

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50874/2018
(22) Anmeldetag: 08.10.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2020

(51) Int. Cl.: **F02B 75/04** (2006.01)
F16C 7/06 (2006.01)
F02D 15/02 (2006.01)
B25B 13/50 (2006.01)
B25B 13/52 (2006.01)
F15B 15/14 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102017217492 A1
CN 102825568 A
DE 801266 C
DE 102017217474 A1

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)
iwis motorsysteme GmbH & Co. KG
81369 München (DE)

(72) Erfinder:
Heller Malte
81243 München (DE)
Bezner Stefanie
82269 Geltendorf (DE)
Lösch Siegfried Dr.
8051 Graz (AT)
Felgitscher Johann
8412 Allerheiligen (AT)

(74) Vertreter:
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) **Montageverfahren zum Fügen des teleskopierbaren Stangenteils eines VCR-Pleuels**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Montageverfahren zum Fügen eines teleskopierbaren Stangenteils (18) eines längenverstellbaren Pleuels mit folgenden Schritten: Bereitstellen eines ersten Abschnitts (19) des teleskopierbaren Stangenteils (18), wobei der erste Abschnitt (19) ein Verbindungsgewinde (24) aufweist, Bereitstellen eines zweiten Abschnitts (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18), wobei der zweite Abschnitt (20) ein Verbindungsgewinde (27) aufweist, wobei zumindest an dem zweiten Abschnitt (20) zu befestigende Dichtungs- und/oder Stütz- und/oder Verschlusselemente, die auf die Kolbenstange (21), bzw. den Kolben (22) von der Seite des zugehörigen Verbindungsgewindes (24) her zu montieren sind, bereits auf dem zweiten Abschnitt (20) angeordnet sind, Bereitstellen eines Werkzeugs zum Aufbringen eines ausreichend hohen Reibschlusses an der Kolbenstange (21) bzw. dem Kolben (22) mittels formschlüssigen Klemmens, Aufbringen eines ausreichenden Reibschlusses mittels des Werkzeugs am zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18), Verschrauben des ersten Abschnitts

(19) des teleskopierbaren Stangenteils (18) mit dem zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) mittels der entsprechenden Verbindungsgewinde (24, 27), Aufbringen des erforderlichen Anzugsmoments zwischen dem ersten Abschnitt (19) des teleskopierbaren Stangenteils (18) und dem am zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) mittels des befestigten Werkzeugs. Des Weiteren bezieht sich die Erfindung auf die Verwendung eines teleskopierbaren Stangenteils (18) eines VCR-Pleuels in einem solchen Verfahren.

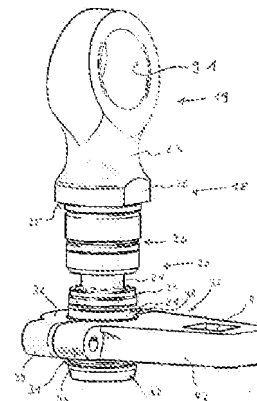


Fig. 4

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Montageverfahren zum Fügen eines teleskopierbaren Stangenteils (18) eines längenverstellbaren Pleuels mit folgenden Schritten: Bereitstellen eines ein Pleuelauge (9.1) umfassenden ersten Abschnitts (19) des teleskopierbaren Stangenteils (18), wobei der erste Abschnitt (19) ein Verbindungsgewinde (24) aufweist, Bereitstellen eines die Kolbenstange (21) mit festverbundenem Kolben (22) umfassenden zweiten Abschnitts (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18), wobei der zweite Abschnitt (20) ein Verbindungsgewinde (27) aufweist, wobei zumindest an dem zweiten Abschnitt (20) zu befestigende Dichtungs- und/oder Stütz- und/oder Verschlusselemente, die auf die Kolbenstange (21), bzw. den Kolben (22) von der Seite des zugehörigen Verbindungsgewindes (24) her zu montieren sind, bereits auf dem zweiten Abschnitt (20) angeordnet sind, Bereitstellen eines Werkzeugs zum Aufbringen eines ausreichend hohen Reibschlusses an der Kolbenstange (21) bzw. dem Kolben (22) mittels formschlüssigen Klemmens, Aufbringen eines ausreichenden Reibschlusses mittels des Werkzeuges am zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18), Verschrauben des ersten Abschnitts (19) des teleskopierbaren Stangenteils (18) mit dem zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) mittels der entsprechenden Verbindungsgewinde (24, 27), Aufbringen des erforderlichen Anzugsmoments zwischen dem ersten Abschnitt (19) des teleskopierbaren Stangenteils (18) und dem am zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) mittels des befestigten Werkzeugs. Des Weiteren bezieht sich die Erfindung auf die Verwendung eines teleskopierbaren Stangenteils (18) eines VCR-Pleuels in einem solchen Verfahren.

Fig. 4

Montageverfahren zum Fügen des teleskopierbaren Stangenteils eines VCR-Pleuels

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Montageverfahren zum Fügen eines teleskopierbaren Stangenteils eines längenverstellbaren Pleuels.

Der thermische Wirkungsgrad η von Ottomotoren ist abhängig vom Verdichtungsverhältnis ϵ , d.h. dem Verhältnis vom Gesamtvolumen vor der Verdichtung zum Kompressionsvolumen ($\epsilon = (\text{Hubvolumen } V_h + \text{Kompressionsvolumen } V_c) / \text{Kompressionsvolumen } V_c$). Mit steigendem Verdichtungsverhältnis nimmt der thermische Wirkungsgrad zu. Die Zunahme des thermischen Wirkungsgrades über das Verdichtungsverhältnis ist degressiv, allerdings im Bereich heute üblicher Werte ($\epsilon=10\ldots14$) noch relativ stark ausgeprägt.

In der Praxis kann das Verdichtungsverhältnis nicht beliebig gesteigert werden. Beispielsweise führt ein zu hohes Verdichtungsverhältnis bei Ottomotoren zum Klopfen. Hierbei entzündet sich das Gemisch durch die Druck- und Temperaturerhöhung bei der Verdichtung und nicht durch den Zündfunken. Diese frühzeitige Verbrennung führt nicht nur zu unruhigem Lauf, sondern kann Bauteilschäden verursachen.

Das Verdichtungsverhältnis, ab dem Klopfen eintritt, ist u.a. vom Betriebspunkt (n , T , Drosselklappenstellung) des Motors abhängig. Im Teillastbereich ist eine höhere Verdichtung möglich. Daher gibt es die Bestrebung, das Verdichtungsverhältnis dem jeweiligen Betriebspunkt anzupassen. Es gibt dazu verschiedene Entwicklungsansätze. Vorliegend soll das Verdichtungsverhältnis durch die Pleuellänge verstellt werden. Die Pleuellänge beeinflusst das Kompressionsvolumen. Das Hubvolumen ist durch die Position des Kurbelwellenzapfens und die Zylinderbohrung vorgegeben. Ein kurzes Pleuel führt daher zu einem geringeren Verdichtungsverhältnis als ein langes Pleuel bei ansonsten gleichen geometrischen Abmessungen (Kurbelwelle, Zylinderkopf, Ventilsteuerung etc.).

Vorliegend soll die Pleuellänge hydraulisch zwischen zwei Stellungen variiert werden. Die Funktionsweise wird im Folgenden kurz erläutert. Das gesamte Pleuel ist mehrteilig ausgeführt, wobei die Längenänderung durch einen Teleskopmechanismus erfolgt. Das Pleuel beinhaltet einen doppelwirkenden Hydraulikzylinder. Das kleine Pleuelauge (Kolbenbolzen) ist mit einer Kolbenstange verbunden. Der Kolben ist axial verschiebbar in einem Zylinder geführt, der in dem Pleuelteil mit dem großen Pleuelauge (Kurbelwellenzapfen) angeordnet ist. Der Kolben trennt den Zylinder in zwei Kammern (obere- und untere Druckkammer). Die beiden Kammern werden über Rückschlagventile mit einem Hydraulikmittel, insbesondere Motoröl

versorgt. Ist das Pleuel in der langen Position, befindet sich kein Öl in der oberen Druckkammer. Die untere Druckkammer hingegen ist vollständig mit Öl gefüllt. Während des Betriebs wird das Pleuel aufgrund der Gas- und Massenkräfte alternierend auf Zug und Druck belastet. In der Langstellung wird eine Zugkraft durch den mechanischen Kontakt mit einem oberen Anschlag des Kolbens aufgenommen. Die Pleuellänge ändert sich dadurch nicht. Eine einwirkende Druckkraft wird über die Kolbenfläche auf die ölgefüllte untere Kammer übertragen. Da das Rückschlagventil dieser Kammer den Ölrücklauf unterbindet, steigt der Öldruck an. Die Pleuellänge ändert sich nicht. Das Pleuel ist in dieser Richtung hydraulisch gesperrt.

In der Kurzstellung drehen sich die Verhältnisse um. Die untere Kammer ist leer, die obere ist mit Öl gefüllt. Eine Zugkraft bewirkt einen Druckanstieg in der oberen Kammer. Eine Druckkraft wird durch einen mechanischen Anschlag aufgenommen.

Die Pleuellänge kann zweistufig verstellt werden, indem eine der beiden Kammern entleert wird. Hierbei wird jeweils eines der beiden Zulauf-Rückschlagventile durch einen zugeordneten Rücklaufkanal überbrückt. Durch diesen Rücklaufkanal kann Öl fließen, unabhängig von der Druckdifferenz zwischen der Druckkammer und dem Versorgungsteil. Das jeweilige Rückschlagventil verliert also seine Wirkung.

Die beiden Rücklaufkanäle werden durch ein Steuerventil geöffnet oder geschlossen, wobei immer genau ein Rücklaufkanal offen ist, der andere geschlossen. Der Aktuator zur Schaltung der beiden Rücklaufkanäle wird hydraulisch durch den Versorgungsdruck angesteuert. Die Ölversorgung erfolgt durch die Schmierung des Pleuellagers. Hierzu ist eine Öldurchführung vom Kurbelwellenzapfen über das Pleuellager zum Pleuel erforderlich.

Die Schaltung erfolgt durch gezieltes Entleeren einer der beiden Druckkammern unter Ausnutzung der am Pleuel wirkenden Massen- und Gaskräfte, wobei die jeweils andere Druckkammer durch ein Zulauf-Rückschlagventil mit Öl versorgt und hydraulisch gesperrt wird.

Ein teleskopierbares Pleuel zum Verstellen des Verdichtungsverhältnisses im Verbrennungsmotor ist z.B. aus der DE 10 2017 217 474 A1 bekannt. Bei dieser bekannten Konstruktion ist am kleinen Pleuelauge eine hülsenförmige Kolbenstange angeformt, an der ein Hydraulikzylinder mittels einer Spannschraube befestigt ist. Die Kolbenstange ist durch eine den Druckraum in dem unteren Pleuelteil begrenzende Dichtungshülse hindurchgeführt und abgedichtet. Die Abdichtung erfolgt nach Art einer Stangendichtung wie bei einem Hydraulikzylinder. Der

gesamte Aufbau des Pleuels erfordert, dass die Dichtungshülse auf die Kolbenstange aufgeschoben wird, bevor der Hydraulikzylinder und die Spannschraube am kleinen Pleuelauge befestigt werden. Die Spannschraube muss mit einem ausreichenden Drehmoment angezogen werden, damit die Schraubverbindung den hohen dynamischen Belastungen im Betrieb standhält, so dass im späteren Betrieb keine Verdrehkräfte am kleinen Pleuelauge wirken. Solche gebauten oberen, teleskopierbaren Pleuelteile eines VCR-Pleuels sind kritische Einrichtungen, die sehr hohe Belastungen sowohl hinsichtlich der Kraftübertragung als auch hinsichtlich der hydraulischen Verhältnisse aushalten müssen und dennoch dem hohen Kostendruck im Automobilbereich unterliegen. Es besteht daher das Bestreben, ein vereinfachtes Montageverfahren bereitzustellen.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, mittels eines verbesserten Montageverfahrens, einen einfachen Aufbau des teleskopierbaren Stangenteils eines längenverstellbaren Pleuels zu erreichen.

Die o. g. Aufgabe wird vorliegend durch ein Montageverfahren zum Führen des teleskopierbaren Stangenteils eines VCR-Pleuels mit folgenden Schritten gelöst:

- Bereitstellen eines ein Pleuelauge umfassenden ersten Abschnitts des teleskopierbaren Stangenteils, wobei der erste Abschnitt ein Verbindungsgewinde aufweist,
- Bereitstellen eines eine Kolbenstange mit fest verbundenem Kolben umfassenden zweiten Abschnitts des teleskopierbaren Stangenteils, wobei der zweite Abschnitt ein Verbindungsgewinde aufweist, wobei zumindest die an dem zweiten Abschnitt des teleskopierbaren Stangenteils zu befestigenden Dichtungs- und/oder Stütz- und/oder Verschlusselemente, die auf die Kolbenstange bzw. den Kolben von der Seite des zugehörigen Verbindungsgewinde her zu montieren sind, bereits auf dem zweiten Abschnitt des teleskopierbaren Stangenteils angeordnet sind, Bereitstellen eines Werkzeugs zum Aufbringen eines ausreichend hohen Reibschlusses an der Kolbenstange bzw. dem Kolben mittels formschlüssigen Klemmens,
- Aufbringen eines ausreichenden Reibschlusses mittels des Werkzeugs am zweiten Abschnitt des teleskopierbaren Stangenteils,

- Verschrauben des ersten Abschnitts des teleskopierbaren Stangenteils mit dem zweiten Abschnitt des teleskopierbaren Stangenteils mittels der entsprechenden Verbindungsgewinde,
- Aufbringen des erforderlichen Anzugsmoments zwischen dem ersten Abschnitt des teleskopierbaren Stangenteils und dem zweiten Abschnitt des teleskopierbaren Stangenteils mittels des aufgeklemmten Werkzeugs.

Zunächst einmal ist festzustellen, dass der teleskopierbare Stangenteil des VCR-Pleuels einen anderen Aufbau als in der DE 10 2017 217 474 A1 hat. Vorliegend bildet nämlich die teleskopierbare Kolbenstange, die im zusammengebauten Zustand im unteren Stangenteil des teleskopierbaren Pleuels zur Variierung eines Verdichtungsverhältnisses einer Brennkraftmaschine („variable compression ratio“ – das Pleuel wird daher nachfolgend auch als „VCR-Pleuel“ bezeichnet) dichtend geführt ist, mit dem Kolben und nicht mit dem Pleuelauge eine Einheit. Aufgrund der Tatsache, dass bei diesem Konzept der Kolben immer einen größeren Durchmesser aufweist als die Kolbenstange, müssen sämtliche zusätzlichen Bauteile, die zwischen dem Pleuelauge und dem größten Durchmesser des Kolbens anzuordnen sind, von der Gewindeseite her zumindest vormontiert werden. Das betrifft z. B. eine den Zylinderraum im unteren Pleuelteil verschließende Abdichtungseinrichtung, die auch zum Führen und Abdichten der Kolbenstange ausgebildet sein kann. Dies können aber auch zumindest der obere Kolben-dichtungsring und eine eventuelle Abstützeinrichtung für die Dichtung sein. Aus diesem Grunde ist die Teilung zwischen Pleuelauge und dem Kolben erforderlich. In vorliegenden Falle erfolgt die Teilung möglichst nah am Pleuelauge und bevorzugt in einem Abschnitt, der in den Schaltstellungen des VCR-Pleuels außerhalb des unteren Stangenteils des VCR-Pleuels liegt. Damit an der Kolbenstange und dem Kolben keine Asymmetrien entstehen, durch z. b. angeordnete Schlüsselflächen zum Aufbringen eines Anzugsdrehmomentes, sieht die vorliegende Erfindung vor, dass ein Werkzeug bereitgestellt wird, das mittels Reibschluss und formschlüssigem Klemmen mit der Kolbenstange bzw. dem Kolben verbunden wird. Der Reibschluss ist selbstverständlich so groß, dass das entsprechende Anzugsmoment aufgebracht werden kann. Aufgrund der kompakten Bauweise des teleskopierbaren Stangenteils liegen fast ausschließlich Funktionsflächen vor, die durch diesen Vorgang möglichst nicht in Mitleidenschaft gezogen werden sollen, weshalb ein formschlüssiges Klemmen erfolgt. Eine genaue Anpassung an die zu klemmende Kontur (insbesondere in Längsrichtung) ist möglich. Es müssen daher keine zusätzlichen Abschnitte für das Ansetzen des Werkzeugs (z. B. Schlüsselfläche, Innensechskant, etc.) vorgesehen werden. Der Aufbau des teleskopierbaren Stangenteils

hat darüber hinaus den Vorteil, dass die Kolbenstange und der Kolben einteilig ausgeführt werden können und damit sehr robust und kompakt ausgestaltet sind, weshalb ein Versagen dieser Einheit nicht zu erwarten ist. Das Gegenmoment wird am Pleuelauge aufgebracht, entweder durch das Pleuelauge selbst oder durch am Pleuelauge angebrachte Schlüssel­flächen.

Bevorzugt kann der Kolben am zweiten Abschnitt des teleskopierbaren Stangenteils auf der dem Verbindungsgewinde abgewandten Seite einen Absatz zum Aufbringen eines Dichtungselements und/oder Stützelements aufweisen und das Aufbringen des Reibschlusses auf dem Absatz erfolgen. Hierdurch erfolgt ein Aufbringen der entsprechenden Kraft am vorderen Ende des zweiten Abschnitts des teleskopierbaren Stangenteils, und zwar bevorzugt auf einem zylindrischen Absatz, der zur Montage weiterer Elemente dient. Es handelt sich also nicht um den eigentlichen Führungsabschnitt des Kolbens, sodass die Anforderungen an eine schädigungsfreie Reibschlussverbindung geringer sein können. Insbesondere, wenn auf diesem Absatz ein Stützelement für die vordere Kolbendichtung aufgebracht wird, sind diese Anforderungen am geringsten.

Günstigerweise kann als Werkzeug eine Spannzange bereitgestellt werden, wobei das Aufbringen des Reibschlusses auf dem Absatz mittels der Spannzange erfolgt. Hier ergeben sich zwei Vorteile. Zum Ersten kann die Stufe des Absatzes als Anschlag zum Einschieben in die Spannzange genutzt werden, weshalb eine genau definierte Einspannlage vorgegeben ist. Zum anderen kann mit einer Spannzange ein genau definierter Reibschluss mit einfachen Mitteln erzeugt werden. Eine Spannzange wird üblicherweise über einen über die Spannzangen­hülse aufgeschobenen Klemmmechanismus gespannt. Die Klemmung durch den Klemmmechanismus ist einstellbar und feststellbar, sodass reproduzierbare Klemmverhältnisse erzeugt werden können. Spannzangen sind bestens bekannte Spannmittel, z. B. bei Drehmaschinen. Spannzangen hinterlassen auf dem zu klemmenden Abschnitt nur geringfügige Abdrücke, die nur wenig Einfluss auf die Oberflächenqualität haben. Sofern diese keinen Einfluss auf die Funktionalität haben, z. B. wenn ein Stützelement für die Dichtung aufgesetzt bzw. aufgespresst wird, müssen keine weiteren Maßnahmen zum Schutz der Oberfläche ergriffen werden.

Günstigerweise kann vorgesehen werden, dass nach dem Aufbringen des erforderlichen Anzugsmoments der Reibschluss zwischen Absatz und Werkzeug gelöst und nach Freigabe des Absatzes auf diesen ein Dichtungselement und/oder Stützelement montiert wird. Es handelt sich demnach um die vordere Kolbendichtung.

Bei einer weiteren Variante ist vorgesehen, dass als Werkzeug eine Spannklemme bereitgestellt wird, deren Spannbereite maximal der zur Verfügung stehenden Klemmbreite am zweiten Abschnitt des teleskopierbaren Stangenteils entspricht. Hierdurch ist eine Anpassung an Umfangsbereiche der Kolbenstange bzw. des Kolbens möglich, die auch vom freien Ende etwas entfernter liegen. Eine Anpassung an die Kontur (insbesondere in Längsrichtung) des Klemmbereichs ist mit einer solchen Spannklemme ebenfalls möglich, um wenig nachteiligen Einfluss auf die Oberfläche zu haben.

Günstig ist es hier, wenn gemäß einer Variante die Spannfläche der Spannklemme aus einem Material geformt ist, das weicher ist als das den Klemmbereich des zweiten Abschnitts des teleskopierbaren Stangenteils formende Material. Hierdurch erfolgt die Aufbringung des Reibschlusses noch oberflächenschonender am zweiten Abschnitt des teleskopierbaren Stangenteils.

Darüber hinaus ist es auch möglich, dass sich der Klemmbereich des zweiten Abschnitts des teleskopierbaren Stangenteils am zwischen einer vorderen und einer hinteren Kolbendichtung liegenden Führungsabschnitt des Kolbens befindet und die Spannfläche des Werkzeugs aus einem Material geformt ist, das weicher ist als das den Führungsabschnitt des Kolbens formende Material. Die vordere Kolbendichtung muss noch nicht zwingend montiert sein, da sie auch noch nach der Verbindung des ersten Abschnitts des teleskopierbaren Stangenteils und des zweiten Abschnitts des teleskopierbaren Stangenteils aufgebracht werden kann. Der Führungsabschnitt des Kolbens ist üblicherweise sehr genau gefertigt und wird in dem Zylinder des zweiten Stangenteils des VCR-Pleuels geführt. Deshalb ist es wichtig, dass durch den Reibschluss keine negativen Einflüsse an der Oberfläche entstehen, die diese Funktion beeinträchtigen können. Die Verwendung eines entsprechend weicheren Materials hilft hierbei. Bevorzugt ist die Spannfläche des Werkzeugs genau an die Kontur des Führungsabschnitts angepasst.

Das Werkzeug kann selbstverständlich vollständig aus einem weicheren Material hergestellt sein, als das den Klemmbereich am teleskopierbaren Stangenteil bildende Material. Allerdings ist es gemäß einer Ausführungsform bevorzugt, wenn das Werkzeug im Bereich seiner Spannfläche mit einem weicheren Material, bevorzugt einem ausreichend festen Elastomermaterial, versehen ist. Günstig ist hierbei auch, wenn dies in austauschbarer Weise geschieht, sodass nach bestimmten Montagezyklen ein Austausch zur Beibehaltung der guten Oberflächenqualitäten am teleskopierbaren Stangenteil erfolgen kann. Die bevorzugte Verwendung eines

Elastomermaterials unterstützt in aller Regel auch die Aufbringung eines geeigneten Reibschlusses durch höhere Reibwerte.

Bei einer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass der Führungsabschnitt einen Absatz und/oder eine Nut aufweist und das weichere Material beim Aufbringen des erforderlichen Reibschlusses als Ausgleichselement für die Oberflächenkontur des Führungsabschnitts wirkt. Bei Kolben, die sehr hohen Drücken ausgesetzt sind, wie dies bei einem teleskopierbaren VCR-Pleuel der Fall ist, kann es von Vorteil sein, den Führungsabschnitt nicht durchgängig auszugestalten, sondern mit einer Drainagenut und –bohrung zu versehen, sodass zwischen die Dichtung gelangendes Hydraulikfluid abgeführt werden kann. Das weichere Material hilft dabei, dass sich die Spannfläche des Werkzeugs an die Kontur des Kolbens anlegt und ein ausreichender Reibschluss erfolgt.

Günstigerweise kann die Spannklemme zwei schwenkbar zueinander angeordnete Klemmbacken und die Schwenkachse einen Abstand zur Achse des teleskopierbaren Stangenteils aufweisen, der kleiner ist als der Durchmesser des Klemmbereichs des Stangenteils, wobei versetzt zur Teilungsebene der Klemmbacken ein Halterarm angeordnet ist, dessen Halterabstand zur Achse des teleskopierbaren Stangenteils größer ist als der Durchmesser des Klemmbereichs des Stangenteils. Die Klemmung der Klemmbacken auf dem teleskopierbaren Stangenteil sollen mittels Elementen erfolgen, die möglichst nah am Klemmbereich angeordnet sind. Hierzu ist es von Vorteil, wenn die Schwenkachse möglichst nah am Klemmbereich angeordnet ist. Gegenüberliegend von der Klemmachse befindet sich dann z. B. eine Klemmschraube, etc. Auch diese kann möglichst nah am Klemmbereich angeordnet werden, sodass besser eine gleichmäßige Klemmkraft aufbringbar ist. Im Gegensatz hierzu soll die Haltekraft oder die aufzubringende Verdrehkraft möglichst mit großem Abstand von der Achse des teleskopierbaren Stangenteils angreifen, weshalb ein entsprechender Haltearm versetzt zur Teilungsebene der Klemmbacken angeordnet ist. Bevorzugt ist dieser daher als massiver Fortsatz einer Klemmbacke ausgestaltet. Durch diesen Abstand steht ein entsprechend großer Hebelarm zur Aufbringung der gewünschten Kraft für das erforderliche Anzugsmoment zur Verfügung.

Gemäß einer weiteren Variante kann vorgesehen sein, dass die Spannklemme eine Drahtbandschleife aufweist, die mittels eines Verstellelements hinsichtlich ihres Klemmumfangs verstellbar ist und die Drahtbandschleife auf dem Klemmbereich des zweiten Abschnitts des teleskopierbaren Stangenteils zum Aufbringen des ausreichenden Reibschlusses positioniert

wird. Drahtbandschlaufen sind Standardelemente, die häufig zum Anbringen von Schlauchelementen oder Muffen verwendet werden. Das Wirkprinzip ist ähnlich einer Rohrschelle. Hier ist in einem Metallband eine Schrägschlitzung eingestanz, die einen Teil eines Innengewindes darstellen soll, in das das Gewinde einer Schraube eingreift. Die Schraube ist mittels eines speziellen Gehäuses an dem Metallband angebracht und steht mit diesen Schrägschlitzten im Eingriff. Auch die Ausformung des Metallbandes nach Art einer Zahnstange ist möglich. Eine solche Drahtbandschlaufe muss sich nicht zwingend über den gesamten Klemmbereich erstrecken, sondern kann an einer geeigneten Basis angebracht sein, sodass die beiden Enden des Drahtbandes im Abstand zueinander angeordnet sind. Dabei kann das eine Ende fest und lediglich das andere verstellbar angebracht sein. Alternativ können auch beide Enden verstellbar an der Basis angebracht werden. Aus dem Anzugsmoment der Schraube lässt sich auch die jeweilige Klemmkraft ableiten.

Zusammenfassend hat die Erfindung die Vorteile, dass durch das feste Anpressen des Werkzeugs eine Anpresskraft erzeugt wird, die so hoch ist, dass die Reibkraft zwischen dem teleskopierbaren Stangenteil des VCR-Pleuels ausreicht, um das erforderliche Anzugsmoment übertragen zu können.

Die Verwendung von Schlüsselflächen, z. B. eines Zweiflachs am ersten Abschnitt des Stangenteils ist nicht erforderlich, weshalb der erste Abschnitt rotationssymmetrisch und daher kostengünstiger ausgestaltet werden kann. Es entstehen keine Negativeffekte und eine Ausrichtung, wie sie bei einem Zweiflach erforderlich wäre, ist nicht notwendig.

Wird ein weiches Auflagematerial beim Werkzeug oder für das Werkzeug selbst verwendet, entstehen keine Kratzer oder Abscherungen am teleskopierbaren Stangenteil. Bei Verschleiß muss dann nur das Auflagematerial getauscht werden. Es entstehen keine Späne, die später die Dichtungen beeinflussen könnten. Die Variante, bei der das formschlüssige Klemmen an einem Absatz auf der dem Verbindungsgewinde abgewandten Seite des Stangenteils erfolgt, hat besondere Vorteile. Eventuell auftretender Verschleiß durch die Klemmung entsteht nur am Absatz, auf dem nachher bevorzugt ein Stützelement für die Dichtungssicherung aufgedrückt wird. Die Montage des Stützelements ist daher weiter problemlos möglich. Darüber hinaus kann der Abstand zwischen den Dichtungen am Kolben deutlich schmaler ausgeführt werden, wodurch Material und Kosten eingespart werden können.

Die Erfindung bezieht sich auch auf die Verwendung eines teleskopierbaren Stangenteils in einem Verfahren mit den oben beschriebenen Merkmalen, bzw. nach einem der Ansprüche.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Zeichnungen dargestellt sind, näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch einen Verbrennungsmotor,

Fig. 2 eine Variante eines montierten teleskopierbaren Stangenteils eines VCR-Pleuels (ohne vordere Kolbendichtung),

Fig. 3 eine Variante einer Spannzangenhülse in perspektivischer Darstellung,

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung eines teleskopierbaren Stangenteils mit aufgesetzter Spannklemme,

Fig. 5 die Spannklemme aus Fig. 4 in einer Draufsicht,

Fig. 6 eine schematische Querschnittsdarstellung einer Spannklemme mit Drahtbandschleife und

Fig. 7 eine schematische Querschnittsdarstellung einer Variante einer Spannklemme mit Drahtbandschleife.

In Fig. 1 ist in schematischer Darstellung ein Verbrennungsmotor (Ottomotor) 1 dargestellt. Der Verbrennungsmotor 1 hat drei Zylinder 2.1, 2.2 und 2.3, in denen sich jeweils ein Hubkolben 3.1, 3.2, 3.3 auf- und ab bewegt. Des Weiteren umfasst der Verbrennungsmotor 1 eine Kurbelwelle 4, die mittels Kurbelwellenlager 5.1-5.4 drehbar gelagert ist. Die Kurbelwelle 4 ist mittels Pleuelstangen 6.1, 6.2 und 6.3 jeweils mit dem zugehörigen Hubkolben 3.1, 3.2 und 3.3 verbunden. Für jede Pleuelstange 6.1, 6.2 und 6.3 weist die Kurbelwelle 4 einen exzentrisch angeordneten Kurbelwellenzapfen 7.1, 7.2 und 7.3 auf. Das große Pleuelauge 8.1, 8.2 und 8.3 der Pleuelstangen 6.1, 6.2, 6.3 ist jeweils auf dem zugehörigen Kurbelwellenzapfen 7.1, 7.2 und 7.3 gelagert. Das kleine Pleuelauge 9.1, 9.2 und 9.3 der Pleuelstangen 6.1, 6.2, 6.3 ist jeweils auf einem Kolbenbolzen 10.1, 10.2 und 10.3 gelagert und so mit dem zugehörigen Hubkolben 3.1, 3.2 und 3.3 schwenkbar verbunden. Dabei ist den Begriffen kleines Pleuelauge 9.1, 9.2. und 9.3 ein großen Pleuelauge 8.1, 8.2 und 8.3 weder eine absolute- noch relative Größenzuordnung zu entnehmen, sondern sie dienen lediglich zur Unterscheidung der Bauteile und Zuordnung zu dem in Fig. 1 dargestellten Verbrennungsmotor. Entsprechend können die Abmessungen der Durchmesser der kleinen Pleuelaugen 9.1, 9.2, 9.3 <, = oder > als die Abmessungen der Durchmesser der großen Pleuelaugen 8.1, 8.2, 8.3 sein.

Die Kurbelwelle 4 ist mit einem Kurbelwellenkettenrad 11 versehen und mittels einer Steuerkette 12 mit einem Nockenwellenkettenrad 13 gekoppelt. Das Nockenwellenkettenrad 13 treibt eine Nockenwelle 14 mit ihren zugehörigen Nocken zur Betätigung der Ein- und Auslassventile (nicht näher dargestellt) eines jeden Zylinders 2.1, 2.2 und 2.3 an. Das Leertrum der Steuerkette 12 wird mittels einer schwenkbar angeordneten Spannschiene 15 gespannt, die mittels eines Kettenspanners 16 an diese angedrückt wird. Das Zugtrum der Steuerkette 12 kann entlang einer Führungsschiene gleiten. Die wesentliche Funktionsweise des Steuertriebs einschließlich der Kraftstoffeinspritzung und Zündung mittels Zündkerze wird nicht näher erläutert und als bekannt vorausgesetzt. Die Exzentrizität der Kurbelwellenzapfen 7.1, 7.2 und 7.3 gibt maßgeblich den Hubweg H_K vor, insbesondere, wenn wie im vorliegenden Fall, die Kurbelwelle 4 exakt zentrisch unter den Zylindern 2.1, 2.2 und 2.3 angeordnet ist. Der Hubkolben 3.1 ist in Fig. 1 in seiner untersten Stellung dargestellt während der Hubkolben 3.2 in seiner obersten Stellung dargestellt ist. Die Differenz ergibt im vorliegenden Fall den Hubweg H_K . Die verbleibende Höhe H_C (s. Zylinder 2.2) ergibt die verbleibende Kompressionshöhe im Zylinder 2.2. In Verbindung mit dem Durchmesser des Hubkolbens 3.1, 3.2 oder 3.3 bzw. der zugehörigen Zylinder 2.1, 2.2 und 2.3 ergibt sich aus dem Hubweg H_K das Hubvolumen V_h und aus der verbleibenden Kompressionshöhe H_C errechnet sich das Kompressionsvolumen V_C . Selbstverständlich hängt das Kompressionsvolumen V_C maßgeblich von der Gestaltung des Zylinderdeckels ab. Aus diesem Volumen V_h und V_C ergibt sich das Verdichtungsverhältnis ϵ . Im Detail errechnet sich das Verdichtungsverhältnis ϵ aus der Summe des Hubvolumens V_h und des Kompressionsvolumens V_C dividiert durch das Kompressionsvolumen V_C . Heute übliche Werte für Ottomotoren liegen für ϵ zwischen 10 und 14.

Damit in Abhängigkeit vom Betriebspunkt (n , T , Drosselklappenstellung) des Verbrennungsmotors 1 das Verdichtungsverhältnis ϵ angepasst werden kann, sind erfindungsgemäß die Pleuelstangen 6.1, 6.2 und 6.3 in der Länge verstellbar ausgestaltet (sog. VCR-Pleuel). Hierdurch kann im Teillastbereich mit einem höheren Verdichtungsverhältnis gefahren werden als im Vollastbereich.

In Fig. 2 ist das teleskopierbare Stangenteil 18 einer Pleuelstange 6.1 zumindest teilweise dargestellt. Das teleskopierbare Stangenteil 18 weist einen ersten Abschnitt 19 mit dem besagten kleinen Pleuelauge 9.1 sowie einen zweiten Abschnitt 20 mit einer Kolbenstange 21 und einem an der Kolbenstange 21 angebrachten Kolben 22 auf. Die relative Bewegung des teleskopierbaren Stangenteils 18 zum nicht näher dargestellten zweiten, d.h. unteren Pleuelteil

mit dem großen Pleuelauge 8.1, welches nicht näher dargestellt ist, erfolgt mittels einer Zylinder-Kolben-Einheit mit dem Kolben 22, der in einem entsprechend komplementären Zylinder in dem zweiten Pleuelteil angeordnet wird.

Der erste Abschnitt 19 oder auch Pleuelstangenkopf umfasst neben dem kleinen Pleuelauge 9.1 einen Fuß 23, der mit einem Innengewinde (Verbindungsgewinde 24) versehen ist, das von der Stirnseite 25 her in den Fuß 23 eingearbeitet ist. An der Außenseite ist der Fuß 23 mit Schlüsselflächen 26 zum Ansetzen eines Werkzeugs versehen. Der gesamte erste Abschnitt 19 verbleibt im montierten Zustand außerhalb des zweiten, nicht dargestellten Pleuelteils. Der zweite Abschnitt 20 umfasst die Kolbenstange 21, das am oberen Ende der Kolbenstange angeordnete Außengewinde (Verbindungsgewinde 27) und dem am unteren Ende der Kolbenstange 21 fest angebrachten Kolben 22. Der Kolben 22 weist einen zentralen Führungsabschnitt 28 sowie jeweils vor und nach dem Führungsabschnitt 28 angeordnete zylindrische Absätze 29 auf. Der Kolben 22 ist ein doppelwirkender Kolben mit vorderer und hinterer Kolbenfläche, die jeweils mit einem durch die Führungsfläche 28 (und evtl. Dichtungen) abgegrenzten Druckraum im Zylinder des nicht dargestellten unteren Pleuelteils zusammenwirken. Der Absatz 29 auf der dem Verbindungsgewinde 27 zugewandten Seite des Führungsabschnitts 28 ist durch noch näher zu bezeichnende Elemente verdeckt. Der vordere, dargestellte, Absatz 29 bildet gleichzeitig auch das vordere Ende des zweiten Abschnitts 20. Sowohl die beiden Absätze 29 als auch der Führungsabschnitt 28 sind im Durchmesser größer als der Durchmesser der Kolbenstange 21. Der Außendurchmesser des Verbindungsgewindes 27 ist kleiner als der Außendurchmesser der Kolbenstange 21. Im vorliegenden Fall ist der gesamte zweite Abschnitt 20 (Kolbenstange 21, Zylinder 22 und Verbindungsgewinde 27) aus einem Stück gefertigt oder untrennbar verbunden. Deshalb müssen sämtliche zwischen dem ersten Abschnitt 19 und dem Führungsabschnitt 28 des Kolbens 22 anzuordnenden zusätzlichen Elemente vor dem Fügen des ersten Abschnitts 19 und des zweiten Abschnitts 20 zumindest vormontiert werden. Bei diesen Elementen handelt es sich z.B. um die Kolbenstangendichtungseinheit 30 sowie die obere Kolbendichtung 31 und den zugehörigen Stützring 32. Die Kolbenstangendichtungseinheit 30 wird bei der späteren Montage mit dem unteren Pleuelteil in das untere Pleuelteil eingeschraubt und weist daher ein entsprechendes Einschraubgewinde auf. Im Inneren bildet die Kolbenstangendichtungseinheit 30 die entsprechenden Stangendichtungen zum abgedichteten teleskopierbaren Verschieben der Kolbenstange 21 aus. Die Kolbenstangendichtungseinheit 30 schließt somit den Zylinder in dem unteren Pleuelteil zur Anordnung des Kolbens 22 ab.

Im Folgenden wird die Montage des ersten Abschnitts 19 und des zweiten Abschnitts 20 näher erläutert. Der erste Abschnitt 19 wird bereitgestellt und der zweite Abschnitt 20 entsprechend mit den vorzukonfektionierenden Elementen, nämlich der Kolbenstangendichtungseinheit 30, der Kolbendichtung 31 und dem Stützring 32, versehen. Anschließend wird das Verbindungsgewinde 27 des zweiten Abschnitts 20 in das Verbindungsgewinde 24 des ersten Abschnitts 19 eingeschraubt, bis die Stirnseite des Gewindes 27 anschlägt. Anschließend wird das so vormontierte teleskopierbare Stangenteil 18 mittels der in Fig. 3 dargestellten Spannzangenhülse 33 und den restlichen nicht dargestellten Elementen der Spannzange festgespannt. Hierzu wird der vordere Absatz 29, auf dem noch keine Kolbendichtung 31 und kein Stützring 32 angeordnet sind, in die vordere Klemmöffnung 34 der Spannzangenhülse 33 eingesetzt. Der Durchmesser der Klemmöffnung 34 und der Außendurchmesser des Absatzes 29 sind entsprechend aneinander angepasst. Mittels der Spannzange wird eine ausreichende Klemmkraft aufgebracht, so dass ein Reibschluss zwischen dem von der Spannzange gebildeten Werkzeug und der Umfangsfläche des vorderen Absatzes 29 gegeben ist. Der Reibschluss ist so groß, dass in der Folge mittels der Schlüsselflächen 26 ein Drehmoment zwischen dem ersten Abschnitt 19 und dem zweiten Abschnitt 20 aufgebracht werden kann, so dass das gewünschte Anzugsmoment erzielt wird. Gemäß einer Ausführungsform kann dies z.B. 80 Nm betragen. Die Klemmung durch die Spannzangenhülse 33 hinterlässt auf dem Absatz 29 nur unwesentliche, für Spannzangen übliche Druckstellen. Diese beeinträchtigen das spätere Montieren der Kolbendichtung 31 und des Stützrings 32 nicht, sobald die Spannzange von dem Absatz 29 wieder entfernt wird. Nachdem diese zusätzlichen Elemente aufgesetzt sind, liegt ein vollständig montiertes teleskopierbares Stangenteil 18 vor. Das Anzugsmoment ist ausreichend, damit dieses betriebssicher arbeitet. Diese Montage wird insbesondere möglich, weil auf Schlüsselflächen an der Kolbenstange 21 oder dem Kolben 22 verzichtet wird, diese bevorzugt einteilig ausgestaltet sind und die Schnittfläche zwischen dem ersten Abschnitt 19 und dem zweiten Abschnitt 20 außerhalb des unteren Pleuelteils bzw. zwischen Kolbenstangendichtungseinheit 30 und dem Ende des Verbindungsgewindes 27 liegt.

In vielen Fällen steht aufgrund der Größe der Kolbenstangendichtungseinheit 30, der verfügbaren Verstelllänge und der Größe des Kolbens 22 die Kolbenstange 21 nur in Ausnahmefällen zur Aufbringung des geeigneten Reibschlusses zur Verfügung, weshalb die Aufbringung des Reibschlusses im Bereich des Kolbens 22 erfolgen muss. Aber auch dieser hat empfindliche Oberflächen, so dass nur Werkzeuge zum Einsatz kommen können, die ein geeignetes formschlüssiges Klemmen der zylindrischen Oberflächen ermöglichen.

Anhand der Fig. 4 und 5 wird nunmehr eine zweite Variante des Werkzeugs und des Montageverfahrens näher erläutert.

Das teleskopierbare Stangenteil 18 ist identisch zum vorangegangenen Ausführungsbeispiel ausgestaltet. Eine einzige Ausnahme besteht darin, dass bereits auf dem vorderen Absatz 29 die zugehörige Kolbendichtung 31 und der entsprechende Stützring 32 angeordnet sind. Als Klemmbereich dient nicht die Mantelfläche des Absatzes 29, sondern die Fläche des Führungsabschnitts 28 des Kolbens 22. Damit diese Funktionsfläche bei der Aufbringung des erforderlichen Reibschlusses nicht Schaden nimmt, ist eine besondere Spannklemme 35 bereitgestellt worden. Die Spannklemme hat eine erste Klemmbacke 36 und eine zweite Klemmbacke 37. Die Klemmbacken 36 und 37 sind mittels einer Schwenkachse 38 schwenkbar verbunden. Auf der der Schwenkachse 38 gegenüberliegenden Seite sind beide Klemmbacken 36 und 37 mit Spannösen 39 und 40 versehen. In die Spannösen 39 und 40 ist ein Klemmmittel einsetzbar, mit dem eine entsprechende Klemmkraft aufbringbar ist. Zum Beispiel kann die Spannöse 39 mit einem Gewinde versehen sein, während die Spannöse 40 lediglich eine Durchgangsöffnung für eine Schraube aufweist. Die Spannfläche der Spannklemme 35 ist mit einer Lage 41 aus weicherem Material versehen. Bevorzugt handelt es sich hier um einen ausreichend festen, gummielastischen Kunststoff, um Oberflächenbeschädigungen an dem Kolben 22 zu vermeiden. Die Lage 41 kann bei Verschleiß ausgetauscht werden. Die Spannfläche der Spannklemme 35 kann an die Konturierung des Kolbens 22, insbesondere des Führungsabschnitts 28 angepasst werden. Der Führungsabschnitt 28 kann nämlich in zwei Führungsflächen unterteilt sein mit einer zwischenliegenden Ablaufnut mit Leckagebohrung. Eine entsprechend nachgiebige Lage 41 kann diese Konturierung des Führungsabschnittes 28 als Ausgleichselement ausgleichen. An der zweiten Spannbacke 37 ist ein Haltearm 42 angeordnet, der mit einer Halteöffnung 43 versehen ist. In die Halteöffnung 43, die im vorliegenden Fall quadratischen Querschnitts ist, wird ein geeignetes Halteelement oder Element zum Aufbringen eines Drehmoments eingesetzt. Damit eine gute Klemmung erzeugt wird, ist der Abstand A_S zwischen der Schwenkachse 38 und der Achse des Führungsabschnitts 28 kleiner als der Durchmesser D_F des Führungsabschnittes 28. In gleicher Weise ist auch der Abstand der Spannösen 39 und 40 so nah wie möglich an der Achse des Führungsabschnittes 28 angeordnet.

Auch der Abstand der Spannösen 39 und 40 ist so nah wie möglich an der Achse des Führungsabschnitts 28 angeordnet. Hierdurch wird eine gute Klemmkraft erzeugt, weil bei diesen Abständen elastische Verformungen der Spannklemme 35 sich noch nicht so stark auf die

Spannfläche auswirken. Die Spannfläche ist möglichst genau an die Zylinderform des Führungsabschnittes 28 angepasst. Die Breite der Spannklemme 35 ist so gewählt, dass diese genau zwischen die Kolbendichtungen 31 passt und diese nicht beschädigt. Damit ein gutes Haltemoment erzeugt werden kann, ist der Abstand A_H zwischen der Achse des Führungsabschnittes 28 und dem wirksamen Mittelpunkt der Halteöffnung 43 größer als der Durchmesser D_F des Führungsabschnittes 28 und damit auch größer als der Abstand A_S .

Bevorzugt kann der Abstand A_H ungefähr dem doppelten Durchmesser D_F entsprechen.

Anhand der Fig. 6 wird nunmehr ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Spannklemme 35 näher erläutert, die ebenfalls für das erfindungsgemäße Montageverfahren eingesetzt werden kann. Die in Fig. 6 dargestellte Spannklemme 35 weist einen Haltearm 44 auf, an dem eine Drahtbandschleife 45 angebracht ist. Der Aufbau und die Funktionsweise von Drahtbandschleifen ist bestens bekannt. Häufig werden Drahtbandschleifen als Rohrschellen eingesetzt. Im vorliegenden Fall ist die Drahtbandschleife 45 nicht vollständig geschlossen, sondern ein Teil des Klemmbereiches wird von der Innenkonturierung des Haltearms 44 vorgegeben. Die beiden freien Enden der Drahtbandschleife 45 sind jeweils im zugehörigen seitlichen Vorsprung 46 angeordnet. In den Vorsprüngen 46 sind entsprechende Verstellmechanismen 47 angebracht, mit denen die Schleifenweite der Drahtbandschleife 45 einstellbar ist. Es handelt sich bei den Verstellmechanismen 47 vorrangig um Schrauben deren Gewinde einseitig in eine entsprechende Profilierung der Drahtbandschleife 45 eingreift. Bei dieser Profilierung kann es sich um Zahnerhebungen, ähnlich einer schräg verzahnten Zahnstange oder entsprechende Schlitzöffnungen in der Drahtbandschleife 45 handeln. Die in Fig. 6 gezeigte Variante ermöglicht die Verstellung an beiden Enden der Drahtbandschleife 45. Zum Schutz der Oberflächen kann eine Auflage aus einem weichen, schonendem Material zwischen der Drahtbandschleife 45 und dem zweiten Abschnitt 20 verwendet werden. Die Klemmung kann am Absatz 29, dem Führungsabschnitt 28 oder an der Kolbenstange 21 erfolgen.

Anhand der Fig. 7 wird nunmehr eine zweite Variante einer Spannklemme 35 näher erläutert. Diese ähnelt dem vorangegangenen Ausführungsbeispiel, weshalb für wirkungs- und baugleiche Elemente gleiche Bezugsziffern verwendet werden. Es wird in der Folge nur auf die wesentlichen Unterschiede eingegangen und ergänzend auf das obige Vorbringen verwiesen.

Die in Fig. 7 dargestellte Variante verwendet wieder eine Drahtbandschleife 45. Der einzige Unterschied besteht darin, dass diese einseitig in einem der Vorsprünge 46 verankert und

somit nicht verstellbar ist. Die Verstellung erfolgt auf der gegenüberliegenden Seite mit dem bekannten Verstellmechanismus 47.

Bezugszeichenliste

1	Verbrennungsmotor
2.1, 2.2, 2.3	Zylinder
3.2, 3.2, 3.3	Hubkolben
4	Kurbelwelle
5.1, 5.2, 5.3, 5.4	Kurbelwellenlager
6.1, 6.2, 6.3	Pleuelstange
7.1, 7.2, 7.3	Kurbelwellenzapfen
8.1, 8.2, 8.3	großes Pleuelauge
9.1, 9.2, 9.3	kleines Pleuelauge
10.1, 10.2, 10.3	Kolbenbolzen
11	Kurbelwellenkettenrad
12	Steuerkette
13	Nockenwellenkettenrad
14	Nockenwelle
15	Spannschiene
16	Kettenspanner
18	telekopierbares Stangenteil
19	erster Abschnitt
20	zweiter Abschnitt
21	Kolbenstange
22	Kolben
23	Fuß
24	Verbindungsgewinde
25	Stirnseite
26	Schlüsselfläche

27	Verbindungsgewinde
28	Führungsabschnitt
29	Absatz
30	Kolbenstangendichtungseinheit
31	Kolbendichtung
32	Stützring
33	Spannzangenhülse
34	Spannzangenöffnung
35	Spannklemme
36	erste Klemmbacke
37	zweite Klemmbacke
38	Schwenkachse
39	Spannöse
40	Spannöse
41	Lage
42	Haltearm
43	Halteöffnung
44	Drahtbandschlaufe
45	Vorsprung
47	Spannmechanismus
A _H	Abstand
A _S	Abstand
D _F	Durchmesser Führungsabschnitt

Ansprüche

1. Montageverfahren zum Fügen eines teleskopierbaren Stangenteils (18) eines längenverstellbaren Pleuels mit folgenden Schritten:

Bereitstellen eines ein Pleuelauge (9.1) umfassenden ersten Abschnitts (19) des teleskopierbaren Stangenteils (18), wobei der erste Abschnitt (19) ein Verbindungsgewinde (24) aufweist,

Bereitstellen eines eine Kolbenstange (21) mit festverbundenem Kolben (22) umfassenden zweiten Abschnitts (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18), wobei der zweite Abschnitt (20) ein Verbindungsgewinde (27) aufweist, wobei zumindest an den zweiten Abschnitt (20) zu befestigende Dichtungs- und/oder Stütz- und/oder Verschlusselemente, die auf die Kolbenstange (21) bzw. den Kolben (22) von der Seite des zugehörigen Verbindungsgewindes (24) her zu montieren sind, bereits auf dem zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) angeordnet sind,

Bereitstellen eines Werkzeuges zum Aufbringen eines ausreichend hohen Reibschlusses an der Kolbenstange (21) bzw. dem Kolben (22) mittels formschlüssigen Klemmens, Aufbringen eines ausreichenden Reibschlusses mittels des Werkzeuges am zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18)

Verschrauben des ersten Abschnitts (19) des teleskopierbaren Stangenteils (18) mit dem zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) mittels der entsprechenden Verbindungsgewinde (24, 27), und

Aufbringen des erforderlichen Anzugsmoments zwischen dem ersten Abschnitt (19) des teleskopierbaren Stangenteils (18) und dem am zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) mittels des befestigten Werkzeuges.

2. Montageverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolben (22) am zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) auf der dem Verbindungsgewinde (27) abgewandten Seite einen Absatz (29) zum Aufbringen eines Dichtungselements und/oder Stützelements aufweist und das Aufbringen des Reibschlusses auf dem Absatz (29) erfolgt.

3. Montageverfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Werkzeug eine Spannzange bereitgestellt wird und das Aufbringen des Reibschlusses auf dem Absatz (29) mittels der Spannzange erfolgt, wobei vorzugsweise nach dem Aufbringen des erforderlichen Anzugsmoments der Reibschluss zwischen Absatz (29) und Werkzeug gelöst und nach

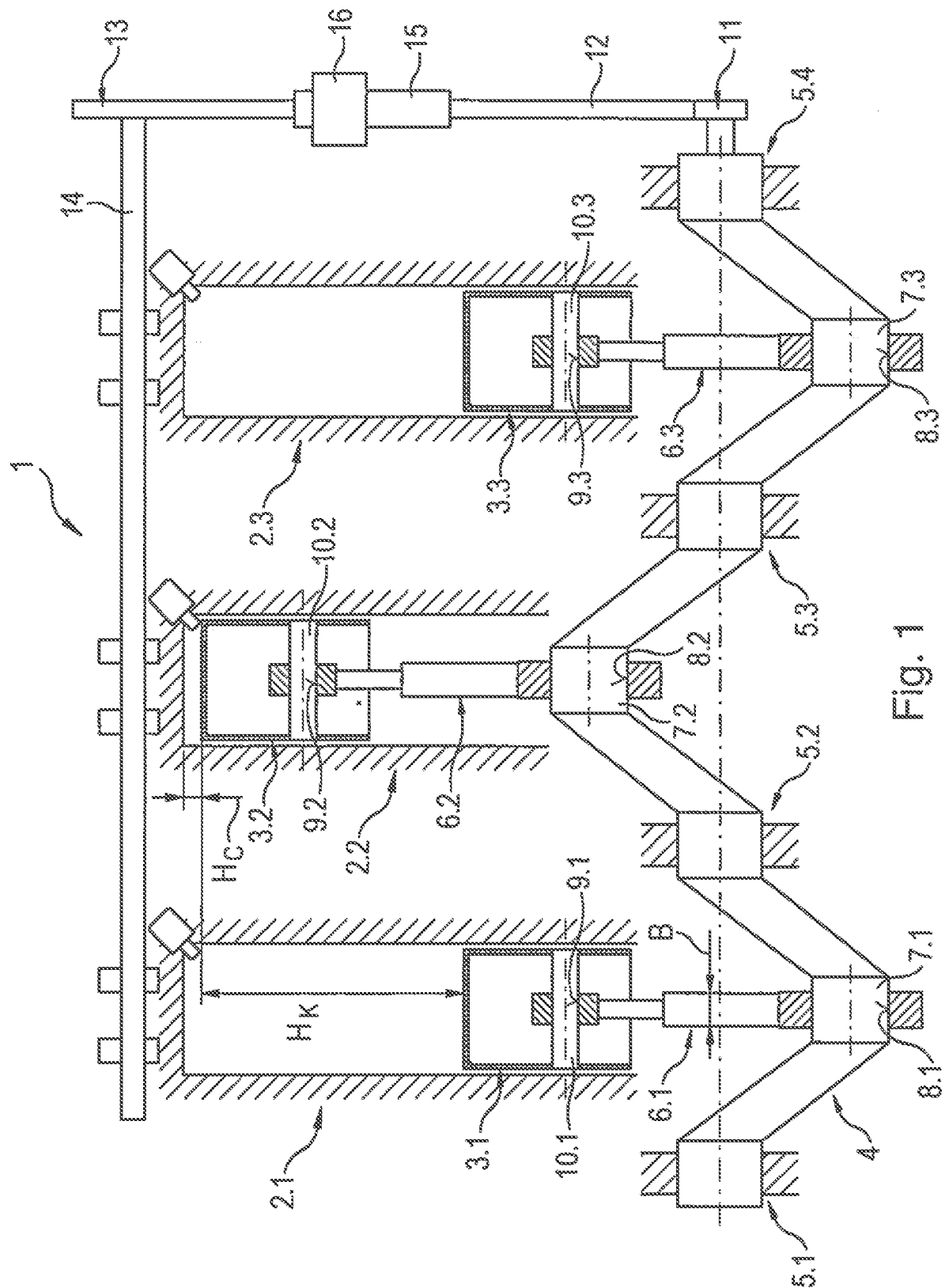
Freigabe des Absatzes (29) auf diesem ein Dichtungselement und/oder Stützelement montiert wird.

4. Montageverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Werkzeug eine Spannklemme (35) bereitgestellt wird, deren Spannbreite maximal der zur Verfügung stehenden Klemmbreite am zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) entspricht, wobei vorzugsweise zumindest eine Spannfläche der Spannklemme (35) aus einem Material geformt ist, das weicher ist als das den Klemmbereich des zweiten Abschnitts (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) formende Material.
5. Montageverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Klemmbereich des zweiten Abschnitts (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) am zwischen einer vorderen und einer hinteren Kolbendichtung (31) liegenden Führungsabschnitt (28) des Kolbens (22) befindet und die Spannfläche des Werkzeugs aus einem Material geformt ist, das weicher ist als das den Führungsabschnitt (28) des Kolbens (22) formende Material.
6. Montageverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug im Bereich seiner Spannfläche mit einem weicheren Material, bevorzugt einem ausreichend festen Elastomermaterial, versehen ist.
7. Montageverfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Führungsabschnitt (28) einen Absatz und/oder eine Nut aufweist und das weichere Material beim Aufbringen des erforderlichen Reibschlusses als Ausgleichselement für die Oberflächenkontur des Führungsabschnitts (28) wirkt.
8. Montageverfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spannklemme (35) zwei schwenkbar zueinander angeordnete Klemmbacken (36, 37) aufweist, ein Abstand (A_S) der Schwenkachse (38) zur Achse des teleskopierbaren Stangenteils (18) kleiner ist als der Durchmesser (D_F) des Klemmbereiches des teleskopierbaren Stangenteils (18) und versetzt zur Teilungsebene der Klemmbacken (38, 37) ein Haltearm (42) angeordnet ist, dessen Halterabstand (A_H) zur Achse des teleskopierbaren Stangenteils (18) größer ist als der Durchmesser (D_F) des Klemmbereiches des teleskopierbaren Stangenteils (18).

9. Montageverfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spannklemme (35) eine Drahtbandschleife (45) aufweist, die mittels eines Verstellelements hinsichtlich ihres Klemmumfangs verstellbar ist und die Drahtbandschleife (45) auf dem Klemmbereich des zweiten Abschnitts (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) zum Aufbringen des ausreichenden Reibschlusses positioniert wird.

10. Verwendung eines teleskopierbaren Stangenteils (18) einer längenverstellbaren Pleuelstange in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das teleskopierbare Stangenteil (18) einen ein Pleuelauge (9.1) umfassenden ersten Abschnitt mit einem Verbindungsgewinde (24) und einen die Pleuelstange (21) mit festverbundenen Pleuelstange (22) umfassenden zweiten Abschnitt (29) mit einem Verbindungsgewinde (27) umfasst.

1/5



2/5

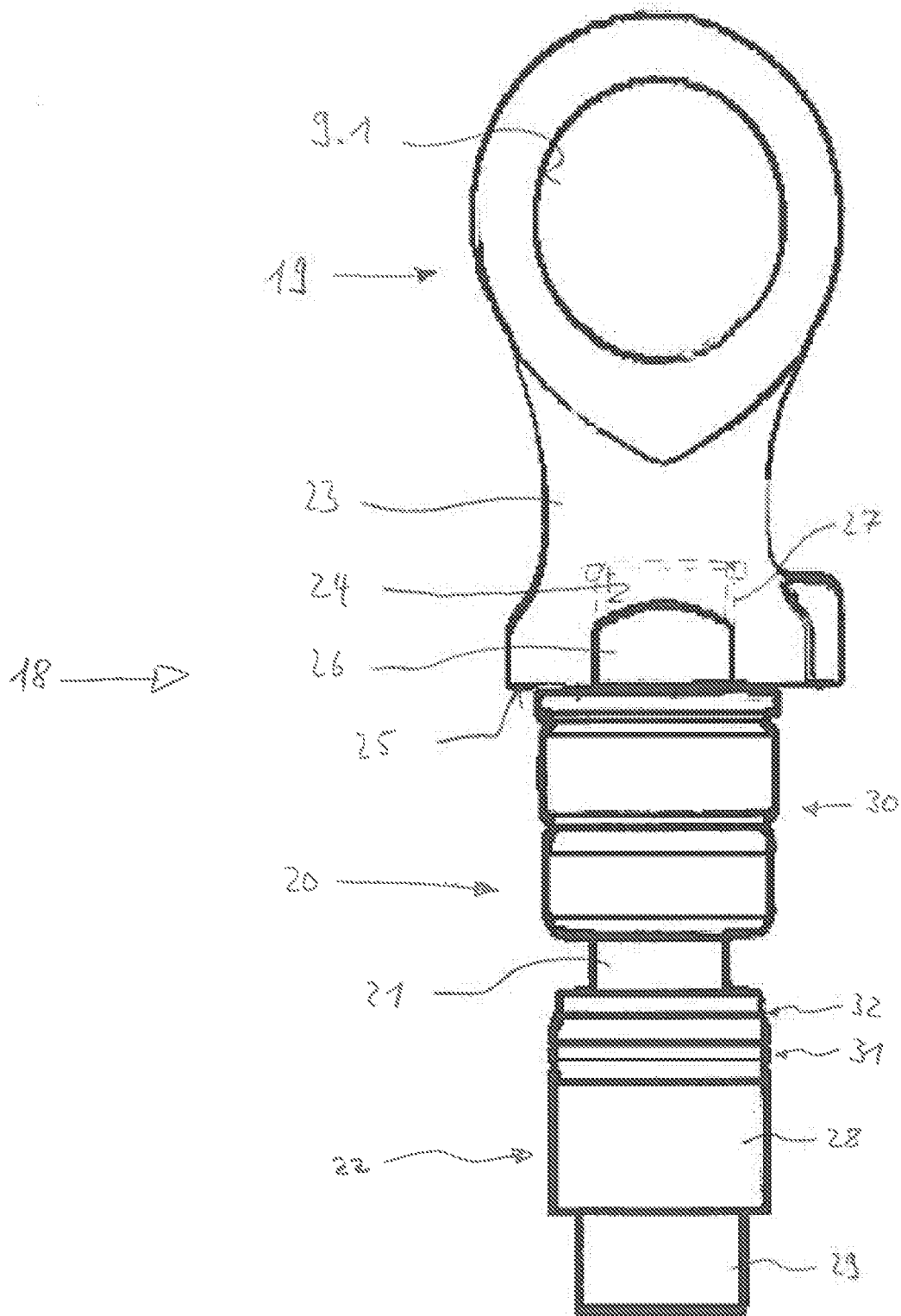


Fig. 2

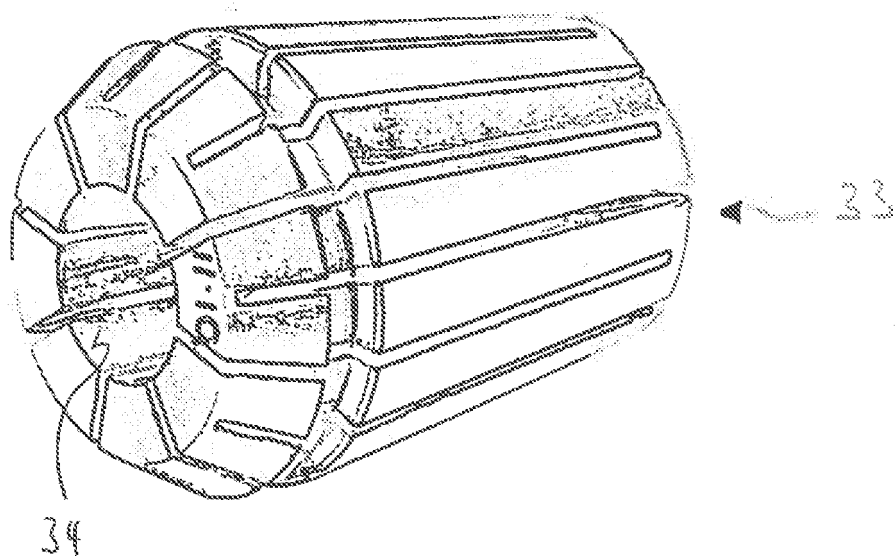


Fig. 3

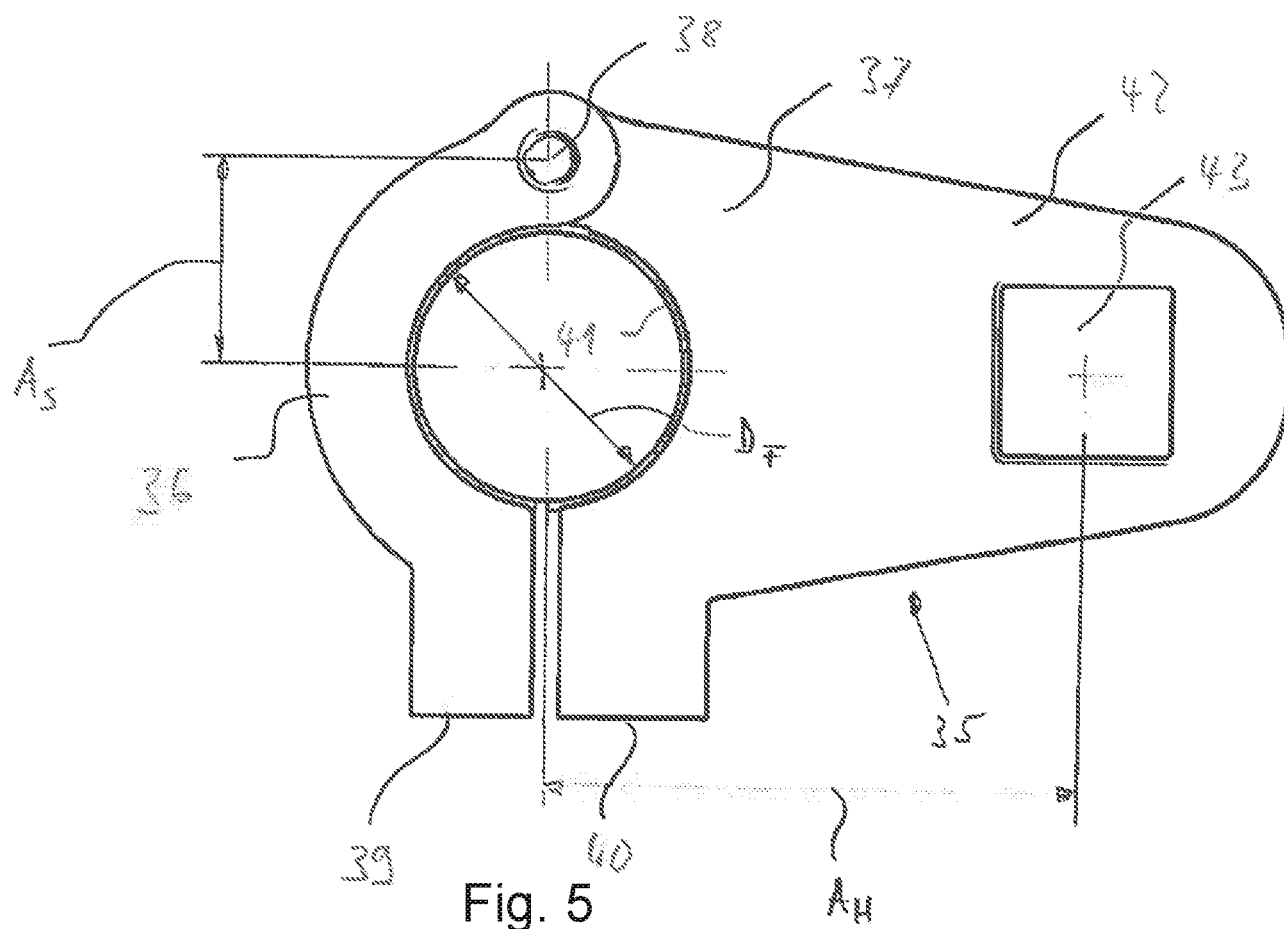


Fig. 5

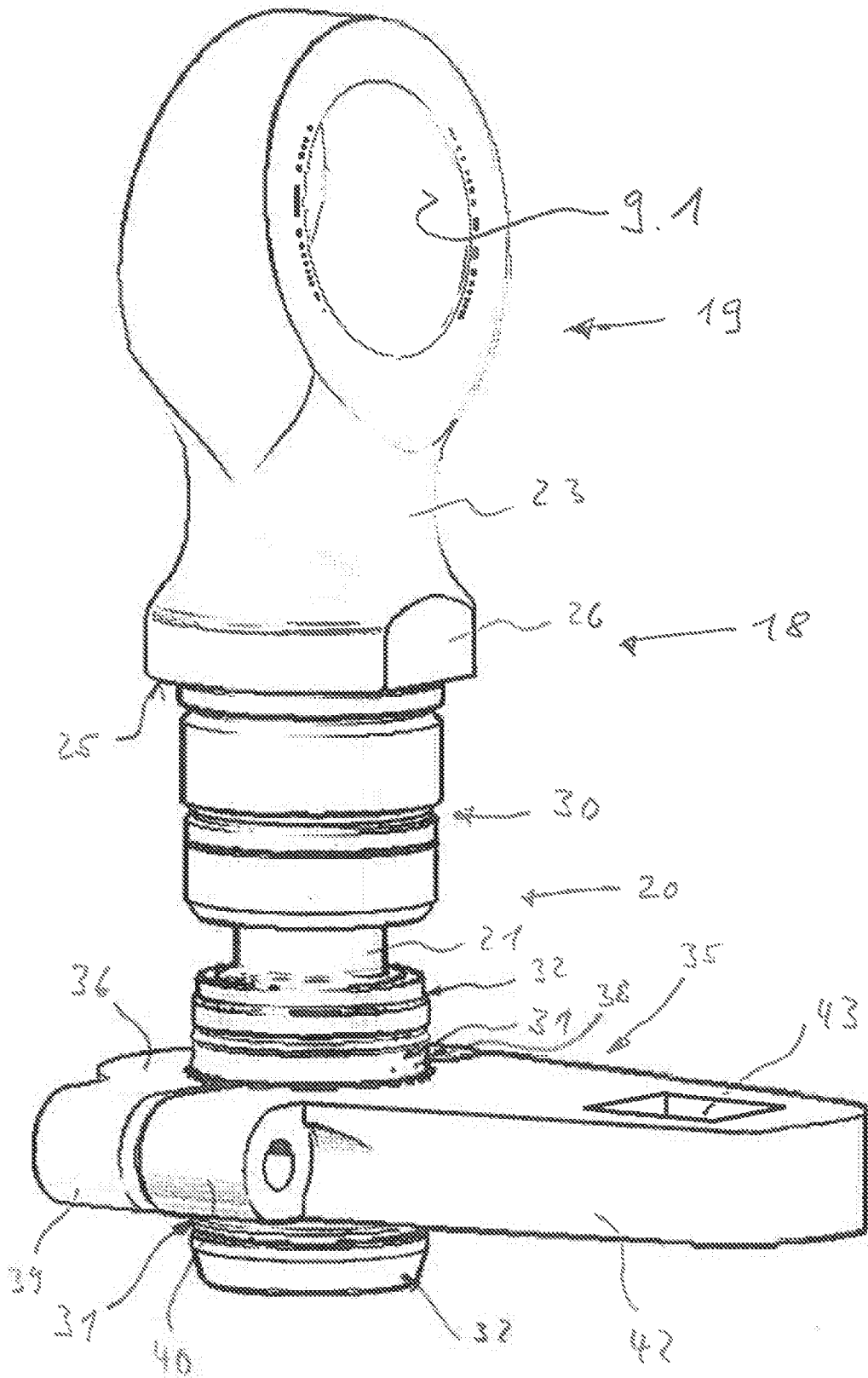


Fig. 4

5/5

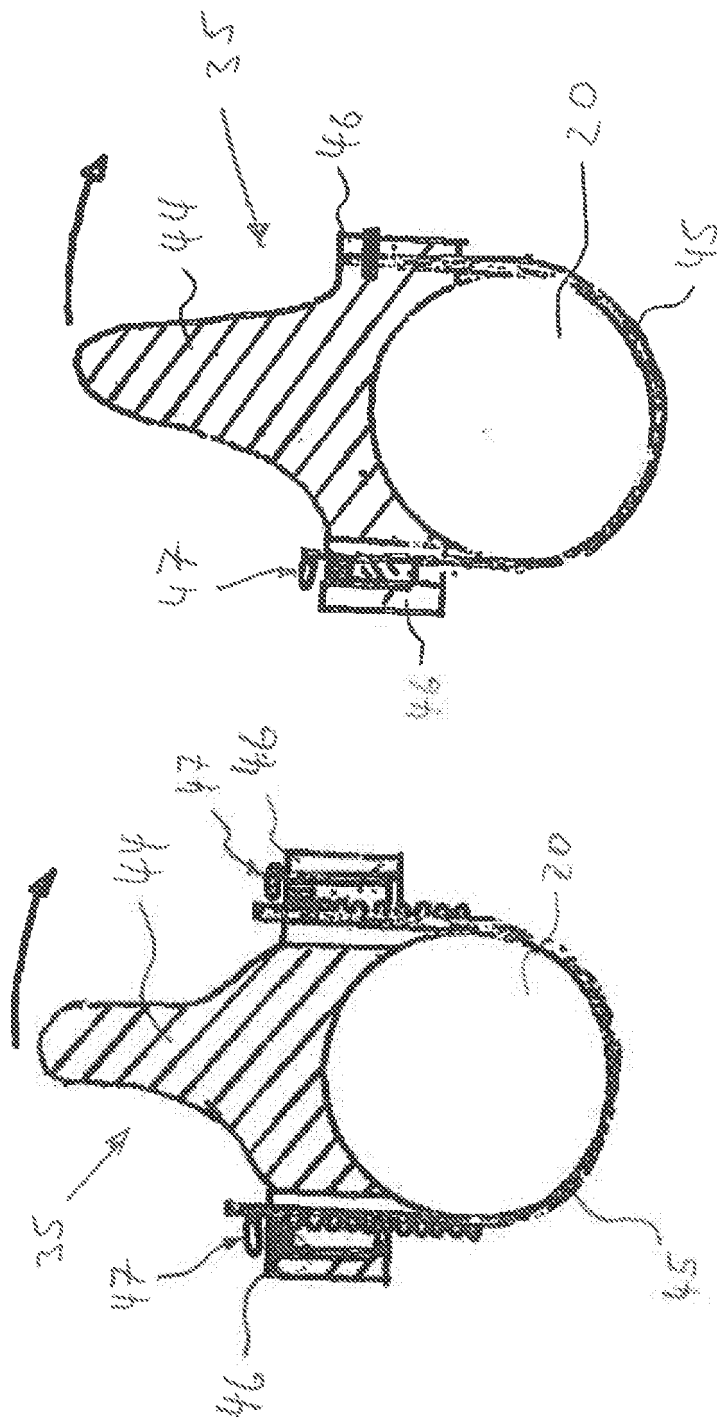


Fig. 7

Fig. 6

Ansprüche

1. Montageverfahren zum Fügen eines teleskopierbaren Stangenteils (18) eines längenverstellbaren Pleuels mit folgenden Schritten:

Bereitstellen eines ein Pleuelauge (9.1) umfassenden ersten Abschnitts (19) des teleskopierbaren Stangenteils (18), wobei der erste Abschnitt (19) ein Verbindungsgewinde (24) aufweist,

Bereitstellen eines eine Kolbenstange (21) mit festverbundenem Kolben (22) umfassenden zweiten Abschnitts (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18), wobei der zweite Abschnitt (20) ein Verbindungsgewinde (27) aufweist und der Kolben (22) auf der dem Verbindungsgewinde (27) abgewandten Seite einen Absatz (29) zum Aufbringen eines Dichtungselements und/oder Stützelements aufweist, wobei zumindest an den zweiten Abschnitt (20) zu befestigende Dichtungs- und/oder Stütz- und/oder Verschlusselemente, die auf die Kolbenstange (21) bzw. den Kolben (22) von der Seite des zugehörigen Verbindungsgewindes (24) her zu montieren sind, bereits auf dem zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) angeordnet sind,

Bereitstellen eines Werkzeuges zum Aufbringen eines ausreichend hohen Reibschlusses an der Kolbenstange (21) bzw. dem Kolben (22) mittels formschlüssigen Klemmens, Aufbringen eines ausreichenden Reibschlusses mittels des Werkzeuges am zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18)

Verschrauben des ersten Abschnitts (19) des teleskopierbaren Stangenteils (18) mit dem zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) mittels der entsprechenden Verbindungsgewinde (24, 27), und

Aufbringen des erforderlichen Anzugsmoments zwischen dem ersten Abschnitt (19) des teleskopierbaren Stangenteils (18) und dem am zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) mittels des befestigten Werkzeuges

dadurch gekennzeichnet, dass als Werkzeug eine Spannzange bereitgestellt wird und der vordere Absatz (29) des Kolbens (22) in eine vordere Klemmöffnung (34) einer Spannzangenhülse (33) eingebracht wird und das Aufbringen des Reibschlusses auf dem Absatz (29) mittels der Spannzange über die Spannzangenhülse (33) erfolgt.

2. Montageverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Aufbringen des erforderlichen Anzugsmoments der Reibschluss zwischen Absatz (29) und Werkzeug gelöst und nach Freigabe des Absatzes (29) auf diesem ein Dichtungselement und/oder Stützelement montiert wird.

3. Montageverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Werkzeug eine Spannklemme (35) bereitgestellt wird, deren Spannbreite maximal der zur Verfügung stehenden Klemmbreite am zweiten Abschnitt (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) entspricht, wobei vorzugsweise zumindest eine Spannfläche der Spannklemme (35) aus einem Material geformt ist, das weicher ist als das den Klemmbereich des zweiten Abschnitts (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) formende Material.
4. Montageverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Klemmbereich des zweiten Abschnitts (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) am zwischen einer vorderen und einer hinteren Kolbendichtung (31) liegenden Führungsabschnitt (28) des Kolbens (22) befindet und die Spannfläche des Werkzeugs aus einem Material geformt ist, das weicher ist als das den Führungsabschnitt (28) des Kolbens (22) formende Material.
5. Montageverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug im Bereich seiner Spannfläche mit einem weicheren Material, bevorzugt einem ausreichend festen Elastomermaterial, versehen ist.
6. Montageverfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Führungsabschnitt (28) einen Absatz und/oder eine Nut aufweist und das weichere Material beim Aufbringen des erforderlichen Reibschlusses als Ausgleichselement für die Oberflächenkontur des Führungsabschnitts (28) wirkt.
7. Montageverfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spannklemme (35) zwei schwenkbar zueinander angeordnete Klemmbacken (36, 37) aufweist, ein Abstand (A_S) der Schwenkachse (38) zur Achse des teleskopierbaren Stangenteils (18) kleiner ist als der Durchmesser (D_F) des Klemmbereiches des teleskopierbaren Stangenteils (18) und versetzt zur Teilungsebene der Klemmbacken (38, 37) ein Haltearm (42) angeordnet ist, dessen Halterabstand (A_H) zur Achse des teleskopierbaren Stangenteils (18) größer ist als der Durchmesser (D_F) des Klemmbereiches des teleskopierbaren Stangenteils (18).
8. Montageverfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spannklemme (35) eine Drahtbandschlaufe (45) aufweist, die mittels eines Verstellelements hinsichtlich ihres Klemmumfangs verstellbar ist und die Drahtbandschlaufe (45) auf dem Klemmbereich des zweiten Abschnitts (20) des teleskopierbaren Stangenteils (18) zum Aufbringen des ausreichenden Reibschlusses positioniert wird.

9. Verwendung eines teleskopierbaren Stangenteils (18) einer längenverstellbaren Pleuelstange in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das teleskopierbare Stangenteil (18) einen ein Pleuelauge (9.1) umfassenden ersten Abschnitt mit einem Verbindungsgewinde (24) und einen die Pleuelstange (21) mit festverbundenen Pleuellarm (22) umfassenden zweiten Abschnitt (29) mit einem Verbindungsgewinde (27) umfasst.