung keinen Einfluss auf die nachfolgende Verdichtung des Holzwerkstückes 1, 1'. Das erfindungsgemäße Verfahren schließt nicht aus, dass eine solche Aufbereitung sowie Konditionierung des Werkstoffes durch die Vorbehandlung in einer Konditioniereinrichtung und/oder durch prozessextreme Maßnahmen geschaffen werden können.

[0033] Bei weiterer Erwärmung des Holzwerkstoffes bis zu Temperaturen um ca. 400 °C kommt es zu einer Verflüssigung eines oder mehrerer Bestandteile des Holzes, wie z.B. von Lignin, d.h. es kommt zur Bildung einer thermoplastischen Klebmasse 3. Bei der Bildung dieser thermoplastischen Klebmasse 3 ist der Zutritt von Sauerstoff zu unterbinden, um eine Verbrennung oder Verkohlung der Holzwerkstoffe zu verhindern. Der Luftabschluss wird einerseits durch den senkrecht auf die Kontaktfläche (Verbindungsfuge 18 bzw. Oberfläche 17) wirkenden mechanischen Druck, andererseits durch den

Holz-Materialabrieb und die durch die Energiezufuhr verursachte Holz-Materialerweichung gewährleistet. Die Erwärmung des Holzwerkstoffes führt auch zu einem Öffnen der die Holzzellen 2 verbindenden Membranen 20, so dass unter geringem Druck die thermoplastische Klebmasse 3 die Kontaktfläche durchdringen und in das Holzwerksroffinnere eingepresst werden kann. (vgl. Fig. 2).

[0034] Das beschriebene erfindungsgemäße Verfahren schließt nicht aus, dass die Bildung der thermoplastischen Klebmasse 3 auch in einer anaeroben Atmosphäre zur Unterbindung einer Verbrennung und/oder Verkohlung des Holzwerkstoffes stattfinden kann, zu welchem Zweck die Vorrichtung mit einer Einhausung 21 versehen ist, in die eine Anaerobgas-Zuführungseinrichtung 22 mündet. (vgl. die Darstellung in Fig. 8).

[0035] Die so gebildete thermoplastische Klebmasse 3 besteht größtenteils aus Lignin und/oder dessen chemischer Modifikationen; die zähflüssigen, klebenden Eigenschaften der so aus dem Werkstoff Holz gewonnenen thermoplastischen Klebmasse 3 wird für die im folgenden beschriebene erfindungsgemäße Verdichtung des porösen Werkstoffes genutzt. Durch das stetige Zerstören der Zellenstruktur an der Oberfläche des zu verdichtenden Werkstoffes kann auch Lignin aus Volumsbereichen, welche zu Beginn des Verfahrens unterhalb der Oberfläche sich befanden, zur Herstellung der thermoplastischen Klebmasse herangezogen werden.

[0036] Nach ausreichender Bildung der thermoplastischen Klebmasse sowie Erwärmung des Holzwerkstoffes wird ein weiterer Energieeintrag unterbunden; der Holzwerkstoff wird erfindungsgemäß verdichtet.

[0037] Zum einen werden die erweichten Zellen 2 durch eine plastische Deformation unter hohem Druck komprimiert. Wegen der Holzstruktur und vor allem wegen der durch die fortschreitende Erwärmung des Holzwerkstoffes hervorgerufenen ausreichenden Erweichung der Zellenstruktur, tritt bei der Verdichtung durch plastische Kompression keine oder nur eine durch das Komprimieren der Zellenhohlräume unvermeidbare Deformation des Holzwerkstückes 1 bzw. 1' in jene durch die Energieeinbringung 7 erweichte Bereiche quer zur Richtung der aufgetragenen Kraft auf.

[0038] Zum andern führt das zuvor eingetretene Öffnen der Membranen 20 zu einer Imprägnierung der Zellenhohlräume unter geringem Druck, sowie wegen der klebenden Eigenschaften der thermoplastischen Klebmasse 3 zum Verkleben der Zellenwände. Beide Teilprozesse des Verdichtens, die Komprimierung als auch Imprägnierung verbessern stark die mechanischen Eigenschaften der verdichteten Zone in Hinblick auf die beiden erwähnten erfindungsgemäßen Anwendungsfälle: Oberflächen veredeln und Herstellen einer Schweißverbindung.

[0039] Mit der Unterbindung des Energieeintrages tritt ein Temperatenausgleich zwischen den erwärmten Teilen der Holzwerkstücke 1, 1' bzw. der Umgebung, somit ein Aushärten der thermoplastischen Klebmasse 3 ein.

Selbstverständlich kann der Prozess des Abkühlens durch externe Maßnahmen beschleunigt werden.

[0040] In jenem Fall, dass die Bildung der thermoplastischen Klebmasse zwischen zwei Holzwerkstücken 1, 1' erfolgt, kommt es unter Anwendung der klebenden Eigenschaften und gleichzeitiger erfindungsgemäßer Verdichtung der Holzwerkstücke 1, 1' zumindest an deren Oberflächen, d.h. Imprägnierung mittels der thermoplastischen Masse und Kompression der Zellen, zu einem stoffschlüssigen Verbinden der Holzwerkstücke 1, 1'.

[0041] Bei Verwendung eines nicht porösen Materials als Gegenwerkstück 19 zu einem Holzwerkstück 1 wird wegen des geringen Benetzungswinkels ein stoffschlüssiges Verbinden zwischen den Werkstücken 1 und 19 verhindert. Die Zellenstruktur an und nahe der Oberfläche 17 des Holzwerkstückes 1 wird komprimiert und mittels der thermoplastischen Klebmasse 3 imprägniert. Aufgrund der Eigenschaften der gemäß des beschriebenen Verfahrens gebildeten thermoplastischen Klebmasse kommt es zusätzlich zu einer Verklebung der Zellen 2 des Holzwerkstückes 1.

[0042] Bei der plastischen Deformation der Zellenstruktur bzw. während des Abkühlens des Holzwerkstoffes bzw. von Teilen des Holzwerkstoffes können - auch bei optimalen Maschinenparametern - werkstoffinterne Spannungen entstehen, die bei Wasserlagerung oder ähnlicher Lagerung des komprimierten Holzwerkstoffes eine Redeformation der komprimierten Zellen 2 hervorrufen können. Die Stabilisierung der verformten Zellen 2 mittels Wasserdampf unter Einspannung des verdichteten Holzwerkstückes 1 bzw. 1, 1' ist ein gängiges Verfahren, um durch die plastische Deformation entstandene Spannungen abzubauen, das auch beim vorliegenden Verfahren angewandt werden kann.

[0043] Der natürliche Werkstoff Holz wird durch seine innerhalb des Holzwerkstückes 1, 1' variierenden Eigenschaften charakterisiert, welche beispielsweise anhand der Früh- und Spätjahresringe mit dem freien Auge erkennbar sind. Gleichmaßen wie bei gängigen Bearbeitungsarten von Holz beeinflussen die schwächsten Teile des Holzwerkstückes 1, 1' dessen Anwendung, wie z.B. bei Verbindung mit anderen Holzwerkstücken. Die im folgenden beschriebene Qualitätskontrolle bietet die Möglichkeit, die Bildung der thermoplastischen Klebermasse 3, die Verdichtung durch Imprägnierung der Zellen 2 mittels der Klebmasse 3 und einer Komprimierung der Zellen 2 zerstörungsfrei zu überprüfen.

[0044] Die erfindungsgemäß gebildete thermoplastische Klebmasse 3 als auch die verdichtete Zellenstruktur weisen im Vergleich zu unbehandeltem Holz eine höhere spezifische Dichte auf. Die daraus resultierenden veränderten physikalischen Eigenschaften der modifizierten Bereiche des Holzes erlauben es, Rückschlüsse über beispielsweise den Verdichtungsgrad und/oder die Menge der gebildeten thermoplastischen Klebmasse zu ziehen. Gängige Verfahren zur zerstörungsfreien Qualitätsüberprüfung, wie zum Beispiel Ultraschall und

Computertomografie, können dafür angewandt werden, die Güte der erfindungsgemäß hergestellten Verdichtung während und/oder nach dem Prozess zu kontrollieren.

5 **[0045]** Die Fig. 4 und 5 zeigen Computertomografiebilder verdichteter Oberflächen zweier miteinander verschweißter Holzwerkstücke 1, 1'. Zum einen sind die verdichteten Bereiche an den Oberflächen der Holzwerkstücke aufgrund der hellen Farbe deutlich zu erkennen. 10 Fig. 5 beinhaltet die Darstellung der Messpunkte der lokalen Dichte relativ zu der Umgebungsluft.

[0046] Zum anderen sind sogenannte Diskontinuitäten in der verdichteten Zone sichtbar. Diese entstehen bei mangelnder Anlassung der Verfahrensparameter an die lokal variierenden Eigenschaften des oben definierten Werkstoffes Holz. 15

[0047] Die Linie A markiert den ungefähren Verlauf der Schweißverbindung, d.h. der Verbindungsfuge 18; Linie B die Jahresringlage (Spätholz).

20 **[0048]** In Hinblick auf die variierenden Eigenschaften des Werkstoffes Holz, deren vielseitige Einflüsse auf das erfindungsgemäße Verfahren des fremdstofffreien Verdichtens und/oder auf das Endprodukt, eignet sich die beschriebene Qualitätskontrolle neben einer Wegmessung zur Steuerung des Verfahrens, insbesondere der Parameter der Energiezufuhr und jener der Verdichtung der dem Verfahren unterworfenen Bereiche des Holzwerkstückes 1, 1'. Anhand beispielsweise eines Zeit-Weg-Diagramms kann der Ablauf der (Teil)Prozesse kontrolliert werden und eine Aussage über die Eigenschaften der stattgefundenen stofffreien Verdichtung getroffen werden. 25 30

[0049] Die Messung der sich lokal durch die erfindungsgemäße Modifikation des Holzwerkstückes 1, 1' während des Verfahrens sich verändernden physikalischen Eigenschaften und das Ziehen entsprechender Rückschlüsse über den Verlauf der erfindungsgemäßen Modifizierung der dem Verfahren unterworfenen Bereiche des Holzwerkstoffes ist allerdings als das genauere Steuerungsverfahren anzusehen. Im Unterschied zu bestehenden Verfahren der Holzbehandlung werden die Verfahrensparameter des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht global an das gesamte Holzwerkstück 1, 1' angewandt, sondern an die lokalen Eigenschaften desselben angepasst. 35 40 45

[0050] Lokale Diskontinuitäten in nach dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelten Bereichen können so während des und/oder nach dem Verfahren aufgefunden und behoben werden. Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften, wie beispielsweise der mechanischen Festigkeit oder Wasserfestigkeit der gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren verdichteten Bereiche von Holzwerkstücken 1, 1'. 50

55 **[0051]** Um eine stofffreie Verdichtung mit hohen mechanischen Eigenschaften, wie beispielsweise einer hohen Festigkeit oder Wasserfestigkeit, gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren herzustellen, ist es vorteilhaft,

eine wie oben beschriebene Qualitätskontrolle zur Steuerung des Verfahrens anzuwenden.

[0052] Die physikalischen Eigenschaften der verdichteten Holzwerkstücke 1, 1' stehen in eindeutiger Abhängigkeit zu der Menge der gebildeten thermoplastischen Klebmasse 3 und dem Ausmaß und der dimensional Stabilität der erfolgten Verdichtung der Holzstruktur.

[0053] Fig. 3 zeigt die wesentlichen Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens in Diagrammform, wobei die Dickenänderung eines Holzwerkstückes 1 über der Zeit dargestellt ist. Die Reduktion der Dicke ist an der Ordinate aufgetragen; die Abszisse dient als Zeitachse. Der negative Bereich der Zeitachse ist geprägt durch die Energiezufuhr, der positive Bereich durch die Unterbindung der weiteren Energiezufuhr. Die im folgenden diskutierte Unterteilung des Gesamtprozesses bzw. Annäherung des in Fig. 3 dargestellten Graphen in Teilprozesse basiert auf der subjektiven Wahrnehmung während des Prozesses und der Änderung des in Fig. 3 dargestellten Graphen. Der Übergang zwischen Teilprozessen des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt in der Regel fließend, wobei die Teilprozesse nachfolgend mit I bis V bezeichnet sind.

[0054] Nach einer Aufnahme I eines oder mehrerer Holzwerkstücke(s) erfolgt die Einbringung, die zuerst eine Konditionierung II der Holzwerkstücke 1, dann die Bildung III der thermoplastischen Klebmasse 3 bedingt. Der Teilprozess II ist durch einen (zeitlich gesehen) langsamen, der letztere Teilprozess III durch einen schnellen Materialschwund gekennzeichnet. Nach Unterbindung des Energieeintrages (Schnittpunkt der Abszisse mit der Ordinate) wird eine Verdichtung IV gemäß obiger Beschreibung durchgeführt. Anschließend kommt es -bedingt durch eine Auskühlung - zu einer Aushärtung V der Verdichtung.

[0055] Fig. 8 veranschaulicht eine Oberflächenbehandlung eines großdimensionierten Holzwerkstückes 1, wobei dessen Oberfläche 17 verdichtet wird. Die hierfür dienende Vorrichtung ist mit ihren Stationen in einer Einhausung 21 eingebaut, die an eine Gaszuführungseinrichtung 22 angeschlossen ist. Vorzugsweise wird anaerobes Gas zugeführt.

[0056] Fig. 9 zeigt eine Vorrichtung ohne Einhausung, mit der hintereinander kleinere Holzwerkstücke 1 im Durchlaufverfahren erfindungsgemäß behandelt werden können, d.h. mit einer verdichteten Oberfläche 17 versehen werden können.

[0057] In Fig. 10 ist eine Variante dargestellt, gemäß der drei Holzwerkstücke 1, 1', 1'' miteinander verschweißt werden können, wobei zunächst ein erstes Förderband 13 zwei übereinandergelegte Holzwerkstücke 1, 1' miteinander verschweißt und nachfolgend ein drittes Holzwerkstück 1'' auf die beiden zuvor verschweißten Holzwerkstücke 1, 1' aufgebracht wird und mittels einer weiteren Vorrichtung, die ebenfalls als Fördermittel ein Förderband 16 aufweist, mit den zuvor verschweißten beiden Holzwerkstücken 1, 1' verschweißt wird. Die Energieeinbringeinrichtung 7 ist in diesem Fall jeweils in

einer Umlenkrolle 23 für das Förderband 13 bzw. 16 untergebracht, sodass hier kein direkter Kontakt der Energieeinbringeinrichtung 7 mit dem Holzwerkstück 1, 1' gegeben ist. Die Energie wird also über das Förderband 13 bzw. 16 auf die Holzwerkstücke 1, 1', 1'' übertragen.

[0058] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele, sondern kann in verschiedener Einsicht modifiziert werden. Beispielsweise ist es auch möglich, neben dem Verschweißen von Holzwerkstücke 1, 1', 1'' mit jeweils in etwa parallel zueinander liegenden Fasern auch ein Holzwerkstück mit seiner Stirnseite an ein Holzwerkstück senkrecht zu dessen Faserrichtungen anzuschweißen, wie z.B. zum Herstellen einer Eckverbindung.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verdichten eines Holzwerkstückes oder eines holzähnlichen Werkstückes, wie z.B. Bambus, Schilf und anderer auf Holz basierender Werkstoffe, wie Sperrholz, Spanplatte und/oder holzhaltiges oder mit Harzen angereichertes Papier, wobei die Oberfläche (17) des Holzwerkstückes (1) oder des holzähnlichen Werkstückes erwärmt und anschließend verdichtet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine reibende Relativbewegung an der Oberfläche des Holzwerkstückes oder des holzähnlichen Werkstückes unter Vermeidung des Sauerstoffzutrittes bis zur Bildung von von dem Holzwerkstück (1) oder dem holzähnlichen Werkstück stammender thermoplastischer Klebmasse - bewirkt durch eine Zerstörung der Zellstruktur und eine zumindest teilweise Verflüssigung eines oder mehrerer Bestandteile der Zellen des Holzwerkstückes (1) oder holzähnlichen Werkstückes (1) - durchgeführt wird, worauf die Zellen der Oberfläche (17) und Zellen eines Volumsbereiches unter der Oberfläche (17) unter Abkühlung derselben unter Druckausübung verdichtet werden.

2. Verfahren zum Verbinden zweier Holzwerkstücke und/oder holzähnlicher Werkstücke, wie z.B. Bambus, Schilf und anderer auf Holz basierender Werkstoffe, wie Sperrholz, Spanplatte und/oder holzhaltiges oder mit Harzen angereichertes Papier, **gekennzeichnet durch** die Kombination folgender Merkmale:

- Sowohl die Kontakt-Oberfläche eines ersten Holzwerkstückes (1) oder holzähnlichen Werkstückes als auch die Kontakt-Oberfläche eines zweiten Holzwerkstückes oder holzähnlichen Werkstückes (1') werden unter Vermeidung eines Sauerstoffzutrittes
- **durch** eine reibende Relativbewegung an den Kontaktflächen der Holzwerkstücke (1, 1') oder holzähnlichen Werkstücke unter Druck unter

- Zerstörung der Zellenstruktur bis zur Bildung einer thermoplastischen Klebmasse (3) in zumindest Teilbereichen der einander kontaktierenden Oberflächen erhitzt,
- wobei die beiden 1-Tolzwerkstücke (1, 1') oder holzähnlichen Werkstücke **durch** Druck mit ihren Kontakt-Oberflächen gegeneinander gepresst werden,
 - worauf die Kontakt-Oberflächen der beiden Holzwerkstücke oder holzähnlichen Werkstücke und Volumsbereiche unter diesen Oberflächen abkühlen,
 - Zellen des Oberflächenbereiches mindestens eines Holzwerkstückes (1, 1') oder holzähnlichen Werkstückes unter Druck verdichtet werden
 - und unter Eindringen der thermoplastischen Klebmasse (3) unter die Kontakt-Oberfläche des bzw. der verdichteten Holzwerkstücke(s) (1, 1') oder holzähnlichen Werkstücke(s) ein Verschweißen der Holzwerkstücke (1,1') durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Holzwerkstück (1) oder holzähnliche Werkstück bzw. Holzwerkstücke (1, 1') oder holzähnliche Werkstücke während der Energiezufuhr auf einen vorbestimmten Höchst-Feuchtgehalt und/oder auf eine vorbestimmte Mindesttemperatur und/oder auf eine Oberflächenbeschaffenheit, wie Rauigkeit, konditioniert wird (werden).
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Holzwerkstück oder holzähnliche Werkstück bzw. Holzwerkstücke (1, 1') oder holzähnliche Werkstücke vor der Energiezufuhr auf einen vorbestimmten Höchst-Feuchtgehalt und/oder auf eine vorbestimmte Mindesttemperatur und/oder auf eine Oberflächenbeschaffenheit, wie Rauigkeit, konditioniert wird (werden).
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reibung durch eine schwingende Relativbewegung zwischen der Oberfläche des Holzwerkstückes (1) oder holzähnlichen Werkstückes und der Oberfläche eines Gegenwerkstückes (19) erzeugt wird, insbesondere in Form einer linear schwingenden Relativbewegung (Bewegungsrichtung in etwa parallel zur Oberfläche) oder in Form einer Ultraschallbewegung (Bewegungsrichtung in einem beliebigen Winkel), vorzugsweise rechtwinklig zur Oberfläche des Holzwerkstückes oder holzähnlichen Werkstückes durch eine senkrecht zur Oberfläche des Holzwerkstückes (1) oder holzähnlichen Werkstückes schwingende Relativbewegung.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Relativbewegung mit Hilfe von Ultraschall bewirkt wird.
 7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Gegenwerkstück (19) ein zweites Holzwerkstück (1') oder holzähnliches Werkstück verwendet wird.
 8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Gegenwerkstück (19) mit einer glatten Oberfläche mit einem geringen, ein Haften vermeidenden Benetzungswinkel, wie eine metallische oder verspiegelte Oberfläche, verwendet wird.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grad des Verdichtens in Abhängigkeit von Eigenschaften des bzw. der Holzwerkstücke(s) (1, 1') oder holzähnlichen Werkstücke(s) durchgeführt wird.
 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grad des Verdichtens in Abhängigkeit der Dichte des bzw. der Holzwerkstücke(s) (1, 1') oder holzähnlichen Werkstücke(s) durchgeführt wird.
 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdichten in Abhängigkeit eines mechanischen Festigkeitswertes des bzw. der Holzwerkstücke(s) (1, 1') oder holzähnlichen Werkstücke(s) durchgeführt wird.
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren zunächst über eine Teiloberfläche eines Holzwerkstückes (1, 1') oder holzähnlichen Werkstückes und nachfolgend über weitere Teiloberflächen des Holzwerkstückes (1, 1') oder holzähnlichen Werkstückes durchgeführt wird.
 13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren über die Oberfläche eines Holzwerkstückes (1, 1') oder holzähnlichen Werkstückes kontinuierlich fortschreitend durchgeführt wird.
 14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichte des Holzwerkstückes (1, 1') oder holzähnlichen Werkstückes während des Verfahrens fortlaufend, vorzugsweise kontinuierlich fortlaufend, gemessen und die Verdichtung und/oder die Bildung des thermoplastischen Klebstoffes (3) in Abhängigkeit der Messwerte durchgeführt wird.
 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdichtung

durch eine Kraft etwa senkrecht zu der Längsachse der Holzfasern eines Holzwerkstückes (1, 1') oder holzähnlichen Werkstückes, vorzüglich in radialer Richtung des Stammes, durchgeführt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdichtung in einem von 0° abweichenden Winkel zur Längsrichtung der Holzfasern eines Holzwerkstückes (1, 1') oder holzähnlichen Werkstückes durchgeführt wird, welche Abweichung jedoch geringer ist als 90° zur Längsrichtung der Holzfasern.
17. Verfahren nach einem oder Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach der Oberflächenverdichtung bzw. nach dem Verschweißen ein Dampfen der verdichteten Oberfläche bzw. der Schweißverbindung des bzw. der Holzwerkstücke (s) (1, 1') oder holzähnlichen Werkstücke(s) zur Stabilisierung der Dimension der Verdichtung durchgeführt wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **das dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Herstellung der thermoplastischen Klebmasse (3) in einer anaeroben Atmosphäre durchgeführt wird.
19. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 18, umfassend:
 - eine Werkstückaufnahme (4) für mindestens ein Holzwerkstück (1, 1') oder holzähnliches Werkstück
 - eine erste Station mit einer Einrichtung, die an der Oberfläche des Holzwerkstückes (1,1') oder des holzähnlichen Werkstückes unter Vermeidung eines Sauerstoffzutrittes eine reibende Relativbewegung erzeugt,
 - eine zweite Station mit einer Einrichtung, in der die Oberfläche des Holzwerkstückes (1, 1') oder des holzähnlichen Werkstückes verdichtet wird und
 - eine dritte Station mit einer Kühleinrichtung (9) für das Holzwerkstück (1, 1').
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, **gekennzeichnet durch** eine Fördereinrichtung (10), mit der ein Holzwerkstück (1, 1') oder holzähnliches Werkstück mit der Werkstückaufnahme (4) von Station zu Station bringbar ist.
21. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, **gekennzeichnet durch** eine Fördereinrichtung, mit der einzelne Stationen zu einem Holzwerkstück (1, 1') oder holzähnlichen Werkstück bringbar sind.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdichtungs-

einrichtung (8) mit der Kühleinrichtung (9) gekoppelt ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieeinbringeinrichtung (7) und/oder die Verdichtungseinrichtung (8) und/oder die Kühleinrichtung (9) an die Oberfläche (17) des Holzwerkstückes (1) oder holzähnlichen Werkstückes in direkten Kontakt bringbar sind (ist).
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkstückaufnahme (4) mit einer als Trocknungseinrichtung und/oder Aufheizeinrichtung ausgebildeten Konditionierungseinrichtung (5) für das Holzwerkstück (1, 1') oder holzähnliche Werkstück versehen ist.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieeinbringeinrichtung (7) als auf ein Gegenwerkstück (19) wirkende Einrichtung, die zwischen dem Gegenwerkstück (19) und einem Holzwerkstück (1) oder holzähnlichen Werkstück eine reibende Relativbewegung erzeugt, ausgebildet ist.
26. Vorrichtung nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die reibende Relativbewegung parallel zur zu behandelnden Oberfläche (17) eines Holzwerkstückes (1) oder holzähnlichen Werkstückes gerichtet ist.
27. Vorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** die reibende Relativbewegung etwa senkrecht zur zu behandelnden Oberfläche (17) eines Holzwerkstückes (1) oder holzähnlichen Werkstückes gerichtet ist.
28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gegenwerkstück (19) eine glatte Oberfläche, wie eine metallische oder verspiegelte Oberfläche aufweist, mit der es in direkten Kontakt mit der Oberfläche des Holzwerkstückes (1) oder holzähnlichen Werkstückes bringbar ist.
29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gegenwerkstück ebenfalls als Holzwerkstück (1') oder holzähnliches Werkstück ausgebildet ist und beide Holzwerkstücke (1, 1') oder holzähnlichen Werkstücke in direkten Kontakt mit ihren zu verbindenden Kontakt-Oberflächen bringbar sind.
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine weitere Station mit einer Bedampfungseinrichtung zum Bedampfen eines verdichteten Holzwerkstückes (1, 1')

oder holzähnlichen Werkstückes vorgesehen ist.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 30, **gekennzeichnet durch** eine Prüfeinrichtung zum zerstörungsfreien Prüfen des behandelten Holzwerkstückes (1, 1') oder holzähnlichen Werkstückes. 5
32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung zumindest im Bereich der Energieeinbringeinrichtung (7) und vorzugsweise auch im Bereich der Verdichtungseinrichtung (8) mit einer Einhausung (21) versehen ist, die an eine Gaszuführungsleitung (22), vorzugsweise an eine Anaerobgas-Zuführungseinrichtung, angeschlossen ist. 10 15
33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fördereinrichtung (10) zwei Förderbandanlagen (11, 12) aufweist, deren Förderbänder (13) derart einander gegenüberliegend angeordnet sind, dass zumindest ein Holzwerkstück (1, 1') oder holzähnliches Werkstück von den einander gegenüberliegenden Trumen (14) der Förderbänder (13), die in ein und dieselbe Richtung und mit ein und derselben Geschwindigkeit antreibbar sind, einlegbar ist, welches Holzwerkstück (1, 1') oder holzähnliche Werkstück mittels der einander gegenüberliegenden Trume (14) zur Energieeinbringeinrichtung (7) und weiters zur Verdichtungseinrichtung (8) und Kühleinrichtung (9) sowie zu einer ggf. vorgesehenen Prüfeinrichtung und ggf. vorhandenen Bedampfungseinrichtung bringbar ist. 20 25 30
34. Vorrichtung nach Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der beiden Förderbandanlagen (12) zwei in Laufrichtung hintereinander angeordnete und in dieselbe Richtung antreibbare Förderbänder (13, 16) aufweist, zwischen denen eine Zuführung für ein weiteres Holzwerkstück (1") oder holzähnliches Werkstück und/oder eine Energieeinbringeinrichtung (7) vorgesehen ist. 35 40

Claims

1. A method for compacting a wooden workpiece (1) or a wood-like workpiece such as bamboo, reed and other wood-based materials such as plywood, chipboard and/or wood-containing paper or paper enriched with resins, wherein the surface (1, 7) of the wooden workpiece (1) or wood-like workpiece is heated and subsequently compacted, **characterised in that** a frictional relative motion is carried out on the surface of the wooden workpiece (1) or wood-like workpiece while preventing the entry of oxygen until a thermoplastic adhesive substance coming from the wooden workpiece (1) or wood-like work-

piece is formed -caused by a destruction of the cell structure and an at least partial liquefaction of one or several components of the cells of the wooden workpiece (1) or wood-like workpiece (1), whereupon the cells of the surface (17) and cells of a volume area beneath the surface (17) are compacted under application of pressure while being cooled.

2. A method for connecting two wooden workpieces and/or wood-like workpieces such as bamboo, reed and other wood-based materials such as plywood, chipboard and/or wood-containing paper or paper enriched with resins, **characterised by** a combination of the following features:

- both the contact surface of a first wooden workpiece (1) or wood-like workpiece and the contact surface of a second wooden workpiece or wood-like workpiece (1') are heated - while preventing the entry of oxygen - under pressure in at least partial areas of the surfaces contacting each other by a frictional relative motion on the contact areas of the wooden workpieces (1, 1*) or wood-like workpieces with the cell structure being destroyed until a thermoplastic adhesive substance (3) is formed,

- whereby the two wooden workpieces (1, 1') or wood-like workpieces are pressed against each other with their contact surfaces by means of pressure, whereupon the contact surfaces of the two wooden workpieces or wood-like workpieces and volume areas beneath said surfaces cool down, cells of the surface area of at least one wooden workpiece (1, 1') or wood-like workpiece are compacted under pressure, - and the wooden workpieces (1, 1') are welded to one another, with the thermoplastic adhesive substance (3) penetrating under the contact surface of the compacted wooden workpiece(s) (1, 1*) or wood-like workpiece(s).

3. A method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the wooden workpiece (1) or wood-like workpiece or the wooden workpieces (1, 1') or woodlike workpieces, respectively, is/are conditioned, during the supply of energy, to a predetermined maximum moisture content and/or to a predetermined minimum temperature and/or to a surface quality such as roughness. 45

4. A method according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** the wooden workpiece or wood-like workpiece or the wooden workpieces (1, 1') or woodlike workpieces, respectively, is/are conditioned, prior to the energy supply, to a predetermined maximum moisture content and/or to a predetermined minimum temperature and/or to a surface quality such as roughness. 50 55

5. A method according to any of claims 1 to 4, **characterised in that** the friction is caused by an oscillating relative motion between the surface of the wooden workpiece (1) or wood-like workpiece and the surface of a counter workpiece (19), in particular in the form of a linearly oscillating relative motion (moving direction almost parallel to the surface) or in the form of an ultrasonic motion (moving direction at an arbitrary angle), preferably at a perpendicular angle to the surface of the wooden workpiece or wood-like workpiece, by a relative motion oscillating vertically to the surface of the wooden workpiece (1) or wood-like workpiece. 5
6. A method according to any of claims 1 to 5, **characterised in that** the relative motion is produced with the aid of ultrasound. 10
7. A method according to claim 5 or 6 **characterised in that** a second wooden workpiece (1') or wood-like workpiece is used as the counter workpiece (19). 15
8. A method according to claim 5 or 6, **characterised in that** a counter workpiece (19) comprising a smooth surface with a small wetting angle which prevents adhesion., such as a metallic or mirrored surface, is used. 20
9. A method according to any of Claims 1 to 8 **characterised in that** the degree of the compaction is accomplished depending on properties of the wooden workpiece(s) (1, 1') or wood-like workpiece(s). 25
10. A method according to claim 9, **characterised in that** the degree of the compaction is accomplished depending on the density of the wooden workpiece (s) (1, 1') or wood-like workpiece(s). 30
11. A method according to claim 9 or 10, **characterised in that** the compaction is accomplished depending on a mechanical strength value of the wooden workpiece(s) (1,1') or wood-like workpiece(s). 35
12. A method according to any of Claims 1 to 11, **characterised in that** the method is first performed across a partial surface of a wooden workpiece (1,1') or wood-like workpiece and subsequently across further partial surfaces of the wooden workpiece (1, 1') or wood-like workpiece. 40
13. A method according to claim 12, **characterised in that** the method is performed across the surface of a wooden workpiece (1, 1') or wood-like workpiece in a continuously progressive manner. 45
14. A method according to claim 12 or 13, **characterised in that** the density of the wooden workpiece (1, 1') or wood-like workpiece is measured continually, preferably in a continuous manner, during the method and the compaction and/or the formation of the thermoplastic adhesive substance (3) is/are effected depending on the measured values. 50
15. A method according to any of claims 1 to 14 **characterised in that** the compaction is effected by a force which is about vertical to the longitudinal axis of the wood fibres of a wooden workpiece (1, 1') or wood-like workpiece, preferably in a radial direction of the tree trunk. 55
16. A method according to any of Claims 1 to 15, **characterised in that** the compaction is performed at an angle deviating from 0° relative to the longitudinal direction of the wood fibres of a wooden workpiece (1,1') or wood-like workpiece, which deviation is, however, smaller than 90° relative to the longitudinal direction of the wood fibres.
17. A method according to any of claims 1 to 16, **characterised in that**, in order to stabilise the dimension of the compaction, a vaporisation of the compacted surface and of the welded joint, respectively, of the wooden workpiece(s) (1, 1') or wood-like workpiece (s) is carried out after the surface compaction or after welding, respectively.
18. A method according to any of claims 1 to 17, **characterised in that** the thermoplastic adhesive substance (3) is manufactured in an anaerobic atmosphere.
19. A device for carrying out the method according to any of claims 1 to 18, comprising:
 - a workpiece receiver (4) for at least one wooden workpiece (1, 1') or wood-like workpiece,
 - a first station comprising a device which produces a frictional relative motion on the surface of the wooden workpiece (1, 1') or wood-like workpiece while preventing the entry of oxygen,
 - a second station comprising a device in which the surface of the wooden workpiece (1, 1') or wood-like workpiece is compacted and
 - a third station comprising a cooling means (9) for the wooden workpiece (1, 1').
20. A device according to claim 19, **characterised by** a conveyor belt (10) by means of which a wooden workpiece (1, 1') or wood-like workpiece can be transported with the workpiece receiver (4) from one station to another.
21. A device according to claim 19 or 20, **characterised by** a conveyor belt by means of which individual stations can be transported to a wooden workpiece (1,1') or wood-like workpiece.

22. A device according to any of claims 19 to 21, **characterised in that** the compaction means (8) is coupled to the cooling means (9).
23. A device according to any of claims 19 to 22, **characterised in that** the energy-supply means (7) and/or the compaction means (8) and/or the cooling means (9) can be brought into direct contact at the surface (17) of the wooden workpiece (1) or wood-like workpiece.
24. A device according to any of claims 19 to 23, **characterised in that** the workpiece receiver (4) is provided with a conditioning means (5) for the wooden workpiece (1,1') or wood-like workpiece, which conditioning means is designed as a drying means and/or heating means.
25. A device according to any of Claims 19 to 24, **characterised in that** the energy-supply means (7) is designed as a means acting upon a counter workpiece (19), which means produce a frictional relative motion between the counter workpiece (19) and a wooden workpiece (1) or wood-like workpiece.
26. A device according to claim 25, **characterised in that** the frictional relative motion is oriented parallel to the surface (17) of a wooden workpiece (1) or wood-like workpiece, which surface is to be treated.
27. A device according to claim 25 or 26, **characterised in that** the frictional relative motion is oriented about vertically to the surface (17) of a wooden workpiece (1) or wood-like workpiece, which surface is to be treated.
28. A device according to any of claims 19 to 27, **characterised in that** the counter workpiece (19) has a smooth surface, such as a metallic or mirrored surface, by means of which it can be brought into direct contact with the surface of the wooden workpiece (1) or wood-like workpiece.
29. A device according to any of claims 25 to 27, **characterised in that** the counter workpiece is also designed as a wooden workpiece (1') or wood-like workpiece and both wooden workpieces (1, 1') or wood-like workpieces can be brought into direct contact with their contact surfaces to be connected.
30. A device according to any of claims 19 to 29 **characterised in that** a further station comprising a vaporisation means for vaporising a compacted wooden workpiece (1,1') or wood-like workpiece is provided.
31. A device according to any of claims 19 to 30, **characterised by** a testing device for non-destructive

testing of the treated wooden workpiece (I, T) or wood-like workpiece.

32. A device according to any of claims 19 to 31 **characterised in that** the device is provided with an enclosure (21) attached to a gas-supply line (22), preferably to a supply means for anaerobic gas, at least in the region of the energy-supply means (7) and preferably also in the region of the compaction means (8).
33. A device according to any of claims 20 to 32, **characterised in that** the conveyor (10) comprises two conveyor belt facilities (II, 12) whose conveyor belts (I 3) are arranged opposite each other in such a way that at least one wooden workpiece (I. 3 I') or wood-like workpiece is insertable by the opposing strands (14) of the conveyor belts (13), which are actuatable in one and the same direction and at one and the same speed, which wooden workpiece (1,1") or wood-like workpiece can be conveyed, via the opposing Strands (14), to the energy-supply means (7) and further to the compaction means (8) and cooling means (9) as well as to an optionally provided testing device and to an optionally provided vaporisation means.
34. A device according to claim 33, **characterised in that** one of the two conveyor belt facilities (12) comprises two conveyor belts (13,16) arranged one after the other in the machine direction and actuatable in the same direction, between which a supply means for a further wooden workpiece (1') or wood-like workpiece and/or an energy-supply means (7) is/are provided.

Revendications

1. Procédé pour compacter une pièce d'oeuvre en bois, ou une pièce d'oeuvre analogue a du bois, telle que, par exemple, du bambou, du roseau et/ou d'autres matériaux a base du bois, tels que du bois contre-plaqué, un panneau de particules et/ou du papier contenant du bois ou enrichi avec des résines, la surface (17) de la pièce d'oeuvre en bois (1), ou de la pièce d'oeuvre analogue a du bois, étant chauffée et, ensuite, compressée, **caractérisé en ce qu'un** mouvement relatif de friction est effectuée, sur la surface de la pise d'oeuvre en bois ou de la pièce d'oeuvre analogue a du bois, en évitant l'apport d'oxygène, jusqu'à formation de masse adhésive thermoplastique, provenant de la pièce d'oeuvre en bois (1) ou de la pièce d'oeuvre analogue à du bois - provoquée par une destruction de la structure cellulaire et une liquéfaction, au moins partielle, d'un ou plusieurs composants des cellules de la pièce d'oeuvre en bois (1) ou de la pièce d'oeuvre analo-

gue a du bois (1) - , suite à quoi les cellules de la surface (17), et les cellules d'une zone de volume située au-dessous de la surface (17), sont compactées avec refroidissement de celles-ci, en exercent une pression.

2. Procédé pour joindre deux pièces d'oeuvre en bois, ou une pièce d'oeuvre analogue à du bois, telle que, par exemple, du bambou, du roseau et/ou d'autres matériaux à base de bois, tels que du bois contre-plaqué, un panneau de particules et/ou du papier contenant du bois ou enrichi avec des résines, **caractérisé par** la combinaison des caractéristiques suivantes:

- et la surface de contact d'une première pièce d'oeuvre en bois (1) ou pièce d'oeuvre analogue à du bois, et la surface de contact d'une deuxième pièce d'oeuvre en bois ou pièce d'oeuvre analogue a du bois (1, 1') sont chauffées - en évitant l'apport d'oxygène -, par un mouvement relatif de friction, sur les surfaces de contact des pièces d'oeuvre en bois (1, 1') ou pièces d'oeuvre analogues a du bois, sous pression, avec destruction de la structure cellulaire, jusqu'à formation de masse adhésive (3) thermoplastique, dans au moins des zones partielles des surfaces en contact entre elles,
- les deux pièces d'oeuvre en bois (1, 1') ou pièces d'oeuvre analogues a du bois provenant de la pièce d'oeuvre en bois (1) sont compressées avec leurs surfaces de contact, par application d'une pression,
- à la suite de quoi, les surfaces de contact des deux d'oeuvre en bois ou pièces d'oeuvre analogues a du bois et zones de volume situées au-dessous de la surface sont refroidies,
- des cellules de la zone de surface, au moins d'une pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou d'une pièce d'oeuvre analogue du bois, sont compacter par application d'une pression,
- et, avec pénétration de la masse adhésive (3) thermoplastique, au-dessous de la surface de contact de la, ou des pièce(s) d'oeuvre en bois (1, 1') compacté(s), ou pièce(s) d'oeuvre analogue(s) a du bois, un soudage des pièces d'oeuvre en bois (1, 1') est effectuée.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la pièce d'oeuvre en bois (1) , ou la pièce d'oeuvre analogue a du bois, ou les pièces d'oeuvres en bois (1, 1'), ou les pièces d'oeuvre analogues a du bois, pendant l'apport d'énergie, est (sont) conditionnée(s) à une teneur en humidité maximale prédéterminée et/ou a une température minimale prédétermine et/ou a un certain état de surface, tel qu'une rugosité.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la pièce d'oeuvre en bois ou pièce d'oeuvre analogue a du bois, ou les pièces d'oeuvres en bois (1, 1'), ou les pièces d'oeuvre analogues a du bois, avant l'apport d'énergie, est (sont) conditionnée(s) a une teneur en humidité maximale prédéterminée et/ou a une température minimale prédétermine et/ou a un certain état de surface, tel qu'une rugosité.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la friction est produite par un mouvement relatif oscillant, entre la surface de la pièce d'oeuvre en bois (1), ou de la pièce d'oeuvre analogue a du bois, et la surface d'une pièce d'oeuvre conjuguée, en particulier sous la forme d'un mouvement relatif oscillant de forme linéaire (en direction de mouvement à peu près parallèle à la surface), ou sous la forme d'un mouvement par ultrasons (direction de mouvement orientée sous un angle quelconque), de préférence à angle droit par rapport à la surface de la pièce d'oeuvre en bois, ou de la pièce d'oeuvre analogue à du bois, au moyen d'un mouvement relatif oscillant perpendiculairement par rapport à la surface de la pièce d'oeuvre en bois (1) , ou de la pièce d'oeuvre analogue à du bois.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le mouvement relatif est provoqué à l'aide d'ultra-sons.

7. Procédé selon la revendication 4 ou 6, **caractérisé en ce qu'on** utilise comme pièce d'oeuvre conjuguée (19) une deuxième pièce d'oeuvre en bois (1'), ou pièce d'oeuvre analogue a du bois.

8. Procédé selon la revendication 4 ou 6, **caractérisé en ce qu'on** utilise une pièce d'oeuvre conjuguée (19) ayant une surface lisse, ayant un faible angle de mouillage, évitant une adhésion, telle qu'une surface métallique ou rendue spéculaire.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le grade de compactage est déterminé en fonction des propriétés de la ou des pièce (s) d'oeuvre en bois (1, 1'), ou de la ou des pièce(s) d'oeuvre analogue(s) a du bois.

10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le grade de compactage est déterminé en fonction de la masse volumique de la ou des pièce (s) d'oeuvre en bois (1, 1'), ou de la ou des pièce(s) d'oeuvre analogue(s) a du bois.

11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** le compactage est effectuée en fonction d'une valeur de résistance mécanique de la ou des pièce(s) d'oeuvre en bois (1, 1'), ou de la ou des pièce

(s) d'oeuvre analogue(s) a du bois.

12. Procède selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** le procédé est mis en oeuvre, d'abord sur une surface partielle d'une pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou d'une pièce d'oeuvre analogue a du bois et, ensuite, sur d'autres surfaces partielles de la pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou de la pièce d'oeuvre analogue à du bois.
13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le procédé est mis en oeuvre sur la surface d'une pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou d'une pièce d'oeuvre analogue à du bois, en progressant de façon continue.
14. Dispositif selon la revendication 12 ou 13, **caractérisé en ce que** la masse volumique' de la pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou de la pièce d'oeuvre analogue à du bois est mesurée de façon suivie, en particulier suivie de façon continue, pendant le procédé, et le compactage 10 et/ou la formation de l'adhésif thermoplastique (3) est/sont effectuée(s) en fonction des valeurs de mesure.
15. Procédé selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** le compactage est effectuée au moyen d'une force orientée à peu près perpendiculairement à l'axe longitudinal des fibres de bois d'une pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou d'une pièce d'oeuvre analogue à du bois, de préférence en direction radiale du tronc.
16. Procédé selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** le compactage est effectuée sous un angle différent de 0° par rapport à la direction longitudinale des fibres de bois d'une pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou d'une pièce d'oeuvre analogue à du bois, l'écart étant cependant inférieur à 90° par rapport à la direction longitudinale des fibres de bois.
17. Procédé selon l'une des revendications 1 à 16, **caractérisé en ce que**, après le compactage de surface, ou après le soudage, il est effectuée un étuvage à la vapeur de la surface compressée ou de la liaison soudée de la ou des pièce(s) d'oeuvre en bois (1, 1') ou de la ou des pièce(s) d'oeuvre analogues à du bois, afin de stabiliser la dimension du compactage.
18. Procédé selon l'une des revendications 1 à 17, **caractérisé en ce que** la fabrication de la masse adhésive (3) thermoplastique est effectuée dans une atmosphère anaérobie.
19. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 18, comprenant :
 - un réception à pièce d'oeuvre (4), pour au

moins une pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou une pièce d'oeuvre analogue à du bois.

- une première station, équipée d'un dispositif produisant un mouvement relative de friction sur la surface de la pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou de la pièce d'oeuvre analogue à du bois, en évitant un apport d'oxygène,
 - une deuxième station, équipée d'un dispositif dans lequel la surface de la pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou de la pièce d'oeuvre analogue à du bois est compactée, et une troisième station, équipée d'un dispositif de refroidissement (9) pour la pièce d'oeuvre en bois (1, 1').
20. Dispositif selon la revendication 19, **caractérisé par** un dispositif de transport (10), à l'aide duquel une pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou une pièce d'oeuvre analogue à du bois, est susceptible d'être déplacée d'une station à une autre station, avec le dispositif de logement de pièce d'oeuvre (4).
 21. Dispositif selon la revendication 19 ou 20, **caractérisé en ce que** par un dispositif de transport, à l'aide duquel différentes stations sont susceptibles d'être alimentées avec une pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou une pièce d'oeuvre analogue à du bois.
 22. Dispositif selon l'une des revendications 19 à 21, **caractérisé en ce que** le dispositif de compactage (8) est couplé au dispositif de refroidissement (9).
 23. Dispositif selon l'une des revendications 19 à 22, **caractérisé en ce que** le dispositif d'alimentation en énergie (7) et/ou le dispositif de compactage (8) et/ou le dispositif de refroidissement (9) sont (est) susceptible(s) d'être mis en contact direct avec la surface (17) de la pièce d'oeuvre en bois (1) ou de la pièce d'oeuvre analogue à du bois.
 24. Dispositif selon l'une des revendications 19 à 23, **caractérisé en ce que** la réception de pièce d'oeuvre (4) est munie d'un dispositif de conditionnement (5)', réalisé sous forme de dispositif de séchage et/ou de dispositif de chauffage, pour la pièce d'oeuvre en bois (1, 1') ou de la pièce d'oeuvre analogue à du bois.
 25. Dispositif selon l'une des revendications 19 à 24, 20 **caractérisé en ce que** le dispositif d'alimentation en énergie (7) est réalisé sous forme de dispositif agissant sur une pièce d'oeuvre conjuguée (19), produisant un mouvement relatif de friction, entre la pièce d'oeuvre conjuguée (19) et une pièce d'oeuvre en bois (1) ou pièce d'oeuvre analogue à du bois.
 26. Dispositif selon la revendication 25, **caractérisé en ce que** le mouvement relatif accompagne de friction est Orienté à peu près parallèlement à la surface (7),

- à traiter, d'une pièce d'oeuvre en bois (1) ou pièce d'oeuvre analogue à du bois est muni d'un capotage de confinement (21), raccorde a une conduite d'alimentation en gaz (22), de préférence à un dispositif d'alimentation en gaz anaérobie. 5
27. Dispositif selon la revendication 25 ou 26, **caractérisé en ce que** le mouvement relatif accompagné de friction est orienté à peu près perpendiculairement à la surface (7), à traiter, d'une pièce d'oeuvre en bois (1) ou pièce d'oeuvre analogue à du bois. 10
28. Dispositif selon l'une des revendications 19 à 27, **caractérisé en ce que** la pièce d'oeuvre conjuguée (19) présente une surface lisse, telle qu'une surface métallique ou rendue spéculaire, avec laquelle est susceptible d'être mise en contact direct avec la surface de la pièce d'oeuvre en bois (1) ou de la pièce d'oeuvre analogue à du bois. 15
29. Dispositif selon l'une des revendications 25 à 27, **caractérisé en ce que** la pièce d'oeuvre conjuguée est également réalisée sous forme d'une pièce d'oeuvre en bois (1') ou d'une pièce d'oeuvre analogue à du bois, et les deux pièces d'oeuvre en bois (1, 1') ou pièces d'oeuvre analogues à du bois sont susceptibles d'être mises en contact direct avec leurs surfaces de contact à relier. 20
30. Dispositif selon l'une des revendications 19 à 29, **caractérisé en ce qu'**une autre station, avec un dispositif d'étuvage à la vapeur, est prévue pour exposer à la vapeur une pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou une pièce d'oeuvre analogue à du bois. 25
31. Dispositif selon l'une des revendications 19 à 30, **caractérisé par** un dispositif de contrôle, pour le contrôle non destructif de la pièce d'oeuvre en bois (1, 1') ou de la pièce d'oeuvre analogue à du bois traitée. 30
32. Dispositif selon l'une des revendications 19 à 31, **caractérisé en ce que**, au moins dans la zone du dispositif d'alimentation en énergie (7) et, de préférence, également dans la zone du dispositif de compactage (8), le dispositif 35
33. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 32, 5 **caractérisé en ce que** le dispositif de transport (10) présente deux installations à bande de convoyage (11, 12), dont les bandes de convoyage (13) sont disposées en regard les unes des autres, de manière qu'au moins une pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou une pièce d'oeuvre analogue à du bois, soit susceptible d'être insérée, par les brins (14) en regard les uns des autres, des bandes de convoyage (13), qui sont susceptibles d'être entraînées dans un seul et même sens et à une seule et même vitesse, ladite 40
- pièce d'oeuvre en bois (1, 1'), ou pièce d'oeuvre analogue à du bois, étant susceptible d'être amené, au moyen des brins (14) en regard les uns des autres, au dispositif d'alimentation en énergie (7) et, en outre, au dispositif de compactage (8) et au dispositif de refroidissement, ainsi qu'à un dispositif de contrôle, prévu le cas échéant, et à un dispositif d'étuvage à la vapeur, existant le cas échéant. 45
34. Dispositif selon la revendication 33, **caractérisé en ce que** l'une des deux installations à bande de convoyage (12) présente deux bandes de convoyage (13, 16), disposées l'une derrière l'autre dans la direction de défilement et 25 susceptibles d'être entraînées dans le même sens, entre lesquelles est prévue une alimentation, pour une autre pièce d'oeuvre en bois (1"), ou pièce d'oeuvre analogue à du bois, et/ou un dispositif d'alimentation en énergie (7). 50

FIG. 1

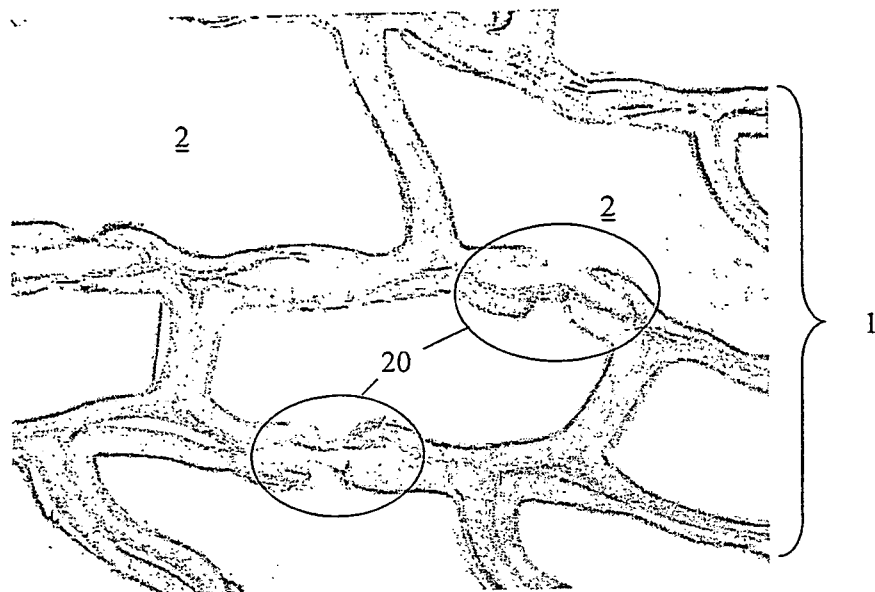


FIG. 2

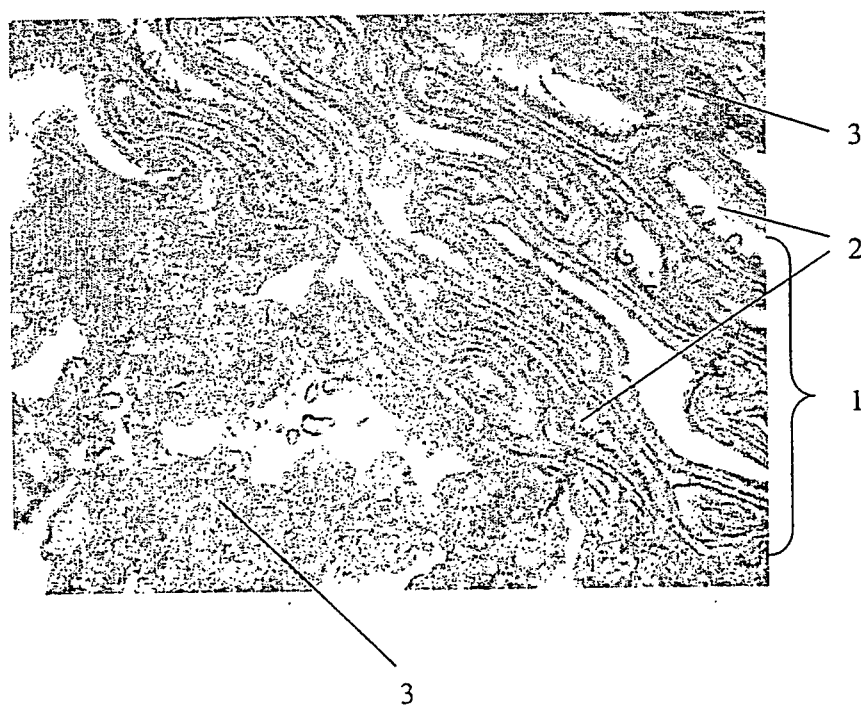


FIG. 3

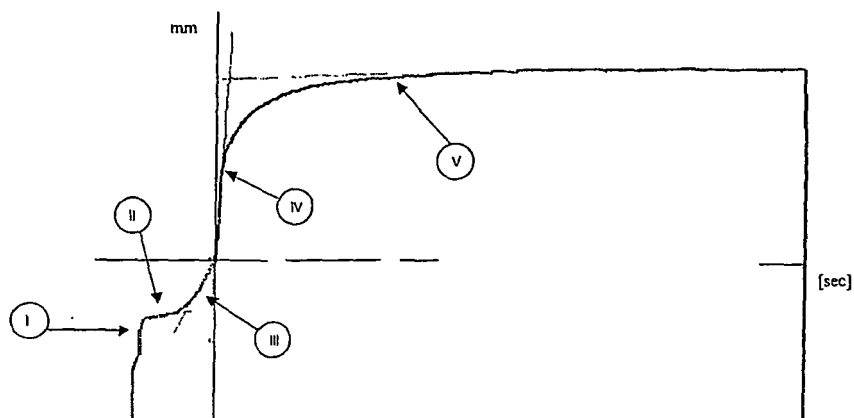


FIG. 4

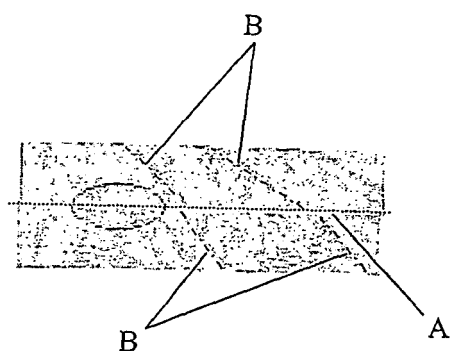


FIG. 5

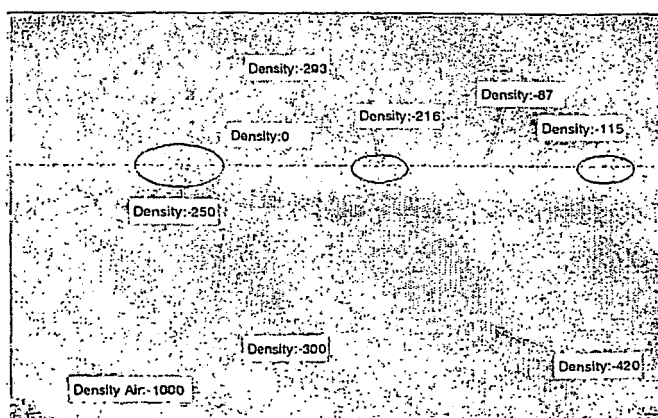


FIG. 6

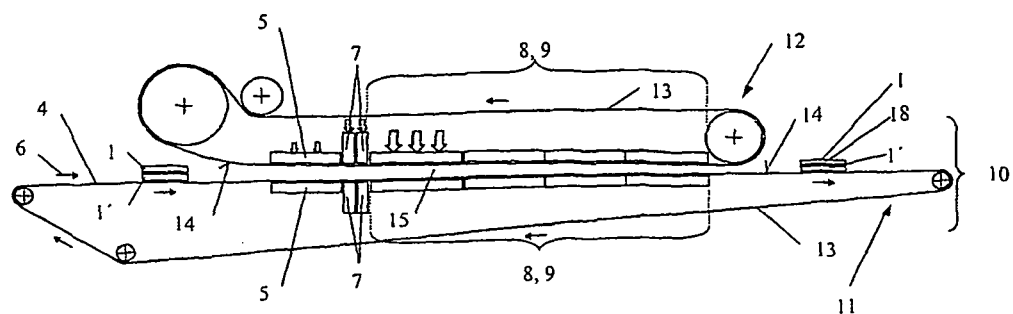


FIG. 7

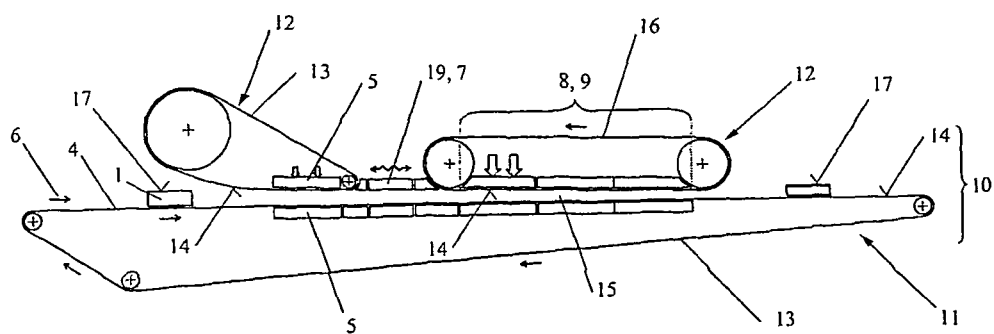


FIG. 8

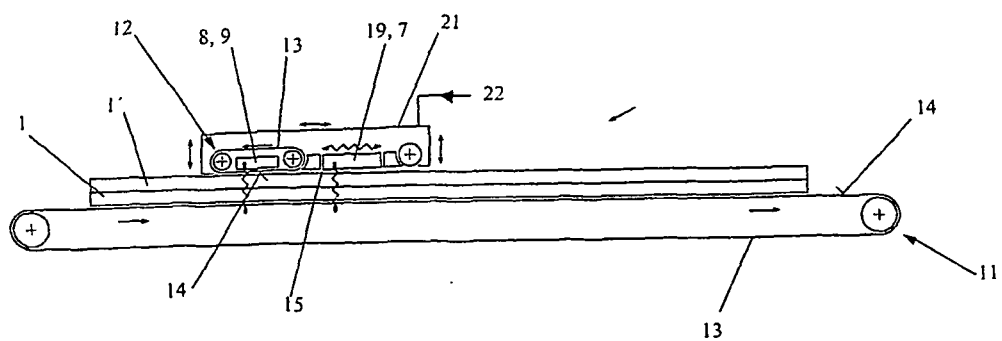


FIG. 9

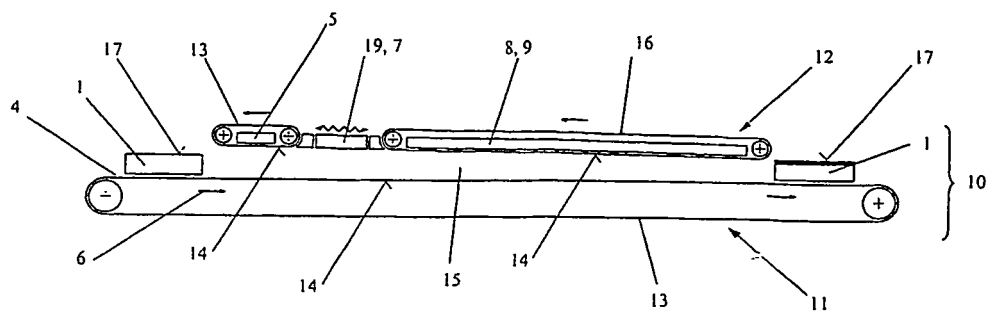


FIG. 10

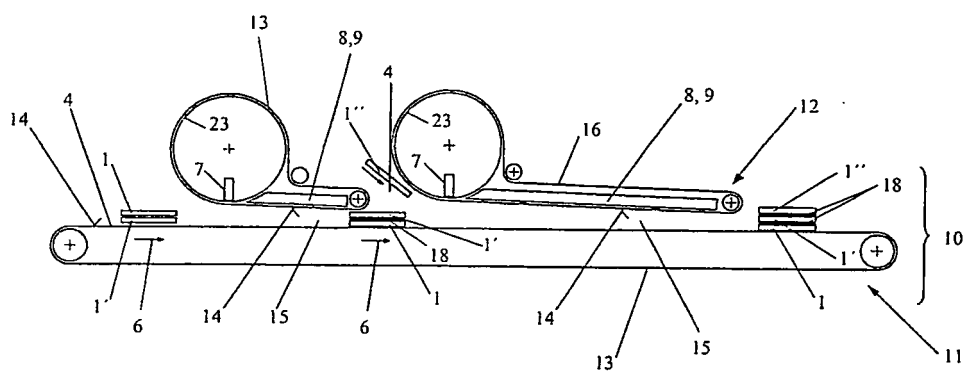
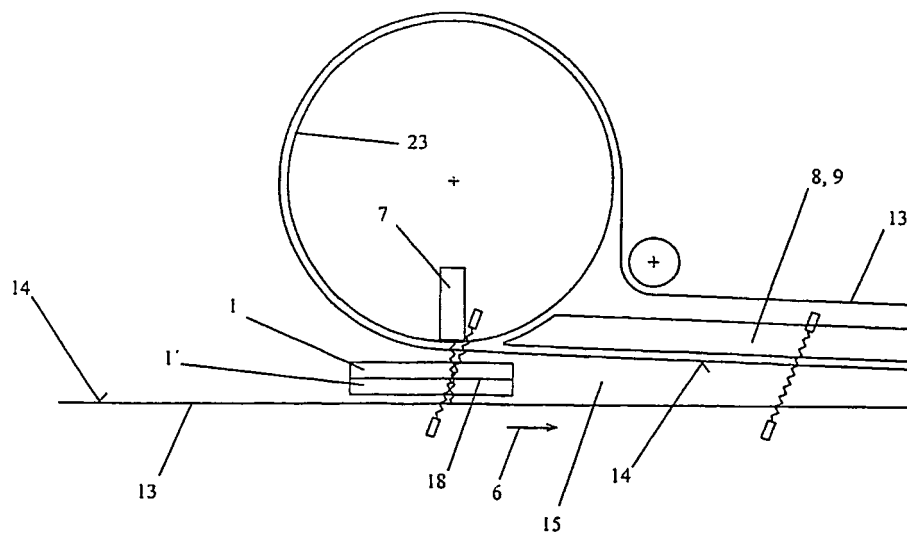


FIG. 11



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 601162 A [0003]
- DE 636413 [0003]
- US 6047751 A [0004]
- WO 0079137 A [0007]
- DE 853402 C [0012]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **KOLLMANN FRANZ ; COTE WILFRIED A.** Principals of Wood Science and Technology. Springer-Verlag, 1968 [0003]
- Effects of Thermo-Hydro-Mechanical Treatment on the Structure and Properties of Wood. **PARVIZ NAVI ; FRED GIRARDET.** Holzforschung. Verlag Walter de Gruyter, 2000, vol. 54, 287-293 [0003]
- **FRANZ F.P. KOLLMANN ; WILFRIED A. COTE JR.** Principals of Wood Science and Technology. Springer-Verlag, 1968 [0003]