

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 597/2006**

(51) Int. Cl.⁸: **G01N 3/08** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **06.04.2006**

(43) Veröffentlicht am: **15.10.2006**

(30) Priorität:

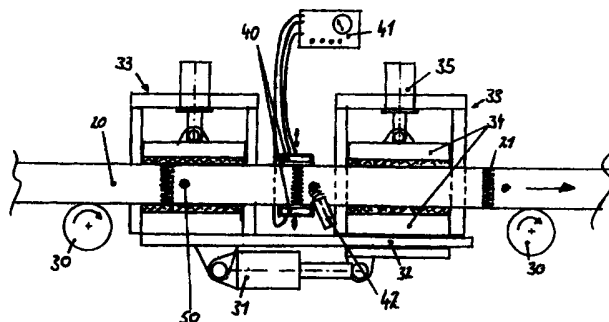
11.04.2005 DE 102005016738
beansprucht.

(73) Patentanmelder:

MINDA INDUSTRIEANLAGEN GMBH
D-32423 MINDEN (DE)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ZERSTÖRUNGSFREIEN ÜBERPRÜFUNG VON HOLZBAUTEILEN**

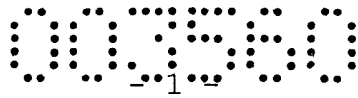
(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung (9) zur zerstörungsfreien Überprüfung von Holzbauteilen (20), insbesondere von Keilzinkenverbindungen in Konstruktionsvollholz. Das Holzbauteil (20) wird mit einer definierten Zugkraft unterhalb einer charakteristischen Festigkeit belastet, gleichzeitig wird eine Messung von Parametern bezüglich des Dehnungsverhaltens und/oder des Schwingungsverhaltens des Holzbauteils (20) im Bereich der Zugbelastung oder nur des Schwingungsverhaltens durch eine Messeinrichtung (40) durchgeführt. Die Messeinrichtung (40) ist zwischen Einrichtungen (33) zur Aufbringung einer Zugkraft auf das Holzbauteil (20) vorgesehen.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung (9) zur zerstörungsfreien Überprüfung von Holzbauteilen (20), insbesondere von Keilzinkenverbindungen in Konstruktionsvollholz. Das Holzbauteil (20) wird mit einer definierten Zugkraft unterhalb einer charakteristischen Festigkeit belastet, gleichzeitig wird eine Messung von Parametern bezüglich des Dehnungsverhaltens und/oder des Schwingungsverhaltens des Holzbauteils (20) im Bereich der Zugbelastung oder nur des Schwingungsverhaltens durch eine Messeinrichtung (40) durchgeführt. Die Messeinrichtung (40) ist zwischen Einrichtungen (33) zur Aufbringung einer Zugkraft auf das Holzbauteil (20) vorgesehen.

(Fig. 2)



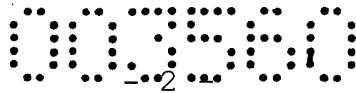
Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur zerstörungsfreien Überprüfung von Holzbauteilen, insbesondere von Keilzinkenverbindungen in Konstruktionsvollholz, sowie eine Vorrichtung zur Überprüfung der Festigkeit von Holzbauteilen, insbesondere stangenförmiger Holzbauteile, mit Einrichtungen zum Aufbringen einer Zugkraft auf das Holzbauteil.

Die Erfindung ist insbesondere auf eine zerstörungsfreie Prüfung geklebter Holzverbindungen gerichtet, vorzugsweise in einteilig keilgezinktem Vollholz, welches in Serie gefertigt wird.

Der zunehmende Einsatz von Holzwerkstoffen im Bauwesen ist eng mit der Entwicklung und Verbreitung von keilgezinktem, einteiligem oder mehrteiligem Stangenholz verbunden. Einteiliges Stangenholz ist sogenanntes Konstruktionsvollholz, mehrteiliges Stangenholz ist beispielsweise Brettschichtholz oder Duo- oder Triolam.

Durch visuelle oder aufwendige maschinelle Sortierverfahren können aus einer Menge zugeschnittenen Rohholzes Mengenteile mit unterschiedlichen Festigkeitsklassen aussortiert werden. Der Anteil der hohen Festigkeitswerte kann durch das Herausschneiden lokaler Fehlstellen, z.B. Astlöcher, Risse oder Verkrümmungen, aus einzelnen Holzstücken signifikant gesteigert werden. Die einer bestimmten Festigkeitsklasse zugeordneten und von Fehlstellen befreiten Holzstücke werden anschließend mit Keilzinkenverbindungen zu einem stangenförmigen Holzbauteil zusammengefügt. Dieses Holzbauteil hat dann die gleiche Festigkeitsklasse wie die dafür verwendeten Holzstücke. Damit ist es möglich, Bauteillängen von 50 m oder mehr, also erheblich größer als es die Länge des üblicherweise vorhandenen Rohholzes zulassen würde, bereitzustellen.

Eine Keilzinkenverbindung wirkt sich ordnungsgemäß ausgeführt in keiner Weise festigkeitsmindernd auf das Holzbauteil aus. Für die ordnungsgemäße Ausführung ist aber ein hoher maschinentechnischer Aufwand mit sorgfältiger Bedienung und aufwendiger Prozessüberwachung erforderlich. Fertigungsbetriebe, die eine Keilzinkenverbindung ausführen wollten, müssen von einem unabhängigen Prüfinstitut dazu zertifiziert werden, erst dann erlangen sie eine Leimgenehmigung. Außerdem müssen sie sich zu einer sorgfältigen

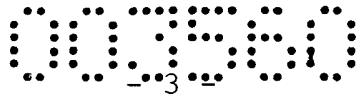


tigen Eigenüberwachung verpflichten und werden zusätzlich durch eine Fremdüberwachung, welche die Zertifizierungsstelle durchführt, überprüft.

Für die Eigenüberwachung müssen zu jeder Sortierklasse und Arbeitsschicht zwei zusätzliche Keilzinkenverbindungen produziert und nach dem Aushärten der Klebeverbindung in einem Biegeprüfstand bis zum Bruch belastet werden. Die Bruchkraft wird gemessen und dokumentiert und gestattet eine Aussage über die grundsätzliche Einhaltung der erforderlichen Produktionsparameter. Die Fremdüberwachung nimmt zusätzlich in größeren Zeiträumen unangemeldet Stichproben aus dem Produktionsbetrieb. Von 20 genommenen Proben darf nur eine Probe den charakteristischen Festigkeitswert (5 % Fraktile) unterschreiten. Nachteilig an diesem Überprüfungsverfahren ist die zerstörende Prüfung der Keilzinkenverbindung bzw. des Holzbauteiles sowie der hohe zeitliche Versatz der Prüfung zu der Produktion.

Insgesamt haben jedoch diese Prüfungsmaßnahmen zu einer hohen Produktionssicherheit und damit verbunden zu einer hohen Akzeptanz und Verbreitung von einteilig keilgezinktem Vollholz und Brettschichtholz geführt. Jedoch stellen einzelne Schadensfälle, auch wenn sie selten auftreten, diese Akzeptanz immer wieder in Frage. Im Extremfall kann von der Festigkeit einer einzelnen Keilzinkenverbindung die Standfestigkeit eines gesamten Gebäudes abhängen.

Zum Erreichen einer noch höheren Produktionssicherheit wird das sogenannte „Proof Loading-Verfahren“ angewendet. Jedes Bauteil wird von einer speziellen Prüfanlage, die üblicherweise im Produktionsprozess integriert ist, geprüft. Das Bauteil wird an beiden Enden eingespannt und mit einer vorgegebenen Zuglast, welche in Abhängigkeit von der Dimension des Bauteils und der Festigkeitsklasse zugeordnet ist, belastet. Bauteile mit einem signifikanten Fehler versagen, werden aussortiert und können nachgebessert werden. Nachteilig an diesem Verfahren ist, dass Fehlstellen, die die Prüfbelastung gerade noch überstehen, nicht erkannt werden. Die Prüfbelastung kann an diesen Fehlstellen jedoch zu Schädigungen führen, die die Festigkeit des Holzbauteiles nachteilig beeinflussen.



Eine Erhöhung der Prüflast würde zwar zu einer höheren Sicherheit führen, kann aber weitere Vorschädigungen nach sich ziehen und wird den Ausschuss erhöhen.

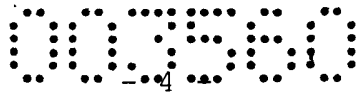
Aus der AT 1699/2003 A ist ein Verfahren zur Qualitätssicherung von Langholz bekannt, bei dem Langholz mit einer definierten Zuglast beaufschlagt wird. Während der Zugbelastung wird die Dehnung des gesamten Bauteils gemessen. Dadurch kann eine erhöhte Sicherheit bei der Erkennung von Fehlstellen gewährleistet werden, das Problem der Schädigung der Holzbauteile bleibt dabei bestehen. Zudem ist die Lokalisierung einer Fehlstelle nur bei Versagen des Langholzes möglich.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Prüfung von Holzbauteilen bereitzustellen, mit denen ohne Zerstörung des Holzbauteiles eine Aussage über die Festigkeit gewonnen werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 17 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, dass das Holzbauteil abschnittsweise mit einer definierten Zugkraft unterhalb seiner charakteristischen Festigkeit belastet und gleichzeitig eine Messung von Parametern bezüglich der Schallemissionen und/oder des Schwingungs- und Dehnungsverhaltens des Holzbauteils im Bereich der Zugbelastung durchgeführt wird. Durch die gleichzeitige, zerstörungsfreie Messung von Prüfparametern des belasteten Abschnittes ist es möglich, eine Aussage über seine Festigkeit zu gewinnen. Dabei ist es vorteilhaft, dass die aufzubringende Prüflast, also Zugkraft, wesentlich niedriger als die Bruchlast einer aufzuspürenden Fehlstelle sein kann. Minimale Fehlstellen in dem betrachteten Holzbauteilabschnitt, beispielsweise eine teilweise fehlerhafte Keilzinkenverbindung oder eine andere Fehlstelle, erzeugen unter Belastung an den Zinkenspitzen oder



in den Fehlstellenbereichen Emissionen im Ultraschallbereich, welche durch eine geeignete Sensorik erfasst werden. Fehlstellen können auch durch Nichtlinearitäten im lokalen Dehnungsfeld erkannt werden. Das lokale Schwingungsverhalten kann sowohl zusammen mit der Aufbringung einer Zugkraft als auch ohne Zugkraft gemessen werden und trägt zur Verbesserung der Aussagegenauigkeit bei.

Zur Durchführung des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Holzbauteil in Klemmeinrichtungen eingespannt und die Klemmeinrichtungen voneinander weg bewegt werden, insbesondere ist eine hydraulische Belastung der Klemmeinrichtungen vorgesehen. Dadurch ist es möglich, eine getaktete Messung und Überprüfung des Holzbauteiles durchzuführen.

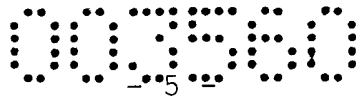
Alternativ kann das Holzbauteil mit zwei gegenläufigen Antriebskräften beaufschlagt werden, beispielsweise über Rollenpaare oder Raupenkettenspaare, die mit gegenläufigen Antriebsmomenten angetrieben werden.

Statt einer getakteten Messung bzw. Prüfung kann das Holzbauteil zwischen zwei Fördereinrichtungen mit unterschiedlichen Antriebsmomenten eingespannt gefördert werden, wobei eine Messeinrichtung bzw. Messeinrichtungen zwischen den Fördereinrichtungen die jeweiligen Parameter aufnehmen.

An der Messstelle werden vorzugsweise lokale Dehnungsmessungen durchgeführt, um Nichtlinearitäten im lokalen Dehnungsfeld zu erkennen. Die Messung dieser Dehnungen kann berührungslos mit einem Laserextensiometer oder mit berührenden Schneiden und einer Messung auf Dehnungsmessstreifen-Basis erfolgen.

Ebenfalls ist es vorgesehen, dass eine akustische Emission an der Messstelle aufgenommen wird, wobei Schallemissionen im Ultraschallbereich erfasst werden, die unter Belastung im Bereich der Fehlstellen oder Fügstellen auftreten. Die Ankopplung der Messeinrichtung bzw. Sensorik an das Holzbauteil erfolgt bevorzugt ohne Kopplungshilfsmittel, wie z.B. ein Gel.

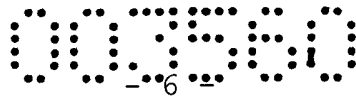
Alternativ oder ergänzend ist vorgesehen, dass eine Schwingungs-



anregung des Holzbauteiles erfolgt und das Schwingungsverhalten des Holzbauteiles über einen Sensor gemessen wird. Da Fehlstellen eine Störung der lokalen Steifigkeit innerhalb des Holzbauteiles darstellen, können durch Transmissionsparameter, beispielsweise für Ultraschallwellen, diese Störungen charakterisiert werden. Für die Messung der Transmissionsparameter werden energiereiche, vorzugsweise niederfrequente Ultraschallwellen oder Impulse auf das Holzbauteil aufgegeben, und der Durchlauf dieser Schallwellen wird mit einer geeigneten Sensorik gemessen und ausgewertet. Das Transmissionsverhalten wird mit oder ohne eingeleitete Zugkräfte gemessen.

Es ist vorgesehen, dass weniger als 70% der charakteristischen Festigkeit des Holzbauteiles als Zugkraft aufgebracht wird, so dass das Holzbauteil bzw. eine Verbindungsstelle zweier Holzteile durch das verminderte Lastniveau und durch den Einsatz der zerstörungsfreien Prüf- und Messverfahren nicht unerkannt beschädigt oder vorgeschädigt wird. Somit ist es möglich, Holzbauteile mit einer niedrigen, aber noch zulässigen Festigkeit ohne Materialzerstörung zu prüfen, lediglich Verbindungen und Fehlstellen mit einer sehr geringen, nicht mehr zulässigen Festigkeit werden bei einem solchen Verfahren zerstört. Diese Holzbauteile müssten in jedem Fall ausgesondert oder nachgebessert werden. Durch die niedrige Zugkraft, die bei der Prüfung der Holzbauteile aufgebracht wird, wird der maschinelle Aufwand der Prüfvorrichtung geringer, so dass die Anlage leichter und kostengünstiger ausgeführt werden kann. Mögliche Beschädigungen, die durch das mechanische Einleiten der Zugkraft auf die Oberfläche des Bauteiles hervorgerufen werden können, also im Bereich der Krafteinleitung, werden reduziert, da die Zugkräfte wesentlich niedriger als bei den herkömmlichen Prüfverfahren dimensioniert werden. Die erforderliche Anpresskraft für die Prüfeinrichtungen oder Andruckrollen ist niedriger als bei herkömmlichen Verfahren, so dass im Bereich der Einspannung des Holzbauteiles in eine Prüfeinrichtung eine verminderte Materialbeeinflussung auftritt.

Bevorzugt wird die Messung an einer Fügestelle zweier Holzbauteile durchgeführt, an denen diese miteinander verleimt sind.

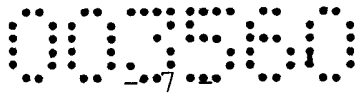


Insbesondere bei einem getakteten Verfahren ist vorgesehen, dass zu überprüfende Stellen des Holzbauteiles markiert werden, das Holzbauteil durch eine entsprechende Prüfeinrichtung hindurchgeführt und über einen Sensor die zu prüfende Stelle ermittelt wird. Messeinrichtungen werden in Abhängigkeit von den Sensordaten im Bereich der zu prüfenden Stelle positioniert. Dadurch ist es möglich, dass gezielt ausgewählte Stellen des Holzbauteiles, beispielsweise Verbindungsstellen, geprüft werden können, indem die zu prüfende Stelle exakt der entsprechenden Messeinrichtung zugeordnet werden kann.

Als Fehlstelle erkannte Bereiche des Holzbauteiles können markiert und später herausgetrennt werden, da durch abschnittsweises Aufbringen einer Zuglast eine örtliche Auflösung der Messergebnisse erfolgt. Die Messergebnisse können dem jeweiligen Holzbauteilabschnitt sicher zugeordnet werden, so dass durch die Kombination einer geringen Prüflast, einer zusätzlichen Messung von zerstörungsfrei gewonnenen Parametern und einer örtlichen Auflösung die Aussagegenauigkeit über Fehlstellen und den Ort der Fehlstellen signifikant erhöht werden kann.

Neben einem Markieren und Heraustrennen erkannter Fehlstellen ist es möglich, dass über das Verfahren die Festigkeit bzw. die Festigkeitsklasse des Holzbauteiles bestimmt und das Holzbauteil einer Festigkeitsklasse zugeordnet und entsprechend gekennzeichnet wird.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Überprüfung der Festigkeit von Holzbauteilen, insbesondere stangenförmiger Holzbauteile, mit Einrichtungen zum Aufbringen einer Zugkraft auf das Holzbauteil, sieht vor, dass zumindest eine Messeinrichtung zur Erfassung von Parametern bezüglich der Schallemission und des Schwingungs- oder Dehnungsverhaltens des Holzbauteiles vorgesehen ist, wobei die Schallemissionen, das Schwingungs- oder Dehnungsverhalten des Holzbauteiles zwischen den Einrichtungen zum Aufbringen der Zugkraft erfasst wird. Die Messeinrichtung bzw. Messeinrichtungen sind als Extensiometer oder Schwingungssensor, insbesondere Ultraschallsensor ausgebildet, wobei die Extensiometer als Laserextensiometer oder auf Basis von Dehnungsmessstreifen aufgebaut sein können.



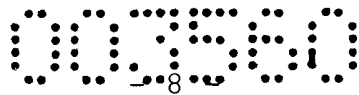
Zur Feststellung des Schwingungsverhaltens ist vorgesehen, dass ein Schwingungserreger oder ein Impulserreger der Messeinrichtung zugeordnet ist, über die Schwingungen oder ein Impuls in das Holzbauteil eingeleitet werden. Durch die Impulsantwort bzw. das Transmissionsverhalten des Holzbauteiles ist es möglich, Fehlstellen zu erkennen und Festigkeiten des Holzbauteiles zu bestimmen.

Die Einrichtungen zur Aufbringung von Zugkräften auf das Holzbauteil sind als zwei gegeneinander verfahrbare Klemmeinrichtungen ausgebildet, die an dem Holzbauteil festlegbar, insbesondere festklemmbar sind. Diesen Klemmeinrichtungen ist zumindest ein Hydraulikzylinder zum Verfahren der Klemmeinrichtungen auseinander zugeordnet, um eine Zugkraft auf das Holzbauteil aufbringen zu können. Alternativ sind die Einrichtungen zur Aufbringung der Zugkraft als gegeneinander verspannte Rollenpaare oder Raupenkettenspaare ausgebildet.

Der Messeinrichtung ist eine Auswerteeinheit für die Messergebnisse zugeordnet, so dass unmittelbar nach der Prüfung entschieden werden kann, ob Fehlstellen vorliegen, wo diese vorhanden sind, in welchen Festigkeitsklassen das Holzbauteil eingeordnet werden kann und ob oder wo Fehlstellen entfernt werden müssen.

Insbesondere bei einer getakteten Prüfung des Holzbauteiles ist es vorgesehen, dass eine Fördereinrichtung zum Zuführen und Abtransportieren der zu prüfenden Holzbauteile vorgesehen ist, die das zu prüfende Holzbauteil relativ zu den Klemmeinrichtungen oder Rollen- oder Raupenkettenspaaren fördert. Nach der Positionierung des zu prüfenden Abschnittes des Holzbauteiles werden die Klemmeinrichtungen auf das Holzbauteil aufgesetzt und bringen eine definierte Zugkraft auf. Die zu prüfende Stelle wird dann von den Messeinrichtungen untersucht.

Wenn gezielt bestimmte Stellen des Holzbauteiles, beispielsweise eine Verbindungsstelle zweier Holzteile, geprüft werden soll, ist es vorteilhaft, wenn ein Sensor zur Erfassung einer Markierung auf dem Holzbauteil oder zur Erfassung der Prüfstelle vorgesehen ist, der mit einer Steuerung gekoppelt ist, die die Einrich-



tungen zum Aufbringen einer Zugkraft und bevorzugt auch die Einrichtungen zum Fördern des Holzbauteiles steuert. Das Holzbauteil wird dann solange von der Fördereinrichtung transportiert, bis der Sensor die Markierung oder die zu prüfende Stelle erfasst. Der Sensor ist bevorzugt ein optisches Erkennungssystem, welches eine Verbindungsstelle oder eine Farbmarkierung im Durchlauf erkennt. Auf der Basis der Sensordaten wird dann die Fördereinrichtung angehalten. Die Zugkräfte werden aufgebracht und an der Prüfstation wird gemessen.

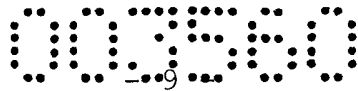
Der Vorrichtung zum Überprüfen der Holzbauteile ist eine Ausschleuseeinrichtung für Holzbauteile ungenügender Festigkeit nachgeordnet. Die Vorrichtung kann in den Produktionsprozess sowohl eines bestehenden als auch eines neuen Werkes zur Herstellung von Holzbauteilen, insbesondere von einteiligem, keilgezinktem Konstruktionsvollholz, integriert werden.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung noch weiter erläutert. Es zeigen: Figur 1 eine schematische Darstellung einer Produktionsanlage mit integrierter Prüfvorrichtung; sowie Figur 2 eine schematische Darstellung einer getakteten Prüfvorrichtung.

In der Figur 1 ist eine Produktionsanlage für stangenförmige Holzbauteile 20 gezeigt.

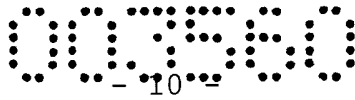
In einem Rohholzlager 1 ist das gesägte Rohholz gestapelt, das einer ersten Prüfstation 2 zugeführt wird, in der Fehlstellen markiert werden und das Rohholz einer Festigkeitsklasse zugeordnet wird. In einer daran anschließenden Sortierstation 3 wird minderwertiges Material ausgeschleust, beispielsweise wenn die geforderte Festigkeitsklasse nicht erreicht wird oder das Material zu trocken oder zu feucht ist. Die weiter zu verarbeitenden Materialien werden nach Güte sortiert in Zwischenlager 4 gebracht. Aus diesen Zwischenlagern 4 werden sie einer Kappsägestation 5 zugeführt, in der Fehlstellen herausgesägt werden. Diese Fehlstellen werden ausgeschleust und einer Abfallstation 13 zugeleitet.

Nach der Kappsägestation 5 werden die Holzteile einer Keilzin-



kenanlage 6 zugeführt, in der stangenförmige Holzteile stirnseitig miteinander in einer Keilzinkenverbindung verleimt werden. Der Keilzinkenanlage 6 nachgeordnet ist eine Ablängsäge 7, die das Holzbauteil auf die gewünschte Länge zusägt. An die Ablängsäge 7 schließt sich ein sogenanntes Aushärtungslager 8 an, das als kontinuierliches oder diskontinuierliches Durchlauflager ausgebildet ist. Die Holzbauteile verweilen eine festgelegte Mindestzeit in dem Aushärtungslager 8, so dass der Leim der Keilzinkenverbindung aushärten kann. Eine Prüfung der Festigkeit des Holzbauteiles erfolgt sinnvollerweise im Anschluss an das Aushärtelager 8 nach dem Aushärten und Erreichen der Endfestigkeit der geleimten Keilzinkenverbindung, jedoch vor einer Endbearbeitung. Zur Überprüfung der Festigkeit entweder der Verbindungsstelle oder der gesamten Holzteile bzw. Holzbauteile wird aus dem Aushärtungslager 8 das Holzbauteil einer Prüfvorrichtung 9 zugeführt, in der sämtliche Holzbauteile überprüft werden. Diejenigen Holzbauteile, die die erforderlichen Festigkeitswerte erreichen, werden in einer Ausschleuseeinrichtung 10 zur Endbearbeitung einem Fertighobel 11 zugeführt, von dem aus die Holzbauteile der Weiterverarbeitung 12 zugeführt werden. Hat die Prüfung in der Prüfvorrichtung 9 ergeben, dass das Holzbauteil oder ein Teil des Holzbauteiles nicht den gewünschten Festigkeitsanforderungen entspricht, werden diese aussortiert. Mittels einer Auskappsäge 14 werden die Fehlstellen ausgekappt und der Abfallstation 13 zugeführt. Die den jeweiligen Festigkeitsklassen entsprechenden Holzbauteile oder Holzteile werden dann den entsprechenden Zwischenlagern 4 erneut zugeführt und neu in der Keilzinkenanlage 6 verarbeitet.

Da die an den Holzbauteilen festgestellten Fehlstellen nicht ohne Weiteres durch einen Bruch ersichtlich sind, ist das Markieren der Fehlstellen, beispielsweise in Gestalt einer Farbmarkierung, vorgesehen. Alternativ zu einem Heraussägen der Fehlstellen ist es vorgesehen, dass die Holzbauteile nach der Überprüfung in eine niedrigere Festigkeitsklasse eingestuft werden können. Das ist dann möglich, wenn die Prüfung des Holzbauteiles zwar eine geringere Festigkeit als die der ursprünglichen Festigkeitsklasse zugehörige ermittelt wurde, diese Festigkeit aber noch einer geringeren Festigkeitsklasse genügt. Aus einem Holzbauteil der Festigkeitsklasse MS13 wird dann beispielsweise eines der Klasse

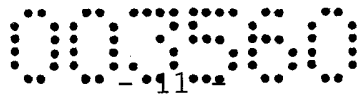


MS7.

Der gesamte Funktionsablauf kann mit einer automatischen Steuerung durchgeführt und überwacht werden.

Um den beschriebenen Fertigungsprozess zu beschleunigen und um das Aushärtungslager 8 und den dafür erforderlichen Platz zu sparen, kann die Leimaushärtung der Keilzinkenverbindung mit Hilfe einer schnellen Energiezufuhr durch Hochfrequenz- oder Mikrowellen erheblich beschleunigt werden. Bei Einsatz dieser Technologie wird ein sogenannter Aushärtetunnel unmittelbar hinter der Keilzinkenanlage 6 installiert. Unmittelbar an diesem Aushärtetunnel kann dann die Prüfvorrichtung 9 angeschlossen werden, noch bevor eine Ablängung der Holzbauteile über die Ablängsäge 7 erfolgt.

Ein Beispiel der Prüfvorrichtung 9 ist in der Figur 2 dargestellt, bei der es sich um eine getaktete Prüfvorrichtung für stangenförmige Holzbauteile 20 handelt. Das Holzbauteil 20 wird über Fördereinrichtungen 30, beispielsweise Förderrollen oder Förderbänder, in Längserstreckung vorbewegt, wie es durch die Pfeile in den Fördereinrichtungen 30 und in dem Holzbauteil 20 angedeutet ist. Das Holzbauteil 20 ist mit Fügstellen 21 in Gestalt von Keilzinkenverbindungen versehen und wird durch zwei Klemmeinrichtungen 33 hindurchgeführt. Soll nun ein Holzbauteilabschnitt oder eine Fügestelle 21 bezüglich ihrer Festigkeit überprüft werden, wird das Holzbauteil 20 in den Klemmeinrichtungen 33 eingeklemmt, indem Klemmbacken 34 über Hydraulikzylinder 35 in Richtung auf das Holzbauteil 20 verfahren werden. Nachdem beide Klemmeinrichtungen 33 an dem Holzbauteil 20 festgelegt sind, wird ein weiterer Hydraulikzylinder 31 aktiviert, der die an einer Längsführung 32 angeordneten Klemmeinrichtungen 33 auseinanderdrückt. Dadurch wird zwischen den Klemmeinrichtungen 33 eine Zugkraft in das Holzbauteil 20 eingeleitet. Während des Aufbringens dieser Zugkraft wird die Fügestelle 21 mittels einer Messeinrichtung 40 vermessen. Die Messeinrichtung 40 kann entweder ein Schall-Transmissionsverhalten des Holzbauteiles 20 oder Schallemissionen erfassen. Das Schall-Transmissionsverhalten wird als Schwingungsantwort auf die Einleitung von Impulsen oder niederfrequenten, energiereichen Ultraschall-



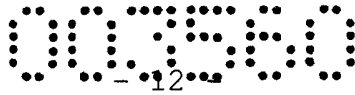
wellen ermittelt. Solche Impulse oder Ultraschallwellen werden durch einen nicht dargestellten Anregungskopf eingeleitet.

Alternativ dazu können Fehlstellungen oder Störungen innerhalb des Holzbauteiles 20 bei Zugbelastung berührungslos oder berührend gemessen werden, indem Extensiometer eingesetzt werden. Eine berührungslose Messung erfolgt über einen Laserextensiometer, eine berührende Messung durch aufgesetzte Schneiden mit Dehnmessstreifentechnik. Dabei wird bei Anlegen einer Zugkraft wesentlich unterhalb der angenommenen Festigkeitsklasse, z.B. weniger als 70% der charakteristischen Festigkeit, eine nichtlineare Dehnung innerhalb des zu prüfenden Abschnittes des Holzbauteiles 20 gemessen. Liegen Fehlstellen oder Störungen in dem Holzbauteil 20 vor, können nichtlineare Dehnungen bei Einwirkung von Zugkräften auftreten, die durch die Messeinrichtung 40 erfasst werden.

Schallemissionen, Schwingungsantworten oder nichtlineare Dehnungen werden als Sensordaten einer Auswerteeinheit 41 übermittelt, in der ermittelt wird, ob und in welchem Umfang Fehlstellen vorhanden sind oder ob die Festigkeitsklasse des Holzbauteiles 20 anders eingestuft werden muss.

Mit der Vorrichtung gemäß Figur 2 werden in der Regel nur spezielle Abschnitte des Holzbauteiles 20, wie z.B. Keilzinkenverbindungen oder ausgewählte Stellen in den Holzteilen überprüft. Um eine exakte Positionierung der Prüfstelle zwischen den Klemmeinrichtungen 33 zu erreichen, ist ein Sensor 42 vorgesehen, der entweder über eine Bildauswertung die Keilzinkenverbindung 21 oder aber eine auf dem Holzbauteil 20 angebrachte Farbmarkierung 50 erkennt. Die Positionierung des zu untersuchenden Abschnittes zwischen den Klemmeinrichtungen 33 erfolgt dann über eine Steuerung der Fördereinrichtungen 30 in Abhängigkeit von dem Sensorsignal des Sensors 42.

Alternativ zu der Ausbildung der Klemmeinrichtungen 33 mit Klemmba-
cken 34 und Hydraulikzylinder 35 ist vorgesehen, dass das Holzbau-
teil 20 diskontinuierlich durch zwei gegeneinander verspannte,
stabile Rollenpaare oder Raupenkettenteile hindurch gefördert wird
und dass nach Positionierung des Messabschnittes des Holzbauteiles



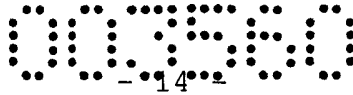
zwischen den Rollenpaaren oder Raupenkettenpaaren durch Aufbringen eines gegenläufigen Antriebsmomentes durch beide Rollenpaare oder Raupenkettenpaare eine definierte Zugbelastung auf das Holzbauteil eingeleitet wird. Die Holzbauteilabschnitte werden auf diese Weise nacheinander gemessen. Die Messeinrichtung 40 oder die Messeinrichtungen werden sinnvollerweise zwischen den Rollenpaaren oder Raupenkettenpaaren angeordnet. Das Holzbauteil 20 kann getaktet nacheinander zwischen den Rollenpaaren oder Raupenkettenpaaren, die dem Holzbauteil 20 einander gegenüberliegend zugeordnet sind, hindurchgeführt werden, so dass das gesamte Holzbauteil 20 abschnittsweise überprüft wird. Alternativ werden nur spezielle Abschnitte des Holzbauteils 20, z.B. die Fügstellen 21, überprüft.

Die Prüfvorrichtung 9 kann in den Produktionsprozess eines bestehenden oder neuen Werkes für einteilig keilgezinktes Vollholz oder für mehrteilig, keilgezinktes Vollholz integriert werden. Die Keilzinkenverbindungen können direkt nach der Presse der Keilzinkenanlage 6 durch erhöhte Energiezufuhr ausgehärtet und anschließend unmittelbar der Prüfvorrichtung 9 zugeführt werden.

Statt einer getakteten Prüfung ist es möglich, eine kontinuierliche Prüfung des Holzbauteiles 20 durchzuführen, indem in Förderrichtung hintereinander zwei Fördereinrichtungen mit unterschiedlichen Antriebsgeschwindigkeiten vorgesehen sind, wobei die in Förderrichtung nachgeordnete Fördereinrichtung eine höhere Fördergeschwindigkeit als die vorgelagerte Fördereinrichtung aufweist. Dadurch wird eine Zugkraft auf denjenigen Holzbauteilabschnitt ausgeübt, der zwischen den Fördereinrichtungen liegt. Die entsprechenden Messeinrichtungen, Schwingungsanreger oder Impulsgeber sind zwischen den Fördereinrichtungen angeordnet und wirken auf das Holzbauteil 20 ein bzw. sind dem Holzbauteil 20 zugeordnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur zerstörungsfreien Überprüfung von Holzbauteilen, insbesondere von Keilzinkenverbindungen in Konstruktionsvollholz, dadurch gekennzeichnet, dass das Holzbauteil mit einer definierten Zugkraft unterhalb einer charakteristischen Festigkeit belastet und gleichzeitig eine Messung von Schallemissionen und Parametern bezüglich des Schwingungs- und/oder Dehnungsverhaltens im Bereich der Zugbelastung oder des Schwingungsverhaltens des Holzbauteiles durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Holzbauteil in Klemmeinrichtungen eingespannt und die Klemmeinrichtungen voneinander weg bewegt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Klemmeinrichtungen hydraulisch auseinandergedrückt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Holzbauteil mit zwei gegenläufigen Antriebsmomenten zur Aufbringung der Zugkraft beaufschlagt werden.
5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung getaktet durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Holzbauteil zwischen zwei Fördereinrichtungen mit unterschiedlichen Fördergeschwindigkeiten eingespannt gefördert wird und zumindest eine Messeinrichtung zwischen den Fördereinrichtungen die Parameter aufnehmen.
7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der Messstelle eine lokale Dehnungsmessung durchgeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Dehnungsmessung über ein Laserextensiometer oder eine Dehnungsmessstreifen-Anordnung durchgeführt wird.
9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch



gekennzeichnet, dass eine akustische Emission an der Messstelle gemessen wird.

10. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schwingungsanregung des Holzbauteiles erfolgt und das Schwingungsverhalten über einen Sensor gemessen wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Holzbauteil mit Ultraschall oder einem Impuls angeregt wird.

12. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass weniger als 70% der charakteristischen Festigkeit als Zugkraft aufgebracht wird.

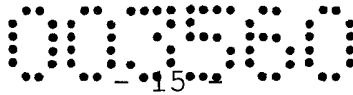
13. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung an einer Fügestelle zweier Holzbauteile durchgeführt wird.

14. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zu prüfende Stellen des Holzbauteiles markiert werden, das Holzbauteil durch eine Prüfeinrichtung hindurchgeführt und über einen Sensor die zu prüfende Stelle ermittelt wird und Messeinrichtungen in Abhängigkeit von den Sensordaten im Bereich der zu prüfenden Stelle positioniert werden.

15. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass erkannte Fehlstellen markiert und diese Fehlstellen herausgetrennt werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Festigkeit des Holzbauteiles bestimmt und das Holzbauteil einer Festigkeitsklasse zugeordnet und entsprechend gekennzeichnet wird.

17. Vorrichtung zur Überprüfung der Festigkeit von Holzbauteilen, insbesondere stangenförmiger Holzbauteile, mit Einrichtungen zum Aufbringen einer Zugkraft auf das Holzbauteil, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Messeinrichtung (40) zur Erfassung von Parametern bezüglich der Schallemissionen sowie des



Schwingungs- oder Dehnungsverhaltens des Holzbauteiles (20) zwischen den Einrichtungen (33) zum Aufbringen der Zugkraft vorgesehen ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung (40) als ein Extensiometer oder ein Schwingungssensor ausgebildet ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Extensiometer als Laserextensiometer oder auf Basis von Dehnungsmessstreifen aufgebaut ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Messeinrichtung (40) ein Schwingungserreger oder ein Impulserreger zur Anregung des Holzbauteiles (20) zugeordnet ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtungen (33) zur Aufbringung von Zugkräften auf das Holzbauteil (20) als zwei gegeneinander verfahrbare Klemmeinrichtungen ausgebildet sind, die an dem Holzbauteil (20) festlegbar sind.

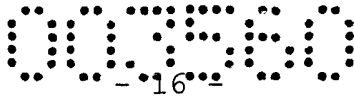
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass den Klemmeinrichtungen (33) ein Hydraulikzylinder (31) zum Verfahren der Klemmeinrichtungen (33) zugeordnet ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtungen zur Aufbringung der Zugkraft als Rollen oder Raupenketten ausgebildet sind.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass eine Auswerteeinheit (41) für die Messergebnisse der Messeinrichtung (40) zugeordnet ist.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 24, gekennzeichnet durch eine Fördereinrichtung (30) zum Zuführen und Abtransportieren der zu prüfenden Holzbauteile (20).

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 25, dadurch ge-



kennzeichnet, dass ein Sensor (42) zu Erfassung einer Markierung auf dem Holzbauteil (20) oder der Prüfstelle vorgesehen ist, der mit einer Steuereinrichtung gekoppelt ist, die die Einrichtungen (33) zum Aufbringen einer Zugkraft steuert.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ausschleuseinrichtung (14) für Holzbauteile (20) ungenügender Festigkeit der Vorrichtung (9) nachgeordnet ist.

AW/ms/cf

000560

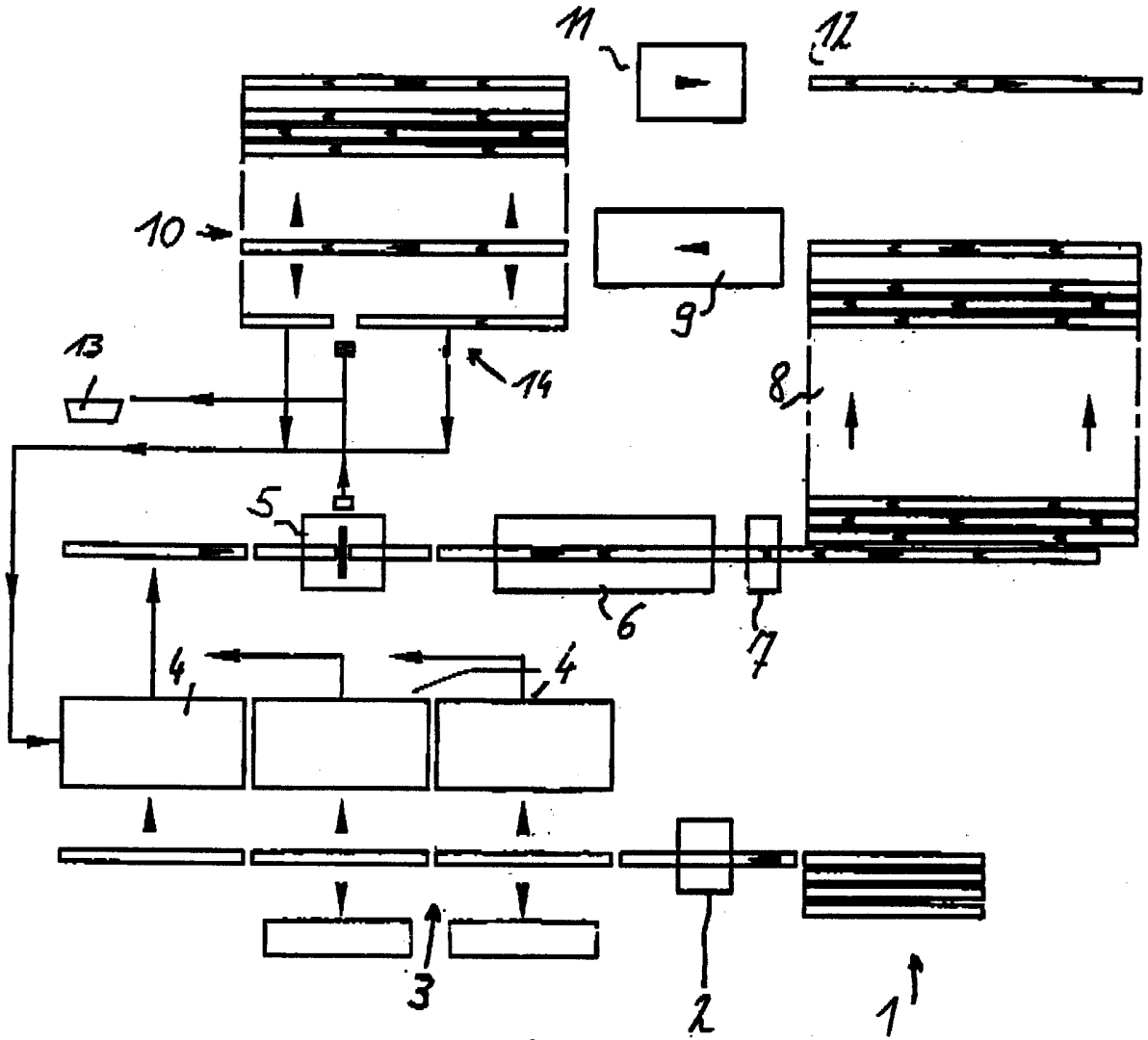


Fig 1

0050

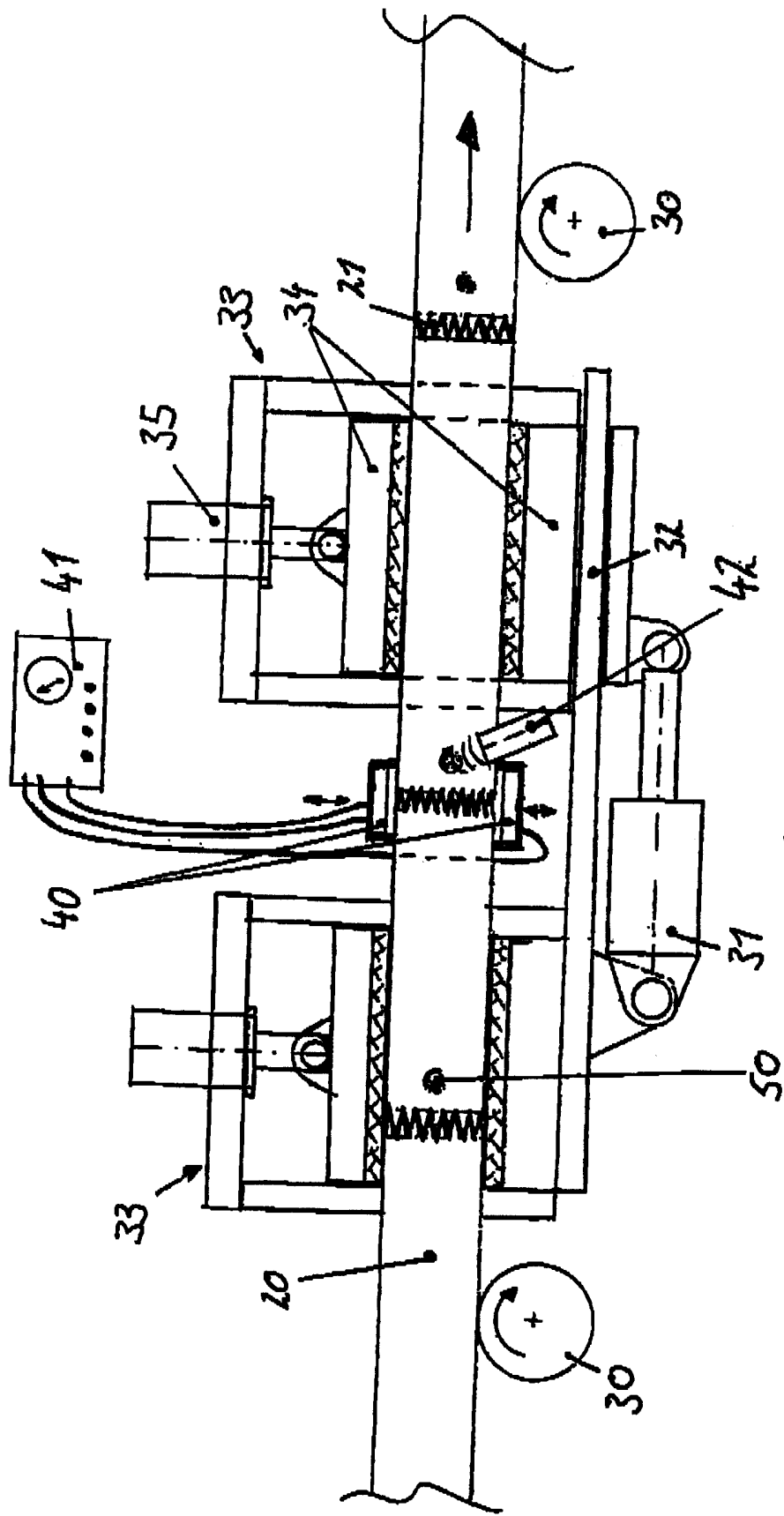


Fig. 2