

(19)



(11)

EP 2 133 482 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.12.2009 Patentblatt 2009/51

(51) Int Cl.:
E04B 1/26 (2006.01) F16B 25/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09007657.1**

(22) Anmeldetag: **10.06.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **11.06.2008 DE 102008027873**
19.12.2008 EP 08022085

(71) Anmelder: **Wieland, Heinz**
9050 Appenzell (CH)

(72) Erfinder: **Wieland, Heinz**
9050 Appenzell (CH)

(74) Vertreter: **Sawodny, Michael-Wolfgang**
Dreiköniggasse 10
89073 Ulm (DE)

(54) Verfahren zur Verbindung von zwei Holzbauteilen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbindung von wenigstens zwei Holzbauteilen, einem ersten Holzbauteil (10.1) und einem zweiten Holzbauteil (10.2) mit wenigstens einer in das erste und das zweite Holzbauteil eingreifenden Schraube (20.1, 20.2, 20.4), insbesondere Vollgewindeschraube mit einem Kerndurchmesser, zum Abtragen einer Last umfassend folgende Schritte:

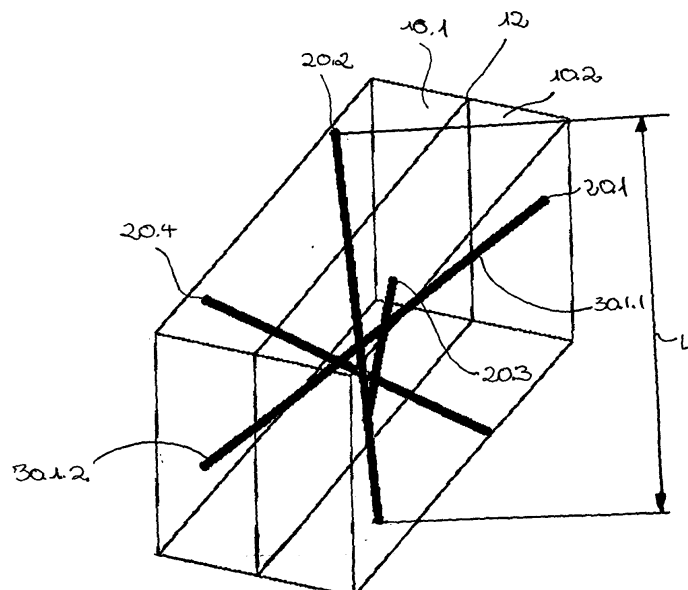
- Bestimmen des Einschraubpunktes und des Raumwinkels der wenigstens einen Schraube (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) in das wenigstens erste und das wenigstens zweite Holzbauteil; aus den von den Holzbauteilen abzutragen-

den Lasten

- die wenigstens eine Schraube (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) wird in den bestimmten Einschraubpunkt unter dem bestimmten Raumwinkel eingedreht, wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass

- vor dem Eindrehen der Schraube (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) mit Hilfe eines Bohrers am Einschraubpunkt unter dem Raumwinkel eine Führungsbohrung zur Verfügung gestellt wird, wobei die Länge der Führungsbohrung kurz sind und bevorzugt im Bereich vom 5-fachen bis zum 30-fachen des Kerndurchmessers der Schraube, insbesondere im Bereich vom 10-fachen bis 15-fachen des Kerndurchmessers liegt.

Fig. 6



EP 2 133 482 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Verbinden von wenigstens zwei Bauteilen, insbesondere zwei Holzbauteilen, die Verwendung eines derartigen Verfahrens sowie die Verbindung von wenigstens zwei Bauteilen, insbesondere Holzbauteilen.

[0002] Verbindungen von Holzbauteilen sind bekannt, beispielsweise solche mit Nägeln. Holzverbindungen, mit Nägeln können auf Druck oder Schub belastet werden. Allerdings sind Verbindungen auf Schub oder Druck quer zur Holzfaser schwach und weich.

[0003] Anstelle von Nägeln können auch Schrauben zur Verbindung von Holzbauteilen verwandt werden. Die Verbindung von Holzbalken mit Hilfe von Schrauben sind aus einer Vielzahl von Schriften bekannt geworden.

[0004] So zeigt beispielsweise die DE 706759 C und die FR 865513 A Holzverbindungen mit Hilfe von Schrauben, die spitzwinklig zur Oberfläche des Holzbalkens eingedreht sind. Bei derartigen Verbindungen spielen die tatsächlichen Belastungsprobleme kaum eine Rolle. Bei rechtwinklig aneinander anschließenden Holzbalken, beispielsweise Haupt-Nebenträger-Verbindungen, wurden im Stand der Technik häufig Zapfen- und Nutverbindungen eingesetzt. Hierbei kam es aber immer zu einer Schwächung eines Trägers.

[0005] Aus der DE 197 24 284 A ist die Verbindung von zwei in Längsrichtung aneinander überlappend anschließenden Holzbalken mit Hilfe von gekreuzt eingedrehten Schrauben bekannt geworden. Die gekreuzt eingedrehten Schrauben werden in einer quer zu den Oberflächen verlaufenden Ebene liegend eingedreht. Bei der Verbindung gemäß der DE 197 24 284 A handelt es sich um eine sogenannte Koppelpfette.

[0006] Die Verbindung von zwei zumindest rechtwinklig aneinander anschließenden Holzbalken wird in der WO 01/65018 beschrieben. Bei der Verbindung gemäß der WO 01/65018 sind die Schrauben in wenigstens zwei zueinander parallel verlaufenden Ebenen liegend eingedreht. Dies bedeutet, dass die Achsen der Schrauben vollständig in den parallel zueinander angeordneten Ebenen zu liegen kommt und diese Ebenen sich dadurch auszeichnen, dass sie senkrecht zu wenigstens einer Oberfläche eines zu verbindenden Holzbalkens steht. Da die Ebenen parallel zueinander liegen, kreuzen sich die so definierten Ebenen, in denen die Schrauben eingedreht sind, nicht.

[0007] Bei der WO 01/65018 sind die aufnehmbaren Anschlusslasten in den parallel zueinander liegenden Ebenen sehr niedrig. Ein weiteres Problem bei der Verbindung gemäß der WO 01/65018 ist, dass am Einschraubpunkt beim Einschrauben die Schrauben verlaufen und von der gewünschten bzw. vorgegebenen Achse abweichen und damit Lage und Winkel nicht ausreichend eingehalten werden können. Des Weiteren handelt es sich bei der in der WO 01/65018 gezeigten Verbindung um eine spezielle, nämlich einen Haupt-/Nebenträgeranschluss. Bei diesem Anschluß stehen die Ebenen, in de-

nen die Schrauben zu liegen kommen, im wesentlichen senkrecht auf dem Hauptträger und sind parallel zueinander.

[0008] Nachteilig bei dem aus der WO 01/65018 bekannten Haupt-/Nebenträgeranschluss war des Weiteren dass der sich in der Mitte durchbiegt und am Ende rotiert. Dabei ist zu beachten, dass Holzträger auch auf Abbundmaschinen nicht beliebig genau zugeschnitten werden können und Holz quellen und schwinden kann.

[0009] Ein weiteres Problem der Verbindung gemäß der WO 01/65018 war, dass sie nur funktioniert wenn die Schrauben mit für das Bauwesen hoher Präzision gesetzt werden, da die im einen Bauteil in die Schraube eingeleiteten Kräfte im anderen Bauteil wieder auf dieses übertragen werden sollen. Durch das Verlaufen der Schrauben am Einschraubpunkt kann diese Präzision nicht mehr gewährleistet werden.

[0010] Die Auswirkungen von kleinen Ungenauigkeiten haben z. B. zur Folge, dass die Gewindeabschnitte in den beiden zu verbindenden Holzteilen nicht mehr gleich lang sind, wodurch bei gleicher Holzqualität die übertragbare Last um 20 % oder mehr sinkt.

[0011] Noch gravierender wird dieses Problem, wenn der Anschluss der Holzbauteile nicht mehr rechtwinklig ist.

[0012] Aus der DE 299 20 853 ist ein Wandaufbau bekannt geworden, bei dem einzelne aufeinanderliegende Balken durch Schrauben miteinander verbunden werden. Die Schrauben stehen dabei immer senkrecht auf der Balkenoberfläche

[0013] Eine Verbindung zum Abtragen einer Last ist in der DE 299 20 853 nicht offenbart.

[0014] Aus der EP-A-2003348 ist eine Schraube zum Verstärken von Holzkonstruktionen bekannt, das Verbinden von Holzbauteilen zum Abtragen von Lasten ist nicht beschrieben.

[0015] Die DE 19712175 zeigt Gewindebuchsen zum Verbinden von Holztreppe. Die Schrauben dienen dabei nur der Befestigung der Gewindebuchsen und werden nicht zum Abtragen von Lasten durch beide Holzbauteile hindurchgeführt

[0016] Ganz allgemein gesprochen wurden bei der Verbindung von Holzteilen gemäß dem Stand der Technik vor allem Schub- und gelegentlich auch Druckverbindungen (Versatz in traditionellen Zimmermannsverbindungen) eingesetzt. Bei auf Zug belasteten Verbindungen im Stand der Technik war deren Traglast durch die vom Kopf mit oder ohne Unterlagscheibe aufnehmbare Last begrenzt.

[0017] Wurden Druckverbindungen gemäß dem Stand der Technik ausgeführt, so waren sie in ihrer Traglast vor allem beschränkt, wenn sie quer zur Faser des Holzes erfolgte. Bei Schubverbindungen gemäß dem Stand der Technik war die Lage unerheblich, solange die Verbindung nicht am Rand der Holzteile ausgebildet wurde.

[0018] Aufgabe der Erfindung ist es somit, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und in ei-

nem ersten Aspekt ein Verfahren zum Verbinden von zwei Holzelementen anzugeben, das beliebig Orientierungen der Verbindungselemente, hier der Schrauben, in dem Holzelement ermöglicht, wobei die Lage der Verbindungselemente vorbestimmt wird, beispielsweise aus einer Berechnung der von den verbundenen Holzelementen abzutragenden Lasten.

[0019] Insbesondere soll die Verbindung auch bei einem Gerbergelenk verwandt werden können, wobei in das Gerbergelenk Lasten aus verschiedenen Richtungen eingetragen werden können. Insbesondere sollen auch nicht rechtwinklige Verbindungen bzw. Anschlüsse von Holzbauteilen zur Verfügung gestellt werden mit denen Lasten zuverlässig abgetragen werden können.

[0020] Erfindungsgemäß wird in einem ersten Aspekt die Erfindung dadurch gelöst, dass bei einem Verfahren zur Verbindung von zwei Holzbauteilen, d.h. einem ersten Holzbauteil und einem zweiten Holzbauteil, mit wenigstens einer in das erste und einer in das zweite Holzbauteil eingreifenden Schraube mit einer Eingriffslänge in einem ersten Verfahrensschritt der Einschraubpunkt bzw. die Einschraubpunkte sowie der Raumwinkel der wenigstens einer Schraube bestimmt wird. In einem weiteren Schritt wird erfindungsgemäß vorgesehen, dass vor Eindrehen der Schraube mit Hilfe eines Bohrers am Einschraubpunkt unter dem Raumwinkel eine Führungsbohrung zur Verfügung gestellt wird. Um ein Verlaufen der Führungsbohrung, d.h. ein Abweichen von der vorgegebenen Achse, zu vermeiden, was bei Bohrern bzw. Bohrgestellen bei längeren Bohrab schnitten immer auftritt, ist vorgesehen, dass die Führungsbohrung, verglichen bspw. zur Einschraublänge der Schraube, sehr kurz ist. Kurz bedeutet, vorliegend, dass die Länge der Führungsbohrungen so gewählt ist, dass zum einen ein Eingreifen der Schraube, insbesondere Vollgewindeschraube gewährleistet ist, so dass durch die Stützfunktion des Gewindes die Schraube präzise in der vorgegebenen Richtung und dem vorgegebenen Einschraubwinkel weiter in die Holzbauteile eingedreht werden kann, zum anderen aber die Führungsbohrung ausreichend kurz ist, so dass der Bohrer beim Bohren nicht verläuft. Die Erfinder haben herausgefunden, dass bevorzugt ohne Beschränkung hierauf die Länge der Führungsbohrung im Bereich vom 5-fachen des Kerndurchmessers des Gewindes bis zum 30-fachen des Kerndurchmessers des Gewindes der als Verbindungsmittel verwendeten Schraube liegt. Ganz besonders bevorzugt beträgt die Führungsbohrungslänge das 10 bis 15-fache des Kerndurchmessers der einzudrehenden Schraube. Schrauben mit 400 mm Länge besitzen bspw. einen Kerndurchmesser von 10 mm bei 600 mm Länge und 8 mm bei 400 mm Länge. Die sich hieraus ergebende Führungsbohrungslänge liegt dann zwischen 40 mm und 300 mm, bevorzugt im Bereich 80 mm bis 150 mm.

[0021] Die kurze Führungsbohrung dient im Wesentlichen als Ersatz für eine externe Lehre, mit deren Hilfe am Einschraubpunkt unter einem Raumwinkel eine Schraube eingebracht wird. Die Führungsbohrung ist

wesentlich einfacher und kostengünstiger herzustellen als ein Einbringen mit Hilfe von Lehren. Die Einschraubpunkte sowie der Raumwinkel der Verbindungsmittel, insbesondere der Schrauben wird durch die abzutragenden Lasten bestimmt.

[0022] Nachdem die Führungslöcher über die kurzen Strecken, ohne zu verlaufen, vorgebohrt sind, werden die Verbindungselemente, bevorzugt die Schrauben, in die Führungsbohrungen eingebracht und in das Holzbauteil eingedreht. Da bevorzugt selbstbohrende Schrauben verwandt werden, wird ein Verlaufen, also eine Abweichung von der vorgegebenen Achse, beim Eindrehen der Schrauben im Gegensatz beispielsweise zu Bohrgestängen vermieden. Besonders bevorzugt ist es, wenn als Schraube selbstbohrende Vollgewindeschrauben zum Einsatz gelangen, wie beispielsweise in der DE 10 2006 057259 A1 oder der DE 10 2005 039744 A1 bzw. der DE 10 2004 018069 A1 beschrieben.

[0023] Bevorzugt werden die als Verbindungselement verwendeten Vollgewindeschraube auf Schrägzug belastet. Durch Schrägzug belastete Vollgewindeschrauben können viel höhere Lasten aufnehmen, als auf Schub belasteten Vollgewindeschrauben.

[0024] Ein weiterer Vorteil der Verwendung von Vollgewindeschrauben als Verbindungsmittel ist, dass die Verschiebung unter Last viel kleiner ist und die Traglast des Schraubenkopfes die Zugtraglast der Schraube nicht begrenzt. Ein gewöhnlicher Senkkopf konnte nämlich nur gerade etwa soviel Zugkraft verankern wie eine Gewindelänge von etwa 4 Mal dem Gewindedurchmesser aufnehmen könnte.

[0025] Es ist ein Verdienst der Erfinder herausgefunden zu haben, dass ein zuverlässiges Abtragen von Lasten in einer Verbindung von wenigstens zwei Holzelementen eine präzise Lage der Verbindungselemente, insbesondere der Vollgewindeschrauben erfordert. Eine präzise Lage kann insbesondere dann erreicht werden, wenn Führungsbohrungen in die zu verbindenden Holzelemente eingebracht werden. Ein weiteres Verdienst der Erfinder ist es, herausgefunden zu haben, dass die Länge der Führungsbohrung einerseits so bemessen sein muss, dass die Verbindungsmittel, insbesondere die Vollgewindeschraube in die Führungsbohrung eingreifen kann, so dass aufgrund der Stützfunktion des Gewindes die Vollgewindeschraube von der einmal vorgegeben und eingeschlagenen Richtung nicht mehr abweichen kann. Zum anderen soll aber ein Verlaufen des Bohrloches beim Bohren vermieden werden, da dann Abweichungen von der vorgegebenen Lage auftreten.

[0026] Die Gefahr für ein Verlaufen des Bohrloches steigt mit deren Länge. Die Länge der Führungsbohrung soll so bemessen sein, dass zum einen ein Eingreifen der Schraube und einer präziser Vortrieb ermöglicht wird, zum anderen muss das Bohrloch aber so kurz sein, dass ein Verlaufen der Bohrung vermieden wird.

[0027] Die Durchmesser der Führungsbohrungen entsprechen im Wesentlichen dem Kerndurchmesser der für die Verbindung eingesetzten Vollgewindeschrauben

mit einem Spiel von wenigen Zehntel Zentimetern.

[0028] Der Einschraubpunkt und der Raumwinkel bestimmen die maximal übertragbare Last. Die maximal übertragbare Last wird bei Verbindung gleichartiger Hölzer durch den kürzeren in das Holzbauteil eingreifenden Gewindeteil bestimmt. Dies bedeutet, dass wenn genau die Hälfte in das eine und genau die Hälfte in das andere Bauteil aus demselben Holzmaterial eingreift, die übertragbare Last im durch die Vollgewindeschrauben hergestellten Verbund maximal wird.

[0029] Die maximal erreichbare Last kann durch Berechnung ermittelt werden und bestimmt den Einschraubpunkt und den Raumwinkel der Verbindungselemente. Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird unter der Randbedingung der abzutragenden Lasten Raumwinkel und Einschraubpunkt der Verbindungselemente bestimmt.

[0030] Besonders bevorzugt wird bei der Erfindung z. B. die von einem Holzbalken auf den anderen Holzbalken zu übertragende Schublast in eine Zug- und eine Druckkraft aufgeteilt.

[0031] Besonders bevorzugt ist es, wenn die Einschraubpunkte und der Raumwinkel aufgrund der vorgegebenen Traglasten beispielsweise mit Hilfe eines externen Programmes mathematisch berechnet wird bzw. werden.

[0032] Bei der Bestimmung, mit welchen Seiten- und Höhenwinkeln in Bezug zu welchem Koordinatensystem die Verbindungsmittel zu setzen sind, so dass die Gewindelängen in beiden Hölzern den jeweiligen Holzgüten entsprechen und die Schrauben weder zum Holz hinaustreten noch sich im Holz treffen und gleichzeitig aber die zu übertragenden Kräfte aufnehmen können, wird bevorzugt eine statische Berechnung durchgeführt.

[0033] Sie hat die Aufgabe die zu übertragenden Kräfte zu berechnen. Diese Kräfte sind in den lokalen Koordinatensystemen auszudrücken und dann in die Berechnung einzuführen. Für jedes Teil der Holzkonstruktion gibt es ein lokales Koordinatensystem. Für den Spezialfall eines symmetrischen Daches, muss der Einfachheit halber nur für eine Hälfte des Daches berechnet werden.

[0034] In einem nächsten Schritt werden die zu übertragenden Kräfte im lokalen Koordinatensystem jedes Holzbauteiles der Holzkonstruktion festgelegt. Aus dieser Festlegung ist bevorzugt die Lage der Verbindungselemente, insbesondere Vollgewindeschrauben so zu bestimmen, welche

- die zu übertragenden Kräfte aufnehmen können, indem sie so angeordnet sind, dass bevorzugt
 - die Gewindeteile in den zu verbindenden Hölzern im wesentlichen dieselbe Kraft übertragen können
 - die Schrauben dabei im wesentlichen vollständig in den zu verbindenden Hölzern liegen
 - die Schraubenachsen in keinem Holzteil zur Holzfaser einen geringeren Winkel als 30° bilden

den

- alle Schrauben an dem Punkt die vorgeschriebenen Randabstände und die Achsabstände untereinander einhalten
- die Schrauben sich möglichst in der Verbindungsebene der zu verbindenden Hölzer kreuzen um die Übertragung von Momenten von einem zum anderen Holz und damit Nebenspannungen zu vermeiden

- die Schrauben einander nicht berühren.

[0035] Es müssen nicht sämtliche zuvor genannten Bedingungen bei der Bestimmung der Kräfte berücksichtigt werden, bevorzugt werden aber alle Randbedingungen eingehalten.

[0036] Besonders bevorzugt ist es, wenn möglichst gleichlange Vollgewindeschrauben verwendet werden um Verwechslungen auf der Baustelle zu vermeiden.

[0037] Die Erfüllung aller oder eines Teiles der oben genannter Bedingungen führt dazu, dass die Schrauben für eine Holzkonstruktion bestehend aus erfindungsgemäßen Verbindungen an ganz verschiedenen Orten in unterschiedlichen Höhen- und Seitenwinkeln im jeweiligen Lokal-Koordinatensystem eingeschraubt werden müssen. Diese unter beliebigen Raumwinkeln einzudrehenden Schrauben müssen, um die erforderlichen Lasten aufnehmen zu können, mit hoher Präzision gesetzt werden können. Mit mechanischen Lehren wäre dies nur für einfache Verbindungen möglich, beispielsweise für Verbindungen, bei denen die Balken in einer Ebene rechtwinklig aufeinander stoßen.

[0038] Da heute ein großer Teil der Holzkonstruktionen auf computergesteuerten Bearbeitungszentren zugeschnitten (abgebunden) werden und die meisten dieser Abbundanlagen einen Bohrkopf besitzen, der in der Lage ist an einem definierten Ort und mit im Raum definiertem Winkel präzise Löcher zu bohren, schlägt die Erfindung vor, die mit Hilfe eines externen Programmes berechneten Einschraubpunkte und Raumwinkel mechanisch auf die zu verbindenden Hölzer zu übertragen. Alternativ können die Hölzer auch in den Abbundmaschinen mit den Führungsbohrungen versehen sein, indem an die Abbundmaschine die in digitaler Form vorliegenden Daten übergeben und mit Hilfe von CAM auf die Holzbauteile übertragen werden. Hierbei kann in einer ersten Ausführungsform vorgesehen sein, dass das Programm die Daten für die vorzubohrenden Löcher an die Abbundmaschine zusammen mit den übrigen Zuschnittsdaten übergibt.

[0039] Alternativ wäre es möglich, dass das externe Programm, welches die Daten der Lage einer Schraube bestimmt, auch direkt an die Datei für die Zuschnittsdaten eines CAD-Programmes für die Abbundmaschine angehängt werden.

[0040] Da dünne, lange Bohrungen im Holz dazu tendieren zu verlaufen, das heißt, dass mit zunehmendem Bohrfortschritt die Löcher von der festgelegten Geraden

als Zentrum des Bohrloches abweichen und zwar in einem solchen Maße, dass das Bohrloch für genaue Positionierung einer Vollgewindeschraube unbrauchbar wird, schlägt die Erfindung kurze Führungsbohrungen vor, bevorzugt solche, deren Länge lediglich ein wenig Vielfaches des Schraubendurchmessers ist. Solche Führungsbohrungen können ohne nennenswerte Abweichung von der vorgegebenen Geraden gebohrt werden.

[0041] Die in dieses kurze Führungsbohrungen eingedrehten Schrauben können am Ende dieser Bohrung problemlos weiter eingedreht werden. Die Schraube wird wegen der Stützfunktion des Gewindes von der einmal eingeschlagenen Richtung nicht mehr wesentlich abweichen. Somit stellen die kurzen gebohrten präzisen Führungslöcher, am genau definierten Ort und mit dem ebenso genau definiertem Raumwinkel, die Lösung für das Problem der Verbindung von Holzteilen mit Vollgewindeschrauben zur Lastabtragung dar. Man könnte diese Führungslöcher als in das Holzbauteil integrierte Lehren bezeichnen. Es versteht sich von selbst, dass die Bohrungen mit dem Kerndurchmesser der Vollgewindeschrauben gebohrt werden müssen, eventuell wenige Zehntel mm größer. Die Länge der Führungsbohrungen beträgt bevorzugt das 5- bis 30-fache, insbesondere das 10- bis 15-fache des Kerndurchmessers der einzuordnenden Schraube. Es ist der Verdienst der Erfinder herausgefunden zu haben, dass die Länge der Führungsbohrung einerseits ausreichend sein muss, um ein Weitereintreiben der Schraube entlang des vorgegebenen Winkels und der vorgegebenen Achse zu ermöglichen, andererseits die Länge so kurz ist, dass mit ausreichender Präzession vorgebohrt werden kann, d. h. kein bzw. ein die Präzession nur unwesentlich beeinträchtigendes Verlaufen auftritt

[0042] Da auf einer Abbundmaschine vor allem Bohrer mit Standarddurchmessern z. B. 4, 5, 6, 8 mm eingesetzt werden, werden bevorzugt Schrauben verwandt, deren Kerndurchmesser diesen Standarddurchmessern entspricht und nicht, wie im Stand der Technik üblich, Schrauben, deren Außendurchmesser in ganzen mm Durchmesser abgestuft sind.

[0043] Werden die Daten der Führungslöcher, wie zuvor beschrieben, in gängige CAD-Software für den Holzbau eingegeben, so können die vorzubohrenden Löcher auch optisch kontrolliert werden, ebenso wie die Schrauben, insbesondere die Vollgewindeschrauben. Diese CAD-Software kann dann die Steuerungsdaten für das Bohren der Führungslöcher auf dem Holz-Bearbeitungszentrum (Abundmaschine) generieren und mit den Zuschneidedaten dem Holz-Bearbeitungszentrum übergeben.

[0044] Bevorzugt sind wenigstens zwei Schrauben bei der Verbindung der beiden Holzbauteile vorgesehen, wobei die beiden Schrauben in einer dreidimensionalen Anordnung zur Aufnahme von Belastungen in unterschiedlichen Raumrichtungen nicht in zueinander parallelen Ebenen. Die nicht zueinander parallelen Ebenen stehen insbesondere senkrecht auf wenigstens einer

Oberfläche der beiden Holzbauteile.

[0045] Besonders bevorzugt ist es, wenn nicht nur über zwei Schrauben die Verbindung zwischen den beiden Holzbauteilen hergestellt wird, sondern mehr als zwei Schrauben vorgesehen sind, beispielsweise drei Schrauben, die unter beliebigen Lagen die beiden Holzbauteile oder auch mehrere Holzbauteile einer Holzkonstruktion miteinander verbinden.

[0046] Das erfindungsgemäße Verfahren kann beispielsweise ohne Beschränkung hierauf bei der Verbindung von Holzbauteilen, die einen Haupt-/Nebenträgeranschluss, einen Riegel-Pfosten-Anschlusses, einen Pfosten-Balken-Anschluss oder bei der Verbindung von Rahmen und Sparren am First und an der Traufe eingesetzt werden, angewandt werden. Auch der Einsatz bei einem sogenannten Gerbergelenk, unter dem man eine gelenkige Verbindung von zwei Holzbalken bzw. Trägern in derselben Achse versteht, wäre möglich.

[0047] Selbstverständlich wäre es möglich, mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Einschraubpunkte und den Raumwinkel der Verbindungselemente, insbesondere Vollgewindeschrauben, für eine Verbindung von mehr als zwei Holzbauteilen, beispielsweise drei oder vier oder noch mehr zusammenstoßende Holzbauteile anzugeben.

[0048] Besonders bevorzugt ist es, wenn die Verbindungsmittel, insbesondere die Vollgewindeschrauben, mit einem Einschraubwerkzeug eingeschraubt werden. Wird ein Einschraubwerkzeug verwendet, das - zum Beispiel durch einen einstellbaren Anschlag - dafür sorgt, dass die Schraube genau und genügend weit eingeschraubt wird, so kann die Vollgewindeschraube auf einfache und sichere Art und Weise gesetzt werden. Es ist auch denkbar, die Schraube mit einem Kopf auszurüsten, der selber als Tiefenanschlag wirkt - z. B. ein konventioneller Schraubenkopf. Alternativ kann bei Verbindungen, bei denen die Schraube versenkt werden soll, ein schlanker, versenkbarer, nur dem Antrieb beim Einschrauben dienender Kopf vorgesehen sein.

[0049] Neben dem Verfahren und der Verwendung des Verfahrens stellt die Erfindung auch eine Verbindung von wenigstens zwei Holzbauteilen zur Verfügung, wobei wenigstens zwei Schrauben in das erste und das zweite Holzbauteil eingreifen. Hierbei ist es bevorzugt, dass die Schrauben in zwei unterschiedlichen Ebenen zu liegen kommen, wobei erste und zweite Ebene nicht parallel zueinander sind und die Ebenen senkrecht auf der Oberfläche wenigstens eines Bauteiles stehen.. Bevorzugt weisen die Holzbauteile kurze Führungsbohrungen auf, in die Verbindungsmittel, insbesondere die Vollgewindeschrauben eingebracht, insbesondere eingedreht werden.

[0050] In einer Ausgestaltung der Erfindung ist es so, dass die beiden Ebenen, in denen die Schrauben zu liegen kommen, sich schneiden.

[0051] Um Traglasten in den unterschiedlichsten Richtungen aufnehmen zu können, ist es besonders bevorzugt, wenn mehr als zwei Schrauben, beispielsweise drei

Schrauben, vorgesehen sind, die in drei unterschiedlichen Ebenen zum Liegen kommen, wobei die Ebenen nicht parallel zueinander ausgebildet sind und die Ebenen in denen die Schrauben liegen senkrecht auf der Oberfläche wenigstens eines Bauteiles stehen.

[0052] Selbstverständlich können auch mehr als zwei Holzbauteile, beispielsweise drei, vier oder noch mehr Holzbauteile, die aneinanderstoßen, miteinander verbunden werden.

[0053] Die erfindungsgemäße Verbindung mit Schrauben, insbesondere Vollgewindeschrauben können um ein mehrfaches höhere Lasten übertragen als konventionelle Holzverbindungen. Um die hohen Lasten abtragen zu können sind genaue statische Berechnungen erforderlich, wobei die Vollgewindeschrauben mit Ausnahme einiger einfachen Anwendungen bei der Verbindung rechtwinklig aufeinander treffender Holzbauteile, dreidimensional im Raum anzuordnen sind. Nur mit diesen dreidimensionalen Anordnungen können die Vollgewindeschrauben voll ausgenutzt und hohe Lasten sicher übertragen werden. Hierfür ist eine präzise präzise Anordnung der Vollgewindeschrauben im Raum mittels kurzen Führungslöchern, die eine einfache und präzise Montage ermöglicht, vorteilhaft. Dies kann dadurch realisiert werden, dass kurze Führungslöcher mit geringstem Abstand auf dem Holzbearbeitungszentrum rasch, sicher und präzise gebohrt werden. Präzise, vor allem aber gerade Führungslöcher lassen sich aber nur mit beschränkter Länge bohren. Vollgewindeschrauben hingegen lassen sich genau der gewünschten Achse entlang einschrauben, dank der Stützfunktion des Gewindes.

[0054] Mit den entsprechenden mathematischen Werkzeugen und der Möglichkeit rasch und präzise Führungslöcher für die Vollgewindeschrauben zu bohren, bzw. vorzubohren ist es möglich, auch komplexe Verbindungen zu realisieren.

[0055] Die Erfindung soll nachfolgend anhand der Figuren beschrieben werden, ohne Beschränkung hierauf.

[0056] Es zeigen:

- Fig. 1a - b Verbindung zweier Holzbauteile gemäß der WO 01/65018
- Fig. 1c - 1e Verbindung zweier Holzbauteile, wobei die Eingriffslängen in die Holzbauteile unterschiedlich sind.
- Fig. 2 nicht rechtwinkliger Ausschluss von zwei Holzbauteilen
- Fig. 3a-b Gerbergelenk mit Last und Grundriß des Gerbergelenkes
- Fig. 4 Ausschnitt einer Holzkonstruktion mit lokalen Koordinatensystem
- Fig. 5a-5b First mit Anschlussparren und Gratsparren sowie erfindungsgemäße Verbin-

dungselementen.

Fig. 6 eine Verbindung von zwei Holzbauteilen mit einer erfindungsgemäßen Verbindung

Fig. 7 eine Dachbalkenkonstruktion mit Balken, die gemäß der Erfindung verbunden sind.

Fig. 8a-b ein Diagramm zu Schublasten senkrecht zur Schraubenachse und Aufteilung der Schublast in Zug- und Drucklasten.

[0057] In Fig. 1a-1b ist ein Haupt-/Nebenträgeranschluss gemäß der WO 01/65018 gezeigt, bei dem zwei Schrauben 1020.1, 1020.2 in zwei parallel zueinander verschobenen Ebenen zu liegen kommen. Figur 1a zeigt einen Schnitt durch eine Ebene in der eine der beiden Verbindungsschrauben 1020.1, 1020.2 zu liegen kommt. Die Ebene der anderen Schraube liegt parallel hierzu. Dies ist aus der 3-dimensionalen Ansicht in Figur 1b ersichtlich.

[0058] In Figur 1b sind die Holzbalken mit 1010.1 und 1010.2 bezeichnet. Die erste Schraube 1020.1 kommt in einer ersten Ebene 1021.1 zu liegen, die im wesentlichen senkrecht auf der Oberfläche 1023 des Holzbalkens 1010.2 steht.

[0059] Die zweite Schraube 1020.2, kommt in einer zweiten Ebene 1021.2 zu liegen. Die Ebene 1021.2 steht ebenfalls senkrecht auf der Oberfläche 1023 des Holzbalkens 1010.2. Wie aus Figur 1b hervorgeht sind die Ebenen 1021.1, 1021.2, in denen die Schrauben zu liegen kommen im wesentlichen parallel zueinander, d. h. die Ebenen 1021.1, 1021.2 und damit die in den Ebenen liegenden Schrauben 1020.1, 1020.2 durchdringen sich nicht.

[0060] Die zu verbindenden Holzbalken 1010.1, 1010.2 stoßen rechtwinklig aneinander an. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1a-1b sind die beiden Abschnitte 1020.1.a, 1020.1.b und 1020.2.a sowie 1020.2.b gleich lang. Bei gleicher Holzart werden hierdurch optimal große Lasten übertragen.

[0061] Die Auswirkungen von kleinen Ungenauigkeiten zeigen sich deutlich in den Fig. 1c bis 1e. Die Gewindeabschnitte 1020.1.a, 1020.1.b, 1020.2.a, 1020.2.b sind in den beiden zu verbindenden Holzteilen nicht mehr gleich lang. Die übertragbare Last sinkt um 20 % oder mehr gegenüber der Verbindung in Fig. 1a-b, wenn gleiche Holzarten vorliegen. Bei unterschiedlichen Holzarten können unterschiedliche Längen der Gewindeabschnitte gewünscht sein, da der Unterschied im Holz in Bezug auf gleiche abzutragende Lasten kompensiert wird.

[0062] In Fig. 2 ist die Verbindung von nicht rechtwinklig aneinander anstoßenden Holzbauteilen gezeigt. Zur optimalen Lastübertragung ist es notwendig, dass die Schrauben unter Winkeln, die der Verbindung angepasst sind, individuell für jedes zu verbindende Holzbauteil bestimmt werden. Die nicht rechtwinklig zu verbindenden

Holzbalken sind mit den Bezugsziffern 1110.1, 1110.2, die Schrauben mit den Bezugsziffern 1120.1, 1120.2 bezeichnet.

[0063] Um geringe Durchbiegungen eines Durchlaufträgers zu erzielen, können Gerberträger mit einer Schraubverbindung eingesetzt werden, beispielsweise bei Dachaufbauten. Werden solche Träger in Dachaufbauten eingesetzt, so ergibt sich das Problem, dass die Eigenlast des Daches und die Schneelast nicht senkrecht zur Dachneigung stehen. Zu der Wind-Last senkrecht zur Oberfläche der Pfette kommt noch eine parallele Last dazu, der Sog (Schnees Schub).

[0064] Die Lasten 1015, 1017 der Verbindung der Holzteile 1210.1, 1210.2 sind in Fig. 3a eingezeichnet. Aus den Lasten 1015 und 1017 in Fig. 3a kann dann die Lage der Schrauben, d. h., ihre Einschraubrichtung bestimmt werden. Die Lage der Schrauben 1220.1, 1220.2, 1220.3, 1220.4 in einer Draufsicht auf den Träger bestehend aus den beiden Holzbalken 1210.1, 1210.2 zeigt Fig. 3b. Wie aus Fig. 3b hervorgeht sind die Ebenen 1024.1, 1024.2, 1024.3, 1024.4 in denen die Schrauben zu Liegen kommen nicht parallel zueinander, wie die Ebenen 1021.1, 1021.2 gemäß Fig. 1a-1b. Ebenen 1024.1, 1024.2, 1024.3, 1024.4 schneiden sich. Die in der Ebene liegenden Schrauben durchdringen sich nicht, da die Schrauben einen nicht dargestellten Neigungswinkel in der Ebene 1024.1, 1024.2, 1024.3, 1024.4 aufweisen..

[0065] Die Ebenen 1024.1, 1024.2, 1024.3, 1024.4 in denen die Schrauben liegen, stehen senkrecht auf der Oberfläche 1223 der Holzbalken 1210.1, 1210.2.

[0066] Noch aufwendiger ist die Bestimmung der Lage der Schrauben bei komplizierten Konstruktionen, z. B. bei einem Satteldach. Bei einem Satteldach ist es notwendig zunächst eine statische Berechnung zu führen. Sie hat die Aufgabe die zu übertragenden Kräfte zu berechnen. Diese Kräfte sind in den lokalen Koordinatensystemen auszudrücken und dann in die Berechnung einzuführen. Für jedes Teil der Holzkonstruktion gibt es ein lokales Koordinatensystem.

[0067] In Fig. 4 ist ein Ausschnitt einer Holzkonstruktion 3000 gezeigt. Die Balken der Holzkonstruktion sind mit 3010.1, 3010.2, 3010.3, 3010.4 bezeichnet. Die lokalen Koordinaten sind mit 3016.1, 3016.2, 3016.3 bezeichnet. Wie zu erkennen, sind die Koordinatensystem 3016.1, 3016.2, 3016.3 zu dem generellen Koordinatensystem 3021 verschoben und gedreht.

[0068] Nachdem die Koordinatensysteme definiert wurden, sind die zu übertragenden Kräfte im lokalen Koordinatensystem jedes Holzbauteiles festzulegen.

[0069] Dann sind die Lagen der Schrauben, insbesondere der Vollgewindeschrauben zu bestimmen, welche bevorzugt

- die zu übertragenden Kräfte aufnehmen können, indem sie insbesondere bevorzugt so angeordnet sind, dass

- die Gewindeteile in den zu verbindenden Hölzern die selbe Kraft übertragen können
- die Schrauben dabei ganz in den zu verbindenden Hölzern liegen
- die Schraubenachsen in keinem Holzteil zur Holzfaser einen geringeren Winkel als 30° bilden
- alle Schrauben an jedem Punkt die vorgeschriebenen Randabstände und die Achtabstände unter einander einhalten
- die Schrauben sich möglichst in der Verbindungsebene der zu verbindenden Hölzer kreuzen um die Übertragung von Momenten von einem zum anderen Holz und damit Nebenspannungen zu vermeiden.

- die Schrauben einander nicht berühren

[0070] Die Erfüllung aller oder eines Teiles dieser Bedingungen führt dazu, dass die Schrauben an ganz verschiedenen Orten in unterschiedlichen Höhen- und Seitenwinkel im Lokal-Koordinatensystem eingeschraubt werden müssen.

[0071] Aus Fig. 5a-5b ist die Lage der Schrauben für eine komplexe Holzkonstruktion, hier einer Dachkonstruktion in einer 3-dimensionalen Ansicht (Fig. 5a) und in einer Draufsicht (Fig. 5b) gezeigt.

[0072] Insgesamt werden fünf Balken 4010.1, 4010.2, 4010.3, 4010.4, 4010.5 miteinander verbunden. Der First ist mit 4010.1 bezeichnet, die Gratsparren mit 4010.2, 4010.3 und die Sparren mit 4010.4, und 4010.5. Die Verbindungsschrauben, deren Lage sich aus der Berechnung der Lasten ergibt sind mit 4020.1, 4020.2, 4020.3, 4020.4, 4020.5, 4020.6, 4020.7, 4020.8 bezeichnet.

[0073] Wie aus Fig. 5a und 5b ersichtlich, ist es zum Abtragen der Lasten bevorzugt, wenn die als Verbinder eingesetzten Schrauben, insbesondere Vollgewindeschrauben mit der erforderlichen Präzision gesetzt werden.

[0074] Erfindungsgemäß kann dies dadurch erreicht werden, wenn Führungsbohrungen gesetzt werden, in die dann selbstbohrende Verbinder, wie Vollgewindeschrauben eingedreht werden können.

[0075] Bevorzugt werden die Führungsbohrungen bereits bei der Herstellung der Holzbalken z. B. auf Abbundmaschinen eingebracht.

Der große Vorteil dieser selbstbohrenden, sehr rasch montierten Verbinder ist eine wirtschaftliche Holzverbindung, die höchste Lasten übertragen kann.

[0076] In Figur 6 ist eine weitere erfindungsgemäße Verbindung von zwei Holzbauteilen, hier vorliegend zwei Holzbalken 10.1, 10.2, die nur abschnittsweise dargestellt sind, gezeigt. Die Beschränkung auf zwei aneinander anstoßenden Holzbalken ist nur beispielhaft und nicht einschränkend.

[0077] Die dargestellte Verbindung der beiden Holzbalken 10.1, 10.2 wird entlang der Fläche 12, an der die beiden Holzbalken aneinander stoßen, durch vier belie-

big im Raum orientierte Schrauben 20.1, 20.2, 20.3, 20.4 hergestellt.

[0078] Zwischen die aneinander stoßenden Flächen der beiden Holzbalken kann ein elastisches Material eingebracht sein. Dieses elastische Material kann beispielsweise eine Schicht in Form einer Holzfaser oder einer Mineralfaserplatte sein, auch Kunststoffplatten wären möglich. Die Dicke einer derartigen Schicht kann im Bereich von 0,1 mm bis 10 cm liegen und bevorzugt ein weiches Material umfassen, wobei die Weichheit bzw. die Elastizität geringer ist als die Weichheit bzw. Elastizität der Holzbalken. Durch die elastische Zwischenschicht im Bereich der Fläche 12 der zu verbindenden Holzbalken wird erreicht, dass der Schwund und das Quellen des Holzes bei Verbindung von zwei Holzbalken kompensiert wird und ein Spalt, der zwischen den aneinander anstoßenden Holzbalken gebildet wird, geschlossen werden kann.

[0079] Wie aus Figur 6 hervorgeht, sind die Schrauben 20.1, 20.2, 20.3, 20.4 in unterschiedliche Ebenen eingedreht, wobei keine der Ebenen, in denen die Schrauben 20.1, 20.2, 20.3, 20.4 zu liegen kommen, zueinander parallel ist.

[0080] Auf diese Art und Weise können gegenüber herkömmlichen Verbindungen, wie sie beispielsweise aus der WO 01/65018 bekannt sind, signifikant höhere Lasten, insbesondere in völlig unterschiedlichen Richtungen abgetragen werden.

[0081] Besonders bevorzugt ist es, wenn zur Verbindung sogenannte selbstbohrende Vollgewindeschrauben eingesetzt werden. Derartige Vollgewindeschrauben sind beispielsweise in der DE 10 2006 057 259 A1 oder DE 10 2005 039 744 A1 bzw. der DE 10 2004 068 069 A1 beschrieben.

[0082] Für eine optimale Verbindung mit Vollgewindeschrauben ist deren dreidimensionale Lage in einer Holzverbindung wichtig - an einem Verbindungspunkt müssen oft Lasten in allen drei Dimensionen z. B. bezüglich der Achse eines länglichen Holzbalkens übertragen werden. Dabei wird die Axiallast durch das Gewinde ein- und ausgeleitet. Daher ist es vorteilhaft, wenn die Gewindeteile in den zu verbindenden Holzelementen bei gleichen Holzmaterialien gleich lang sind oder sich in einem bestimmten Verhältnis befinden, z. B. bei Verbindung von Holzteilen verschiedener Holzgüte bzw. Holzmaterialien. Damit dies erreicht werden kann, müssen die Schrauben sehr genau bezüglich Ort und Raumwinkel angeordnet werden.

[0083] Zur direkten Übertragung von Schublasten, also Lasten senkrecht zur Schraubenachse, sind Vollgewindeschrauben wenig geeignet. Um trotzdem Schublasten übertragen zu können, können diese in Zug- und Drucklasten aufgeteilt werden.

[0084] Um die Lage der mit Hilfe beispielsweise eines Programmes vorberechneten Verbindungen vor Ort realisieren zu können, ist vorgesehen, dass erfindungsgemäß an den mit Hilfe beispielsweise eines Programmes vorbestimmten Einschraubpunkten Führungsbohrungen

vorzusehen. Die Führungsbohrungen sind in der Regel in ihrer Länge so bemessen, dass zum einen die Lage der selbstbohrenden Schraube exakt bestimmt ist, zum anderen ein Verlaufen des Bohrers nicht auftritt, so dass die vorbestimmten Lagen und Raumwinkel genau eingehalten werden können.

[0085] In die Führungsbohrungen werden sodann die Schrauben eingebracht. Anschließend wird die selbstbohrende Schraube eingedreht. Durch die Führungsbohrungen werden nicht nur die Lage der Schrauben und deren Richtung genau festgelegt, auch die Neigung zum Aufreißen des Holzes beim Eindrehen der selbstbohrenden Schraube wird vermindert. Ein Aufreißen des Holzes kann noch weiter reduziert werden, wenn die Vollgewindeschraube mit einem Fräskopf und daran anschließenden Aufweitungsbereichen im Schaft ausgestattet sind, wie beispielsweise in der DE 10 2005 039 744 A1 oder DE 10 2004 018 069 A1 beschrieben.

[0086] Wie aus Figur 6 ebenfalls hervorgeht, ergeben sich bei dem dargestellten Anschluss bei Projektion der Schraube in eine Projektionsebene, beispielsweise in die durch die aneinander stoßenden Flächen definierte Fläche 12 Kreuzungspunkte in dieser Projektionsebene. Es sind aber auch Anschlüsse denkbar, bei denen sich die Schrauben in keiner Projektionsebene schneiden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn in einer geneigten Ebene Anschlüsse bzw. Holzverbindungen liegen, z. B. auf einem Dach. Auf einem Dach sind die Windlasten senkrecht zur Dachebene, die Eigen- und Schneelasten jedoch vertikal. Windverbände können die Holzverbindungen im Dach zudem parallel zur Dachebene belasten. Damit treten dort Lasten in allen drei Dimensionen auf.

[0087] Um diese im Anschluss bzw. der Verbindung der beiden Holzbauteile aufnehmen zu können, ist es vorteilhaft, wenn die Schrauben in der Verbindung der Anschlüsse eine 3-dimensionale Lage aufweisen.

[0088] Wie ebenfalls aus Figur 6 zu erkennen ist, sind der Einschraubpunkt und der Raumwinkel der Schrauben 20.1, 20.2, 20.3, 20.4 gerade so gewählt, dass genau je eine Hälfte des Gewindes 30.1.1 jeder Schraube z.B. der Schraube 20.1 in dem einen Holzbauteil 10.1 und die andere Hälfte 30.1.2 des Gewindes in dem anderen Holzbauteil 10.2 zum Liegen kommt. Hierdurch werden die übertragbaren Lasten, die immer durch den kürzeren Gewindeteil bestimmt werden, bei gleichen Holzarten der zu verbindenden Holzbauteile 10.1, 10.2 maximal. Die Länge der Führungsbohrungen bemisst sich im Regelfall nach dem Kerndurchmesser der Vollgewindeschrauben 20.1, 20.2, 20.3, 20.4. Vorliegend wurde die Eingriffslänge mit dem Bezugszeichen L für die Vollgewindeschraube 20.2 benannt.

[0089] Bevorzugt ist es, wenn die Führungsbohrungslänge zwischen dem 5-fachen bis zum 30-fachen des Kerndurchmessers des Gewindes liegt. Besonders bevorzugt ist es, wenn die Führungsbohrungslänge im Bereich vom 10-fachen bis 15-fachen des Kerndurchmessers der einzudrehenden Schraube liegt.

[0090] Die Führungsbohrungen liegen beispielsweise bei Kerndurchmessern von 10 mm bei 600 mm Schraubenlänge bzw. 8 mm bei 400 mm Schraubenlänge im Bereich von 40 mm bis 300 mm, bevorzugt im Bereich von 80 mm bis 150 mm. Die Führungsbohrungen weisen einen Durchmesser auf, der im Wesentlichen dem Kerndurchmesser der Schraube entspricht, wobei einige Zehntel Millimeter Abweichungen möglich sind.

[0091] Besonders bevorzugt ist es, wenn die Führungsbohrungen nicht auf der Baustelle eingebracht werden, sondern bereits bei der Herstellung der Holzteile, beispielsweise an den Abbundmaschinen. In einem solchen Fall können die rechnerisch bestimmten Einschraubpunkte und Raumwinkel mit Hilfe von Datenfiles aus dem CAD über CAM an die Abbundmaschine übergeben und dort gebohrt werden. Auf diese Art und Weise können Schablonen, die beispielsweise auf der Baustelle zum Einbringen der Führungsbohrung verwandt werden, überflüssig werden. Besonders bevorzugt ist es, wenn die Verbindungsschrauben bei einem automatisierten Vorbohren mit Hilfe von Bohrern an Abbundmaschinen einen Kerndurchmesser in geraden Millimetern, z.B. 4, 5, 6 und 8 mm aufweisen, anstelle der üblichen Außendurchmesser von geraden Millimetern, der bei derzeitigen Schrauben verwandt wird.

[0092] In Figur 7 ist eine mögliche Art des Einsatzes von mit Hilfe der Erfindung verbundenen Holzbalken außerhalb des Auflagers, genauer außerhalb des Momentennullpunktes des Trägers gezeigt. Der in Figur 7 gezeigte Gerberträger kann mehrere Gelenke aufweisen, von denen eines an der Stelle 110 gezeigt ist, das aus zwei Schraubenpaaren 100.1 und 100.2 besteht, welche die beiden Holzbalken erfindungsgemäß miteinander verbinden. Wenn keine automatisierte Übertragung der Führungsbohrlöcher bei der Herstellung auf Abbundmaschinen erfolgt, so könne diese auch mit Hilfe von Schablone gemäß den vorbestimmten Lagen und Raumwinkeln aus den Berechnungen auf der Baustelle in die jeweiligen Gerbergelenke 100.1, 100.2 eingebracht werden. Dies ist aber nicht bevorzugt, da für jede einzelne Geometrie eine eigene Schablone angefertigt werden müsste. Die Gerbergelenke 100.1, 100.2 sind mit Schrauben 120.1, 120.2, 120.3, 120.4 verbunden.

[0093] Bevorzugt werden der Einschraubpunkt und die Raumwinkel mit Hilfe eines eigenen, externen Programmes bestimmt, von dem dann die Daten an ein CAD-Programm übergeben werden.

[0094] Das CAD-Programm kann dann die Daten für die vorzubohrenden Löcher an die Abbundmaschine zusammen mit den übrigen Zuschnittdaten übergeben.

[0095] Alternativ kann das externe Programm, welches die Daten der Lage einer Schraube bestimmt, diese auch direkt an die Datei für die Zuschnittdaten des CAD-Programmes für die Abbundmaschine angehängt werden.

[0096] Bei der erfindungsgemäßen Verbindung z. B. eines Gerbergelenkes sind wiederum die Schrauben in unterschiedlichen Ebenen, die nicht zueinander parallel

liegen müssen, eingedreht. Auf diese Art und Weise ist es möglich, Schneelasten und die Eigenlast des Tragwerkes parallel zur Dachebene abzuleiten. Derartige parallel zur Dachebene entstehende Lasten, können mit konventionellen Verbindungen von Gerbergelenken mit Vollgewindeschrauben, bei denen die Vollgewindeschrauben mit parallelen Ebenen zur Längsachse des Holzbalkens zu liegen kommen, in nur sehr beschränktem Maße aufgenommen werden.

[0097] Wie allgemein bekannt, ist, wie in Fig. 8a dargestellt, eine Ableitung von Schubkräften senkrecht zur Schraubenachse einer Vollgewindeschraube, wie in Fig. 8a dargestellt, kaum möglich. Die Schrauben sind in Fig. 8a mit den Bezugsziffern 400.1, 400.2 dargestellt, die auftretenden Schubkräfte senkrecht zu den Vollgewindeschrauben mit Bezugsziffern 410.1, 410.2, 410.3.

[0098] Um Kräfte, wie in Fig. 8a dargestellt, bei der Verbindung von zwei Holzteilen 420.1, 420.2 übertragen zu können, ist es notwendig, wie in Fig. 8b dargestellt, die Schublasten in Druck- und Zuglasten aufzuteilen.

[0099] Dies bedingt, dass die Schrauben nicht in der in Fig. 8a gezeigten Richtung eingedreht werden, sondern, wie in Fig. 8b dargestellt, in die beiden Richtungen 510.1, 510.2 anstelle Richtung 500, die senkrecht auf der Schraubenachse steht. Die Schublast ist dann nicht mehr senkrecht zur Richtung der Schraubenachse, sondern aufgeteilt und steht unter einem Winkel $\neq 90^\circ$ zur Schraubenachse.

[0100] Bei einer Verbindung z. B. bei einem Gerbergelenk können die Schrauben in unterschiedlichen Ebenen, die nicht zueinander parallel liegen müssen, eingedreht sein. Auf diese Art und Weise ist es möglich, Schneelasten und die Eigenlast des Tragwerkes parallel zur Dachebene abzuleiten. Derartige parallel zur Dachebene entstehende Lasten, können mit konventionellen Verbindungen im allgemeinen nicht vollständig aufgenommen werden.

[0101] Mit der Erfindung wird es somit erstmals möglich, eine Verbindung insbesondere zwischen zu verbindenden Holzträgern anzugeben, mit der Lasten in unterschiedliche Richtungen abgetragen werden können. Des Weiteren wird ein Verfahren angegeben, mit dem die Verbindungselemente, insbesondere Verbindungsschrauben sicher in die vorgegebenen Lagen eingedreht werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbindung von wenigstens zwei Holzbauteilen, einem ersten Holzbauteil (10.1) und einem zweiten Holzbauteil (10.2) mit wenigstens einer in das erste und das zweite Holzbauteil eingreifenden Schraube (20.1, 20.2, 20.4), insbesondere Vollgewindeschraube mit einem Kerndurchmesser, zum Abtragen einer Last umfassend folgende Schritte:

- Bestimmen des Einschraubpunktes und des Raumwinkels der wenigstens einer Schraube (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) in das wenigstens erste und das wenigstens zweite Holzbauteil; aus den von den Holzbauteilen abzutragenden Lasten
- die wenigstens eine Schraube (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) wird in den bestimmten Einschraubpunkt unter dem bestimmten Raumwinkel eingedreht,

wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet ist, dass**

- vor dem Eindrehen der Schraube (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) mit Hilfe eines Bohrers am Einschraubpunkt unter dem Raumwinkel eine Führungsbohrung zur Verfügung gestellt wird, wobei die Länge der Führungsbohrung kurz ist und bevorzugt im Bereich vom 5-fachen bis zum 30-fachen des Kerndurchmessers der Schraube, insbesondere im Bereich vom 10-fachen bis 15-fachen des Kerndurchmessers liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die abzutragenden Lasten durch Berechnung ermittelt werden.
 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schrauben selbstbohrende Schrauben (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) sind, die nach Eindrehen in die Führungsbohrung selbstbohrend im vorgegebenen Einschraubpunkt und entlang des vorgegebenen Raumwinkels in das erste und das zweite Holzbauteil eingedreht werden.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschraubpunkte und der Raumwinkel durch ein Datenverarbeitungsprogramm ermittelt und die Führungsbohrungen mit Hilfe von CAM an Maschinen, insbesondere Abbundmaschinen, für das wenigstens erste und das wenigstens zweite Holzbauteil übermittelt werden.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschraubpunkte und Raumwinkel derart bestimmt werden, dass die Schrauben, die die zu übertragenden Kräfte aufnehmen können, so angeordnet sind, dass
 - die Gewindeteile in den zu verbindenden Hölzern im wesentlichen dieselbe Kraft übertragen können
 - die Schrauben dabei im wesentlichen vollständig in den zu verbindenden Hölzern liegen
 - die Schraubenachsen in keinem Holzteil zur

- Holzfasern einen geringeren Winkel als 30° bilden
- die Schrauben einander nicht berühren.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei Schrauben, eine erste Schraube (20.1) und eine zweite Schraube (20.2), in das erste (10.1) und das zweite Holzbauteil (10.2) eingreifen, wobei erste und zweite Schraube in Ebenen, die senkrecht zu wenigstens einer Oberfläche wenigstens des ersten oder zweiten Holzbauteiles stehen zu liegen kommen, wobei diese Ebenen nicht parallel zueinander sind.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nicht zueinander parallelen Ebenen eine erste Ebene und eine zweite Ebene sind, die sich schneiden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehr als zwei Schrauben vorgesehen sind, wobei jede Schraube in einer eigenen Ebene, die senkrecht auf wenigstens einer Oberfläche wenigstens eines Holzbauteiles steht, zu liegen kommt.
9. Verwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei erstes und zweites Holzbauteil Teil eines
 - Haupt-/Nebenträgeranschlusses
 - Riegel-/Pfostenanschluss
 - Pfosten-/Balkenanschluss
 - Verbindung von Rahmen und Sparren am First und an der Traufe sind.
10. Verbindung von wenigstens zwei Holzbauteilen, wenigstens einem ersten Holzbauteil (10.1) und wenigstens einem zweiten Holzbauteil (10.2) mit wenigstens zwei in das erste und das zweite Holzbauteil eingreifenden Schrauben (20.1, 20.2, 20.3, 20.4), **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei Schrauben (20.1, 20.2) in unterschiedlichen Ebenen, die senkrecht auf wenigstens einer Oberfläche wenigstens eines der Holzbauteile (10.1, 10.2) steht zu liegen kommen, wobei die erste und die zweite Ebene nicht parallel zueinander sind.
11. Verbindung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich erste und zweite Ebene schneiden.
12. Verbindung nach einem der Ansprüche 10 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung wenigstens drei Schrauben umfasst, die in drei unterschiedlichen Ebenen zu liegen kommen

men.

- 13.** Verbindung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die unterschiedlichen Ebenen nicht parallel zueinander sind. 5
- 14.** Verbindung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Holzbauteile Führungsbohrungen aufweisen, wobei die Führungsbohrungen kurz sind und bevorzugt die Länge der Führungsvorrichtung im Bereich vom 5-fachen bis zum 30-fachen des Kerndurchmessers der Schraube, insbesondere im Bereich vom 10-fachen bis 15-fachen des Kerndurchmessers liegt. 10 15
- 15.** Holzkonstruktion mit einer Vielzahl von zu verbindenden Holzteilen, wobei für jedes zu verbindende Holzteil die abzutragenden Lasten bestimmt werden und die Verbindungen der Vielzahl von Holzteilen mit einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 erfolgt. 20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1a

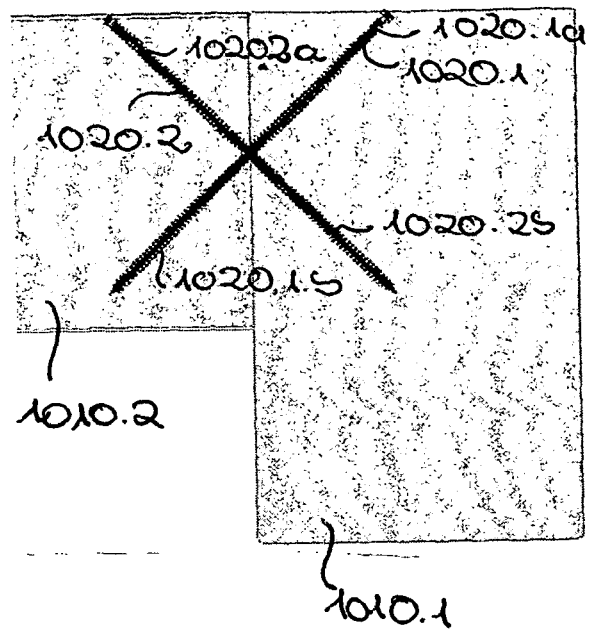
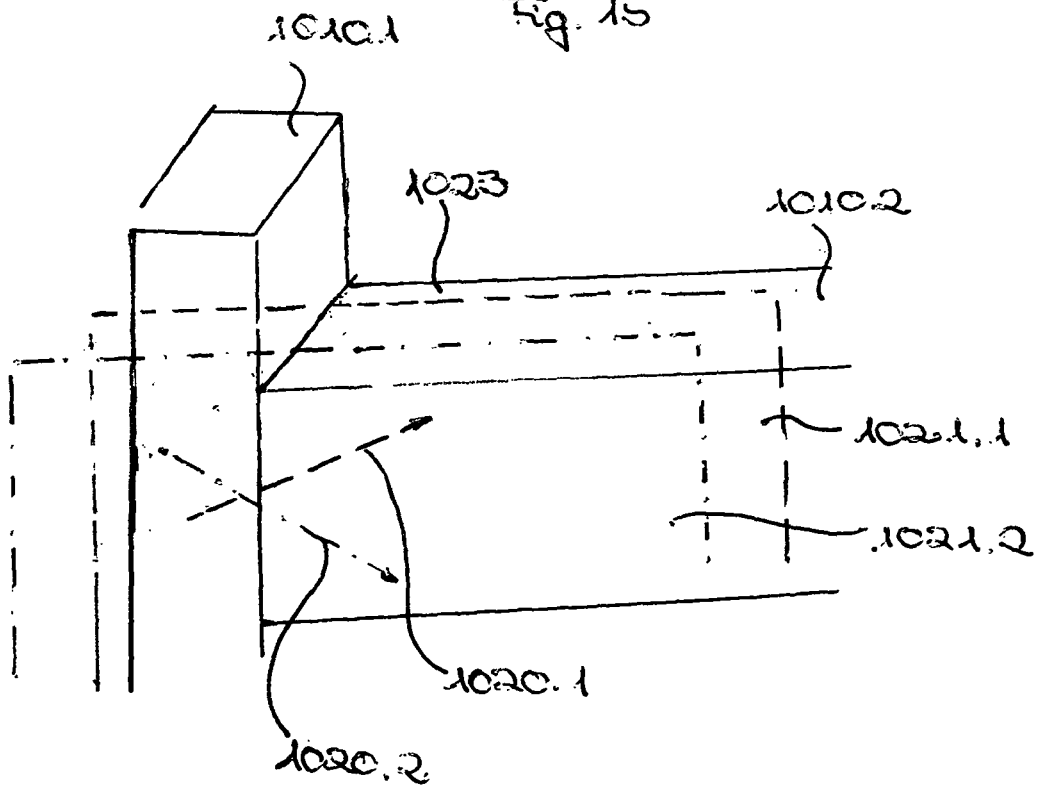


Fig. 1b



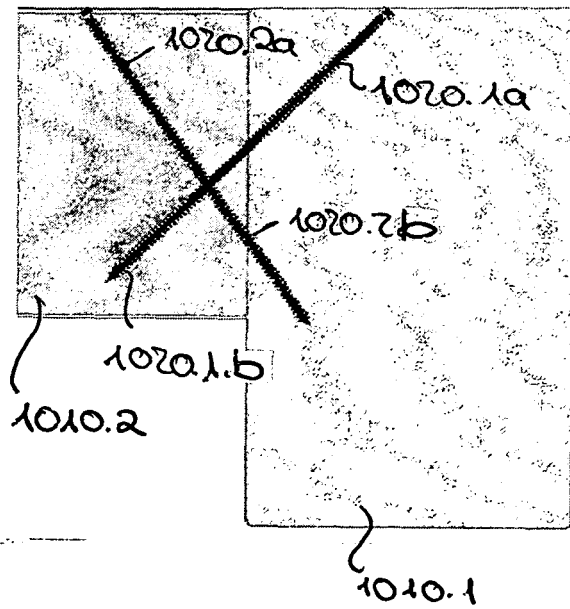
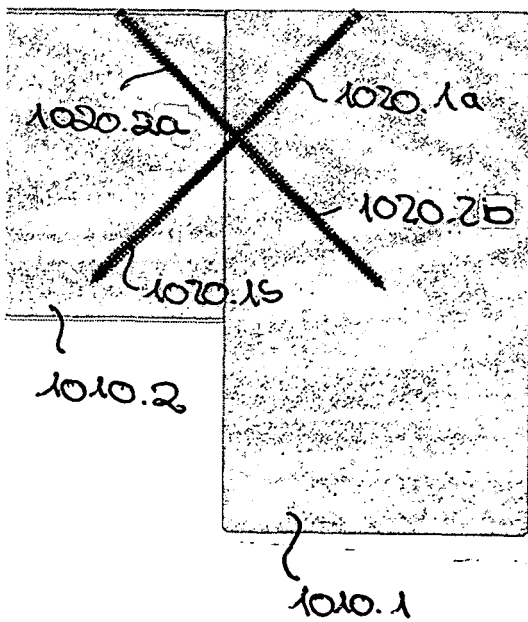
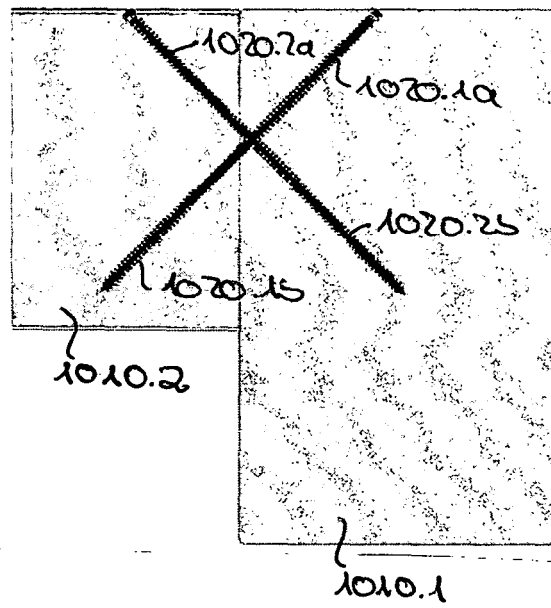
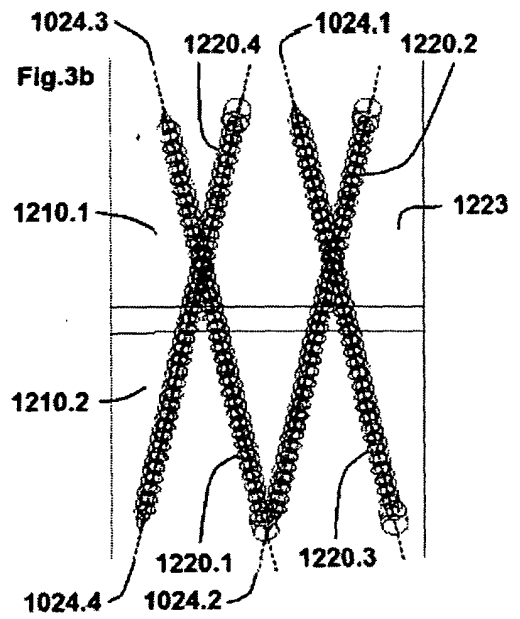
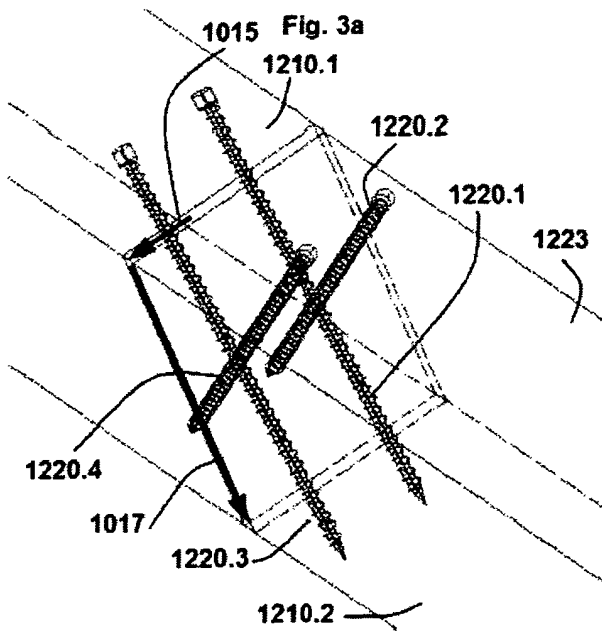
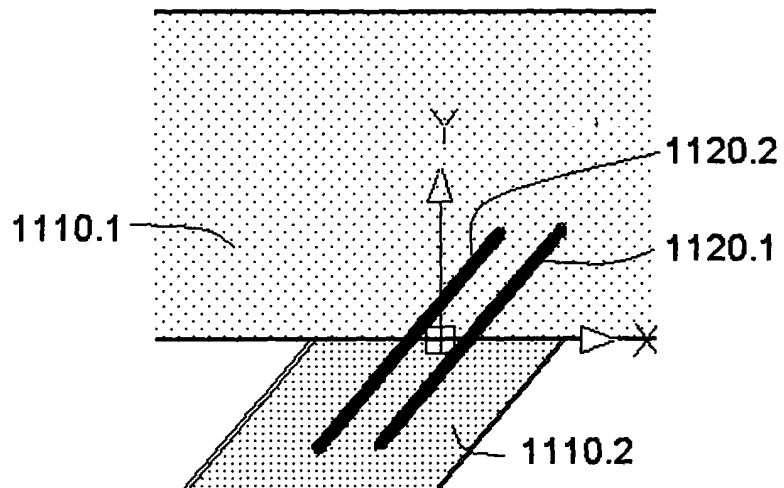


Fig.2



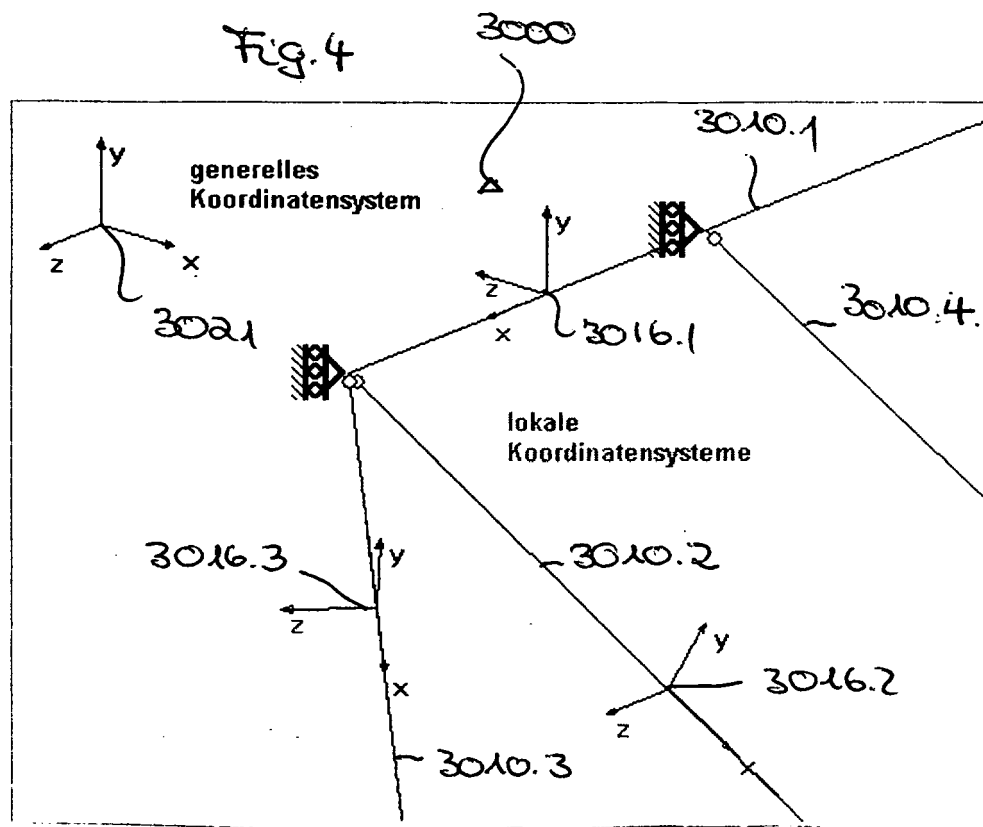


Fig. 5a

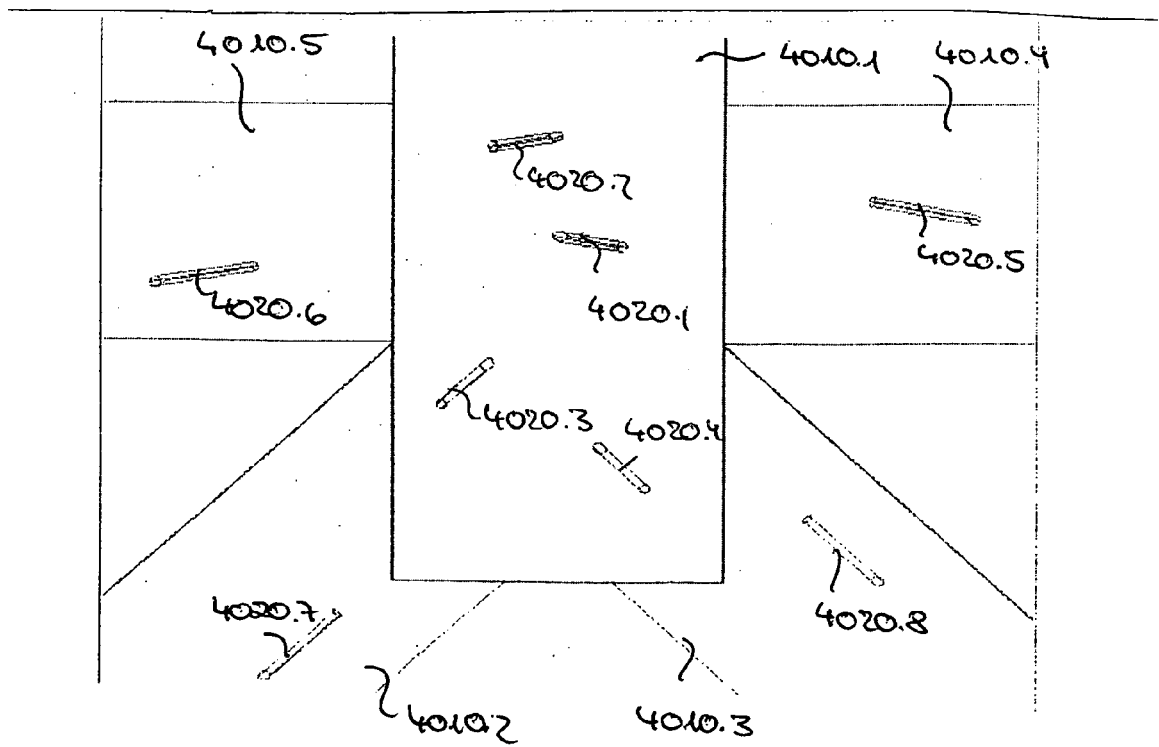
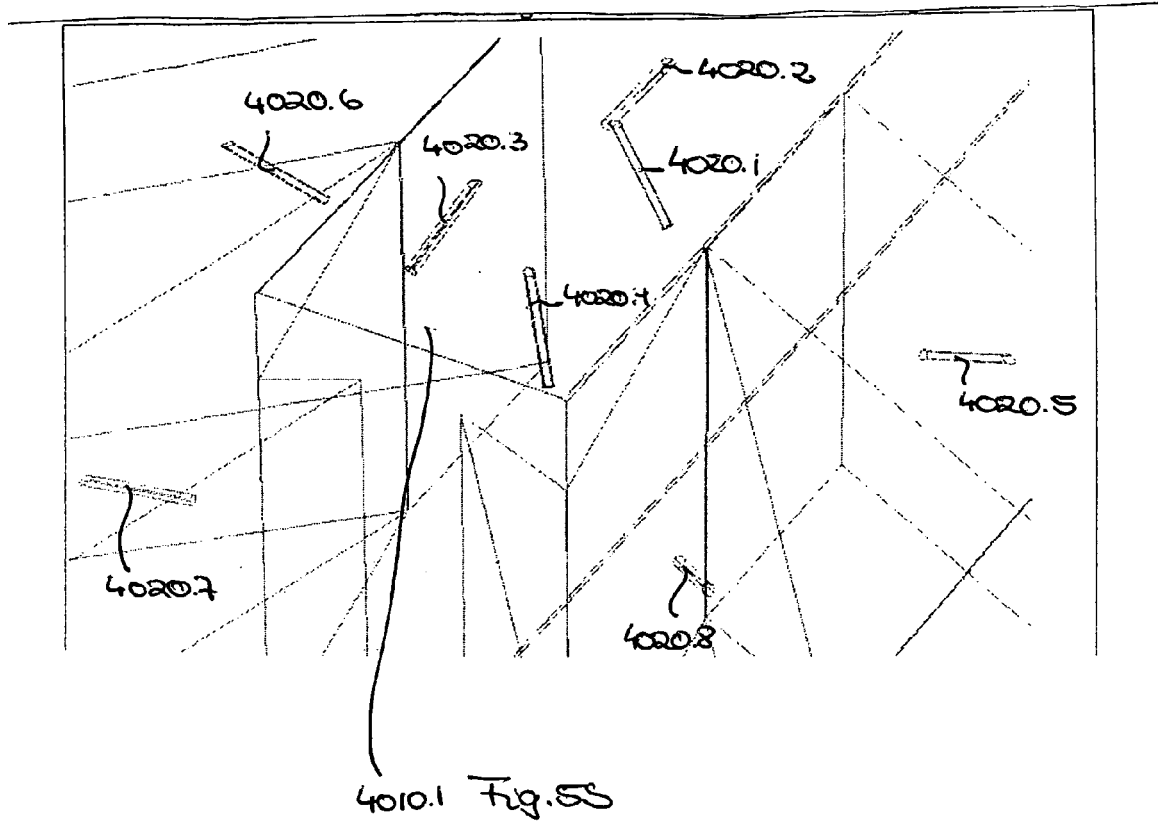
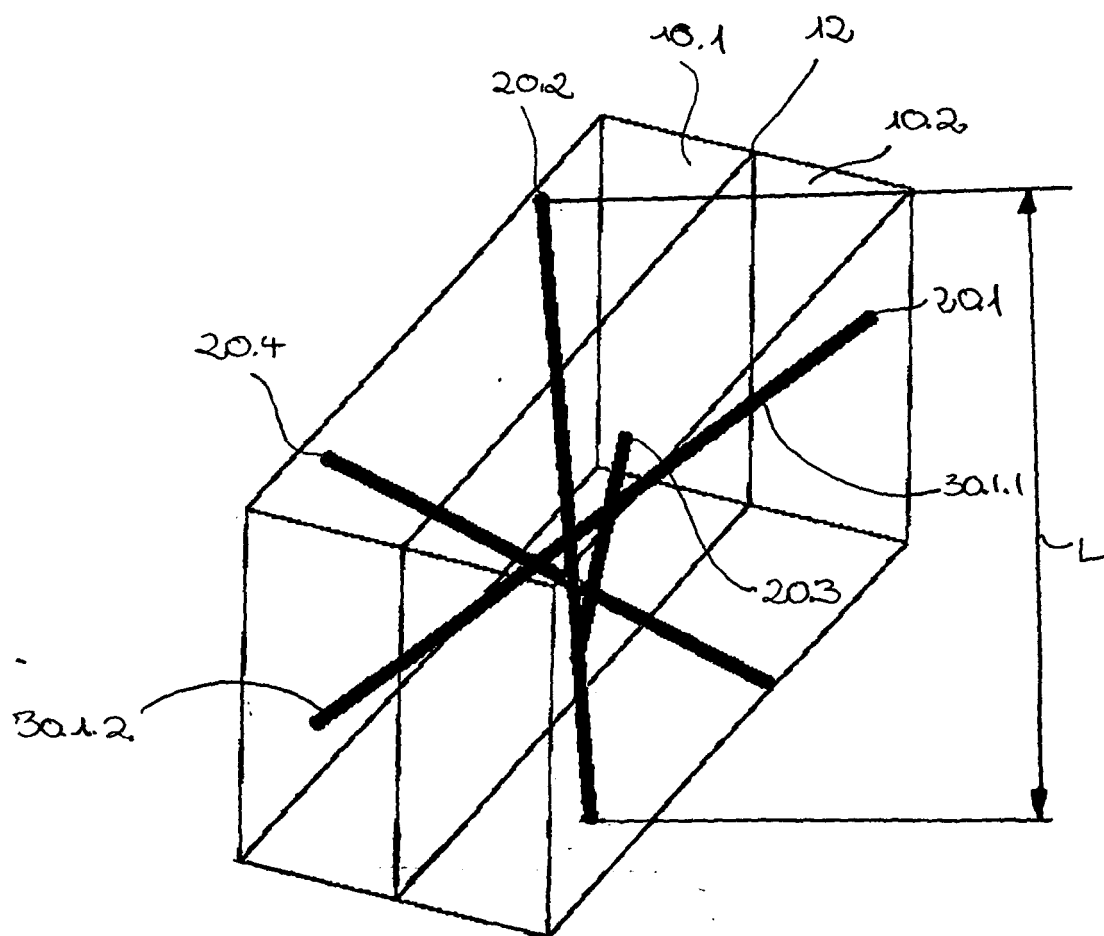
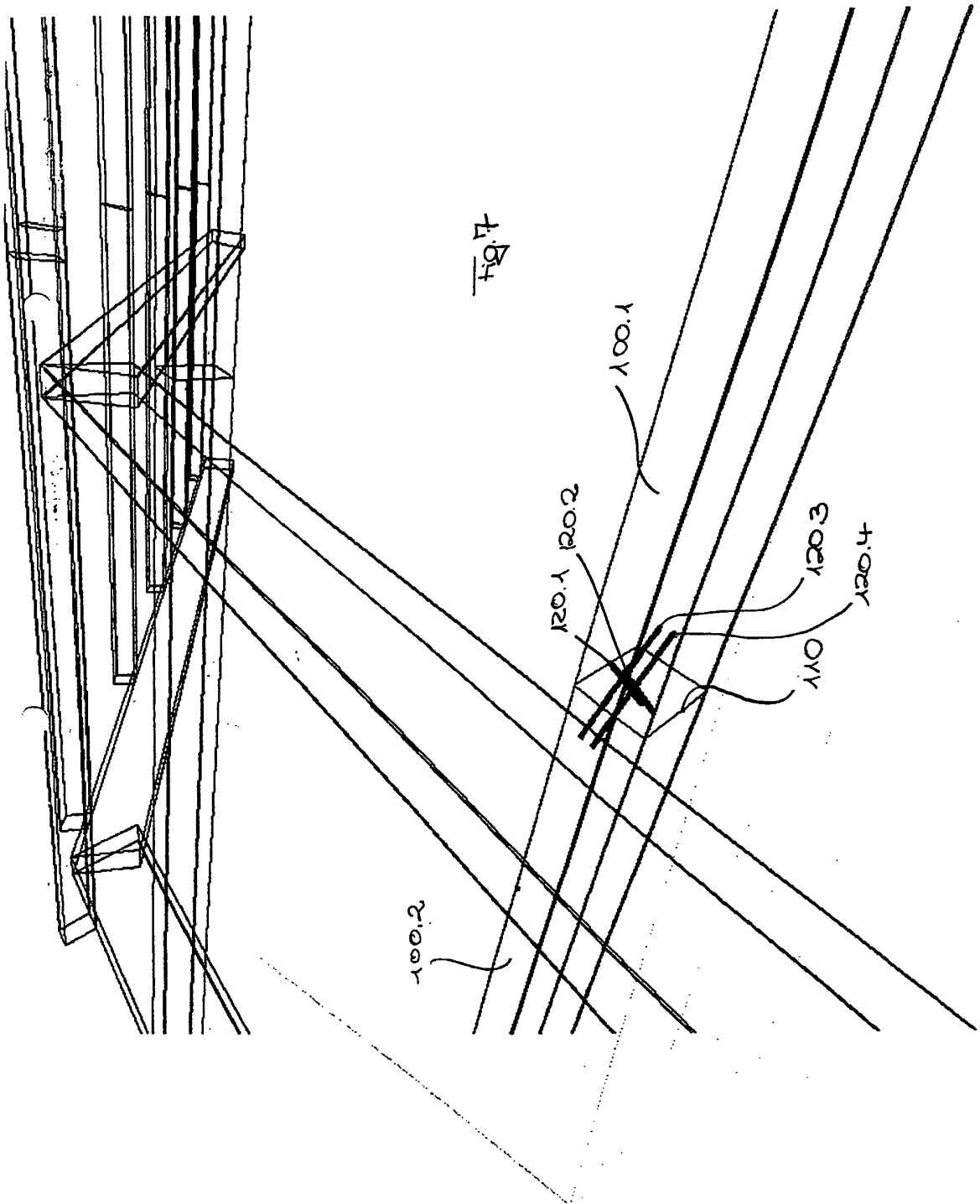


Fig. 6





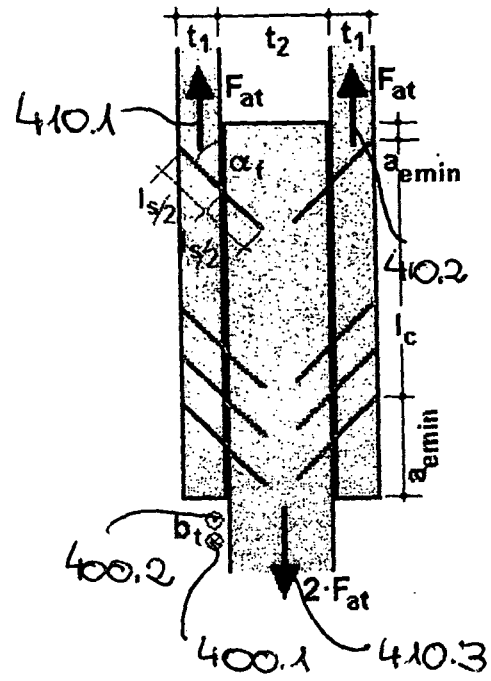
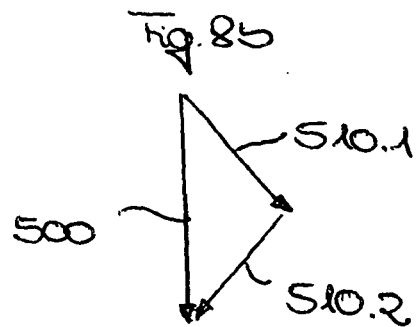


Fig. 8a.



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 706759 C [0004]
- FR 865513 A [0004]
- DE 19724284 A [0005]
- WO 0165018 A [0006] [0007] [0008] [0009] [0056] [0057] [0080]
- DE 29920853 [0012] [0013]
- EP 2003348 A [0014]
- DE 19712175 [0015]
- DE 102006057259 A1 [0022] [0081]
- DE 102005039744 A1 [0022] [0081] [0085]
- DE 102004018069 A1 [0022] [0085]
- DE 102004068069 A1 [0081]