

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. November 2006 (02.11.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/114087 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60B 31/02 (2006.01)

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2006/000718

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. April 2006 (24.04.2006)

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 019 120.7 24. April 2005 (24.04.2005) DE

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: RUGEL, Christoph [DE/DE]; Flaunserstrasse
1, 79199 Kirchzarten (DE).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV,

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.*

(54) Title: DEVICE FOR TRUING AND REGULATING THE TENSION OF SPOKED RUNNING WHEELS

(54) Bezeichnung: EINRICHTUNG ZUM ZENTRIEREN UND NACHSPANNEN VON EINGESPEICHTEN LAUFRÄDERN

(57) Abstract: The invention relates to a device for truing and regulating the tension of spoked running wheels which comprises a) a support device for stationarily clamping the hub of the running wheel, b) measuring devices for determining the lateral and top eccentricity of the rim, c) a device for fixing a motor-driven nipple wrench to the spoke nipple, d) a device for manually adjusting spoke tension, and e) a CPU control unit with interactive display. The invention is characterized in that in a) the hub of the running wheel is clamped for the purpose of measuring it in a manner symmetrical to the truly axial radial plane; in b) both lateral and top eccentricity and rim anomalies on the same radial rim segment can be read out directly and electronically with or without the tires fitted; in that c) it allows smaller dimensions, a lower weight and a simplified procedure for the additional installation in already present devices; e) and is suitable for the manual and for the motor-driven use of the device. The device is characterized by its handiness, rapidity and ease of use, it can be combined from inexpensive components in a modular manner and is suitable for use by producers of running wheels, bike repair shops and private individuals.

(57) Zusammenfassung: Einrichtung zum Zentrieren und Nachspannen von eingespeicherten Laufrädern, mit a) einer Trägervorrichtung zum festen Einspannen der Laufradachse, b) Messvorrichtungen zur Feststellung des Seiten- und Höhenschlags der Felge, c) einer Einrichtung zum Anbringen des motorischen Nippelspanners an den Speichennippel d) einer Vorrichtung zum manuellen Justieren der Speichenspannung, e) einer CPU - Steuereinheit mit interaktivem Display, dergestalt, dass in a) die Laufradachse für Messungen symmetrisch zur achsmittig gelagerten Radialebene eingespannt wird, dabei in b) gleichzeitig Höhen- und Seitenschlag sowie Felgenanomalien am selben radialen Felgensegment mit und ohne aufgezo- genen Reifen sowohl direkt als auch elektronisch ausgewertet abgelesen werden können, in c) kleine Abmessungen, geringes Gewicht sowie ein einfacher Bewegungsablauf den zusätzlichen Einbau ins vorhandene Gerät gestatten, e) sowohl für den manuellen als auch für den motorischen Gebrauch der Vorrichtung geeignet ist. Das handliche, schnell und leicht zu bedienende sowie nach dem Baukastenprinzip durch kostengünstigen Komponenten kombinierbare Gerät ist zum Einsatz bei Laufradbauern, in Fahrradwerkstätten und bei Privatpersonen geeignet.

WO 2006/114087 A2

Beschreibung

Einrichtung zum Zentrieren und Nachspannen von eingespeichten Laufrädern

- a) mit einer Trägervorrichtung zum festen Einspannen der Laufradachse,
 - b) einer Messvorrichtung zur Feststellung des Seiten - und Höhenschlags der Felge,
 - c) einer Einrichtung zum Anbringen des motorischen Nippelspanners an den Speichennippel
 - d) einer Vorrichtung zum manuellen Justieren der Speichenspannung,
 - e) einer CPU - Steuereinheit mit interaktivem Display,
- a) Einrichtungen, die das Laufrad mittig zu seiner achsmittig gelegenen Radialebene fest einspannen, sind bekannt und weisen zusammen oder getrennt folgende Nachteile auf:
- Messung am selben radialen Felgensegment möglich, aber aufwendiges Justieren des Laufrades mittig zur Laufradradialachse
 - keine Vorrichtung zum Anbringen der Seiten - und Höhentaster für dasselbe in Laufradradialrichtung gelegene Felgensegment vorhanden
 - großer Fertigungsaufwand
 - große Toleranzen bei der Mittigstellung des Laufrades zu seiner Radialmittelebene

Die hier zur Anmeldung vorliegende Trägervorrichtung beseitigt diese Nachteile und zeichnet sich dabei durch folgende Eigenschaften aus:

sie spannt das Laufrad mittig zu seiner Radialmittelebene ein, zeigt die Seitenabweichungen beider Felgenseiten gleichzeitig relativ zu dieser Radialmittelebene an und misst den Höhenschlag am selben radialen Felgensegment in Axialrichtung, um dadurch das Zentrieren ohne Zentrierlehre, ohne zeitraubendes Wenden des Laufrades während des Zentriervorgangs und ohne umständliches Zuordnen von an verschiedenen radialen Felgensegmenten gewonnenen Messwerten für Seitenschlag und Höhenschlag der Felge zu ermöglichen.

Das Laufrad wird durch eine neuartige Zug-Kippbewegung der beiden Träger simultan mittig zur Laufradachsmittlebene eingespannt, wobei die Messvorrichtung, von den Laufradträgern geführt, relativ zu einem radialen Felgensegment der jeweiligen Felgengröße simultan justiert wird.

Die etwa tischgroße, tragbare Konstruktion ist in einer flächenbetonten Bauweise möglich, welche außer durch Präzisionsgusskomponenten vor allem durch industrielle Standardprofile

realisiert werden kann, wobei die symmetrische Einbindung der beiden Trägerseiten in die Gesamtkonstruktion die Toleranzen zusätzlich minimiert. Die Trägervorrichtung ist zudem für den in Baukastenweise realisierbaren vollautomatischen motorgesteuerten Zentriervorgang eingerichtet.

b) es sind Messvorrichtungen zum Feststellen des Seiten - und Höhenschlags der Laufradfelge bei fest eingespannter Laufradnabe bekannt, welche zusammen oder getrennt folgende Nachteile aufweisen:

- aufwendiges Anbringen der Messtaster für Seiten-und Höhenschlag an die Laufradfelge
- aufwendiges Justieren der Messtaster für Seiten-und Höhenschlag für die jeweilige Felgengröße
- keine simultane achszentrierte Messung von Höhenschlag bzw. Seitenschlag des Laufrades auf demselben radialen Felgensegment
- großer technischer Aufwand bei der mechanischen Messwertanzeige
- Vergrößerung des Messfehlers durch zusätzliche Mechanik zwischen Messtaster und Messanzeige
- Fehlen von Messskalen
- Fehlen von Messskalen
- keine distanztreue Anzeige der Seiten - und Höhenabweichungen der Laufradfelge
- kein simultanes Ablesen der Messwerte möglich
- keine Unterscheidung zwischen Felgendefekten und Seiten/Höhenschlag möglich

Die hier zur Anmeldung vorliegende Messvorrichtung beseitigt diese Nachteile, und zeichnet sich dabei durch die folgenden Merkmale aus:

sie misst verschiedene Laufradgrößen jeweils ohne zeitraubende, fehlererzeugende Justierarbeiten, zeigt die Messwerte im Verhältnis 1 an, verfügt über eine Messskala, ist für Laufräder mit und ohne Reifen eingerichtet und hat eine einfache kostengünstige Bauweise sowie geringes Gewicht. Außerdem ist sie mit einem simultan ablesbaren Skalenfeld für Seiten- und Höhenschlag und einer Schnellpositioniervorrichtung für die Messtaster ausgestattet sowie in Baukastenweise für elektronische Messwörterfassung und Auswertung (Zentriercomputer) bis zu motorgesteuertem berührungslosem Messen eingerichtet,

Die radial parallel zur Laufradradialebene beweglich geführten Messtaster ermöglichen im Zusammenspiel mit einer Schnellspannvorrichtung für die Messtaster das einfache Anbringen und Lösen der Messtaster an die jeweilige Laufradfelge. Der symmetrisch zur Laufradradialmittelebene anzeigende, lediglich durch direkt an den Messtastern angebrachte

Messplättchen rechtwinklig zur jeweiligen Messrichtung gebildete Messspalt zeigt relativ zur Radialmittelebene auf einem lupenvergrößerten Skalenfeld mit z. Bsp. einem geeigneten Strichabstand von 0,1 mm und einer geeigneter Strichweite von 0,01 mm gleichzeitig beide Seitenschläge der Laufradfelge und gleichzeitig deren Höhenschlag jeweils im Verhältnis 1:1 an, wobei durch die gleichzeitige Anzeige beider Felgenseiten zusätzlich eine Unterscheidung zwischen Felgendefekten und Felgenschlag möglich ist. Mit einer lupenvergrößerte Skalenstrichweite von z. Bsp. 0,01 mm können mühelos Abweichungen der Laufradfelge von der idealen Radialmittelbene bis in einen Bereich von z. Bsp. 0,01 mm erkannt werden. Damit wird die Installation zusätzlicher Präzisionsmessinstrumente überflüssig.

Ferner können durch Lösen der Feststellvorrichtung des parallel zur Laufradradialmittelebene auf dem Messkörperträger beweglich geführten Messkörpers die beiden Messtaster für Seitenschlag durch an ihnen installierte, über den beweglichen Messkörper federnd wahlweise an der Felgenober-oder Unterseite anliegende Höhentaster die Höhenabweichungen relativ zu dem auf dem Messkörperträger fest angebrachten Skalenfeld mit den rechtwinkligen Messplättchenkanten der Höhentaster anzeigen. Zusätzlich können bei seitengefurchten Laufradfelgen die Messtaster für Seitenschlag in den Furchen angebracht werden, sodass, ebenfalls bei gelöster Feststellvorrichtung des Messkörpers, Höhenabweichungen der Felge simultan über die Seitentaster erfasst und zur Anzeige gebracht werden können.

Außerdem kann der Höhenschlag über ein weiteres, mit einer federnd an der Felgenunterseite laufradaxialbeweglich angebrachten Rolle fest verbundenes und im Messspalt über dem Skalenfeld vertikal bewegtes Messplättchen mit dessen Kante angezeigt werden. Diese Messform kann z.Bsp. bei schnellem Gebrauch der Zentriervorrichtung gewählt werden, wenn die durch das simultane, permanent abstandsgleiche Mitführen der Messtaster für Seiten-und Höhenschlag gegebene hohe Messsicherheit, wie sie mit den hier beschriebenen ausschließlich seitentastergeführten Messverfahren möglich ist, nicht im Vordergrund steht.

Zusätzlich zu dieser Grundausstattung können nun nach dem Baukastenprinzip elektronische Distanzsensoren an den Messtastern angeschlossen werden, diese wiederum an ein z.Bsp. am Messkörperträger installiertes interaktives Display mit Mikrocontroller, welches außerdem mit einer optoelektronischen Vorrichtung am oberen Ende des Messkörpers zum Zählen der Speichen bei manuell oder motorisch bewegtem Laufrad verbunden werden kann, womit eine eindeutige elektronische Zuordnung der Messwerte zum Messort möglich wird. Der auf diese Weise installierte manuell bedienbare Zentnercomputer hat den Vorteil, simultan achsmutige und achsradial gelegene Messwerte zu liefern und außerdem technisch einfach, platzsparend, mobil und leicht gebaut zu sein.

Abschließend kann nun, ebenfalls nach dem Baukastenprinzip eine zusätzliche Erweiterung zu einer vollautomatisch arbeitenden Zentnervorrichtung bei fest eingespanntem Laufrad stattfinden. Dazu wird erstens der Messkörper durch einen Messkörper gleicher Größe ersetzt, der mit berührungslos arbeitenden, für Laufräder mit und ohne Reifen gleichermaßen geeigneten, symmetrisch zur Laufradradialmittelebene angeordneten optoelektronischen Flächenstrahlgebern bzw. Flächenstrahlsensoren arbeitet und motorisch auf den am Messkörperträger angebrachten Führungen automatisch in die optimale Messposition bewegt werden kann; zweitens treibt eine motorgetriebene, an der Zentnervorrichtung befestigte Antriebsrolle das eingespannte Laufrad über die Felgenunterseite- bzw. Reifenunterseite an, drittens werden die motorgetriebenen Nippelspanner am Zentnerkörper bei den dazu eingerichteten Vorrichtungen der beiden Laufradträger installiert und alle drei Komponenten ebenfalls mit dem Mikrocontroller verbunden. Manuelle Tätigkeiten während des Zentriervorgangs beschränken sich damit auf das Abdrücken der Laufradfelge.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird zum berührungslosen Messen der Seiten- und Höhenabweichungen der Laufradfelge eine optoelektronische Flächenstrahlvorrichtung, bestehend aus zwei in einem Winkel von 45° orthogonal symmetrisch zur Laufradradialebene angeordneten Flächenstrahlgebern eingerichtet, so dass sich die Flächenstrahlen rechtwinklig zur Laufradradialebene dort in einer gemeinsamen Linie schneiden; die Flächenstrahlnehmer sind parallel symmetrisch zur Laufradradialmittelebene angeordnet, sodass die Seitenabweichungen der sich innerhalb der Strahlflächen befindenden Laufradfelge im Verhältnis 1:1 abgebildet werden können. Zur eindeutigen Zuordnung der gemessenen Strecken zu Höhen oder Seitenschlagsbewegungen der Felge steht zum einen die Differenz der linksseitig bzw. rechtsseitig gemessenen Strecken, zum anderen der Abgleich mit einem dritten, orthogonal zur Laufradradialebene verlaufenden, die gemeinsame Kreuzungslinie der anderen Flächenstrahlen durchdringenden Flächenstrahl zur Verfügung, sodass aus den gemessenen Seitenstrecken die Höhenabweichungen eindeutig herausgerechnet werden können. Die hier beschriebene berührungslose Messung mit Flächenstrahlen hat gegenüber anderen berührungslosen Messmethoden zum einen den Vorteil, z. Bsp bei der Messung gebrauchter Laufräder Seitenabweichungen von insgesamt 40 mm und mehr gleichbleibend genau anzeigen zu können, zum anderen, dass die Messvorrichtung durch paralleles Verschieben entlang der Laufradradialebene auch motorgesteuert in einfacher Weise der jeweiligen Felgenreöße bzw. Felgenbeschaffenheit angepasst werden kann und die Zentnereinrichtung damit für das vollautomatische Einmessen beliebiger Laufradgrößen mit und ohne Laufradreifen eingerichtet ist.

- c) Bisher bekannte Einrichtungen zum Anbringen des motorgetriebenen Nippelspanners an den Speichennippel weisen jeweils einen oder mehrere der folgenden Nachteile auf:
- aufwendige Justierarbeiten zum Einstellen des Arbeitspunktes für die jeweilige Felgenreöße
 - aufwendige technische Gesamtkonstruktion
 - ungenaues Drehen der seitwärts auf dem Nippel einrastend angebrachten, verklemmend drehenden Schraubennuss
 - ungenaues Arbeiten der Getriebemotorsteuereinheit
 - geringe Beweglichkeit der sphärischen Schraubennuss
 - erhöhte Verschleißerscheinungen durch sphärisch bewegliche und verklemmend kraftschließend arbeitenden Schraubennuss
 - zusätzliche Messvorrichtungen für die Speichenspannung notwendig

Die bisher bekannten motorischen Nippelschraubereinrichtungen zum Zentrieren des Laufrades finden sich bei Einrichtungen mit und ohne festeingespannter Laufradachse. Nachteilig sind beidesmal ein sehr hoher technischer Aufwand zusammen mit aufwendigen Justierarbeiten, um den kompletten Schraubmechanismus für den eigentlichen Schraubvorgang und die jeweilige Felgenreöße vorzubereiten. Außerdem wird die erforderliche Feinjustierung zum passgenauen Aufsetzen der Schraubennuss in Achsrichtung des Speichennippels mittels zusätzlicher, technisch aufwendiger Sensormechanismen erreicht. Darüberhinaus erzeugt das finale seitliche Einrasten der sphärisch in geringem Umfang beweglichen Spannnuss, die den Speichennippel verklemmend erfasst und dreht, hohen Verschleiß sowie Genauigkeitstoleranzen bezüglich der Drehposition des Speichennippels, wodurch das Zentrieren des Laufrades mit hoher Genauigkeit sowie die exakte Messung der Speichenspannung mittels Bewegen der Spannnuss unmöglich ist. Eine bisherige Hauptschwierigkeit besteht sicherlich im Anbringen der Schraubennuss an den Speichennippel, da hier die unterschiedlich zur Laufradradialebene verkippten Nippelachsen im Zusammenspiel mit unterschiedlichen Laufradgrößen, Speichenanzahlen und Felgentypen, sowie Veränderungen der Nippelachsstellung während des Spannens maximale Anpassung an die jeweiligen 'Nippelverhältnisse' bei minimalem technischen Aufwand eine optimale Arbeitsgenauigkeit zu erreichen.

Zum reversiblen Anbringen des motorgetriebenen Nippelspanners an den Speichennippel wird mindestens eine Antriebsbewegung auf die Laufradradialebene zu und wieder von ihr weg eingerichtet.

Zum genauen verschleißarmen Schrauben wird eine mit geringem Spiel auf dem Speichen-

nippel in dessen Achsialrichtung aufsitzende und möglichst dessen vier Eckkanten umfassende, geschlitzte Nippelspannernuss verwendet, die in exakten, von einem direkt angeschlossenen Winkelgeber kontrollierten Drehwinkeln schrauben kann. Damit ist auch die direkte Messung der Axialspannung der Speiche über den Motorstrom bzw. die Motorspannung möglich.

Zentrales Element beim Anbringen der Schraubnuss auf den Speichennippel bildet die Gleitführungsebene, welche aus parallel engstehenden Führungen besteht, die auf die jeweilige Speiche geschoben werden, sich dabei deren Kippstellung anpassen, schließlich mit ihrer Verbindungsseite parallel zur Speichenachse anliegen, sodass die Nussachse der an ihnen befestigten Schraubnuss mit der Nippelachse zusammenfällt, wobei günstigerweise die Schraubnuss knapp über dem Speichennippel steht, um in einer finalen Bewegung entlang der Speichenachse auf denselben aufgeschoben zu werden. Da hierzu Nuss- und Nippelkanten möglichst parallel ausgerichtet sein müssen und die maximal mögliche Verdrehstellung dabei 45° beträgt, wird die drehende Schraubnuss gegen den Nippelvierkant gesenkt, wobei eine optimale Abstimmung beider Bewegungsgeschwindigkeiten aufeinander zusammen mit einer Bewegungs-kontrolle über die Motorströme bzw. Motorspannung sowie einer elastischen Vorrichtung für die Schraubnuss das erfolgreiche Erfassen des Speichennippels von oben ermöglichen.

Die Aufsetzbewegung der Schraubnuss auf den Speichennippel kann zusätzlich mittels einer Sensorvorrichtung für den erfolgreichen Nippelkontakt der Schraubnuss sowie einer Felgenkontaktsensorvorrichtung, wie im Zeichnungsteil beschrieben, unterstützt werden. Die Gleitführungsvorrichtung mit angebrachter Schraubnuss wird mit oder ohne montierter Getriebemotoreinheit in verschiedenen möglichen reversiblen Bewegungsabläufen zum einen auf die Speiche bis zum Erreichen der achsparallelen Position geschoben, zum anderen durch speichenachsparallele, den Speichennippel erfassend Verschiebung, in der endgültigen Schraubposition angebracht.

Bei Vorrichtungen mit extern fest angebrachter, auf unterschiedliche Felgengrößen evtl. verstellbar eingerichteter Motorgetriebeeinheit findet die Drehmomentübertragung zuran der Gleitführungsvorrichtung befestigten Schraubnuss mittels einer biegsamen Welle statt. Die reversiblen Bewegungsabläufe werden für eine translatorische Antriebsbewegung und für eine roatorische Antriebsbewegung jeweils verschieden ausgeführt.

Bei der translatorischen Antriebsbewegung wird die gleitgeführte Schraubnussvorrichtung zunächst geradlinig in feststehender, frontaler Richtung zur Laufradradialebene auf die Speiche geschoben, wobei die bereits oben erwähnten Gelenkvorrichtungen für die Verkippungsachsen

relativ zur Laufradradialebene die gleitgeführte Schraubnussvorrichtung bei geradliniger Bewegungsrichtung parallel zur Speichenlage ausrichten; dabei werden über die parallel zur Laufradradialebene linearbewegliche Vorrichtung die Ablenkungen seitwärts zur Bewegungsrichtung geführt, welche beim Ausrichten der Gleitführung entlang der Speiche aufgrund der radialen Abweichungen vom Achszentrum der von der Gleitführungsvorrichtung bewegten laufradradialparallelen Verkippungsachse. Seitliche Ablenkungen entstehen auch beim anschließenden Absenkungsprozess der gleitgeführten Schraubnussvorrichtung entlang der Laufradspeiche, wenn die Abwärtsbewegung nicht speichenaxialparallel gerichtet ist, sondern z.Bsp. senkrecht zur frontalgerichteten Bewegungsrichtung. Das kann der Fall sein, wenn beide Bewegungsabläufe, paralleles Anbringen und Absenken, nicht mit zwei getrennten, sondern einer einzigen Motorvorrichtung bewerkstelligt werden. In diesem Fall wird die geradlinige, frontal zur Laufradradialebene gerichtete Vorwärtsbewegung bei parallelem Anliegen der gleitgeführten Schraubnussvorrichtung an der Laufradspeiche zum Aufsetzen der Schraubnuss auf den Speichen nippel entlang der Speiche mittels geeigneter Gelenkvorrichtungen in eine speichenachsparelle abwärtsgerichtete Bewegungsrichtung überführt.

Bei der reversiblen rotatorischen Antriebsbewegung erfolgt das speichenachsparelle Ansetzen der gleitvorrichtungsgeführten Schraubnuss sowie das Aufsetzen auf den Speichennippel im günstigsten Fall aus einer Drehbewegung heraus. Über ein kippgelagertes, parallel zur Laufradradialebene etwa auf Nippelhöhe ausgerichtetes motorgetriebenes Radialgelenk, welches zusätzlich in einer Ebene orthogonal zur Laufradradialebene gelegen jeweils parallel sowie senkrecht zur Laufradradialebene mit elastischen Bewegungsvorrichtungen linear gleitlagergeführt ist, wird eine stabähnliche Haltevorrichtung zunächst orthogonal zur Laufradradialebene auf die Speiche zubewegt und schließlich achsparelle an dieser anliegend ausgerichtet. Beim gleitvorrichtungsgeführten Aufschieben auf die Speiche werden die bereits beim translatorischen Bewegungsfall erzeugten Kippbewegungen und seitlichen Verschiebungen diesmal über die Kipp Lagerung sowie die beiden elastisch geführten Gleitlagervorrichtungen der Radialachse aufgefangen.

Nach dem Anliegen an der Speiche wird die gleitvorrichtungsgeführte Schraubnuss dann durch Fortsetzen der Drehbewegung entlang der Speichenachse auf den Speichennippel geschoben, wobei die Radialachse über ihr entsprechendes Lineargelenk nach hinten verschoben wird und dabei leichten Druck auf die Laufradspeiche ausübt. Beim Abheben der Schraubnuss vom Speichennippel durch Beginnen der rückwärtsgerichteten Drehbewegung garantiert dieser Andruck ein verkantungsfreies Lösen der Schraubnuss in Nippelachsialrichtung. Zudem kann über eine Feinjustierungsvorrichtung die Arbeitsposition des Radialgelenks relativ zur Laufrad-

radialebene z.Bsp, für Dauerbetrieb mit Seitenschlagstoleranzen von ca. +/- 8mm bedarfsorientiert eingestellt werden. Die Verschiebung des Radialgelenks parallel lotrecht zur Laufradradialebene zwecks Anpassung an verschiedene Laufradgrößen kann manuell oder motorgetrieben erfolgen.

d) Vorrichtungen zum manuellen Justieren der Speichenspannung sind bekannt, welche sich jedoch auf das bloße manuelle Anziehen bzw. Lockern der Speichennippel beschränken. Da aber die Kenntnis der Speichenspannung nicht zuletzt auch zum Bedienen von Zentriercomputern notwendig ist und die Torsion der Speiche bei jedem Anziehen des Nippels vermieden werden muss, ist die arbeitssparende, platzsparende und kostensparende Vereinigung aller drei Abläufe, Nippel-spannen, Speichenspannung Messen und Torsionskontrolle in einem Gerät vorteilhaft. Gerade bei der Messung der Speichenspannung sind bekannte Vorrichtungen wie 3-PunkteMessung am Speichendraht, mechanische Zugmessung oder akustische Messung durch die Wahl des Mess-punktes und/oder das Überkreuzen der Speichen zwangsläufig ungenau. In der hier zur Anmeldung vorgelegten Vorrichtung wird dagegen die axialen Zugspannung der Speiche gemessen.

Die Vorrichtung besteht aus einem zylindrischen Basiskörper mit Nippelspannernuss, Speichenführung und Drucksensoren, einem mittleren Drehkörper sowie einer Kopfeinheit mit Stromversorgung, Display, Signalgeber und Torsionsanzeige. Die Drehbewegungen der Schraubennuss können auch motorgetrieben erfolgen, wozu die gesteuerte Antriebseinheit der hier an anderer Stelle zur Anmeldung vorgelegten motorgetriebenen Nippelschraubenvorrichtung manuell bedienbar an der Speiche eingesetzt wird. Ausführungsbeispiele der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig.1 eine perspektivische Darstellung der Konstruktionselemente des Zentrierständers,

Fig.2 eine Ansicht des symmetrischen Zug/Kippmechanismus des Zentrierständers,

Fig.3 a,b,c eine Darstellung des Messkörpers und seiner Elemente,

Fig.4 a,b,c,d,e perspektivische Darstellung, Seitenansicht und Bestandteile einer Ausführung des translatorisch bewegten Nippelschraubers sowie Darstellung des rotatorisch bewegten Nippelspanners,

Fig.5 Aufbau und Bestandteile des manuellen Nippelspanners

Fig. 1. Die Skizze zeigt die jeweils trapezförmigen, symmetrisch zueinander liegenden äußeren Trägerplatten, jeweils begrenzt durch die Linien 1,2,3 bzw. 3,4,5. Die Linien 5 und 6 bildern

über die Rohr-führungen 7 einen Boden, der vertikal beweglich im zwischen den Linien 8 gelegenen starren Körper 9 befestigt ist. Dabei stellen die Linien 1,3,5 radial bewegliche Gleitführungen dar. Linie 10 bezeichnet eine Stangenvorrichtung zum Heben und Senken des Bodens 5,6 im Körper 9. Ziffer 11 bezeichnet die ebenfalls radial beweglich gelagerten Aufnahmevorrichtungen für die Laufradnabe. Die Linien 12,13,14, und 15 bezeichnen die symmetrische, in der oberen Hälfte u-förmige Trägerplatte mit den Gleitführungen 16 für den Messkörper 17, die vom über die gesamte Breite der Trägerkonstruktion verlaufenden radialen Drehgelenk 12 aus an ihren beiden symmetrisch zueinander gelegenen oberen Punkten 18 an der an den beiden Außenträgern 1,2,3 befestigten Haltevorrichtung 19 gleithaftend anliegt. Die Bedieneinheit mit Display 20 ist am unteren Ende des Halteträgers angebracht. Äußere und innere Trägerplatten sowie der Boden der Trägerkonstruktion können mit Vorrichtungen zum Einbau motorgetriebener Nippelspanner eingerichtet sein.

Fig.2 Die frontale Ansicht in einer Darstellung ohne Messkörperträger 12,13,14,15, Messkörper 17 und Display-Bedieneinheit 20 zeigt eine Ausführung mit den Präzisionsrohren 1,3,5,10,19,21,22, sowie den Rechteckrohren 2,4,6,8. Ziffer 7 bezeichnet die symmetrisch zur Laufradachsmittlebene 23 angeordneten Rohrführungen, wobei der Körper 9 hier durch in einer Ebene hintereinander geordnete Rechteckrohre 8 ausgeführt ist, welche zugleich die Gelenkrohre 1, das Bewegungsstangenrohr 10 sowie die beiden ebenfalls symmetrisch zur Achse 23 angeordneten Rohre 21 zur Stabilität und Maßtreue der Gesamtkonstruktion, denn wie aus **Fig. 1** ersichtlich bilden hier die Rohre 1,10 und 21 sowie die Haftgleitungsrohre 19 die Grundlage für die maßgenaue Montage des Messträgers 12,13,14,15. Genauer als in **Fig.1** ist hier die Aufnahmevorrichtung für die Laufradnabe 11 durch die oberhalb des Gelenkrohrs 3 verlaufende radiale Wellengelenk 24 dargestellt, das, fest mit einer v-förmigen Platte verbunden, als Aufnahmevorrichtung 11 der Laufradachse dient. Es ist erkennbar, dass sich die Haftgleitvorrichtungen 19 während der Zug/Kippbewegung auf Kreislinien bewegen müssen. Der gleithaftend an deren Enden jeweils mit seinen beiden U-Flanken achsradialparallel aufliegende, in seinem Radial-gelenk 12 beweglich gelagerte Messkörperträger 12,13,14,15 wird vorab für eine optimale mittlere Höhe der Haftgleitvorrichtungen 19 ausgerichtet, sodass seine höher gelegenen Mess-taster die bei minimaler bis maximaler Laufradnabenweite entstehenden, laufradachsradialen Richtungsabweichungen minimalisieren können, wobei der entstehende Fehler am radialen Felgensegment innerhalb der Tastsensorquerschnitte liegt und somit eine simultane, laufradachsradialgerichtete Seiten- und Höhenschlagsmessung des Laufrads möglich ist.

Fig.3 a,b,c:

Die Skizze zeigt den Messkörperträger 12,13,14,15, die Display-Bedieneinheit 20 mit den Bedienfeldern 25 und Display 26. Zu erkennen ist ferner die Gleitführung 16 auf welcher der Messkörper 17 über die Gleitvorrichtungen 50 beweglich angebracht ist. Mittig zur radialen Laufradachsmittlebene 23 sind die Speiche 27, die Felgenseiten 28 sowie der Laufradreifen 29 dargestellt. Die in den Gleitlagern 30 mit Andruckvorrichtungen 35 versehenen beweglichen Taststifte 31 führen die Anzeigeplättchen 32 fest mit sich, welche wiederum im Skalenfeld 34 erscheinen und eine von der Felgenbreite abhängige Spaltgröße mittig zur Laufradradialebene 23 aufweisen. Die Anzeigeplättchen 32 können im Skalenfeld 34 auch simultan den Höhenschlag der Felge anzeigen, entweder wenn die Tastspitze in der Seitenfurche einer Felgenseite 28 geführt wird und gleichzeitig mittels des Einstellknopfs 36 die Gleitführungsbremsen 37 gelöst werden, sodass über die Gleitlager 30 der Messkörper 17 bei Höhenausschlägen mitgeführt wird, so dass diese über die Unterkante der Anzeigeplättchen 32 im Skalenfeld angezeigt werden. Andererseits kann mittels der über die Präzisionsbohrungen 39 arretierbare Schwenkträger 40 über einen ebenfalls drehbaren Taster 41 an der Felgenober- bzw. Unterseite mittels der Andruckvorrichtungen 42 bzw. 43 zur gleitfähigen Auflage gebracht werden. Die letzten beiden Verfahren haben den Vorteil, dass die Messtaster sich gegenseitig immer mitführen und deshalb auch immer an derselben Felgenposition messen.

Grundsätzlich besteht aber auch die Möglichkeit, Seiten- und Höhenschlag unabhängig voneinander zu messen, indem die mittels der Gleitführungen 45 bewegliche und mittels Druckvorrichtungen 46 federnd am Laufrad 29 oder der Felgenunterseite angebrachte Messrolle 44 über das mit dem Einstellknopf 47 verschiebbare Messplättchen 48 den Höhenschlag im Skalenfeld 34 simultan mit den Messplättchen 32 für Seitenschlag zur Anzeige bringt. Über dem Skalenfeld ist ein Lupenglas 49 zur Steigerung der Ablesegenauigkeit angebracht.

Zusätzlich können noch zwischen den Gleitführungen 51 bzw. 30 des Messkörpers elektronische Distanzsensoren angebracht werden, deren Messdaten am Display 26 über die Bedienfelder 25 der Bedieneinheit 20 abgerufen werden können. Zu diesem Zweck ist auch an den oberen Enden des Messkörpers eine justierbare elektrooptische Zählvorrichtung 50 angebracht, mit deren Hilfe eine Mikrocontrollereinheit die Messwerte eindeutig Felgenorten zuordnet und die nötigen Arbeitsschritte zum Zentrieren relativ zur Laufradmittleachse errechnet.

Ferner ist der Messkörper 17 abnehmbar von der Trägerplatte 12,13,14,15 ausgeführt, sodass an seiner Stelle ein Flachstrahlmesskörper 59 mit einer optoelektronischen Messeinheit für Flächenstrahlmessungen installiert werden kann, der aus den Flächenstrahlgebern 52,54,56 und

den Flächenstrahlnehmern 53,55,57 in Verbindung mit einem Mikrocontroller und des Displays 26 mit Steuervorrichtung 25 der Bedieneinheit 20 besteht, wobei hier die Strahleinheiten 52,53 sowie 54,55 in einem Winkel von 45° orthogonal zur Laufradmittelachse 23 angeordnet sind, die Strahleinheit 56,57 dagegen 90 ° orthogonal zur Laufradmittelachse 23. Die Winkelstellung von 45° ist bevorzugt, weil hier Abweichungen der Felge orthogonal zur Achse 23 1:1 auf den parallel orthogonal zur Achse 23 eingerichteten Flächenstrahlnehmern 53,55 abgebildet werden. Die Flächenstrahleinheit 56,57 detektiert Speichen, Ventil und die Höhenabweichungen der Laufrad-felge. Im Abgleich der Messwerte durch den Mikrocontroller ist somit eine eindeutige Zuordnung der detektierten Abweichungen in 53,55 möglich. Prinzipiell ist eine der beiden Flächenstrahleinheiten 52,53 bzw. 54,55 überflüssig, der hier dargestellte zweifache Einsatz ist für eine höhere Betriebssicherheit des Messkörpers sowie zur Fehlerminimierung geeignet. Somit wird eine vollständig berührungslose Messung der Seiten - und Höhengschläge der Laufrades möglich. Selbstverständlich kann nun die automatische Justierung des Messkörpers für die jeweilige Felgengröße durch eine motorgetriebene Vorrichtung, den Messkörper 59 entlang der Führungs-vorrichtungen 16 bewegend, in Koordination mit dem Mikrocontroller erreicht werden. In Koordination mit einer ebenfalls über den Mikrocontroller gesteuerten Antriebs rolle für das Laufrad ist nun der vollautomatische Einmessprozess des Laufrades möglich.

Fig.4 a,b,c,de:

Die Skizze in **Fig.4a** zeigt die perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels des motorisierten Schraubkörpers mit beweglicher Trägereinheit. Auf einer Grundplatte 60 ist hier die in Laufradaxialrichtung zur Laufradradialebene hin bewegliche Trägerkonstruktion 61 mit der beidseitigen Haltevorrichtung 62, an der durch die seitlich und radial bewegliche Vorrichtung 63 mit Halteträger 64 und Radialgelenk 65 ein Kardangelenk eingerichtet ist, an dem über den Montagekörper 66 der Schraubkörper 67 sowie die Gleitführungs vorrichtung 68 fest angebracht sind. Bei einer Bewegung der Trägerkonstruktion auf die Laufradradialebene zur jeweiligen Speiche hin passt sich der Schraubkörper mithilfe der Gleitführungs-vorrichtung der Schräglage der jeweiligen Speiche über eine simultane Verkipfung des Kardangelenks in Laufradaxialebene und orthogonal zu dieser an und liegt schließlich an der Speiche 75 an, sodass über die Vorrichtungen 69,70 und 71 eine mittige Lage der Schraubernuss 72 über dem Speichennippel in dessen Achsrichtung erreicht wird. Die Haltevorrichtungen 69 sind mit Vorrichtungen zum gleitfähigen, reversiblen Anhaften an die Speiche ausgestattet, Vorrichtung 70 ist zusätzlich mit einem Torsionsmesser für die Speiche eingerichtet.

Das Aufsetzen der Schraubernuss 72 auf den Speichennippel 74 gelingt durch Verschieben mittig zur Nippelachse längs der Speiche mittels eines Antriebs 73, der im Montagekörper 66 einge-richtet ist. Dabei dreht sich die Schraubernuss mit 8 rpm langsam genug, um nach Er-tasten mit-hilfe des Nippelpositionssensors 76 über den Speichennippel gleiten zu können; diese Bewegung wird dann mittels des Felgenkontaktsensors 77 abgeschaltet und der Nippelschrauber kann zur Schraubarbeit übergehen. Dabei misst ein im Schraubkörper 67 untergebrachter Winkelsensor 87 direkt die vom Mikrocontroller vorausberechnete Drehung der Schraubernuss, beim Entfernen vom Speichennippel wird damit der Schra ubernuss chlit z reversibel in die Ausgangsposition gedreht, in entgegengesetzter Bewegungsrichtung hebt der Antrieb 73 die Schraubernuss vom Speichennippel und die Trägerkonstruktion 61 fährt in ihre Ausgangsposition zurück.

In **Fig.4c** zur Verdeutlichung eine Ausführung des Torsionsmessers 70 mit der zwischen zwei federnd geführten Kugeln 79 und dem Winkelgeber 80 eingerasteten Laufradspeiche 75 in Aufsicht. Der druckhaftend an der Speiche 75 anliegende Winkelgeber 80 nimmt deren Drehbewegungen auf. Außerdem der in Aufsicht skizzierte Nippelpositionssensor 76 mit dem innerhalb des Grundkörpers 79 eingerichteten Tastarms 81 mit Radiallager 82, Rückholfeder 83 sowie elektrischer Kontaktvorrichtung 84. Der nach unten verjüngte Tastarm 81 liegt während der simultanen Senk - und Drehbewegung der Schraubernuss 72 zunächst mit der schmalen unteren Seite am beliebig drehpositionierten Speichennippel 78 an und dreht sich mit der rechtwinklig zu seiner Kontaktposition eingestellten Schraubernuss 72 bis zur parallel zu einer der Speichen-nippelvierkantseiten verlaufenden Kontaktposition mit. Ferner ist in Aufsicht die untere Ebene des Schraubkörpers 67 mit der Schraubernuss 72, dem mit der Getriebewelle 85 verbundenen Antriebsrad 86, einem Winkelgeber 87 sowie Übertragungsrädern 88 bzw Stabilisationsrädern 89 skizziert. Prinzipiell kann die Aufsetzbewegung des Nippelschraubers auf den Speichennippel innerhalb der gleitgeführten Vorwärtsbewegung mithilfe zusätzlicher Gelenkvorrichtungen erfolgen. Ebenso sind die in **Fig4c** beschriebenen sensorischen Elemente zum Kontaktieren des Nippelschraubers bzw, zum Stoppen der Aufsetzbewegung nicht zwingend notwendig, ebenso sind hier z.Bsp. auch geeignete Federvorrichtungen in Kombination mit der Steuerung der Schraubernussstellung über die gemessene Stromflussänderung aufgrund des erhöhten Drehmoments bei Erfassen des Speichennippels, nicht zuletzt wegen der langsam und sehr präzise ausführbaren Drehbewegung des Nippelschraubers, möglich. Deswegen kann auch mithilfe des Winkelgebers 87 die Speichenspannung innerhalb der Kombination einer Anziehbewegung des Speichennippels mit einer anschließenden, entgegengesetzt gedrehten Lockerungsbewegung durch die jeweils bei

derselben Stellung des Winkelgebers 87 gemessenen Motorstromwerte von der Mikrocontrollereinheit das jeweilige Drehmoment gespeichert und ebenfalls dort über den bei Schraubverbindungen unter Zugspannung gegebenen einfachen allgemein nachlesbaren Zusammenhang* wie folgt errechnet werden:

M_t = tangentiales Drehmoment

F_u = Umfangskraft

F_a = axiale Spannkraft im Gewinde

α = Steigungswinkel des Gewindes

ρ = Reibwinkel, jeweils gebildet mit der Resultierenden - aus der Normalkraft und der der jeweiligen Bewegung entgegengesetzten Reibungskraft - und der Normalkraft.

r = Flankenradius des Gewindes

Beim Anziehen des Speichennippels gilt:

$$I: M_{t\uparrow} = r \cdot F_{u\uparrow} = r \cdot F_a \cdot \tan(\rho + \alpha)$$

Beim Lockern des Speichennippels gilt:

$$II: M_{t\downarrow} = r \cdot F_{u\downarrow} = r \cdot F_a \cdot \tan(\rho - \alpha)$$

Da die axiale Speichenspannkraft F_a gesucht ist, die zweite Unbekannte, die durch den Reibwinkel ρ gegebene, nicht exakt parametrisierbare Gewindereibung dagegegen stört, können hier aufgrund der bei beiden Messungen gleichwirkend anzunehmenden Gewindereibung und aufgrund der Messung von F_a jeweils in derselben Nippelposition Gleichung I und II mithilfe bekannter Additionstheoreme nach ρ aufgelöst, gleichgesetzt und für F_a in den einfachen und exakt programmierbaren Zusammenhang

$$III: F_a = M_{t\uparrow} - M_{t\downarrow} / 2 \cdot \tan \alpha$$

gebracht werden, da die bei Speichengewinden nach DIN 79012 insgesamt 3 möglichen Gewindesteigungen als jeweils vorwählbare Konstanten in den Mikrocontroller einprogrammiert werden können und somit ein unternäherter, linearer Zusammenhang der direkt über Motorstrom und/oder Motorspannung bzw. Motordrehzahl gemessenen Drehmomente $M_{t\uparrow}$ bzw. $M_{t\downarrow}$ zur Messauswertung zur Verfügung steht, wobei zur weiteren Fehlerminimierung Messwiederholungen möglich sind. Der Vorteil dieser Speichenspannungsmessung gegenüber einer Spannungsmessung durch eine akustische Messung oder durch Ansetzen einer geeigneten Messvorrichtung an der Speiche liegt beidesmal in der Vermeidung von Speichenüberkreuzungseinflüssen sowie von der fehlerbehafteten Wahl des Ansetzpunktes bei der Spannungsmessung.

Fig. 4d zeigt die rotatorische Antriebsbewegung in Seitenansicht. Durch Pfeile dargestellt sind in Papierebene möglichen Bewegungen. Neu ist das Radialgelenk 90 mit an seiner beweglichen stabähnlicher Haltevorrichtung 91 angebrachtem Radialgelenk 92, das gleichzeitig die Gleitführungs Vorrichtung 68 radial beweglich hält. Ferner die Rotationsbahn 93, welche das Radialgelenk 92 durch die motorgetriebene Bewegung über das Radialgelenk 90 beschreibt. Die Kipp Lagerung des Radialgelenks 90 ist in **Fig. 4e** durch die Trägervorrichtung 99 mit linear verschiebbaren 101 Radiallagern 98, welche über die Linearführungen 101 beweglich gelagert sind, beschrieben. Auf der Rotationsbahn 93 ist weiter der Anhaftpunkt 94 des Radialgelenks 92 an der Speiche 75 eingezeichnet, bei dem die gleitvorrichtungsgeführte 68 Schraubnuss 71 zum ersten Mal zusammen mit den Haltevorrichtungen 69, der Schraubnussführungs Vorrichtung 72 sowie der Torsionsvorrichtung 70 achsparallel an der Speiche anliegt. Daraus ist ersichtlich, dass das Radialgelenk 92 in seiner Position 95 mit nippelaufsitzender gleitvorrichtungsgeführter Schraubnuss das in 97 translatorisch elastisch gelagerte Kippgelenk 90 etwas von der Laufradradialebene 23 wegschiebt 96, was für die reversierte Bewegung ein Abziehen der Schraubnuss vom Nippel in Nippelachsrichtung entlang der Speichenachse aufgrund der in 97 erzeugten Rückstellkräfte ermöglicht.

Fig. 5:

Skizziert sind der manuelle Nippelschrauber 102 in Seitenansicht sowie seine 3 Hauptkomponenten, einmal der Basiskörper 103, bestehend aus der Speichenführungs Vorrichtung 104 mit Schraubnuss 105, Kontaktsteg 106 sowie beidseitigem Drucksensor 107 und Drehkopfführung 108, zum anderen der Drehkopf 109 mit Speichenschlitz 112, Andruckflanken 111 und Druckkontaktschlitz 112, schließlich die Aufsatzvorrichtung 113 mit Messanzeige 114, den Signalvorrichtungen 115, 116, sowie der Speichenhaftvorrichtung 117. Beim Anbringen des manuellen Nippelspanners 102 in Achsrichtung an die Laufradspeiche haftet der über eine achsradiale Gleitführungs Vorrichtung 105 mit dem Basiskörper 103 beweglich befestigte Aufsatzvorrichtung 113 mit der Speichenhaftvorrichtung 117 an der Speiche an, sodass die Aufsatzvorrichtung 113 einmal eine fixe Basis relativ zu Drehbewegungen des Basiskörpers 103 mittels des Drehkopfs 109 bildet, zum anderen über die keilförmige vertikale Spitze 106 Torsion der Speiche anzeigt, wenn die Nippelschraubnuss 105 auf dem Speichennippel aufsitzt und diesen verdreht. Zur Messung der Speichenspannung mit dem Nippelschrauber 102 ist die Messung des Drehmoments beim Anziehen bzw. Lockern des unter Zugspannung stehenden Speichennippels in derselben Nippelstellung notwendig. Das Drehmoment wird über die Krafteinwirkung auf die radial zur

Speichenachse angeordneten Drucksensoren mittels eines in der Aufsatzvorrichtung 113 angebrachten Mikrochips 119 mithilfe der Kennlinien des Drucksensors sowie des linearen Zusammenhangs $M = F \times r$ berechnet. Dazu ist die Aufsatzvorrichtung 113 an ihrer Unterseite 120 über dem Schleifkontakt 121 des Basiskörpers 103 mit zwei in einer Winkelstellung von ca. $\pm 75^\circ$ relativ zum Speichenschlitz 110 angeordneten Punktkontaktenvorrichtungen eingerichtet. Für optimale Messergebnisse am Messkontakt wird der Basiskörper mit dem Drehkopf jeweils über die 75° -Stellung hinaus ca. 25° weitergedreht. An diesen Stellen befinden sich ebenfalls Punktkontakte, sodass über den Mikrochip an die Signalgeber 115, 116 'grünes Licht' für die Zweitmessung sowie für eine insgesamt erfolgreiche Messung gegeben wird. Die linearen Formeln für Anzugsdrehmoment und das Lockerungsdrehmoment des Speichennippels enthalten jeweils außer diesen Größen die Speichenspannung, die Gewindesteigung den Flankenradius sowie die Reibung zwischen Speichen- und Nippelgewinde. Da beim Anziehen und Lockern des Nippels beidesmal dieselbe Gewindereibung auftritt, kann diese beim Auflösen beider Gleichungen eliminiert und so die zweite Unbekannte in beiden Gleichungen, die Speichenspannung, direkt, ohne zusätzlich Linearisierungen vom Mikrochip 119 berechnet und auf dem Display 114 zur Anzeige gebracht werden. Zur Energieversorgung und Errichtung des Stromkreislaufs ist die Aufsatzvorrichtung 113 mit einer DC Batterie 122 versehen sowie an ihre Unterseite über einen permanenten Schleifkontakt 123 mit der Drehkopfoberseite verbunden. Der mit Lagerspiel zum Basiskörper eingerichtete Drehkopf 109 leitet den Strom bei Druckkontakt über einen der beiden Drucksensoren 107 an den Schleifkontakt 121 weiter. Bis auf die Messung der Drehmomente mit den manuell kontaktierten Drucksensoren 107 ist die Physik des Schraubvorgangs dieselbe wie bereits bei der motorischen Nippelschraubermessung beschrieben. Außer mit den hier beschriebenen Drucksensoren 107 kann der manuelle Nippelschrauber 102 auch mit anderen elektronischen, zur Drehmomentmessung geeigneten Vorrichtungen eingerichtet sein.

Erreichte Vorteile:

Zentrierständer:

Sämtliche durch Justierarbeiten von Messvorrichtungen anfallenden Arbeitsabläufe und Messfehler werden vermieden. Beliebige Laufrad - bzw. Felgengrößen von 24 - 29 Zoll mit Nabeneinbauweiten von ≥ 90 mm bis ≤ 160 mm sind für die Seiten - und Höhenschlagsmessung der Feige Messung gleichzeitig in einer Radialebene des Laufrads und mittig zur Laufradachsmittlebene positioniert. Positionieren des Messkörpers und Anbringen der Messtaster in einem einzigen mechanisch geführten Bewegungsablauf. Nach dem Baukastenprinzip als Grundmodell bestückbar bis hin zum vollautomatisch gesteuerten Zentriergerät. Aufgrund des Baukastenprinzips der Gesamtkonstruktion ist der Zentrierständer mit Vorrichtungen zum Einbau motorgetriebener Nippelspanner, einer motorgesteuerten Antriebsrolle sowie optoelektronischer Distanzsensoren versehen.

Messkörper:

Simultanes Anbringen der beiden Seitentaster, bei gefurchten Felgenseiten Höhen- und Seitenschlagsmessung allein über die Seitentaster möglich. Erhöhte Messgenauigkeit durch direkte Messwertanzeige ohne mechanischen Zwischenglieder. Simultanes Ablesen von Höhen - und Seitenschlag relativ zur Laufradachsmittlebene auf einem Skalenfeld. Durch Lupe über Skalenfeld Messgenauigkeit :9 0,05 mm ohne Zusatzgerät möglich. Detektieren von Messeinflüssen durch Unebenheiten der Felgenoberflächen aufgrund der Verkleinerung / Vergrößerung des Messspaltes der parallelen, relativ zur Laufradachsmittlebene anzeigenden Messplättchen möglich. Zusätzliche Bestückung mit elektronischen Distanzsensoren, graphischem Display sowie Zentriercomputer nach dem Baukastenprinzip möglich.

Motorgetriebener Nippelspanner:

Die exakte Ausrichtung der Spannnuss in der Nippelachse mit passgenauer Positionierung über dem Speichennippel wird durch den beweglichen Gleitführungskörper des Nippelspanners möglich. Dadurch minimaler mechanischer Verschleiß und geringe Baugröße. Hohe Positioniergenauigkeit des Speichennippels aufgrund langsamer, direkt über die Stellung des Antriebsritzels gemessener Nippelbewegungen. Exaktes ermüdungsfreies Arbeiten auch in hohen Speichenspannungsbereichen. Direkte Messung der Speichenspannung ohne Zusatzgerät. Einsatz einer Getriebemotor-Schraubnuss-CPU-Kleindisplay-Kombination als Handgerät zum

exakten Anziehen /Lockern der Speichennippel bzw. Messen der Speichenspannung bei gleichzeitiger Torsionskontrolle. Vermeiden von bei der Speichenspannungsmessung anfallenden Messfehlern durch überkreuzte Speichen und die Wahl des Speichenmesspunktes. Speichenspannung des Laufrades durch hohe Arbeitsgenauigkeit des Nippelschraubers mit Mikrocontrollereinsatz beliebig vorwählbar. Geringer technischer Aufwand beim rotatorischen und translatorischen Bewegungsablauf. Vielfältiger Einsatz aufgrund geringer Baugröße möglich.

IV. Manueller Nippelspanner:

1. Vereinigung in einem Arbeitsgerät der folgenden, bisher getrennt ablaufenden Arbeitsschritte:
 - a) Spannungsmessung der Laufradspeichen
 - b) Torsionskontrolle der Speiche während dem Nippeldrehen
 - c) manuelles Drehen des Speichennippels.
2. Die damit verbundene Zeit - und Kostenersparnis.
3. Steigerung der Messgenauigkeit durch Vermeidung bisheriger, sich z.Bsp. durch überkreuzte Speichen und Wahl des Speichenmesspunktes zwangsläufig ergebender Fehlerquellen.

Patentansprüche:

1. Einrichtung zum Zentrieren und Nachspannen von eingespeicherten Laufrädern mit einer Trägervorrichtung zum festen Einspannen der Laufradachse, mit einer Messvorrichtung zur Feststellung des Seiten - und Höhenschlags der Felge, mit einer Vorrichtung zum Anbringen des motorgetriebenen Nippelspanners auf dem Speichennippel, mit einer Vorrichtung zum manuellen Justieren der Speichenspannung, mit einer CPU - Steuereinheit mit interaktivem Display, *dadurch gekennzeichnet*,
dass die Trägervorrichtung zum Einspannen der Laufradachse mit einer Zug- und Kippbewegungsvorrichtung für die Halteträger der Laufradachse eingerichtet ist, dass eine Vorrichtung zum Messen des Seiten - und Höhenschlags der Felge mit Messtaster-
vorrichtungen für jeweils dasselbe laufradradial gelegene Felgensegment eingerichtet ist, dass eine Vorrichtung zum Messen des Seiten - und Höhenschlags der Felge mit einer optoelektronischen Vorrichtung zum Senden und Empfangen von Flächenstrahlen versehen ist,
dass die Vorrichtung zum Anbringen des motorgetriebenen Nippelspanners auf dem Speichennippel mit einer Gleitführungsvorrichtung versehen ist,
dass die Vorrichtung zum manuellen Drehen des Speichennippels mit einer Vorrichtung zum Messen der Speichenspannung eingerichtet ist,
dass die CPU-Steuereinheit für eine Erweiterung der Zentriereinrichtung mit elektronischen Geräten nach dem Baukastenprinzip eingerichtet ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Zug- und Kippbewegungsvorrichtung zum Einspannen des Laufrads symmetrisch zur Laufradachsradialmittelebene eingerichtet ist.
3. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Halterungen zum Aufnehmen der Laufradachse und Einspannen der Nabenmutter mit Radialgleitlagern parallel zur Laufradachsradialmittelebene eingerichtet sind.
4. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Halteträger mit Vorrichtungen zum laufradachsradialen Führen der Messvorrichtung eingerichtet sind.
5. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Messkörpervorrichtung parallel zur Laufradachsradialmittelebene in Radialrichtung des Laufrades beweglich eingerichtet ist.

6. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messkörpervorrichtung mit einer Schnellspannvorrichtung zum Anbringen und Lösen der Messtaster von der Felge eingerichtet ist.
7. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messkörpervorrichtung zum simultanen Messen von Seiten- und Höhenschlag mittels der Messtaster für Seitenschlag beweglich eingerichtet ist.
8. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messkörpervorrichtung mit direkt an den Messtastern angebrachten Messanzeigevorrichtungen, die einen parallelen, Anzeigespalt symmetrisch zur Laufradachsradialmittelebene bilden, eingerichtet ist.
9. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Anzeigespalt für die simultane Anzeigen von Höhen- und Seitenabweichungen eingerichtet ist.
10. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messkörpervorrichtung mit einem lupenverstärkten Skalenfeld mit Strichabstand und Strichstärke so eingerichtet ist, dass Messabweichungen für Seiten- und Höhenschlag bis 0,01 mm direkt und mit dem bloßen Auge erkannt werden können.
11. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die parallelgeführte Spaltanzeige zum Unterscheiden zwischen Laufradfelgendefekten und Höhen- bzw. Seitenabweichungen der Laufradfelge eingerichtet ist.
12. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein parallel zur Laufradachsradialmittelebene, in Laufradachsradialrichtung beweglich eingerichteter Messkörper existiert, der mit Vorrichtungen zum Aussenden und Empfangen von symmetrisch und orthogonal zur Laufradachsradialmittelebene verlaufenden Flächenstrahlen eingerichtet ist, so dass diese sich in einem Strichsegment schneiden.
13. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitführungsvorrichtung aus zwei parallelen Führungen, die in Laufradachsradialrichtung verjüngend nach außen geöffnet verlaufen, besteht.
14. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitführungsvorrichtung mit Halteträgervorrichtungen zum achsparallelen Anliegen an der Laufradspeiche eingerichtet ist.

15. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitführungsvorrichtung mit gleithaftenden Halteträgervorrichtungen eingerichtet ist.
16. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der gleitvorrichtungsgeführte Nippelschrauber mit parallel zur Laufradradialebene beweglichen Radialgelenkvorrichtungen eingerichtet ist.
17. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der gleitvorrichtungsgeführte Nippelschrauber mit senkrecht zur Laufradradialebene beweglichen Radialgelenkvorrichtungen eingerichtet ist.
18. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der gleitvorrichtungsgeführte Nippelschrauber in einer orthogonal zur Laufradradialebene gelegenen Ebene beweglich gelagert ist.
19. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der gleitvorrichtungsgeführte Nippelschrauber in der orthogonal zur Laufradradialebene gelegenen Ebene durch Lineargleitvorrichtungen beweglich gelagert ist.
20. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der gleitvorrichtungsgeführte Nippelschrauber in der Ebene orthogonal zur Laufradradialebene mit parallel zur Laufradradialebene beweglichen Radialgelenkvorrichtungen eingerichtet ist.
21. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der gleitvorrichtungsgeführte Nippelschrauber in der Ebene orthogonal zur Laufradradialebene mit senkrecht zur Laufradradialebene beweglichen Radialgelenkvorrichtungen eingerichtet ist.
22. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der gleitvorrichtungsgeführte Nippelschrauber durch lineare Gleitführungsvorrichtungen parallel zur Laufradradialebene beweglich eingerichtet ist.
23. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der gleitvorrichtungsgeführte Nippelschrauber durch lineare Gleitführungsvorrichtung lotrecht parallel zur Laufradradialebene eingerichtet ist.
24. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der gleitvorrichtungsgeführte Nippelschrauber mit translatorischen Bewegungsvorrichtungen zum Anbringen an den Speichennippel versehen ist.

25. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der gleitvorrichtungsgeführte Nippelschrauber mit rotatorischen Bewegungsvorrichtungen zum Anbringen an den Speichennippel versehen ist.
26. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitführungsvorrichtung mit einer gleitfähigen Beschichtung zum Schutz der Laufradspeichen versehen ist.
27. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Nippelschrauber mit Sensorvorrichtungen zum Aufsetzen der geschlitzten Schraubnuss auf den Speichennippelvierkant versehen ist.
28. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die gleitvorrichtungsgeführte Schraubnuss mit Vorrichtungen zum direkten Messen ihres Drehung während des Schraubvorgangs eingerichtet ist.
29. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Nippelschrauber mit einer Vorrichtung zum Messen der Torsion der Laufradspeiche während des Schraubvorgangs eingerichtet ist.
30. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die motorgetriebene, geschlitzte Spannnuss mit vier Ecken den Nippelvierkant umschließend auf diesem angebracht wird.
31. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der in Speichenaxialrichtung auf dem Speichennippelvierkant angebrachte und diesen mit 4 Ecken umschließende, massive und geschlitzte Spannnuss eine Vorrichtung zum direkten Messen ihres Drehwinkels angebracht ist.
32. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Messung der Speichentorsion mit einer Vibrationsvorrichtung zum Vermindern der Speichengewindereibung eingerichtet ist.
33. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zum manuellen Drehen des Speichennippels mit einer Vorrichtung zum Anzeigen von Speichentorsion versehen ist.
34. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, der manuelle Nippelschrauber zur Messung der Axialspannung der Speiche mit relativ zu einer an der Speiche fixierbaren Winkelkontaktvorrichtung eingerichtet ist.
35. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, der manuelle Nippelschrauber zur Messung der Axialspannung der Speiche mit relativ zu einer an der Felge fixierbaren Winkelkontaktvorrichtung eingerichtet ist.

36. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die manuelle Drehvorrichtung mit Kontaktvorrichtungen für die Drucksensoren und die Winkelpositionssensoren eingerichtet ist.
37. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Winkelpositionssensoren des manuellen Nippelschraubers mit einer CPU, und einem Display verbunden sind.
38. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Winkelpositionssensoren des manuellen Nippelschraubers mit Signalvorrichtungen verbunden sind.
39. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der manuell bedienbarer Speichennippelschrauber mit einer elektronisch gesteuerten Getriebemotorvorrichtung zum Anziehen und Lockern der Speichennippel eingerichtet ist..
40. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die CPU zum Bestücken der Zentriervorrichtung mit Hardware nach dem Baukastenprinzip eingerichtet ist.
41. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Seitenschlag und des Höhenschlag der Laufradfelge im Skalenfeld mittels einer achssymmetrisch zur Skalenmitte und zu den beiden Messtastern gelegenen, beweglich mit beiden Messtastern gekoppelten Verbindungsvorrichtung so angezeigt wird, dass die Verbindungsvorrichtung sich in Laufradradialrichtung mittig zur jeweiligen Felgenbreite justieren und gleichgerichtete Bewegungen der Seitenmesstaster als seitliche Abweichungen von der Ideallinie anzeigen kann.
42. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zum Messen des Höhenschlags in der parallel in der Laufradachse gelegenen Radialebene beweglich angebacht ist und mit dem ebenfalls in dieser Ebene beweglich angebrachten Messkörper der Seitentaster gekoppelt werden kann.
43. Einrichtung nach einem oder mehreren der oben genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenmesstaster über den Messkörper in Laufradachsisialrichtung beweglich mit der Höhentastervorrichtung gekoppelt werden können, sodass auch im Falle von nutfreien Felgenseitenflächen sowohl die mit den Messtastern gekoppelte Verbindungsvorrichtung als auch die beiden parallel anzeigenden Messplättchen die Höhenabweichungen der Felge zusammen mit deren Seitenabweichungen anzeigen können.

Fig. 1

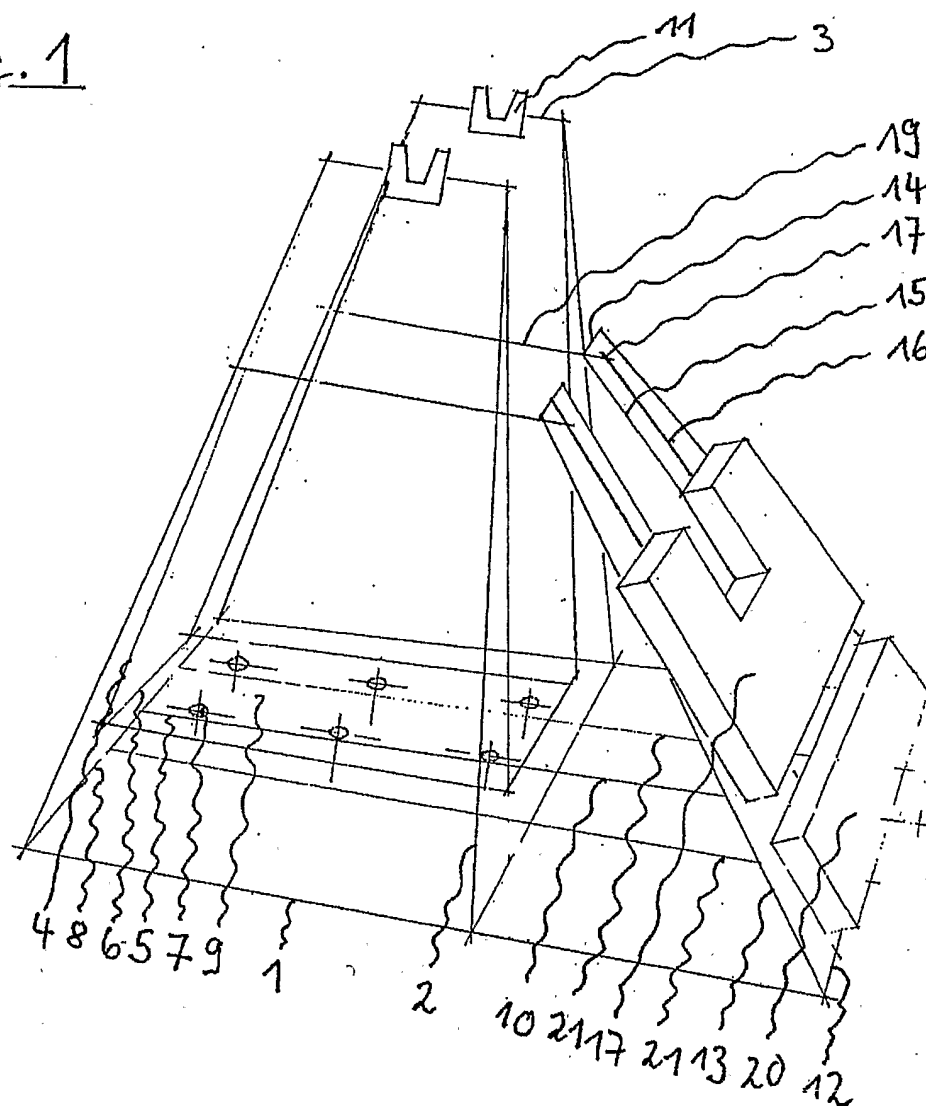


Fig. 2

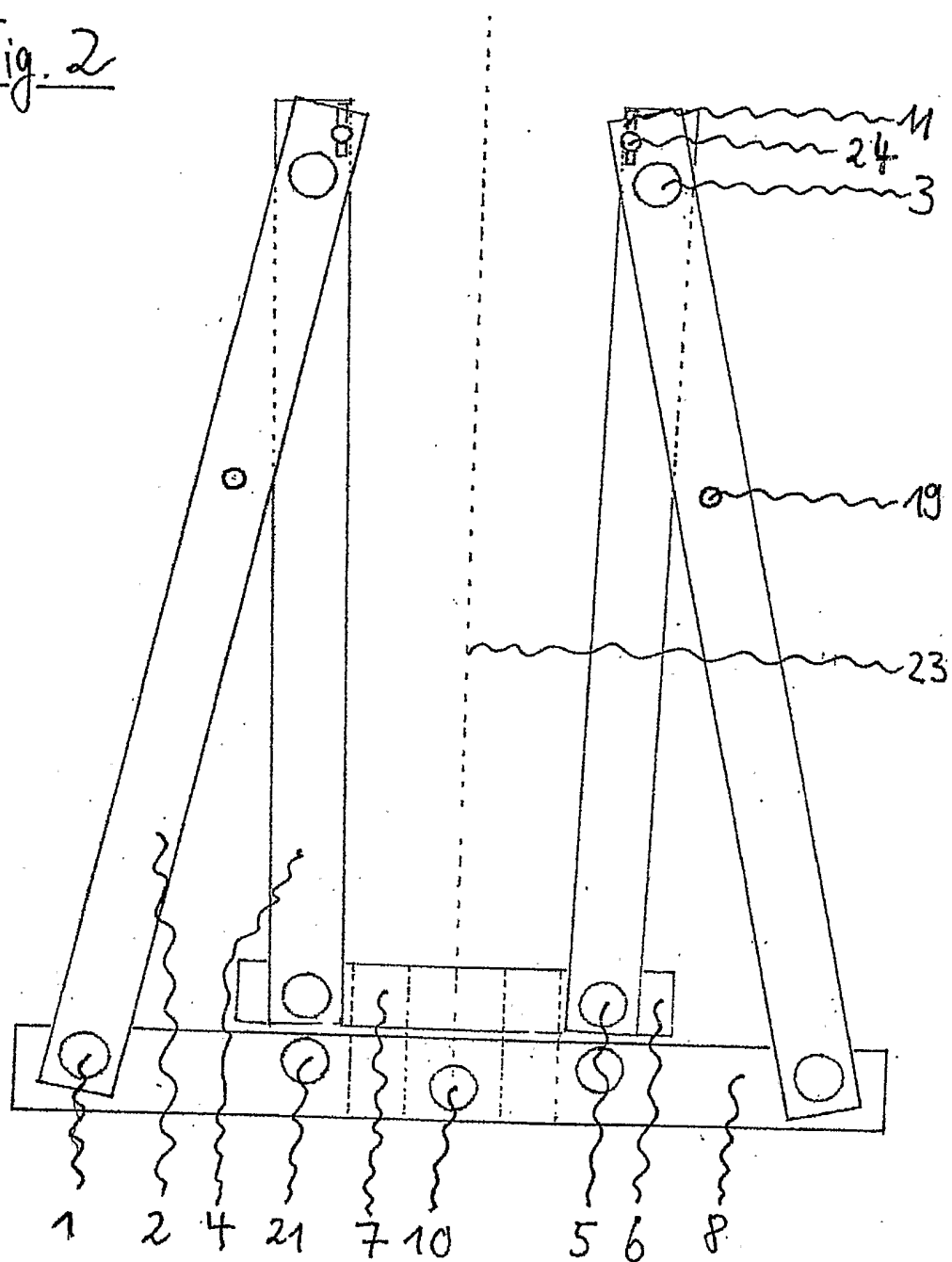


Fig. 3a

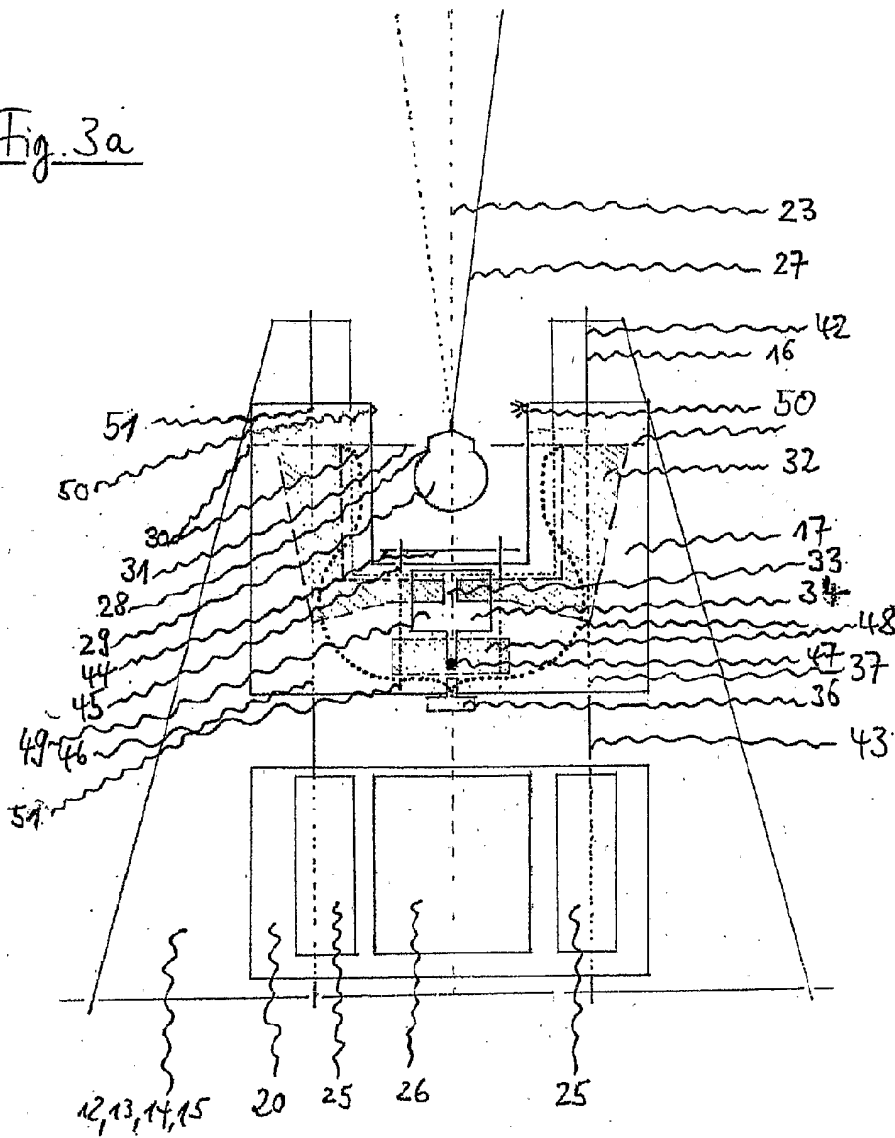
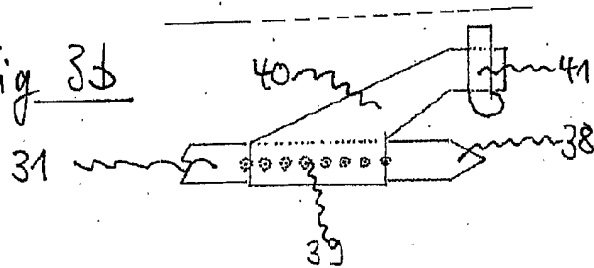


Fig. 3b



21(28)

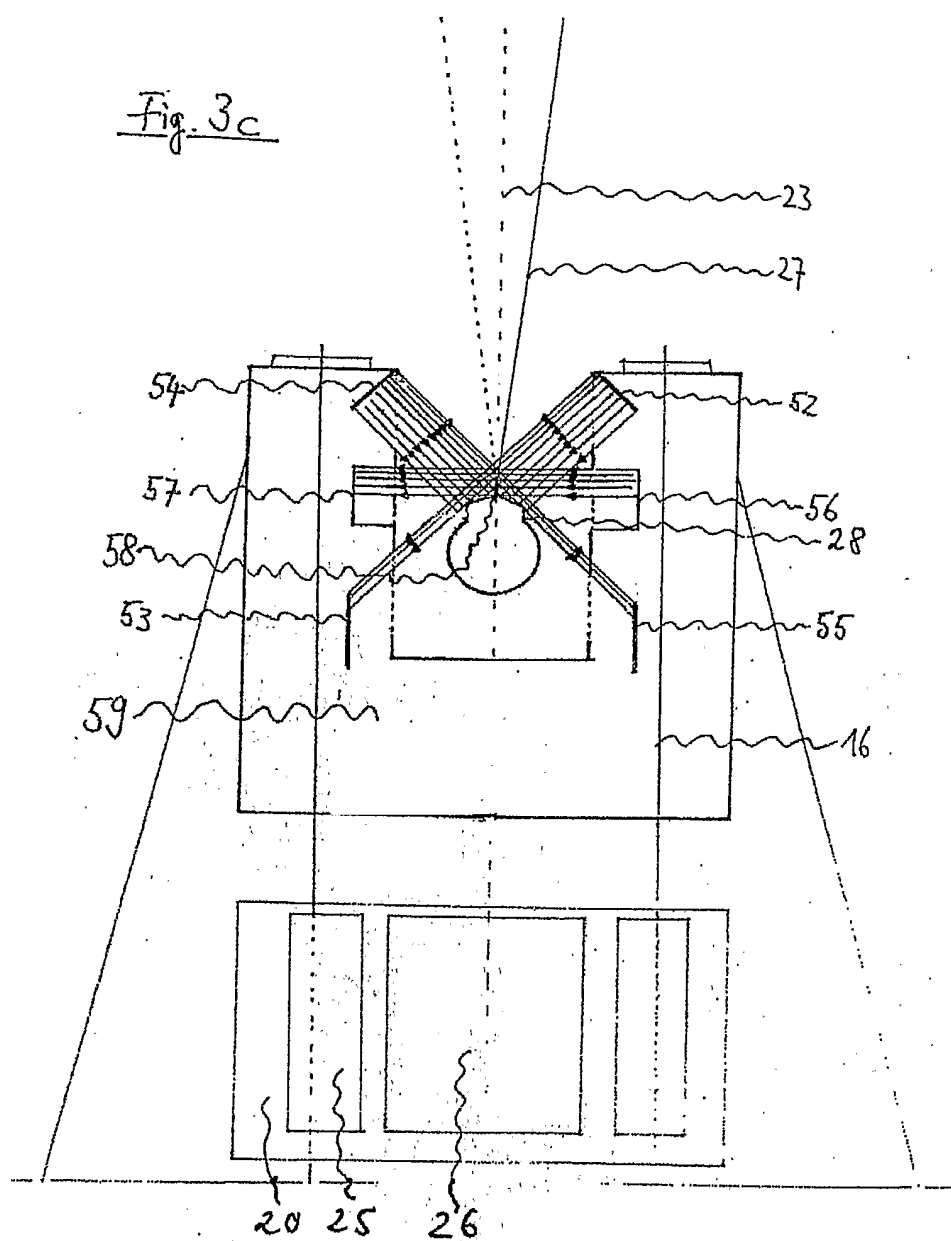


Fig. 4a

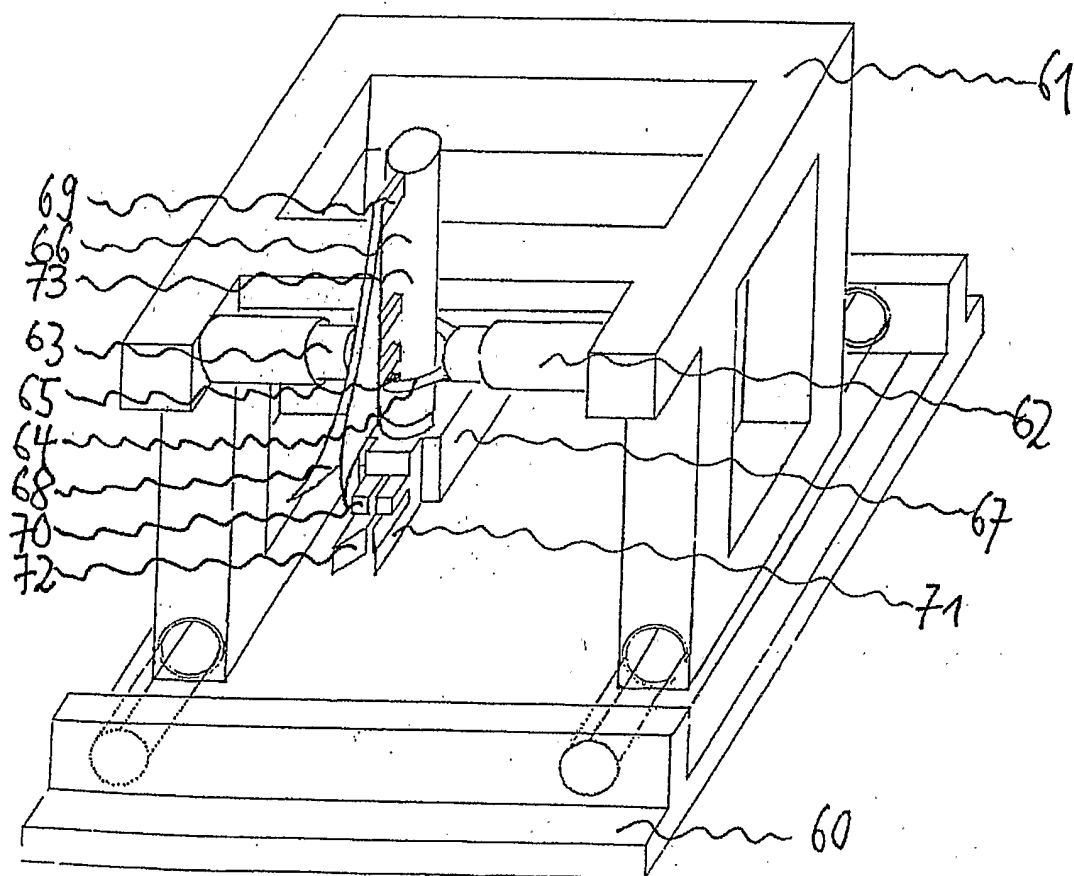


Fig. 4b

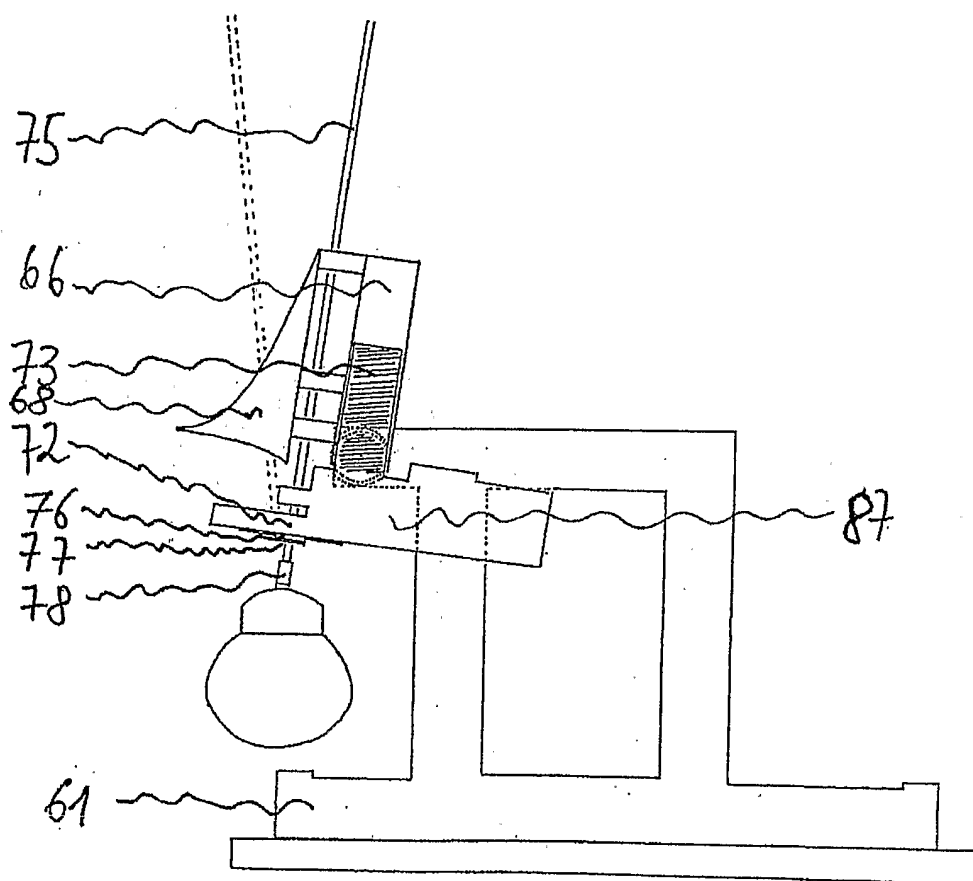
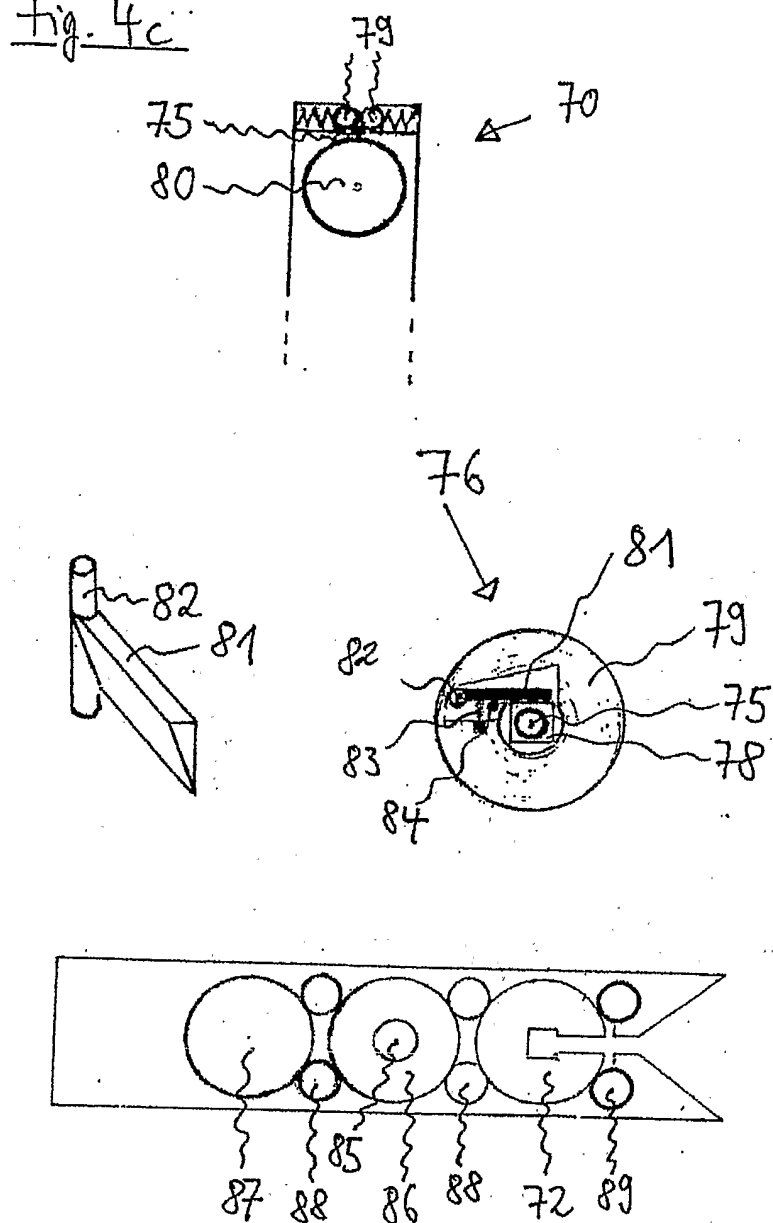


Fig. 4c



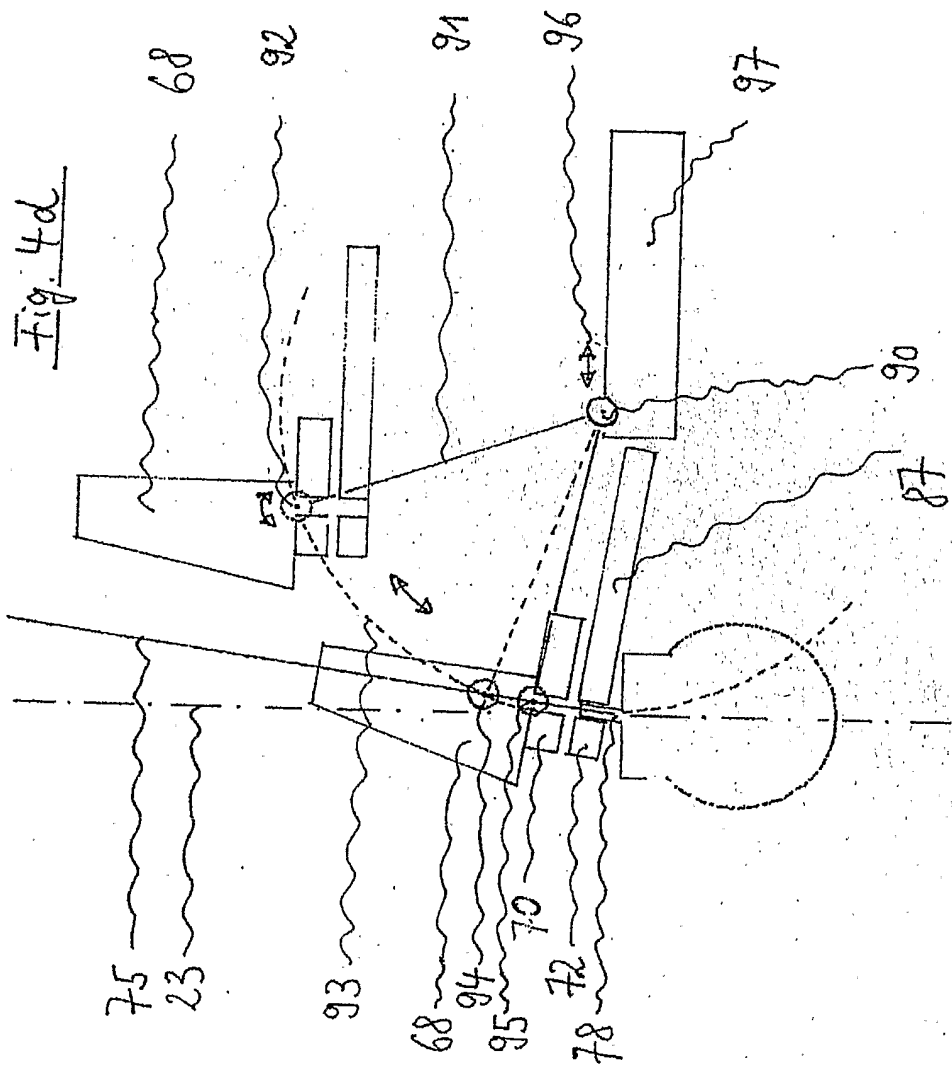


Fig. 4e

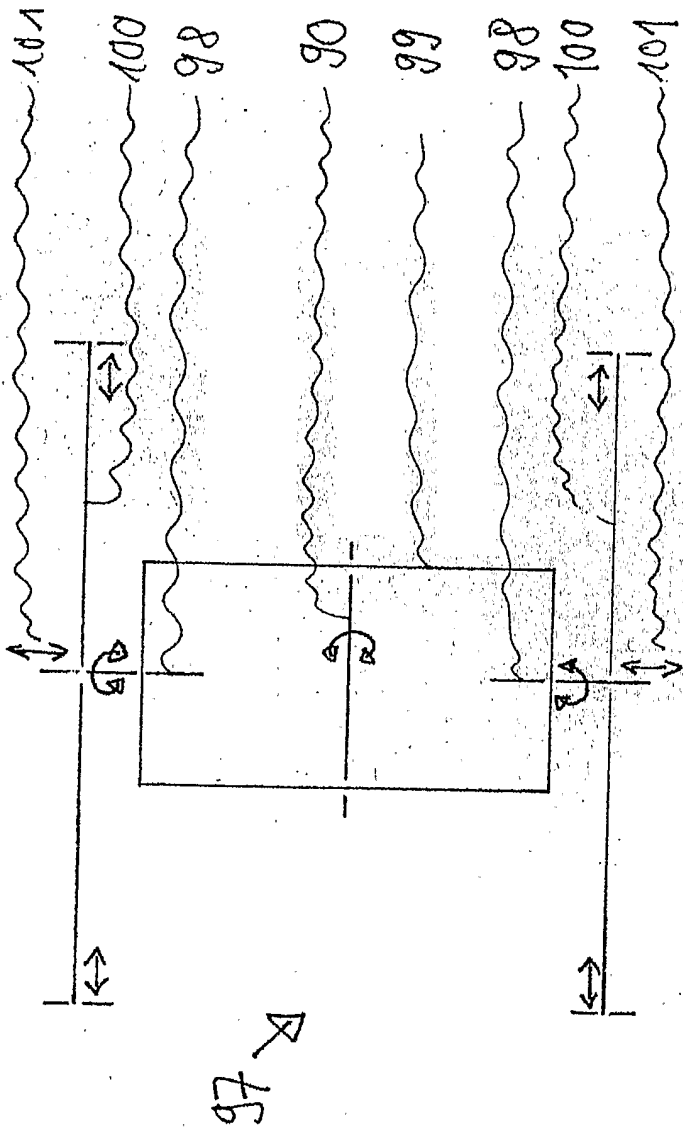


Fig. 5

