

(12) **Patentschrift**

- (21) Anmeldenummer: A 1489/2006 (51) Int. Cl.⁸: **B27M 3/00** (2006.01)
E04C 2/12 (2006.01)
(22) Anmeldetag: 2006-09-06
(43) Veröffentlicht am: 2008-11-15

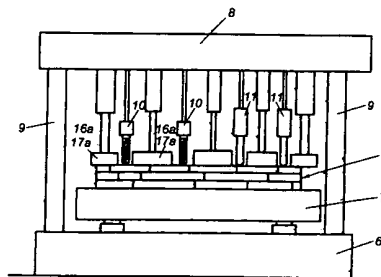
(56) Entgegenhaltungen:
DE 29918118U1 DE 3338224A1
EP 1097032A EP 1381740A
US 4474493A JP 2000-064436A
SU 1025831A1 EP 1745899A2

(73) Patentanmelder:
THOMA ERWIN ING.
A-5600 ST. JOHANN/PONGAU (AT)
(72) Erfinder:
THOMA ERWIN ING.
ST. JOHANN/PONGAU (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON PLATTENFÖRMIGEN BAUELEMENTEN**

- (57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von plattenförmigen Bauelementen (1) mit mindestens drei parallel zur Ebene des Bauelementes (1) angeordneten Lagen von Brettern (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f), die leimfrei durch Dübel (3) miteinander verbunden sind, die sich im Wesentlichen quer zur Ebene des Bauelementes (1) erstrecken, wobei zunächst mehrere Lagen von Brettern (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) in unterschiedlichen Orientierungen übereinander angeordnet werden, mehrere Bohrungen (5) in diese Bretter (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) eingebracht werden, die die Lagen durchsetzen, und danach in die Bohrungen (5) Dübel (3) eingepresst werden, wobei die Lagen von Brettern (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) während des Eintreibens der Dübel (3) durch Aufbringung von Druckkräften gegeneinander verspannt werden, und dass die Dübel (3) vor dem Eintreiben in Radialrichtung verdichtet werden wobei die auf die Bretter (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) aufgebrauchten Druckkräfte eine Flächenpressung bewirken, die mindestens so groß ist, dass die einzelnen Bretter benachbarter Lagen plan aufeinander aufliegen und vorzugsweise doppelt so groß ist wie diese Kraft. Eine besonders hohe Festigkeit wird dadurch erreicht, dass während des Bohrens ein erster Ver-
- spannungsschritt durchgeführt wird und vor dem Einpressen der Dübel (3) eine zusätzliche Verspannung erfolgt.

Fig.2



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von plattenförmigen Bauelementen mit mindestens drei parallel zur Ebene des Bauelementes angeordneten Lagen von Brettern, die leimfrei durch Dübel miteinander verbunden sind, die sich im Wesentlichen quer zur Ebene des Bauelementes erstrecken, wobei zunächst mehrere Lagen von Brettern in unterschiedlichen Orientierungen übereinander angeordnet werden, mehrere Bohrungen in diese Bretter eingebracht werden, die die Lagen durchsetzen, und danach in die Bohrungen Dübel eingepresst werden, wobei die Lagen von Brettern während des Eintreibens der Dübel durch Aufbringung von Druckkräften gegeneinander verspannt werden, und wobei die Dübel vor dem Eintreiben in Radialrichtung verdichtet werden, so dass die auf die Bretter aufgebrachten Druckkräfte eine Flächenpressung bewirken, die mindestens so groß ist, dass die einzelnen Bretter benachbarter Lagen plan aufeinander aufliegen und vorzugsweise doppelt so groß ist wie diese Kraft.

Es ist bekannt, Holzbauelemente durch Dübel zu verbinden, wobei es in diesem Zusammenhang möglich ist, einstofflich aufgebaute Wandelemente oder dergleichen herzustellen, das heißt, dass die Verbindung der einzelnen Bauelemente untereinander ausschließlich über die reibschlüssige Verbindung der Bauelemente mit den Dübeln erfolgt. Beispiele von Wandelementen, die auf diese Weise hergestellt sind, sind in der EP 1 097 032 A oder der EP 1 381 740 A des Anmelders gegeben. Soll bei der Dübelverbindung kein Leim verwendet werden, wie dies für ökologisch vollwertige Bauelemente gefordert ist, so ist es erforderlich, die entsprechenden Haltekräfte über die reibschlüssige Verbindung zwischen den Dübeln und den Bauelementen herzustellen, aus denen die Bauelemente aufgebaut sind. Dies kann in bekannter Weise dadurch erfolgen, dass Dübel verwendet werden, die einen Durchmesser aufweisen, der größer ist als die Bohrung, die zur Aufnahme des Dübels bestimmt ist. Dem Einschlagen bzw. Einpressen von solchen Dübeln sind jedoch Grenzen gesetzt. Eine weitere Möglichkeit der Verbesserung der reibschlüssigen Verbindung besteht darin, dass in die stirnseitigen Enden der Dübel Keile oder dergleichen eingeschlagen werden. Dies hat jedoch den Nachteil, dass die reibschlüssige Verbindung in diesem Fall nicht über die gesamte Dübellänge, sondern nur im Bereich der Keile verbessert wird. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass bei Oberflächenbearbeitungen, die die Dicke des Bauelementes verringern, gerade die besonders tragfähigen Teile des Dübels entfernt werden, wodurch die Qualität der Verbindung leidet.

Aus "Innovationen in Holz" in "Forum Planen Juni 2003" ist es bekannt, Holzelemente durch Dübelverbindungen herzustellen, wobei die Dübel vor dem Eintreiben in Radialrichtung komprimiert werden. Dabei werden die Dübel durch eine konisch sich verjüngende Öffnung drehend gepresst, so dass die allenfalls vorhandenen Leimrillen weitgehend eingeebnet werden. Mit einem solchen Dübel ist es zwar möglich, den Halt auch bei Feuchtigkeitsänderungen des Bauteils zu verbessern, insgesamt jedoch ist die erzielbare Sicherheit nicht für alle Anwendungen ausreichend.

Die US 4,474,493 A zeigt einen Dübel zur Herstellung von Verbindungen zwischen Bauelementen mit einem schraubenförmig angeordneten Schlitz. Mit einem solchen Dübel ist es in der Regel nicht möglich, einstofflich aufgebaute Bauelemente herzustellen. Außerdem sind die durch einen solchen Dübel übertragbaren Kräfte begrenzt.

Die JP 2000-064436 A zeigt einen Dübel, der vor dem Eintreiben komprimiert wird und danach durch Aufnahme von Feuchtigkeit sein Volumen vergrößert. Um einen sicheren Halt zu erzielen, muss eine relativ starke Kompression durchgeführt werden, die unter ungünstigen Verhältnissen zu einer Beschädigung von Bauelementen führt.

Aus der EP 1 745 899 A2 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Schichtverbundelements bekannt. Bei diesem Verfahren wird während des Bohrens und während des Eintreibens der Dübel eine Verspannung der einzelnen Hölzer durchgeführt. Damit ist es möglich, die Lage der Hölzer festzulegen. Die Festigkeit und Steifigkeit des hergestellten Schichtverbundelements ist jedoch nicht für alle Anwendungen befriedigend.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren der oben dargestellten Art so weiterzubilden, dass ein robustes und hoch belastbares Bauelement geschaffen wird, das unempfindlich gegenüber verschiedenen Feuchtigkeitseinflüssen ist und das hohe Wärmedämmwerte und eine hohe Dichtigkeit aufweist.

5

Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben durch die Merkmale von Patentanspruch 1 gelöst. Als Bretter im Sinne der vorliegenden Erfindung werden Hölzer bezeichnet, die dazu geeignet sind, zu plattenförmigen Bauelementen verbunden zu werden, also auch Hölzer, die im Allgemeinen als Pfosten bezeichnet werden. Wesentlich an der vorliegenden Erfindung ist, dass die einzelnen Bretter zumindest während des Verdübelns nicht nur in ihrer Lage festgehalten werden, sondern in Axialrichtung, d.h. senkrecht zur Plattenebene, gegeneinander verspannt werden. Diese Verspannung bewirkt eine gewisse Deformation der Bretter in Dickenrichtung, was dazu führt, dass nach dem Eintreiben der Dübel ein Spannungszustand erhalten bleibt. Wenn nun zwischen den einzelnen Lagen des Bauelementes Scherkräfte auftreten, wie dies beispielsweise bei einer Belastung auf Biegung regelmäßig der Fall ist, so werden diese Scherkräfte nicht primär formschlüssig von den Dübeln übernommen, sondern in wesentlichem Ausmaß durch die Reibungskräfte zwischen den einzelnen Lagen, die aufgrund der inneren Spannungszustände hervorgerufen werden. Auf diese Weise werden Scherkräfte großflächig verteilt und die Belastbarkeit des Bauelementes wird wesentlich verbessert.

20

Das Komprimieren des Holzdübels kann beispielsweise durch drei um 120° versetzte Anpressrollen erfolgen. Es ist dabei vorgesehen, dass zumindest drei profilierte Antriebsrollen um den Umfang eines zylindrischen Raumbereiches zur Aufnahme eines Dübels zumindest annähernd gleich angeordnet sind, wobei die Antriebsrollen jeweils um eine Achse drehbar gelagert sind und die Achsen windschief zur - und in einer Normalebene auf - die Achse des zylindrischen Raumbereiches angeordnet sind.

25

Die mechanische Verdichtung wird in diesem Falle dadurch erreicht, dass der gefräste Dübel eine Presse durchläuft, in der drei oder mehrere Anpressrollen mit konkav gekrümmtem Profil angeordnet sind, wobei die Anpressrollen den Dübel in Richtung des Durchmessers zusammenpressen. Das Profil kann im Querschnitt halbkreisförmig oder auch parabolisch sein. Der Krümmungsradius, gemessen im Scheitel des Profils sollte dem Radius des komprimierten Dübels entsprechen.

30

Die Verspannung im obigen Sinn ist jedenfalls während des Verdübelns lokal im Bereich der jeweils eingetriebenen Dübel erforderlich. Es ist vorteilhaft, bereits während des Bohrens eine gewisse Verspannung aufzubringen, um die Geometrie der Bohrungen vor dem Verdübeln nicht mehr wesentlich zu beeinflussen. Erfindungsgemäß wird während des Bohrens flächig ein geringer Druck aufgebracht, um Verspannung im Zuge des Eintreibens der Dübel zu erhöhen. Diese zusätzliche Verspannung kann durchaus lokal im Bereich der jeweils einzutreibenden Dübel erfolgen, d.h. in Bereichen, von denen eine wechselseitige Beeinflussung anzunehmen ist.

35

40

Ebenso ist es keineswegs erforderlich, dass das gesamte Bauelement vor dem Verdübeln verspannt wird. Es ist durchaus ausreichend und sogar bevorzugt, wenn nur jeweils diejenigen Bereiche des Bauelementes verspannt werden, in denen Dübel eingepresst werden. Dies verringert die insgesamt erforderlichen Kräfte und ermöglicht einen zügigen Arbeitsfortschritt.

45

Erfindungsgemäß bewirken die auf die Bretter aufgebrachten Druckkräfte eine Flächenpressung, die mindestens so groß ist, dass die einzelnen Bretter benachbarter Lagen näherungsweise plan aufeinander aufliegen. Die Bretter, die bei der Herstellung von erfindungsgemäßen Bauelementen verwendet werden, sind in der Regel nicht ideal prismatisch, sondern in verschiedener Weise verzogen oder verkrümmt. Man beobachtet in diesem Zusammenhang Krümmungen quer zur Faserrichtung, schraubenförmige Verdrehung und unregelmäßige Verwerfungen. Wenn nun die Verspannung so weit vorgenommen wird, dass ein ebenes Aufeinan-

50

55

derliegen der einzelnen Bretter erreicht wird, dann wird der erforderliche innere Spannungszustand des Bauelementes durch die Reaktionskräfte der einzelnen Bretter hervorgerufen, die die ursprüngliche Form der einzelnen Bretter wieder herstellen wollen. Nach dem Eintreiben der Dübel werden diese daher in Längsrichtung auf Zug beansprucht und erzeugen die oben beschriebenen Druckkräfte. Vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, dass auf diese Weise bereits unmittelbar nach dem Verdübeln, d.h. im Rohzustand des Bauelementes, relativ ebene Außenflächen erzielt werden. Es ist dann bei der Fertigstellung der Bauelemente, bei denen diese abgehobelt werden, um eine hohe Oberflächengüte und eine vollkommen ebene Oberfläche zu erreichen, nur mehr ein Materialabtrag von wenigen Millimetern erforderlich. Dies beschleunigt nicht nur den Produktionsablauf aufgrund der verkürzten Dauer des Hobelvorganges, sondern führt auch zu einer nur minimalen Schwächung der Decklagen. Bei größeren Verwerfungen der äußeren Oberfläche wären ansonsten lokal hohe Abtragraten erforderlich, die zu einer statisch bedenklichen Schwächung der Decklagen führen könnten.

Im Normalfall wird die Kompression in Dickenrichtung des Bauelementes zwischen 5% und 8% der Dicke des Elementes betragen. Bei Ausgangsmaterial sehr hoher Qualität, das nur geringe Verwerfungen aufweist, kann auch mit geringeren Pressungen zwischen 3% und 5% das Auslangen gefunden werden. Umgekehrt ist es möglich, dass bei extrem verzogenem Nadelholz eine Dickenverringerung von 15% oder mehr erforderlich ist.

Die Herstellung von Lagen, die plan aufeinander liegen, hat neben den statischen Vorteilen, die oben beschrieben sind, auch zusätzlich den Vorteil, dass großvolumige Hohlräume im Inneren der Bauelemente sicher vermieden werden können, so dass verschlechterte Wärmedämmwerte aufgrund von inneren Konvektionsströmungen sicher ausgeschlossen sind.

Eine wesentliche Erhöhung der übertragbaren Kräfte kann aufgrund einer zusätzlichen elastischen Verformung in Dickenrichtung dadurch erreicht werden, dass die auf die Bretter aufbrachten Druckkräfte eine Flächenpressung bewirken, die mindestens doppelt so groß ist, als es dafür erforderlich ist, dass die einzelnen Bretter benachbarter Lagen näherungsweise plan aufeinander aufliegen.

Ein weiteres wesentliches Kriterium für die notwendige Stärke der Verspannung ist damit gegeben, dass die Gesamtkraft der Verspannung größer ist als die Hälfte der Summe der Kräfte, die für das Eintreiben der Dübel aufgebracht wird.

Typischerweise kann das Einpressen von Dübeln mit einem Durchmesser von 20 mm mit Kräften erfolgen, die bis zu 20 kN betragen. Bei geringeren Anforderungen an die Produktionsgeschwindigkeit oder bei geringerem Übermaß der Dübel können auch geringere Kräfte ausreichen. Es hat sich herausgestellt, dass eine Zugspannung der Dübel im fertigen Bauelement dann sicher erreicht werden kann, wenn die Summe aus großflächig aufbrachten Drücken und lokal um die Eintreibstelle aufbrachten Drücken mindestens die Hälfte dieser Kraft beträgt. Besonders bevorzugt kann die Verspannung größer sein als die Eintreibkräfte der Dübel.

Es hat sich herausgestellt, dass es günstig ist, wenn die Dübel vor dem Eintreiben auf ein Maß komprimiert werden, das geringfügig größer ist als der Querschnitt der Bohrungen. Die Kraft zwischen Dübel und den umgebenden Brettern besteht dabei aus zwei Komponenten, nämlich einerseits der Kraft, die sich schon aus dem Dimensionsunterschied beim Eintreiben ergibt und andererseits aus der Zusatzkraft die sich ergibt, wenn der Dübel versucht, sich aus dem ursprünglich komprimierten Zustand auszudehnen.

Besonders günstig ist es, wenn die Dübel vor dem Eintreiben mit einem Gleit- und/oder Haftmittel besprüht werden. Als solches Gleit- und Haftmittel wird beispielsweise Kasein verwendet. Idealerweise wird durch das Besprühen der Dübel erreicht, dass das Eintreiben aufgrund der verringerten Reibungskräfte erleichtert wird, dass die Haftung zwischen Dübel und Brettern im Endzustand vergrößert wird und vor allem, dass unmittelbar nach dem Eintreiben der Dübel

aufgrund der erhöhten Feuchtigkeit eine sofortige Schwellung bewirkt wird. Dies hat zu Folge, dass das Bauelement unmittelbar nach der Verdübelung höher belastbar ist und daher im Produktionsablauf leichter manipuliert werden kann. Alternativ dazu ist es jedoch auch möglich, die Dübel trocken in die Bohrungen einzubringen, was eine Vereinfachung des Herstellungsvorganges ermöglicht.

Eine besonders günstige Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass beim Bohren der Bohrungen zur Aufnahme der Dübel Bohrer mit einem sich in Längsrichtung erstreckenden Spülkanal verwendet werden, durch den während des Bohrens ein Spülmedium eingeführt wird, wie beispielsweise Pressluft. Es ist für eine ökonomische Durchführung des Verfahrens wesentlich, eine große Anzahl von Bohrungen in geringer Zeit einzubringen. Da die Dicke der Bauelemente bis zu 400 mm und mehr betragen kann, ist das Einbringen der Bohrungen, insbesondere wenn dies in einem Zug erfolgen soll, problematisch. Es kommt dabei zu Verstopfungen der Fördernuten von Spiralbohrern und zu einer starken Erwärmung der Bohrer, was eine Beeinträchtigung des Holzmaterials im Bereich der Bohrung bewirkt. Daraus folgt ein verschlechterter Sitz der Dübel. Durch das Einbringen eines Spülmediums entlang der Längsachse des Bohrers kann einerseits eine Verstopfung der Spiralkanäle verhindert werden, so dass die Späne sicher abtransportiert werden. Darüber hinaus wird durch die Kühlwirkung eine Beeinträchtigung der Bohrlochwand verhindert.

Weiters betrifft die vorliegende Erfindung ein plattenförmiges Bauelement, das aus mehreren Lagen von Brettern unterschiedlicher Orientierung besteht, die leimfrei durch Dübel verbunden sind, die sich im Wesentlichen quer zur Plattenebene erstrecken.

Das erfindungsgemäße Bauelement ist nicht darauf beschränkt, dass sich sämtliche Dübel exakt normal zur Plattenebene erstrecken. In verschiedenen Anwendungsfällen, wie beispielsweise bei primär auf Biegung beanspruchten Elementen, wie sie etwa im Bereich von Geschoßdecken eingesetzt werden, kann es vorteilhaft sein, auch Dübel in Schrägstellung einzubringen. Auch bei Bauelementen solcher Art sind die oben dargestellten Vorteile erreichbar.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Bretter benachbarter Lagen durch die Dübel in näherungsweise planem Zustand aufeinandergepresst sind, was bewirkt wird, indem die Dübel in unbelastetem Zustand eine Zugspannung in Längsrichtung aufweisen. Dies ermöglicht eine wesentliche Erhöhung der Festigkeit, aber auch der Dichtigkeit des Bauelementes. Wesentlich dabei ist, dass dieser näherungsweise plan aufeinander liegende Zustand auch dann erreicht wird, wenn die Bretter vor der Verarbeitung nicht durch exakt ebene und parallele Fläche begrenzt sind.

Weiters betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Herstellung eines Bauelementes der oben beschriebenen Art mit Bohrern zur Herstellung von Bohrungen, die sich im Wesentlichen quer zur Plattenebene erstrecken und mit Stempeln zum Einpressen der Dübel in die Bohrungen.

Erfindungsgemäß ist diese Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Verpressen der Bauelemente in Axialrichtung der Bohrungen vorgesehen sind, die als Stempel ausgebildet sind, die die Bohrungen jeweils umgeben. Das Verpressen kann zusätzlich dazu global, d.h. großflächig erfolgen, indem die einzelnen Lagen der Massivholzbauelemente eines Bauelementes, die zu verdübeln sind, durch entsprechende Spannelemente durch Pressbalken quer zur Ebene des Bauelementes verspannt werden. Typische Flächendrücke liegen dabei zwischen 5 N/cm^2 und 30 N/cm^2 . Als besonders vorteilhaft hat es sich jedoch herausgestellt, das Verpressen lokal, d.h. im Bereich rund um den Dübel mit höheren Pressdrücken durchzuführen. Die Flächenpressung kann hier typischerweise zwischen 30 N/cm^2 und 200 N/cm^2 betragen und liegt vorzugsweise bei etwa 100 N/cm^2 . Jedenfalls sieht die Erfindung vor, dass Mittel zum Verpressen der Bauelemente als Stempel ausgebildet sind, die die Bohrungen jeweils umgeben. Die Pressung wird beispielsweise durch Stempel mit ringförmiger Pressfläche erzielt, die

zentral um jede Bohrung an das Werkstück angepresst werden.

Ein Optimum kann durch eine Kombination dieser beiden Arten der Verpressung erzielt werden. Es werden dadurch nicht nur die einzelnen zu verbindenden Stücke exakt in der gewünschten Lage gehalten, so dass z.B. Verwerfungen am fertigen Bauteil vermieden werden, sondern wird insbesondere die Art der Kraftübertragung durch die Dübel wesentlich verändert. Es werden nämlich Scherkräfte in der Ebene quer zur Achse der Dübel nicht mehr primär durch Scherung an den Dübeln übertragen sondern wesentlich durch Reibungskräfte zwischen den einzelnen Lagen der zu verbindenden Stücke, die auf Normalkräften beruhen, die durch Zugspannungen in den Dübeln hervorgerufen werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist in verschiedener Art ausgestaltbar. Am vorteilhaftesten ist diese durch ein Portal gekennzeichnet, auf dem die Vorrichtungen zum Bohren und zum Einpressen der Dübel gelagert sind. Die einzelnen Bauelemente werden Schritt für Schritt durch das Portal hindurchgeführt und bearbeitet. Alternativ ist es genauso möglich, ein verfahrbares Portal über die Bauelemente zu bewegen. Alternativ oder zusätzlich zu solchen Portalen ist es möglich, Roboter vorzusehen, die die Bohrungen vornehmen und die Dübel eindrücken. So kann es beispielsweise in Verbindung mit einem Portal besonders günstig sein, Roboter vorzusehen und Dübel schräg zur Normalrichtung der Plattenebene einzubringen.

In der Folge wird die vorliegende Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsvarianten näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 den grundsätzlichen Aufbau eines plattenförmigen Bauelementes, Fig. 2 schematisch den Aufbau einer Vorrichtung, Fig. 3 ein Detail der Ausführungsvariante von Fig. 2 und Fig. 4 einen Bohrer in vergrößertem Maßstab.

Das plattenförmige Bauelement 1, das in Fig. 1 dargestellt ist, besteht aus insgesamt sechs Lagen von Brettern 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, die in unterschiedlichen Orientierungen zueinander angeordnet sind. Die Bretter 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f sind durch Dübel 3 leimfrei miteinander verbunden.

In Fig. 2 ist der grundsätzliche Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Auf einem Maschinenbett 6 ist ein in Längsrichtung verfahrbarer Wagen 7 angeordnet, auf dem die plattenförmigen Bauelemente 1 aufgelegt werden. Über dem Wagen 7 ist in der Form eines Portals ein Geräteträger 8 befestigt, der über Säulen 9 angestützt ist. Am Geräteträger 8 sind einerseits Bohreinrichtungen 10 und andererseits Dübeleintreibvorrichtungen eingelagert. Auf diese Weise ist es möglich, dass in wenigen Arbeitsschritten eine Vielzahl von Bohrungen in das Bauelement 1 eingebracht werden. Ebenso ist es möglich, gleichzeitig mehrere Dübel in die zuvor hergestellten Bohrungen einzupressen. Das Einpressen erfolgt beispielsweise pneumatisch mit einem Druck von 120 bar bei einem Dübeldurchmesser von 20 mm.

Um ohne zusätzlichen Leim eine den statischen Anforderungen entsprechende Festigkeit des Bauelementes 1, das als Massivholzbaulemente ausgeführt ist, zu erreichen und zu verbessern, werden die Dübel 3 vor dem mechanischen Einpressen in das Bauelement 1 mechanisch verdichtet, so dass sich ihr Durchmesser um 2 bis 20% verringert. Derartige Dübel 3 quellen nach dem Einpressen in die Bohrungen 5 des Bauelementes 1 stärker als herkömmlich gefräste Holzdübel, auch wenn diese trockener als das Holz des Bauelemente 1 eingebracht werden. Zusätzlich können die Durchmesser d der Bohrungen 5 kleiner ausgeführt werden, als der Durchmesser D des Dübels 3. Der Unterschied zwischen dem Durchmesser D des Dübels 3 und dem Durchmesser d der Bohrungen 5 kann bis zu 20% des Durchmessers d der Bohrungen 5 betragen. Die Dübel 3 werden maschinell in die im Durchmesser kleiner ausgeführten Bohrungen 5 eingepresst.

Es ist bekannt, durch Feuchtedifferenz (technische Vortrocknung der Dübel 3) den Kraftschluss

der Dübel 3 zu den umgebenden Holzlagen zu erhöhen. Dieser Effekt kann auch beim erfindungsgemäßen Verfahren angewendet werden. Dadurch ergibt sich der ökologische, technische und wirtschaftliche Vorteil, dass auf herkömmliche synthetische Einleimungen des Dübels 3 oder auf mechanische Hilfen wie stirnseitiges Verkeilen, etc. verzichtet werden kann.

5

Allenfalls kann zu Verbesserung der Gleitfähigkeit beim Einpressvorgang Wasser, oder als zusätzliche statische Sicherheit auch verklebende Flüssigkeit aufgesprüht werden. Die Zusammensetzung dieser Flüssigkeit kann im Sinne eines baubiologisch unbedenklichen Produktes aus lebensmittelechten Zutaten bestehen. Der vorgepresste Dübel 3 kann aber auch trocken in

10

das Bauelement 1 eingebracht werden.

Während des Bohrens und des Verdübelns werden die Bretter 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f des Bauelementes 1 durch Spannelemente 16a, 16b nach unten niedergedrückt und verspannt. Allfällige Wölbungen oder Verwerfungen oder sonstige Krümmungen der einzelnen Bretter 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f werden dabei beseitigt und es wird eine näherungsweise plane Lage hergestellt. Die

15

Verspannung wird erst nach dem Eintreiben der Dübel 3 gelöst.

Aus Fig. 3 ist ersichtlich, dass die Mittel zum Verspannen einerseits als Pressbalken 16a zur großflächigen Verpressung und andererseits als ringförmige Stempel 17a ausgebildet sind. Die ringförmigen Stempel 17a sind konzentrisch um die herzustellenden Bohrungen 5 angeordnet und stellen in diesem kritischen Bereich eine besonders gute Verpressung in Richtung der Pfeile 18 sicher. Mit 16b und 17b sind entsprechende Gegenhalterungen angedeutet, die auch in den Tisch 7 integriert sein können.

20

Fig. 4 zeigt einen Bohrer 26, der für die Verwendung in der erfindungsgemäßen Vorrichtung besonders geeignet ist. Der Bohrer 26 ist an sich in der Form eines herkömmlichen Spiralbohrers ausgebildet, besitzt jedoch einen sich in Längsrichtung erstreckenden Spülkanal 27, der sich an der Spitze des Bohrers in einer Öffnung 28 nach vorne hin öffnet. Auf diese Weise kann ein flüssiges oder gasförmiges Spülmedium vorgeblasen werden, das den Bohrer 26 kühlt und die Späne herausfördert.

25

30

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es möglich, plattenförmige Bauelemente mit großer Festigkeit einfach und kostengünstig herzustellen.

35

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von plattenförmigen Bauelementen (1) mit mindestens drei parallel zur Ebene des Bauelementes (1) angeordneten Lagen von Brettern (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f), die leimfrei durch Dübel (3) miteinander verbunden sind, die sich im Wesentlichen quer zur Ebene des Bauelementes (1) erstrecken, wobei zunächst mehrere Lagen von Brettern (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) in unterschiedlichen Orientierungen übereinander angeordnet werden, mehrere Bohrungen (5) in diese Bretter (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) eingebracht werden, die die Lagen durchsetzen, und danach in die Bohrungen (5) Dübel (3) eingepresst werden, wobei die Lagen von Brettern (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) während des Eintreibens der Dübel (3) durch Aufbringung von Druckkräften gegeneinander verspannt werden, und wobei Dübel (3) vor dem Eintreiben in Radialrichtung verdichtet werden, so dass die auf die Bretter (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) aufgebrachten Druckkräfte eine Flächenpressung bewirken, die mindestens so groß ist, dass die einzelnen Bretter benachbarter Lagen plan aufeinander aufliegen und vorzugsweise doppelt so groß ist wie diese Kraft, *dadurch gekennzeichnet*, dass während des Bohrens ein erster Verspannungsschritt durchgeführt wird und vor dem Einpressen der Dübel (3) eine zusätzliche Verspannung erfolgt.

40

45

50

2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Gesamtkraft der Verspannung größer ist als die Hälfte der Summe der Kräfte, die für das Eintreiben der Dübel (3)

55

aufgebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Gesamtkraft der Verspannung mindestens so groß ist wie die Summe der Kräfte, die für das Eintreiben der Dübel (3) aufgebracht wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass zusätzlich zum Verspannen senkrecht zur Plattenebene eine Verspannung in Richtung der Plattenebene erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Dübel (3) vor dem Eintreiben auf ein Maß komprimiert werden, das geringfügig größer ist als der Querschnitt der Bohrungen (5).
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Dübel (3) vor dem Eintreiben mit einem Gleit- und/oder Haftmittel besprüht werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Dübel (3) trocken in die Bohrungen (5) eingebracht werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass beim Bohren der Bohrungen (5) zur Aufnahme der Dübel (3) Bohrer mit einem sich in Längsrichtung erstreckenden Spülkanal verwendet werden, durch den während des Bohrens ein Spülmedium eingeführt wird.
9. Plattenförmiges Bauelement (1), das aus mehreren parallel zur Ebene des Bauelementes (1) angeordneten Lagen von Brettern (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) unterschiedlicher Orientierung besteht, die leimfrei durch Dübel (3) verbunden sind, die sich im Wesentlichen quer zur Plattenebene erstrecken, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Bretter benachbarter Lagen durch eine in den Dübeln (3) vorliegende Zugspannung in planem Zustand aufeinandergepresst sind.
10. Vorrichtung zur Herstellung eines Bauelements (1) nach Anspruch 9, mit Bohrern zur Herstellung von Bohrungen (5), die sich im Wesentlichen quer zur Plattenebene erstrecken, und mit Stempeln zum Einpressen der Dübel (3) in die Bohrungen (5), *dadurch gekennzeichnet*, dass Mittel zum Verpressen der Bauelemente in Axialrichtung der Bohrungen (5) vorgesehen sind, die die Bohrungen (5) jeweils umgeben.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Stempel (17a, 17b) ringförmig ausgebildet sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 bis 11, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Mittel zum Verpressen der Bauelemente (1) als Pressbalken zur großflächigen Verpressung ausgebildet sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, *dadurch gekennzeichnet*, dass Bohrer und Stempel auf einem Portal gelagert sind und dass eine Fördereinrichtung zum Fördern der Bauelemente (1) vorgesehen ist, die sich durch das Portal hindurch erstreckt.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, *dadurch gekennzeichnet*, dass Bohrer und Stempel auf einem verfahrbaren Portal gelagert sind.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, *dadurch gekennzeichnet*, dass Bohrer und Stempel zumindest teilweise auf einem Roboterarm gelagert sind.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Bohrer (6) einen sich in Längsrichtung erstreckenden Spülkanal (27) aufweisen.

5 **Hiezu 4 Blatt Zeichnungen**

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



Fig. 1

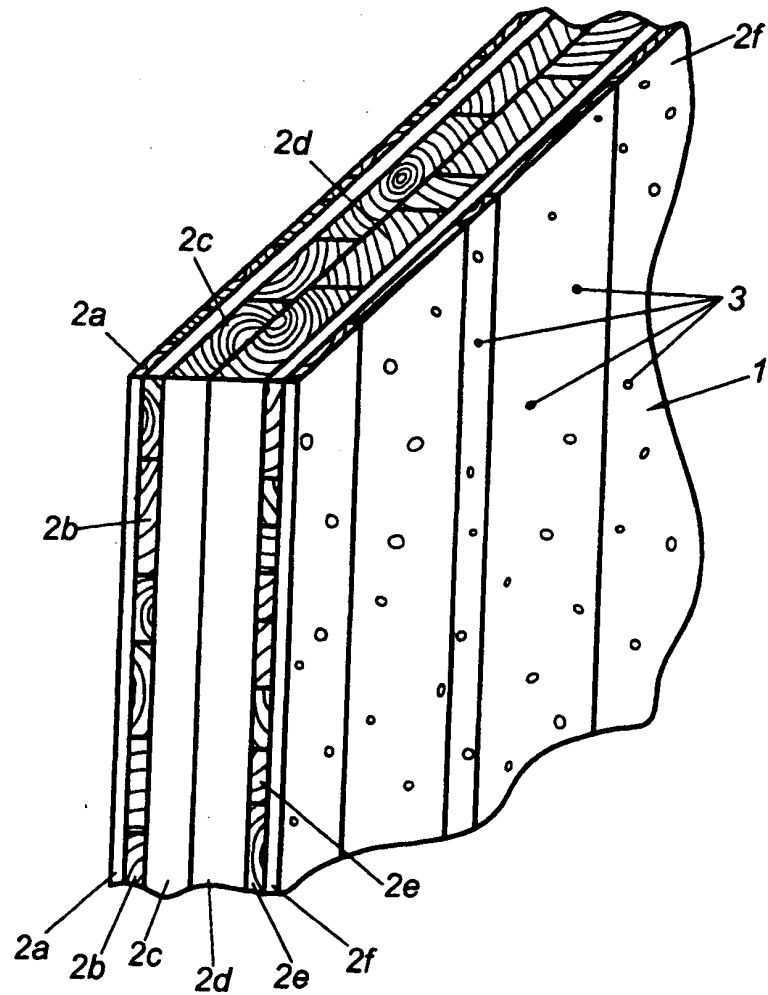




Fig.2

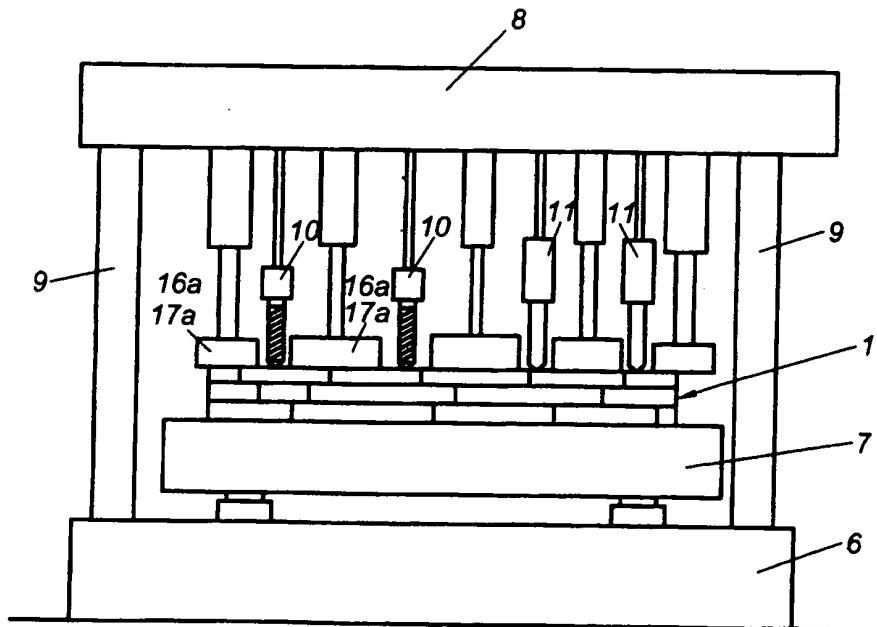




Fig.3

