



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Verschlussvorrichtung für ein Lager auf einem Walzenzapfen einer Walze zum Walzen von insbesondere metallischem Walzgut. Mit Hilfe des Lagers wird die Walze in einem Walzgerüst drehbar gelagert. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben der Lagerverschlussvorrichtung einerseits zum Aufziehen des Lagers auf den Walzenzapfen und andererseits zum Abziehen des Lagers von dem Walzenzapfen.

**[0002]** Lagerverschlussvorrichtungen sind im Stand der Technik grundsätzlich bekannt. Eine bekannte Lagerverschlussvorrichtung ist beispielsweise in **Fig. 19** gezeigt. Sie ist in Fachkreisen unter dem Namen „QC-Quick Change“ bekannt. Diese bekannte Lagerverschlussvorrichtung **100** dient zur Befestigung mindestens eines Lagers **200** auf einem Walzenzapfen **310** einer Walze, wobei das Lager **200** ausgebildet ist zum Lagern der Walze in einem Walzgerüst. Die Lagerverschlussvorrichtung **100** weist einen auf einen Walzenabsatz **320** des Walzenzapfens **310** aufschiebbaaren Gewinding **110** auf. Ein erster Abschnitt **111** des Gewindinges **110** weist ein Außengewinde **112** auf. An dem von dem Walzenballen **330** entfernt liegenden Ende des Walzenabsatzes **320** ist ein Anschlag in Form eines Klapppringes **120'** oder eines Bajonett-Verschlusses **120''** angeordnet zum Begrenzen der axialen Bewegung des Gewindinges **110**. Weiterhin umfasst die bekannte Lagerverschlussvorrichtung **100** eine Ringmutter **130** mit einem Innengewinde **132** zum Aufschrauben auf das Außengewinde **112** des Gewindinges **110**.

**[0003]** Das Aufziehen des Lagers **200** auf den Walzenzapfen erfolgt traditionell mit Hilfe eines Krans, mit welchem das Lager zusammen mit der Lagerverschlussvorrichtung **100** zunächst auf dem Walzenzapfen bzw. dem Zapfenabsatz vorpositioniert wird. Nach dieser Vorpositionierung wird der Klappring **120'** in einer Nut in dem Walzenabsatz geschlossen oder der Bajonett-Verschluss **120''** auf dem Walzenabsatz arretiert, d. h. der Anschlag wird eingerichtet. Nachfolgend wird die Ringmutter **130** mit Hilfe eines Kranseils festgedreht. Dabei verschiebt sich die Ringmutter **130** gemäß **Fig. 19** axial in Richtung Lager **200**, wodurch das Lager **200** weiter nach links in Richtung Walzenballen **330** auf den Walzenzapfen **310** aufgeschoben wird. Aufgrund der Kopplung von der Ringmutter **130** mit dem Gewinding **110** über das gemeinsame Gewinde **112**, **132** verschiebt sich beim Drehen der Ringmutter **130** gleichzeitig der Gewinding **110** in **Fig. 19** nach rechts und stützt sich gegen den Anschlag, beispielsweise den Klappring **120'** ab, wobei sich der Klappring seinerseits wiederum in der Nut der Walze bzw. des Walzenabsatzes **320** abstützt.

**[0004]** Das Abziehen des Lagers **200** von dem Walzenzapfen erfolgt traditionell wie folgt: Zunächst wird die Ringmutter **130** mittels des Kranseils losgedreht; in **Fig. 19** bewegt sich die Mutter dabei nach rechts bis sie sich mit ihrem äußeren Bund bzw. Flansch an dem Zwischenring **150** abstützt. Während dieser Abstützung bewegt sich der Gewinding **110**, wenn die Ringmutter **130** weiter gedreht wird aufgrund der Kopplung über das Gewinde **112**, **132** nach links, bis der Gewinding **110** an dem Anschlag **315** an dem Walzenzapfen **310** anschlägt. Dadurch wird der Anschlag bzw. Klappring **120'** frei von jeglicher Vorspannung und kann geöffnet bzw. entfernt werden. Mit dem Entfernen des Klapppringes ist dann der Weg frei für ein axiales Abziehen der Lagerverschlussvorrichtung **100** zusammen mit dem Lager **200** von dem Walzenzapfen mit Hilfe des Krans.

**[0005]** Nachteilig an diesem bekannten Stand der Technik ist die Notwendigkeit, dass die Ringmutter **130** mit Hilfe eines Kranseils entweder festgedreht oder losgedreht werden muss. Diese Vorgehensweise ist gefährlich für eine Bedienperson und ungenau im Hinblick auf eine gewünschte genaue Positionierung des Lagers auf dem Walzenzapfen.

**[0006]** Ergänzend wird bezüglich des Standes der Technik auch auf die europäische Patentanmeldung EP 2 143 521 A1 hingewiesen, welche eine Flanschverbindung mit Hilfe von Schraubbolzen offenbart. Peripher zu einem Hauptbolzen, welcher die beiden Flansche verbindet, ist eine Mehrzahl von kleineren Schrauben angeordnet, welche dazu dienen, eine Vorspannung einer vorbestimmten Größe aufzubauen. Die Schrauben bleiben auch während des Betriebs bzw. während des Bestehens der Flanschverbindung unter der Vorspannung. Dies ist nachteilig.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine bekannte Lagerverschlussvorrichtung sowie bekannte Verfahren zum Aufziehen des Lagers auf einen Walzenzapfen und zum Lösen des Lagers von dem Walzenzapfen mit Hilfe der Lagerverschlussvorrichtung sicherer zu machen, insbesondere weil das Kranseil entbehrlich wird, und verwendete Schrauben dauerhaft zu entlasten.

**[0008]** Diese Aufgabe wird vorrichtungstechnisch durch die in Anspruch 1 beanspruchte Lagerverschlussvorrichtung gelöst. Demnach ist die erfindungsgemäße Lagerverschlussvorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Lager und dem Gewinding ein Druckring vorgesehen ist, welcher ebenfalls in axialer Richtung verschiebbar gelagert ist, und welcher in radialer Richtung sowohl mit dem Gewinding wie auch mit der Ringmutter zumindest teilweise überlappt; dass in dem Gewinding - über dessen Umfang verteilt - mehrere Schrauben in axialen Gewindebohrungen drehbar gelagert sind zum Drücken in axialer Richtung gegen den Druckring;

und dass die Ringmutter in axialer Richtung gegen den Druckring schraubbar und anstellbar ist.

**[0009]** Die notwendige Kraft zum Aufziehen des Lagers auf den Walzenzapfen erfolgt erfindungsgemäß zunächst mit Hilfe der Schrauben, welche mit einem Momentenschlüssel oder sonstigen geeigneten Werkzeugen angezogen werden. Dadurch wird die gefährliche Verwendung eines Kranseils zum Aufbringen der notwendigen Aufziehkraft für das Lager entbehrlich. Damit die Schrauben jedoch während des Betriebs des Lagers und der Walze nicht permanent unter Druck stehen müssen, wird, wie weiter unten bei der Beschreibung der erfindungsgemäßen Verfahren deutlich werden wird, die Ringmutter gegen den Druckring geschraubt, bis sie gegen diesen anschlägt. Der Druckring und damit auch das Lager werden durch die Ringmutter in ihrer axialen Position fixiert. Die Schrauben werden dann vor Inbetriebnahme zurückgedreht und dadurch von der axialen Druckkraft entlastet.

**[0010]** Ähnliches gilt auch für den Vorgang des Lösen bzw. Abziehen des Lagers von dem Walzenzapfen. Auch hier dienen die Schrauben in dem Gewinding nur kurzzeitig zum Entkoppeln von Druckring und Ringmutter; nur dafür sind die Schrauben in dem Gewinding kurzzeitig axial stark belastet; danach werden sie wieder zurückgeschraubt und dadurch axial entlastet.

**[0011]** Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel umfasst die Lagerverschlussvorrichtung weiterhin einen ringförmigen Abschlussdeckel zum Übergreifen von zumindest radial äußeren - nicht mit der Walze mitdrehenden - Teilen des Lagers. Anders ausgedrückt ist der Abschlussdeckel so ausgebildet, dass er mit dem Lager derart in Eingriff steht, dass bei Aufbringen einer axialen Kraft an dem Abschlussdeckel das Lager axial von dem Walzenzapfen mit abgezogen wird. Zum Aufbringen der Kraft dienen erfindungsgemäß Schrauben, welche direkt oder indirekt mit dem Abschlussdeckel und der Ringmutter in Verbindung stehen zum Aufbauen einer axialen Spannung zwischen dem Abschlussdeckel und der Ringmutter für das axiale Abziehen des Lagers.

**[0012]** Verschiedene Ausgestaltungen des Abschlussdeckels und der Ringmutter sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0013]** Weiterhin sind verschiedene Ausführungsbeispiele für den walzenballenfernen Anschlag Gegenstand der abhängigen Ansprüche. So kann dieser walzenballenferne Anschlag beispielsweise als Klappring oder als Bajonett-Verschluss ausgebildet sein.

**[0014]** Der Druckring kann zumindest teilweise beispielsweise auf einer Verlängerung (2. Abschnitt) des

Gewinderings in Richtung des Lagers, auf dem Walzenzapfen oder auf einem Füllring zwischen Lager und Gewinding axial verschiebbar gelagert sein.

**[0015]** Für das Abziehen des Lagers von dem Walzenzapfen ist es erforderlich, dass der Gewinding in seiner axialen Bewegung auf den Walzenballen hin begrenzt wird und sich an einem walzenballennahen Anschlag abstützen kann. Dieser kann beispielsweise dadurch ausgebildet sein, dass ein zweiter ringförmiger Abschnitt des Walzenzapfens, d. h. der Walzenabsatz, mit einem kleineren Durchmesser ausgebildet ist als der erste ringförmige Abschnitt des Walzenzapfens. Alternativ kann der walzenballennahe Anschlag für den Gewinding auch durch eine Art Passfeder in dem Walzenzapfen auf Höhe des Gewinderings ausgebildet sein.

**[0016]** Das Aufziehen des Lagers auf den Walzenzapfen erfolgt vorzugsweise mit einer vorbestimmten axialen Kraft. Um diese Aufziehkraft kontrollieren zu können, ist es erfindungsgemäß optional vorgesehen, dass der Druckring eine Druckmesszelle aufweisen bzw. aufweist zum Erfassen der tatsächlich aufgebrauchten Aufziehkraft.

**[0017]** Die oben genannte Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch ein Verfahren zum Aufziehen des Lagers auf den Walzenzapfen sowie durch ein Verfahren zum Lösen bzw. Abziehen des Lagers von dem Walzenzapfen, jeweils mit Hilfe der erfindungsgemäßen Lagerverschlussvorrichtung gelöst. Die Vorteile dieser Verfahren entsprechen den oben mit Bezug auf die beanspruchte Lagerverschlussvorrichtung genannten Vorteilen.

**[0018]** Der Beschreibung sind insgesamt 19 Figuren beigefügt, wobei

**Fig. 1** die erfindungsgemäße Lagerverschlussvorrichtung mit jeweils einem ersten Ausführungsbeispiel für den erfindungsgemäßen walzenballenfernen Anschlag, für eine Abschlussdeckel-Ringmutter-Ausgestaltung und für eine Walzenzapfen-Gewinding-Ausgestaltung;

**Fig. 2** ein zweites Ausführungsbeispiel für den walzenballenfernen Anschlag;

**Fig. 3-7** das Aufziehen eines Lagers auf einen Walzenzapfen mit Hilfe der erfindungsgemäßen Lagerverschlussvorrichtung;

**Fig. 8-13** das Abziehen bzw. Lösen des Lagers von dem Walzenzapfen;

**Fig. 14** ein zweites Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Abschlussdeckel-Ringmutter-Ausgestaltung;

**Fig. 15** ein drittes Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Abschlussdeckel-Ringmutter-Ausgestaltung;

**Fig. 16** ein zweites Ausführungsbeispiel für die Walzenzapfen-Gewinding-Ausgestaltung;

**Fig. 17** ein drittes Ausführungsbeispiel für die Walzenzapfen-Gewinding-Ausgestaltung;

**Fig. 18** ein viertes Ausführungsbeispiel für die Walzenzapfen-Gewinding-Ausgestaltung; und

**Fig. 19** eine bekannte Lagerverschlussvorrichtung aus dem Stand der Technik

veranschaulicht/veranschaulichen.

**[0019]** Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die genannten **Fig. 1** bis **Fig. 18** in Form von Ausführungsbeispielen detailliert beschrieben. In allen Figuren sind gleiche technische Elemente mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

**[0020]** **Fig. 1** zeigt die erfindungsgemäße Lagerverschlussvorrichtung **100** in einer ersten Ausführungsform. Sie dient zum Aufziehen mindestens eines Lagers **200** auf einen Walzenzapfen **310**, zum Halten des Lagers **200** auf dem Walzenzapfen oder zum Lösen des Lagers **200** von dem Walzenzapfen **310** einer Walze.

**[0021]** Die Lagerverschlussvorrichtung **100** weist einen Gewinding **110** auf, welcher auf einen Walzenabsatz **320** des Walzenzapfens **310** axial aufschiebbar ist. Der Gewinding **110** weist einen ersten sich axial erstreckenden Abschnitt **111** auf, welcher an seiner Außenseite ein Außengewinde **112** trägt. Neben dem ersten ringförmigen Abschnitt **111** weist der Gewinding **110** einen zweiten ringförmigen Abschnitt **113** auf. Typischerweise ist der zweite ringförmige Abschnitt mit einem kleineren Außendurchmesser ausgebildet als der erste ringförmige Abschnitt **111**, wodurch im Übergangsbereich zwischen den beiden Abschnitten **111**, **113** ein Anschlag **117** ausgebildet wird. Der Gewinding **110** ist derart in der Lagerverschlussvorrichtung eingebaut, dass der erste Abschnitt **111** weiter entfernt von dem Walzenballen **330** der Walze angeordnet ist als der zweite Abschnitt **113**.

**[0022]** Die erfindungsgemäße Lagerverschlussvorrichtung **100** weist weiterhin einen an dem walzenballenfernen Ende des Walzenabsatzes **320** befestigbaren Anschlag **120** auf zum Begrenzen der axialen Bewegung des Gewindinges **110**, welcher auf dem Walzenabsatz **320** axial verschiebbar gelagert ist. Der Anschlag **120** kann entweder in Form eines Klappringes **120'** oder in Form eines Bajonett-Verschlusses **120''**, wie in **Fig. 2** gezeigt, ausgebildet sein.

**[0023]** Die erfindungsgemäße Lagerverschlussvorrichtung **100** weist weiterhin eine Ringmutter **130** auf mit einem Innengewinde **132** zum Aufschrauben auf das Außengewinde **112** des Gewindinges **110**. Bei

dem in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsbeispiel weist die Ringmutter **130** einen sich radial nach außen erstreckenden Flansch **138** auf. Dieser Flansch **138** kann ohne oder mit axialen Bohrungen ausgebildet sein; siehe auch **Fig. 14**. Alternativ kann die Ringmutter auch gänzlich ohne äußeren Flansch ausgebildet sein; siehe dazu **Fig. 15**.

**[0024]** Wie in **Fig. 1** zu erkennen ist, weist die erfindungsgemäße Lagerverschlussvorrichtung **100** einen Druckring **140** auf, welcher auf dem zweiten ringförmigen Abschnitt **113** des Gewindinges **110** in axialer Richtung **R** verschiebbar gelagert ist. In dem ersten Abschnitt **111** des Gewindinges **110** sind - über dessen Umfang verteilt - mehrere Schrauben **115** in axialen Gewindebohrungen drehbar gelagert zum Drücken gegen den Druckring **140** in axialer Richtung **R**.

**[0025]** Weiterhin weist die Lagerverschlussvorrichtung **100** einen ringförmigen Zwischenring **150** auf, welcher so ausgebildet ist, dass er zumindest die radial äußeren - nicht mit der Walze mitdrehenden - Teile des Lagers **200** teilweise übergreift bzw. mit diesen in Eingriff steht. Dies bedeutet, dass das Lager von dem Zwischenring bzw. von dem Druckring auf den Walzenzapfen aufgeschoben oder von dem Walzenzapfen gelöst bzw. abgezogen wird. Zwischenring **150** und Lager **200** bilden somit eine Einheit.

**[0026]** Neben den ersten Schrauben **115** in dem Gewinding **110** sind zweite Schrauben **135** vorgesehen, welche direkt oder indirekt mit dem Zwischenring **150** und der Ringmutter **130** in Verbindung stehen zum Aufbau einer axialen Kraft zwischen dem Zwischenring **150** und der Ringmutter **130** für das axiale Abziehen des Lagers **200**.

**[0027]** Gemäß der vorliegenden Erfindung werden insgesamt 3 verschiedene Varianten für die Ausgestaltung des Zwischenrings **150** und der Ringmutter **130** für ein wirkungsvolles Zusammenwirken unterschieden.

**[0028]** Eine erste Variante ist in **Fig. 1** gezeigt. Wie gesagt, weist die Ringmutter **130** für diese erste Variante den radial nach außen ragenden Flansch **138** auf. Der ringförmige Zwischenring **150** weist in seinem radialen Innenbereich einen sich axial und radial erstreckenden inneren Flansch **152** auf. Dieser Flansch ist ausgebildet, den äußeren Flansch **138** der Ringmutter **130** derart zu übergreifen, dass sich die ballenferne Stirnseite des Flansches **138** der Ringmutter **130** und die ballennahe Stirnseite des Flansches **152** des Zwischenringes gegenüberstehen. Die zweiten Schrauben **135** sind in axiale Bohrungen in dem Flansch **152** des Zwischenrings einschraubbar, wie in **Fig. 1** gezeigt, zum Aufbau einer axialen Kraft zwischen dem Zwischenring **150** und der Ringmutter **130**, wenn die zweiten Schrauben **135** gegen

den Flansch **138** geschraubt werden und sich dort abstützen.

**[0029]** Eine zweite Variante für die Ausgestaltung von Zwischenring **150** und Ringmutter **130** ist in **Fig. 14** gezeigt. Im Unterschied zu der ersten Variante nach **Fig. 1** sind in dem Flansch **138** der Ringmutter **130** bei der zweiten Variante über den Umfang des Flansches verteilt eine Mehrzahl von axial ausgerichteten Bohrungen ausgebildet. Der ringförmige Zwischenring **150** übergreift den Flansch **138** der Ringmutter jetzt nicht, sondern steht mit seinem radialen Innenbereich der ballennahen Stirnseite des äußeren Flansches **138** gegenüber. In diesem radialen Innenbereich weist der Zwischenring **150** über seinen Umfang verteilt eine Mehrzahl von axial ausgerichteten Bohrungen mit Innengewinde auf, wobei die Bohrungen in dem Zwischenring **150** mit den Bohrungen in dem Flansch **138** der Ringmutter **130** fluchten. Die zweiten Schrauben **135** sind durch die Bohrungen in dem Flansch **138** der Ringmutter hindurchführbar und in die Gewindebohrungen in dem Zwischenring **150** einschraubbar zum Aufbauen der Zugspannung zwischen dem Zwischenring und der Ringmutter. Zum Lösen des Lagers **200** von dem Walzenzapfen werden die zweiten Schrauben **135** angezogen, wodurch sich die Kraft zwischen dem Zwischenring und der Ringmutter aufbaut, weil sich die Schrauben mit ihren Schraubenköpfen an dem Flansch **138** abstützen. Aufgrund der formschlüssigen Verbindung zwischen dem Zwischenring **150** und dem Lager **200** wird das Lager dann zusammen mit dem Zwischenring bzw. mit Hilfe des Zwischenrings von dem Walzenzapfen gelöst bzw. abgezogen; dies gilt für alle drei Varianten.

**[0030]** Die dritte Variante ist in **Fig. 15** dargestellt. Bei dieser dritten Variante ist ein Zusatzring **170** vorgesehen zum axialen Aufsetzen auf die ballenferne Stirnseite der Ringmutter **130**. Der Zusatzring **170** weist an seiner Peripherie über seinen Umfang verteilt eine Mehrzahl von axial ausgerichteten Bohrungen auf, welche radial außerhalb der Ringmutter ausgebildet sind. Der ringförmige Zwischenring **150** steht mit seinem radialen Innenbereich der ballennahen Stirnseite der Peripherie des Zusatzringes **170** gegenüber. In diesem seinem radialen Innenbereich weist der Zwischenring über seinen Umfang verteilt eine Mehrzahl von axial ausgerichteten Bohrungen mit Innengewinde auf, wobei diese Bohrungen mit den Bohrungen in dem Zusatzring **170** fluchten. Die zweiten Schrauben **135** sind bei der dritten Variante durch die Bohrungen in dem Zusatzring **170** hindurchführbar und in die Bohrungen in dem Zwischenring **150** einschraubbar zum Aufbauen der Kraft zwischen dem Zwischenring der Ringmutter und dem Zusatzring **170** zum Lösen des Lagers **200** von dem Walzenzapfen **310**, wobei sich die Schrauben **135** mit ihren Schraubenköpfen an dem Zusatzring **170** abstützen.

**[0031]** Wieder bezugnehmend auf **Fig. 1** ist zu erkennen, dass hier beispielhaft der Druckring **140** eine Druckmesszelle **160** aufweist zum Erfassen einer tatsächlich von den ersten Schrauben **115** aufgebrachten Auftriebskraft beim Aufziehen des Lagers **200** auf den Walzenzapfen.

**[0032]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum Aufziehen des Lagers **200** auf den Walzenzapfen **310** einer Walze mit Hilfe der erfindungsgemäßen Lagerverschlussvorrichtung **100** weist folgende Schritte auf:

**[0033]** Zunächst wird das Lager in formschlüssiger Verbindung mit der Lagerverschlussvorrichtung **100** auf dem Walzenzapfen **310** vorpositioniert. Dabei wird das Lager **200** ballennäher auf dem Walzenzapfen positioniert als die Lagerverschlussvorrichtung **100**; letztere wird, wie in **Fig. 3** gezeigt, vielmehr axial weiter außen auf dem Walzenabsatz **320** vorpositioniert.

**[0034]** Die Vorpositionierung des Lagers und der Lagerverschlussvorrichtung erfolgen typischerweise mit einem Kran oder mit einer Aufziehmaschine. Nach der Vorpositionierung wird der Anschlag **120** gemäß **Fig. 4** auf dem walzenballenfernen Ende des Walzenabsatzes **320** axial fixiert. Der Anschlag **120**, beispielsweise in Form des Klappings **120'** oder des Bajonett-Verschlusses **120''** dient als rechtsseitige Wegbegrenzung für die axiale Bewegung des Gewinderinges **110**. Das eigentliche Positionieren des Lagers **200** auf den Walzenzapfen **310** mit einer vorbestimmten Auftriebskraft erfolgt durch axiales Verschieben des Druckringes **140**, in **Fig. 3** und **Fig. 4** beispielhaft nach links gegen das Lager **200**. Diese axiale Verschiebung von Druckring **140** und Lager **200** erfolgt durch Einschrauben der ersten Schrauben **115** in die axialen Gewindebohrungen in dem ersten ringförmigen Abschnitt **111** des Gewinderinges **110** gegen den Druckring **140**. Dabei stützt sich der Gewindering **110** an dem axial fixierten Anschlag **120**, **120'** ab. Das Aufbringen der besagten vorbestimmten Auftriebskraft erfolgt durch Anziehen der ersten Schrauben **115** mit einem jeweils vorbestimmten Drehmoment mit Hilfe eines Drehmomentenschlüssels oder sonstigen geeigneten Werkzeugen; siehe **Fig. 5**.

**[0035]** Nachdem die vorbestimmte Auftriebskraft in der beschriebenen Weise aufgebracht wurde, wird die Ringmutter **130** gegen den Druckring **140** gedreht und in dieser Position formschlüssig arretiert; siehe **Fig. 6**. Die Ringmutter **130** tritt damit an die Stelle der Schrauben und übernimmt für diese die Aufrechterhaltung der notwendigen Auftriebskraft auch während des späteren Betriebs der Walze und des Lagers. Die ersten Schrauben **115** können jetzt zurückgedreht und auf diese Weise entlastet werden, wie in **Fig. 7** gezeigt. Das Lager **200** ist damit aufgezo-

**[0036]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum Lösen bzw. Abziehen des Lages von dem Walzenzapfen weist folgende Schritte auf:

**[0037]** Die Ausgangskonstellation für den Abziehvorgang entspricht der Endkonfiguration bzw. dem Zustand der erfindungsgemäßen Lagerverschlussvorrichtung am Ende des Aufziehvorganges mit dem einzigen Unterschied, dass nunmehr auch die zweiten Schrauben **135** in die Bohrungen in dem Flansch **152** des Zwischenrings **150** eingeschraubt sind. Diese zweiten Schrauben **135** sind lediglich für den Abziehvorgang, nicht jedoch für den Aufziehvorgang relevant.

**[0038]** Die Ausgangsposition für den Abziehvorgang ist in **Fig. 8** dargestellt. Zur Vorbereitung des Abziehvorganges muss zunächst die Verspannung zwischen dem Druckring **140** und der Ringmutter **130** gelöst werden. Dazu werden die ersten Schrauben **115** gleichmäßig auf einen vorbestimmten Drehmomentenbetrag angezogen, so dass sie mit einer vorbestimmten (Aufzieh-) Kraft in axialer Richtung gegen den Druckring **140** drücken. Dabei stützen sich die ersten Schrauben **115** über den Gewinding **110** und den Anschlag **120** an dem Walzenzapfen ab. Der Druckring **140** gibt dann die von den ersten Schrauben **115** aufgebrauchte Aufziehkraft an das Lager **200** weiter, wodurch das Lager ein Stück weit weiter auf den Walzenzapfen **310** aufgezogen wird. Die Ringmutter **130** wird dadurch frei, d. h. die zuvor bestehende axiale Verspannung zu dem Druckring **140** wird auf diese Weise abgebaut; siehe **Fig. 9**. Gemäß **Fig. 10** wird daraufhin die Ringmutter **130** entriegelt und aus ihrer Anschlagposition in axialer Richtung weg von dem Walzenballen **330** zurückgedreht. Nach dem Zurückdrehen der Ringmutter **130** können auch die Schrauben **115** von dem Lager weg zurückgedreht werden; siehe **Fig. 11**.

**[0039]** In **Fig. 12** ist gezeigt, dass nun die zweiten Schrauben **135** gegen den Flansch **138** der Ringmutter **130** angezogen werden zum Aufbau einer Kraft zwischen dem Abschlussdeckel und der Ringmutter zum Lösen bzw. Abziehen des Lagers von dem Walzenzapfen. Die Kraft baut sich auf, weil bei der in **Fig. 12** gezeigten ersten Variante zur Ausgestaltung der Abschlussdeckel-Ringmutter-Konstellation der Gewinding **110**, welcher über sein Außengewinde **112** mit der Ringmutter **130** in Eingriff steht, ein Stück weit in axialer Richtung auf den Walzenballen **330** bzw. auf das Lager **200** hin verschoben wird und sich an dem walzenballennahen Anschlag **315** in dem Walzenzapfen **310** abstützen kann. Aufgrund der formschlüssigen Verbindung zwischen Zwischenring **150** und dem Lager **200** löst sich dieses aufgrund der aufgebauten Kraft von dem Walzenzapfen. Die zweiten Schrauben **135** können nun entfernt werden, wie in **Fig. 13** gezeigt. Nachfolgend wird der Anschlag **120** dann entfernt und das Lager **200** kann dann zu-

sammen mit der Lagerverschlussvorrichtung **100** beispielsweise mit Hilfe eines Krans von dem Walzenzapfen **310** abgezogen werden.

**[0040]** Die **Fig. 14** und **Fig. 15** wurden oben im Text bereits erwähnt.

**[0041]** **Fig. 16** zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel zur Gestaltung des Zusammenwirkens von Walzenzapfen und Gewinding. Im Unterschied zu dem in **Fig. 1** gezeigten ersten Ausführungsbeispiel ist bei dem jetzt in **Fig. 16** gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel der Walzenzapfen **310** ein Stück weit nach rechts hin verlängert ausgebildet, so dass der Druckring **140** nun vollständig auf dem Walzenzapfen **310** axial verschiebbar gelagert ist. Weiterhin ist der zweite axiale Abschnitt **113** des Gewinderings **110** komplett entfallen, weil er als Lagerfläche für den Druckring **140** bei dieser zweiten Ausführungsform nicht mehr benötigt wird; der Gewinding **110** baut in dieser zweiten Ausführungsform ohne den zweiten Abschnitt **113** schmaler als in **Fig. 1** mit dem besagten zweiten Abschnitt; vielmehr erstreckt sich der Gewinding **110** nunmehr nur noch über die Breite des vormals ersten Abschnittes **111**.

**[0042]** Nach wie vor ist der Gewinding **110** jedoch axial verschiebbar zwischen dem walzenballenfernen Anschlag **120** bzw. **120'** und dem walzenballennahen Anschlag **315**. Sofern die Ringmutter **130** nicht gegen den Druckring **140** angestellt ist, wie in **Fig. 16** gezeigt, ist der Druckring zwischen dem Lager **200** und der walzenballennahen Stirnfläche **117** des Gewinderings **110** axial verschiebbar gelagert.

**[0043]** **Fig. 17** zeigt eine dritte Variante zur Ausgestaltung des Walzenzapfens in Verbindung mit dem Gewinding. Bei dieser dritten Ausgestaltung entfällt die Verlängerung des Walzenzapfens **310** nach rechts gemäß **Fig. 16**; vielmehr ist dieser ähnlich lang bzw. kurz ausgebildet wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1**. Trotzdem entfällt auch hier der besagte zweite Abschnitt **113** des Gewinderings **110**; d. h. der Gewinding **110** ist in seiner Breite reduziert auf den ursprünglich ersten axialen Abschnitt **111**. Als Ersatz für den zweiten axialen Abschnitt **113** des Gewinderings ist bei dem hier gezeigten dritten Ausführungsbeispiel nunmehr ein Füllring **190** zwischen dem ballennahen Anschlag **315** für den Gewinding und dem Gewinding **110** selber, genauer gesagt dessen walzenballenseitiger Stirnseite **117** angeordnet oder axial verschiebbar gelagert. Der Füllring **190** dient bei dem in **Fig. 17** gezeigten Ausführungsbeispiel als Träger- bzw. Stützring für den Druckring **140**. Er ist deshalb bezüglich seiner radialen Höhe so ausgebildet, dass der Druckring **140** axial frei verschiebbar ist; insbesondere entspricht er in seiner radialen Höhe beispielsweise der Differenz zwischen dem Außendurchmesser des Walzenzapfens **310** und dem Außendurchmesser des Walzen-

absatzes **320**. Die walzenballenferne Stirnseite des Füllrings **190** dient nun als direkter walzenballenaher Anschlag für den Gewinding **110**, wobei sich im Falle eines Anschlags der Füllring **190** seinerseits wiederum an dem Anschlag **315** abstützt; insofern bleibt auch bei Verwendung des Füllrings **190** der Anschlag **315** als indirekter Anschlag für den Gewinding **110** bestehen.

**[0044]** Fig. 18 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel zur Gestaltung des Walzenzapfens **310** mit dem Gewinding **110**. Der Walzenzapfen **310** ist nun durchgängig mit einem einheitlichen Außendurchmesser ausgebildet; eine Reduzierung des Außendurchmessers in Form des Walzenabsatzes **320** entfällt nunmehr gänzlich. Auch ist bei diesem vierten Ausführungsbeispiel der Gewinding **110** in seiner Breite auf seinen ersten axialen Abschnitt **111** ebenfalls beschränkt; die axiale Verlängerung **113** zum Tragen des Druckrings **140** entfällt gänzlich, wie auch bereits bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen **2** und **3**. Weil der Walzenzapfen nunmehr einen im Wesentlichen durchgängigen Außendurchmesser aufweist, ist bei dem jetzt behandelten vierten Ausführungsbeispiel der Druckring **140** wiederum über seiner gesamten Breite auf den Walzenzapfen aufgeschoben. Gleiches gilt für den Gewinding **110**. Beide, sowohl der Druckring **140** wie auch der Gewinding **110** sind nun direkt auf dem Walzenzapfen **310** axial verschiebbar gelagert. Weil der Druckring **140** nunmehr auf dem Walzenzapfen verschiebbar gelagert ist, entfällt die Notwendigkeit für das Vorsehen des Füllrings **190** als radiale Stütze für den Druckring **140**. Als rechtsseitige Begrenzung für die Bewegung des Gewinderings **110** dient nach wie vor der ballenferne Anschlag **120**. Als walzenballenaher Anschlag dient nun eine in den Gewinding **110** eingesetzte Passfeder **325**, welche in eine lokale axiale Nut **326** in der Oberfläche des Walzenzapfens **310** eingreift und gegebenenfalls gegen die ballennahe Begrenzung der Nut **326** anschlägt.

**[0045]** Bei allen vier beschriebenen Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 1, Fig. 16, Fig. 17 und Fig. 18 zur Gestaltung des Zusammenwirkens von Druckkörper **140**, Walzenzapfen **310** und Gewinding **110** sind die beiden erfindungsgemäßen Verfahren zum Aufziehen des Lagers auf den Walzenzapfen sowie zum Abziehen des Lagers von dem Walzenzapfen, jeweils unter Zuhilfenahme der erfindungsgemäßen Lagerverschlussvorrichtung gleichermaßen bzw. analog durchführbar. Insbesondere bei einem Wegfall von einzelnen in den Fig. 1 bis Fig. 15 erwähnten Komponenten sind die weggefallenen Komponenten durch die unter Bezugnahme auf die Fig. 16 bis Fig. 18 geschriebenen Ersatzkomponenten zu ersetzen; das gilt insbesondere für die veränderten Gleitflächen für den Druckring **140** und für die veränderten Anschläge **117**, **315**.

#### Bezugszeichenliste

<b>100</b>	Lagerverschlussvorrichtung
<b>110</b>	Gewinding
<b>111</b>	erster ringförmiger Abschnitt des Gewinderings
<b>112</b>	Außengewinde
<b>113</b>	zweiter ringförmiger Abschnitt des Gewinderings
<b>115</b>	erste Schrauben
<b>117</b>	Anschlag für den Druckring
<b>120</b>	Anschlag
<b>120'</b>	Klappring
<b>120''</b>	Bajonett-Verschluss
<b>130</b>	Ringmutter
<b>132</b>	Innengewinde
<b>135</b>	zweite Schrauben
<b>138</b>	äußerer Flansch
<b>140</b>	Druckring
<b>150</b>	Zwischenring
<b>152</b>	innerer Flansch des Zwischenringes
<b>160</b>	Druckmesszelle
<b>170</b>	Zusatzring
<b>190</b>	Füllring
<b>200</b>	Lager
<b>310</b>	Walzenzapfen, insbesondere erster ringförmiger Abschnitt des Walzenzapfens
<b>315</b>	walzenballenaher Anschlag in Walzenzapfen
<b>320</b>	Walzenabsatz (= zweiter ringförmiger Abschnitt des Walzenzapfens)
<b>325</b>	Passfeder
<b>326</b>	axiale Nut
<b>330</b>	Walzenballen
<b>R</b>	axiale Richtung

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 2143521 A1 [0006]

## Patentansprüche

1. Lagerverschlussvorrichtung (100) zur Befestigung mindestens eines Lagers (200) auf einem Walzenzapfen (310) einer Walze, wobei das Lager (200) ausgebildet ist zum Lagern der Walze in einem Walzgerüst und wobei die Lagerverschlussvorrichtung (100) aufweist:

einen auf den Walzenzapfen (310) aufschiebbaaren und axial verschiebbar gelagerten Gewinding (110) mit einem Außengewinde (112);

einen walzenballenfernen Anschlag (120) und walzenballennahen Anschlag (315) zum Begrenzen der axialen Bewegung des Gewinderings (110); und eine Ringmutter (130) mit einem Innengewinde (132) zum Aufschrauben auf das Außengewinde (112) des Gewinderings (110);

**dadurch gekennzeichnet,**

dass zwischen dem Lager und dem Gewinding (110) ein Druckring (140) vorgesehen ist, welcher ebenfalls in axialer Richtung (R) verschiebbar gelagert ist, und welcher in radialer Richtung sowohl mit dem Gewinding (110) wie auch mit der Ringmutter (130) zumindest teilweise überlappt;

dass in dem Gewinding (110) - über dessen Umfang verteilt - mehrere Schrauben (115) in axialen Gewindebohrungen drehbar gelagert sind zum Drücken in axialer Richtung (R) gegen den Druckring (140); und

dass die Ringmutter (130) in axialer Richtung gegen den Druckring (140) schraubbar und anstellbar ist.

2. Lagerverschlussvorrichtung (100) nach Anspruch 1,

**gekennzeichnet durch**

einen ringförmigen Zwischenring (150); und Schrauben (135), welche direkt oder indirekt mit dem Zwischenring (150) und der Ringmutter (130) in Verbindung stehen zum Aufbau einer axialen Kraft zwischen dem Zwischenring (150) und der Ringmutter (130) für das axiale Abziehen des Lagers (200).

3. Lagerverschlussvorrichtung (100) nach Anspruch 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Ringmutter (130) einen radial nach außen ragenden Flansch (138) aufweist;

dass der ringförmige Zwischenring (150) in seinem radialen Innenbereich einen sich axial und radial erstreckenden inneren Flansch (152) aufweist, welcher ausgebildet ist, den äußeren Flansch (138) der Ringmutter (130) derart zu übergreifen, dass sich die ballenferne Stirnseite des Flansches (138) der Ringmutter (130) und die ballennahe Stirnseite des Flansches (152) des Zwischenring (150) gegenüberstehen; und dass die Schrauben (135) in axiale Gewindebohrungen in dem Flansch (152) des Zwischenrings (150) einschraubbar sind zum Aufbau der axialen Kraft zwischen dem Zwischenring (150) und der Ringmutter

(130) durch Abstützen der Schrauben (135) an dem äußeren Flansch (138) der Ringmutter (130).

4. Lagerverschlussvorrichtung (100) nach Anspruch 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Ringmutter (130) einen radial nach außen ragenden Flansch (138) aufweist, welcher über seinen Umfang verteilt eine Mehrzahl von axial ausgerichteten Bohrungen aufweist;

dass der ringförmige Zwischenring (150) mit seinem radialen Innenbereich der ballennahen Stirnseite des äußeren Flansches (138) der Ringmutter (130) gegenübersteht und an seinem radialen Innenbereich über seinen Umfang verteilt eine Mehrzahl von axial ausgerichteten Bohrungen mit Innengewinde aufweist, wobei die Bohrungen in dem Zwischenring (150) mit den Bohrungen in dem Flansch (138) der Ringmutter (130) fluchten; und

dass die Schrauben (135) durch die Bohrungen in dem Flansch (138) der Ringmutter (130) hindurchführbar und in die Bohrungen in dem Zwischenring einschraubbar sind zum Aufbau der Kraft zwischen dem Zwischenring (150) und der Ringmutter (130) zum Lösen des Lagers (200) von dem Walzenzapfen (310), wobei sich die Schrauben (135) mit ihren Schraubenköpfen an dem Flansch (138) abstützen.

5. Lagerverschlussvorrichtung (100) nach Anspruch 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass ein Zusatzring (170) vorgesehen ist zum axialen Aufsetzen auf die ballenferne Stirnseite der Ringmutter (130), wobei der Zusatzring (170) an seiner Peripherie über seinen Umfang verteilt eine Mehrzahl von axial ausgerichteten Bohrungen aufweist, welche radial außerhalb der Ringmutter (130) ausgebildet sind; dass der ringförmige Zwischenring (150) mit seinem radialen Innenbereich der ballennahen Stirnseite der Peripherie des Zusatzringes (170) gegenübersteht und an seinem radialen Innenbereich über seinen Umfang verteilt eine Mehrzahl von axial ausgerichteten Bohrungen mit Innengewinden aufweist, wobei die Bohrungen in dem Abschlussdeckel (140) mit den Bohrungen in dem Zusatzring (170) fluchten; und dass die Schrauben (135) durch die Bohrungen in dem Zusatzring hindurchführbar und in die Bohrungen in dem Abschlussdeckel einschraubbar sind zum Aufbau der Kraft zwischen dem Zwischenring (150), der Ringmutter (130) und dem Zusatzring (170) zum Lösen des Lagers (200) von dem Walzenzapfen (310), wobei sich die Schrauben (135) mit ihren Schraubenköpfen an dem Zusatzring (170) abstützen.

6. Lagerverschlussvorrichtung (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass der walzenballenferne Anschlag (120) für den Gewinding (110) durch einen Klappring (120') gebildet ist, welcher in eine umlau-

fende Nut in dem Walzenzapfen (310) axial fixiert einsetzbar ist.

7. Lagerverschlussvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der walzenballenferne Anschlag (120) für den Gewinding (110) durch einen Bajonett-Verschluss (120") gebildet ist, welcher in axialer Richtung (R) auf dem Walzenzapfen (320) axial fixierbar ist.

8. Lagerverschlussvorrichtung (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Walzenzapfen (310) an seinem walzenballenfernen Ende in Form eines Walzenabsatzes (320) mit reduziertem Durchmesser ausgebildet ist, wobei der Gewinding (110) auf dem Walzenabsatz (320) axial verschiebbar gelagert und der walzenballenferne Anschlag (120) für den Gewinding (110) auf dem Walzenabsatz (320) axial festgelegt ist; und dass der walzenballennahe Anschlag (315) für den Gewinding gebildet ist durch einen Absatz in dem Walzenzapfen im Übergangsbereich zu dem Walzenabsatz.

9. Lagerverschlussvorrichtung (100) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Anschlag (315) in dem Walzenzapfen und dem Gewinding (110) ein Füllring (190) auf dem Walzenzapfen verschiebbar gelagert ist, wobei die radiale Höhe des Zwischenrings beispielsweise der Differenz zwischen dem Durchmesser des Walzenzapfens und dem Durchmesser des Walzenabsatzes entspricht.

10. Lagerverschlussvorrichtung (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckring (140) zumindest teilweise auf dem Walzenzapfen und/oder auf dem Füllring (190) und/oder auf dem Gewinding (110) in axialer Richtung verschiebbar gelagert ist.

11. Lagerverschlussvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Längsabschnitt des Gewinderings (110) mit dem Außengewinde (112) einen ersten sich in axialer Richtung erstreckenden ringförmigen Abschnitt (111) des Gewinderings repräsentiert; dass der Gewinding (110) an seinem dem Lager (200) zugewandten Ende eine Verlängerung aufweist, welche einen zweiten sich in axialer Richtung erstreckenden ringförmigen Abschnitt (113) des Gewinderings (110) repräsentiert; und dass der Druckring (140) auf dem zweiten ringförmigen Abschnitt (113) des Gewinderings (110) in axialer Richtung verschiebbar gelagert ist.

12. Lagerverschlussvorrichtung (100) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite ringförmige Abschnitt (113) mit einem kleineren

Durchmesser ausgebildet ist als der erste ringförmige Abschnitt (111), wodurch zwischen dem ersten und dem zweiten Abschnitt (113) ein Absatz in dem Gewinding (110) ausgebildet ist als walzenballenferner Anschlag (117) für den Druckring (140).

13. Lagerverschlussvorrichtung (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckring (140) eine Druckmesszelle (160) aufweist zum Erfassen der tatsächlich aufgebrauchten Aufziehkraft.

14. Verfahren zum Aufziehen des Lagers (200) auf den Walzenzapfen (310) einer Walze mit Hilfe der Lagerverschlussvorrichtung (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, aufweisend folgende Schritte:

Vorpositionieren des Lagers (200) walzenballennäher und der Lagerverschlussvorrichtung (100) walzenballenferner auf dem Walzenzapfen (310);  
 Axiales Fixieren des walzenballenfernen Anschlags (120', 120") auf dem Walzenzapfen (310);  
 Weiteres Aufziehen des Lagers (200) auf den Walzenzapfen (310) durch axiales Verschieben des Druckrings (140) und damit des Lagers (200) in Richtung Walzenballen (330) durch Einschrauben der Schrauben (115) in die axialen Gewindebohrungen in dem Gewinding (110) gegen den Druckring (140), wobei sich der Gewinding an dem walzenballenfernen axial fixierten Anschlag (120', 120") abstützt;  
 Drehen der Ringmutter (130) auf dem Außengewinde (112) des Gewinderings (110), bis sie an den Druckring (140) anschlägt;  
 Verriegeln der Ringmutter (130) in ihrer Anschlagposition gegen den Druckring (140); und  
 Zurückdrehen der Schrauben (115) von dem Druckring (140).

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schrauben (115) in den Gewindebohrungen zum Aufziehen des Lagers (200) jeweils bis zu einem vorbestimmten Drehmoment oder bis zu einer vorbestimmten Aufziehkraft angezogen werden; und dass die Ringmutter (130) erst dann zur Anlage gegen Druckring (140) gebracht wird, nachdem die Schrauben (115) mit dem vorbestimmten Drehmoment oder der vorbestimmten Aufziehkraft angezogen wurden.

16. Verfahren zum Abziehen des Lagers (200) von dem Walzenzapfen (310) der Walze mit Hilfe der Lagerverschlussvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 nachdem das Lager (200) zuvor beispielsweise gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 15 auf den Walzenzapfen aufgezo-gen wurde, aufweisend folgende Schritte:

Verschieben des Druckrings (140) - und damit des Lagers (200) - ein stückweit in Richtung Walzenballen (330) zum Abbauen der axialen Vorspannung zwi-

schen der Ringmutter (130) und dem Druckring (140) durch Einschrauben der Schrauben (115) in die axialen Gewindebohrungen in dem Gewinding (110) gegen den Druckring (140), wobei sich der Gewinding an dem axial fixierten walzenballenfernen Anschlag (120', 120") abstützt;

Entriegeln und Zurückdrehen der Ringmutter (130) in axialer Richtung (R) weg von dem Walzenballen;

Zurückdrehen der Schrauben (115);

Anziehen der Schrauben (135) zum Aufbau einer Kraft zwischen dem Zwischenring (150) und der Ringmutter (130) zum Lösen bzw. Abziehen des Lagers (200) von dem Walzenzapfen (310), wobei der Gewinding,

welcher über sein Außengewinde (112) mit der Ringmutter (130) in Eingriff steht, ein stückweit in axialer Richtung (R) auf den Walzenballen (330) hin verschoben wird und sich über einen walzenballennahen Anschlag (315, 325 mit 326) in dem Walzenzapfen abstützt;

Entfernen des walzenballenfernen Anschlags (120', 120"); und

axiales Abziehen des gelösten Lagers (200) zusammen mit der Lagerverschlussvorrichtung (100) - beispielsweise mit Hilfe eines Krans - von dem Walzenzapfen.

Es folgen 19 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

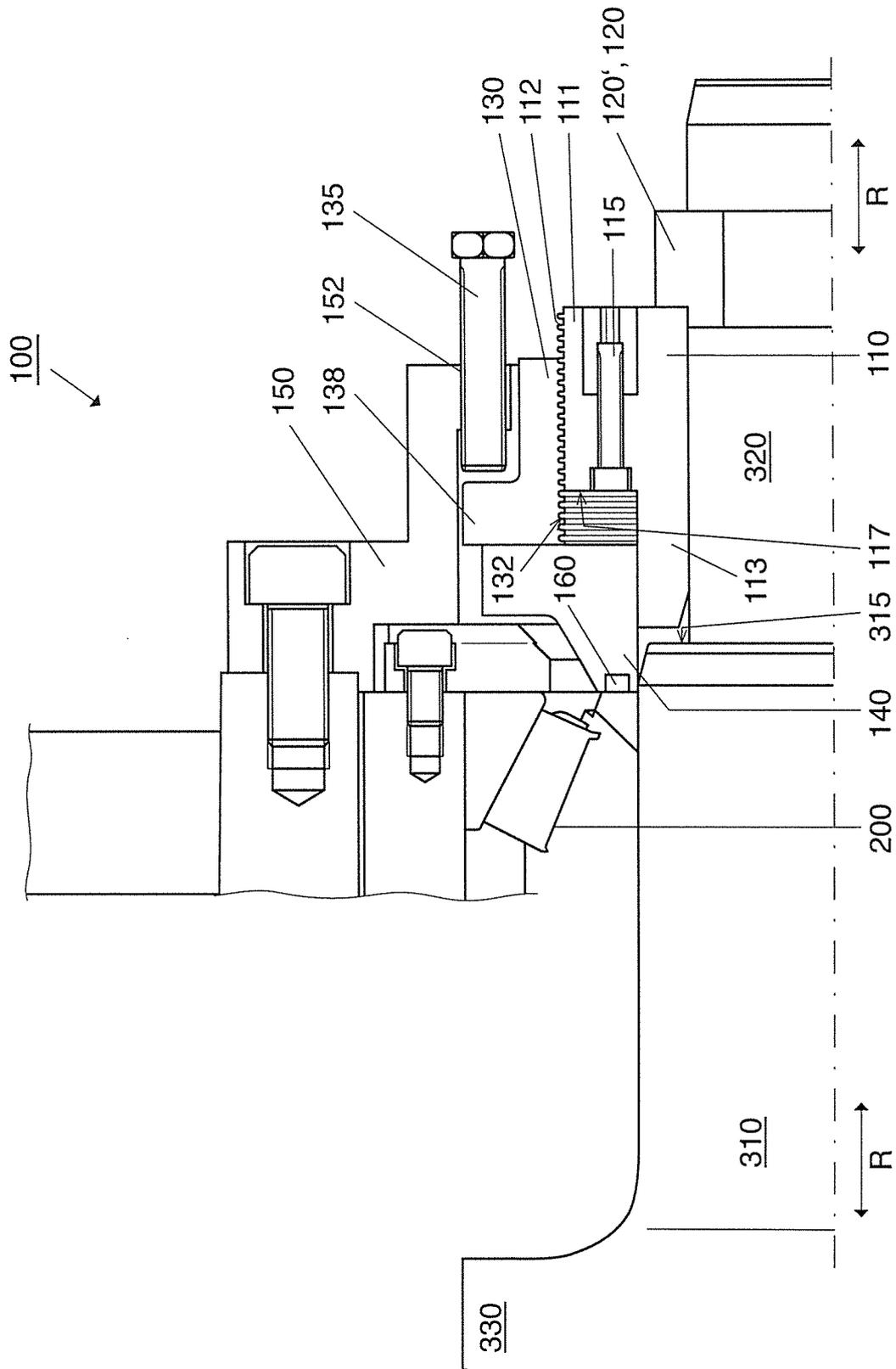


Fig. 1

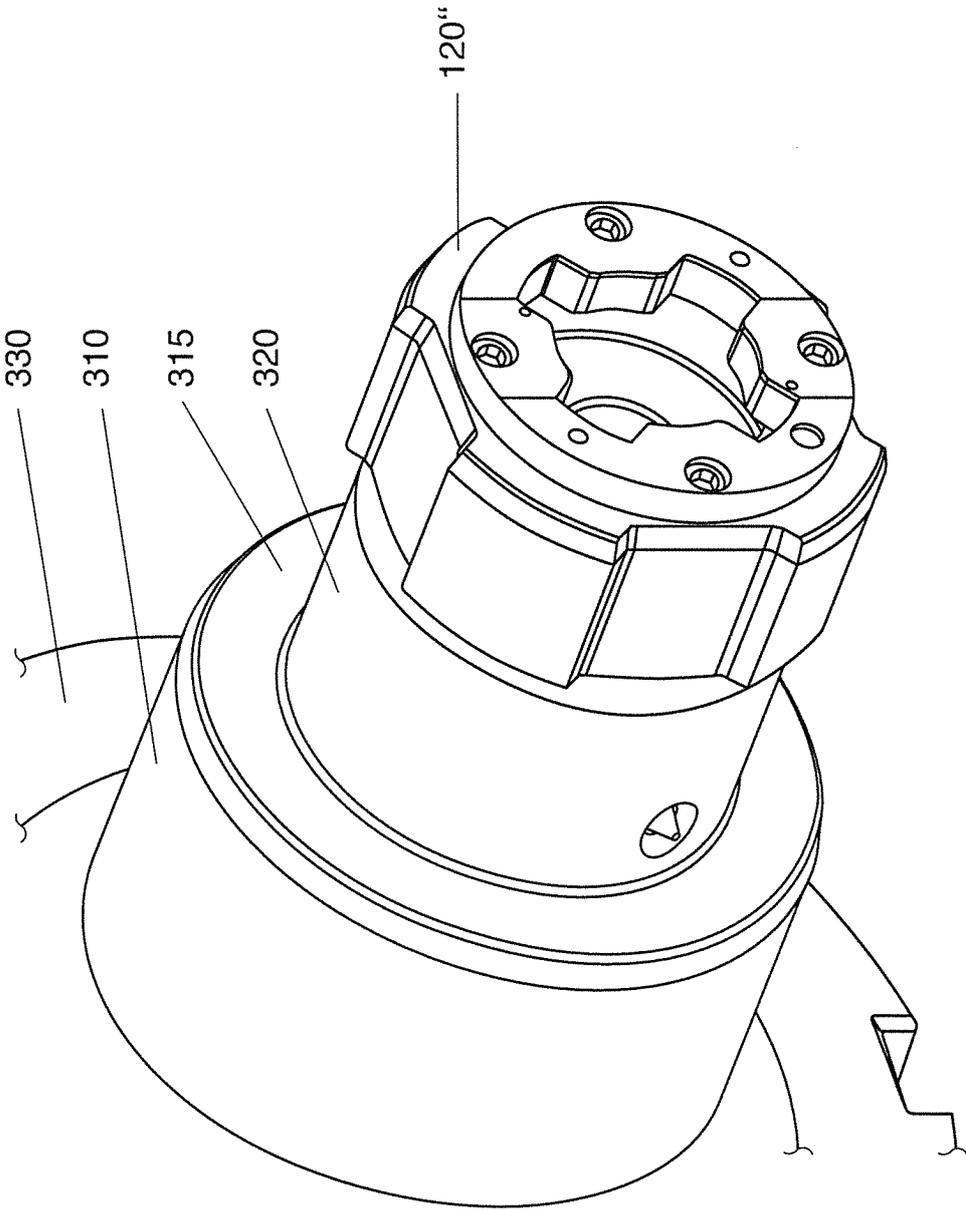


Fig. 2

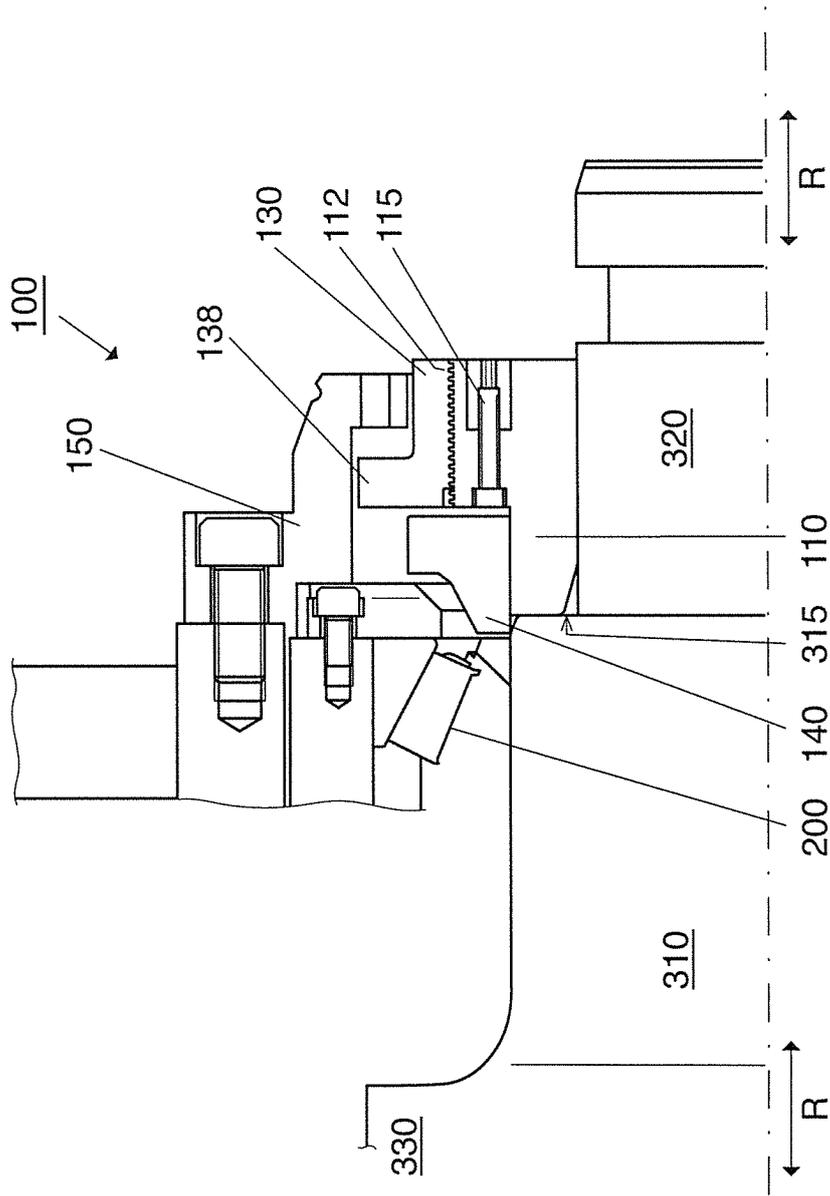


Fig. 3

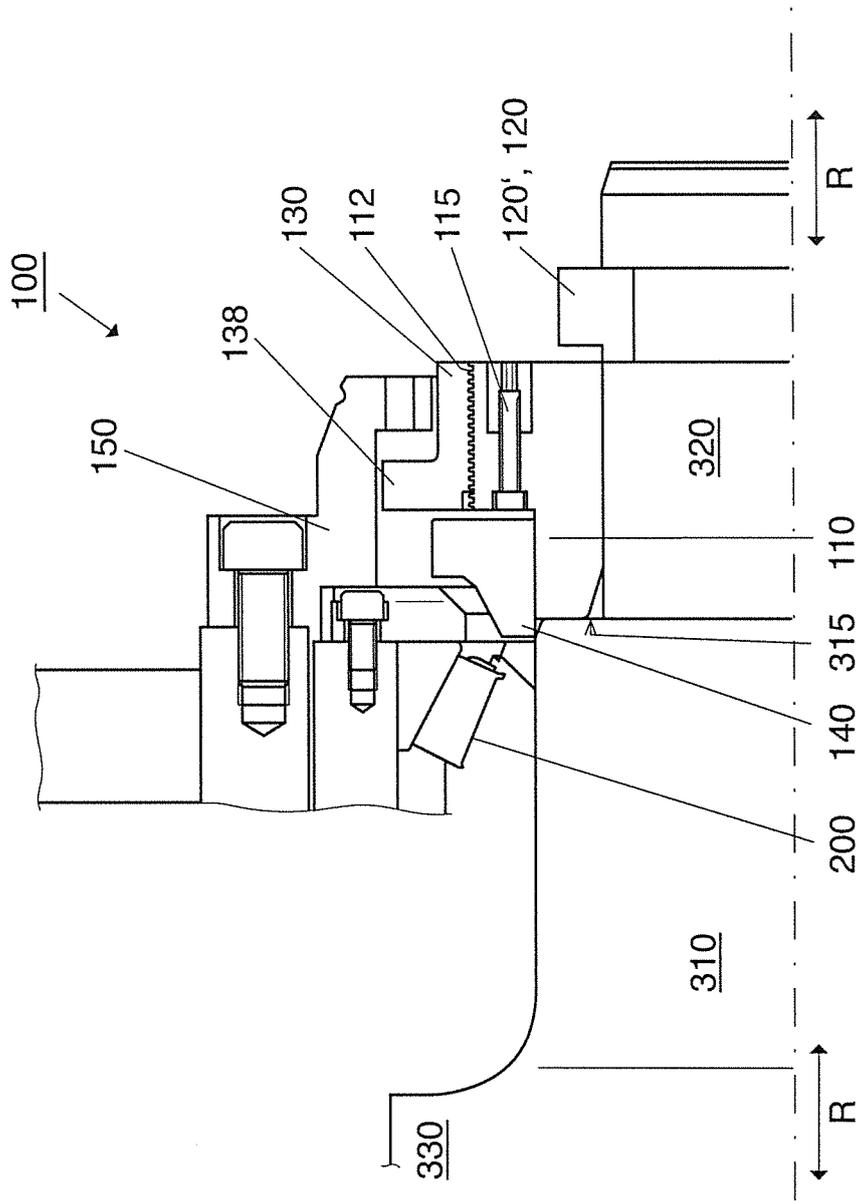


Fig. 4

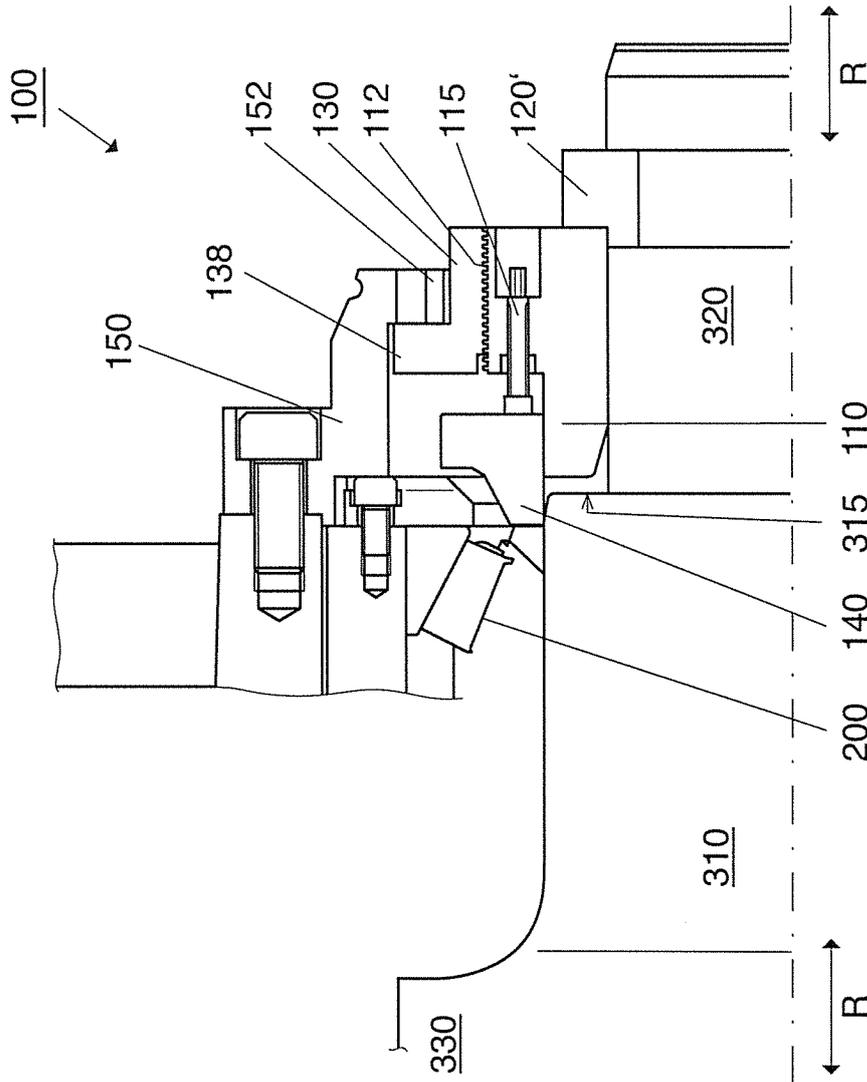


Fig. 5

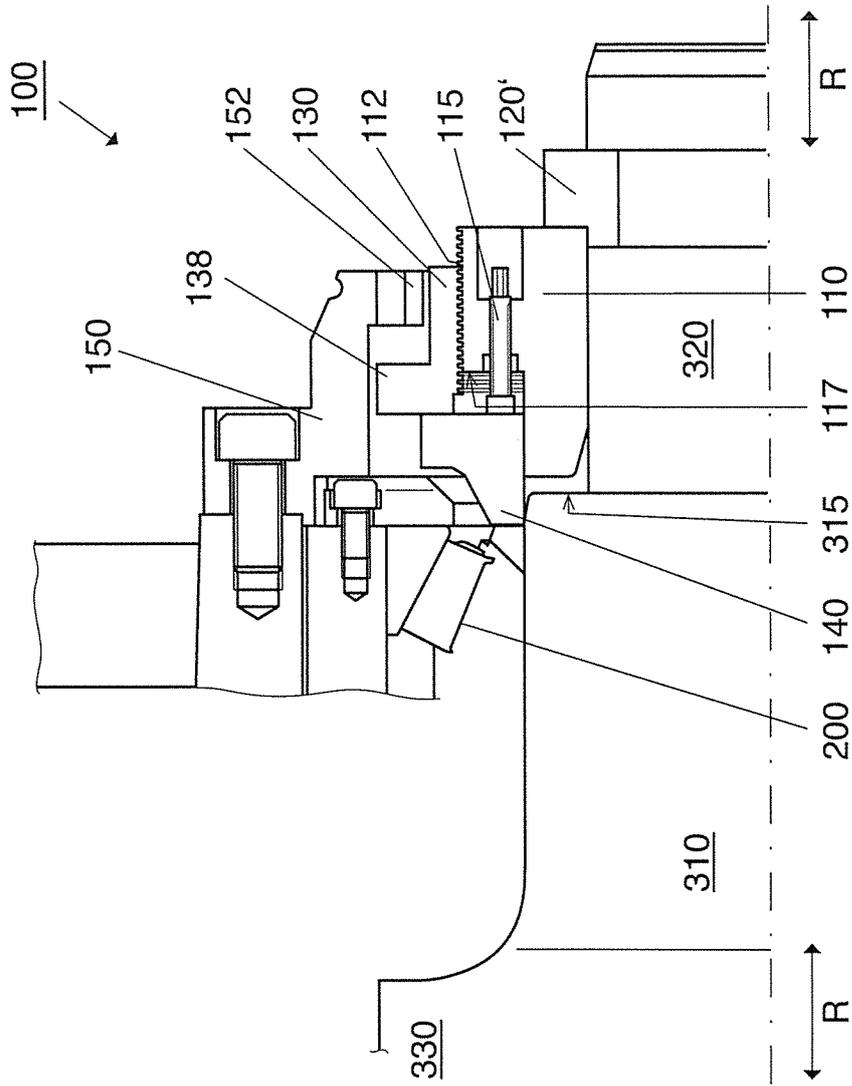


Fig. 6

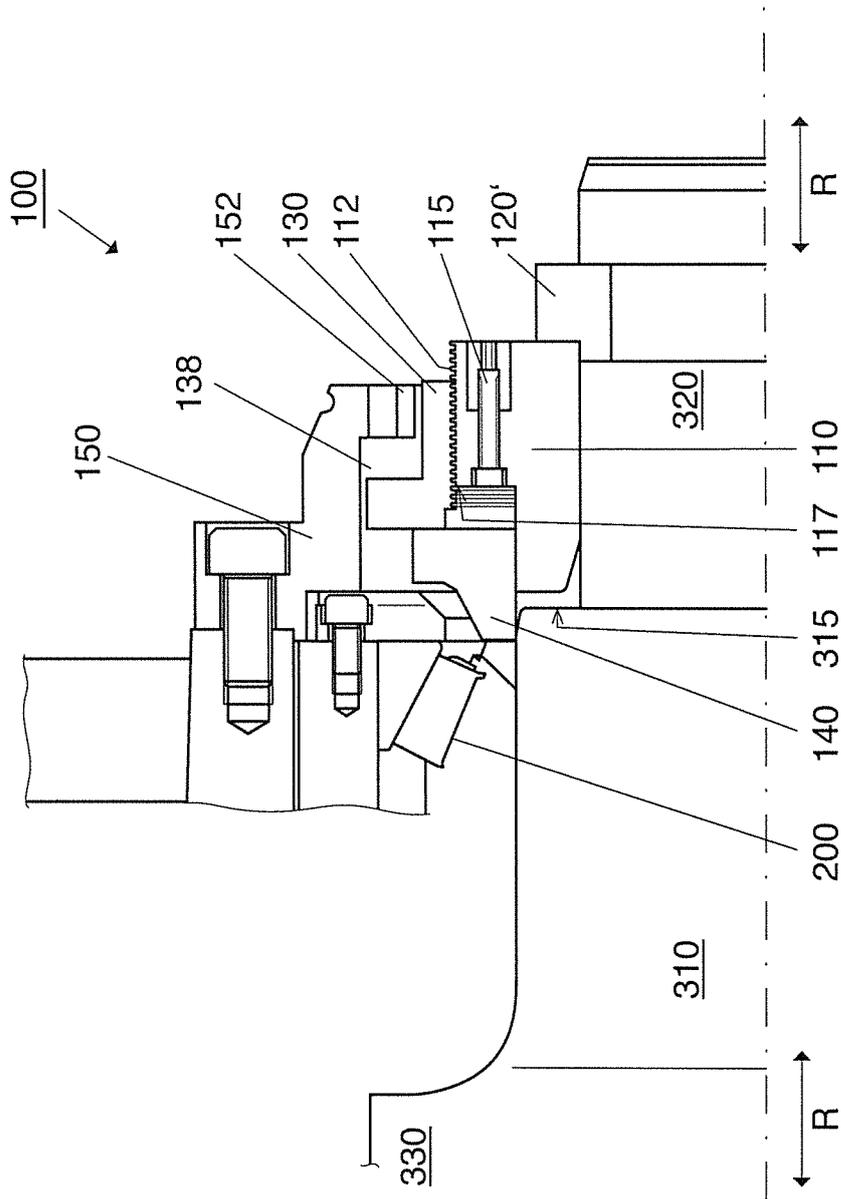


Fig. 7

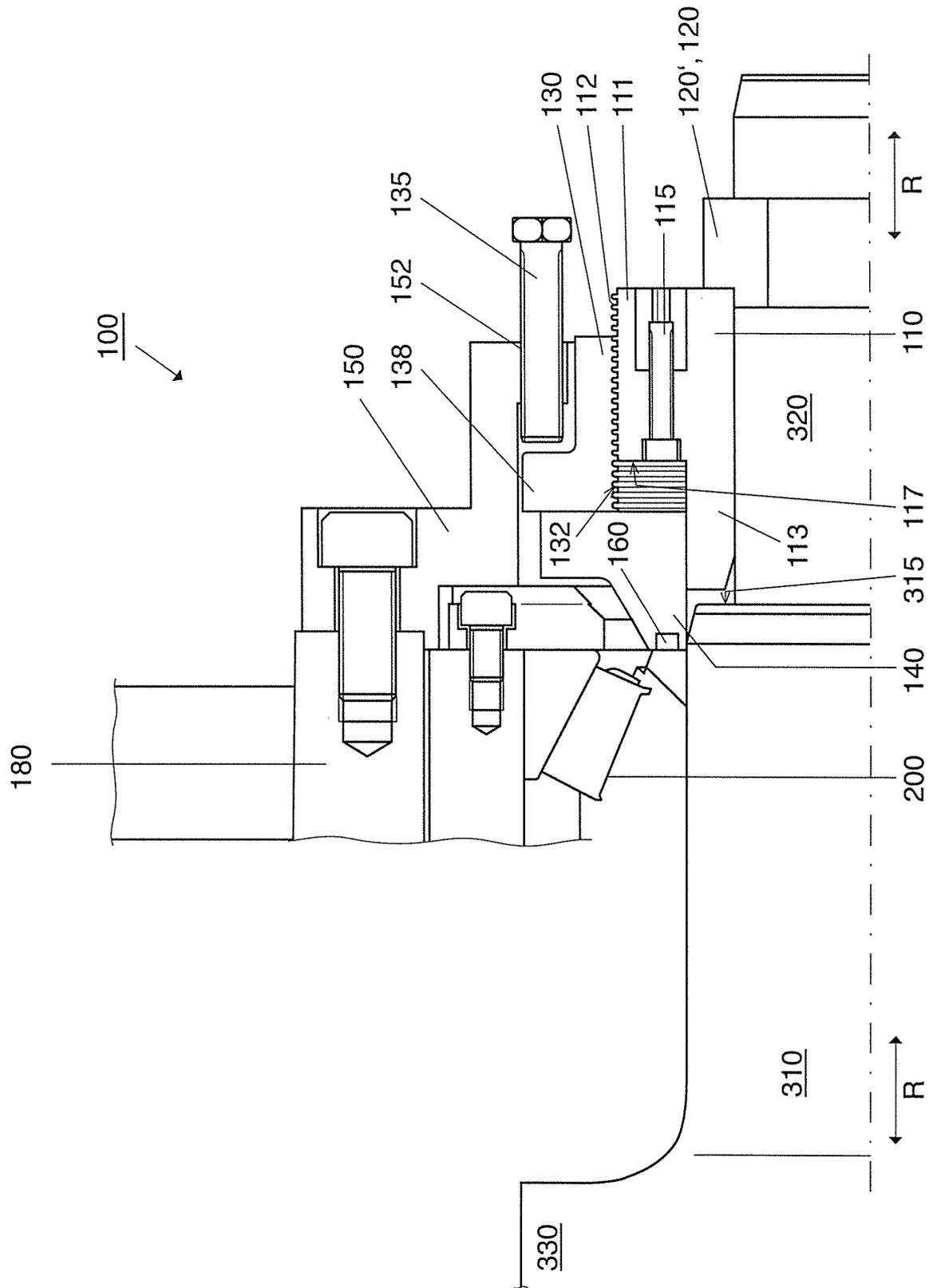


Fig. 8

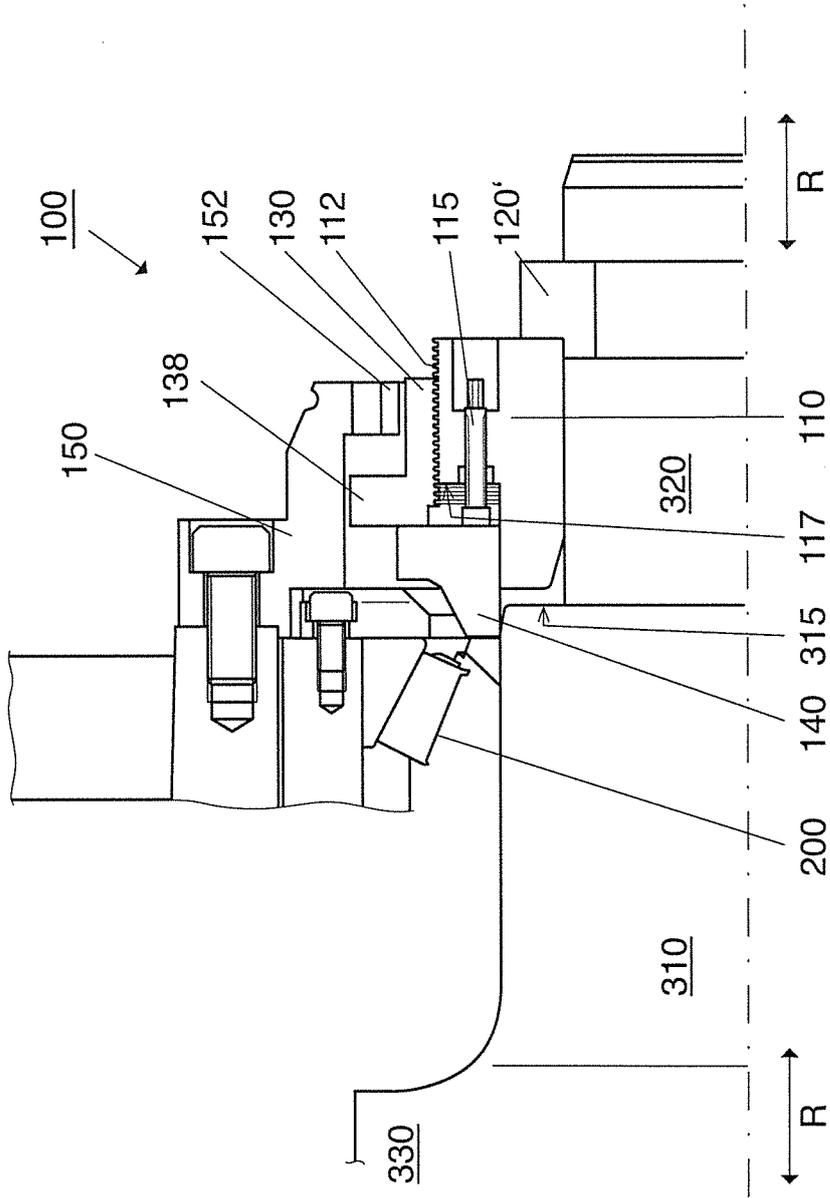


Fig. 9





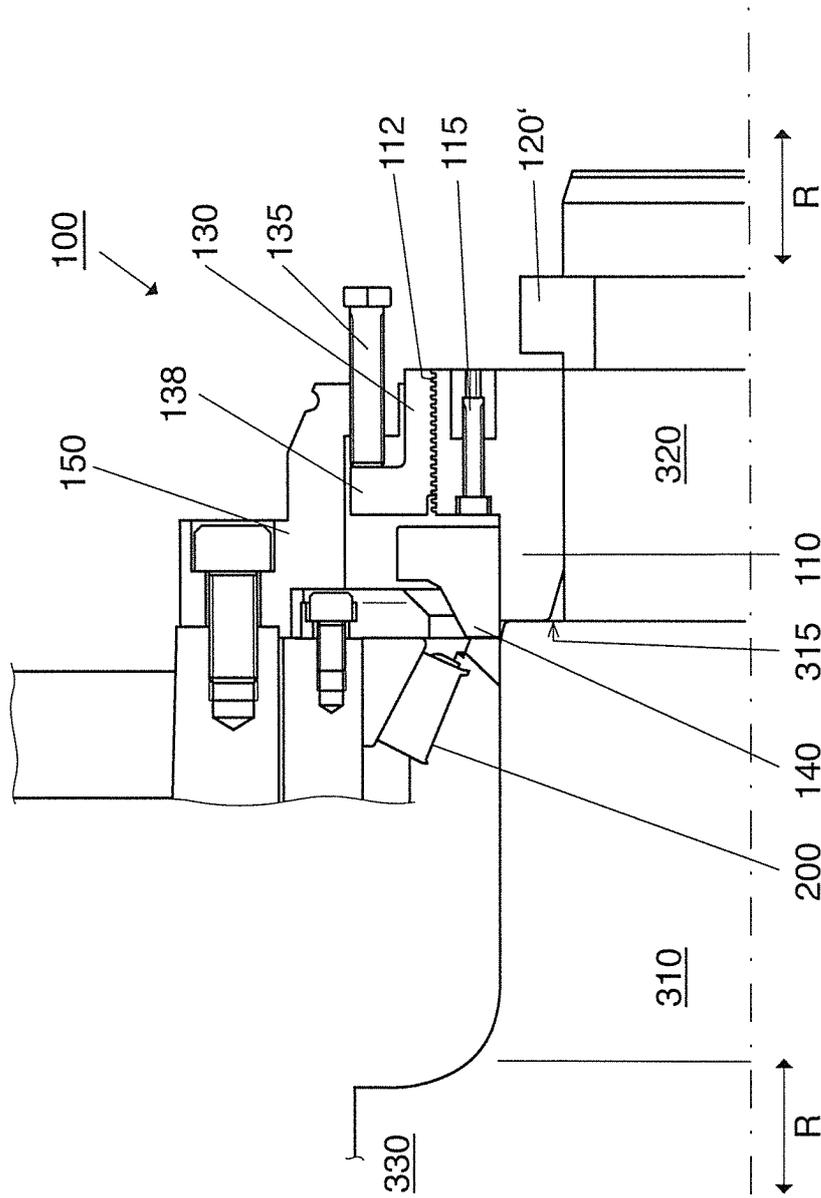


Fig. 12

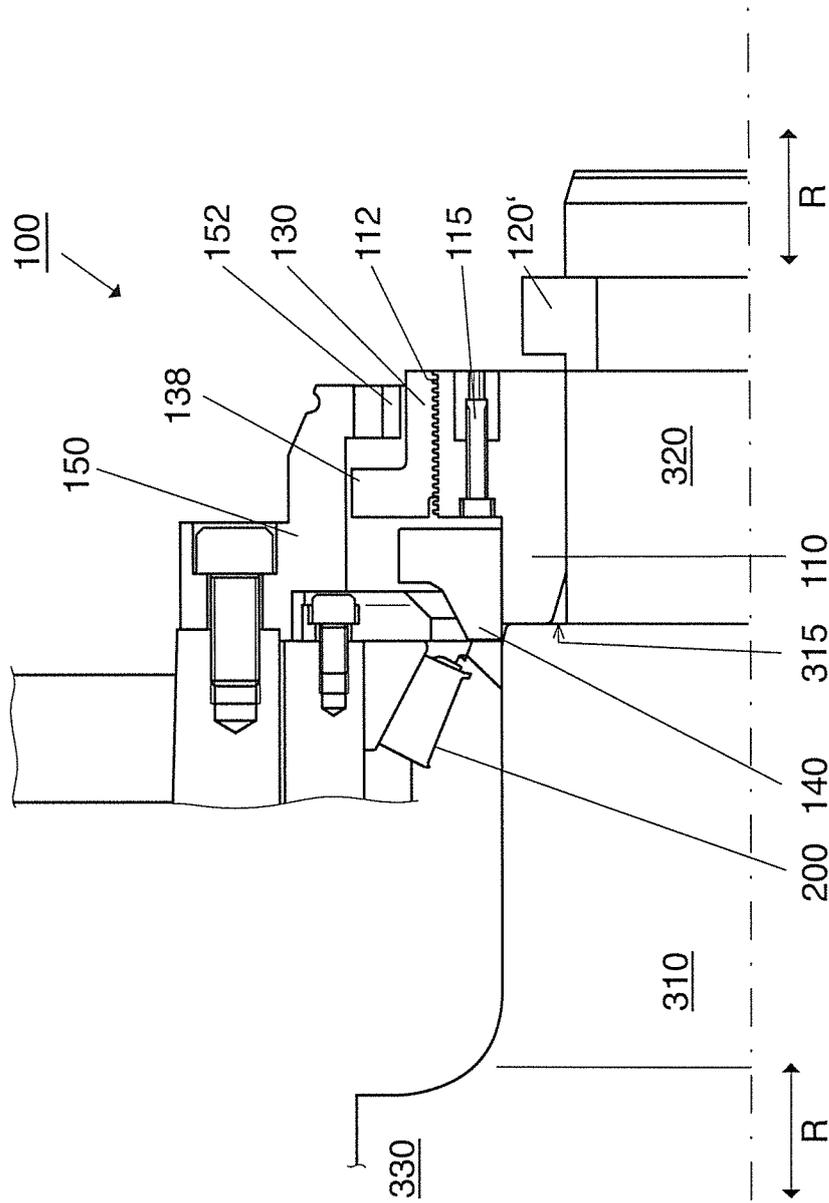


Fig. 13

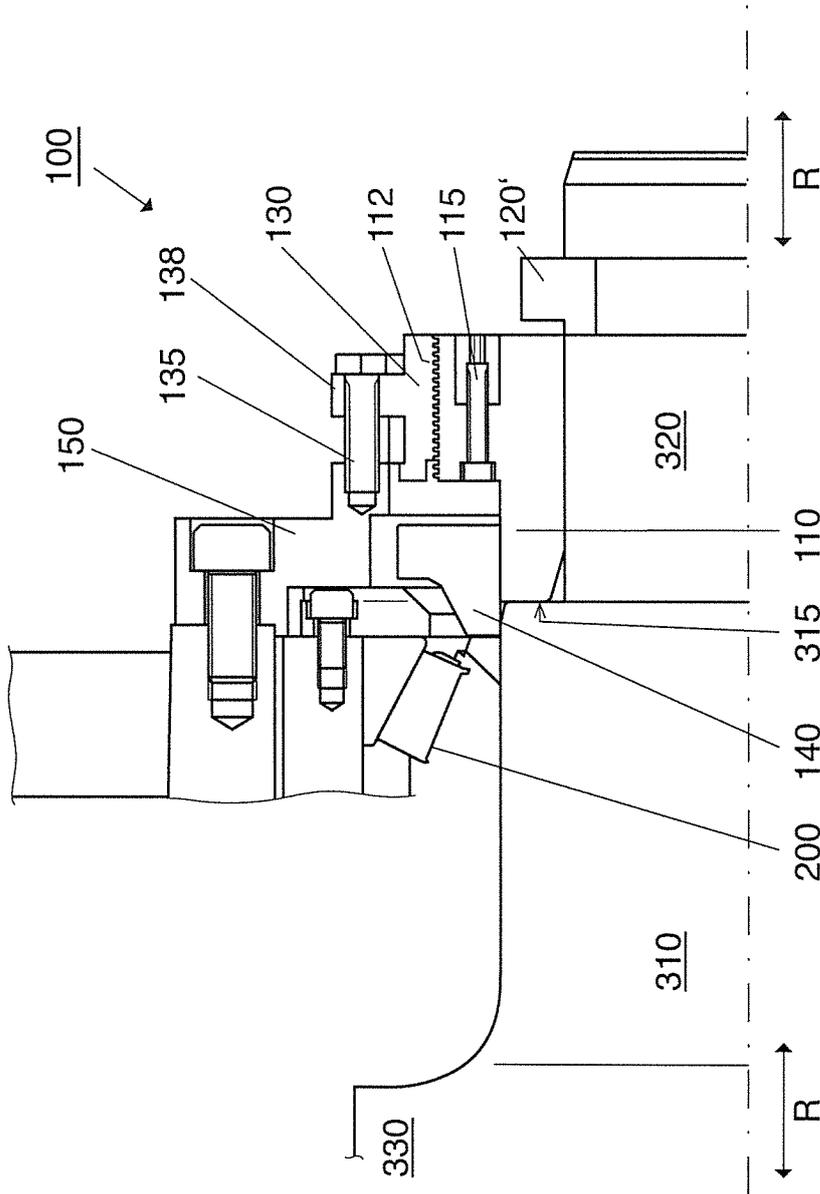


Fig. 14

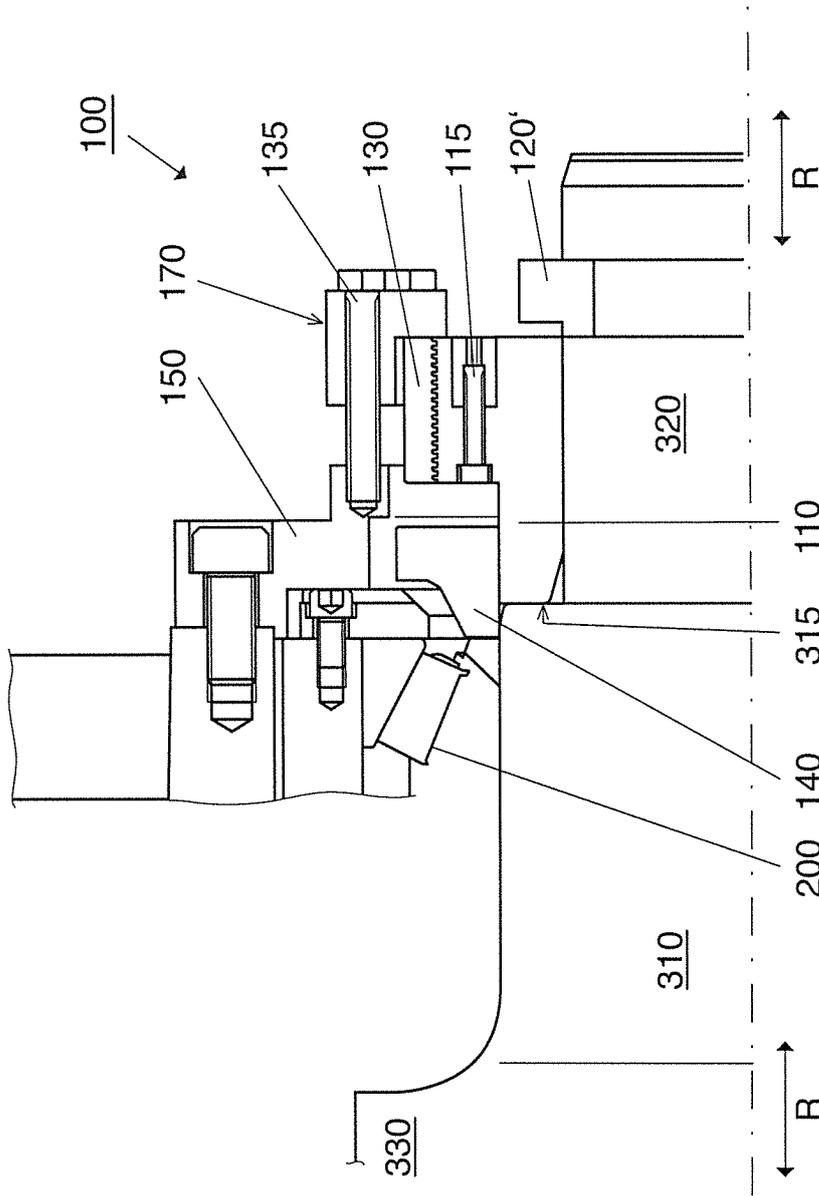


Fig. 15

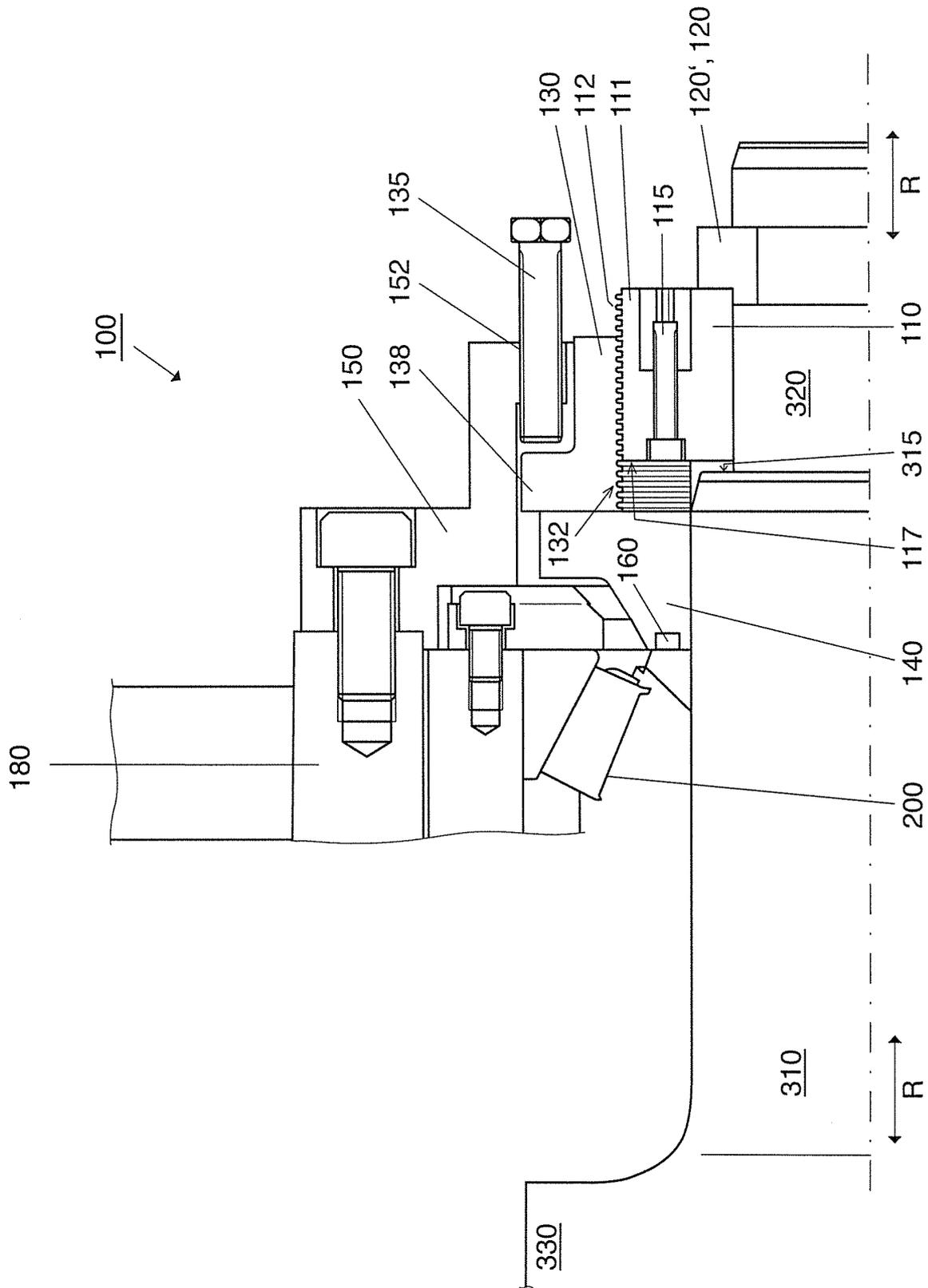


Fig. 16

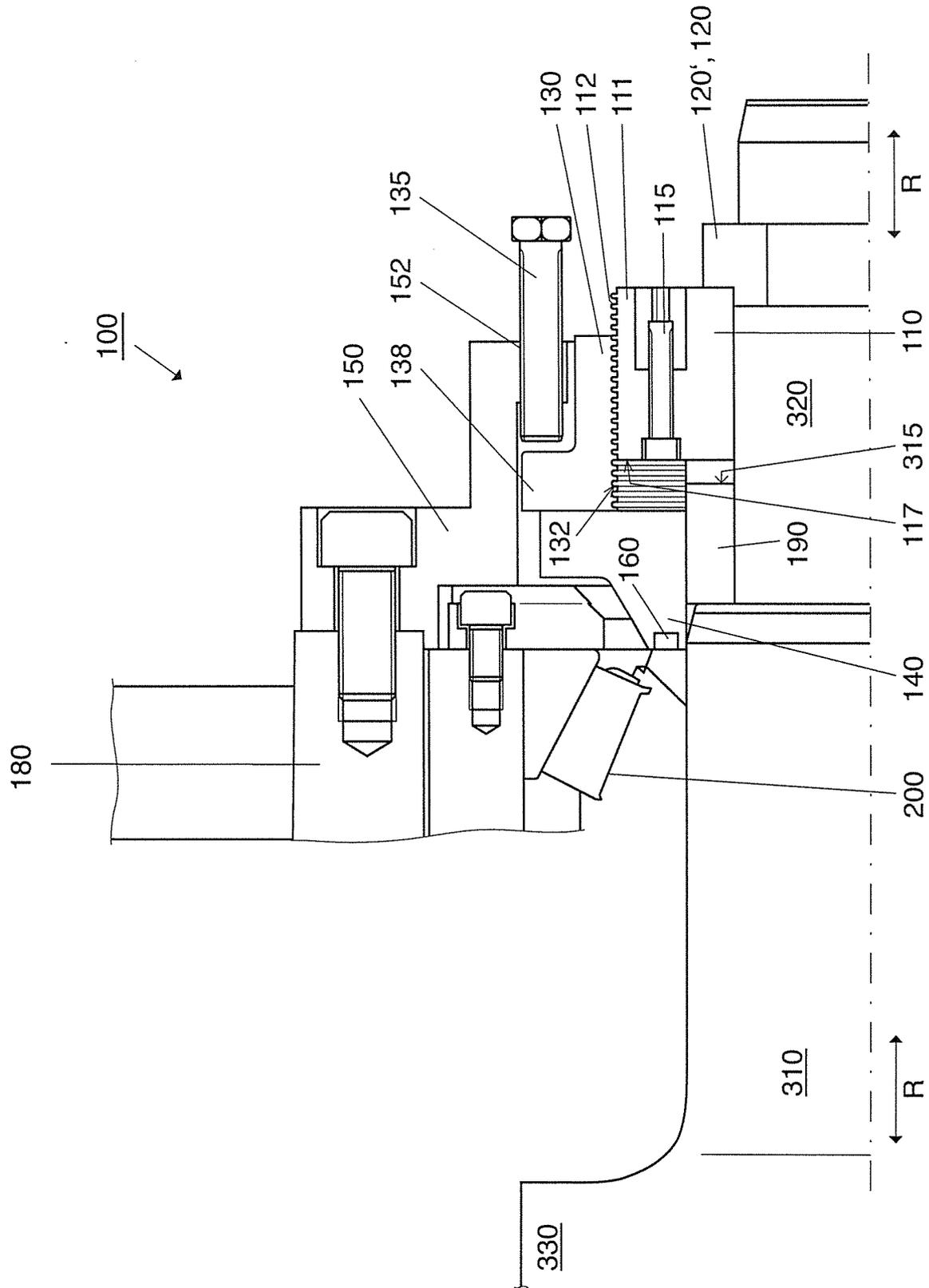
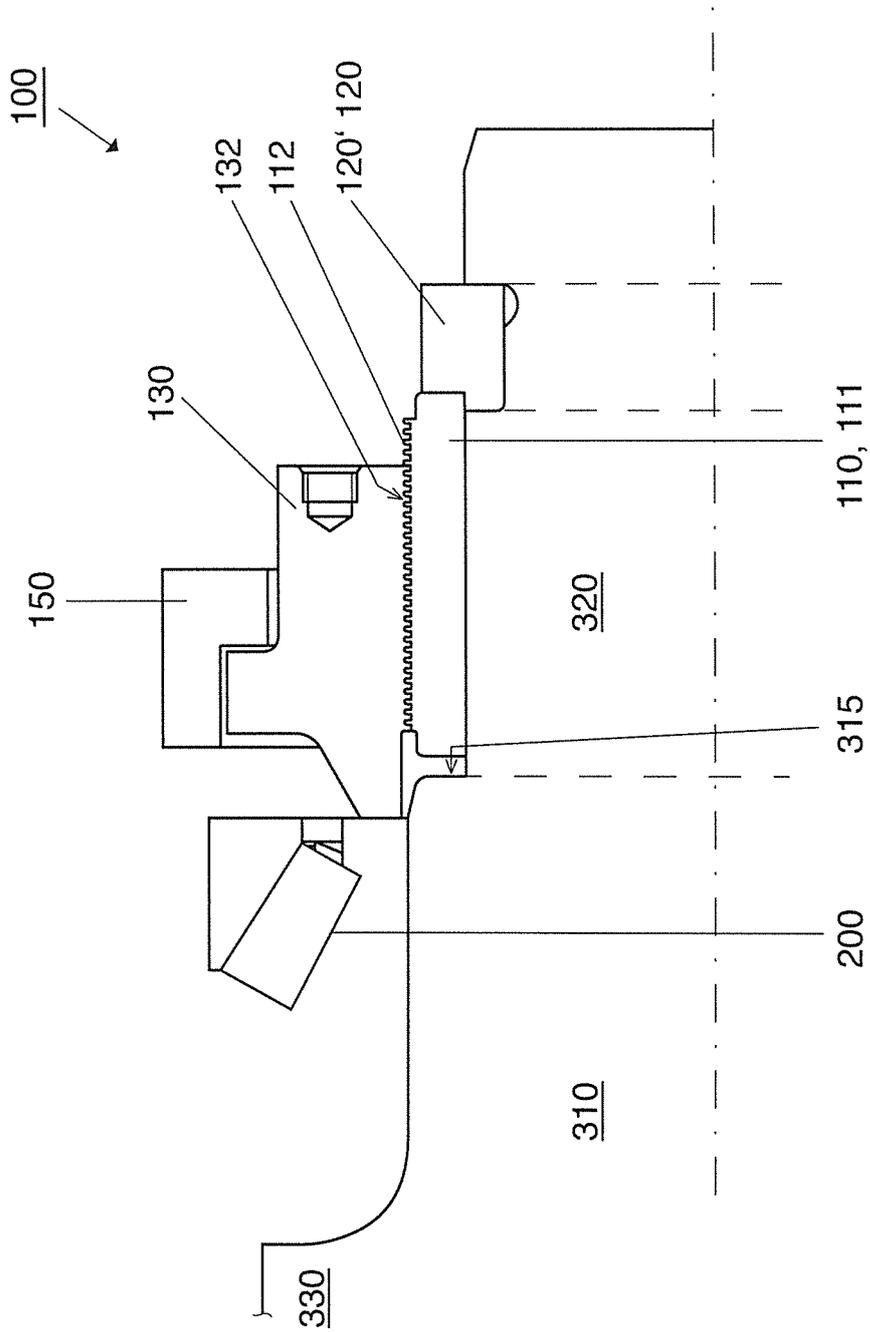


Fig. 17





**Fig. 19**

(Stand der Technik)