



(10) **DE 10 2009 037 830 B3** 2010.11.11

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 037 830.8**  
(22) Anmeldetag: **19.08.2009**  
(43) Offenlegungstag: –  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **11.11.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01B 21/00** (2006.01)  
**G01B 21/20** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Physikalisch - Technische Bundesanstalt, 38116  
Braunschweig, DE; Universität Bremen, 28359  
Bremen, DE**

(72) Erfinder:

**Kuhfuß, Bernd, Prof. Dr.-Ing., 28359 Bremen, DE;  
Härtig, Frank, Dr.-Ing., 38116 Braunschweig, DE;  
Meeß, Rudolf, 38118 Braunschweig, DE**

(74) Vertreter:

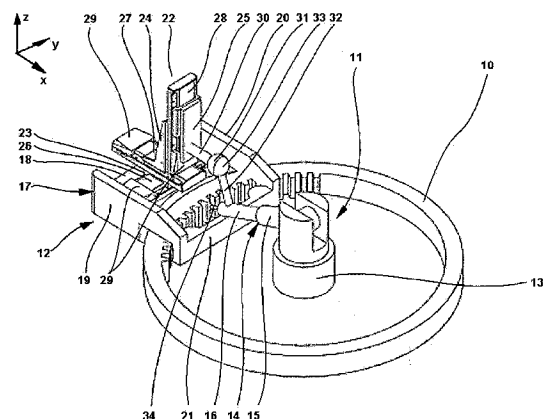
**von Ahsen, Nachtwey & Kollegen Anwaltskanzlei,  
28359 Bremen**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>199 17 729</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>36 43 296</b>	<b>A1</b>
<b>GB</b>	<b>7 46 586</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>02-1 51 708</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Messvorrichtung und Verfahren zum Vermessen großer Bauteile**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Messvorrichtung zum Vermessen großer Bauteile (10) mit einer Messeinrichtung und einer Antriebseinheit (12) zum Betätigen der Messeinrichtung. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Vermessen großer Bauteile (10) mit einer solchen Messvorrichtung. Um große Bauteile (10) einfach und kostengünstig vermessen zu können, ist die erfindungsgemäße Messvorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung einen passiven Messarm (11) aufweist, welcher einen bezogen auf das Bauteil (10) festen Referenzpunkt (13) aufweist, und dass die Antriebseinheit (12) am Bauteil (10) umsetzbar und festsetzbar ist, sowie einen ersten Antrieb (22) für den Messarm (11), der mit dem Messarm (11) kuppelbar ist, und einen zweiten Antrieb (35) aufweist, mit dem die Antriebseinheit (12) am Bauteil verfahrbar ist. Mit einer solchen Messvorrichtung werden die Bauteile (10) vermessen, indem das Bauteil (10) in zwei oder mehr Messintervallen vermessen wird, indem für jeden Messintervall die Antriebseinheit (12) am Bauteil (10) positioniert und festgesetzt wird, der mit der Antriebseinheit (12) gekuppelte Messarm (11) mittels der Antriebseinheit (12) betätigt und dadurch ein Bereich des Bauteils (10) vermessen wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Messvorrichtung zum Vermessen großer Bauteile mit einer Messeinrichtung und einer Antriebseinheit zum Betätigen der Messeinrichtung. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Vermessen großer Bauteile mit einer solchen Messvorrichtung.

**[0002]** Eine solche Messvorrichtung ist aus der DE 36 43 296 A1 oder der JP 02 151 708 A bekannt.

**[0003]** Das Vermessen großer Bauteile in stationären Messeinrichtungen wirft das Problem auf, dass die großen Bauteile zu der stationären Messvorrichtung transportiert werden müssen. Darüber hinaus müssen die stationären Messvorrichtungen entsprechend groß sein, um die Bauteile aufnehmen zu können. Sie weisen in der Regel neben den drei kartesischen Grundachsen noch einen integrierten Rundtisch zum Bewegen des Bauteils innerhalb der Messvorrichtung auf. Solche Messvorrichtungen sind deshalb sehr aufwendig und auch der Transport des großen Bauteils zu diesen Messvorrichtungen ist mit entsprechend hohem Aufwand verbunden.

**[0004]** Zur Vermeidung dieser Nachteile schlagen die DE 36 43 296 A1 und die JP 02 151 708 A Messvorrichtungen vor, die sich am Bauteil entlang bewegen können und während dieser Bewegung das Bauteil vermessen. Diese Messvorrichtungen können deshalb entsprechend klein ausgebildet werden. Dabei ist die Bewegung der Messvorrichtung am Werkstück im Sinne einer Vorschubbewegung zwingend erforderlich, um eine Mess-Spur zu generieren. Ohne diese Bewegung würde nur ein singulärer Messwert erhalten werden. Die Bewegung der Messvorrichtung entlang des Bauteils geht also mit in die Vermessung ein. Dieses geht zu Lasten der Genauigkeit. Gründe hierfür sind, dass Komponenten der Messvorrichtung zur Übertragung der Antriebskräfte entsprechend steif herausgebildet werden müssen und eventueller Schlupf bei der Bewegung der Messvorrichtung am Bauteil.

**[0005]** Aus der GB 746 586 ist eine Vorrichtung zum Vermessen der Evolventenform einer Verzahnung bekannt. Diese Messvorrichtung wird am Bauteil fixiert und vermisst sodann die Evolventenform der Verzahnung. Diese Messvorrichtung ist ebenfalls klein und mobil ausgebildet. Sie eignet sich aber immer nur zum Vermessen der Verzahnungen innerhalb ihres Messbereichs. Eine Erweiterung des Messbereichs ist nur möglich, indem die Messvorrichtung vom Bauteil demontiert und an einer anderen Stelle wieder fixiert wird. Dieses ist aufwendig. Darüber hinaus muss die Messvorrichtung nach dem Umsetzen neu kalibriert werden, um die Messungen auf die vorhergehenden Messungen abzustimmen.

**[0006]** Hiervon ausgehend liegt der Erfindung das Problem zugrunde, eine Messvorrichtung zu schaffen, mit der große Bauteile auf einfache und kostengünstige Weise bei höchster Genauigkeit vermessen werden können. Des Weiteren soll ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zum Vermessen dieser Bauteile mit einer solchen Messvorrichtung vorgeschlagen werden.

**[0007]** Zur Lösung dieses Problems ist die erfindungsgemäße Messvorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinheit einen passiven Messarm aufweist, welcher einen bezogen auf das Bauteil festen Referenzpunkt aufweist, und dass die Antriebseinheit am Bauteil umsetzbar und festsetzbar ist sowie einen ersten Antrieb für den Messarm, der mit dem Messarm kuppelbar ist, und einen zweiten Antrieb aufweist, mit dem die Antriebseinheit am Bauteil verfahrbar ist. Das erfindungsgemäße Verfahren ist zur Lösung des Problems dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil in zwei oder mehr Messintervallen vermessen wird, indem für jeden Messintervall die Antriebseinheit am Bauteil positioniert und festgesetzt wird, der mit der Antriebseinheit gekuppelte Messarm mittels der Antriebseinheit betätigt und dadurch ein Bereich des Bauteils vermessen wird.

**[0008]** Der Grundgedanke der Erfindung ist dabei, dass nicht mehr das Bauteil zu einer stationären Messvorrichtung gebracht, sondern eine kleine und mobile Messvorrichtung zum Bauteil gebracht wird. Ein aufwendiger Transport des Bauteils entfällt damit. Erfindungsgemäß sind der Antrieb zum Bewegen des Messarms einerseits und der Messarm andererseits voneinander entkoppelt. Dementsprechend ist der Messarm selbst passiv ausgebildet. Er weist also keine eigenen Antriebsorgane auf, die ihn während der Ermittlung der Messwerte bewegen. Hierdurch können die Komponenten des Messarms leicht und hochgenau gefertigt werden. Spiel und andere zu Lasten der Messgenauigkeit gehende Einflüsse können daher weitestgehend vermieden werden. Der Antrieb für den Messarm ist vielmehr der Antriebseinheit zugeordnet. Hierdurch wird der Messarm innerhalb des aufgrund der Abmessungen der Antriebseinheit vorgegebenen, maximalen Messbereichs bewegt. Sobald das Bauteil innerhalb dieses Messbereichs erfasst ist, wird die Antriebseinheit neu am Bauteil positioniert und festgesetzt. Hierdurch ergibt sich ein neuer Messbereich am Bauteil, der nun vermessen werden kann. Dieser Vorgang des Vermessens und Neupositionierens der Antriebseinheit wird so oft wiederholt, bis das Bauteil vermessen ist. Dabei ist mit "Vermessen" nicht nur ein vollständiges Vermessen des Bauteils gemeint, sondern vielmehr auch einzelne Abschnitte oder Bereiche des Bauteils. Inwieweit das Bauteil jeweils vermessen wird, hängt von der jeweiligen Messaufgabe ab.

**[0009]** Weiterhin weist der Messarm erfindungsgemäß einen bezogen auf das Bauteil festen Referenzpunkt auf. Dabei kann es sich um einen einzigen festen Referenzpunkt handeln, der für die Vermessung des gesamten Bauteils unverändert bleibt. Es können aber auch unterschiedliche feste Referenzpunkte vorgesehen sein. Diese gelten dann für einen oder mehrere Messintervalle. Wichtig ist nur, dass die jeweilige Lage der Referenzpunkte vorher bekannt ist, insbesondere hinsichtlich ihrer relativen Lage zueinander. Ein Kalibrieren der Messvorrichtung während der Vermessung des Bauteils bzw. für jeden Messintervall kann deshalb entfallen. Auch dieses vereinfacht das Vermessen großer Bauteile.

**[0010]** Sind zwei oder mehr Referenzpunkte vorhanden, so kann die Lage des ersten und gegebenenfalls weiterer Referenzpunkte bei der Vermessung des Bauteils bestimmt werden, während der Messarm gerade dem ersten Referenzpunkt zugeordnet ist. Die Lagebestimmung erfolgt dann bei einem Messintervalle, bei dem sich einer oder mehrere der weiteren Referenzpunkte im durch die jeweilige Position der Antriebseinheit erreichbaren Bereich befinden. Sind nicht alle Referenzpunkte erreichbar, während der Messarm dem ersten Referenzpunkt zugeordnet ist, kann die Lage der übrigen Referenzpunkte bei einem späteren Messintervall erfolgen, wenn der Messarm einem anderen, bereits hinsichtlich seiner Lage bekannten Referenzpunkt zugeordnet ist. Der Referenzpunkt, dem der Messarm gerade zugeordnet ist, wird im Rahmen dieser Anmeldung als aktiver Referenzpunkt bezeichnet.

**[0011]** Dem Messarm ist zum Vermessen des Bauteils ein Tastorgan zugeordnet. Dieses kann ein mechanischer Tastkopf, ein Laser oder jedes andere geeignete Organ zur Positionsbestimmung, wie zum Beispiel ein Mini-GPS sein. Dieses Tastorgan wird durch den Messarm vorzugsweise dreidimensional, also in alle Raumrichtungen, beweglich gehalten. Falls es für die jeweilige Messausgabe ausreichend ist, reicht unter Umständen auch nur eine zweidimensionale Beweglichkeit des Tastorgans. In seltenen Fällen, wenn zum Beispiel nur der Rundlauf eines großen Bauteils überprüft werden muss, reicht unter Umständen auch nur eine eindimensionale Beweglichkeit des Tastorgans, beispielsweise die Drehbarkeit um eine Achse.

**[0012]** Die dreidimensionale Beweglichkeit des Messarms wird auf besonders einfache Weise dadurch erreicht, dass der Messarm einen um eine erste Achse drehbaren Drehschemel aufweist, an dem ein Teleskoparm um eine zweite Achse schwenkbar gelagert ist. Die zweite Achse ist insbesondere senkrecht zur ersten Achse angeordnet. Ferner trägt der Teleskoparm an seinem freien Ende das Tastelement. Durch Drehen des Drehschemels um die erste Achse und Schwenken des Teleskoparms um die

zweite Achse sowie Ein- und Ausfahren des Teleskoparms lässt sich das Tastelement in allen drei Dimensionen bewegen.

**[0013]** Nach einer konstruktiven Ausgestaltung der Erfindung ist der Teleskoparm mit wenigstens einem Teleskop-Außenrohr versehen, in dem ein Teleskop-Innenrohr ein- und ausfahrbar geführt ist. Eines dieser Rohre, vorzugsweise das Teleskop-Außenrohr ist schwenkbar an dem Drehschemel gelagert, während das andere Rohr das Tastelement trägt. Trägt das Teleskop-Innenrohr das Tastelement, verjüngt sich der Teleskoparm zum Tastelement hin, was die Erreichbarkeit zu vermessender Stellen am Bauteil erleichtert.

**[0014]** Um den passiven Messarm bewegen zu können, weist die Antriebseinheit einen ersten Antrieb auf, mittels dessen das Tastelement dreidimensional beweglich antreibbar ist. Dieser erste Antrieb weist vorzugsweise drei jeweils unter einem bestimmten Winkel zueinander verfahrbare Schlitten auf. Hierdurch ergibt sich ein besonders einfacher konstruktiver Aufbau für den Antrieb. Alternativ kann aber auch jede andere geeignete Konstruktion vorgesehen sein. Beispielsweise kann der Antrieb auch analog zum Messarm mit Drehschemel und schwenkbarem Teleskoparm ausgebildet sein. Umgekehrt kann auch der Messarm analog zum Antrieb mit unter einem bestimmten Winkel zueinander verfahrbaren Schlitten ausgebildet sein. Bei einer Konstruktion aus drei Schlitten ist der erste Schlitten vorzugsweise in eine erste Richtung, der zweite Schlitten in eine zweite Richtung und der dritte Schlitten in eine dritte Richtung verfahrbar. Der vorbestimmte Winkel, unter welchem die Schlitten verfahrbar sind, ist insbesondere der rechte Winkel. Hierdurch ergibt sich eine einfache und genaue Kinematik für das Verfahren der Schlitten.

**[0015]** Weiterhin weist die Antriebseinheit nach einer weiteren konstruktiven Ausgestaltung der Erfindung einen Rahmen auf, der seinerseits verfahrbar am Bauteil anbringbar ist. Mittels des Rahmens lässt sich die Antriebseinheit am Bauteil geführt verfahren, was ein besonders einfaches Umsetzen der Antriebseinheit nach einem Messintervall ermöglicht. Der Rahmen kann dabei beispielsweise manuell durch eine Bedienperson am Bauteil verfahren werden. Vorzugsweise weist der Rahmen aber einen zweiten Antrieb zum Verfahren der Antriebseinheit am Bauteil auf. Dieser Antrieb verfügt nach einer konstruktiven Ausgestaltung über wenigstens eine motorisch antreibbare Rolle. Diese kann ihre Antriebskräfte entweder kraftschlüssig oder formschlüssig auf das Bauteil übertragen.

**[0016]** Als erster Antrieb zum Betätigen des Messarms einerseits und als zweiter Antrieb zum Versetzen der Antriebseinheit andererseits können jeweils

gesonderte Antriebe verwendet werden. Es ist aber auch denkbar, dass ein gemeinsamer Antrieb vorgesehen ist, der mittels geeigneter Kupplungen einmal zum Betätigen des Messarms und dann zum Versetzen der Antriebseinheit verwendet wird.

**[0017]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

**[0018]** Fig. 1 eine Messvorrichtung mit den Erfindungsmerkmalen nebst einem zu vermessenden Bauteil in perspektivischer Darstellung,

**[0019]** Fig. 2 die Messvorrichtung gemäß Fig. 1 in Draufsicht,

**[0020]** Fig. 3 die Messvorrichtung gemäß Fig. 1 in Seitenansicht,

**[0021]** Fig. 4 die Messvorrichtung gemäß Fig. 1 in einem Vertikalschnitt in der Ebene IV-IV gemäß Fig. 2.

**[0022]** In der nachfolgenden Beschreibung wird die Erfindung anhand der Vermessung eines Zahnrades **10** mit Innenverzahnung als zu vermessendes Bauteil erläutert. Aus Gründen der Vereinfachung ist die Verzahnung des Zahnrades **10** nur unvollständig dargestellt, obwohl das Zahnrad **10** an seinem gesamten Umfang mit der Verzahnung versehen ist. Die Messvorrichtung weist einen passiven, also nicht mit eigenen Antrieben versehenen Messarm **11** und eine Antriebseinheit **12** auf. Der Messarm **11** verfügt über einen Drehschemel **13**, der ortsfest aber um die Drehachse des Zahnrades **10** drehbar gelagert ist. Der Drehschemel **13** bildet dadurch einen festen Referenzpunkt für die Vermessung des Zahnrades **10**.

**[0023]** An dem Drehschemel **13** ist ein Teleskoparm **14** schwenkbar gelagert. Die Schwenkachse des Teleskoparms **14** ist senkrecht zur Drehachse des Drehschemels **13** und damit des Zahnrades **10** angeordnet. Der Teleskoparm **14** weist ein Teleskop-Außenrohr **15**, welches schwenkbar an dem Drehschemel **13** angeordnet ist, und ein Teleskop-Innenrohr **16** auf. Das Teleskop-Innenrohr **16** ist in seiner Längsrichtung verschiebbar in dem Teleskop-Außenrohr **15** geführt. Das Teleskop-Innenrohr **16** ist also gegenüber dem Teleskop-Außenrohr **15** ein- und ausfahrbar. Am Teleskoparm **14** sind hierfür jedoch keine eigenen Antriebsmittel vorgesehen. Auch zum Drehen des Drehschemels **13** weist der Messarm **11** keine eigenen Antriebsmittel auf. Es handelt sich um einen passiven Messarm **11**.

**[0024]** Die Antriebseinheit **12** weist einen Rahmen **17** auf, der aus einer Grundplatte **18**, zwei sich senkrecht zur Grundplatte **18** erstreckende und an der Grundplatte **18** angebrachte Längsträger **19, 20** und

einer die beiden freien Enden der Längsträger **19, 20** verbindende Quertraverse **21** besteht. Die Quertraverse **21** verläuft im Wesentlichen parallel zur Grundplatte **18**. Grundplatte **18**, die Längsträger **19, 20** und die Quertraverse **21** bilden einen geschlossenen Rahmen **17**. Der Rahmen **17** ist dabei so ausgebildet, dass er einen Abschnitt des zu vermessenden Bauteils, im vorliegenden Fall einen Bogenabschnitt des Zahnrades **10**, klemmen kann. Im vorliegenden Fall wird der entsprechende Bogenabschnitt des Zahnrades **10** zwischen der Grundplatte **18** und der Quertraverse **21** geklemmt. Hierdurch wird der Rahmen **17** und damit die Antriebseinheit **12** am Zahnrad **10** fixiert.

**[0025]** Auf der Grundplatte **18** ist ein Antrieb **22** für den Messarm **11** vorgesehen. Dieser Antrieb **22** besteht im vorliegenden Fall aus drei senkrecht zueinander angeordneten Schlitten **23, 24, 25**, die nach Art eines kartesischen Koordinatensystems in einer x-Richtung, einer y-Richtung und einer z-Richtung gegeneinander verschieblich sind. Zu diesem Zweck ist auf der Grundplatte **18** ein Schlittenbett **26** angeordnet, welches im vorliegenden Fall der y-Richtung zugeordnet ist. Auf diesem Schlittenbett **26** ist der erste Schlitten **23** in y-Richtung verschieblich geführt, der seinerseits an seiner Oberseite ein zweites Schlittenbett **27** aufweist, welches der x-Richtung zugeordnet ist. An diesem Schlittenbett **27** ist der zweite Schlitten **24** in x-Richtung verschieblich geführt. Dieser Schlitten **24** ist als ein Winkelstück ausgebildet und trägt ein drittes, der z-Richtung zugeordnetes Schlittenbett **28**. An diesem Schlittenbett **28** ist der dritte Schlitten **25** in z-Richtung verschieblich geführt. Zum Verschieben der Schlitten **23, 24, 25** auf dem jeweils zugehörigen Schlittenbett **26, 27, 28** sind geeignete und an sich bekannte Antriebsmittel **29** vorgesehen.

**[0026]** Am dritten Schlitten **25** ist ein antriebsseitiger Kupplungsarm **30** angebracht, der an seinem freien Ende ein antriebsseitiges Kupplungselement **31** trägt. Am Teleskoparm **14**, nämlich am Teleskop-Innenrohr **16**, ist ein messarmseitiger Kupplungsarm **32** angeordnet, der an seinem freien Ende ein messarmseitiges Kupplungselement **33** trägt. Die Kupplungselemente **31** und **33** sind zueinander komplementäre Kupplungselemente, die miteinander kupplbar sind. In der Zeichnung sind sie in miteinander gekuppeltem Zustand gezeigt. Die Kupplungselemente **31** und **33** bilden ein Kugelgelenk, so dass die Kupplungsarme **30** und **32** gegeneinander in beliebiger Richtung verschwenkbar sind. Alternativ können sie auch ein Kardangelenke oder ein anderes die erforderlichen Freiheitsgrade bereitstellendes Gelenk bilden. Die Position des Messarms **11** sollte nur einigungsmaßen eindeutig durch den Antrieb **22** bestimmt sein.

**[0027]** Mittels des Antriebes **22** lässt sich nun der

Messarm **11** in einem vorgegebenen Bereich, der im vorliegenden Fall dem durch den Rahmen **17** definierten Bereich entspricht, bewegen. Am freien Ende des Teleskop-Innenrohres **16** ist ein Tastkopf **34** vorgesehen, der mittels des Antriebes **22** an dem entsprechenden Bereich des Zahnrades **10** entlang bewegt wird. Dabei wird dieser Bereich des Zahnrades **10** vermessen.

**[0028]** Geeignete Positionssensoren ermitteln fortlaufend die Position des Tastkopfes bezogen auf den Referenzpunkt (Drehschemel **13**). Dieses kann zum Beispiel dadurch erfolgen, dass dem Drehschemel **13** ein Winkelgeber zum Erfassen des Drehwinkels des Drehschemels **13** sowie ein weiterer Winkelgeber zum Erfassen des Schwenkwinkels des Teleskoparms **14** gegenüber dem Drehschemel **13** vorgesehen ist. Ein weiterer Sensor erfasst das Maß, um welches das Teleskop-Innenrohr **16** aus dem Teleskop-Außenrohr **15** ausgefahren ist. Mit diesen Größen ist die Position des Tastkopfes **34** eindeutig bestimmt. Die einzelnen Bauteile des Messarms **11** sind dabei hochgenau, das heißt spielfrei gefertigt. Ein eventuelles Spiel und Trägheiten des Antriebes **22** haben durch die Entkopplung von Messarm **11** und Antriebseinheit **12** keinen Einfluss auf die Messgenauigkeit.

**[0029]** Die Antriebseinheit **12** verfügt über einen zweiten Antrieb, mit welchem sie am Zahnrad **10** entlang bewegt werden kann. Zu diesem Zweck sind an der Grundplatte zwei Rollen **35** vorgesehen, die jeweils benachbart zu den Längsträgern **19**, **20** angeordnet sind. Wenigstens eine dieser Rollen **35** ist motorisch antreibbar, so dass die Antriebseinheit **12** am Zahnrad **10** verfahren werden kann. An der Quertraverse **21** sind, ebenfalls benachbart zu den Längsträgern **19**, **20**, zwei Gegenrollen **36** angeordnet, die die Antriebseinheit **12** zusätzlich führen und als Gegendruckorgane beim fixieren der Antriebseinheit am Zahnrad **10** dienen. Ein eventueller Schlupf beim Verfahren der Antriebseinheit **12** am Zahnrad **10** hat wiederum durch die Entkopplung von Messarm **11** und Antriebseinheit **12** keinen Einfluss auf die Messgenauigkeit. Deshalb wäre es auch möglich, aber nicht bevorzugt, während des Verfahrens der Antriebseinheit **12** Messungen durchzuführen.

**[0030]** Sobald nun der durch den Rahmen **17** definierte Bereich des Zahnrades **10** vermessen ist, wird die Antriebseinheit **12** mittels des zweiten Antriebes weiter bewegt und erneut am Zahnrad **10** fixiert. Jetzt kann der neue, nun durch den Rahmen **17** definierte Bereich des Zahnrades **10** vermessen werden. Anschließend wird die Antriebseinheit **12** wieder weiter bewegt. Dieser Vorgang wird so oft wiederholt, bis entweder das gesamte Zahnrad **10** oder vorbestimmte Bereiche dieses Zahnrades vermessen sind. Das Vermessen jedes dieser Bereiche bildet einen Messintervall.

**[0031]** Mit der vorliegenden Messvorrichtung lässt sich das Zahnrad **10** vollautomatisch, beispielsweise computergesteuert, vermessen. Es ist aber auch ein semiautomatischer Betrieb denkbar, bei dem die Antriebseinheit **12** über keinen zweiten Antrieb zum Versetzen der Antriebseinheit **12** verfügt, sondern durch eine Bedienperson versetzt wird. Die Bedienperson bildet dann sozusagen den zweiten Antrieb.

**[0032]** Im vorliegenden Ausführungsbeispiel bleibt der Drehschemel **13** immer, d. h. für jeden der Messintervalle, der Drehachse des Zahnrades als festem Referenzpunkt zugeordnet. Bei komplexeren Bauteilen ist es auch möglich, den Drehschemel **13** für einen oder mehrere Messintervalle unterschiedlichen Referenzpunkten zuzuordnen, die hinsichtlich ihrer Lage, insbesondere zueinander, bekannt sind. Der Drehschemel **13** wird dann zwischen zwei Messintervallen umgesetzt.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Zahnrad
<b>11</b>	Messarm
<b>12</b>	Antriebseinheit
<b>13</b>	Drehschemel
<b>14</b>	Teleskoparm
<b>15</b>	Teleskop-Außenrohr
<b>16</b>	Teleskop-Innenrohr
<b>17</b>	Rahmen
<b>18</b>	Grundplatte
<b>19</b>	Längsträger
<b>20</b>	Längsträger
<b>21</b>	Quertraverse
<b>22</b>	Antrieb
<b>23</b>	Schlitten
<b>24</b>	Schlitten
<b>25</b>	Schlitten
<b>26</b>	Schlittenbett
<b>27</b>	Schlittenbett
<b>28</b>	Schlittenbett
<b>29</b>	Antriebsmittel
<b>30</b>	Kupplungsarm
<b>31</b>	Kupplungselement
<b>32</b>	Kupplungsarm
<b>33</b>	Kupplungselement
<b>34</b>	Tastkopf
<b>35</b>	Rolle
<b>36</b>	Gegenrolle

#### Patentansprüche

1. Messvorrichtung zum Vermessen großer Bauteile (**10**) mit einer Messeinheit und einer Antriebseinheit (**12**) zum Betätigen der Messeinheit, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messeinheit einen passiven Messarm (**11**) aufweist, welcher einen bezogen auf das Bauteil (**10**) festen Referenzpunkt (**13**) aufweist, und dass die Antriebseinheit (**12**) am Bauteil (**10**) umsetzbar und festsetzbar ist, sowie einen ers-

ten Antrieb (22) für den Messarm (11), der mit dem Messarm (11) gekuppelbar ist, und einen zweiten Antrieb (35) aufweist, mit dem die Antriebseinheit (12) am Bauteil verfahrbar ist.

2. Messvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Messarm (11) ein Tastelement (34) angeordnet ist, welches durch den Messarm (11) dreidimensional beweglich gehalten ist.

3. Messvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Messarm (11) einen um eine erste Achse drehbaren Drehschemel (13) aufweist, an dem ein Teleskoparm (14) um eine zweite, zur ersten Achse insbesondere senkrechten Achse schwenkbar gelagert ist, welcher an seinem freien Ende das Tastelement (34) trägt.

4. Messvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Teleskoparm (14) wenigstens ein Teleskop-Außenrohr (15) aufweist, in dem ein Teleskop-Innenrohr (16) ein- und ausfahrbar geführt ist, und dass wenigstens eines der Rohre (15) schwenkbar an dem Drehschemel (13) gelagert ist und das andere Rohr (16) das Tastelement (34) trägt.

5. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass am Messarm (11) Positionssensoren zum Erfassen der Position des Tastelementes (34) bezogen auf den Referenzpunkt (13) vorgesehen sind.

6. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit (12) einen ersten Antrieb (22) aufweist, mittels dessen das Tastelement (34) dreidimensional beweglich antreibbar ist.

7. Messvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb (22) drei jeweils unter einem bestimmten Winkel zueinander verfahrbare Schlitten (23, 24, 25) aufweist.

8. Messvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Schlitten (23) in eine erste Richtung verfahrbar ist, der zweite Schlitten (24) in eine zweite Richtung am ersten Schlitten (23) und der dritte Schlitten (25) in eine dritte Richtung am zweiten Schlitten (24) verfahrbar gelagert ist.

9. Messvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der vorbestimmte Winkel ein rechter Winkel ist.

10. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit (12) einen Rahmen (17) aufweist, der verfahrbar am Bauteil (10) anbringbar ist.

11. Messvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Rahmen (17) den zweiten Antrieb (35) zum Verfahren der Antriebseinheit (12) am Bauteil (10) aufweist.

12. Messvorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Rahmen (17) wenigstens eine motorisch antreibbare Rolle (35) aufweist.

13. Verfahren zum Vermessen großer Bauteile (10) mit einer Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil (10) in zwei oder mehr Messintervallen vermessen wird, indem für jeden Messintervall die Antriebseinheit (12) am Bauteil (10) positioniert und festgesetzt wird, der mit der Antriebseinheit (12) gekuppelte Messarm (11) mittels der Antriebseinheit (12) betätigt und dadurch ein Bereich des Bauteils (10) vermessen wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwei oder mehr feste Referenzpunkte (13) am Bauteil (10) vorgesehen sind, deren Lage, insbesondere zueinander, bekannt ist und der Messarm (11) zwischen zwei aufeinander folgenden der Messintervalle umgesetzt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass während eines der Messintervalle die Lage eines oder mehrerer der Referenzpunkte zum gerade aktiven Referenzpunkt ermittelt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

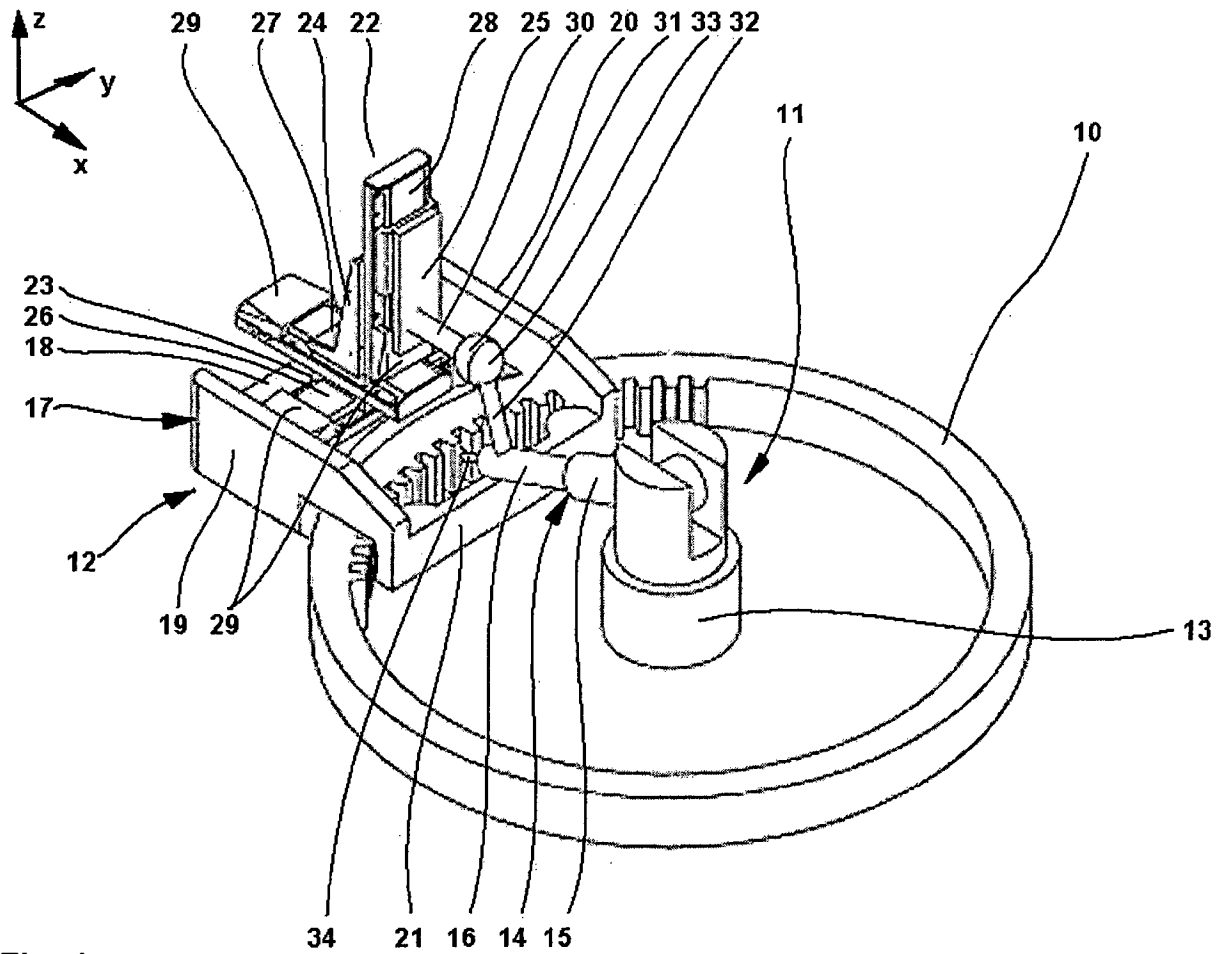


Fig. 1

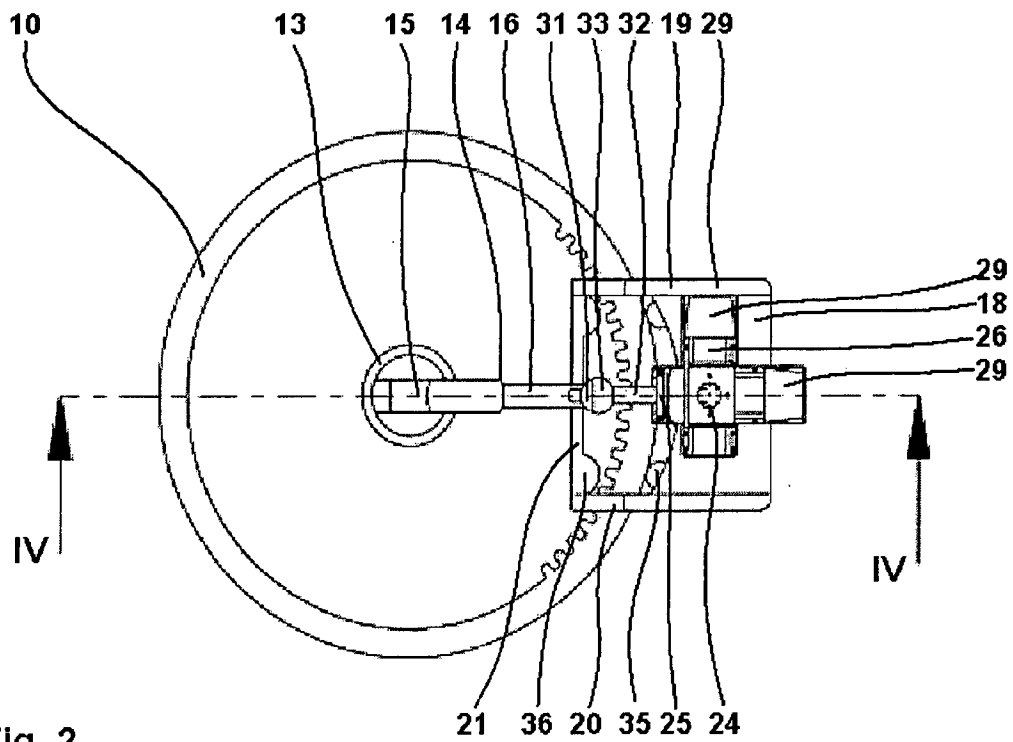


Fig. 2

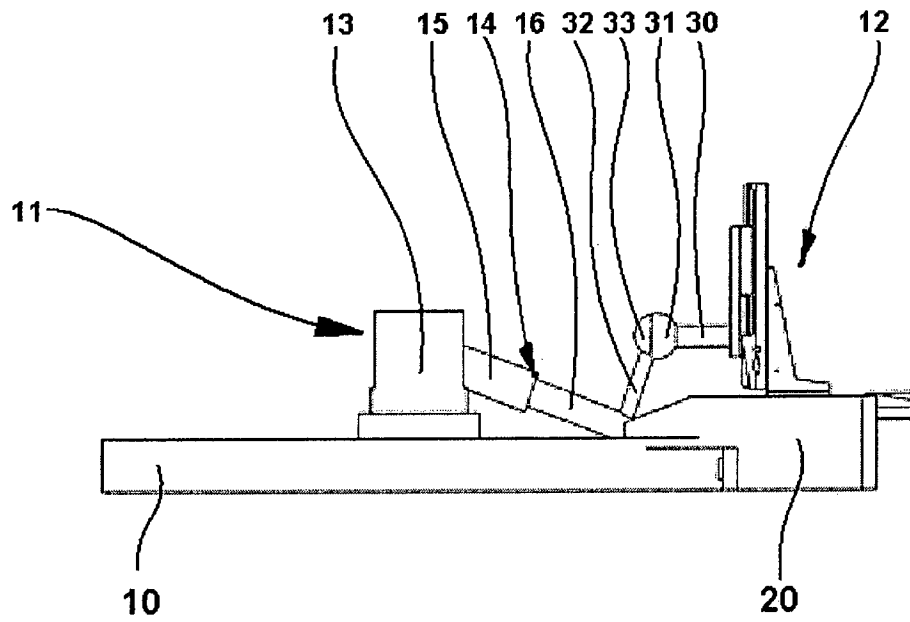


Fig. 3

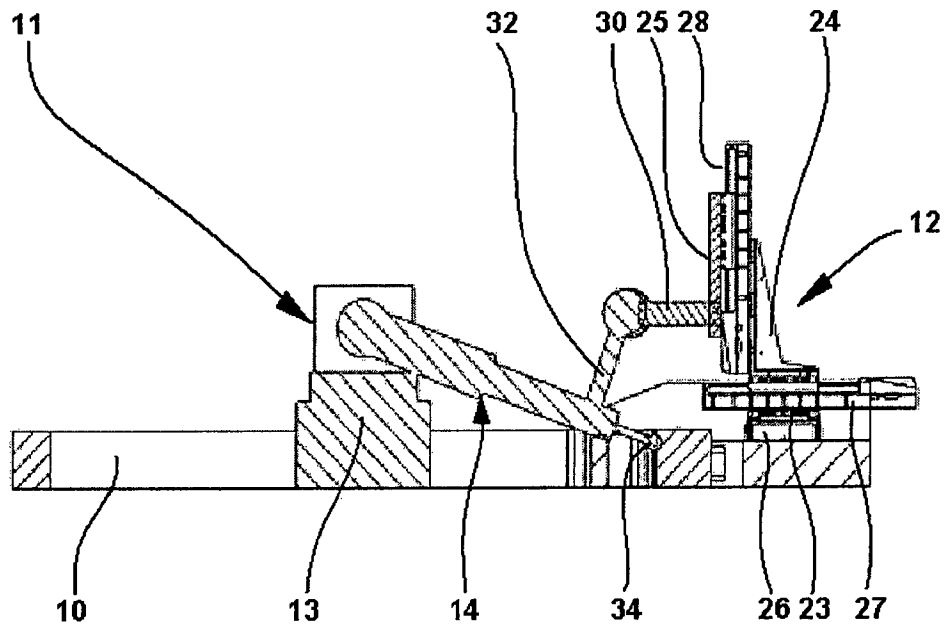


Fig. 4