



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 29 295 T2** 2006.04.13

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 007 904 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 29 295.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE98/01465**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 939 039.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/010708**

(86) PCT-Anmeldetag: **13.08.1998**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **04.03.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.06.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **09.03.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.04.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01B 11/24 (2006.01)**
G01B 11/30 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
9702945 22.08.1997 SE

(73) Patentinhaber:
Metso Paper, Inc., Helsinki, FI

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, DE, GB

(72) Erfinder:
ROSBERG, Tomas, Lars, S-653 44 Karlstad, SE;
STARK, Ola, Mats, S-652 21 Karlstad, SE

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM MESSEN EINER AUSSENOBERFLÄCHE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren für ein kontaktfreies und mit Hilfe ein Messvorrichtung erfolgreiches Messen in einem vorbestimmten Messbereich in Verbindung mit einer Mantelfläche von zumindest einem Messobjekt, das drehbar in einem Maschinengestell einer Papiermaschine gelagert ist, in Bezug auf seine Zylindrizität und/oder seine Geradheit relativ zu einer Geradheitsreferenz, die im Wesentlichen parallel zu der Drehachse des Messobjektes angeordnet ist, wobei die Messvorrichtung die Geradheitsreferenz, ein Messgestell und einen linear beweglich gelagerten Messschlitten, an dem zumindest eine Messeinrichtung angeordnet ist, aufweist, wobei der Messschlitten während der Messung entlang eines länglichen formstabilen Stützelements läuft, der ein Teil des Messgestells ausbildet, und im Wesentlichen parallel zu der Drehachse des Messobjektes läuft, wodurch die Messeinrichtung zu einer oder zu mehreren erwünschten Positionen für die Messung bewegt wird und die Messeinrichtung dazu gebracht wird, dass sie eine Messung der gegenwärtigen Messwerte bei jeder derartigen Position ausführt, die in dem Messbereich gewählt wird. Das Messen beginnt bei einer Startposition für die Messeinrichtung relativ zu der Geradheitsreferenz und das Messobjekt wird bestimmt, wobei die Startposition eine Anfangsposition für das sich drehende Messobjekt, eine gegenwärtige Position entlang des Stützelementes und einer Position in radialer Richtung von der Mantelfläche des Messobjektes aufweist. Eine erste Messung wird für diese Startposition ausgeführt. Die Messeinrichtung wird danach zu zumindest einer weiteren Position entlang des Stützelementes bewegt, während diese neue Position oder diese neuen Positionen kontinuierlich in Bezug auf einander oder auf die Startposition bestimmt wird oder werden, woraufhin eine Messung in dem Messbereich bei jeder Position geschieht. Ein Laserstrahl wird als Geradheitsreferenz verwendet, wobei der Laserstrahl durch eine Lasereinheit erzeugt wird.

[0002] Die Erfindung bezieht sich außerdem auf eine Messvorrichtung für ein kontaktfreies Messen in einem vorbestimmten Messbereich in Verbindung mit einer Mantelfläche von zumindest einem Messobjekt, das drehbar in einem Maschinengestell einer Papiermaschine gelagert ist, in Bezug auf seine Zylindrizität und/oder seine Geradheit relativ zu einer Geradheitsreferenz, wobei die Geradheitsreferenz im Wesentlichen parallel zu der Drehachse des Messobjektes angeordnet ist, wobei die Messvorrichtung die Geradheitsreferenz, ein Messgestell und einen linear beweglich gelagerten Messschlitten aufweist, an dem zumindest eine Messeinrichtung angeordnet ist, wobei der Messschlitten während der Messung entlang einem formstabilen Stützelement durchläuft, das einen Teil des Messgestells ausbildet und im Wesentlichen parallel zu der Drehachse des Messobjektes

verläuft. Die Geradheitsreferenz weist einen Laserstrahl auf, der durch eine Lasereinheit erzeugt wird, die einen Lasertransmitter und eine Empfangserfassungseinrichtung aufweist.

[0003] Im Wesentlichen alle Maschinen haben eine größere oder kleinere Anzahl an Maschinenelementen, die die Form von zylindrischen Körpern haben, die sich um eine Drehachse während des Betriebs drehen. Bei einer Papiermaschine beispielsweise bestehen derartige Maschinenelemente hauptsächlich aus entweder Walzen oder Trocknungszylindern wie beispielsweise Glättzylindern, wobei die Walzen üblicherweise verwendet werden, um eine kontinuierliche Materialbahn in einem oder in mehreren Walzenspalten, durch die die Bahn läuft, zu beeinflussen, um eine Art an Flüssigkeit, ein Gemisch, oder dergleichen zu der Materialbahn zu übertragen und um außerdem die Bahn zu stützen, zu führen und voranzutreiben, wohingegen die Trocknungszylinder verwendet werden, um die sich bewegende Bahn zu trocknen, bevor sie schließlich zu einer fertigen Rolle aus Papier aufgerollt wird. Der Trocknungszylinder hat eine hohle dünnwandige Trommel, die durch Dampf erwärmt wird, die eine polierte Mantelfläche hat, über die und um die herum die feuchte Materialbahn in Kontakt mit der Fläche so bewegt wird, dass beträchtliche Wärme zu der Bahn übertragen werden kann. Im Hinblick auf diese Wärmeübertragung hat die Trommel einen relativ großen Durchmesser, um das erforderliche Trocknen zu erleichtern.

[0004] Gemeinsam für jene Maschinenelemente ist, dass aufgrund ihrer Funktion und weil sie nicht die Eigenschaften der sich bewegenden Papierbahn in einer ungesteuerten und somit negativen Weise beeinflussen sollen, sie normalerweise entweder so lang wie technisch möglich, vorzugsweise gerade, in ihrer Längserstreckung sein sollen, das heißt die Mantelfläche ist parallel zu der Drehachse, oder abgelenkt sein sollen, wie bei dem spezifischen Fall eines Glättzylinders, bei dem, anstatt dass der tatsächliche Zylinder perfekt gerade ist, eine sorgfältig eingestellte Krümmung angestrebt wird, eine Wölbung, die die bestmögliche Gleichförmigkeit bei einer linearen Belastung der Materialbahn erzielt, und soll außerdem perfekt zylindrisch sein, das heißt dass ihr physikalischer Querschnitt exakt mit dem drehsymmetrischen Querschnitt des relevanten Maschinenelementes übereinstimmt, das ein und den selben Radius um die Drehachse für einen beliebigen imaginären Querschnitt entlang dieser Achse hat. Jegliche Abweichung wie beispielsweise eine unkorrekte oder unterbrochene Wölbung und/oder eine Unrundheit beeinflusst somit stets das Pressen, die Betriebsfähigkeit und in dem Fall von Glättzylindern das Krepfen. In Abhängigkeit davon, wie und wo diese Abweichungen auftreten, wird das in der Papiermaschine hergestellte Papier nicht die gleichförmigen Papiereigenschaften erzielen, die so weit wie möglich ange-

strebt werden.

[0005] Das Messen und die Prüfung der Mantelfläche eines Messobjektes wie beispielsweise eines Glättzylinders sind relativ leicht auszuführen, wenn dieser nicht in Betrieb ist, und ein großes Maß an Information kann daher erhalten werden. Die Form der Mantelfläche kann beispielsweise mit dem dreh-symmetrischen Querschnitt verglichen werden, der vorstehend beschrieben ist, um die Größe und jegliche Variationen im Hinblick auf die Zylindrizität oder das Geradheitsprofil des Messobjektes zu bestimmen. Aus Gründen der Vereinfachung wird der Ausdruck „Geradheit“ anstelle des Ausdrucks „Geradheitsprofil“ verwendet. Darüberhinaus können Ablagerungen, Korrosion, Verschleißmuster und die Größe dieses Verschleißes beobachtet oder gemessen werden. Jedoch sind die Form der Mantelfläche des Glättzylinders und somit die Eigenschaften von diesem Zylinder während des Betriebs gegenüber dem Fall, bei dem er ortsfest ist, unterschiedlich aufgrund der unvermeidbaren Verformungen, die während des Betriebs auftreten. Diese Verformungen werden hauptsächlich durch drei verschiedene Belastungen das heißt durch den linearen Druck oder die lineare Belastung von den Pressenwalzen, durch einen Innendampfdruck und durch Temperaturkräfte verursacht.

[0006] Wenn das Messobjekt aus einem Trocknungszyylinder besteht, werden die vorstehend erwähnten Temperaturkräfte bewirkt durch ein Erwärmen von dem Wasserdampf, der für den Trocknungsprozess verwendet wird, was die Form und die Abmessungen des Trocknungszyinders beeinflusst.

[0007] Diese Spannungen ergeben sich, da der Aufbau niemals vollständig homogen sein kann und das Messobjekt insbesondere in dem Fall einer dünnen hohlen Trommel, die außer den vielen anderen Kräften wie beispielsweise einer Zentrifugalkraft, einem linearen Druck, einem Dampfdruck, Schwingungskräften und dergleichen ausgesetzt ist, wird stets in einem größeren oder kleineren Ausmaß während des Betriebs verformt. Sogar außerordentlich geringfügige Änderungen bei den Teilen des Maschinenelementes lassen Reibung, Verschleiß und im schlechtesten Fall sogar ein erhöhtes Risiko an einem Reißen der sich bewegenden Materialbahn auftreten, was stets außerordentlich hohe Kosten mit sich bringt. Es ist daher von hoher Bedeutung, ein zufriedenstellendes Verfahren zum korrekten Messen der Mantelfläche selbst während eines vollen Betriebs der Papiermaschine zu finden.

[0008] Bei einer zuvor vorgeschlagenen Messvorrichtung, beispielsweise bei „Tissue Making '89: Creping and Drying“ vom 5. bis 6. Oktober 1989 in Karlstad, Schweden, Valmet Paper Machinery, Uddeholm Strip, Seiten 75 bis 78, wird ein Abstandswandler, der als ein „Versatzwandler der kontaktfreien Wirbelstro-

mart“ angegeben ist, zum Messen der Mantelfläche eines Glättzylinders verwendet. Dieser „Versatzwandler“ soll eine Messung des Abstandes zwischen der Mantelfläche und dem Wandler mit einer Genauigkeit von $\pm 1/100$ mm ermöglichen, wenn der Zylinder in vollem Betrieb ist, was, wie dies nachstehend festgestellt wird, nicht der Fall ist. Durch einen beweglichen Messschlitten getragen wird der Wandler entlang einer Vorrichtung bewegt, die in Längsrichtung entlang des Glättzylinders läuft und in der Messeinrichtung umfasst ist, die geeignet an dem Gestell der Schaber Klinge, dem Schaber Klingenbalcken, quer zu der Papiermaschine gesichert ist. An einer spezifischen ersten Position entlang der und nahe zu der Mantelfläche des Glättzylinders angeordnet, gibt der Wandler ein außerordentlich genaues Signal aus, das somit proportional zu dem Abstand zu der Mantelfläche ist. Nach einer vollständigen Umdrehung des Trocknungszyinders kann daher die Zylindrizität der Mantelfläche für diese erste Position mit einer relativ hohen Genauigkeit bestimmt werden.

[0009] Jedoch ist es in der Praxis unmöglich, in aufeinanderfolgender Weise den Wandler entlang der Mantelfläche des Zylinders zu einer spezifischen zweiten, dritten, usw. Position absolut in Einklang mit der ersten Position und gleichzeitig vollständig parallel zu der Drehachse des Zylinders mit einer Genauigkeit zu bewegen, die gleich wie oder besser als die Auflöseleistung des vorstehend erwähnten Wandlers ist. Beim Messen des Geradheitsprofils muss daher die für eine spezifische erste Position ausgeführte Messung in gewisser Weise sich auf entsprechende gemessene Werte für jede andere Position entlang des Zylinders beziehen. Bei dieser Messvorrichtung wird daher ein gespannter Metalldraht wie beispielsweise eine Klavierseile als Geradheitsreferenz verwendet, wobei dieser Referenzdraht bestmöglichst zwischen zwei Befestigungsvorrichtungen bei einem Messgestell, das bei der Messvorrichtung angeordnet ist, parallel zu der Mantelfläche des Zylinders angeordnet ist und sich von der Antriebsseite der Papiermaschine über die gesamte Länge des Zylinders bis nahe zu ihrer stromabwärtigen Seite hin erstreckt.

[0010] Aufgrund der unvermeidbaren physikalischen Eigenschaften der Geradheitsreferenz erhalten jedoch die erzielten gemessenen Werte eine Anzahl an unvermeidbaren Messfehlern. Einer dieser Gründe ist der Umstand, dass ein bestimmtes offensichtlich geringfügiges aber aufgrund der Genauigkeit der Messungen immer noch nicht vernachlässigbares Durchhängen auftritt, das bei der Mitte des Drahtes am Größten ist, wobei der gemessene Wert in der Messrichtung des Wandlers somit natürlich ebenfalls ungenau wird. Die Größe dieser Durchhängung schwankt außerordentlich in Abhängigkeit von der Spannung, der der Draht ausgesetzt ist, und außerdem in Abhängigkeit von der Dehnung und dem Kriechen, das in dem Draht als ein Ergebnis dieser

Spannung auftritt. Bei dieser Messvorrichtung wurde ein Versuch zum Lösen dieses Problems unternommen, indem eine spezifische Spannung in dem Draht, der an der Messvorrichtung an einem Ende fest verankert ist, mit der Hilfe eines Gewichtes aufgebracht wird, das an dem anderen freien Ende des Drahtes angebracht ist. Da er so angeordnet ist, dass er sich über ein drehbares Element und um dieses herum erstreckt, das an der entgegengesetzten Seite der Messvorrichtung von der feststehenden Befestigung angeordnet ist, wird der Draht stets gespannt gehalten. Wie viel dieses Gewicht wiegt, ist somit so berechnet worden und so gewählt worden, dass die erhaltene Siebspannung sehr nahe zu dem Nachgebepunkt des Drahtes ist, der so verwendet wird, dass seine Aufhängung und Krümmung maximal kleingestaltet werden, ohne dass sich ein Risiko eines Reißens des Drahtes ergibt.

[0011] Die Messeinrichtung kann danach seitlich zu einer festen Position in Bezug auf den Referenzdraht für jede gewählte Messposition entlang der Mantelfläche des Glätzzylinders eingestellt werden. Da die Länge des Referenzdrahtes zumindest gleich der Länge des zu messenden Objektes sein muss, was bei derzeit angewendeten Papierfabriken mehr als 8 Meter sein kann, und auch die Messgenauigkeit $\pm 1/100$ mm ist, wird verständlich, dass das unvermeidliche Durchhängen des Drahtes ein außerordentlich beträchtliches Problem bildet, das bestimmt werden muss trotz einer maximalen Drahtspannung, die für den Referenzdraht aufgebracht worden ist, und die gemessenen Werte, die durch den Wandler für jede neue Messposition entlang des Messobjektes erhalten werden, müssen in Übereinstimmung mit der Änderung der Position korrigiert werden, die somit bei der Messrichtung des Wandlers aufgetreten ist.

[0012] Bei der beschriebenen Messvorrichtung können die gemessenen Werte in einer isometrischen Form beispielsweise so berichtet werden, dass eine topografische Tabelle der Mantelfläche gezeichnet wird, die die Unregelmäßigkeiten zeigt, die somit in der Längsrichtung und in der Querrichtung an der Mantelfläche sichergestellt worden sind.

[0013] Aufgrund der Nähe der Messvorrichtung zu der Papiermaschine ergeben sich andere Fehlerquellen mit der Anwendung einer Geradheitsreferenz, die aus einem Referenzdraht besteht, wie beispielsweise eine Luftturbulenz, die durch den sich drehenden Zylinder und die sich bewegende Materialbahn verursacht wird, Schwingungen, Ansammlungen von Staub und Papierstaub, Flüssigkeitssprühnebel und dergleichen. Somit muss, um den Einfluss der vorstehend erwähnten Fehlerquellen zu vermindern, die Geradheitsreferenz überprüft werden und möglicherweise gereinigt werden und vor jeder Messung und sogar während jeder Messung neu einge-

stellt werden, wenn die Messung lange Messsequenzen aufweist.

[0014] Darüberhinaus muss bei der bekannten Messvorrichtung der Messschlitten, an dem die Messeinrichtung sitzt, manuell entlang des Messbalkens geschoben werden, und es ist daher außerordentlich kompliziert, irgendwelche exakten Messpositionen bei dem eingeengten und gefährlichen Raum für den Anwender in dem Bereich um die Schaber Klinge herum zu erhalten. Dies führt zu relativ langen Messzeiten für jede Messsequenz, und die Messungen können daher wirklich lediglich in einer mehr oder weniger effizienten und sicheren Weise bei einer Papiermaschine ausgeführt werden, die vorübergehend außer Betrieb ist, beispielsweise während Reparaturen oder einer Wartung des Trocknungszyinders, was, wie dies vorstehend sichergestellt worden ist, ein gänzlich anderes und schlechteres Messergebnis liefert – exakt das Problem, das die bekannte Vorrichtung beheben sollte.

[0015] Die Druckschrift US-A-5 617 645 beschreibt ein kontaktfreies Genauigkeitsmesssystem und ein Verfahren zum Messen unter Verwendung dieses Systems. Die Oberflächenkontur eines Objektes wie beispielsweise die Mantelfläche von einer zylindrischen Walze einer Papiermaschine wird unter Verwendung einer Laserabstandsmesseinrichtung an einem Schlitten gemessen. Der Schlitten ist an einem Stützelement in einer Richtung beweglich, die parallel zu der Achse der zylindrischen Walze verläuft. Ein Laserstrahl wird als eine Geradheitsreferenz für den Schlitten verwendet, der entlang des Stützelementes läuft. Messungen werden bei verschiedenen Positionen entlang der zylindrischen Walze vorgenommen.

[0016] Die Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung für ein Messen bei der Mantelfläche von zumindest einem zu messenden Objekt in Bezug auf seine Zylindrizität und/oder Geradheit so vorzusehen, dass die vorstehend erwähnten Probleme beseitigt werden oder zumindest außerordentlich verringert werden.

[0017] Eine zweite Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die gänzlich automatisch und während gleichzeitig ausgeführten Messungen einen Wandler oder eine Messeinrichtung kontaktfrei entlang eines Messgestells im Wesentlichen parallel zu dem zylindrischen Körper oder dem Messobjekt, das gemessen wird, treten lassen, und gleichzeitig automatisch das Ergebnis der Messung aufzunehmen, zu verarbeiten und visuell aufzuzeigen.

[0018] Eine dritte Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, bei denen so weit wie möglich eine verbes-

serte Geradheitsreferenz erhalten wird, die die Fehler und Nachteile, die bei den bislang verwendeten Geradheitsreferenzen unvermeidbar waren, nicht hat oder zumindest minimal gestaltet.

[0019] Eine vierte Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung für ein Schützen der verbesserten Geradheitsreferenz vor im Wesentlichen sämtlichen externen Einflüssen zu schaffen.

[0020] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ausführen der Messung der Mantelfläche von einem Messobjekt während des gesamten Betriebs der Maschine, bei dem das Messobjekt umfasst ist, zu schaffen.

[0021] Das Verfahren der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Laserstrahl vor einem externen Einfluss geschützt wird, indem er entlang von zumindest einem Teil seiner Länge in dem Schutz einer länglichen Schutzvorrichtung angeordnet wird, die im Wesentlichen parallel zu dem Stützelement angeordnet ist.

[0022] Die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Laserstrahl vor einem externen Einfluss geschützt ist, indem er entlang von zumindest einem Teil seiner Länge im Schutz einer länglichen Schutzvorrichtung angeordnet ist, die im Wesentlichen parallel zu dem Stützelement angeordnet ist.

[0023] Die vorliegende Erfindung ist nachstehend detailliert unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0024] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische perspektivische Ansicht von Teilen einer Messvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung unter Betrachtung von einer langen Seite der Messvorrichtung, wobei diese nahe zu dem zu messenden zylindrischen Körper sich befinden, wobei die Messvorrichtung eine elektronische Mess- und Steuereinheit, ein Messgestell, einen Messschlitten, der eine Messeinrichtung hat, und eine Laufvorrichtung für den Messschlitten aufweist.

[0025] [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Ansicht von oben auf die Teile einer Messvorrichtung gemäß [Fig. 1](#) unter Betrachtung von oben, wobei ein Messbalken, der in dem Messgestell umfasst ist, der eine schematische Geradheitsreferenz aufweist, und eine Schutzvorrichtung und der Messschlitten, der an dem Messbalken läuft, gezeigt sind.

[0026] [Fig. 3](#) zeigt eine Vorderansicht von Teilen der Messvorrichtung gemäß [Fig. 1](#) unter Betrachtung von vorn, wobei der Messbalken und der Messschlit-

ten bzw. die Laufvorrichtung gezeigt sind.

[0027] [Fig. 4](#) zeigt eine schematische Ansicht von oben von den Teilen der Laufvorrichtung gemäß [Fig. 3](#).

[0028] [Fig. 5](#) zeigt eine Ansicht von oben auf die Teile eines Motors, die bei der Laufvorrichtung gemäß [Fig. 3](#) umfasst sind, unter Betrachtung gerade von oben.

[0029] [Fig. 6](#) zeigt eine Draufsicht auf Teile eines Halte- und Einstellelementes unter Betrachtung gerade von oben, die bei der in [Fig. 1](#) gezeigten Messvorrichtung umfasst sind, die ein Einstellelement und eine Einstellvorrichtung aufweist.

[0030] [Fig. 7](#) zeigt eine Vorderansicht von Teilen von dem Halte- und Einstellelement gemäß [Fig. 6](#) unter Betrachtung von vorn, wobei eine Anzahl an kontaktfreien Messeinrichtungen mit Schutzelementen und Abstandshaltern gezeigt ist.

[0031] [Fig. 8](#) zeigt eine Seitenansicht von Teilen des Halte- und Einstellelementes gemäß [Fig. 6](#) unter Betrachtung von einer Seite.

[0032] [Fig. 9](#) zeigt eine Querschnittsansicht durch Teile der Messvorrichtung gemäß [Fig. 1](#), wobei eine kontaktfreie Messeinrichtung oder ein Schutzelement und Abstandshalter bei einer Position nahe zu dem zylindrischen Körper, der für eine Messung angeordnet ist, gezeigt sind.

[0033] Die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen schematisch in einer Perspektive Teile der Messvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Erfindung für ein Messen in kontaktfreier Weise in einem vorbestimmten Messbereich **2** bei, an, um und entlang einer Mantelfläche **3** von zumindest einem Messobjekt **5**, das drehbar in einem Maschinengestell **4**, vorzugsweise das Maschinengestell **4** einer Papiermaschine, gelagert ist, um die Zylindrizität und/oder Geradheit von diesem Objekt und auch eine beliebige andere erwünschte Eigenschaft oder Bestimmung von oder bei dem Messobjekt **5** wie beispielsweise Korrosion, Verschleiß, Temperatur oder Geschwindigkeit und auch geeignete Eigenschaften einer Materialbahn zu bestimmen, die über und um das Messobjekt **5** läuft, die als vorteilhaft mit der Hilfe der Messvorrichtung **1** zu bestimmen aufgefasst wird, die zumindest eine Messeinrichtung **6** aufweist, die für diesen Zweck geeignet ist.

[0034] Bei dem in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsbeispiel hat das Messobjekt **5** einen im Wesentlichen zylindrischen Körper, wie beispielsweise eine Walze oder einen Zylinder, die oder der sich um eine Drehachse **8** wie beispielsweise eine Antriebswelle dreht. Zumindest eine geeignete Umlaufimpulsvorrichtung **9** ist nahe zu dem Messobjekt **5** in geeigneter Weise

an einer Endwand **7** oder einer Antriebswellenverlängerung **8** so angeordnet, dass sie bestimmen kann, wenn das Messobjekt **5** bei seiner Nullposition oder Startposition ist, wenn es einen Teil einer Umdrehung, eine vollständige Umdrehung oder mehrere vollständige Umdrehungen gedreht worden ist. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel kann die Umlaufimpulsvorrichtung **9** einen Induktivwandler, der in geeigneter Weise einige Millimeter von der Endwand **7** angeordnet ist und der auf ein metallisches Objekt reagiert, das an der Endwand angeordnet ist, wobei der Wandler dann den Vorteil einer außerordentlich kurzen Reaktionszeit hat, einen Fotozellenerfasser mit einem Reflektor, der an der Drehachse **8** des Messobjektes **5** angeordnet ist, und einen Transmitter, der bei einem relativ gesehen viel größeren Abstand, ungefähr 0,5 bis 1,0 Meter, von dem sich drehenden Körper **5** als der Induktivwandler angeordnet sein kann, aufweisen. Der Transmitter ist daher vergleichsweise besser geschützt als der Induktivwandler, jedoch ist die Reaktionszeit des Fotozellenerfassers etwas länger als bei dem Induktivwandler.

[0035] Die Messvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Erfindung hat außerdem ein Messgestell **10**, das aus einem länglichen steifen das heißt formstabilen Stützelement **11** besteht, das im Wesentlichen parallel zu der Drehachse **8** des Messobjektes **5** angeordnet ist, beispielsweise eine lineare Einheit oder ein Messbalken, wobei an jedem Ende von diesem Messbalken **11** eine Befestigungseinrichtung **12** angebracht ist. Das Messgestell **10** ist außerdem mit einem linear beweglich gelagerten Messschlitten **13** versehen, an dem die Messeinrichtung **6** angeordnet ist und der so eingerichtet ist, dass er im Wesentlichen parallel zu dem Messbalken **11** bewegt wird, und auch mit einer Durchlaufvorrichtung oder Laufvorrichtung **14** zum Bewegen des Messschlittens **13** zu vorzugsweise bestimmten gewählten Positionen entlang des Messbalkens **11**, bei denen eine Messung erwünscht ist, und mit einer elektronischen Mess- und Steuereinheit **15** versehen. Die Messung wird mit der Hilfe der kontaktfreien Messeinrichtung **6** und einer Geradheitsreferenz **16** ausgeführt, die mit dieser Messeinrichtung **6** zusammenarbeitet (siehe [Fig. 2](#)), wobei die Geradheitsreferenz vor einem externen Einfluss durch eine längliche Schutzvorrichtung **17** geschützt und abgeschirmt wird, die nachstehend detailliert beschrieben ist und die im Wesentlichen parallel zu dem Messbalken **11** angeordnet ist.

[0036] Mit „im Wesentlichen parallel zu der Drehachse **8** des Messobjektes **5**“ ist gemeint, dass das Stützelement **11** so angeordnet ist, dass die Messungen stets innerhalb des Messbereiches der jeweiligen Messeinrichtung **6** ausgeführt werden.

[0037] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel kann jede Befestigungseinrichtung **12** zumindest ein Bein, eine Stütze oder eine Befestigung an dem vor-

stehend erwähnten Maschinengestell **4**, bei dem der zu messende zylindrische Körper/die zu messenden zylindrischen Körper **5** drehbar angeordnet sind, oder auch an einem anderen permanenten Element, dass dazu in der Lage ist, die erforderliche Stabilität für die Messvorrichtung **1** darzubieten, wie beispielsweise das Fundament der Maschine, aufweisen.

[0038] Bei Anwendung der Messvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Erfindung mit einem Glättzylinder **5** bei einer Papiermaschine ist ein Raum für den Zusammenbau und die Handhabung des Messschlittens **13** der Messvorrichtung **1** erforderlich, der mehr oder weniger zugänglich nahe zu und zwischen dem Glättzylinder **5** und der sich bewegenden Bahn ist. Das normale Anordnen der Messvorrichtung in diesem spezifischen Fall, der nicht dargestellt ist, ist zwischen der Krepp rakel und der Reinigungs rakel geeignet.

[0039] Um die Schwingungen, die zu der Messvorrichtung **1** beispielsweise durch die Luft oder durch die Befestigungseinrichtung **12** der Messvorrichtung **1** übertragen werden, zu verringern und so weit wie möglich zu beseitigen, werden Konstruktionselemente bei der Messvorrichtung **1** verwendet oder für die Messvorrichtung **1** gestaltet, die eine besondere Steifigkeit und/oder einen Schwingungsunterdrückungseffekt haben oder erzielen.

[0040] Aus diesem Grund hat der Messbalken **11**, siehe die [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) ein Element, oder bei Bedarf mehrere im Wesentlichen identische Abschnitte **18**, die in sämtlichen Richtungen formstabil sind und miteinander coaxial und/oder parallel steif verbunden sind, wobei die Abschnitte in geeigneter Weise aus einem Verbundmaterial oder Metall vorzugsweise Stahl- oder Aluminiumabschnitte gestaltet sind, siehe [Fig. 9](#). Wenn mehrere der identischen Abschnitte **18** miteinander verbunden werden müssen, um einen kohärenten Messbalken **11** auszubilden, um eine Gesamtlänge zu erhalten, die zumindest der Länge des erwünschten Messbereiches **2** entspricht, die im Allgemeinen äquivalent zu der Erstreckung des Messobjektes **5** ist, wird dies in geeigneter Weise mittels lösbarer Verbindungen **19** wie beispielsweise Schraubverbindungen oder Bolzenverbindungen erzielt, die an den Seiten der Abschnitte **18** mit einer Vertiefung versehen sind, siehe [Fig. 3](#), so dass die Messvorrichtung **1** mit Leichtigkeit weggenommen werden kann und somit bei einer leicht zu handhabenden Form transportiert werden kann, und außerdem derart, dass die lösbaren Verbindungen **19** nicht die lineare Laufbewegung beispielsweise des Messschlittens **13** beeinträchtigen. Eine Form eines Anschlagelementes ist an jedem Ende des Messbalkens **11** angeordnet, wobei dieses zu wahlweisen Positionen entlang des Balkens einstellbar ist, siehe die [Fig. 1](#) bis [Fig. 2](#), wobei es in geeigneter Weise aus einem Teil von einer oder mehreren kontaktfreien En-

dabstastvorrichtungen besteht, die Wandler wie beispielsweise Fotozellen, Induktivwandler oder dergleichen für ein relativ zu einer Startposition oder Endposition erfolgreiches Aufzeichnen der gegenwärtigen Position des Messschlittens **13** aufweisen, wie dies nachstehend detaillierter beschrieben ist. Das Anschlagelement **20** kann aus einer beliebigen anderen Art an Positionsaufzeichnungseinrichtungen bestehen, wie beispielsweise elektrische Bremsenrichtungen, jedoch sind kontaktfreie Anschlagelemente **20** zu bevorzugen, da sie keinen ungünstigen Einfluss in der Form von Stoßrüttelungen verursachen. Eine oder mehrere Linearlagereinrichtungen **21** wie beispielsweise Linearlager oder Führungen sind entlang des Messbalkens **11** im Wesentlichen parallel zu diesem und an einer oder mehreren seiner Seiten angeordnet. Bei dem in [Fig. 9](#) gezeigten Ausführungsbeispiel sind zwei Lagerelemente **21** angeordnet, eines an der oberen Seite **22** und das andere an der unteren Seite **23** von dem Messbalken **11**, wobei die Lagerelemente **21** eine oder mehrere parallele Führungen aufweisen, die einen Formstab, eine Gleiteinrichtung oder eine Schiene bilden, entlang der eine Art an Lagerelement **24**, das an dem Messschlitten **13** angeordnet ist, in Zusammenarbeit mit diesem läuft. Das Lagerelement kann beispielsweise aus einer Anzahl an Laufrädern, Gleitlagern, Kugellagern oder Wälzlagern bestehen. Eine oder mehrere Gleitflächen **25** der gleichen Art aus einem selbstschmierenden Material wie beispielsweise Teflonkunststoff kann oder können zwischen dem Messschlitten **13** und dem Messbalken **11** in geeigneter Weise entlang der gesamten Erstreckung der vorstehend erwähnten Führungen neben zumindest einer oder zwischen mehrerer Führungen angeordnet sein.

[0041] Gemäß den [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) hat dieser Messschlitten **13** eine Positioniereinheit **26**, an der die Kupplung **27** für die Durchlaufvorrichtung **14** angeordnet ist, wobei sie das Positionieren des Messschlittens **13** bei einer hin- und hergehenden linearen Bewegung zu jeder erwünschten und vorbestimmten Position entlang einer oder mehreren Linearlagereinrichtungen **21** des Messbalkens **11** in geeigneter Weise entlang von einer oder mehreren Lagereinrichtungen **21** ermöglicht, die an den Seiten des Messbalkens **11** angeordnet sind, wobei sie dem Messobjekt **5** zugewandt sind. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel hat die Positioniereinheit **26** eine Gleiteinrichtung oder einen Schlitten **28**, bei dem eine von jeder der Kupplungen **27** für die Durchlaufvorrichtung **14** an seinen beiden entgegengesetzten Enden unter Betrachtungen der Laufrichtungen angeordnet ist, und außerdem eine Hülse oder einen Rahmen **29**, der den Stützbalken **11** umgibt und den Schlitten **28** mit der anderen vorstehend beschriebenen Lagereinrichtung **21** verbindet.

[0042] Bei dem in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsbeispiel ist eine Spannvorrichtung **30** an dem Mess-

schlitten **13** an dem unteren Rand von dem Rahmen **29** angeordnet, wobei die Funktion der Spannvorrichtung **30** es ist, den Messschlitten **13** an dem Messbalken **11** während seiner linearen hin- und hergehenden Bewegungen in geeigneter Weise zu halten und zu klemmen. Die Spannvorrichtung **30** hat bei der gezeigten Vorrichtung einen Verbindungsarm **31**, der drehbar an einem Ende des Rahmens **29** angeordnet ist, wobei eine geeignete Lagereinrichtung **32** wie beispielsweise ein Laufrad an seinem freien entgegengesetzten Ende vorhanden ist, wobei die Spannvorrichtung **30** an dem Stützelement **11**, in geeigneter Weise eine der vorstehend beschriebenen Linearlagereinrichtungen **21** des Stützelementes **11** geklemmt ist und mit diesem zusammenwirkt. Der Verbindungsarm **31** kann dann entweder bei einem spezifischen Winkel mittels eines Schraubelementes **33**, das an seinem Drehpunkt angeordnet ist, fixiert sein, oder eine geeignete Spannkraft kann mittels eines nicht gezeigten Federeslementes erhalten werden, das zusammen mit dem Verbindungsarm **31** angeordnet ist.

[0043] Der andere bewegliche Teil der vorstehend erwähnten kontaktfreien Endabstastvorrichtung(en) **20** sitzt außerdem an dem Messschlitten **13**, wobei die Endabstastvorrichtungen **20** die gegenwärtige Position des Messschlittens **13** in Bezug auf seine Startposition oder Endposition beim Laufen entlang des Messbalkens **11** aufzeichnen, so dass die Durchlaufbewegung stets bei einer bekannten Position in Bezug auf die Endposition beginnen und enden kann. Die erhaltenen gemessenen Werte können somit mit Leichtigkeit innerhalb der gleichen Messesequenz und auch mit gleichwertigen gemessenen Werten, die während vorheriger Messung erhalten worden sind, die an den gleichen oder an anderen ähnlichen Messobjekten **5** ausgeführt worden sind, verglichen werden.

[0044] Ein Einstellelement **35** ist außerdem an der Positioniereinheit **26** des Messschlittens **13** angeordnet, siehe die [Fig. 6](#), [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#), und hat eine Welle **36**, die in geeigneter Weise in der Längsrichtung des Stützbalkens **11** angeordnet ist, und zumindest ein Scharnierelement oder Anlenkelement **37**, das um diese Welle **36** herum drehbar ist. Das Scharnierelement **37** kann an der Welle **36** beispielsweise durch ein Schraubelement **38** gesichert sein, so dass ein Halte- und Einstellelement **39**, das beispielsweise aus einer Plattform aus einem gebogenen Blech besteht, das an diesem Scharnierelement (an diesen Scharnierelementen) **37** angeordnet ist, wobei an der Plattform **39** die Messeinrichtung(en) **6** montiert ist/sind, bei einem erwünschten Winkel gegenüber der Mantelfläche **3** des Messobjektes **5** eingestellt werden kann.

[0045] Um die Plattform **39** auf einen geeigneten Abstand für diese Messeinrichtung **6** von der Mantel-

fläche **3** in radialer Richtung einzustellen, ist außerdem ein manuelles oder automatisches Einstellelement **40** bei dem in [Fig. 9](#) dargestellten Ausführungsbeispiel an der unteren Seite der Plattform **39** angeordnet. Das Einstellelement **40** hat dann ein Federelement **41**, das bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel aus einem Stab **42** besteht, der an dem Scharnierelement **37** senkrecht zu dem Messobjekt **5** und parallel zu der Plattform **39** angebracht ist, und ein Vorwärtssteuerelement **43** und ein Rückwärtssteuerelement **44**, die beide entlang des Stabes **42** versetzbar sind, wobei die Steuerelemente **43**, **44** dauerhaft an der Plattform **39** montiert sind, wobei die letztgenannte somit entlang des Stabes **42** einstellbar ist, und außerdem eine Feder **45**, die um den Stab **42** so gewunden ist, dass eine Kraft an der Plattform **39** erhalten wird, die gegen das Messobjekt **5** gerichtet ist, und außerdem einen manuellen oder automatischen Aktuator **46**, der sich bei dem in [Fig. 6](#) gezeigten Ausführungsbeispiel zwischen dem Scharnier **37** und dem hinteren Steuerelement **44** erstreckt und parallel zu diesem Federelement **41** wirkt, wobei er beispielsweise aus einer Mikrometerschraube oder einem Elektromotor besteht, so dass der Abstand von der Mantelfläche **3** des Messobjektes **5** gesteuert werden kann, wobei im letztgenannten Fall automatisch gesteuert werden kann, und zwar durch die Mess- und Steuereinheit **15** in Zusammenarbeit mit dem Federelement **41**.

[0046] Ein oder mehrere Schutzabstandshalter **47** sitzen an der Vorderseite der Plattform **39**, wobei sie dem Messobjekt **5** zugewandt sind und in geeigneter Weise als Blöcke aus Kunststoff, Keramik, einem Verbundmaterial oder einem anderen geeigneten Material geformt sind, das die Mantelfläche **3** des Messobjektes **5** im Falle eines Kontaktes zwischen ihnen beispielsweise während der Einstellung der Plattform **39** nicht beschädigt.

[0047] Die Durchlaufvorrichtung **14** hat einen Motor **48**, siehe [Fig. 5](#), wie beispielsweise einen Schrittmotor oder einen Servomotor, der in geeigneter Weise an einem Ende des Messbalkens **11** für ein Antreiben des Messschlittens **13** angeordnet ist, eine Kupplung **49**, die ein Planetenrad aufweisen kann, eine Antriebswelle **50** von dem Motor **48**, die mit einem Rad verbunden ist, wobei in diesem Fall dieses ein Antriebsrad bildet, von zumindest zwei Lagerelementen wie beispielsweise Räder **51**, **52**, wobei zwischen und um die Räder **51**, **52** herum zumindest ein Synchrontransmissionsriemen **53** in einer Schleife bei einer vollständig oder teilweise abgeschirmten Position innerhalb des Stützelementes **11** läuft, und wobei jede der vorstehend erwähnten Kupplungen **27** zwischen den Enden des Transmissionsriemens **53** und der Positioniereinheit **26** des Messschlittens **13** ist. Die Kupplung **27** ist in geeigneter Weise in einer Form einer Einrichtung zum Regulieren der Spannung bei dem Transmissionsriemen **53** gestaltet.

[0048] Der beschriebene Motor **48** mit sämtlichen beweglichen Teilen, die sorgfältig umschlossen sind, um sie vor einem externen Einfluss von Staub, Papierstoff und dergleichen zu schützen, wird so gesteuert, dass er automatisch den Messschlitten **13** mit der Hilfe des Transmissionsriemens **53** zu einer beliebigen erwünschten Position entlang des Messbalkens **11** einstellt, anstelle dass das vorherige komplizierte und in einigen Fällen mit Gefahren verbundene Verfahren zum in manueller Weise erfolgenden Drücken des Messschlittens **13** zur Anwendung gelangt.

[0049] Die elektronische Mess- und Steuereinheit **15**, die bei der Messvorrichtung **1** zum Steuern des Motors **48** zum Aufnehmen der gemessenen Werte, die durch die Messeinrichtung **6** erhalten werden, und zum Aufzeigen der berechneten Ergebnisse verwendet wird, hat einen Computer **54** mit einer vorprogrammierten Messaufnahmekarte, die in geeigneter Weise in der Form einer Einführkarte für den Computer ist. Der Computer **54** ist speziell für ein Aufzeichnen von Messdaten aus unterschiedlichen Formen und Arten von Wandlern gestaltet, wobei die erforderlichen Daten umfasst sind, die die gemessenen Daten verarbeiten, und zeigt in geeigneter Weise das Ergebnis entweder visuell an einem Anzeigebildschirm **55** oder in der Form eines Datenausdrucks. Der Computer **54** kann außerdem eine Kalibriereinheit für die Geradheitsreferenz **16** haben. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel hat die Geradheitsreferenz **16** einen Laserstrahl **58**, der durch zumindest eine Lasereinheit erzeugt wird, die einen Lasertransmitter **56** und eine Empfangserfassungseinrichtung **57** aufweist, siehe [Fig. 2](#), wobei, die Lasereinheit auch eine Korrektur- und Steuervorrichtung hat, die nicht gezeigt ist und die ermöglicht, dass eine Einstellung der Richtung des Laserstrahls **58** mit der Hilfe von zwei Differenzialmikrometerschrauben ausgeführt wird. Diese Feineinstellung ermöglicht eine Genauigkeit bei der Einstellung von 0,001 mm/m. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel hat die Laserfassungseinrichtung **57** einen positionsempfindlichen Empfänger mit zwei Achsen mit einer Erfassungseingangsfläche von 20 × 20 mm, wobei der Empfänger einen Anzeigekasten mit zwei Anzeigefenstern hat, die die Werte x und y jeweils von der Erfassungseinrichtung **57** in digitaler Form mit einer Auflösung von 0,01 mm zeigen.

[0050] Um zu ermöglichen, dass die gesamte Geradheitsreferenz **16** oder ein Teil von ihr und vorzugsweise auch die Lasereinheit mit einem Teil, mehreren Teilen oder sämtlichen Teilen von ihr von sämtlichem externen Einfluss wie beispielsweise eine Luftturbulenz, Temperaturschwankungen, sich ansammelndem Staub, Papierstoff und Flüssigkeit, die von der Papierbahn gesprüht wird, etc. abgeschirmt wird, ist eine längliche Schutzvorrichtung **17**, die vorstehend erwähnt ist, unterhalb zumindest einem Teil der Län-

ge von dem Laserstrahl **58** im Wesentlichen parallel zu dem Messbalken **11** angeordnet. Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel hat diese Schutzvorrichtung **17**, die teleskopartig sein kann, eine Laserbahn **59**, die eine Art an Erstreckungselement **60** bildet, innerhalb dem oder abgeschirmt durch dieses der Laserstrahl **58** sich erstreckt, wie beispielsweise ein Schirm, ein hohler Balken, ein Rohr oder ein Rundbalken, der zumindest teilweise den Laserstrahl **58** umgibt oder diesen in einer anderen Weise schützt. Alternativ kann die Schutzvorrichtung einen elastischen Balg aufweisen, der in geeigneter Weise aus Kunststoff oder Gummi besteht, wobei die Laserbahn **59** somit einen ungestörten Lichtkanal für den Laserstrahl **58** zwischen seinem Transmitter **56** und dem Empfänger **57** bildet, wobei das Erstreckungselement **60** zumindest einen Zwischenraum, Sektor oder Nut hat, der oder die nicht gezeigt ist und horizontal entlang einer Seite läuft und sich zumindest entlang des Teiles (der Teile) des Elementes **60** erstreckt, das zwischen den Endpositionen angeordnet ist, die für ein Durchlaufen des Messschlittens **13** anwendbar sind, wobei der Zwischenraum in geeigneter Weise von dem äußeren der zwei oder mehr koaxialen Bürstenelementen abgeschirmt ist, die vorzugsweise parallel zueinander an jeder Seite des Zwischenraums angeordnet sind, wobei sie dadurch einen weichen flexiblen Vorhang ausbilden, der den Zwischenraum in plastischer und nachgebender Weise abschirmt und schließt. Der Zweck und die Funktion von diesen Bürstenelementen ist es, das Geradheitselement **16**, dass in dem Schutz von oder innerhalb der Schutzvorrichtung **17** angeordnet ist, zu schützen, wobei die längliche Schutzvorrichtung **17** somit einen Raum ausbildet, der den Lichtkanal bildet, wobei in der Mitte von diesem die Erfassungseinrichtung **57** oder der Lasertransmitter **56** angeordnet sind, oder betrieben werden. Entweder der Lasertransmitter **56** oder die Empfängerfassungseinrichtung **57** ist an dem Messschlitten **13** montiert und die verbleibende Einrichtung das heißt entweder die Empfängerfassungseinrichtung **57** oder der Lasertransmitter **56** ist an dem Messbalken **11** montiert, wobei ein Schutz vor einem externen Einfluss vorgesehen ist, nachdem mit der Hilfe der Korrektur- und Steuervorrichtungen genau eingestellt worden ist.

[0051] Beim Messen der Zylindrizität oder, wenn dies bevorzugt wird, der Nicht-Zylindrizität werden die Differenzen somit bei dem Abstand zwischen der Mantelfläche **3** des Messobjektes **5** und der Messeinrichtung **6** gemessen, wobei die Messeinrichtung **6** bei ein und der gleichen ortsfesten Position an dem Messbalken **11** über eine gesamte Drehung des Messobjektes **5** hinweg gehalten wird. Das Messen wird geeignet in einer derartigen Weise ausgeführt, dass ein gemessener Wert sowohl für jeden Grad der Drehung während einer Umdrehung in einer derartigen Weise, dass die vorstehend erwähnte Nicht-Zylindrizität erhalten werden kann, und auch für eine

Anzahl an Positionen entlang des Messbalkens **11**, bei denen der Ort der Messeinrichtung **6** in Bezug auf die Geradheitsreferenz **16** bestimmt wird, erhalten wird, so dass das Geradheitsprofil des Messobjektes **5** ebenfalls erhalten werden kann. Die Anzahl an Messpositionen wird durch die Länge des Messobjektes **5** und die erforderliche Genauigkeit des Messergebnisses bestimmt.

[0052] Die somit automatisch erhaltenen, analysierten und geeignet verarbeiteten Messergebnisse können sowohl in Echtzeit bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel an dem Anzeigebildschirm **55**, der bei der Steuer- und Messeinheit **15** umfasst ist, grafisch beispielsweise in der vorstehend beschriebenen isometrischen Form oder in einer tabellenartigen Form, und auch bei einer Einheit, beispielsweise bei einem Drucker, der mit dieser verbunden ist, berichtet werden. Wenn dies geeignet ist, können das Messen und das Berichten für verschiedene Betriebszustände wie beispielsweise die Bahngeschwindigkeit, die Temperatur oder ein anderer Parameter, der für den Betrieb von Bedeutung ist, ausgeführt werden.

[0053] Die Messvorrichtung **1** gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist demontierbar und kann daher eingepackt und bei Bedarf zwischen verschiedenen Messobjekten **5** oder Maschinen einfach bewegt werden und an dem ausgewählten Messobjekt **5**, beispielsweise ein Glättzylinder, eingebaut werden, bei dem die Messung während der Herstellung, in Verbindung mit einer Wartung und Reparatur oder sogar während des Betriebs des fertigen und eingebauten zylindrischen Körpers **5** ausgeführt werden kann.

[0054] Da ein ausreichender und relativ zugänglicher Raum für eine Montage und Handhabung der Messvorrichtung **1** und des Messschlittens **13** nahe zu und zwischen dem Glättzylinder und dem Bahnzug erforderlich ist, wird die Messvorrichtung **1** normalerweise zwischen den Krepp- und Reinigungsrollen angeordnet. Bei Bedarf ist es ebenfalls möglich, durch die Bahn zu messen, und eine Position sowohl vor als auch nach der Aufnahmerakel kann daher angewendet werden.

[0055] Sämtliche Wandler oder ähnliche Messeinrichtungen, die bei der Messvorrichtung **1** verwendet werden, sind geeignete kontaktfreie Wandler wie beispielsweise optische Wandler, fotoelektrische Wandler oder induktive Wirbelstromwandler einer bekannten Art, können jedoch natürlich gänzlich oder teilweise durch eine elektrische, mechanische oder pneumatische Kontakteinrichtung ersetzt werden, wenn dies als ausreichend erachtet wird.

[0056] Wenn die vorstehend erwähnte Umlaufimpulsvorrichtung **9** an der Drehachse **8** des Messobjektes **5** angeordnet ist, in diesem Fall in geeigneter

Weise die Fotozellenerfassungseinrichtung, kann diese in geeigneter Weise an der Welle **8** mittels eines riemenartigen Befestigungselementes befestigt werden, um die Montage und Demontage der Umlaufimpulsvorrichtung **9** zu erleichtern.

[0057] Die Messung der Zylindrizität und/oder Geradheit eines Messobjektes **5** kann natürlich auch ein gleichzeitiges Aufzeichnen von einem beliebigen anderen erforderlichen Parameter, der für Messobjekte **5** dieser Art möglich und erwünscht ist, unter Verwendung von einer der Messvorrichtungen, die nunmehr kommerziell erhältlich sind, umfassen. Derartige Parameter sind vorstehend erwähnt und umfassen Ablagerungen, Korrosion, Verschleißmuster, die Größe des Verschleißes und dergleichen. Die vorstehend beschriebene Erfindung ist insbesondere für ein Messen bei einem Glätzzylinder geeignet.

Patentansprüche

1. Verfahren für ein kontaktfreies und mit Hilfe ein Messvorrichtung (**1**) erfolgreiches Messen in einem vorbestimmten Messbereich (**2**) in Verbindung mit einer Mantelfläche (**3**) von zumindest einem Messobjekt (**5**), das drehbar in einem Maschinengestell einer Papiermaschine gelagert ist, in Bezug auf seine Zylindrizität und/oder seine Geradheit relativ zu einer Geradheitsreferenz (**16**), die im Wesentlichen parallel zu der Drehachse (**8**) des Messobjektes (**5**) angeordnet ist, wobei die Messvorrichtung (**1**) die Geradheitsreferenz (**16**), ein Messgestell (**10**) und einen linear beweglich gelagerten Messschlitten (**13**), an dem zumindest eine Messeinrichtung (**6**) angeordnet ist, aufweist, wobei der Messschlitten (**13**) während der Messung entlang eines länglichen formstabilen Stützelements (**11**) läuft, der ein Teil des Messgestells (**10**) ausbildet, und im Wesentlichen parallel zu der Drehachse (**8**) des Messobjektes (**5**) läuft, wodurch die Messeinrichtung (**6**) zu einer oder zu mehreren erwünschten Positionen für die Messung bewegt wird und die Messeinrichtung (**6**) dazu gebracht wird, dass sie eine Messung der gegenwärtigen Messwerte bei jeder derartigen Position ausführt, die in dem Messbereich (**2**) gewählt wird, wobei das Messen bei einer Startposition für die Messeinrichtung (**6**) relativ zu der Geradheitsreferenz (**16**) beginnt und das Messobjekt (**5**) bestimmt wird, wobei die Startposition eine Anfangsposition für das sich drehende Messobjekt (**5**), eine gegenwärtige Position entlang des Stützelementes (**11**) und einer Position in radialer Richtung von der Mantelfläche (**3**) des Messobjektes (**5**) aufweist, wobei eine erste Messung für diese Startposition ausgeführt wird, wobei die Messeinrichtung (**6**) danach zu zumindest einer weiteren Position entlang des Stützelementes (**11**) bewegt wird, während diese neue Position oder diese neuen Positionen kontinuierlich in Bezug auf einander oder auf die Startposition bestimmt wird oder werden, woraufhin eine Messung in dem Messbereich (**2**) bei jeder Position ge-

schieht, wobei ein Laserstrahl (**58**) als Geradheitsreferenz (**16**) verwendet wird, wobei der Laserstrahl durch eine Lasereinheit erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Laserstrahl (**58**) vor einem externen Einfluss geschützt wird, indem er entlang von zumindest einem Teil seiner Länge in dem Schutz einer länglichen Schutzvorrichtung (**17**) angeordnet wird, die im Wesentlichen parallel zu dem Stützelement (**11**) angeordnet ist.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Umlaufimpulsvorrichtung (**9**) an dem Messobjekt (**5**) angeordnet ist, die Anfangsposition mit Hilfe der Umlaufimpulsvorrichtung (**9**) bestimmt wird und die gegenwärtige Position entlang des Stützelementes (**11**) mit Hilfe von Anschlagelementen (**20**) bestimmt wird, die an jedem Ende des Stützelementes (**11**) angeordnet sind.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Laserstrahl (**58**) vor einem externen Einfluss durch die Lasereinheit geschützt wird und der Laserstrahl (**58**), der dadurch erzeugt wird, innerhalb der länglichen Schutzvorrichtung (**17**) angeordnet ist, die parallel zu dem Stützelement (**11**) angeordnet ist.

4. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erhaltenen Messwerte mittels einer elektronischen Mess- und Steuereinheit (**15**) verarbeitet und berichtet werden.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Durchlaufen des Messschlittens (**13**) entlang des Stützelementes (**11**) automatisch mit Hilfe einer Durchlaufvorrichtung (**14**) geschieht, die einen Motor (**48**), eine Kupplung (**49**), eine Antriebswelle (**50**), zumindest zwei Räder (**51**, **52**) aufweist, wobei eines von ihnen ein angetriebenes Rad (**51**) ist, wobei zwischen den Rädern und um diese Räder (**51**, **52**) herum zumindest ein Synchrontransmissionsriemen (**53**) in einer an dem Messschlitten (**13**) gesicherten Schleife läuft, wobei der Synchrontransmissionsriemen (**53**) bei einer vollständig oder teilweise abgeschirmten Position innerhalb des Stützelementes (**11**) angeordnet ist und die Durchlaufvorrichtung (**14**) durch die elektronische Mess- und Steuereinheit (**15**), die vorprogrammiert worden ist, gesteuert wird, um den Messschlitten (**13**) bei wahlweisen vorbestimmten Positionen entlang des Stützelementes (**11**) anzuordnen.

6. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Halte- und Einstellelement (**39**), das an dem

Messschlitten (13) angeordnet ist, bei einem erwünschten Winkel relativ zu der Mantelfläche (3) des Messobjektes (5) mit Hilfe eines Einstellelementes (35) eingestellt wird, das an einer Positioniereinheit (26) angeordnet ist, die an dem Messschlitten (13) angeordnet ist, und eine Welle (36) aufweist, die in der Längsrichtung des Stützelementes (11) angeordnet ist,

zumindest ein Scharnierelement (37) um diese Welle (36) gedreht wird, und

das Scharnierelement (37) danach an der Welle (36) so gesichert wird, dass das Halte- und Einstellelement (39), das an diesen Scharnierelementen (37) angeordnet ist, den erwünschten Winkel zu der Mantelfläche (3) des Messobjektes (5) erlangt.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Halte- und Einstellelement (39) außerdem in radialer Richtung bei einem Abstand von der Mantelfläche (3) des Messobjektes (5) in geeigneter Weise für die Messeinrichtung (6) mit Hilfe einer manuellen oder automatischen Einstellvorrichtung (40) eingestellt wird, wodurch ermöglicht wird, dass der Abstand bei der automatischen Einstellvorrichtung (40) mit Hilfe der Mess- und Steuereinheit (15) reguliert wird.

8. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Messung, die in dem vorbestimmten Messbereich (2) von jeder anderen erwünschten Eigenschaft oder jedem anderen erwünschten Parameter von dem oder bei dem Messobjekt (5) und außerdem von einer Materialbahn, die über das oder um das Messobjekt (5) herum läuft, geschieht, wobei sie als vorteilhaft erachtet wird, um mit Hilfe der Messvorrichtung (1) beispielsweise eine Korrosion, einen Verschleiß, eine Temperatur oder eine Geschwindigkeit zu bestimmen und

zumindest eine zusätzliche geeignete Messeinrichtung (6) daher an der Messvorrichtung (1) angeordnet wird.

9. Messvorrichtung (1) für ein kontaktfreies Messen in einem vorbestimmten Messbereich (2) in Verbindung mit einer Mantelfläche (3) von zumindest einem Messobjekt (5), das drehbar in einem Maschinengestell einer Papiermaschine gelagert ist, in Bezug auf seine Zylindrizität und/oder seine Geradheit relativ zu einer Geradheitsreferenz (16), wobei die Geradheitsreferenz (16) im Wesentlichen parallel zu der Drehachse (8) des Messobjektes (5) angeordnet ist, wobei die Messvorrichtung (1) die Geradheitsreferenz (16), ein Messgestell (10) und einen linear beweglich gelagerten Messschlitten (13) aufweist, an dem zumindest eine Messeinrichtung (6) angeordnet ist, wobei der Messschlitten (13) während der Messung entlang einem formstabilen Stützelement (11) durchläuft, das einen Teil des Messgestells (10) aus-

bildet und im Wesentlichen parallel zu der Drehachse (8) des Messobjektes (5) verläuft, wobei die Geradheitsreferenz (16) einen Laserstrahl (58) aufweist, der durch eine Lasereinheit erzeugt wird, die einen Lasertransmitter (56) und eine Empfangserfassungseinrichtung (57) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Laserstrahl (58) vor einem externen Einfluss geschützt ist, indem er entlang von zumindest einem Teil seiner Länge im Schutz einer länglichen Schutzvorrichtung (17) angeordnet ist, die im Wesentlichen parallel zu dem Stützelement (11) angeordnet ist.

10. Messvorrichtung gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Lasereinheit und somit sein Lasertransmitter (56) und seine Empfangserfassungseinrichtung (57) innerhalb der länglichen Schutzvorrichtung (17) angeordnet sind, die im Wesentlichen parallel zu dem Stützelement (11) angeordnet ist.

11. Messvorrichtung gemäß Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung (1) außerdem eine elektronische Mess- und Steuereinheit (15) hat.

12. Messvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung (1) außerdem eine automatische Durchlaufvorrichtung (14) hat, um den Messschlitten (13) bei den erwünschten Messpositionen entlang des Stützelementes (11) einzustellen, wobei die Durchlaufvorrichtung (14) einen Motor (48) aufweist, der in geeigneter Weise an einem Ende des Stützelementes (11) angeordnet ist, und eine Kupplung (49) und eine Antriebswelle (50) aufweist, die mit einem von zumindest zwei Rädern (51, 52) verbunden ist, die als Lagerelemente vorgesehen sind, wobei eines von ihnen ein angetriebenes Rad (51) aufweist, wobei zwischen den Rädern und um die Räder (51, 52) herum zumindest ein Synchrontransmissionsriemen (53) in einer Schleife bei einer vollständig oder teilweise geschützten Position innerhalb des Stützelementes (11) läuft, und jeweils eine Kupplung (27) zwischen den Enden von jedem Transmissionsriemen (53) und eine Positioniereinheit (26), die an dem Messschlitten (13) angeordnet ist, aufweist.

13. Messvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützelement (11) einen oder mehrere formstabile im Wesentlichen identische Abschnitte (18) aufweist, die miteinander mittels geeigneter Verbindungen (19) verbunden sind, um eine kohärente Länge auszubilden, die zumindest der Länge des erwünschten Messbereichs (2) entspricht, wobei die Verbindungen (19) an den Seiten der Abschnitte (18) eine Vertiefung, ein Anschlagelement (20), das an jedem Ende des Stützelementes (11) angeordnet ist und das in geeigneter Weise aus einem Teil von einer oder mehreren kontaktfreien Endabtastrichtungen, indukti-

ven Wandlern oder dergleichen für ein Aufzeichnen der gegenwärtigen Position des Messschlittens (13) relativ zu einer Startposition oder einer Endposition entlang des Stützelementes (11) besteht, eine oder mehrere Linearlagereinrichtungen (21), die im Wesentlichen parallel zu und nahe zu einer oder mehreren Seiten des Stützelementes (11) angeordnet ist oder sind, wobei die Linearlagereinrichtungen (21) eine oder mehrere parallele Führungen aufweisen, die einen Formstab, eine Gleiteinrichtung oder eine Schiene ausbilden, entlang dem oder der eine Art an Lagerelement (24), das an dem Messschlitten (13) angeordnet ist, in Zusammenarbeit läuft, aufweisen.

14. Messvorrichtung gemäß Anspruch 13 in Kombination mit Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Positioniereinheit (26) eine Gleiteinrichtung oder einen Schlitten (28) aufweist, bei der oder bei dem jeweils eine der Kupplungen (27) für die Durchlaufeinrichtungen (14) an ihren zwei entgegengesetzten Enden unter Betrachtung ihrer Laufrichtung angeordnet ist, und außerdem eine Hülle oder einen Rahmen (29) aufweist, der das Stützelement (11) umgibt und den Schlitten (28) mit der Linearlagereinrichtung (21) verbindet.

15. Messvorrichtung gemäß Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Spannvorrichtung (30) an dem Messschlitten (13) angeordnet ist, wobei die Spannvorrichtung einen Verbindungsarm (31) aufweist, der drehbar an einem Ende des Messschlittens (13) angeordnet ist, wobei eine Lageeinrichtung (32) an seinem freien entgegengesetzten Ende ist, wobei die Spannvorrichtung (30) an dem Stützelement (11), in geeigneter Weise eine der Linearlagereinrichtungen (21) des Stützelementes (11), geklemmt ist und mit diesem bzw. dieser zusammenwirkt.

16. Messvorrichtung gemäß Anspruch 12 oder gemäß Anspruch 13 in Kombination mit Anspruch 12 oder gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Einstellelement (35) außerdem bei der Positioniereinheit (26) des Messschlittens (13) angeordnet ist, wobei das Einstellelement eine Welle (36), die in der Längsrichtung des Stützelementes (11) angeordnet ist, und zumindest ein Scharnierelement (37) aufweist, das um diese Welle (36) herum drehbar ist und das an der Welle (36) so gesichert werden kann, dass ein Halte- und Einstellelement (39), das an diesem oder an diesen Scharnierelement(en) (37) angeordnet ist, wobei an diesem Element (39) die Messeinrichtung(en) (6) montiert ist/sind, bei einem erwünschten Winkel gegenüber der Mantelfläche (3) des Messobjektes (5) eingestellt werden kann.

17. Messvorrichtung gemäß Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass ein manuelles oder automatisches Einstellelement (40) an dem Halte- und

Einstellelement (39) angeordnet ist, um dieses auch in der radialen Richtung auf einen geeigneten Abstand für die Messeinrichtung (6) von der Mantelfläche (3) einzustellen, wobei das Einstellelement (40) ein Federelement (41), so dass eine Kraft erhalten wird, die an dem Halte- und Einstellelement (39) und gegen das Messobjekt (5) gerichtet ist, und außerdem einen manuellen oder automatischen Aktuator (46) aufweist, der parallel zu diesem Federelement (41) wirkt, so dass der Abstand von der Mantelfläche (3) des Messobjektes (5) in dem letztgenannten Fall automatisch durch die Mess- und Steuereinheit (15) im Zusammenwirken mit dem Federelement (41) gesteuert werden kann.

18. Messvorrichtung gemäß Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere Schutzabstandshalter (47) an der Vorderseite des Halte- und Einstellelementes (39) sitzen, wobei sie dem Messobjekt (5) zugewandt sind, wobei sie in geeigneter Weise als Blöcke aus Kunststoff, Keramik, einem Verbundmaterial oder einem anderen geeigneten Material geformt sind, das die Mantelfläche (3) von dem Messobjekt (5) in dem Fall eines Kontaktes zwischen ihnen nicht beschädigt.

19. Messvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Halte- und Einstellelement (39) eine Plattform aus einem gebogenen Blech aufweist.

20. Messvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass eine längliche Schutzvorrichtung (17) unterhalb von zumindest einem Teil der Länge des Laserstrahls (58) im Wesentlichen parallel zu dem Stützelement (11) angeordnet ist, wobei die Schutzvorrichtung (17) eine Laserbahn (59) aufweist, die eine Art längliches Element (60) aufweist, innerhalb dem oder in dessen Schutz der Laserstrahl (58) sich erstreckt, wobei die Laserbahn (59) somit einen Lichtkanal für den Laserstrahl (58) zwischen ihrem Transmitter (56) und ihrem Empfänger (57) ausbildet, wobei das längliche Element (60) zumindest einen Zwischenraum, einen Sektor oder eine Bahn aufweist, der oder die horizontal läuft und sich zumindest entlang des Teils (der Teile) des länglichen Elementes (60) erstreckt, das zwischen den Endpositionen angeordnet ist, die bei dem Durchlaufen des Messschlittens (13) anwendbar sind, wobei in dem Lichtkanal die Erfassungseinrichtung (57) und der Lasertransmitter (56) angeordnet sind oder arbeiten, wobei von ihnen entweder der Lasertransmitter (56) oder die Empfangserfassungseinrichtung (57) an dem Messschlitten (13) montiert ist, und das andere Element, d.h. entweder die Empfangserfassungseinrichtung (57) oder der Lasertransmitter (56) an dem Stützelement (11) montiert ist.

21. Messvorrichtung gemäß Anspruch 20, da-

durch gekennzeichnet, dass die Schutzvorrichtung (17) teleskopisch ist.

22. Messvorrichtung gemäß Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass das längliche Element (60) einen Schirm, einen hohlen Balken oder ein Rohr oder sogar einen elastischen Balg beispielsweise aufweist, wobei der Balg dann in geeigneter Weise aus Kunststoff oder Gummi ist, wobei das Element zumindest teilweise den Laserstrahl (58) umgibt oder anderweitig schützt.

23. Messvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenraum von dem äußeren der zwei oder mehr koaxialen Bürstenelementen abgeschirmt ist.

24. Messvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung (1) zwischen verschiedenen Messobjekten (5) oder Maschinen entfernt oder transportiert werden kann und somit bei einem Messobjekt (5) eingebaut werden kann, das bei einem speziellen Fall so gewählt wird, dass ein Messen während der Herstellung des Messobjektes (5) und außerdem während des Betriebs des fertigen und eingebauten Objektes ausgeführt werden kann.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

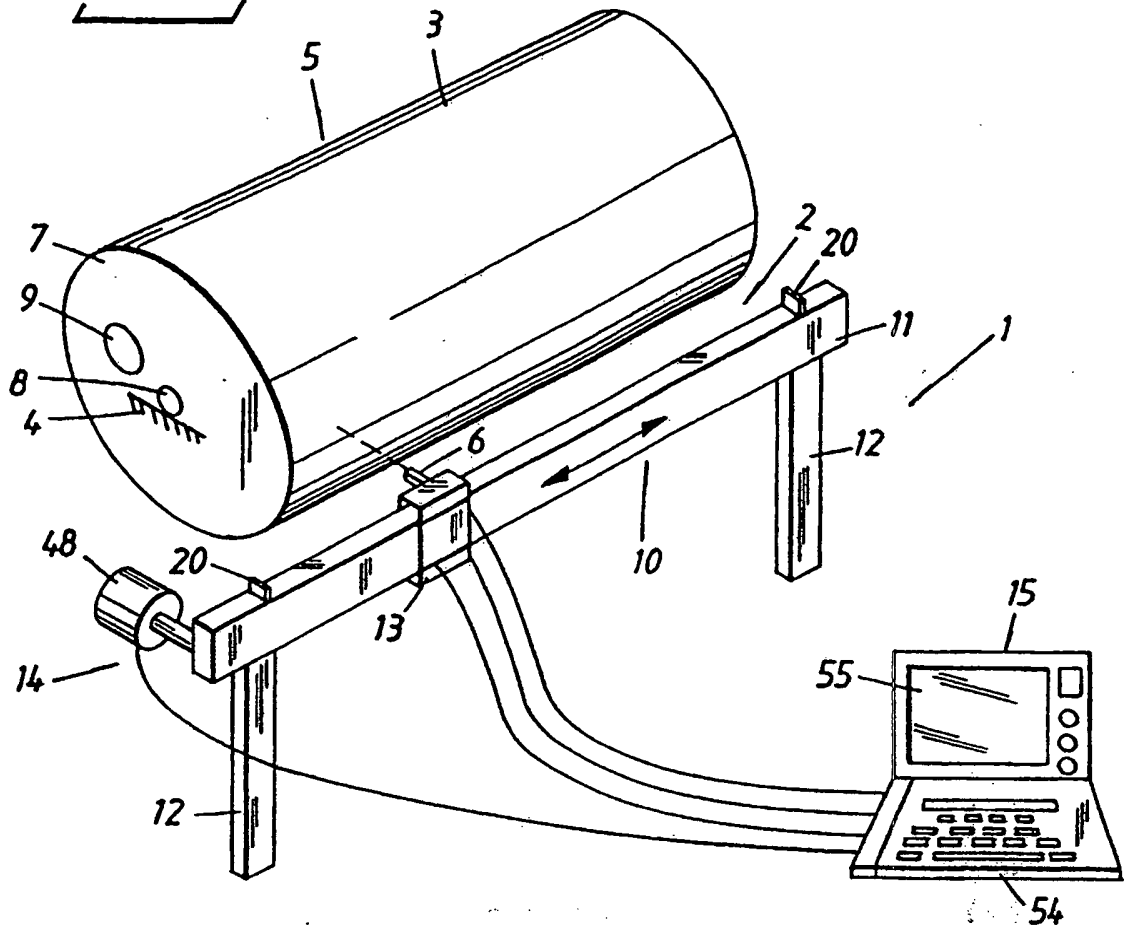


Fig. 2

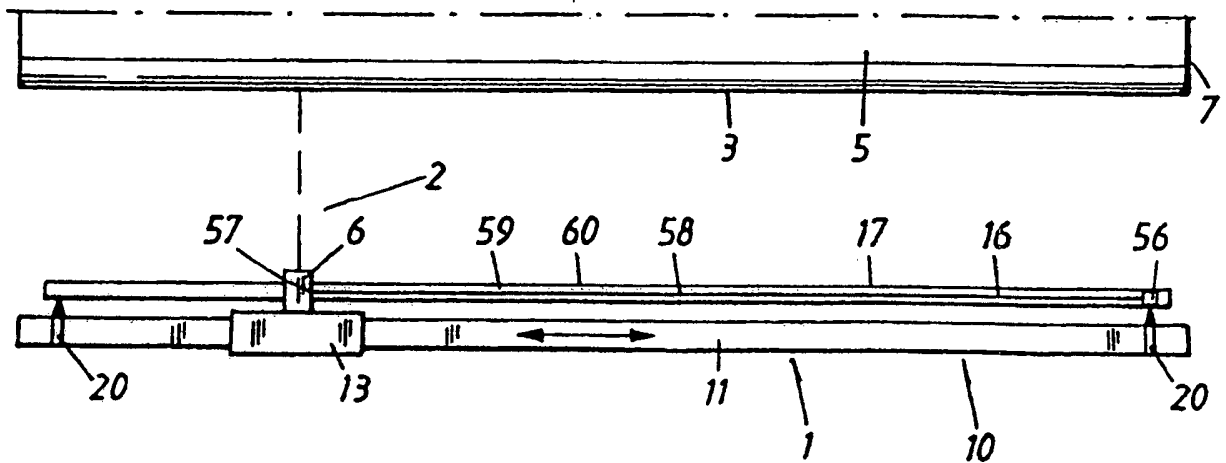


Fig. 3

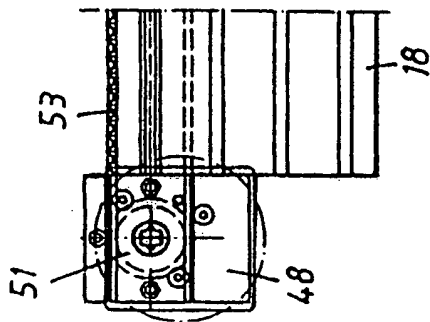
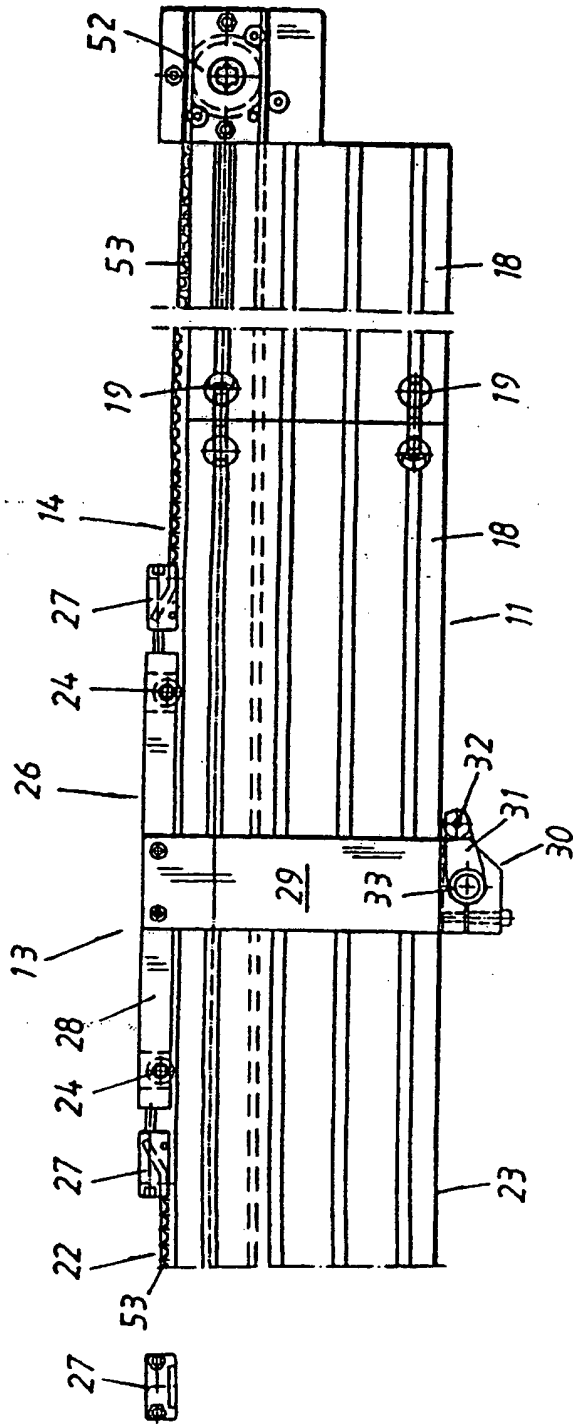


Fig. 4

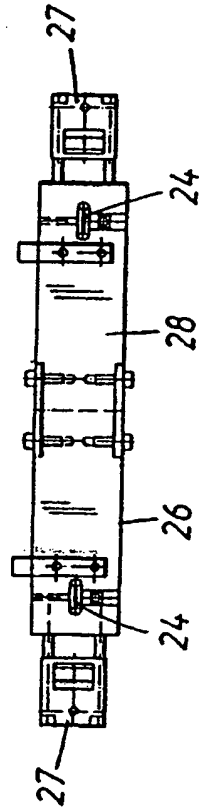


Fig. 5

