

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. November 2020 (19.11.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/227748 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02B 75/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2020/060201

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Mai 2020 (15.05.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A50438/2019 15. Mai 2019 (15.05.2019) AT

(71) Anmelder: **IWIS MOTORSYSTEME GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Albert-Roßhaupter-Str. 53, 81369 München (DE). **AVL LIST GMBH** [AT/AT]; Hans-List-Platz 1, 8020 Graz (AT).

(72) Erfinder: **ZOLTÁN, Riba**; Anzengruberstr. 3, 82140 Olching (DE).

(74) **Anwalt: KRONBERGER, Thomas**; Eingetragener Vertreter gemäß § 16a PatAnwG, Leopoldstr. 4, 80802 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,

(54) **Title:** LENGTH-ADJUSTABLE CONNECTING ROD COMPRISING A SUPPORT RING NUT

(54) **Bezeichnung:** LÄNGENVERSTELLBARE PLEUELSTANGE MIT STÜTZRINGMUTTER

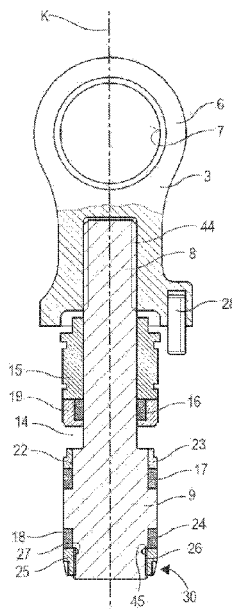


Fig. 3

(57) **Abstract:** The present invention relates to a length-adjustable connecting rod (1) for a piston engine, wherein the connecting rod (1) comprises an adjusting device for adjusting the effective length of the length-adjustable connecting rod (1), wherein the adjusting device comprises a cylinder-piston unit (10) which has: a cylinder (12); an adjusting piston (9) which is longitudinally movably positioned in the cylinder (12) and which is connected to a piston rod (8); at least one pressure chamber (13, 14) which is formed in the cylinder (12) and which is delimited on one side by the movable adjusting piston (9); and a sealing device which is located between the outer wall of the adjusting piston (9) and the inner wall of the cylinder (12). The sealing device has at least one high-pressure sealing ring (18) which is positioned on the adjusting piston (9). A support ring nut (25) secures the high-pressure sealing ring (18) on the adjusting piston (9), wherein the support ring nut (25) defines an annular groove (27) in the outer wall of the adjusting piston (9) on at least one side, in which annular groove the high-pressure sealing ring (18) is located. The invention also relates to a piston engine comprising at least one such length-adjustable connecting rod (1).

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine längenverstellbare Pleuelstange (1) für einen Pleuelmotor, wobei die Pleuelstange (1) eine Verstelleinrichtung zum Einstellen der Wirklänge der längenverstellbaren Pleuelstange (1) aufweist, wobei die Verstelleinrichtung eine Zylinder-Kolben-Einheit (10) aufweist mit einem Zylinder (12) und einem in dem Zylinder (12) längsbeweglich angeordneten Verstellkolben (9), der mit einer Pleuelstange (8) verbunden ist, mindestens einem in dem Zylinder (12) ausgebildeten Druckraum (13, 14), der von dem bewegbaren Verstellkolben (9) einseitig begrenzt ist, und einer zwischen der Außenwandung des Verstellkolbens (9) und der Innenwandung des Zylinders (12) angeordneten Dichtungseinrichtung. Dabei weist die Dichtungseinrichtung zumindest einen Hochdruck-Dichtungsring (18) auf, der auf dem Verstellkolben (9) angeordnet ist. Eine Stützringmutter (25) sichert den Hochdruck-Dichtungsring (18) auf dem Verstellkolben (9), wobei die Stützringmutter (25) in der Außenwandung des Verstellkolbens (9) zumindest einseitig eine Ringnut (27) begrenzt, in der der Hochdruck-Dichtungsring (18) angeordnet ist. Darüber hinaus betrifft die Erfindung einen Pleuelmotor mit zumindest einer solchen längenverstellbaren Pleuelstange (1).

RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Längenverstellbare Pleuelstange mit Stützringmutter

Die vorliegende Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange für einen Kolbenmotor, wobei die Pleuelstange eine Verstelleinrichtung zum Einstellen der Wirklänge der längenverstellbaren Pleuelstange aufweist, wobei die Verstelleinrichtung eine in der Pleuelstange angeordnete Zylinder-Kolben-Einheit mit einem Zylinder und einem in dem Zylinder längs beweglich angeordneten Verstellkolben, der mit einer Kolbenstange verbunden ist, mindestens einem in dem Zylinder ausgebildeten Druckraum, der von dem bewegbaren Verstellkolben einseitig begrenzt ist, und einer zwischen einer Außenwandung des Verstellkolbens und einer Innenwandung des Zylinders angeordneten Dichtungseinrichtung aufweist. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung einen Kolbenmotor mit zumindest einer solchen längenverstellbaren Pleuelstange.

Bei Verbrennungsmotoren mit Hubkolben gibt es Bestrebungen, das Verdichtungsverhältnis während des Betriebs zu verändern und auf den jeweiligen Betriebszustand des Motors anzupassen, um den thermischen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors zu verbessern. Mit steigendem Verdichtungsverhältnis nimmt der thermische Wirkungsgrad zu, jedoch kann ein zu hohes Verdichtungsverhältnis zu einer unbeabsichtigten Selbstzündung des Kolbenmotors führen. Eine solche frühzeitige Verbrennung des Kraftstoffes führt nicht nur zu einem unruhigen Lauf und dem sogenannten Klopfen des Motors, sondern kann auch zu Bauteilschäden am Motor führen. Im Teillastbereich ist die Gefahr der Selbstzündung geringer, so dass ein höheres Verdichtungsverhältnis möglich ist.

Zur Realisierung eines variablen Verdichtungsverhältnisses („variable compression ratio“ - VCR) existieren unterschiedliche Lösungen, mit denen die Lage des Hubzapfens der Pleuelstange oder des Pleuellagers des Pleuellagers verändert oder die effektive Länge der Pleuelstange variiert wird. Hierbei gibt es jeweils Lösungen für eine kontinuierliche und diskontinuierliche Verstellung der Bauteile. Eine kontinuierliche Längenverstellung des Abstands zwischen dem Pleuellagerbolzen und dem Pleuellagerzapfen ermöglicht eine gleitende Einstellung des Verdichtungsverhältnisses auf den jeweiligen Betriebspunkt und damit einen optimalen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors. Demgegenüber ergeben sich bei einer diskontinuierlichen Verstellung der Pleuellänge mit wenigen Stufen konstruktive und betriebstechnische Vorteile, welche im Vergleich zu einem konventionellen Pleuellagermotor trotzdem eine signifikante Verbesserung des Wirkungsgrades sowie entsprechende Einsparungen im Verbrauch und im Schadstoffausstoß ermöglichen.

Eine diskontinuierliche Verstellung des Verdichtungsverhältnisses für einen Kolbenmotor beschreibt die EP 1 436 584 A1, in der ein mit dem Kolbenbolzen des Hubkolbens verbundener Exzenter eine Anpassung des Verdichtungsverhältnisses ermöglicht, wobei die Fixierung des Exzenters in den jeweiligen Endstellungen des Schwenkbereichs mittels einer mechanischen Arretierung erfolgt. Demgegenüber offenbart die DE 10 2005 055 199 A1 eine längenverstellbare Pleuelstange, mit der unterschiedliche Verdichtungsverhältnisse realisiert werden können, wobei der Exzenter durch zwei Zylinder-Kolben-Einheiten und den hydraulischen Druckunterschied des zugeführten Motoröls in seiner Position fixiert wird.

Die WO 2015/055582 A2 zeigt eine längenverstellbare Pleuelstange mit teleskopartig ineinander verschiebbaren Pleuelteilen, wobei der am ersten Pleuelteil vorgesehene Verstellkolben den Zylinder des zweiten Pleuelteils in zwei Druckräume unterteilt. Die beiden Druckräume dieser Zylinder-Kolben-Einheit werden über Rückschlagventile mit Motoröl versorgt, wobei sich jeweils nur in einer Druckkammer unter Druck stehendes Motoröl befindet. Ist die längenverstellbare Pleuelstange in der langen Position, befindet sich in der oberen Druckkammer kein Motoröl, während die untere Druckkammer hingegen vollständig mit Motoröl gefüllt ist. Im Betrieb wird dann eine Zugkraft durch den mechanischen Kontakt mit dem oberen Anschlag des Verstellkolbens aufgenommen. Eine einwirkende Druckkraft wird über die Kolbenfläche auf die motorölgefüllte untere Druckkammer übertragen. Da das Rückschlagventil dieser Kammer den Rücklauf des Motoröls unterbindet, steigt der Druck des Motoröls an, so dass die Pleuelstange in dieser Richtung hydraulisch gesperrt ist. In der kurzen Stellung der längenverstellbaren Pleuelstange drehen sich die Verhältnisse in der Zylinder-Kolben-Einheit um. Die untere Druckkammer ist leer, während die obere Druckkammer mit Motoröl gefüllt ist. Entsprechend bewirkt eine Zugkraft einen Druckanstieg in der oberen Kammer und eine hydraulische Sperrung der längenverstellbaren Pleuelstange, während eine Druckkraft durch den mechanischen Anschlag des Verstellkolbens aufgenommen wird.

Beim Betrieb einer solchen längenverstellbaren Pleuelstange in einem Kolbenmotor sind die von der Pleuelstange zu übertragenden Kräfte beträchtlich, weshalb auch die Drücke in den Druckkammern der Zylinder-Kolben-Einheit sehr hoch sein können. Angesichts der hohen Innendrücke in den Druckkammern ist sowohl die Dauerfestigkeit der im Bereich der Zylinder-Kolben-Einheit verwendeten Werkstoffe problematisch, aber auch die Konstruktion der Komponenten im Hinblick auf die Belastungen und den geringen zur Verfügung stehenden Bau-raum. Darüber hinaus wird die Zylinder-Kolben-Einheit beim Einsatz der längenverstellbaren Pleuelstange in einem Kolbenmotor üblicherweise von dem Motoröl des Kolbenmotors ge-

speist, dessen Viskositäten nicht nur mit der Betriebstemperatur, sondern auch mit zunehmender Betriebsdauer abnimmt, und mit dem schädliche Partikel in die Verstelleinrichtung der Pleuelstange eingetragen werden. Neben Rußpartikeln, die bei der Verbrennung im Kolbenmotor entstehen können, sind dies insbesondere Abrieb aus dem Betrieb und Metallspäne aus der Herstellung des Kolbenmotors. Unabhängig von einer Viskositätsabnahme des Motoröls und den darin transportierten Partikeln muss die Verstelleinrichtung auf Dauer funktionsfähig bleiben.

Im Hinblick auf die extremen Druckdifferenzen in den Druckkammern einer Zylinder-Kolben-Einheit für eine längenverstellbare Pleuelstange von über 1000 bar und den Einfluss der Kraftübertragung über die Pleuelstange an die Kurbelwelle auf die Leistung des Kolbenmotors ist eine gute und sichere Abdichtung der Druckkammern essentiell. Eine Leckage aus dem jeweils gesperrten Druckraum führt zu einem Einrücken des Verstellkolbens in die jeweilige Druckkammer, wodurch ein Arbeitsbetrag entsprechend der Kraft aus dem Verstellkolben und dem Weg des Verstellkolbens dissipiert wird, was zu einem Leistungsverlust des Kolbenmotors führt. Dieser Leistungsverlust ist entsprechend den jeweiligen Konstruktionen der Zylinder-Kolben-Einheiten von dem verbesserten thermischen Wirkungsgrad durch das variable Verdichtungsverhältnis abzuziehen.

In herkömmlichen längenverstellbaren Pleuelstangen mit einer Zylinder-Kolben-Einheit werden als Dichtungseinrichtungen einfache Spaltdichtungen oder berührende Kolbendichtungen eingesetzt. In der DE 10 2016 120 967 A1 wird beispielsweise eine längenverstellbare Pleuelstange mit einer Zylinder-Kolben-Einheit beschrieben, bei der die beiden Druckkammern einer Zylinder-Kolben-Einheit von jeweils mindestens einer Kolbendichtung abgedichtet werden. Dabei ist jede Kolbendichtung in einer umlaufenden Kolbennut angeordnet, die an der der Druckkammer zugewandten Außenwandung des Verstellkolbens ausgebildet ist. Da die Verstelleinrichtung einer Zylinder-Kolben-Einheit für einen Einsatz bei sehr hohen Drücken ausgerichtet ist, weisen die entsprechenden Kolbendichtungen oftmals einen komplexen Aufbau, geringe Elastizität oder empfindliche Oberflächen auf, so dass bei einer Montage der Kolbendichtungen leicht Beschädigungen auftreten, die wiederum zu einem Versagen der längenverstellbaren Pleuelstange führen können. Darüber hinaus müssen die Kolbendichtungen möglichst genau in der umlaufenden Kolbennut angeordnet sein, d.h. ohne ein zu großes Spiel in der Kolbennut zu haben oder darin gequetscht zu werden, um eine optimale Funktion bei den extremen Druckdifferenzen in den Druckkammern der Zylinder-Kolben-Einheit zu gewährleisten.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine längenverstellbare Pleuelstange bereitzustellen, die eine einfache Montage und gute Funktion der Dichtungseinrichtung zwischen Verstellkolben und Zylinder ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Dichtungseinrichtung zumindest einen Hochdruck-Dichtungsring aufweist, der auf dem Verstellkolben angeordnet ist, und eine Stützringmutter vorgesehen ist, die in der Außenwandung des Verstellkolbens zumindest einseitig eine Ringnut ausbildet und/oder begrenzt und den in der Ringnut angeordneten Hochdruck-Dichtungsring sichert. Vorzugsweise ist der Hochdruck-Dichtungsring einteilig ausgebildet oder aus mehreren, radial nicht trennbaren Teilen ausgeführt. Unter einem Hochdruck-Dichtungsring wird im Rahmen der vorliegenden Offenbarung insbesondere ein Dichtungsring verstanden, der für Einsätze in Druckbereichen von größer 1000 bar eingerichtet ist. Mit anderen Worten weist die Dichtungseinrichtung erfindungsgemäß zumindest einen für die Verwendung bei Drücken von größer 1000 bar geeigneten Hochdruck-Dichtungsring auf.

Eine erfindungsgemäß vorgesehene Stützringmutter ist sicher und genau auf der Außenwandung, d.h. auf der im Wesentlichen zylindrischen Umfangsfläche des Verstellkolbens positionierbar und ermöglicht eine spielfreie und quetschfreie Positionierung des geschlossenen Hochdruck-Dichtungsringes, der entsprechend der Form des Verstellkolbens bevorzugt eine runde oder leicht ovale Form aufweist und trotz des in der mindestens einen Druckkammer auftretenden hohen Betriebsdrucks eine komplette fluidische Trennung ermöglicht. Die Zylinder-Kolben-Einheit bewirkt dabei als Teil der Verstelleinrichtung eine Veränderung der Wirklänge der längenverstellbaren Pleuelstange, d.h. dem Abstand zwischen dem ersten Pleuelauge zur Aufnahme eines Kolbenbolzens und dem zweiten Pleuelauge zur Aufnahme eines Kurbelwellenzapfens in Längsrichtung der längenverstellbaren Pleuelstange.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass der Verstellkolben zumindest einen Anschlag aufweist, an dem die Stützringmutter anliegt um die Ringnut zu begrenzen. Ein solcher Anschlag auf der Außenwandung des Verstellkolbens ermöglicht eine klare Abgrenzung und eine definierte Breite der Ringnut zur Aufnahme des Hochdruck-Dichtungsringes.

Für eine einfache und schnelle Montage kann die Stützringmutter auf ein Gewinde an einem Ende des Verstellkolbens aufgeschraubt sein, wobei vorzugsweise das Gewinde in der Außenwandung des Verstellkolbens und/oder an dem einer zugeordneten Kolbenstange abgewandten freien Ende des Verstellkolbens ausgeführt ist.

In einer Variante bildet das Gewinde in der Außenwandung des Verstellkolbens den Anschlag aus, an dem die Stützringmutter anliegt um die Ringnut zu begrenzen. Durch die Ausbildung des Anschlags für die Stützringmutter durch das Gewinde in der Außenwandung des Verstellkolbens wird die Komplexität der Konstitution des Verstellkolbens reduziert, ein einfaches Festschrauben der Stützringmutter ermöglicht und Fehler bei der Positionierung der Stützringmutter vermieden. Mit anderen Worten ist kein physischer Anschlag durch ein Absetzen der Außenoberfläche des Verstellkolbens vorgesehen, sondern es ergibt sich ein Anschlag durch ein nur über einen Bereich des Verstellkolbens ausgeführtes Gewinde, so dass ein Aufschrauben der Stützringmutter nur auf diesem Bereich und nicht weiter möglich ist.

Eine sinnvolle Ausgestaltung sieht vor, dass das Gewinde in der Außenwandung des Verstellkolbens als ein selbstsicherndes Gewinde ausgebildet ist, um die Stützringmutter auf der Außenwandung des Feststellkolbens zu fixieren. Dadurch werden ein unbeabsichtigtes Lösen der Stützringmutter sowie ein nachfolgender Ausfall der längenverstellbaren Pleuelstange verhindert.

Eine weitere Ausbildung sieht vor, dass die Stützringmutter ein Werkzeugaufnahmeprofil aufweist. Ein solches Werkzeugaufnahmeprofil in Form von abgeflachten Umfangsrändern, Nuten oder Bohrungen am Umfang der Stützringmutter ermöglicht ein sicheres Eingreifen eines Werkzeugs zur Montage der Stützringmutter, sowie das sichere Aufbringen des benötigten Anzugsdrehmoments zur Fixierung der Stützringmutter auf dem Verstellkolben. Dabei kann die Stützringmutter in einer besonderen Bauform als Nutmutter oder als Kreuzlochmutter ausgebildet sein. Die bei einer Nutmutter oder Kreuzlochmutter notwendigen Einzelnuten oder Bohrungen können in sehr einfacher Weise am Umfang der Stützringmutter ausgeformt sein, wobei mehrere Nuten oder Bohrungen üblicherweise gleich verteilt am Umfang der Stützringmutter vorgesehen sind.

Zur Ausbildung einer klar abgegrenzten Ringnut in der Außenwandung des Verstellkolbens kann die Stützringmutter eine die Ringnut begrenzende durchgehende Innenringfläche aufweisen, wobei der Außenteil der Stützringmutter bevorzugt angeschrägt oder angefast ist. Neben der optimierten und sicheren Positionierung des Hochdruck-Dichtungsringes in der Ringnut kann beim angeschrägten oder angefasten Außenteil mit mehreren gleich verteilten Nuten ein Klauenwerkzeug zum Eingriff in das Werkzeugaufnahmeprofil zum Einsatz kommen. Trotz des Eingriffs eines solchen Werkzeugs in das flache Werkzeugaufnahmeprofil am kronenförmigen Außenteil der Stützringmutter kann so ein hohes Montagedrehmoment aufgebracht werden,

das gegebenenfalls ausreicht, um den Verstellkolben selbst oder eine zugehörige Kolbenstange sicher mit dem zugehörigen Pleuekopf zu verbinden.

Insbesondere handelt es sich bei der Innenringfläche um eine normal zu einer Pleuellängsachse orientierten Fläche an der Ober- bzw. Unterseite der Stützringmutter.

Unter dem Außenteil der Stützringmutter ist insbesondere die im Wesentlichen konzentrisch zur Pleuellängsachse verlaufende Außenoberfläche der Stützringmutter zu verstehen. Unter einem angeschrägten oder -gefasten Verlauf ist hier ein Verlauf zu verstehen, bei dem der Durchmesser der Außenoberfläche der Stützringmutter bzw. der Querschnitt der Stützringmutter in axialer Richtung parallel zur Pleuellängsachse ab- bzw. zunimmt.

Wenn also z.B. die Stützringmutter an der von der Kolbenstange abgewandten Seite des Verstellkolbens angeordnet ist, ist sie derart angeschrägt ausgeführt, dass ihr Durchmesser im axialen Verlauf in Richtung der Kolbenstange zunimmt.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel sieht vor, dass der Verstellkolben der Zylinder-Kolben-Einheit als ein zweiseitig wirkender Verstellkolben ausgebildet ist, wobei der längsbeweglich angeordnete Verstellkolben in dem Zylinder einen ersten Druckraum und einen zweiten Druckraum ausbildet und jeweils einseitig begrenzt. Die Druckräume befinden sich insbesondere in Richtung der Pleuellängsachse bzw. der Verstellkolbenlängsachse auf gegenüberliegenden Seiten des Verstellkolbens. Ein zweiseitig wirkender Verstellkolben ermöglicht ein Einstellen der Wirklänge der längenverstellbaren Pleuelstange sowohl in Richtung eines größeren Verdichtungsverhältnisses als auch in Richtung eines geringeren Verdichtungsverhältnisses mittels einer einzelnen Zylinder-Kolben-Einheit. Im Gegensatz zu der längenverstellbaren Pleuelstange mit Exzenter aus der DE 10 2005 055 199 A1 wird zur bidirektionalen Verstellung der Wirklänge, bzw. des Verdichtungsverhältnisses derselbe Verstellkolben verwendet. Günstigerweise kann hier ein Stufenkolben eingesetzt werden, mittels dessen größerer Stirnseite bei entsprechender Beaufschlagung die Pleuelstange in ihre ausgefahrene Stellung gedrückt wird. Aufgrund der vorherrschenden Kraftverhältnisse in dem Kolbenmotor reicht die kleinere Stirnfläche für die Verstellung in die entgegengesetzte Richtung aus.

Eine zweckmäßige Ausbildung der längenverstellbaren Pleuelstange sieht vor, dass die Pleuelstange zumindest zwei Pleuelteile aufweist, wobei das erste Pleuelteil ein erstes Pleuelauge zur Aufnahme eines Kolbenbolzens und das zweite Pleuelteil ein zweites Pleuelauge zur Aufnahme eines Kurbelwellenzapfens aufweist, und wobei das erste Pleuelteil gegenüber dem zweiten Pleuelteil in Längsrichtung der Pleuelstange bewegbar ist, bevorzugt teleskopierbar

bewegbar ist, um den Abstand zwischen dem Kolbenbolzen und dem Kurbelwellenzapfen zu verstellen. Im Gegensatz zu Pleuelstangen mit Exzenter ermöglichen zwei in Längsrichtung der Pleuelstange zueinander bewegbare Pleuelteile einen stabilen Aufbau sowie einen sicheren dauerhaften Betrieb der längenverstellbaren Pleuelstange.

Dabei kann das erste Pleuelteil mit dem Verstellkolben der Zylinder-Kolben-Einheit verbunden sein, wobei vorzugsweise das erste Pleuelteil über die Kolbenstange mit dem Verstellkolben verbunden ist, und das zweite Pleuelteil den Zylinder der Zylinder-Kolben-Einheit aufweisen. Der Zylinder kann beispielsweise als Zylinderbohrung oder als Zylinderhülse ausgeführt sein. Damit kann das erste Pleuelteil relativ zum zweiten Pleuelteil bewegt werden. Dies ermöglicht neben einem sehr robusten Aufbau der längenverstellbaren Pleuelstange auch einfache und kostengünstige Pleuelteile, wobei der Verstellkolben des ersten Pleuelteils bevorzugt direkt mit der Kolbenstange und dem Pleuelkopf mit dem ersten Pleuelauge verbunden ist und das zweite Pleuelteil ein Gehäuse aufweisen, indem neben dem Zylinder auch eine hydraulische Steuereinrichtung zur Steuerung der Zylinder-Kolben-Einheit vorgesehen ist.

Des Weiteren bezieht sich die Erfindung auf einen Kolbenmotor mit mindestens einem Motor-Zylinder, einem sich in dem Motor-Zylinder bewegenden Hubkolben und mindestens einem einstellbaren Verdichtungsverhältnis in dem Motor-Zylinder, sowie mit zumindest einer mit dem Hubkolben verbundenen längenverstellbaren Pleuelstange gemäß den vorbeschriebenen Ausführungsformen. Bevorzugt sind sämtliche Hubkolben des Kolbenmotors mit einer derartigen längenverstellbaren Pleuelstange ausgestattet und die jeweiligen Zylinder-Kolben-Einheiten mit der Motorölhydraulik des Kolbenmotors verbunden. Die Kraftstoffeinsparung eines solchen Kolbenmotors kann beträchtlich sein, wenn in Abhängigkeit von dem jeweiligen Betriebszustand das Verdichtungsverhältnis entsprechend eingestellt wird. Mittels dem von der Stützringmutter sicher in der Ringnut am Verstellkolben angeordneten Hochdruck-Dichtungsring ist neben einem einfachen und sicheren Aufbau auch eine dauerhafte Funktion der längenverstellbaren Pleuelstange gewährleistet.

Im Folgenden werden nicht-einschränkende Ausführungsformen der Erfindung anhand beispielhafter Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange,

Fig. 2 eine schematische Ansicht der teilweise freigeschnittenen längenverstellbaren Pleuelstange,

Fig. 3 eine vergrößerte Schnittansicht des ersten Pleuelteils aus Fig. 2 und

Fig. 4 eine vergrößerte perspektivische Ansicht des Verstellkolbens der Zylinder-Kolben-Einheit aus Fig. 2.

Die in Fig. 1 dargestellte längenverstellbare Pleuelstange 1 umfasst zwei teleskopierbar zueinander bewegbare Pleuelteile 2, 3. Das in der Darstellung der längenverstellbaren Pleuelstange 1 in Fig. 1 unten angeordnete gehäusefeste zweite Pleuelteil 2 weist ein großes Pleuelauge 4 auf, mit dem die längenverstellbare Pleuelstange 1 auf der Kurbelwelle (nicht gezeigt) des Kolbenmotors gelagert ist. Dazu ist am zweiten Pleuelteil 2 weiter eine Lagerschale 5 angeordnet, die zusammen mit dem ebenfalls lagerschalenartig ausgebildeten unteren Bereich der zweiten Pleuelstange 2 das große Pleuelauge 4 ausbildet. Die Lagerschale 5 und das zweite Pleuelteil 2 werden mittels Pleuelschrauben 31 miteinander verbunden. Gehäusefest bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das zweite Pleuelteil 2 abgesehen von der Drehbewegung um bzw. mit der Kurbelwelle keine Bewegung ausführt.

Das demgegenüber verstellbare erste Pleuelteil 3 weist einen Pleuelkopf 6 mit einem kleinen Pleuelauge 7 auf, das den Kolbenbolzen (nicht gezeigt) des Hubkolbens im Kolbenmotor aufnimmt.

Wie in der teilweise freigeschnittenen Ansicht in Fig. 2 gut zu erkennen, ist der Pleuelkopf 6 mit einer Kolbenstange 8 und über die Kolbenstange 8 mit dem Verstellkolben 9 einer hier als Zylinder-Kolben-Einheit 10 ausgebildeten Verstelleinrichtung der längenverstellbaren Pleuelstange 1 verbunden. Der Verstellkolben 9 ist in einem Zylinder 12 der Zylinder-Kolben-Einheit 10 längs beweglich. Der Pleuelkopf 6 ist üblicherweise mit der Kolbenstange 8 verschraubt, verschweißt oder verstiftet, während der Verstellkolben 9 und die Kolbenstange 8 einteilig ausgebildet sind. Dies ermöglicht vor einem Zusammenbau des ersten Pleuelteils 3, einen Zylinderdeckel 15 der Zylinder-Kolben-Einheit 10 und eine Stangendichtung 16 auf der Kolbenstange 8 sowie eine obere Kolbendichtung 17 als Teil der zwischen einer Außenwandung des Verstellkolbens 9 und einer Innenwandung des Zylinders 12 angeordneten Dichtungseinrichtung an dem Verstellkolben 9 einfach und sicher anzuordnen. In einer nicht dargestellten Variante kann auch der Verstellkolben 9 mit der Kolbenstange 8 verschraubt oder verpresst werden.

Das erste Pleuelteil 3 ist über den Verstellkolben 9 teleskopierbar in dem zweiten Pleuelteil 2 geführt, um den Abstand zwischen dem im kleinen Pleuelauge 7 aufgenommenen Kolbenbolzen des Hubkolbens und der in dem großen Pleuelauge 4 aufgenommenen Kurbelwelle des

Kolbenmotors zu verstellen und so das Verdichtungsverhältnis des Kolbenmotors an den jeweiligen Betriebszustand anzupassen. Dadurch ist es möglich, den Kolbenmotor im Teillastbereich mit einem höheren Verdichtungsverhältnis als unter Volllast zu betreiben und so den Wirkungsgrad des Motors zu erhöhen. In einem Gehäuse 11 des zweiten Pleuelteils 2 ist im oberen Bereich ein Zylinder 12 ausgebildet, der als Zylinderbohrung oder Zylinderhülse in das Gehäuse 11 des zweiten Pleuelteils 2 eingebracht ist. In dem Zylinder 12 ist der Verstellkolben 9 des ersten Pleuelteils 3 in Längsrichtung A der Pleuelstange 1 bewegbar angeordnet, um gemeinsam mit dem Zylinder 12 und dem Zylinderdeckel 15 die Zylinder-Kolben-Einheit 10 auszubilden. Der Verstellkolben 9 ist in Fig. 2 in einer Mittelstellung dargestellt, in der der Verstellkolben 9 den Zylinder 12 in zwei Druckräume 13 und 14 unterteilt. Die Druckräume 13, 14 befinden sich an in Richtung der Längsrichtung A der Pleuelstange 1 gegenüberliegenden Seiten des Verstellkolbens 9.

Die Kolbenstange 8 erstreckt sich von dem Verstellkolben 9 durch den oberen Druckraum 14 und den Zylinderdeckel 15 hindurch, der das Gehäuse 11 und den Zylinder 12 nach oben hin begrenzt. An dem Zylinderdeckel 15 ist eine Stangendichtung 16 vorgesehen, die von einem Sicherungsring 19 am Übergang zwischen Kolbenstange 8 und dem Zylinderdeckel 15 gehalten wird. Die Stangendichtung 16 umgibt die Kolbenstange 8 und dichtet den oberen Druckraum 14 gegenüber der Umgebung ab. Die beiden auf dem Verstellkolben 9 angeordneten Kolbendichtungen 17, 18 dichten den Verstellkolben 9 gegenüber dem Zylinder 12 und damit auch die Druckräume 13, 14 zueinander ab, wobei zumindest die untere Kolbendichtung 18, bevorzugt beide Kolbendichtungen 17, 18 als Hochdruck-Dichtungsring ausgeführt ist bzw. sind. Möglich ist dabei die einteilige Ausführung oder die Ausführung mit mehreren, radial nicht trennbaren Teilen. Der Sicherungsring 19 bildet zusammen mit dem Zylinderdeckel 15 einen oberen Anschlag aus, an dem der Verstellkolben 9 in der oberen Stellung, der langen Stellung der längenverstellbaren Pleuelstange 1, anliegt, während in der unteren Stellung (Kurzstellung) der längenverstellbaren Pleuelstange 1 der Verstellkolben 9 an dem vom Zylinderboden 20 ausgebildeten unteren Anschlag anliegt.

Die beiden auf dem Verstellkolben angeordneten Kolbendichtungen 17, 18 dichten den Verstellkolben 9 gegenüber dem Zylinder 12 und damit auch die Druckräume 13, 14 zueinander ab. Die den oberen Druckraum 14 abdichtende Kolbendichtung 17 wird vor der Verbindung des Pleuelkopfs 6 mit der Kolbenstange 8 und vor der Montage der Stangendichtung 16 auf einem der Kolbenstange 8 zugewandten Absatz 22 im Verstellkolben 9 angeordnet und durch ein auf dem Absatz 22 aufgedrückten oder -geschraubten Stützring 23 gesichert.

Die auf einen der Kolbenstange 8 abgewandten freien Ende des Verstellkolbens 9 angeordnete Kolbendichtung 18 ist erfindungsgemäß als Hochdruck-Dichtungsring ausgeführt und dichtet den unteren Druckraum 13 gegen den Zylinder 12 ab; dieser untere Hochdruck-Dichtungsring 18 wird auf einem zweiten Absatz 24 von einer Stützringmutter 25 gesichert, die auf einem im Absatz 24 vorgesehenen Gewinde 26 (in Fig. 2 nicht dargestellt) aufgeschraubt ist. Zusammen mit dem Absatz 24 bildet die an einem Anschlag 45 (siehe Fig. 3) sicher anliegende Stützringmutter 25 eine Ringnut 27 aus, in der der Kolbendichtring 18 relativ spiel- und quetschfrei und ohne Montageschäden angeordnet ist.

Am Pleuelkopf 6 des oberen Pleuelteils 3 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel parallel zur Kolbenstange 8 bzw. zur Pleuellängsachse A ein in Richtung des Gehäuses 11 vorstehender Führungsstift 28 vorgesehen. Der fest mit dem Pleuelkopf 6 verbundene Führungsstift 28 ist verschiebbar in einer am Gehäuse 11 ausgebildeten Führungsbohrung 29 angeordnet, so dass sich bei einer axialen Bewegung des ersten teleskopierbaren Pleuelteils 3 in Richtung der Pleuelachse A relativ zum gehäusefesten zweiten Pleuelteil 2 keine Rotation der Pleuelteile 2, 3 zueinander und damit eine Verdrehung des ersten Pleuelauges 7 zur Aufnahme eines Kolbenbolzens und des zweiten Pleuelauges 4 zur Aufnahme eines Kurbelwellenzapfens auftritt. Auch andere, nicht dargestellte Lösungen zur Verdrehsicherung sind möglich.

Wie in der vergrößerten Darstellung des mit den zumindest teilweise als Hochdruck-Dichtungsringe ausgeführten Kolbendichtungen 17, 18 versehenen Verstellkolbens 9 in Fig. 4 zu erkennen ist, weist die Stützringmutter 25 als Werkzeugaufnahmeprofil 30 mehrere am Außenumfang gleich verteilt angeordnete Nuten 30' auf, in die entsprechende Klauen eines Werkzeugs (nicht gezeigt) zur Montage der Stützringmutter 25 auf dem Gewinde 26 eingreifen können. Dabei erstrecken sich die Nuten nur über den angeschrägten Außenteil der Stützringmutter 25, während der Innenteil der Stützringmutter 25 ringförmig ausgebildet ist, so dass eine Innenringfläche – also eine normal zur Pleuellängsachse A bzw. Verstellkolbenlängsachse K (siehe Fig. 3) orientierte Fläche – der Stützringmutter 25 die Ringnut 27 seitlich begrenzt.

Vorzugsweise können die Werkzeugaufnahmeprofile 30 nach der Montage der Stützringmutter 25 mit Abdeckungen versehen oder mit Material ausgefüllt werden, um eine Beeinflussung der Strömungsverhältnisse in den Druckkammern der Pleuelstange 1 zu verhindern. Dies ist aber nur dann der Fall, wenn die Werkzeugaufnahmeprofile 30 besonders ausgeprägt ausgeführt sind.

Wie insbesondere Fig. 2 zu entnehmen ist befindet sich in dem Gehäuse 11 des zweiten Pleuelteils 2 unterhalb des Zylinders 12 eine hydraulische Steuereinrichtung 21 zur Versorgung

der Zylinder-Kolben-Einheit 10. Anhand der in Fig. 2 schematisch dargestellten hydraulischen Verschaltung der Steuereinrichtung 21 wird die Versorgung der Zylinder-Kolben-Einheit 10 und die Steuerung der Wirklängenverstellung der Pleuelstange 1 im Folgenden näher erläutert. Die beiden Druckräume 13, 14 sind jeweils über getrennte Hydraulikmittelleitungen 32, 33 und separate Rückschlagventile 34, 35 und einem gemeinsamen Ölversorgungskanal 36, der in dem großen Pleuelauge 4 mündet, mit dem Motorölkreislauf des Kolbenmotors verbunden. Ist die längenverstellbare Pleuelstange 1 in der langen Position, befindet sich im oberen Druckraum 14 kein Motoröl, während der untere Druckraum 13 hingegen vollständig mit Motoröl gefüllt ist. Während des Betriebs wird die Pleuelstange 1 aufgrund der Massen- und Gaskräfte alternierend auf Zug und Druck belastet. In der langen Stellung wird die Zugkraft durch den mechanischen Kontakt des Verstellkolbens 9 mit dem Sicherungsring 19 aufgenommen, wobei sich die Länge der Pleuelstange 1 nicht weiter verändert. Eine einwirkende Druckkraft wird über die Kolbenfläche auf den mit Motoröl gefüllten unteren Druckraum 13 übertragen. Da das dem unteren Druckraum 13 zugeordnete Rückschlagventil 35 ein Ausströmen des Motoröls verhindert, steigt der Druck des Motoröls stark an und verhindert eine Änderung der Pleuelänge, wodurch die längenverstellbare Pleuelstange 1 in dieser Bewegungsrichtung hydraulisch gesperrt ist.

In der Kurzstellung der längenverstellbaren Pleuelstange 1 drehen sich die Verhältnisse um. Der untere Druckraum 13 ist vollständig leer und eine Druckkraft wird durch den mechanischen Anschlag des Verstellkolbens 9 am Zylinderboden 20 aufgenommen, während der obere Druckraum 14 mit Motoröl gefüllt ist, so dass eine Zugkraft auf die längenverstellbare Pleuelstange 1 einen Druckanstieg im oberen Druckraum 14 und eine hydraulische Sperrung bewirkt.

Die Wirklänge der hier dargestellten längenverstellbaren Pleuelstange 1 kann zweistufig verstellt werden, indem einer der beiden Druckräume 13, 14 entleert wird und der jeweils andere Druckraum 13, 14 mit Motoröl gefüllt wird. Hierzu wird in der hydraulischen Steuereinrichtung 21 jeweils eines der Rückschlagventile 34, 35 überbrückt, so dass das Motoröl aus dem bisher gefüllten Druckraum 13, 14 abfließen kann. Das jeweilige Rückschlagventil 34, 35 verliert so seine Wirkung. Dazu umfasst die hydraulische Steuereinrichtung 21 ein 3/2-Wegeventil 37, dessen beiden schaltbaren Anschlüsse 40 jeweils über eine Drossel 38, 39 mit einer Hydraulikmittelleitung 32, 33 der Druckräume 13, 14 verbunden sind. Dabei wird das 3/2-Wegeventil 37 über den Druck des Motoröls betätigt, das dem 3/2-Wegeventil 37 über eine mit dem Ölversorgungskanal 36 verbundene Steuerdruckleitung 41 zugeführt wird. Die Rückstellung des 3/2-Wegeventils 37 erfolgt durch eine Rückstellfeder 42.

Die beiden schaltbaren Anschlüsse 40 des 3/2-Wegeventils 37 sind mit einem Abströmkanal 43 verbunden, der das aus den Druckräumen 13, 14 abgeführte Motoröl an den Ölversorgungskanal 36 abgibt, von wo aus es zur Befüllung des jeweils anderen Druckraums 14, 13 zur Verfügung steht oder über das große Pleuelauge 4 an die Umgebung abgegeben werden kann. In der in Fig. 2 dargestellten Vorzugslage des 3/2-Wegeventils 37 ist der obere Druckraum 14 geöffnet.

Bei dem 3/2-Wegeventil 37 ist jeweils einer der schaltbaren Anschlüsse 40 geöffnet, so dass der zugehörige Druckraum 13, 14 geleert ist, während der andere Anschluss 40 geschlossen ist. Bei einer Veränderung der Schaltstellung des 3/2-Wegeventils 37, durch das Anliegen eines höheren Steuerdrucks über die Steuerdruckleitung 41 oder durch eine Rückstellung über die Rückstellfeder 42 bei einem abnehmenden Steuerdruck, wird der bisher geöffnete Anschluss 40 geschlossen und der bisher geschlossene Anschluss 40 geöffnet. Infolgedessen strömt aus dem bisher mit Motoröl gefüllten Druckraum 13, 14 das unter hohem Druck stehende Motoröl über die jeweilige Hydraulikmittelleitung 32, 33 sowie die zugehörige Drossel 38, 39 durch den geöffneten Anschluss 40 des 3/2-Wegeventils 37 und den Abströmkanal 43 in den Ölversorgungskanal 36. Gleichzeitig entsteht durch die während der Hubbewegung der Pleuelstange 1 wirkenden Massen- und Gaskräfte in dem bisher leeren Druckraum 14, 13 eine Sogwirkung, durch die sich das zugehörige Rückschlagventil 34, 35 öffnet, so dass sich der bisher leere Druckraum 14, 13 mit Motoröl füllt. Mit zunehmender Füllung dieses Druckraums 14, 13 wird aus dem anderen Druckraum 13, 14 zunehmend das Motoröl über den geöffneten Anschluss 40 abgeführt, wodurch sich die Länge der Pleuelstange 1 ändert. Je nach Ausgestaltung der längenverstellbaren Pleuelstange 1 sowie der hydraulischen Steuereinrichtung 21 und dem Betriebszustand des Kolbenmotors können mehrere Hübe der Pleuelstange 1 erforderlich sein, bis der von der hydraulischen Steuereinrichtung 21 gesperrte Druckraum 14, 13 vollständig mit Motoröl gefüllt und der andere geöffnete Druckraum 13, 14 vollständig geleert ist und so die maximal mögliche Längenänderung der Pleuelstange 1 erreicht ist.

Eine vergrößerte Schnittansicht des ersten Pleuelteils 3 ist in Fig. 3 dargestellt. Im Inneren des Pleuelkopfs 6 ist eine Schraubverbindung 44 zwischen dem Pleuelkopf 6 und der Pleuelstange 8 vorgesehen. Alternativ können die Pleuelstange 8 und der Pleuelkopf 6 auch verpresst, verschweißt oder verstiftet sein. Vor dem Verbinden des Pleuelkopfs 6 mit der Pleuelstange 8 wird die obere Kolbendichtung 17 über die Pleuelstange 8 hinweg auf den oberen Absatz 22 des Verstellkolbens 9 aufgeschoben und dort durch den Stützring 23, der auf den Absatz 22 aufgedrückt oder -geschraubt ist, bei einer nur geringen mechanischen Belastung der Kolbendichtung 17 fixiert. Der Stützring 23 kann dabei als Stützringmutter ausgeführt sein,

durch Aufbringen auf den Verstellkolben 9 wird eine Ringnut ausgebildet, in der die obere Kolbendichtung 17 angeordnet ist, die beispielsweise als Hochdruck-Dichtungsring ausgeführt sein kann. Danach werden der Sicherungsring 19 und die Stangendichtung 16 zusammen mit dem Zylinderdeckel 15 auf die Kolbenstange 8 aufgeschoben und gesichert.

Anschließend wird die als Hochdruck-Dichtungsring ausgeführte untere Kolbendichtung 18 auf dem unteren Absatz 24 am freien Ende des Verstellkolbens 9 positioniert und von der Stützringmutter 25 gesichert, die auf das Gewinde 26 am Absatz 24 bis zu einem Anschlag 45 aufgeschraubt wird. Dazu wird ein Drehmoment-Werkzeug auf das von den Nuten 30' ausgebildete Werkzeugaufnahmeprofil 30 aufgesetzt und die Stützringmutter 25 auf das Gewinde 26 aufgeschraubt.

In nicht dargestellten Varianten kann das Werkzeugaufnahmeprofil 30 statt der Nuten 30' bzw. ergänzend dazu in Form von abgeflachten und/oder profilierten Umfangsrändern, Bohrungen am Umfang der Stützringmutter 25 oder vergleichbaren Lösungen ausgeführt sein.

Unter einem Absatz – vorliegend also dem oberen Absatz 22 und dem unteren Absatz 24 – wird vorliegend ein Abschnitt des Verstellkolbens 9 verstanden, der eine geringere Querschnittsfläche hat als der Rest des Verstellkolbens 9. Grundsätzlich kann der Verstellkolben 9 mit verschiedenen Querschnittsformen – kreisförmig, oval oder vieleckig bzw. polygonal – ausgeführt sein. Wenn als Querschnitt beispielsweise eine Kreisform gewählt wird, hat der kreisförmige Querschnitt im Bereich des oberen 22 und unteren Absatzes 24 jeweils einen geringeren Durchmesser als im verbleibenden – hier also dazwischenliegenden – Bereich des Verstellkolbens 9. Am Übergang zwischen Absatz 22, 24 und übrigem Bereich des Verstellkolbens 9 ergibt sich dementsprechend ein Anschlag.

Der oben genannte Anschlag 45 für die Stützringmutter 25 kann ebenfalls mittels unterschiedlicher Querschnittsflächen als Stufe in der Außenoberfläche des Verstellkolbens 9 ausgeführt sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ergibt sich der Anschlag 45 aber durch das Gewinde 26.

Die Stützringmutter 25 bildet zusammen mit dem Absatz 24 eine Ringnut 27 zur Aufnahme der unteren Kolbendichtung 18 aus, in der die Kolbendichtung 18 spiel- und beschädigungsfrei positioniert ist, bzw. begrenzt eine derartige Ringnut 27. Dazu ist die Querschnittsfläche der Stützringmutter 25 (also die Erstreckung in einer Richtung normal zur Verstellkolbenlängsachse K) größer als die Querschnittsfläche im Bereich insbesondere des unteren Absatzes 24

zu wählen, maximal so groß wie im zwischen den Absätzen 22, 24 liegenden Bereich des Verstellkolbens 9.

Über die am Anschlag 45 anliegende Stützringmutter 25 kann dann durch das Drehmoment-Werkzeug auch ein ausreichendes Drehmoment auf die mit dem Verstellkolben 9 verbundene Kolbenstange 9 aufgebracht werden, um die Kolbenstange 9 in den Pleuelkopf 6 einzuschrauben und die Schraubverbindung 44 dazwischen zu sichern.

In der in Fig. 4 dargestellten vergrößerten perspektivischen Ansicht des Verstellkolbens 9 sind deutlich die im Außenteil der Stützringmutter 25 vorgesehenen Nuten 30' zur Ausbildung des Werkzeugaufnahmeprofils 30 zu erkennen. Dabei ist die Stützringmutter 25 vollständig auf dem Absatz 24 am freien Ende des Verstellkolbens 9 aufgeschraubt, so dass am Anschlag des Verstellkolbens 9 am Zylinderboden 20 die Stützringmutter 25 unbeschädigt bleibt.

Bezugszeichenliste

1	längenverstellbare Pleuelstange
2	gehäusefestes Pleuelteil
3	verstellbares Pleuelteil
4	Pleuelauge
5	Lagerschale
6	Pleuelkopf
7	Pleuelauge
8	Kolbenstange
9	Verstellkolben
10	Zylinder-Kolben-Einheit
11	Gehäuse
12	Zylinder
13	Druckraum
14	Druckraum
15	Zylinderdeckel
16	Stangendichtung
17	(obere) Kolbendichtung
18	(untere) Kolbendichtung / Hochdruck-Dichtungsring
19	Sicherungsring
20	Zylinderboden
21	hydraulische Steuereinrichtung
22	Absatz
23	Stützring
24	Absatz
25	Stützringmutter
26	Gewinde
27	Ringnut
28	Führungsstift
29	Führungsbohrung
30	Nuten

- 31 Pleuelschraube
 - 32 Hydraulikmittelleitung
 - 33 Hydraulikmittelleitung
 - 34 Rückschlagventil
 - 35 Rückschlagventil
 - 36 Ölversorgungskanal
 - 37 3/2-Wegeventil
 - 38 Drossel
 - 39 Drossel
 - 40 Anschlüsse
 - 41 Steuerdruckleitung
 - 42 Rückstellfeder
 - 43 Abströmkanal
 - 44 Schraubverbindung
 - 45 Anschlag
-
- A Pleuellängsachse
 - K Verstellkolbenlängsachse

Ansprüche

1. Längenverstellbare Pleuelstange (1) für einen Kolbenmotor, wobei die Pleuelstange (1) eine Verstelleinrichtung zum Einstellen der Wirklänge der längenverstellbaren Pleuelstange (1) aufweist, wobei die Verstelleinrichtung eine in der Pleuelstange (1) angeordnete Zylinder-Kolben-Einheit (10) mit einem Zylinder (12), einem in dem Zylinder (12) längs beweglich angeordneten Verstellkolben (9), der mit einer Kolbenstange (8) verbunden ist, mindestens einem in dem Zylinder (12) ausgebildeten Druckraum (13, 14), der von dem bewegbaren Verstellkolben (9) einseitig begrenzt ist, und zumindest einer zwischen einer Außenwandung des Verstellkolbens (9) und einer Innenwandung des Zylinders (12) angeordneten Dichtungseinrichtung aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichtungseinrichtung zumindest einen Hochdruck-Dichtungsring (18) aufweist, der auf dem Verstellkolben (9) angeordnet ist, und eine Stützringmutter (25) vorgesehen ist, die in der Außenwandung des Verstellkolbens (9) zumindest einseitig eine Ringnut (27) begrenzt und den in der Ringnut (27) angeordneten Hochdruck-Dichtungsring (18) sichert.
2. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verstellkolben (9) zumindest einen Anschlag (45) aufweist, an dem die Stützringmutter (25) anliegt um die Ringnut (27) zu begrenzen.
3. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stützringmutter (25) auf ein Gewinde (26) an einem Ende des Verstellkolbens (9) aufgeschraubt ist, wobei vorzugsweise das Gewinde (26) in der Außenwandung des Verstellkolbens (9) und/oder an dem einer Kolbenstange (8) abgewandten freien Ende des Verstellkolbens (9) ausgeführt ist.
4. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gewinde (26) in der Außenwandung des Verstellkolbens (9) den Anschlag (45) für die Stützringmutter (25) ausbildet, an dem die Stützringmutter (25) anliegt um die Ringnut (27) zu begrenzen.
5. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gewinde (26) in der Außenwandung des Verstellkolbens (9) als ein selbstsicherndes Gewinde ausgebildet ist, um die Stützringmutter (25) auf der Außenwandung des Verstellkolbens (9) zu fixieren.

6. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Stützringmutter (25) ein Werkzeugaufnahmeprofil (30) aufweist.
7. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Stützringmutter (25) als Nutmutter oder als Kreuzlochmutter ausgebildet ist.
8. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Stützringmutter (25) eine die Ringnut (27) begrenzende, durchgehende Innenringfläche aufweist, wobei der Außenteil der Stützringmutter (25) bevorzugt angeschrägt oder angefast ist.
9. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass der Verstellkolben (9) der Zylinder-Kolben-Einheit (10) als ein zweiseitig wirkender Verstellkolben (9) ausgebildet ist, wobei der längs beweglich angeordnete Verstellkolben (9) in dem Zylinder (12) einen ersten Druckraum (13) und einen zweiten Druckraum (14) ausgebildet und einseitig begrenzt.
10. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Pleuelstange (1) zumindest zwei Pleuelteile (2, 3) aufweist, wobei das erste Pleuelteil (3) ein erstes Pleuelauge (7) zur Aufnahme eines Kolbenbolzens und das zweite Pleuelteil (2) ein zweites Pleuelauge (4) zur Aufnahme eines Pleuellagers aufweist, und wobei das erste Pleuelteil (3) gegenüber dem zweiten Pleuelteil (2) in Längsrichtung (A) der Pleuelstange (1) bewegbar ist, bevorzugt teleskopierbar, um den Abstand zwischen dem Pleuellager und dem Pleuellager aufzustellen.
11. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass das erste Pleuelteil (3) mit dem Pleuellager (9) der Zylinder-Kolben-Einheit (10) verbunden ist, wobei vorzugsweise das erste Pleuelteil (3) über die Pleuellager (8) mit dem Pleuellager (9) verbunden ist, und das zweite Pleuelteil (2) den Zylinder (12) der Zylinder-Kolben-Einheit (10) aufweist.

12. Kolbenmotor mit mindestens einem Motor-Zylinder, einem sich in dem Motor-Zylinder bewegenden Hubkolben und mindestens einem einstellbaren Verdichtungsverhältnis in dem Motor-Zylinder, sowie mit zumindest einer mit dem Hubkolben verbundenen längenverstellbaren Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

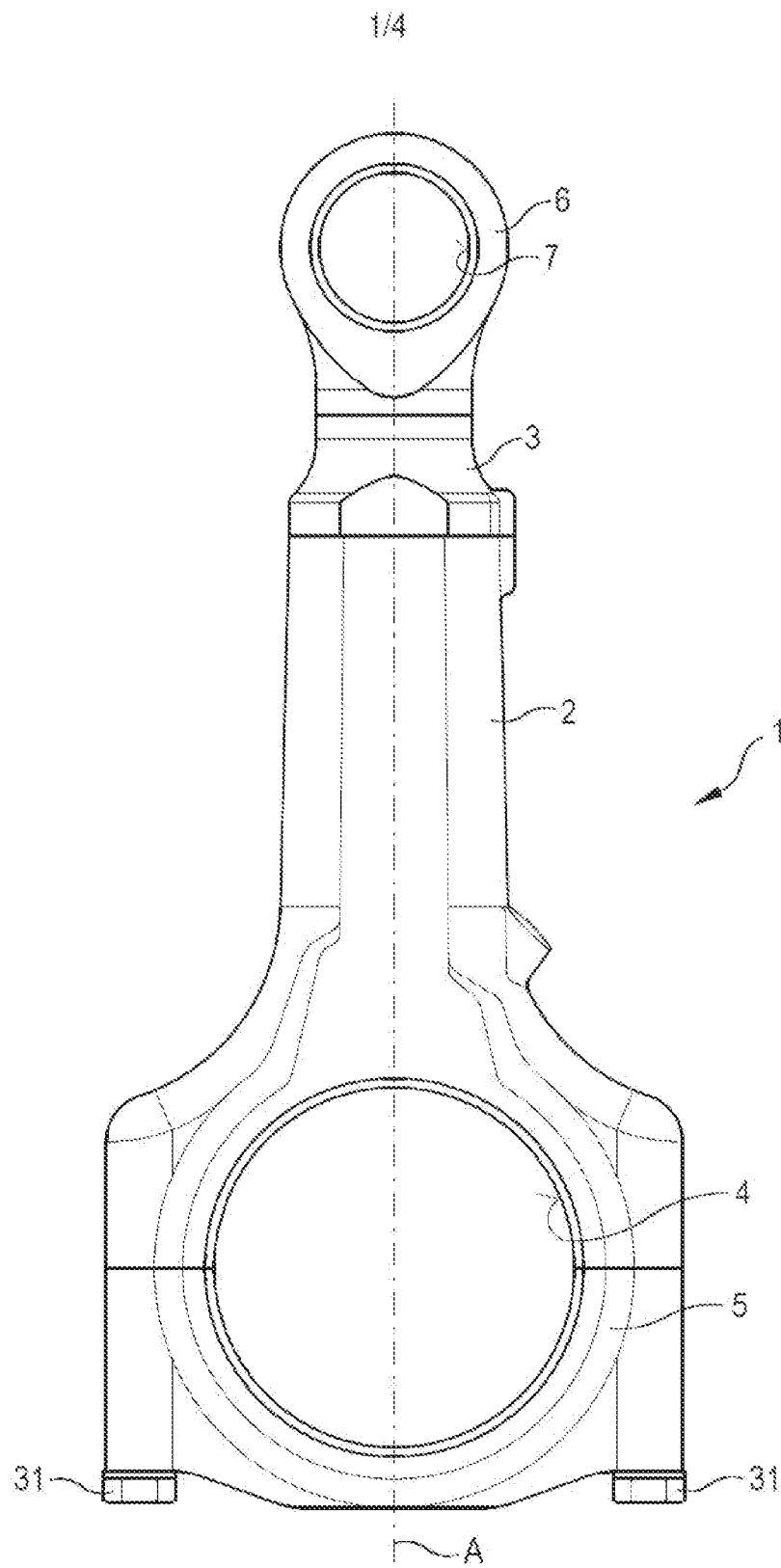
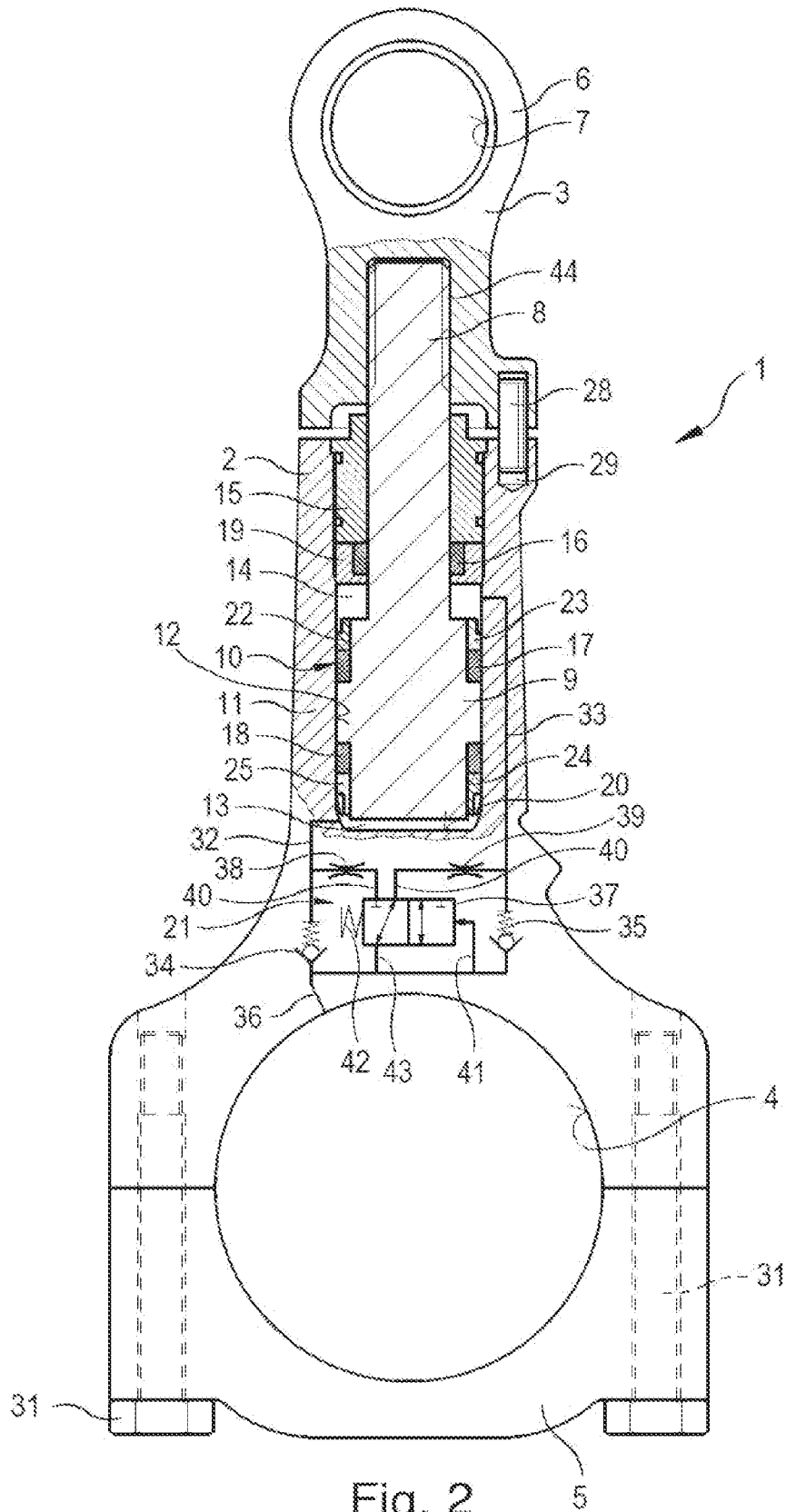


Fig. 1

2/4



3/4

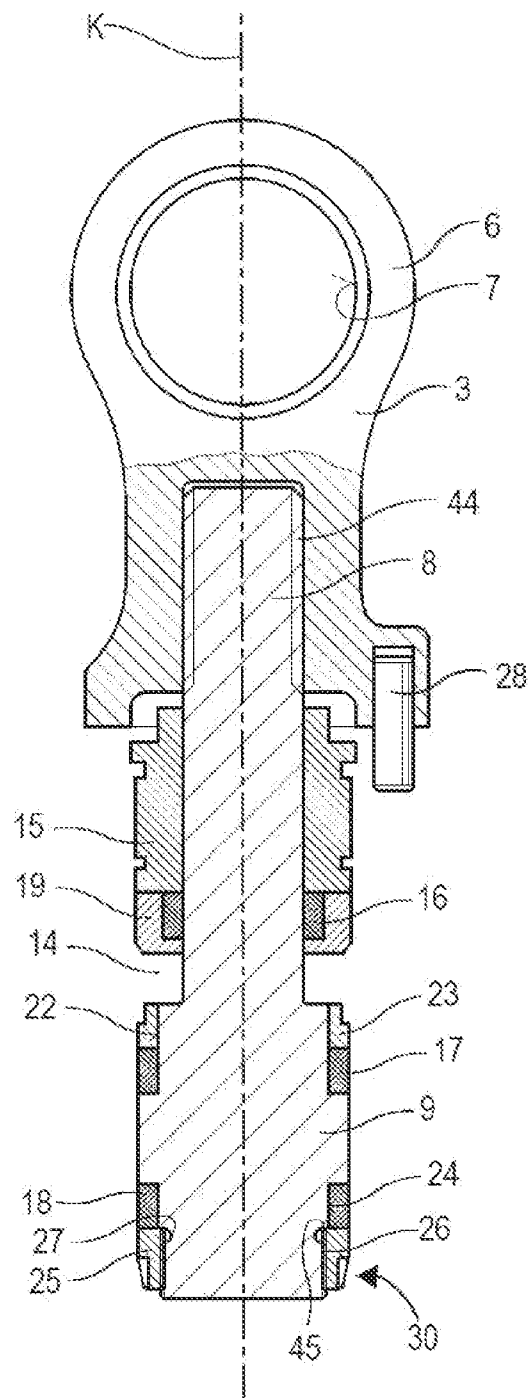


Fig. 3

4/4

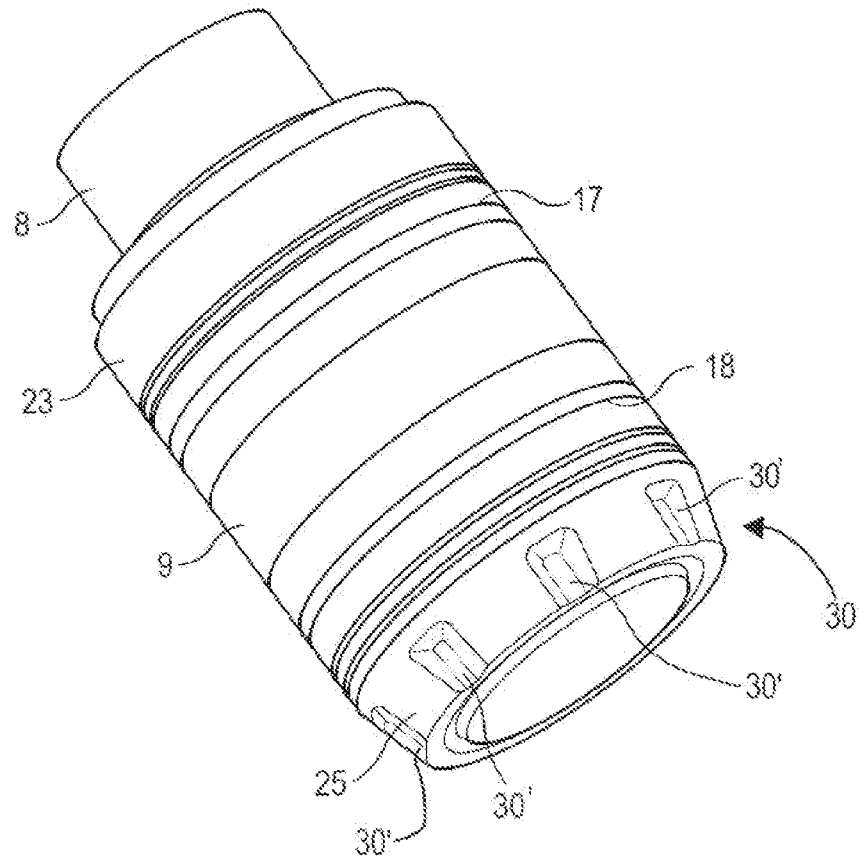


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AT2020/060201

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02B 75/04**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02B; F16J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 102017217492 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 05 April 2018 (2018-04-05) abstract; figures	1,2,6,8-12
Y	GB 718583 A (ROGER BAYON; PIERRE LAUX) 17 November 1954 (1954-11-17) abstract; figures	1,2,6,8-12
A	DE 102016215752 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 01 March 2018 (2018-03-01) the whole document	1-12
A	DE 102017100146 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 05 July 2018 (2018-07-05) the whole document	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 September 2020

Date of mailing of the international search report

23 September 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Paulson, Bo

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/AT2020/060201

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102017217492	A1	05 April 2018	AT	519184	A1	15 April 2018
				DE	102017217492	A1	05 April 2018
GB	718583	A	17 November 1954	NONE			
DE	102016215752	A1	01 March 2018	NONE			
DE	102017100146	A1	05 July 2018	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02B75/04
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02B F16J

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2017 217492 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 5. April 2018 (2018-04-05) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1,2,6, 8-12
Y	GB 718 583 A (ROGER BAYON; PIERRE LAUX) 17. November 1954 (1954-11-17) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1,2,6, 8-12
A	DE 10 2016 215752 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 1. März 2018 (2018-03-01) das ganze Dokument -----	1-12
A	DE 10 2017 100146 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 5. Juli 2018 (2018-07-05) das ganze Dokument -----	1-12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. September 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/09/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Paulson, Bo

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2020/060201

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102017217492 A1	05-04-2018	AT 519184 A1 DE 102017217492 A1	15-04-2018 05-04-2018
GB 718583 A	17-11-1954	KEINE	
DE 102016215752 A1	01-03-2018	KEINE	
DE 102017100146 A1	05-07-2018	KEINE	