

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 8027/2021
(22) Anmeldetag: 13.10.2020
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.04.2022
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2022

(51) Int. Cl.: **F02B 75/04** (2006.01)
F16C 7/06 (2006.01)
F02D 15/02 (2006.01)
F16J 1/12 (2006.01)
F16B 39/02 (2006.01)
F16B 39/04 (2006.01)

(67) Umwandlung von A 50882/2020

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102018205184 A1
DE 3130998 A1
DE 102016224011 A1
WO 2018007534 A1
CN 203670357 U
DE 19944131 A1
DE 102017217492 A1
JP H11344017 A
AT 16800 U1
WO 2017061645 A1

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

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

(54) **Längenverstellbare Pleuelstange mit Sicherungselement für Schraubverbindung**

(57) Die vorliegende Erfindung beschreibt eine längenverstellbare Pleuelstange (1) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, wobei die Pleuelstange (1) ein erstes Pleuelteil (2) und ein zweites Pleuelteil (3) aufweist und die beiden Pleuelteile (2, 3) in Richtung einer Längsachse (1a) der Pleuelstange (1), insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander bewegbar ausgebildet sind und der zweite Pleuelteil (3) an seinem dem ersten Pleuelteil (2) zugewandten Ende einen Führungszylinder (10) aufweist und der erste Pleuelteil (2) ein im Führungszylinder (10) verschiebbares Kolbenelement (12) aufweist. Das Kolbenelement (12) ist mittels einer Schraubverbindung (5) mit dem ersten Pleuelteil (2) verbunden. Die längenverstellbare Pleuelstange (1) weist zumindest ein vorzugsweise mechanisches Sicherungselement (22) auf, wobei das Kolbenelement (12) und das erste Pleuelteil (2) eingerichtet sind, um mit dem Sicherungselement (22) zusammenzuwirken, um ein selbstständiges Lösen der Schraubverbindung (5) zu verhindern. Die Erfindung betrifft außerdem eine Brennkraftmaschine mit zumindest einer derartigen Pleuelstange (1).

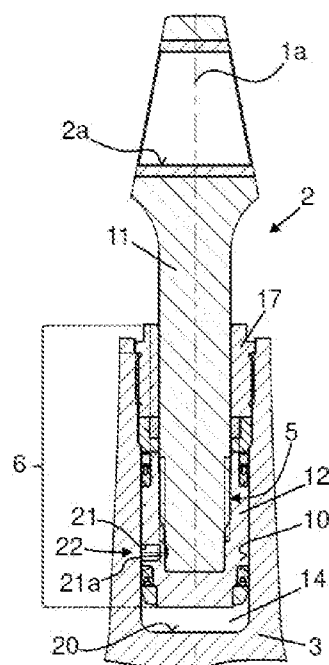


Fig. 4

Beschreibung

LÄNGENVERSTELLBARE PLEUELSTANGE MIT SICHERUNGSELEMENT FÜR SCHRAUBVERBINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft eine längenverstellbare Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, wobei die Pleuelstange ein erstes Pleuelteil und ein zweites Pleuelteil aufweist und die beiden Pleuelteile in Richtung einer Pleuellängsachse, insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander bewegbar ausgebildet sind und der zweite Pleuelteil an seinem dem ersten Pleuelteil zugewandten Ende einen Führungszylinder aufweist und der erste Pleuelteil ein im Führungszylinder verschiebbares Kolbenelement aufweist. Die Erfindung betrifft außerdem eine Brennkraftmaschine mit zumindest einer derartigen Pleuelstange.

[0002] Um die Effizienz von Hubkolbenmaschinen zu erhöhen, ist es bekannt, diese mit variablen Verdichtungsverhältnissen auszustatten. Dazu können beispielsweise längenverstellbare Pleuelstangen eingesetzt werden. Die längenverstellbare Pleuelstange weist dabei vorzugsweise ein erstes Pleuelteil auf, welches eingerichtet ist, mit einem Hubkolben verbunden zu werden. Die längenverstellbare Pleuelstange weist vorzugsweise ein zweites Pleuelteil auf, welches eingerichtet ist, mit einer Kurbelwelle verbunden zu werden. Die längenverstellbare Pleuelstange weist vorzugsweise eine Längenverstelleinrichtung auf, welche eingerichtet ist die beiden Pleuelteile in Richtung einer Pleuellängsachse der Pleuelteile, insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander zu verschieben. Vorzugsweise wird die Längenverstelleinrichtung hydraulisch betrieben, wie beispielsweise in der DE 10 2017 217 492 A1 beschrieben ist.

[0003] Die Druckschrift DE 10 2017 217 492 A1 betrifft ein Pleuel für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine. Diese weist einen ersten Pleuelteil mit wenigstens einem Element eines Pleuellagers auf, insbesondere Pleuelauge, welches eingerichtet ist, den ersten Pleuelteil mit einem Hubkolben zu verbinden. Weiter weist das Pleuel einen zweiten Pleuelteil mit einem zweiseitig wirkenden Kolbenelement, vorzugsweise Stufenkolben, auf. Ferner weist das Pleuel einen dritten Pleuelteil mit einem Führungszylinder und einem Pleuelauge auf, welcher zur Aufnahme des Kolbenelements eingerichtet ist. Der erste Pleuelteil ist mit dem zweiten Pleuelteil über einen Schaft mittels eines Verbindungsmittels zu einer Einheit verbindbar oder verbunden. Zwischen einer dem Pleuelauge zugewandten Seite des Kolbenelements und dem Boden des Führungszylinders ist ein erster hydraulischer Arbeitsraum definiert. Zwischen einer dem Element eines Pleuellagers zugewandten Seite des Kolbenelements und einer Begrenzung des Führungszylinders ist ein zweiter hydraulischer Arbeitsraum definiert.

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte längenverstellbare Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine bereitzustellen. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung, die Gefahr von Beschädigungen der Komponenten, insbesondere der Pleuelteile, der Längenverstelleinrichtung und der Hubkolben zu minimieren.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine eingangs erwähnte Pleuelstange dadurch gelöst, dass das Kolbenelement mittels einer Schraubverbindung mit dem ersten Pleuelteil verbunden ist und die längenverstellbare Pleuelstange zumindest ein mechanisches Sicherungselement aufweist, wobei das Kolbenelement und das erste Pleuelteil eingerichtet sind, um mit dem Sicherungselement zusammenzuwirken, um ein selbstständiges Lösen der Schraubverbindung zu verhindern. Vorteilhafte Ausgestaltungen werden in den abhängigen Ansprüchen beansprucht. Die Lehre der Ansprüche wird hiermit zu einem Teil der Beschreibung gemacht.

[0006] Führungszylinder und Kolbenelement stellen dabei eine Zylinder-Kolbeneinheit dar die es ermöglicht, eine effektive Länge einer Pleuelstange zu verändern. Dies kann beispielsweise hydraulisch direkt mittels des als Hydraulikzylinder fungierenden Führungszylinders geschehen. Auch eine mechanische Verstellung der Länge, beispielsweise mittels eines Exzenters, der über die Zylinder-Kolbeneinheit betätigt wird, ist möglich. Eine Längenverstellung erfolgt insbesondere in Richtung einer Pleuellängsachse.

[0007] Eine Schraubverbindung im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine reibschlüssige Ver-

bindung zweier Bauteile mittels Gewinde. Vorzugsweise weist dabei das eine Bauteil ein Außengewinde und das andere Bauteil ein korrespondierendes Innengewinde auf. Durch ein Zusammenfügen und gegeneinander Verdrehen der Bauteile greifen Außen- und Innengewinde ineinander und verbinden die Bauteile so miteinander.

[0008] Ein Sicherungselement im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise wenigstens ein speziell geformter Körper oder mehrere zusammenwirkende Körper, die aufgrund ihrer Materialbeschaffenheit geeignet sind, Kräfte zu übertragen. Ein mechanisches Sicherungselement überträgt dabei die Kräfte insbesondere mechanisch. Beispiele für mechanische Sicherungselemente sind ein Sicherungsring, ein Sicherungsstift, ein Sicherungskeil oder eine Schweißnaht.

[0009] Die Erfindung basiert insbesondere auf der Erkenntnis, dass eine Pulsation eines Hydraulikfluids in der Zylinder-Kolbeneinheit, ausgelöst durch die bestimmungsgemäße Verwendung einer Pleuelstange, zu einem Lösen der Schraubverbindung zwischen Pleuelteil und Kolbenelement führen kann. Die Reibkräfte des Gewindes der Schraubverbindung reichen bei höheren Belastungen nicht aus, um die Kräfte, die insbesondere durch die Pulsation entstehen, zu kompensieren. Schon wenn die Schraubverbindung in geringen Maßen gelockert ist, kann dies jedoch zu Beschädigungen der längenverstellbaren Pleuelstange, der Hubkolben und der Pleuelstange führen. Das Kolbenelement und das Pleuelteil sind daher derart eingerichtet, dass sie mit dem Sicherungselement zusammenwirken und so ein selbstständiges Lösen der Schraubverbindung, auch bei hohen Kräften, Drücken und Temperaturen, verhindern.

[0010] In anderen Worten wurde erkannt, dass das normalerweise in solchen Fällen praktikable, einfache und kostengünstige Mittel der Gewindeverklebung im speziellen Fall der längenverstellbaren Pleuelstange nicht ausreichend ist. Vielmehr ist es aufgrund der hohen mechanischen und thermischen Belastung der Pleuelstange nötig, wenigstens ein zusätzliches Bauteil, das Sicherungselement, einzufügen, um eine sichere Schraubverbindung gewährleisten zu können.

[0011] Durch das Sicherungselement sowie die spezielle Ausgestaltung von Kolbenelement, Führungszylinder und des Pleuelteils wird eine hochtemperaturbeständige Verbindung hergestellt, die auch den hohen mechanischen Belastungen und Beschleunigungen einer Pleuelstange standhält. So wird ein Lösen der Schraubverbindung zwischen dem Kolbenelement und dem Pleuelteil verhindert und damit eine verbesserte längenverstellbare Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine bereitgestellt. Die Gefahr von Beschädigungen der Komponenten, insbesondere der Pleuelteile, des Kolbenelements und der Hubkolben wird dadurch minimiert.

[0012] In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist das Kolbenelement eine erste Ausnehmung aus, und das erste Pleuelteil weist eine zweite Ausnehmung auf, wobei die Ausnehmungen eingerichtet sind, um mit dem Sicherungselement als formschlüssige Verbindung zusammenzuwirken.

[0013] Eine Ausnehmung im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine gezielte Aussparung an einem Bauteil. Vorzugsweise weicht das Bauteil im Bereich der Ausnehmung von seiner sonstigen Form ab. Die Ausnehmung kann beispielsweise bei der Formung des Bauteils entstehen oder nachträglich durch Materialabtrag entstehen. Beispiele für Ausnehmungen sind Nuten, Sacklöcher oder Durchgangslöcher, die insbesondere durch Bohren gefertigt werden.

[0014] Eine formschlüssige Verbindung im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine gezielte Kopplung von Bauteilen, bei welcher mindestens zwei Verbindungspartner, bedingt durch ihre äußere Form, zusammenwirken, um Kraft zu übertragen. In anderen Worten, die Bauteile sind vorzugsweise derart geformt und greifen derart ineinander, dass bei einer Bewegung des einen Bauteils das andere aufgrund des direkten Materialkontaktes zwangsläufig mitbewegt wird.

[0015] Die Form und Anordnung des Sicherungselements, in Zusammenspiel mit der Form und Anordnung der ersten und zweiten Ausnehmung, stellen so eine sichere formschlüssige Verbindung dar, die auch bei hohen Temperaturen und Drücken stabil bleibt.

[0016] In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die erste Ausnehmung, insbesondere als Sackloch ausgebildet, einem Boden auf, der zumindest teilweise als Sicherungselement dient, indem er derart verformt und/oder verformbar ist, dass er mit der zweiten Ausnehmung, die insbeson-

dere als Ausfräsung ausgebildet ist, als formschlüssige Verbindung zusammenwirkt.

[0017] Ein Boden im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise ein Element, das die Erstreckung der Ausnehmung in eine Richtung begrenzt, vorzugsweise in Richtung der Tiefe der Ausnehmung, und dabei hinsichtlich Breite und/oder Länge und/oder Durchmesser deutlich größer ist als hinsichtlich seiner Dicke.

[0018] Ein Sackloch im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine Ausnehmung runden Querschnitts und linearer Ausdehnung, vorzugsweise mittels eines Bohrers erzeugt, das an einem Ende zumindest teilweise nicht, zumindest nicht vollständig, durchgängig ist.

[0019] Diese Ausgestaltung ist vorteilhaft, da der Boden der ersten Ausnehmung als Sicherungselement dient. Die erste Ausnehmung wird dabei vorzugsweise derart hergestellt, dass ihr Boden dünn genug ist, um zu einem Sicherungselement umgeformt zu werden. Nachdem Kolbenelement und Pleuelteil mittels der Schraubverbindung verbunden wurden, wird der Boden der ersten Ausnehmung vorzugsweise in Richtung der zweiten Ausnehmung verformt. In anderen Worten wird der Boden derart verformt bzw. ist derart verformbar, dass er sich räumlich in die zweite Ausnehmung hinein erstreckt. So wird eine vorzugsweise formschlüssige Verbindung zwischen Pleuelteil und Kolbenelement erzeugt, die ein Lösen der Schraubverbindung zwischen Pleuelteil und Kolbenelement verhindert.

[0020] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Boden der ersten Ausnehmung im Wesentlichen symmetrisch verformt und/oder verformbar, insbesondere durch Stanzen.

[0021] Symmetrisch verformt im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine Auswölbung des Bodens der ersten Ausnehmung in Richtung der zweiten Ausnehmung, die über ihren Umfang verteilt symmetrisch ausgewölbt ist, beispielsweise halbkugel- oder kegelförmig. Eine symmetrische Auswölbung des Bodens ist vorteilhaft, da bei Belastung dann möglichst wenige Spannungsspitzen im Bauteil auftreten. Durch eine symmetrische Auswölbung des Bodens wird der Kraftfluss im Bauteil optimiert. Dies reduziert die Gefahr von Belastungsbrüchen an hoch strapazierten Stellen des Bauteils.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Boden der ersten Ausnehmung im Wesentlichen asymmetrisch verformt und/oder verformbar, insbesondere durch Stanzen, und weist dadurch insbesondere die Form einer Nase auf.

[0023] Asymmetrisch verformt im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine Auswölbung des Bodens der ersten Ausnehmung in Richtung der zweiten Ausnehmung, die vorzugsweise nicht kontinuierlich verläuft und eine Art von Sprung in ihrem Formverlauf aufweist. Dies ist vorteilhaft, da der Bereich der asymmetrischen Verformung eine besonders starke Sperrwirkung gegen ein Lösen der Schraubverbindung erzeugt. Bei einem symmetrisch verformten Boden ist, aufgrund des kontinuierlicheren Formverlaufs, die Gefahr größer, dass sich die zweite Ausnehmung über den verformten Boden hinüberschiebt. Eine asymmetrische Verformung, insbesondere in Form einer Nase, bildet eine Art Anschlag, die ein Lösen dieser Verbindung erschwert.

[0024] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Boden im verformten Zustand zumindest teilweise durchbrochen, insbesondere um die Form einer Nase zu bilden.

[0025] Vorzugsweise ist eine Gewindewindung eines Innengewindes der Schraubverbindung eingerichtet, als gezielte Schwachstelle für das Durchbrechen zu dienen.

[0026] Diese Ausgestaltung zielt auf denselben Effekt ab wie die zuvor beschriebene. Der Bereich der asymmetrischen Verformung erzeugt eine besonders starke Sperrwirkung gegen ein Lösen der Schraubverbindung. Wenn der Boden der ersten Ausnehmung durchbrochen ist, ist diese Sperrwirkung besonders groß, da sich die zweite Ausnehmung praktisch gar nicht oder nur schwer über die entstandene Nase hinüberschieben kann. Der gezielte Durchbruch des Bodens stellt somit ein besonders effektives Sicherungselement dar. Um diesen Durchbruch in der gewünschten Form und an der gewünschten Stelle zu erzeugen, ist es besonders vorteilhaft, eine gezielte Schwachstelle im Bereich des Bodens der ersten Ausnehmung vorzusehen. Diese Schwachstelle sorgt für ein Einreißen bzw. Durchbrechen des Bodens gezielt im Bereich dieser

Schwachstelle. So können Form und Position der Nase gezielt beeinflusst werden. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn eine Gewindewindung eines Innengewindes der Schraubverbindung eingerichtet ist, als gezielte Schwachstelle für das Durchbrechen zu dienen. Dadurch kann ein Arbeitsschritt bei der Herstellung des längenverstellbaren Pleuels eingespart werden, da zur Erzeugung der Schwachstelle der ohnehin erfolgende Arbeitsschritt des Innengewindeschneidens mitgenutzt wird.

[0027] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist ein Bodenhalteelement in der ersten Ausnehmung angebracht, das eingerichtet ist, den verformten Boden zu stützen. Ein Bodenhalteelement im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise ein Bauteil, welches derart ausgebildet ist, dass es insbesondere formschlüssig und/oder reibschlüssig in der ersten Ausnehmung befestigt werden kann. Das Bodenhalteelement kann dabei insbesondere in die erste Ausnehmung geschraubt oder gepresst werden. Das Bodenhalteelement ist dabei insbesondere derart geformt, dass es den verformten Boden aus Richtung der ersten Ausnehmung stützt, insbesondere, da es mit dem Boden zumindest teilweise formschlüssig in Kontakt steht. In anderen Worten, das Bodenhalteelement stützt den Boden insbesondere derart, dass es Kräfte, die auf den Boden wirken, aufnimmt und in das Kolbenelement einleitet. Dadurch wird ein ungewolltes Verformen des Bodens verhindert und somit ein sicherer Halt der Schraubverbindung gewährleistet. Insbesondere kann das Bodenhalteelement neben der Stützfunktion auch zur gezielten Erstumformung des Bodens beim Zusammenbau, verwendet werden. So kann beispielsweise ein Bolzen mit halbrundem Kopf in die erste Ausnehmung gepresst werden, um den Boden umzuformen. Anschließend verbleibt dieser Bolzen in der ersten Ausnehmung und dient als stützendes Bodenhalteelement.

[0028] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind die erste Ausnehmung und die zweite Ausnehmung insbesondere derart ausgebildet, dass sie sich im Wesentlichen entlang einer gemeinsamen Ausnehmungsachse erstrecken, und das Sicherungselement derart ausgebildet, dass es sich ebenfalls entlang dieser Ausnehmungsachse erstreckt, und dadurch eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Kolbenelement und erstem Pleuelteil hergestellt ist. Vorzugsweise sind erste und zweite Ausnehmung in Form einer Bohrung ausgeführt, die erste Ausnehmung insbesondere als Durchgangsbohrung, und das Sicherungselement als Stift oder stiftförmige Materialanhäufung. Die Kombination aus Bohrung und Stift ist besonders vorteilhaft, da sie einfach und kostengünstig herzustellen ist. Gleichzeitig stellt diese Kombination eine besonders sichere Lösung dar, da ein Stift große Kräfte übertragen kann und durch die Bohrung in einem sicheren Halt sitzt.

[0029] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die erste Ausnehmung zumindest teilweise zylinderförmig ausgebildet, insbesondere als Durchgangsbohrung durch das Kolbenelement, und die zweite Ausnehmung ist zumindest teilweise kugelförmig ausgebildet, insbesondere halbkugelförmig, und das Sicherungselement ist als Kugelement ausgebildet, wobei zumindest ein Haltering oder eine Haltehülse vorgesehen sind die eingerichtet sind, das Sicherungselement in Position zu halten, so dass eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Kolbenelement und erstem Pleuelteil hergestellt ist. Ein im Wesentlichen kugelförmiges Sicherungselement bietet insbesondere den Vorteil, dass es Kräfte in allen Richtungen gleichermaßen aufnehmen und abgeben kann und einfach und fehlerfrei zu montieren ist. Im Zusammenspiel mit einer insbesondere halbkugelförmig ausgebildeten zweiten Ausnehmung kann das insbesondere kugelförmig ausgebildete Sicherungselement somit die Kräfte optimal übertragen. Um das Sicherungselement zu montieren, wird es durch die insbesondere zylinderförmig ausgebildete erste Ausnehmung eingefügt, bis es insbesondere in Kontakt mit der zweiten Ausnehmung steht. Um dann ein Herausrutschen des zumindest teilweise kugelförmig ausgebildeten Sicherungselements aus der ersten Ausnehmung zu verhindern, wird das Halteelement montiert.

[0030] Ein Haltering oder eine Haltehülse im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise wenigstens ein Bauteil, welches derart ausgebildet ist, dass es die erste Ausnehmung nach Einfügen des Sicherungselements zumindest teilweise verschließen kann. Haltering oder -hülse sind dabei derart ausgebildet, dass das Sicherungselement derart in Position gehalten wird, dass eine formschlüssige Verbindung zwischen Pleuelteil und Kolbenelement hergestellt ist.

[0031] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist das erste Pleuelteil einen ersten An-

schlag auf, und das Kolbenelement weist einen zweiten Anschlag auf, wobei der erste Anschlag, der zweite Anschlag und die Schraubverbindung derart eingerichtet und aufeinander abgestimmt sind, dass eine Druckkraft zwischen Kolbenelement und Pleuelteil mittels der Anschläge, insbesondere überwiegend über die Anschläge, übertragen wird. Dies ist vorteilhaft, da so die Belastung der Schraubverbindung vermindert wird. Bei Hubkolbenbrennkraftmaschinen wird die längenverstellbare Pleuelstange und somit auch die Schraubverbindung sehr hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Erfolgt die Kraftübertragung zumindest teilweise über die Anschläge, wird die Belastung der Schraubverbindung minimiert, was ebenfalls die Gefahr reduziert, dass sich die Schraubverbindung selbstständig löst.

[0032] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist ein Verdrehsicherungselement vorgesehen, das mit dem zweiten Pleuelteil verbunden und dazu eingerichtet ist, mit dem Kolbenelement in der Weise zusammenzuwirken, dass eine Drehbewegung des Kolbenelements um eine Längsachse der Pleuelstange verhindert und eine Bewegung des Kolbenelements entlang der Längsachse der Pleuelstange und relativ zum zweiten Pleuelteil ermöglicht wird. Dies ist insbesondere im montierten Zustand der Fall, wenn die Schraubverbindung zwischen dem Kolbenelement und dem ersten Pleuelteil besteht, oder das Kolbenelement ist mittels einer Verdrehsicherung mit dem ersten Pleuelteil verbunden, wenn die Schraubverbindung zwischen Kolbenelement und dem zweiten Pleuelteil besteht. Insbesondere ist die Verdrehsicherung derart eingerichtet, dass sie eine Rotation zwischen Kolbenelement und Pleuelteil verhindert und eine Translation ermöglicht, insbesondere mittels einer Nut in dem Kolbenelement und einem im Pleuelteil angeordneten bzw. durch das Pleuelteil geführten bzw. gehaltenen Bolzen.

[0033] Vorzugsweise verhindert daher das Verdrehsicherungselement eine Rotation des Kolbenelements um eine Kolbenelementlängsachse, vorzugsweise parallel zur Pleuellängsachse und/oder eine Rotation zwischen dem Kolbenelement und dem Pleuelteil und ermöglicht eine Translation, vorzugsweise in einer Richtung entlang oder parallel zu der Kolbenelementlängsachse und/oder der Pleuellängsachse.

[0034] Eine Verdrehsicherung im Sinne der Erfindung ist vorzugsweise eine mechanische Koppelung zweier Bauteile, die eine Rotation zwischen den Bauteilen verhindert, aber eine Translation ermöglicht. Das Verdrehsicherungselement ist neben dem Sicherungselement eine zusätzliche Maßnahme, um ein ungewünschtes In-sich-Verdrehen der längenverstellbaren Pleuelstange bzw. des Hubkolbens relativ zur Pleuellängsachse zu verhindern. Je nach Aufbau der längenverstellbaren Pleuelstange ist das Kolbenelement so gegen ein Verdrehen bezüglich beider Pleuelteile bzw. des mit dem Kolbenelement verbundenen Pleuelteils gegen das andere Pleuelteil abgesichert. Die Gefahr von Beschädigungen der Komponenten, die durch ein ungewünschtes Verdrehen entsteht, ist somit weiter reduziert.

[0035] Die Aufgabe der Erfindung wird außerdem durch eine eingangs genannte Brennkraftmaschine mit zumindest einer derartigen Pleuelstange gelöst.

[0036] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen, die in den Figuren wenigstens teilweise dargestellt sind, näher erläutert. Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus diesen Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den entsprechenden Figuren. Es zeigen wenigstens teilweise schematisch:

- [0037]** Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Pleuelstange;
- [0038]** Fig. 2 eine Schnittansicht einer ersten Variante einer Pleuelstange aus dem Stand der Technik;
- [0039]** Fig. 3 eine Schnittansicht einer zweiten Variante einer Pleuelstange aus dem Stand der Technik;
- [0040]** Fig. 4 eine teilweise Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine;
- [0041]** Fig. 5a eine perspektivische Ansicht eines Teils eines Kolbenelements des ersten

Ausführungsbeispiels;

- [0042]** Fig. 5b eine perspektivische Ansicht eines Pleuelteils des ersten Ausführungsbeispiels;
- [0043]** Fig. 5c eine teilweise Schnittansicht der montierten längenverstellbaren Pleuelstange des ersten Ausführungsbeispiels;
- [0044]** Fig. 6 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine in einer Schnittansicht;
- [0045]** Fig. 7a eine erste Schnittansicht eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine entlang der Linie VIIa-VIIa in Fig. 7b;
- [0046]** Fig. 7b eine zweite Schnittansicht der längenverstellbaren Pleuelstange des dritten Ausführungsbeispiels, geschnitten entlang der Linie VIIb-VIIb in Fig. 7a;
- [0047]** Fig. 7c eine perspektivische Ansicht des ersten Pleuelteils des dritten Ausführungsbeispiels;
- [0048]** Fig. 8a eine Schnittansicht eines vierten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, geschnitten entlang der Linie VIIIa-VIIIa in Fig. 8b;
- [0049]** Fig. 8b eine zweite Schnittansicht der längenverstellbaren Pleuelstange des vierten Ausführungsbeispiels, geschnitten entlang der Linie VIIIb-VIIIb in Fig. 8a;
- [0050]** Fig. 9a eine Schnittansicht eines fünften Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine;
- [0051]** Fig. 9b eine Schnittansicht der längenverstellbaren Pleuelstange des fünften Ausführungsbeispiels mit einer alternativen Ausgestaltung;
- [0052]** Fig. 10a eine teilweise Schnittansicht eines sechsten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, geschnitten entlang der Linie Xa-Xa in Fig. 10b;
- [0053]** Fig. 10b eine zweite Schnittansicht der längenverstellbaren Pleuelstange des sechsten Ausführungsbeispiels, geschnitten entlang der Linie Xb-Xb in Fig. 10a;
- [0054]** Fig. 11a eine teilweise Schnittansicht eines siebten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, geschnitten entlang der Linie XIa-XIa in Fig. 11b;
- [0055]** Fig. 11b eine zweite Schnittansicht der längenverstellbaren Pleuelstange des siebten Ausführungsbeispiels, geschnitten entlang der Linie XIb-XIb in Fig. 11a;
- [0056]** Fig. 12a eine teilweise Schnittansicht eines achten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, geschnitten entlang der Linie XIIa-XIIa in Fig. 12b;
- [0057]** Fig. 12b eine zweite Schnittansicht der längenverstellbaren Pleuelstange des achten Ausführungsbeispiels, geschnitten entlang der Linie XIIb-XIIb in Fig. 12a;
- [0058]** Fig. 13a eine teilweise Schnittansicht eines neunten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, geschnitten entlang der Linie XIIIa-XIIIa in Fig. 13b;
- [0059]** Fig. 13b eine zweite Schnittansicht der längenverstellbaren Pleuelstange des neunten Ausführungsbeispiels, geschnitten entlang der Linie XIIIb-XIIIb in Fig. 13a;
- [0060]** Fig. 14 eine Schnittansicht an einer Position z.B. entlang der Linie XIIIb-XIIIb in Fig.

- 13a einer weiteren zehnten Variante der erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange;
- [0061]** Fig. 15a eine teilweise Schnittansicht eines elften Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, geschnitten entlang der Linie XVa-XVa in Fig. 15b;
- [0062]** Fig. 15b eine zweite Schnittansicht der längenverstellbaren Pleuelstange des elften Ausführungsbeispiels, geschnitten entlang der Linie XVb-XVb in Fig. 15a;
- [0063]** Fig. 16a eine teilweise Schnittansicht eines zwölften Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange für eine Hubkolbenmaschine, geschnitten entlang der Linie XVIa-XVIa in Fig. 16b;
- [0064]** Fig. 16b eine zweite Schnittansicht der längenverstellbaren Pleuelstange des zwölften Ausführungsbeispiels, geschnitten entlang der Linie XVIb-XVIb in Fig. 16a;
- [0065]** Fig. 17 eine Schnittansicht an einer Position z.B. entlang der Linie XIIIb-XIIIb in Fig. 13a einer weiteren dreizehnten Variante der erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange; und
- [0066]** Fig. 18 eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine.
- [0067]** Fig. 1 zeigt in schematischer Ansicht ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange 1 mit einem ersten Pleuelteil 2 sowie einem zweiten Pleuelteil 3, wobei das erste Pleuelteil 2 an einem ersten, kolbenseitigen Ende ein kleineres Pleuelauge 2a zu Verbindung der Pleuelstange 1 mit einem Hubkolben einer Hubkolbenbrennkraftmaschine aufweist. Am anderen, kurbelwellenseitigen Ende der Pleuelstange 1 weist der zweite Pleuelteil 3 ein größeres Pleuelauge 3a zur Anbindung der Pleuelstange 1 an einer Kurbelwelle der Hubkolbenmaschine auf. Dazu ist der zweite Pleuelteil 3 über Pleuelschrauben 4 mit einer Lagerschale 3b verbunden und bildet mit dieser das größere Pleuelauge 3a aus. Der erste Pleuelteil 2 ist gegenüber dem zweiten Pleuelteil 3 zwischen einer ausgezogenen Lage und einer eingeschobenen Lage in Richtung der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 verstellbar, um die Pleuellänge PL zu variieren. Die Pleuellänge PL ist dabei definiert als der Abstand zwischen den Drehachsen des kleineren 2a und größeren Pleuelauges 3a. Zur Verstellung ist eine mit Hydraulikmedium, insbesondere Öl bzw. Motoröl beschickbare Längenverstellvorrichtung 6 vorgesehen, die auf verschiedene Weise ausgeführt sein kann.
- [0068]** Fig. 18 zeigt beispielhaft eine schematische Brennkraftmaschine 100 mit vier Zylindern 101, die in einem Zylinderblock 102 angeordnet und nach oben von einem Zylinderkopf 103 begrenzt sind. In jedem der Zylinder ist ein Hubkolben 104 beweglich angeordnet und über Pleuelstangen 1 mit einer Kurbelwelle 105 verbunden, wobei zumindest eine oder mehrere der Pleuelstangen 1 als erfindungsgemäße längenverstellbare Pleuelstange ausgeführt sein können.
- [0069]** Die Beschickung der Längenverstellvorrichtung 6 mit bzw. Drainierung von Hydraulikmedium erfolgt dabei über Hydraulikkanäle 7, 7' und einen Hydraulikmediumversorgungs kanal 8, deren Durchfluss über eine Steuereinrichtung 9 gesteuert werden. Der Hydraulikmediumversorgungs kanal 8 ist dabei z.B. über das größere Pleuelauge 3a mit der Hydraulikmediumversorgung einer Hubkolbenbrennkraftmaschine verbunden. Bezüglich der Ausführung der Steuereinrichtung 9 wird auf bekannte Systeme im Stand der Technik, insbesondere der Anmeldenden, verwiesen.
- [0070]** Fig. 2 zeigt in einer Schnittdarstellung eine Pleuelstange 1 mit einer Ausführungsvariante der Längenverstellvorrichtung 6 gemäß dem Stand der Technik, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit die Steuereinrichtung 9 nicht dargestellt ist. Der zweite Pleuelteil 3 weist an seinem dem ersten Pleuelteil 2 zugewandten Ende einen Abschnitt mit einem Führungszylinder 10 auf. Der erste Pleuelteil 2 weist an seinem dem zweiten Pleuelteil 3 zugewandten Ende eine Pleuelstange 11 und ein daran ausgeführtes bzw. damit verbundenes, zum Führungszylinder 10 korrespondierend ausgebildetes Kolbenelement 12 auf. Führungszylinder 10 und Kolbenelement 12 bzw. Pleuelstange 11 haben dabei z.B. einen kreisförmigen Querschnitt, können aber auch oval

oder mit mehreckigem Querschnitt ausgeführt sein. Das Kolbenelement 12 ist in Fig. 2 in einer Mittelstellung dargestellt und unterteilt den Führungszylinder 10 in einen in Richtung des kleinen Pleuelauges 2a orientierten oberen Druckraum 13 und einen in Richtung des größeren Pleuelauges 3a orientierten unteren Druckraum 14.

[0071] An dem Kolbenelement 12 sind Kolbendichtungen 15 vorgesehen, die durch Halteelemente 16 in ihrer Position am Kolbenelement 12 gehalten werden. Die Kolbendichtungen 15 dichten das Kolbenelement 12 gegenüber dem Führungszylinder 10 und damit auch die Druckräume 13, 14 zueinander ab.

[0072] Der obere Druckraum 13 wird nach oben durch ein Hülsenelement 17 begrenzt, in dem eine Kolbenstangendichtung 18 angeordnet ist, die ebenfalls durch ein Halteelement 16 in Position gehalten wird. Das Hülsenelement 17 fungiert als axiale Führung der Kolbenstange 11 und verhindert Bewegungen in radialer Richtung. Zur Fixierung des Hülsenelements 17 in dem zweiten Pleuelteil 3 kann das Hülsenelement 17 an seiner Außenseite einen Gewindeabschnitt (nicht dargestellt) aufweisen, der mit einem im oberen, dem kleinen Pleuelauge 2a zugewandten Bereich des Führungszylinders 10 ausgeführten Gewindeabschnitt (nicht dargestellt) korrespondiert.

[0073] Das Kolbenelement 12 ist zumindest teilweise vom Führungszylinder 10 aufgenommen und zum Verstellen der wirksamen Pleuellänge PL relativ zum Führungszylinder 10 entlang einer Längsachse 1a der Pleuelstange 1 relativ zum Führungszylinder 10 bzw. dem zweiten Pleuelteil 3 verschiebbar. Insbesondere kann das Kolbenelement 12 in den Führungszylinder 10 hineingeschoben bzw. aus diesem herausgezogen werden. Ein Ineinanderschieben von Kolbenelement 12 und Führungszylinder 10 bewirkt dabei eine Verkürzung der wirksamen Pleuellänge PL, ein Auseinanderziehen bzw. ein Herausziehen des Kolbenelements 12 aus dem Führungszylinder 10 führt zu einer Verlängerung der wirksamen Pleuellänge PL.

[0074] Das Bewegen des Kolbenelements 12 erfolgt mittels wechselseitigen Befüllens bzw. Drainierens der Druckräume 13, 14 mit Hydraulikmedium, was durch die in Fig. 1 dargestellte Steuereinrichtung 9 gesteuert wird.

[0075] Die wirksame Pleuellänge PL kann dabei zwischen einer minimalen wirksamen Pleuellänge PL und einer maximalen wirksamen Pleuellänge PL eingestellt werden. Die wirksame Pleuellänge PL ist dabei durch den Abstand zwischen den beiden Drehachsen der Pleuelstange 1 definiert, um welche sich die Pleuelstange 1 in einem funktionsmäßigen Verwendungszustand kolbenseitig und kurbelwellenseitig drehen kann. Bei diesen Drehachsen handelt es sich im Wesentlichen um den Kolbenbolzen des Hubkolbens und die Kurbelwelle, die in den Pleuelauge 2a, 3a geführt sind.

[0076] Wenn die maximale Länge PL eingestellt ist, ist der obere Druckraum 13 drainiert und der untere Druckraum 14 mit Hydraulikmedium gefüllt. Das Kolbenelement 12 liegt am Hülsenelement 17 an, das als oberer Anschlag für die maximal erreichbare wirksame Pleuellänge PL fungiert. Wenn die minimale Länge PL eingestellt ist, ist der obere Druckraum 13 mit Hydraulikmedium gefüllt und der untere Druckraum 14 ist von Hydraulikmedium entleert.

[0077] Zur Erläuterung des Aufbaus sind in Fig. 2 Kolbenstange 11 und Kolbenelement 12 gemäß dem Stand der Technik einstückig dargestellt. Im Gegensatz dazu zeigt Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel aus dem Stand der Technik, bei dem die Kolbenstange 11 und das Kolbenelement 12 als separate Bauteile ausgeführt sind, wobei das Kolbenelement 12 die Kolbenstange 11 an ihrem dem zweiten Pleuelteil 3 bzw. dem größeren Pleuelauge 3a zugewandten Ende umgreift. Das Kolbenelement 12 weist an seinem dem ersten Pleuelteil 2 zugewandten Ende einen Abschnitt mit einer Zylinderbohrung 19 auf, in der vorzugsweise wenigstens teilweise ein Innengewinde 5a ausgeführt ist. Am dem Kolbenelement 12 zugewandten Ende der Kolbenstange 11 ist an der Außenwandung ein korrespondierendes Außengewinde 5b ausgeführt. Hierbei sind die Kolbenstange 11 und das Kolbenelement 12 dazu ausgebildet, miteinander verschraubt zu werden.

[0078] In den nachfolgend beschriebenen Figuren sind verschiedene Ausführungsbeispielen der

Sicherung der Verbindung zwischen dem Kolbenelement 12 und dem ersten Pleuelteil 2 beschrieben, wobei überwiegend das Kolbenelement 12 mit der Kolbenstange 11 des ersten Pleuelteils 2 verbunden ist. Fig. 4 zeigt nun eine teilweise Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange 1 für eine Hubkolbenmaschine. Das erste Pleuelteil 2 ist dazu eingerichtet, mittels eines kleinen Pleuelauges 2a mit einem Hubkolben (nicht dargestellt) verbunden zu werden. Weiter ist das zweite Pleuelteil 3 dazu eingerichtet, mittels des großen Pleuelauges (in Fig. 4 nicht dargestellt) mit einer Kurbelwelle (nicht dargestellt) verbunden zu werden. Die Längenverstelleinrichtung 6 zum Verschieben der beiden Pleuelteile 2, 3 in Richtung einer Pleuellängsachse 1a der Pleuelteile, insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander, ist insbesondere hydraulisch betätigt, wie weiter oben beschrieben. Die Längenverstelleinrichtung 6 weist dazu ein Kolbenelement 12 auf, das vorzugsweise als zweiseitig wirkender Stufenkolben ausgeführt und mit dem ersten Pleuelteil 2 vorzugsweise mittels einer Schraubverbindung 5 verbunden ist. Dazu ist auf der Kolbenstange 11 des ersten Pleuelteils 2 ein Außengewinde 5b vorgesehen, das mit einem auf der Innenseite des Kolbenelements 12 vorgesehenen Innengewinde 5a zusammenwirkt.

[0079] Das Kolbenelement 12 ist mit dem ersten Pleuelteil 2 verbunden und gleitend in dem am zweiten Pleuelteil 3 angeordneten Führungszylinder 10 geführt. Zwischen einer dem großen Pleuelauge (in Fig. 4 nicht dargestellt) zugewandten Seite des Kolbenelements 12 und einem Zylinderboden 20 des Führungszylinders 10 ist der untere hydraulische Druck- bzw. Arbeitsraum 14 definiert. Zwischen einer dem kleinen Pleuelauge 2a zugewandten Seite des Kolbenelements 12 und einem im Führungszylinder 10 montierten Hülselement 17 ist ein oberer hydraulischer Druck- bzw. Arbeitsraum 13 definiert. In Fig. 4 ist die Pleuelstange 1 in einer Stellung lang dargestellt, in der der untere Druckraum 14 mit Hydraulikmedium gefüllt ist und das obere Ende des Kolbenelements 12 mit dem Hülselement 17 auf Stoß geht - aus diesem Grund ist der obere Druckraum 13 in Fig. 4 nicht zu erkennen bzw. nicht eingezeichnet.

[0080] Durch Druckbeaufschlagung des oberen 13 oder unteren hydraulischen Druckraumes 14 durch Zuführung von Hydraulikmedium wird das Kolbenelement 12 im Führungszylinder 10 hin- und herbewegt. Dadurch kann der Abstand zwischen erstem 2 und zweitem Pleuelteil 3 und damit auch die Pleuellänge verändert werden, was einer längenverstellbaren Pleuelstange 1 entspricht.

[0081] Das Kolbenelement 12 weist vorzugsweise eine erste Ausnehmung 21 auf, insbesondere als Sackloch ausgebildet, wie insbesondere in Fig. 5a zu erkennen ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel verläuft die erste Ausnehmung 21 im Wesentlichen normal zur Pleuellängsachse 1a. Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel dient ein Boden 21a der ersten Ausnehmung 21 als ein Sicherungselement 22. Dazu wird der Boden 21a derart verformt, dass er mit einer zweiten Ausnehmung 23 (z.B. in Form einer Ausfräsung, siehe Fig. 5b) in der Kolbenstange 11 des ersten Pleuelteils 2 als formschlüssige Verbindung zusammenwirkt. Die erste Ausnehmung 21 wird dabei vorzugsweise derart hergestellt, dass ihr Boden 21a dünn genug ist, um zu dem Sicherungselement 22 umgeformt zu werden. Nachdem Kolbenelement 12 und das erste Pleuelteil 2 mittels der Schraubverbindung 5 verbunden wurden, wird der Boden 21a der ersten Ausnehmung 21 in Richtung der zweiten Ausnehmung 23 verformt. Mit anderen Worten wird der Boden 21a derart verformt, dass er sich räumlich in die zweite Ausnehmung 23 hinein erstreckt. So wird eine formschlüssige Verbindung zwischen dem ersten Pleuelteil 2 und der Längenverstelleinrichtung 4 erzeugt, die ein Lösen der Schraubverbindung 5 zwischen der Kolbenstange 11 des ersten Pleuelteils 2 und dem Kolbenelement 12 verhindert.

[0082] Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist der Boden 21a der ersten Ausnehmung 21 vorzugsweise im Wesentlichen symmetrisch verformt bzw. verformbar, insbesondere durch Stanzen. Der Boden 21a weist im verformten Zustand vorzugsweise eine vom Ansatz her halbkugelförmige Auswölbung in Richtung der zweiten Ausnehmung 23 auf, wie beispielsweise in Fig. 5c zu erkennen ist. Die symmetrische Auswölbung des Bodens 21a ist vorteilhaft, da bei Belastung so möglichst wenige Spannungsspitzen auftreten, da der Kraftfluss optimiert ist. Dies reduziert die Gefahr, dass sich der Boden 21a bei Belastung verformt oder herausbricht.

[0083] Durch diese spezielle Ausgestaltung des Bodens 21a als Sicherungselement 22 sowie die spezielle Ausgestaltung des Kolbenelements 12 und des ersten Pleuelteils 2 wird eine hochtem-

peraturbeständige Verbindung hergestellt, die auch den hohen mechanischen Belastungen und Beschleunigungen einer längenverstellbaren Pleuelstange 1 standhält. Die Gefahr von Beschädigungen der Komponenten, insbesondere der Pleuelteile 2, 3 und der Längenverstelleinrichtung 6 mit Kolbenelement 12 und Führungszylinder 10, wird dadurch minimiert.

[0084] Fig. 5a zeigt eine perspektivische Schnittansicht des Kolbenelements 12 als Teil der Längenverstelleinrichtung 6 des ersten Ausführungsbeispiels. Die erste Ausnehmung 21 ist insbesondere als Sackloch ausgebildet und weist einen Boden 21a auf. Der Boden 21a ist das zwischen der ersten Ausnehmung 21 und der im Kolbenelement 12 ausgeführten Zylinderbohrung 19 verbleibende Material und ist in Fig. 5a noch nicht verformt. Der Boden 21a lässt sich herstellen, indem bei Ausbildung der ersten Ausnehmung 21 z.B. durch Bohren im Kolbenelement 12 von außen in radialer Richtung nach innen nur ein Sackloch generiert und Material belassen wird, so dass also die Wandung des Kolbenelements 12 nicht vollständig durchbohrt wird.

[0085] Fig. 5b zeigt eine perspektivische Ansicht der Kolbenstange 11 des ersten Pleuelteils 2 des ersten Ausführungsbeispiels. Die Kolbenstange 11 weist ein Außengewinde 5b für die Schraubverbindung 5 auf, die mit dem Innengewinde 5a für die Schraubverbindung 5 am Kolbenelement 12 zusammenwirken kann. Die Kolbenstange 11 des ersten Pleuelteils 2 weist die zweite Ausnehmung 23 auf, die insbesondere durch eine Ausfräsung herstellbar ist. Das erste Pleuelteil 2 weist an seiner im montierten Zustand dem großen Pleuelauge 3a zugewandten Seite einen ersten Anschlag 24 auf, der insbesondere mit einem zweiten Anschlag 25 im Kolbenelement 12 formschlüssig in Kontakt steht, wenn die Schraubverbindung 5 zwischen dem ersten Pleuelteil 2 und dem Kolbenelement 12 hergestellt ist. Durch eine Kraftübertragung über die Anschläge 24, 25 wird die Schraubverbindung 5 entlastet und so ein Lösen der Schraubverbindung 5 zusätzlich erschwert.

[0086] Fig. 5c zeigt einen Teil einer Schnittansicht der montierten längenverstellbaren Pleuelstange 1 des ersten Ausführungsbeispiels. Die Schraubverbindung 5 ist hergestellt. Die Anschläge 24, 25 stehen formschlüssig in Verbindung. Der Boden 21a der ersten Ausnehmung 21 ist verformt und steht so formschlüssig in Kontakt mit der zweiten Ausnehmung 23 in der Kolbenstange 11. In einer Variante stützt ein Bodenhalteelement 21b (in Fig. 5c strichliert eingezeichnet), insbesondere in Form eines Bolzens mit halbkugelförmigem Kopf, den verformten Boden 21a. Das Bodenhalteelement 21b wurde insbesondere in die erste Ausnehmung 21 hineingepresst und hat so den Boden 21a verformt. Insbesondere eine Presspassung zwischen Bodenhalteelement 21b und erster Ausnehmung 21 sorgt für einen festen Halt des Bodenhalteelements 21b in der ersten Ausnehmung 21.

[0087] Fig. 6 zeigt in einer Querschnittsansicht normal zur Pleuellängsachse 1a ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen längenverstellbaren Pleuelstange 1 für eine Hubkolbenmaschine. Der Aufbau ist dabei im Wesentlichen analog zum ersten Ausführungsbeispiel. Der Unterschied ist die Art der Verformung des Bodens 21a der ersten Ausnehmung 21. Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist der Boden 21a insbesondere asymmetrisch verformt und weist insbesondere zumindest einen Durchbruch auf. Diese Verformung wird insbesondere durch Stanzen erzeugt und weist dadurch insbesondere die Form einer Nase auf. In anderen Worten, die Auswölbung des Bodens 21a der ersten Ausnehmung 21 in Richtung der zweiten Ausnehmung 23 verläuft im zweiten Ausführungsbeispiel vorzugsweise nicht kontinuierlich, sondern zeigt eine Art von Sprung in ihrem Formverlauf auf. Dies ist vorteilhaft, da der Bereich der asymmetrischen Verformung eine besonders starke Sperrwirkung gegen ein Lösen der Schraubverbindung 5 erzeugt. Bei einem symmetrisch verformten Boden 21a kann sich aufgrund des kontinuierlicheren Formverlaufs die zweite Ausnehmung 23 über den verformten Boden 21a hinüberschieben. Eine asymmetrische Verformung, insbesondere in Form einer Nase, bildet eine Art Anschlag, die ein Lösen dieser Verbindung erschwert. Wenn der Boden 21a der ersten Ausnehmung 21 durchbrochen ist, ist die Sperrwirkung besonders groß, da die zweite Ausnehmung 23 nur schwer über die entstandene Nase hinüberschieben kann. Der gezielte Durchbruch des Bodens 21a stellt somit ein besonders effektives Sicherungselement 22 dar.

[0088] Fig. 7a und 7b zeigen in zwei Schnittansichten ein drittes Ausführungsbeispiel einer längenverstellbaren Pleuelstange 1 für eine Hubkolbenmaschine, bei der ein Bolzen 26 auf Seiten

eines Gewindebeginns einer Schraubverbindung 5 am ersten Pleuelteil 2 als Sicherungselement 22 fungiert. Der Gewindebeginn an dem ersten Pleuelteil 2 ist dabei vorzugsweise diejenige Seite des Außengewindes 5b, mit der das erste Pleuelteil 2 bzw. die Kolbenstange 11 in das Kolbenelement 12 geschraubt wird. Ein Gewindeende ist vorzugsweise die gegenüberliegende Seite desselben Außengewindes 5b. Eine erste Ausnehmung 21 und eine zweite Ausnehmung 23 sind im dritten Ausführungsbeispiel insbesondere derart ausgebildet, dass sie sich im Wesentlichen entlang einer gemeinsamen Ausnehmungsachse 21' erstrecken, insbesondere in Form einer durchgängigen Bohrung. Die erste Ausnehmung 21 ist dabei als eine entlang der Ausnehmungsachse 21' durch das Kolbenelement 12 und dessen Innenraum führende Bohrung ausgeführt, was in zwei fluchtenden Öffnungen im Kolbenelement 12 resultiert. Die Ausnehmungsachse 21' verläuft im Wesentlichen normal zu einer Längsachse 1a der Pleuelstange. Die zweite Ausnehmung 23 ist vorzugsweise ebenfalls als Ausfräsung ausgeführt, wie in Fig. 7c erkennbar ist. Das Sicherungselement 22 ist also derart ausgebildet, dass es sich ebenfalls entlang dieser Ausnehmungsachse 21' erstreckt, insbesondere in Form des erwähnten Bolzens 26. Der Bolzen 26 hat dabei eine im Wesentlichen zylindrische Form und seine Länge ist so bemessen, dass er im montierten Zustand nicht über den Außenumfang des Kolbenelements 12 vorsteht.

[0089] Mittels des Sicherungselements 22 wird eine formschlüssige Verbindung zwischen Kolbenelement 12 und erstem Pleuelteil 2 hergestellt. Die Kombination aus erster Ausnehmung 21 in Form einer Bohrung und Bolzen 26 ist besonders vorteilhaft, da sie einfach und kostengünstig herzustellen ist. Gleichzeitig stellt diese Kombination eine besonders sichere Lösung dar, da ein Bolzen große Kräfte übertragen kann und durch die Bohrung in einem sicheren Halt sitzt.

[0090] In Fig. 7a ist außerdem ein Verdrehsicherungselement 27 dargestellt. Das Verdrehsicherungselement 27 stabilisiert das Kolbenelement 12 gegenüber dem zweiten Pleuelteil 3. Insbesondere ist das Verdrehsicherungselement 27 derart eingerichtet, dass es eine Rotation zwischen Kolbenelement 12 und dem zweiten Pleuelteil 3 verhindert, aber eine Translation zwischen Kolbenelement 12 und zweitem Pleuelteil 3 zumindest teilweise ermöglicht. Insbesondere ist das Verdrehsicherungselement 27 als Bolzen oder Schraubelement im den Führungszylinder 10 umgebenden Teil des zweiten Pleuelauges 3 befestigt und ragt in den Führungszylinder 10 hinein, wo es mit einer Führungsnut 28 an der Außenseite des zweiten Kolbenelements 12 zusammenwirkt. Die Führungsnut 28 verläuft im Wesentlichen parallel zur Längsachse 1a der Pleuelstange 1. Durch die Bemessung der Länge der Führungsnut 28 in einer Richtung parallel zur Längsachse 1a der Pleuelstange 1 kann die Bewegung des Kolbenelements 12 und des ersten Pleuelteils 2 relativ zum zweiten Pleuelteil 3 begrenzt werden.

[0091] Mit anderen Worten ist eine Verdrehsicherung vorgesehen, die ein Verdrehsicherungselement 27 und eine im montierten Zustand damit korrespondierende Führungsnut 28 aufweist. Durch die Verdrehsicherung sind das Kolbenelement 12 und das damit verbundene erste Pleuelteil 2 gegen ein Verdrehen bezüglich des zweiten Pleuelteils 3 abgesichert. Die Gefahr von Beschädigungen der Komponenten, die durch ein ungewünschtes Verdrehen entsteht, ist somit weiter reduziert.

[0092] Fig. 7b zeigt eine Schnittansicht der längenverstellbaren Pleuelstange 1 des dritten Ausführungsbeispiels, geschnitten in einer Ebene, die orthogonal zur Pleuellängsachse 1a steht und mittig entlang der Ausnehmungsachse 21' durch das Sicherungselement 22 in Form des Bolzens 26 verläuft. Dabei ist zu sehen, dass der Bolzen 26 sowohl das erste Pleuelteil 2 tangiert als auch das Kolbenelement 12 durchdringt und so eine formschlüssige Verbindung herstellt.

[0093] In Fig. 7c ist das zweite Pleuelteil 2 des dritten Ausführungsbeispiel alleine in einer perspektivischen Ansicht gezeigt, damit die querverlaufende zweite Ausnehmung 23 in Form einer Ausfräsung deutlich zu sehen ist.

[0094] Fig. 8a und Fig. 8b zeigen ein viertes Ausführungsbeispiel einer längenverstellbaren Pleuelstange 1 für eine Hubkolbenmaschine in Schnittansichten entlang der Längsachse 1a der Pleuelstange (Fig. 8a, Schnitt entlang Linie VIIIa-VIIIa in Fig. 8b) und normal zur Längsachse 1a (Fig. 8b, Schnitt entlang Linie VIIIb-VIIIb in Fig. 8a). Der Aufbau ist dabei im Wesentlichen analog zum dritten Ausführungsbeispiel. Der Unterschied ist die Position des als Bolzen 26 ausgeführten Si-

cherungselements 22. Dieses ist gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel auf Seiten eines Gewindeendes einer Schraubverbindung 5 am ersten Pleuelteil 2 angeordnet. Der Gewindebeginn an dem ersten Pleuelteil 2 ist dabei vorzugsweise die Seite, von der an das erste Pleuelteil 2 bzw. dessen Kolbenstange 11 in das Kolbenelement 12 geschraubt wird. Ein Gewindeende ist vorzugsweise die gegenüberliegende Seite desselben Gewindes. Je nach Aufbau der längenverstellbaren Pleuelstange 1 kann, insbesondere aus Platzgründen, die Anordnung des Sicherungselements 22 am Gewindebeginn oder am Gewindeende der Schraubverbindung 5 vorteilhaft sein.

[0095] Fig. 9a zeigt ein fünftes Ausführungsbeispiel einer längenverstellbaren Pleuelstange 1 für eine Hubkolbenmaschine, wobei hier ein Kugelelement 29 als Sicherungselement 22 vorgesehen ist. Die erste Ausnehmung 21 ist zumindest teilweise zylinderförmig ausgebildet, insbesondere als Durchgangsbohrung, die im Wesentlichen normal zur Längsachse 1a der Pleuelstange 1 verlaufend ausgebildet ist und von der Außenseite des Kolbenelements 12 bis in die Zylinderbohrung 19 hinein führt; die zweite Ausnehmung 23 ist in der Außenseite der Kolbenstange 11 vorgesehen und zumindest teilweise kugelförmig ausgebildet, insbesondere halbkugelförmig bzw. als Kugelsegment oder Kugelkalotte. Die zweite Ausnehmung 23 ist dabei korrespondierend zum Kugelelement 29 ausgeführt, so dass dieses im montierten Zustand zumindest teilweise in der zweiten Ausnehmung 23 aufgenommen werden kann.

[0096] In diesem Ausführungsbeispiel ist zusätzlich ein Haltering 30 vorgesehen, insbesondere in Form eines Ringes, der eingerichtet ist, das das Kugelelement 29 an einer Position zu halten, in der es vollständig in der ersten Ausnehmung 21 aufgenommen ist und so weit in die Zylinderbohrung 19 des Kolbenelements 12 hineinragt, dass es formschlüssig in der zweiten Ausnehmung 23 aufgenommen ist - auf diese Weise ergibt sich eine formschlüssige Verbindung zwischen Kolbenelement 12 und erstem Pleuelteil 2. Ein im Wesentlichen kugelförmiges Sicherungselement 22 bietet insbesondere den Vorteil, dass es Kräfte in allen Richtungen gleichermaßen aufnehmen und abgeben kann. In Zusammenspiel mit einer insbesondere halbkugelförmig ausgebildeten zweiten Ausnehmung 23 kann das insbesondere kugelförmig ausgebildete Sicherungselement 22 somit die Kräfte optimal übertragen.

[0097] Um das Kugelelement 29 zu montieren, wird es durch die insbesondere zylinderförmig ausgebildete erste Ausnehmung 21 eingefügt, bis es in Kontakt mit der zweiten Ausnehmung 23 steht. Um dann ein Herausrutschen des zumindest teilweise kugelförmig ausgebildeten Sicherungselements 22 aus der ersten Ausnehmung 21 zu verhindern und das Kugelelement 29 in Kontakt mit der Kolbenstange 11 zu halten, wird der Haltering 30 angebracht. Dazu wird der Haltering 30 von unten, also von der vom kleineren Pleuelauge 2a abgewandten Seite, entlang der Längsachse 1a der Pleuelstange 1 in Richtung des kleineren Pleuelauges 2a auf das Kolbenelement 12 aufgeschoben. Dabei wird der Haltering 30 vorzugsweise mit einem Presssitz am Kolbenelement 12 gehalten, zusätzlich wird er durch das Anbringen der Kolbendichtung 15 und des zugehörigen Halteelements 16 fixiert.

[0098] Fig. 9b zeigt die längenverstellbare Pleuelstange 1 des fünften Ausführungsbeispiels mit einer alternativen Ausgestaltung, bei der anstatt des Halterings 30 (Fig. 9a) eine Haltehülse 31 vorgesehen ist. Haltering 30 und Haltehülse 31 unterscheiden sich durch die unterschiedliche Längserstreckung in einer Richtung entlang der Längsachse 1a der Pleuelstange 1. Zusätzlich ist die Anordnung der im fünften Ausführungsbeispiel beschriebenen Kolbendichtung 15 unterschiedlich. Gemäß Fig. 9b fungiert die Haltehülse 31 als Halteelement für die Kolbendichtung 15 und hält gleichzeitig das Sicherungselement 22 in Position. Die Kolbendichtung 15 ist dazu insbesondere auf einer dem zweiten Pleuelteil 3 zugewandten Ausnehmung einer Mantelfläche des Kolbenelements 12 angeordnet, welche die Kolbendichtung 15 passgenau aufnimmt. Diese Mantelfläche erstreckt sich dabei über die erste Ausnehmung 21 des Kolbenelements 12 hinweg. In anderen Worten befindet sich die Kolbendichtung 15 aus Richtung der Befestigung der Haltehülse 31 gesehen nach der Ausnehmung 21. Bei der Montage wird also nach Einsetzen des Kugelements 29 in die erste Ausnehmung 21 die Kolbendichtung 15 auf das Kolbenelement 12 aufgeschoben und dann die Haltehülse 31 montiert.

[0099] Im Gegensatz dazu befindet sich in Fig. 9a die Kolbendichtung 15 aus Richtung der Befestigung des Stützrings 30 gesehen vor der ersten Ausnehmung 21.

[00100] Durch die Anordnung der Kolbendichtung 15 nach der ersten Ausnehmung 21 so wie in Fig. 9b kann die Haltehülse 31 sowohl die Kolbendichtung 15 stützen als auch die Funktion des Halteelements 16 übernehmen. Die Kolbendichtung 15 wird so an einem Abrutschen von dem Kolbenelement 12, insbesondere an einem Herausrutschen aus den Ausnehmungen des Kolbenelements 12, gehindert. Das Sicherungselement 22 in Form des Kugelements 29 wird in Position gehalten und stellt so eine formschlüssige Verbindung zwischen Kolbenelement 12 und erstem Pleuelteil 2 her, wodurch ein Lösen einer Schraubverbindung 5 zwischen Kolbenelement 12 und erstem Pleuelteil 2 verhindert wird. Eine Beschädigung der längenverstellbaren Pleuelstange 1 kann so verhindert werden. Durch die Vereinigung der Funktionen von Haltehülse 31 und Stützelement in einem Bauteil werden die Herstellungskosten der längenverstellbaren Pleuelstange 1 gesenkt.

[00101] In einem sechsten Ausführungsbeispiel, das in den Fign. 10a und 10b mit Details von Schnittansichten dargestellt ist, wird als Sicherungselement 22 eine Verschlusschraube 32 vorgesehen, die von außen in die in der Außenwandung des Kolbenelements 12 vorgesehene erste Ausnehmung 21 eingeschraubt wird. Dazu weist die Verschlusschraube 32 ein Werkzeugprofil 33 auf, um ein einfaches Montieren zu ermöglichen. Im montierten Zustand befindet sich die Verschlusschraube 32 vollständig innerhalb des Außenumfangs des Kolbenelements 12.

[00102] Die erste Ausnehmung 21 weist dabei einen ersten Abschnitt mit einem ersten Durchmesser und einen zweiten Abschnitt mit einem vom ersten Durchmesser unterschiedlichen zweiten Durchmesser auf. Vorzugsweise ist der erste Durchmesser größer und der erste Abschnitt befindet sich hinsichtlich einer Mittelachse des Kolbenelements 12 in radialer Richtung im äußeren Bereich der ersten Ausnehmung 21, während der zweite Abschnitt sich im nach innen orientierten Bereich der ersten Ausnehmung 21 befindet. Am Übergang zwischen dem ersten und dem zweiten Abschnitt ist ein kegelförmiger Dichtsitz 34 ausgebildet, so dass das Äußere und das Innere des Kolbenelements 12 gegeneinander abgedichtet sind, wenn die Verschlusschraube 32 eingeschraubt ist. Die Verschlusschraube 32 ragt in die Zylinderbohrung 19 im Inneren des Kolbenelements 12 hinein und wird von einer in der Kolbenstange 11 ausgeführten zweiten Ausnehmung 23 aufgenommen.

[00103] Das Anbringen des Sicherungselements 22 erfolgt vorzugsweise dann, wenn Kolbenstange 11 und Kolbenelement 12 miteinander verschraubt sind. In dieser Konfiguration wird von außen die erste Ausnehmung 21 im Kolbenelement 12 mit zwei Abschnitten unterschiedlichen Durchmessers ausgeführt - üblicherweise durch Bohren -, und dann im ersten und/oder zweiten Abschnitt das Gewinde zum Einschrauben der Verschlusschraube 32 vorgesehen. Die zweite Ausnehmung 23 in der Kolbenstange 11 kann entweder gemeinsam mit der ersten Ausnehmung 21 angefertigt oder vorab in die Kolbenstange 11 eingebracht werden.

[00104] Das siebente Ausführungsbeispiel in den Fign. 11a und 11b ist vergleichbar zum sechsten Ausführungsbeispiel, allerdings ist anstelle der Verschlusschraube 32 ein Stiftelement 35 als Sicherungselement 22 vorgesehen, das im Wesentlichen zylindrisch ausgeführt ist und in die erste Ausnehmung 21 eingepresst wird. Dabei wird das Stiftelement 35 von außen entlang der Ausnehmungsachse 21' so weit in radialer Richtung in die erste Ausnehmung 21 eingepresst, dass sie einerseits innen in die zweite Ausnehmung 23 in der Kolbenstange 11 des ersten Pleuelteils 2 hineinragt und sich ein Formschluss ergibt und andererseits das Stiftelement 35 nicht über den Außenumfang des Kolbenelements 12 hinausragt. Die Abdichtung zwischen dem Inneren und dem Äußeren des Kolbenelements 12 ergibt sich durch den Presssitz des Stiftelements 35 in der ersten Ausnehmung 21.

[00105] Das achte Ausführungsbeispiel in den Fign. 12a und 12b zeigt eine leichte Variation des Konzepts des siebenten Ausführungsbeispiels dahingehend, dass ein Stiftelement 35' aus einem gut verformbaren Material, beispielsweise Kupfer, als Sicherungselement 22 zur Anwendung kommt: Wenn dieses Stiftelement 35' in die erste Ausnehmung 21 hineingepresst wird, kann es bei entsprechender Ausführung der zweiten Ausnehmung 23 die Innenöffnung der ersten Ausnehmung 21 hintergreifen und einen noch besseren Formschluss zwischen Kolbenstange 11 und Kolbenelement 12 sicherstellen.

[00106] Im neunten Ausführungsbeispiel gemäß den Fign. 13a und 13b wird das Konzept des siebenten und achten Beispiels dahingehend verändert, dass als Sicherungselement 22 ein Mediumpfropfen 36 eines aushärtenden Mediums fungiert, das in flüssigem Zustand in die erste Ausnehmung 21 im Kolbenelement 12 eingegossen wird und sich dort verfestigt. Dabei kann beispielsweise ein Flüssigmetall zur Anwendung kommen. Der Vorteil dieser Variante liegt darin, dass der Mediumpfropfen 36 nicht nur die erste Ausnehmung 21 und Teile der zweiten Ausnehmung 23 ausfüllt, sondern das aushärtende Medium im flüssigen Zustand ausgehend von den Ausnehmungen 21, 23 auch noch in weitere Spalte und Schlitz zwischen Kolbenstange 11 und Kolbenelement 12 kriecht und sich so ein noch besserer Schutz gegen Verdrehen ergibt.

[00107] Das Positionieren des Sicherungselements 22 kann hier sehr einfach dadurch erfolgen, dass zumindest die erste Ausnehmung 21 - gegebenenfalls auch die zweite Ausnehmung 23 - nach dem Verschrauben der Kolbenstange 11 mit dem Kolbenelement 12 angefertigt und dann das flüssige Medium in die erste Ausnehmung 21 hineingegossen wird. Die erste Ausnehmung 21 kann dabei nur teilweise - siehe Fign. 13a und 13b - oder vollständig gefüllt werden.

[00108] Ein Vorteil des neunten Ausführungsbeispiels liegt darin, dass mit nur geringem Aufwand ein besonders vereinfachtes Anbringen des Sicherungselements 22 ohne Nachbearbeitung nach erfolgtem Verschrauben von Kolbenstange 11 und Kolbenelement 12 möglich ist. Dazu ist eine der Ausnehmungen 21, 23 vierfach im Abstand von 90° über den Umfang von Kolbenelement 12 bzw. -stange 11 vorzusehen und die andere der Ausnehmungen 21, 23 dreifach im Abstand von 120° zueinander.

[00109] Fig. 14 zeigt in einer Schnittansicht normal zur Längsachse 1a der Pleuelstange 1 eine Variante, bei der vier erste Ausnehmungen 21 vorgesehen sind, deren Ausnehmungsachsen $21'$ normal zur jeweils benachbarten Ausnehmungsachse $21'$ orientiert ist, während drei zweite Ausnehmungen 23 vorgesehen sind, die jeweils 120° voneinander beabstandet sind. Egal, welche Endstellung sich beim Verschrauben der Kolbenstange 11 mit dem Kolbenelement 12 ergibt, es wird sich jedenfalls immer eine zumindest teilweise Überlappung von erster 21 und zweiter Ausnehmung 23 ergeben, so dass das flüssige Medium eingefüllt und ein Formschluss zwischen Kolbenstange 11 und Kolbenelement 12 erreicht werden kann. Dieser Effekt ist in Fig. 14 dargestellt durch Ausnehmungen einerseits in durchgezogenen, andererseits in strichlierten Linien. In der Darstellung in Fig. 14 ist kein flüssiges Medium eingefüllt.

[00110] Im zehnten Ausführungsbeispiel gemäß Fign. 15a und 15b ist das Sicherungselement 22 als Schweißnaht 37 ausgeführt. Es ist nur eine erste Ausnehmung 21 notwendig, eine zweite Ausnehmung 23 im ersten Pleuelteil bzw. der Kolbenstange 11 kann entfallen. Am Übergang zwischen erster Ausnehmung 21 und Kolbenstange 11 wird durch Laserschweißen eine vorzugsweise rundumlaufende Schweißnaht erstellt, die einen Formschluss zwischen Kolbenelement 12 und Kolbenstange 11 ergibt.

[00111] In einem elften Ausführungsbeispiel das in den Fign. 16a und 16b dargestellt ist, wird als Sicherungselement 22 ein Blockierstift 38 in einer ersten Ausnehmung 21 in der Bodenfläche der Zylinderbohrung 19 innerhalb des Kolbenelements 12 angeordnet, wobei der Blockierstift 38 in eine Richtung parallel zur Längsachse 1a der Pleuelstange 1 orientiert ist. Die dieser Bodenfläche der Zylinderbohrung 19 zugewandte Seite der Kolbenstange 11, die im montierten Zustand in Richtung des größeren Pleuelauges 3a orientiert ist, wird mit in Umfangsrichtung aneinander anschließenden Keifflächen 39 versehen. Dazu können die Keifflächen 39 entweder direkt in die Unterseite der Kolbenstange 11 eingearbeitet werden oder die Keifflächen 39 werden in einer Scheibe ausgeführt, die nachträglich an der Kolbenstange 11 angeordnet werden kann.

[00112] Der Neigungswinkel der Keifflächen 39 wird größer gewählt als der Winkel der Gewindesteigung der Schraubverbindung 5 zwischen Kolbenstange 11 und Kolbenelement 12. Wenn das Innengewinde 5a und das Außengewinde 5b mit unterschiedlichen Gewindesteigungen ausgeführt sind, ist der Neigungswinkel größer gewählt als der größte Winkel der gewählten Gewindesteigungen. Die Verdrehsicherung des Kolbenelements 12 relativ zum ersten Pleuelteil 2 bzw. zur Kolbenstange 11 ergibt sich aufgrund des Formschlusses zwischen Keifflächen 39 und Blockierstift 38. Der Blockierstift 38 fungiert zusammen mit den Keifflächen 39 als Sicherungselement

22.

[00113] Fig. 17 zeigt ein zwölftes Ausführungsbeispiel, bei dem als Sicherungselement 22 eine federbelastete Blockierschraube 40 in einer im Kolbenelement 12 ohne Gewinde ausgeführten ersten Ausnehmung 21 angeordnet ist und sich auf einem Federelement in Form eines Federpakts 41 abstützt. Die Blockierschraube 40 ist in einer Richtung normal zur Längsachse 1a der Pleuelstange 1 orientiert und so angeordnet, dass sie entlang der Ausnehmungsachse 21' tangential in einen Gewindeabschnitt 42 eingreift, der in einer umlaufenden Nut in der Pleuelstange 11 eingearbeitet ist. Die Vorspannung dieser Blockierschraube 40 wirkt im Drehsinn des Anziehens des Kolbenelements 12. Gegen die Mikrobewegungen, die durch die dynamischen Lasten bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Pleuelstange 1 hervorgerufen werden, wirkt das Federpaket 41, das verhindert, dass es zu einem Lockern der Blockierschraube 40 kommt. Die Abdichtung zwischen dem Inneren und dem Äußeren des Kolbenelements 12 wird erreicht, indem ein Napf-förmiges Verschlusssteil 43 aus einem formbaren Material wie z.B. Kupfer über das obere Ende der Blockierschraube 40 gepresst wird. Dabei wird dieses Verschlusssteil 43 formschlüssig mit der Blockierschraube 40 verbunden. Bei dieser Ausführung ist keine Bearbeitung im Zusammenbau erforderlich.

[00114] Bei allen Ausführungsbeispielen außer dem elften Ausführungsbeispiel weist das erste Pleuelteil 2 insbesondere einen ersten Anschlag 24 auf und das Kolbenelement 12 einen zweiten Anschlag 25, wobei der erste 24, der zweite Anschlag 25 und die Schraubverbindung 5 derart eingerichtet und aufeinander abgestimmt sind, dass eine Druckkraft zwischen Kolbenelement 12 und erstem Pleuelteil 2 bzw. umgekehrt mittels der Anschläge 24, 25 übertragen wird. Dies ist vorteilhaft, da so die Belastung der Schraubverbindung 5 vermindert wird, was ebenfalls die Gefahr reduziert, dass sich die Schraubverbindung 5 selbstständig löst.

[00115] Bei den exemplarisch erläuterten Ausführungsbeispielen handelt es sich lediglich um Beispiele, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau der Erfindung in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung von mindestens einem exemplarischen Ausführungsbeispiel gegeben, wobei Änderungen, insbesondere Kombinationen von einzelnen Merkmalen verschiedener Ausführungsbeispiele, im Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile vorgenommen werden können, ohne den offenbarten Schutzbereich zu verlassen.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Pleuelstange
- 1a Längsachse
- 2 erstes Pleuelteil
- 2a kleineres Pleuelauge
- 3 zweites Pleuelauge
- 3a größeres Pleuelauge
- 3b Lagerschale
- 4 Pleuelschraube
- 5 Schraubverbindung
- 5a Innengewinde
- 5b Außengewinde
- 6 Längenverstellvorrichtung
- 7, 7' Hydraulikkanal
- 8 Hydraulikmediumversorgungs kanal
- 9 Steuereinrichtung
- 10 Führungszylinder
- 11 Kolbenstange
- 12 Kolbenelement
- 13 oberer Druckraum
- 14 unterer Druckraum
- 15 Kolbendichtung
- 16 Halteelement
- 17 Hülselement
- 18 Kolbenstangendichtung
- 19 Zylinderbohrung
- 21 erste Ausnehmung
- 21' Ausnehmungsachse
- 21a Boden
- 21b Bodenhalteelement
- 20 Zylinderboden
- 22 Sicherungselement
- 23 zweite Ausnehmung
- 24 erster Anschlag

- 25 zweiter Anschlag
- 26 Bolzen
- 27 Verdrehsicherungselement
- 28 Führungsnut
- 29 Kugelelement
- 30 Haltering
- 31 Haltehülse
- 32 Verschlusschraube
- 33 Werkzeugprofil
- 34 Dichtsitz
- 35, 35' Stiftelement
- 36 Mediumpfropfen
- 37 Schweißnaht
- 38 Blockierstift
- 39 Keilfläche
- 40 Blockierschraube
- 41 Federpaket
- 42 Gewindeabschnitt
- 43 Verschlusssteil
- PL Pleuellänge

Ansprüche

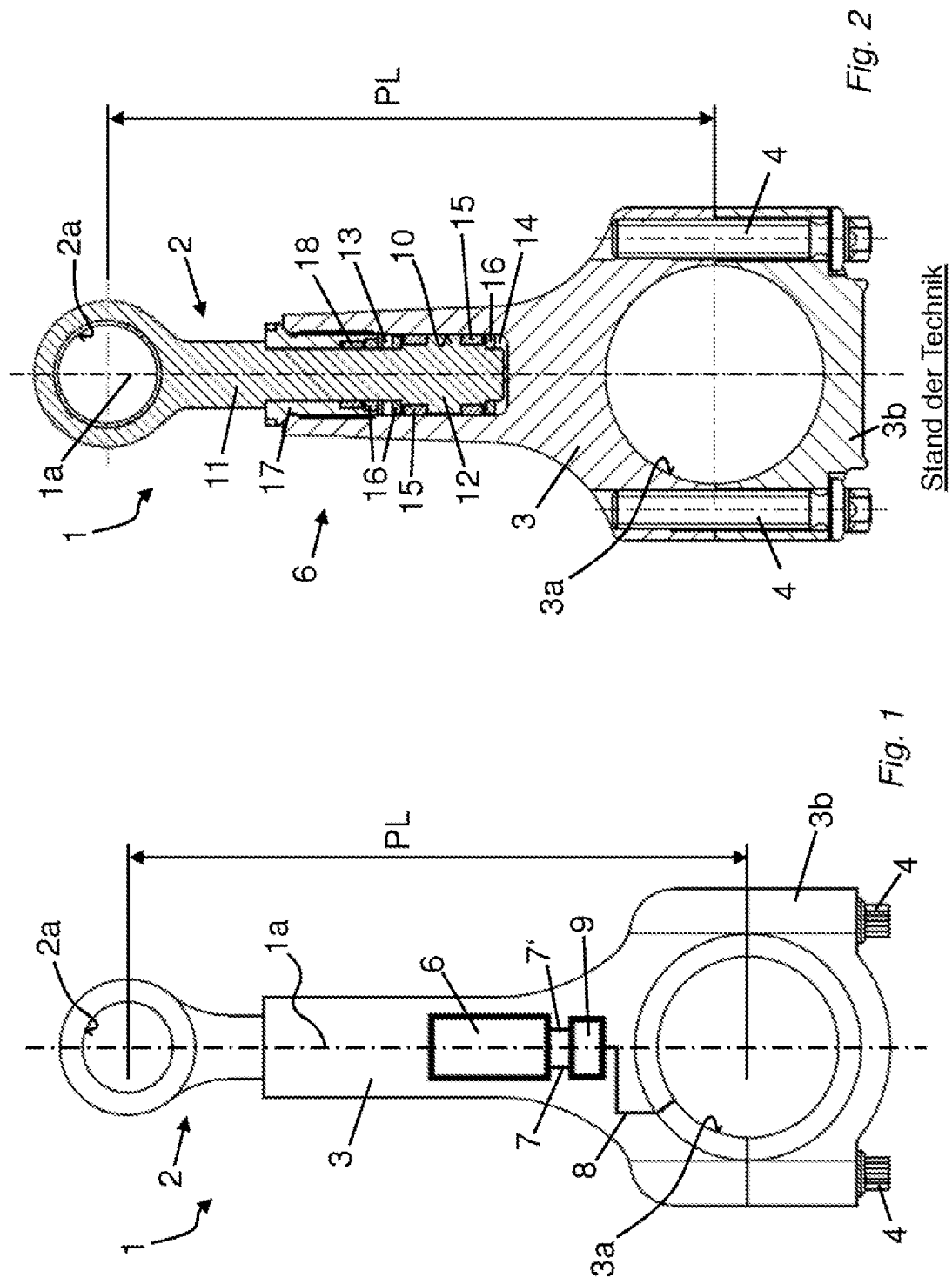
1. Längenverstellbare Pleuelstange (1) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, wobei die Pleuelstange (1) ein erstes Pleuelteil (2) und ein zweites Pleuelteil (3) aufweist und die beiden Pleuelteile (2, 3) in Richtung einer Längsachse (1a) der Pleuelstange (1), insbesondere teleskopartig, zu- und/oder ineinander bewegbar ausgebildet sind und der zweite Pleuelteil (3) an seinem dem ersten Pleuelteil (2) zugewandten Ende einen Führungszylinder (10) aufweist und der erste Pleuelteil (2) ein im Führungszylinder (10) verschiebbares Kolbenelement (12) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kolbenelement (12) mittels einer Schraubverbindung (5) mit dem ersten Pleuelteil (2) verbunden ist und die längenverstellbare Pleuelstange (1) zumindest ein vorzugsweise mechanisches Sicherungselement (22) aufweist, wobei das Kolbenelement (12) und das erste Pleuelteil (2) eingerichtet sind, um mit dem Sicherungselement (22) zusammenzuwirken, um ein selbstständiges Lösen der Schraubverbindung (5) zu verhindern.
2. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 1, wobei das Kolbenelement (12) eine erste Ausnehmung (21) aufweist und das erste Pleuelteil (2) eine zweite Ausnehmung (23) aufweist, wobei die Ausnehmungen (21, 23) eingerichtet sind, um mit dem Sicherungselement (22) als formschlüssige Verbindung zusammenzuwirken.
3. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 2, wobei die erste Ausnehmung (21), die insbesondere als Sackloch ausgebildet ist, einen Boden (21a) aufweist, der zumindest teilweise als Sicherungselement (22) dient, indem er derart verformt und/oder verformbar ist, dass er mit der zweiten Ausnehmung (23), die insbesondere als Ausfräsung ausgebildet ist, als formschlüssige Verbindung zusammenwirkt.
4. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 3, wobei der Boden (21a) der ersten Ausnehmung (21) im Wesentlichen symmetrisch verformt und/oder verformbar ist.
5. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 3, wobei der Boden (21a) der ersten Ausnehmung (21) im Wesentlichen asymmetrisch verformt und/oder verformbar ist und dadurch insbesondere die Form einer Nase aufweist, wobei vorzugsweise der Boden (21a) im verformten Zustand zumindest teilweise durchbrochen ist.
6. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 2, wobei die erste Ausnehmung (21) und die zweite Ausnehmung (23) derart ausgebildet sind, dass sie sich im Wesentlichen entlang einer gemeinsamen Ausnehmungsachse (21') erstrecken, und das Sicherungselement (22) derart ausgebildet ist, dass es sich ebenfalls entlang dieser Ausnehmungsachse (21') erstreckt, und dadurch eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Kolbenelement (12) und dem ersten Pleuelteil (2) hergestellt ist.
7. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach Anspruch 6, wobei die erste Ausnehmung (21) zumindest teilweise zylinderförmig ausgebildet ist, insbesondere als Durchgangsbohrung durch das Kolbenelement (12), und die zweite Ausnehmung (23) zumindest teilweise kugelförmig ausgebildet ist, insbesondere halbkugelförmig, und das Sicherungselement (22) als Kugelelement (29) ausgebildet ist, wobei zumindest ein Haltering (30) oder eine Haltehülse (31) vorgesehen sind die eingerichtet sind, das Sicherungselement (22) in Position zu halten, so dass eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Kolbenelement (12) und dem ersten Pleuelteil (2) hergestellt ist.
8. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das erste Pleuelteil (2) einen ersten Anschlag (24) aufweist und das Kolbenelement (12) einen zweiten Anschlag (25) aufweist, wobei der erste Anschlag (24), der zweite Anschlag (25) und die Schraubverbindung (5) derart eingerichtet und aufeinander abgestimmt sind, dass eine Druckkraft zwischen Kolbenelement (12) und erstem Pleuelteil (2) mittels der Anschläge (24, 25), insbesondere überwiegend über die Anschläge (24, 25), übertragen wird.
9. Längenverstellbare Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei ein Verdreh-

sicherungselement (27) vorgesehen ist, das mit dem zweiten Pleuelteil (3) verbunden und dazu eingerichtet ist, mit dem Kolbenelement (12) in der Weise zusammenzuwirken, dass eine Drehbewegung des Kolbenelements (12) um eine Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) verhindert und eine Bewegung des Kolbenelements (12) entlang der Längsachse (1a) der Pleuelstange (1) und relativ zum zweiten Pleuelteil (3) ermöglicht wird.

10. Brennkraftmaschine (100) mit zumindest einer Pleuelstange (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

Hierzu 15 Blatt Zeichnungen

1/15



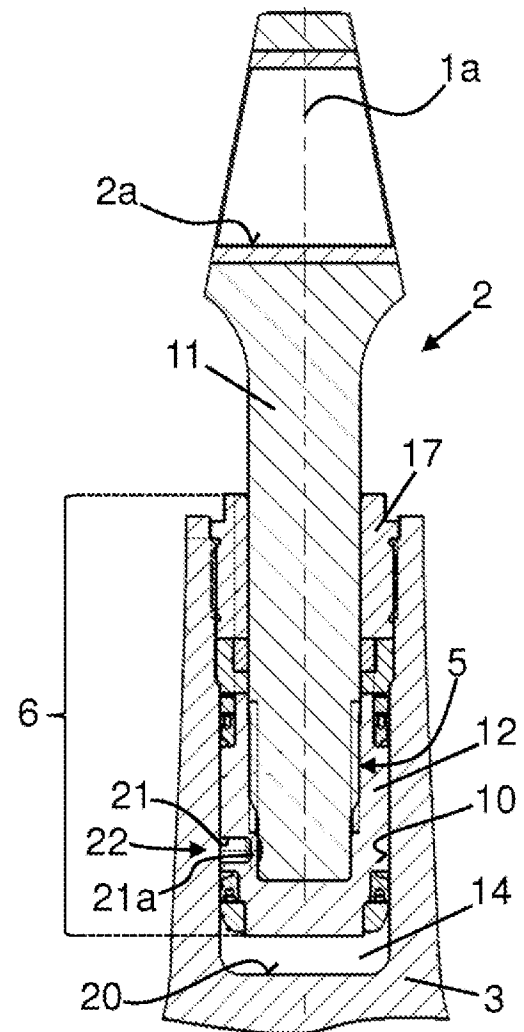
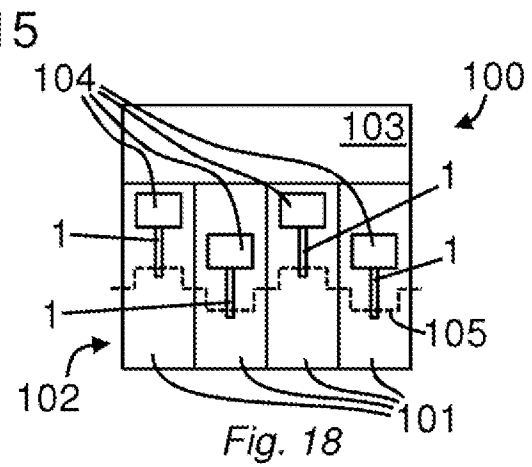
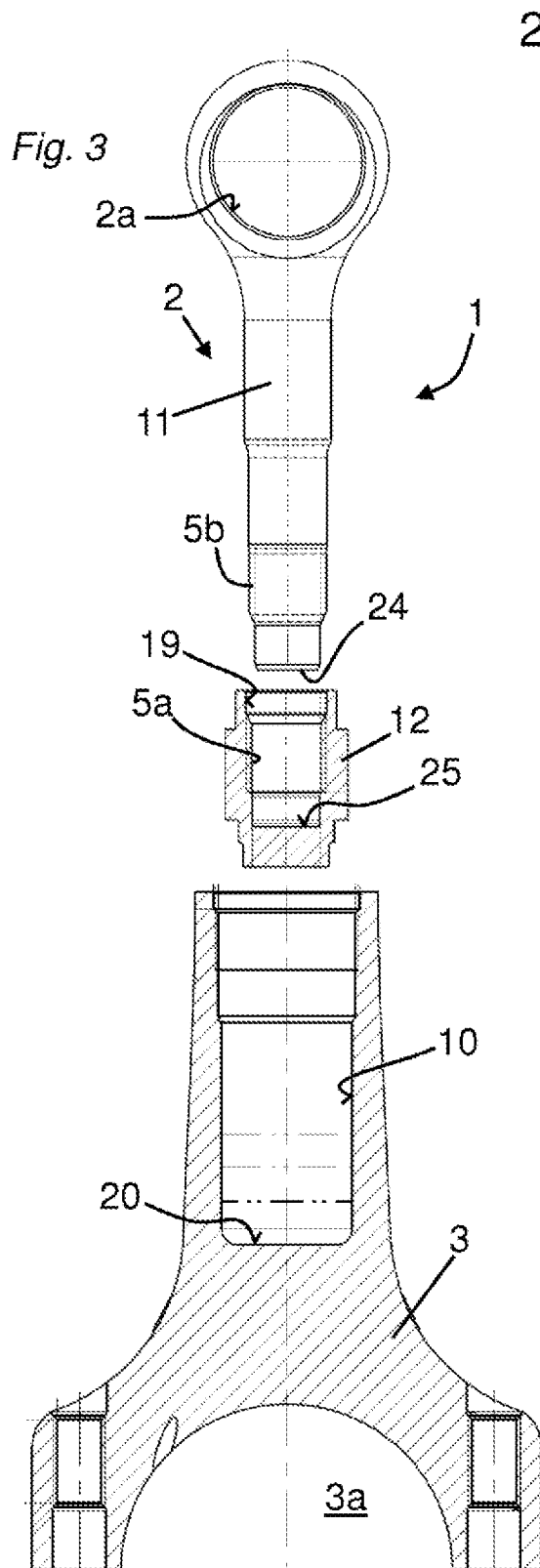


Fig. 4

Stand der Technik

3/15

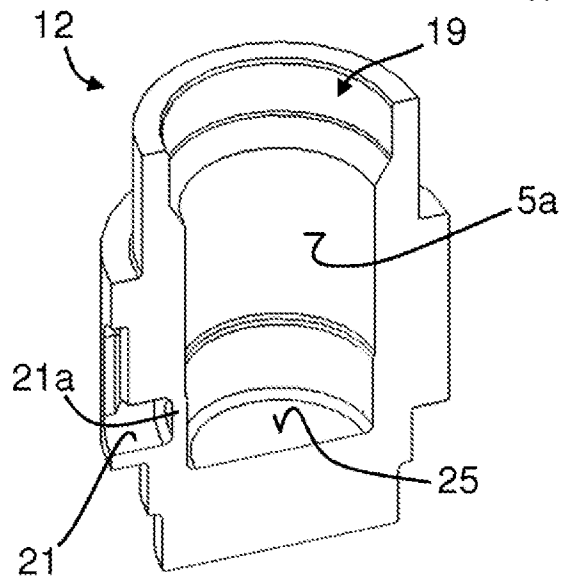


Fig. 5a

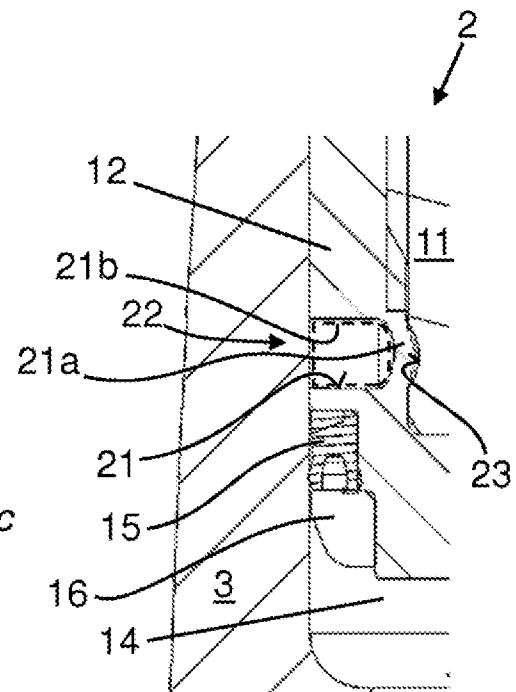


Fig. 5c

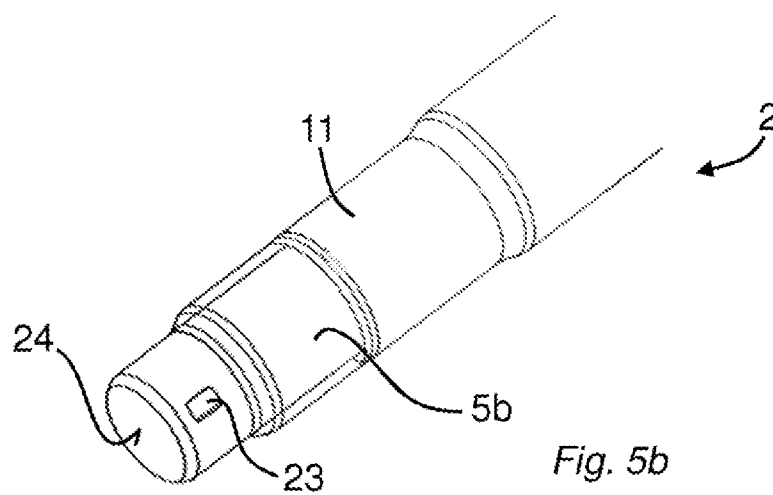


Fig. 5b

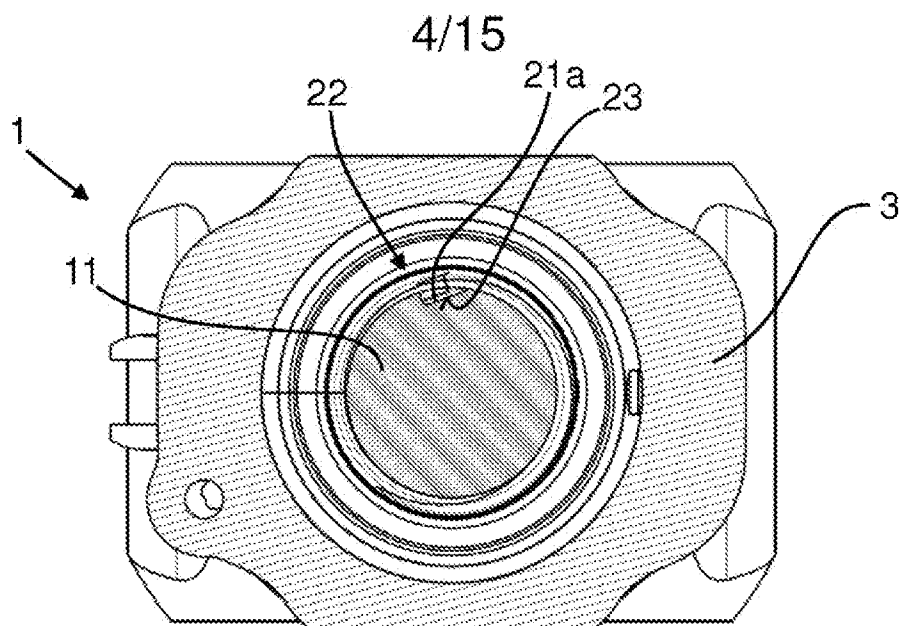


Fig. 6

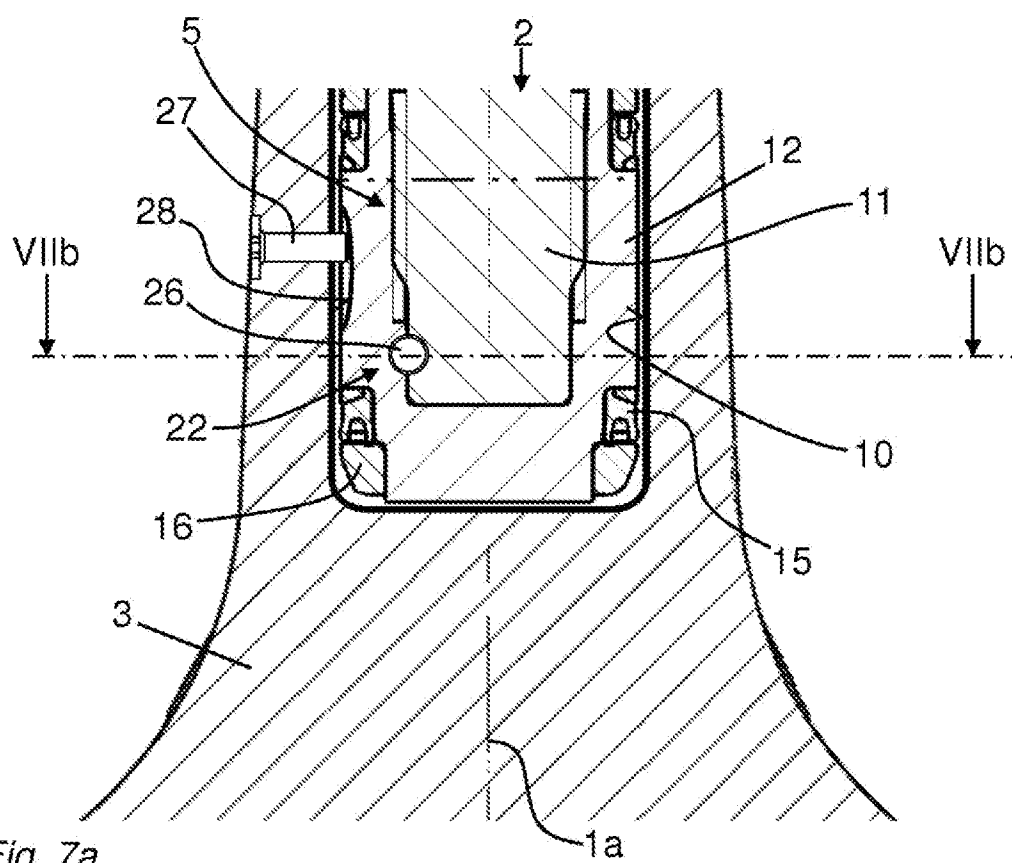


Fig. 7a

5/15

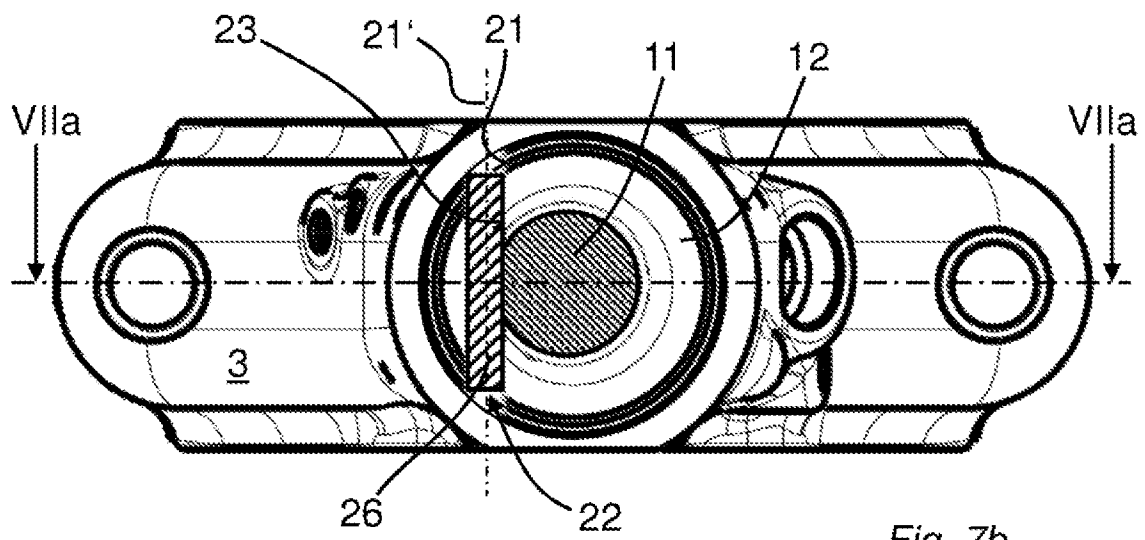


Fig. 7b

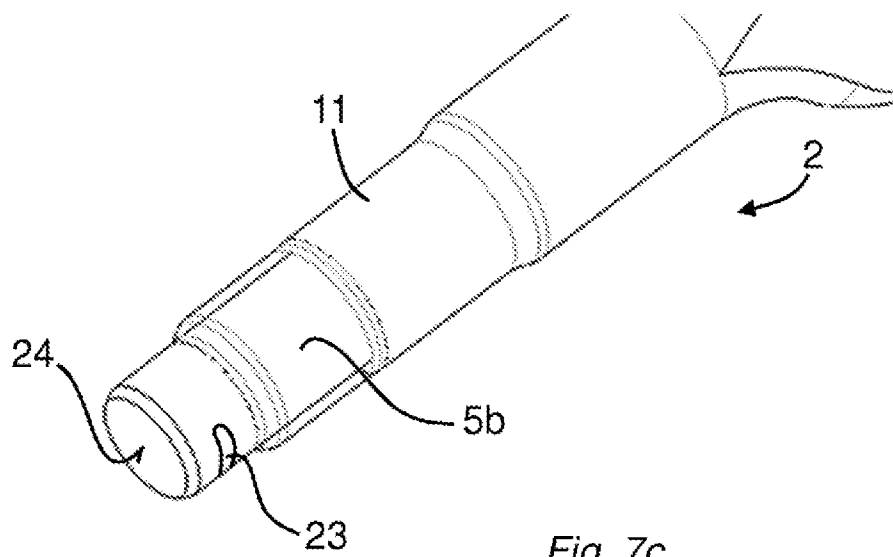
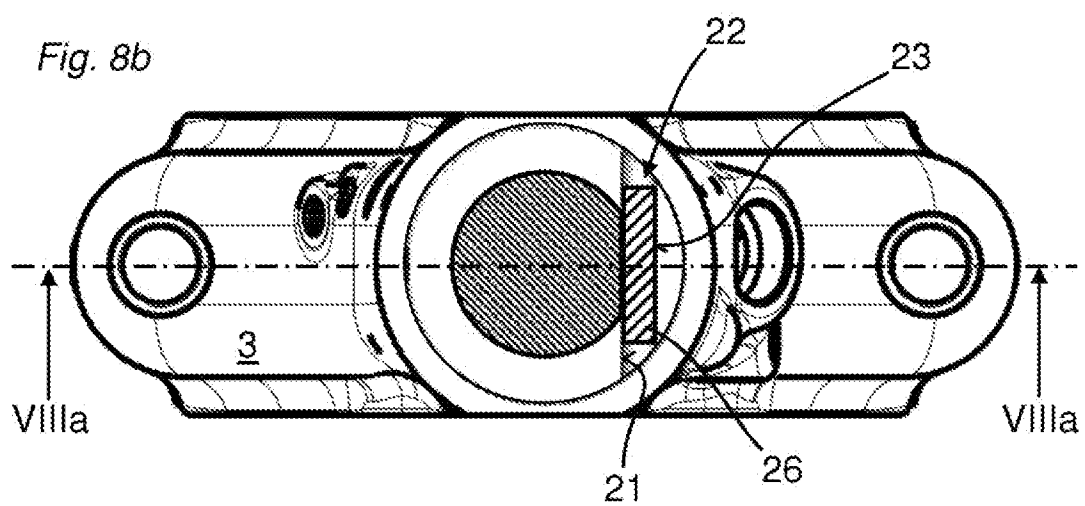
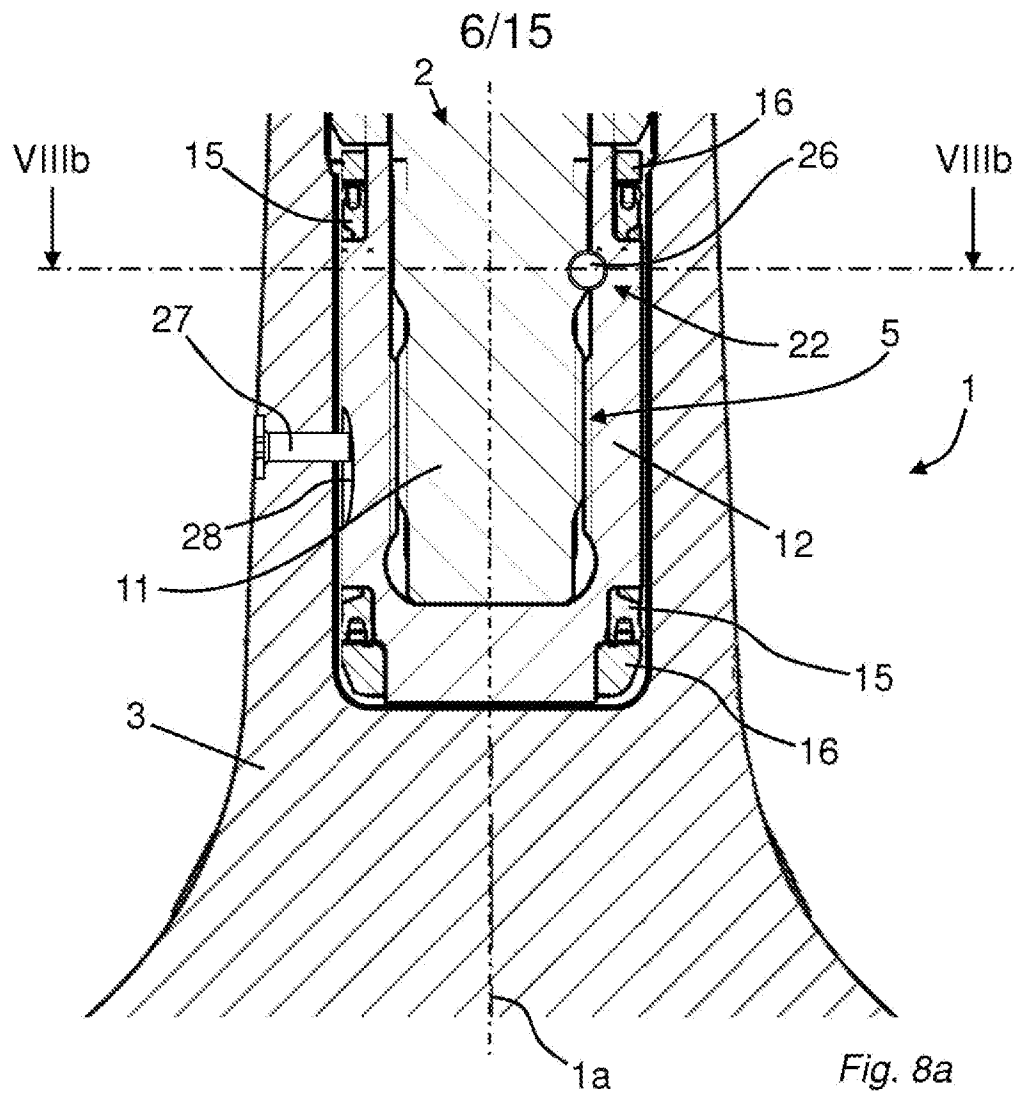
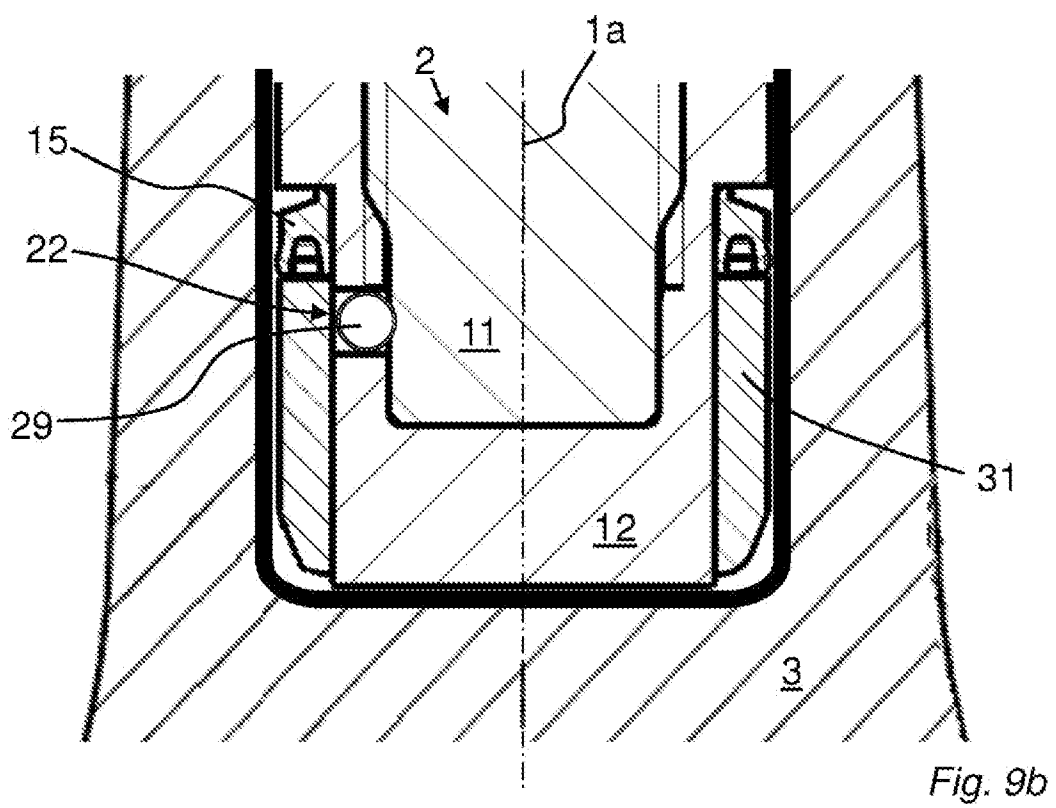
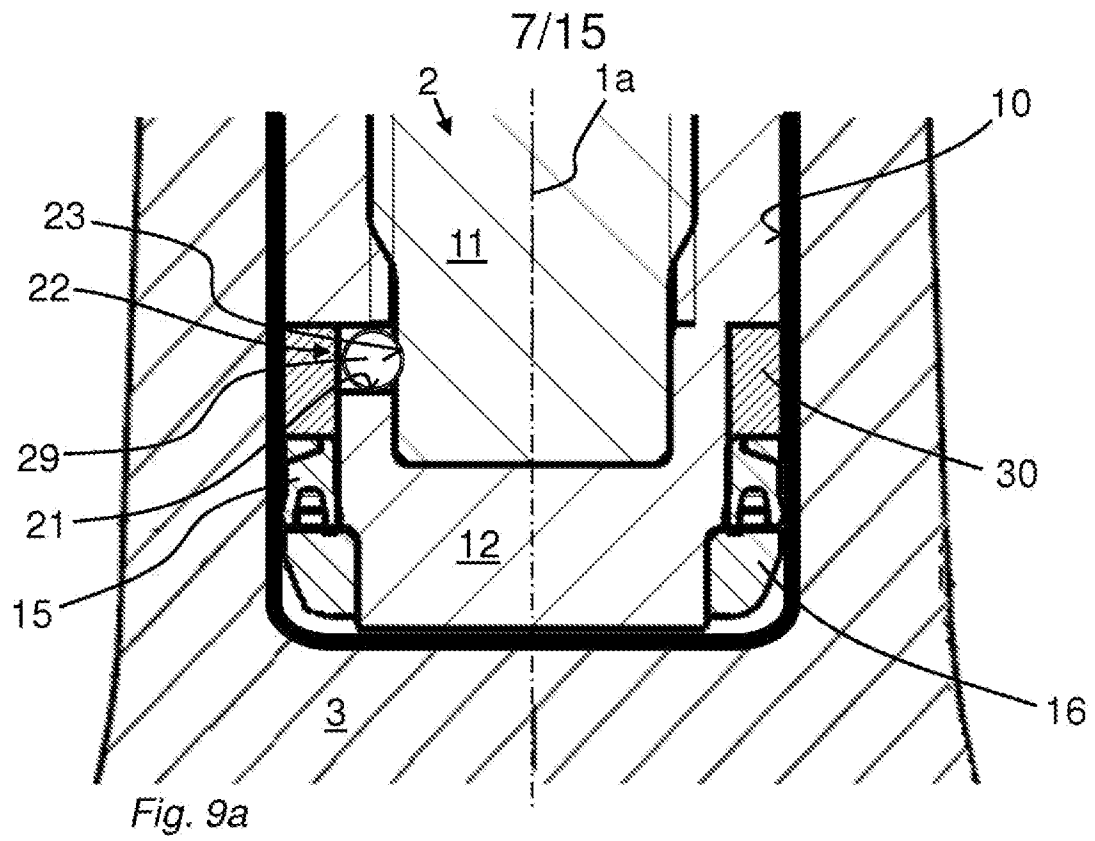


Fig. 7c





8/15

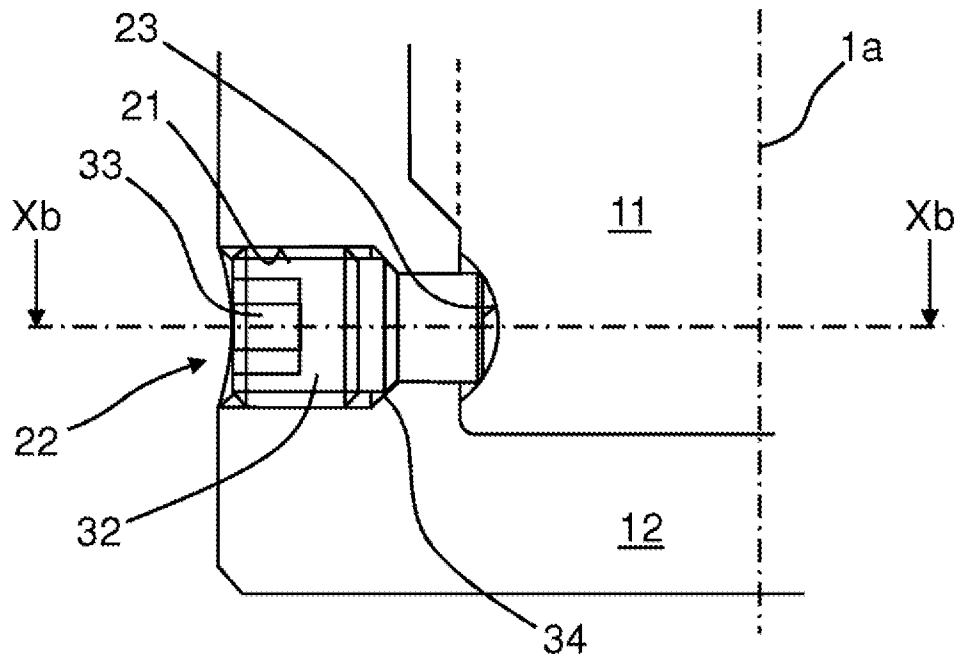


Fig. 10a

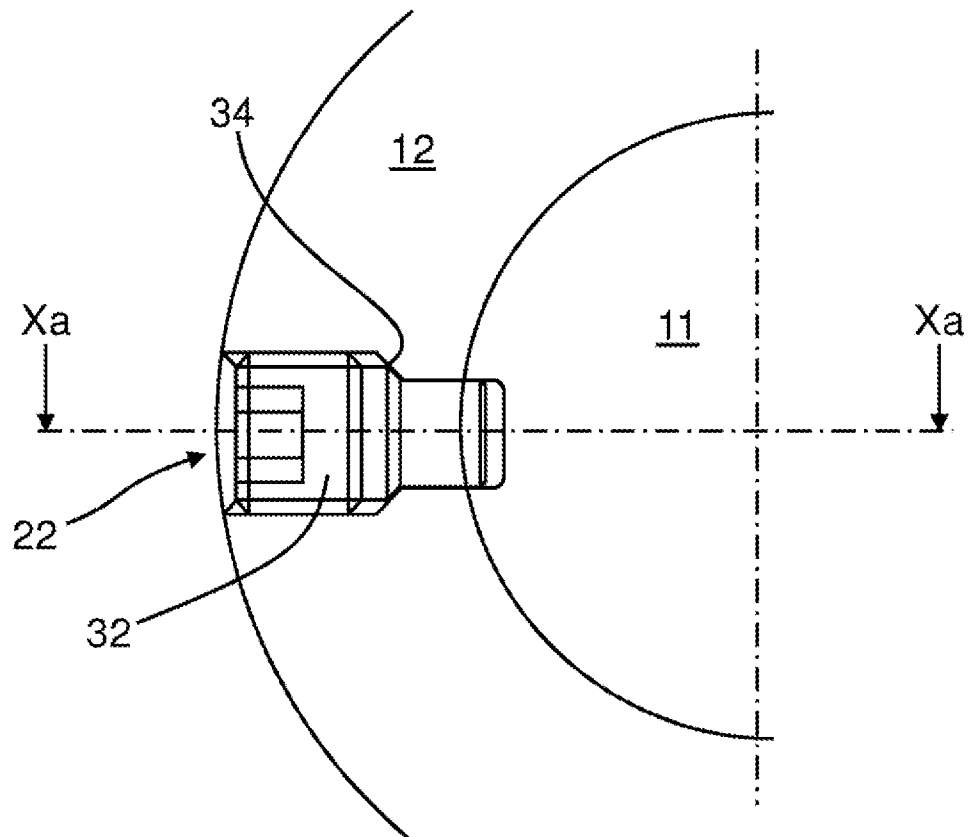
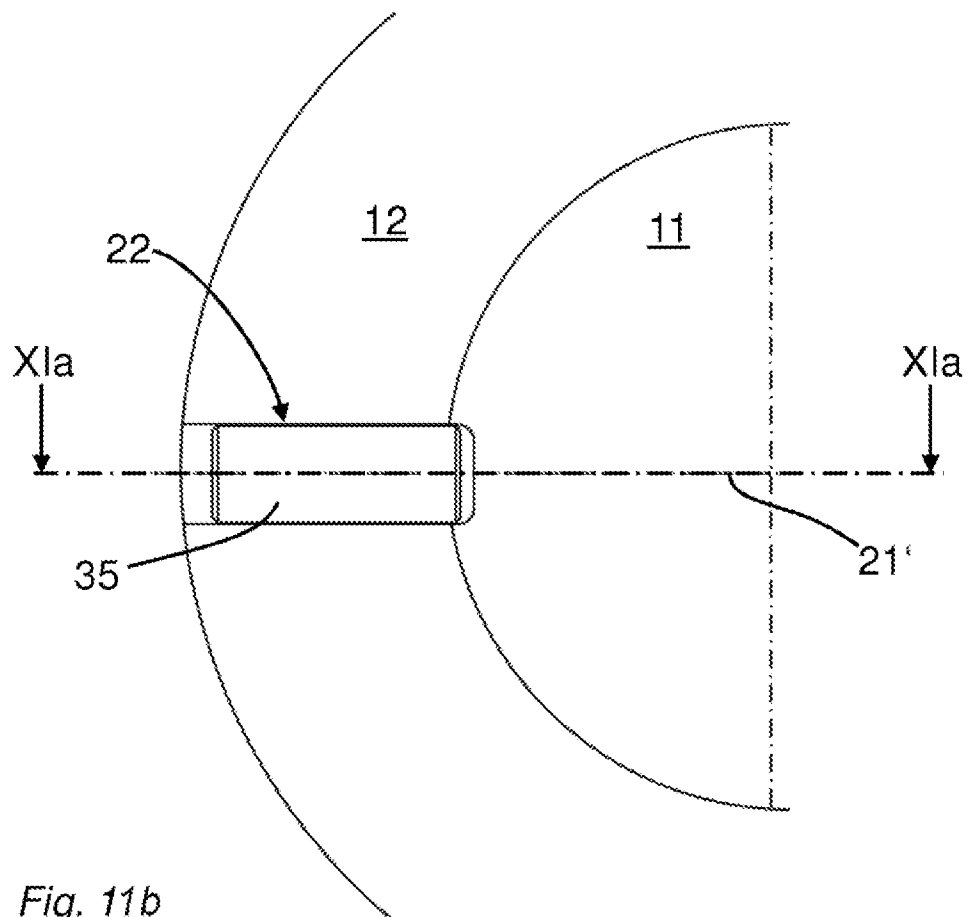
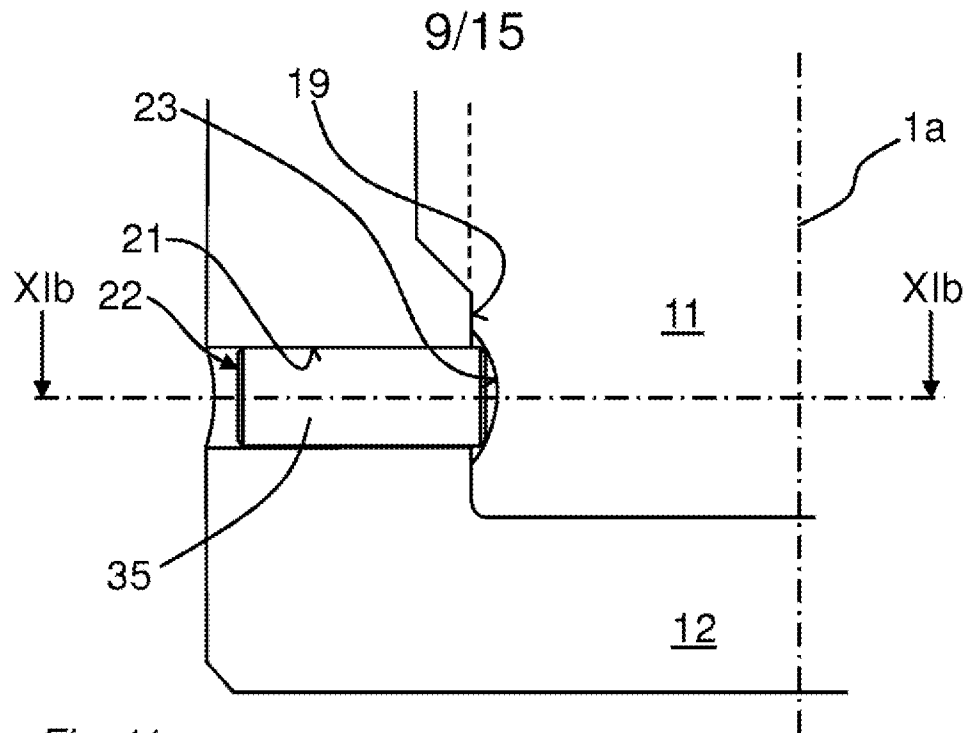
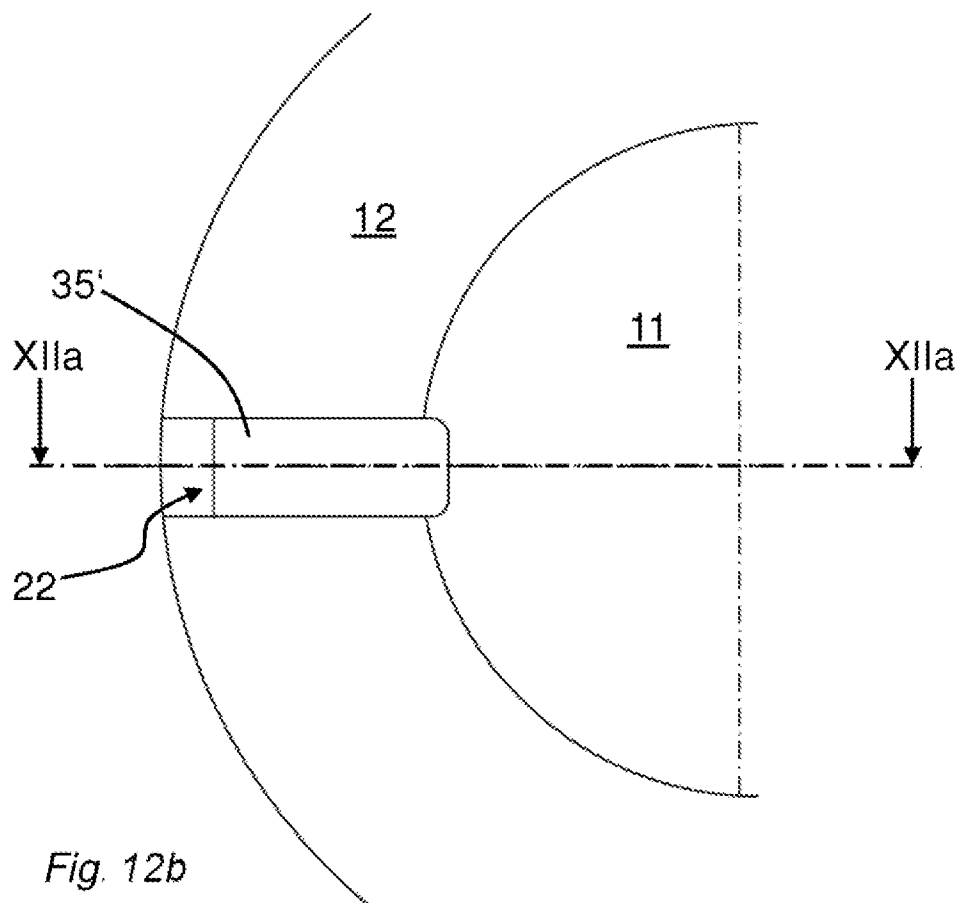
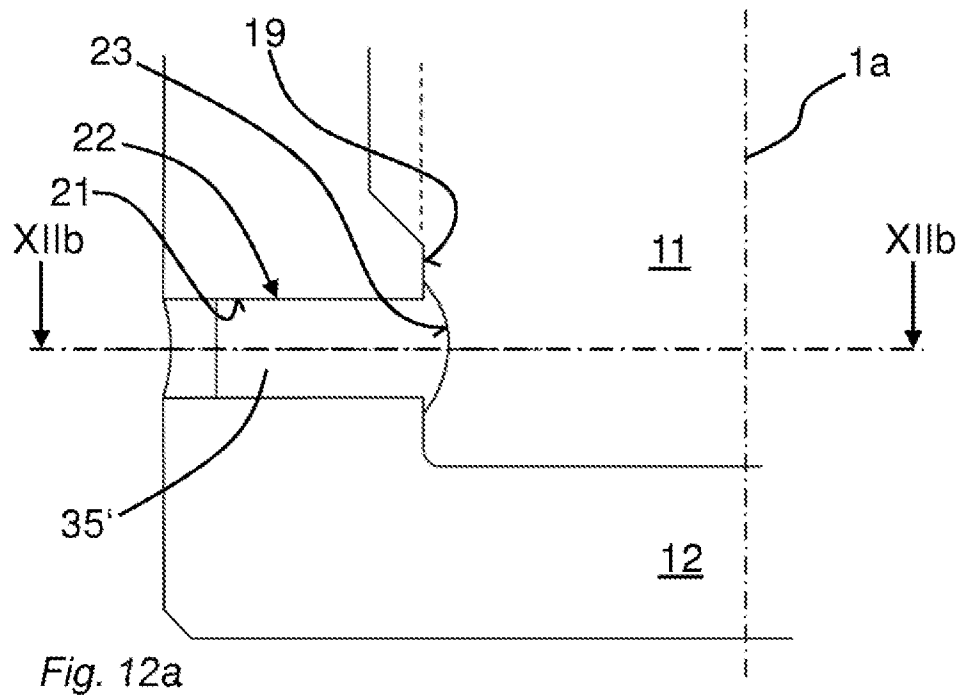
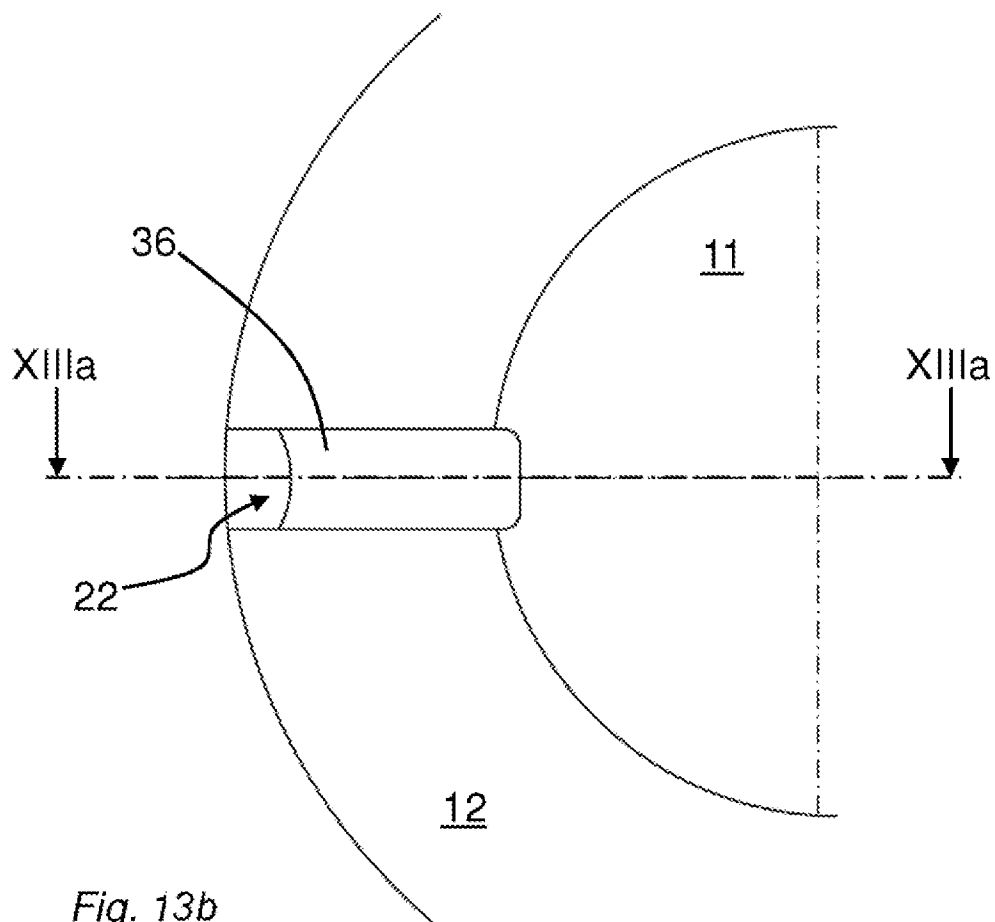
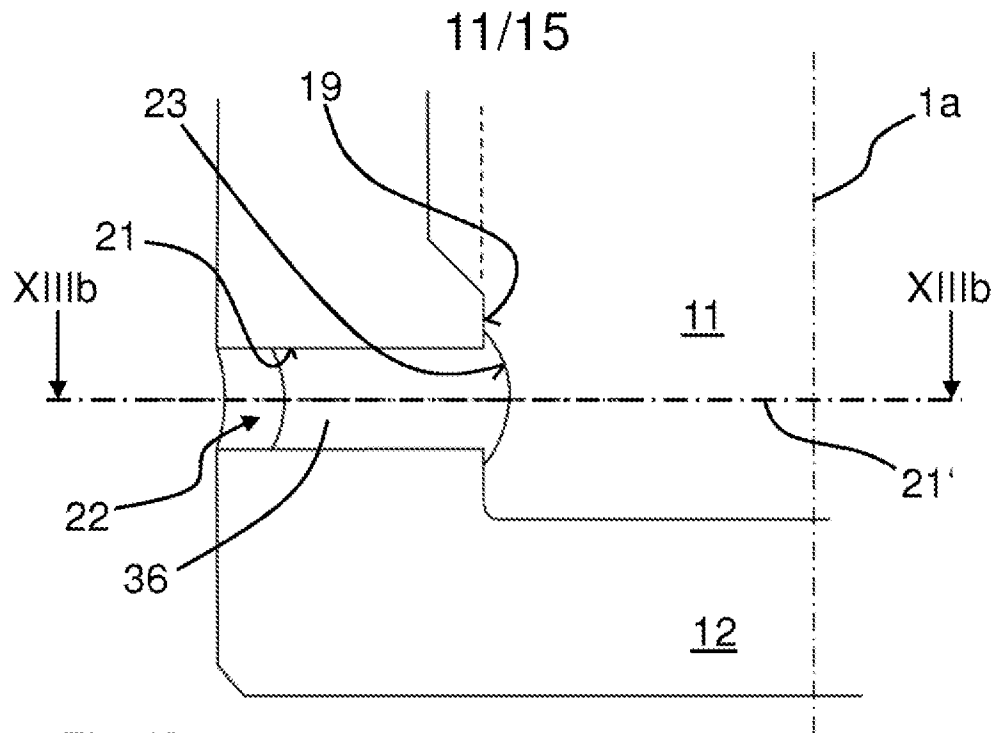


Fig. 10b



10/15





12/15

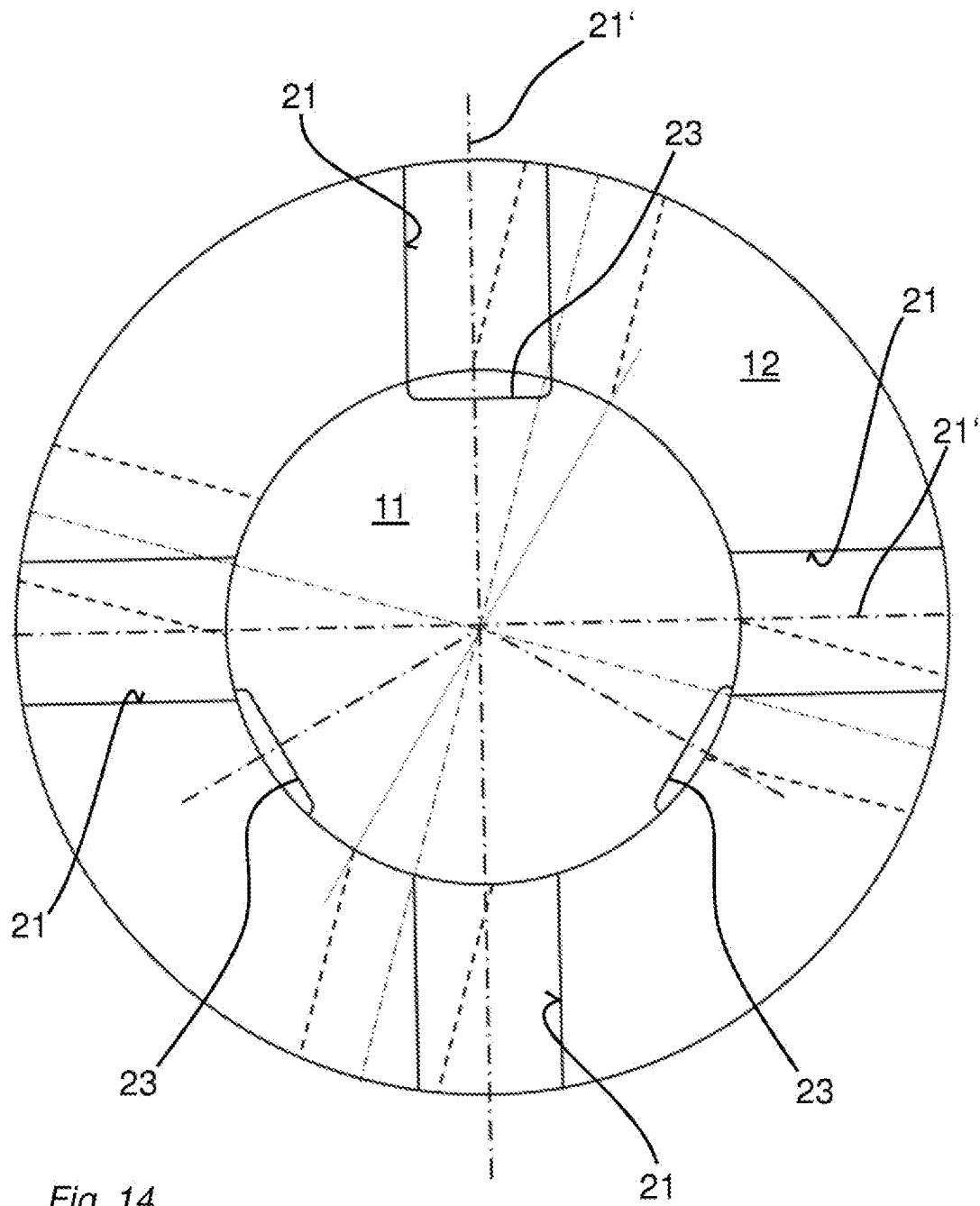


Fig. 14

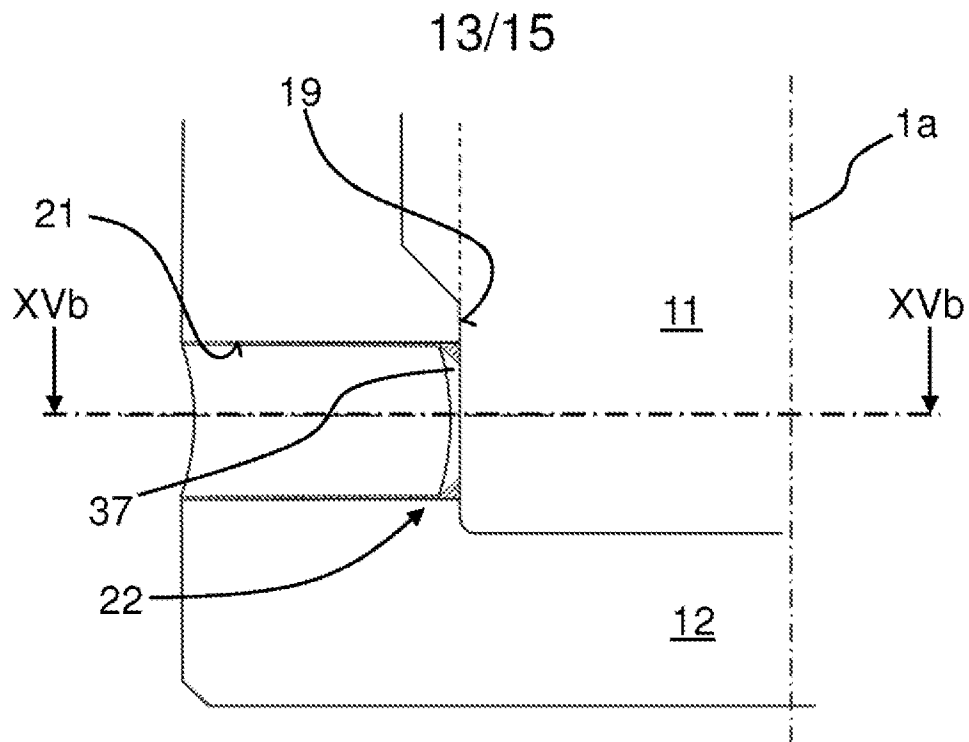


Fig. 15a

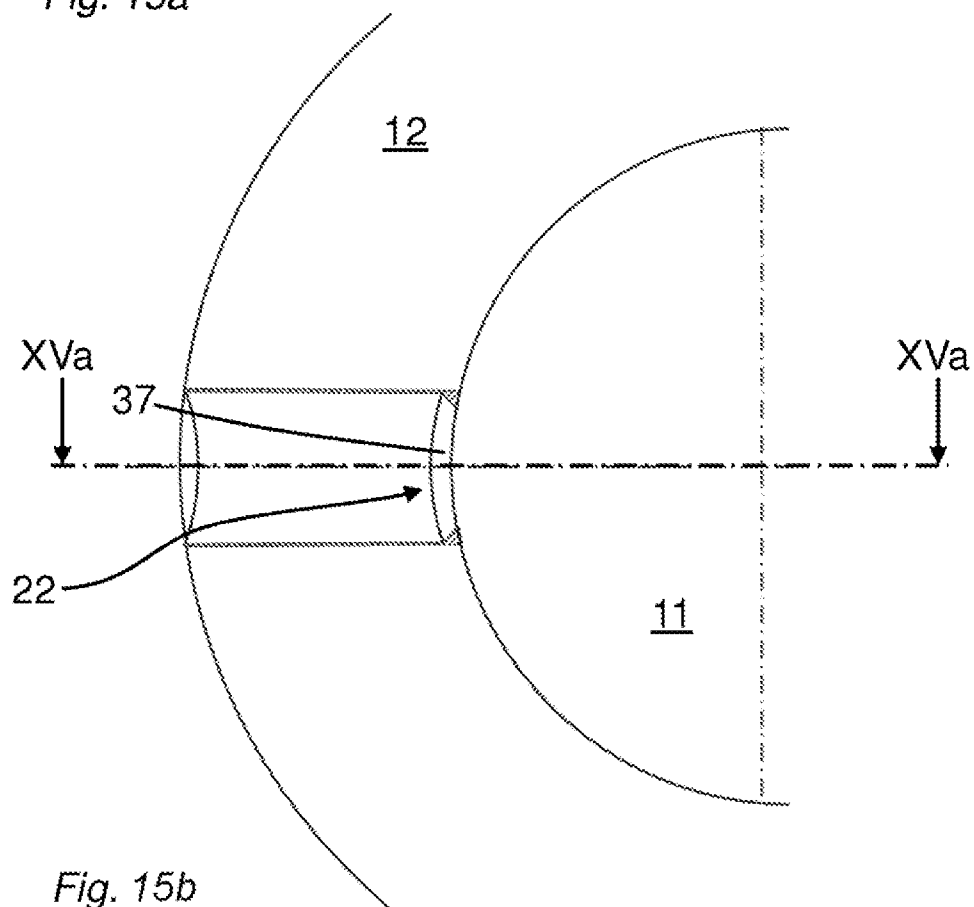


Fig. 15b

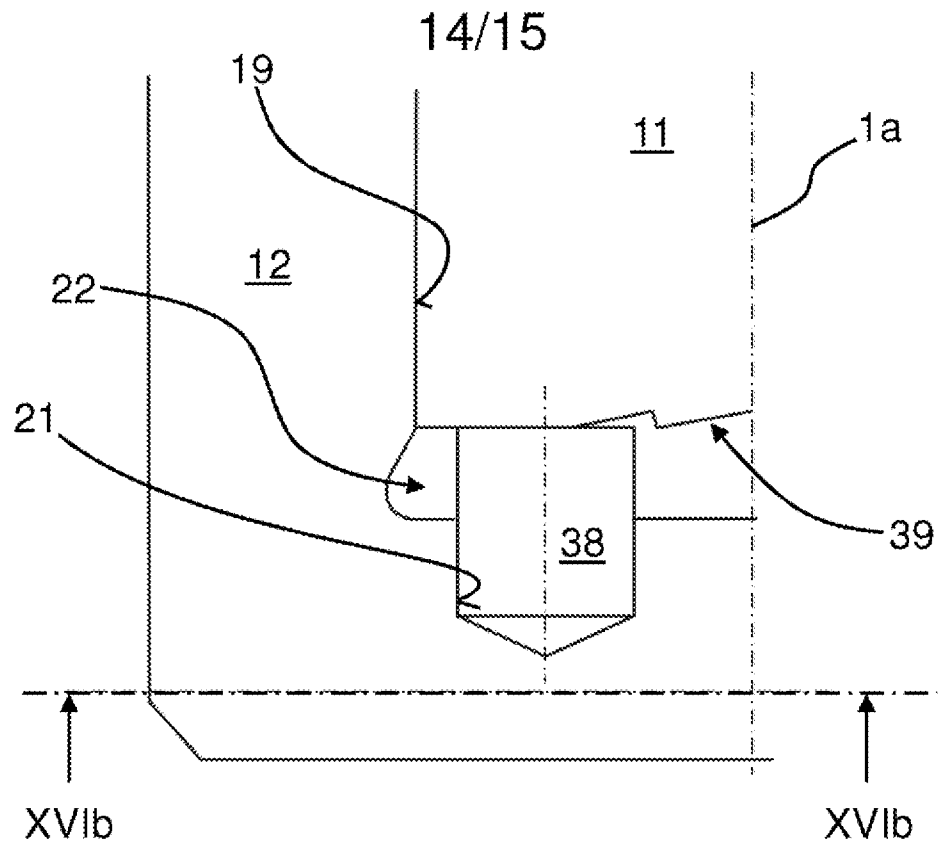


Fig. 16a

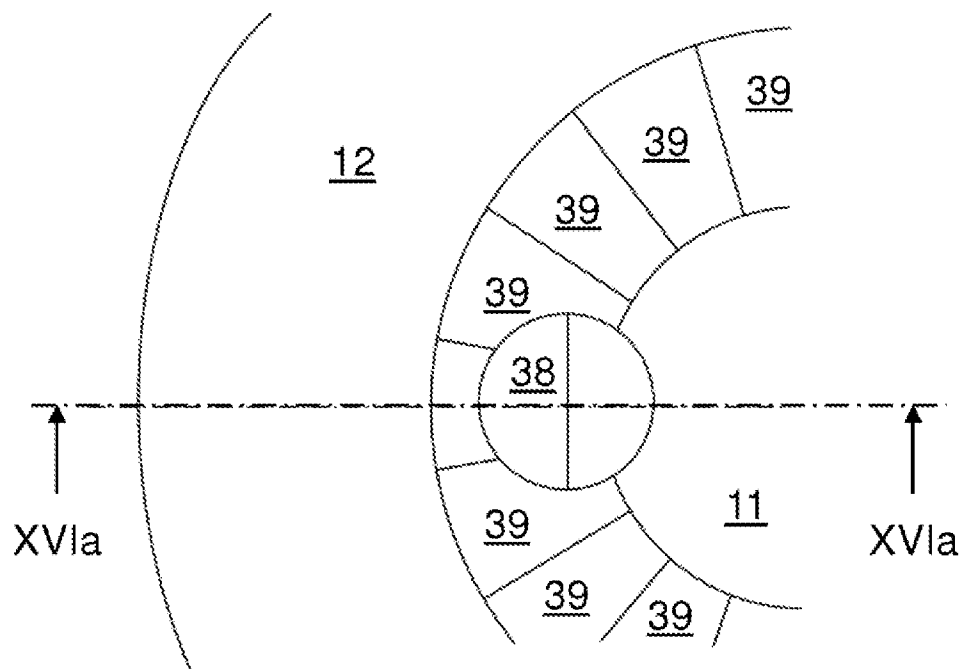


Fig. 16b

15/15

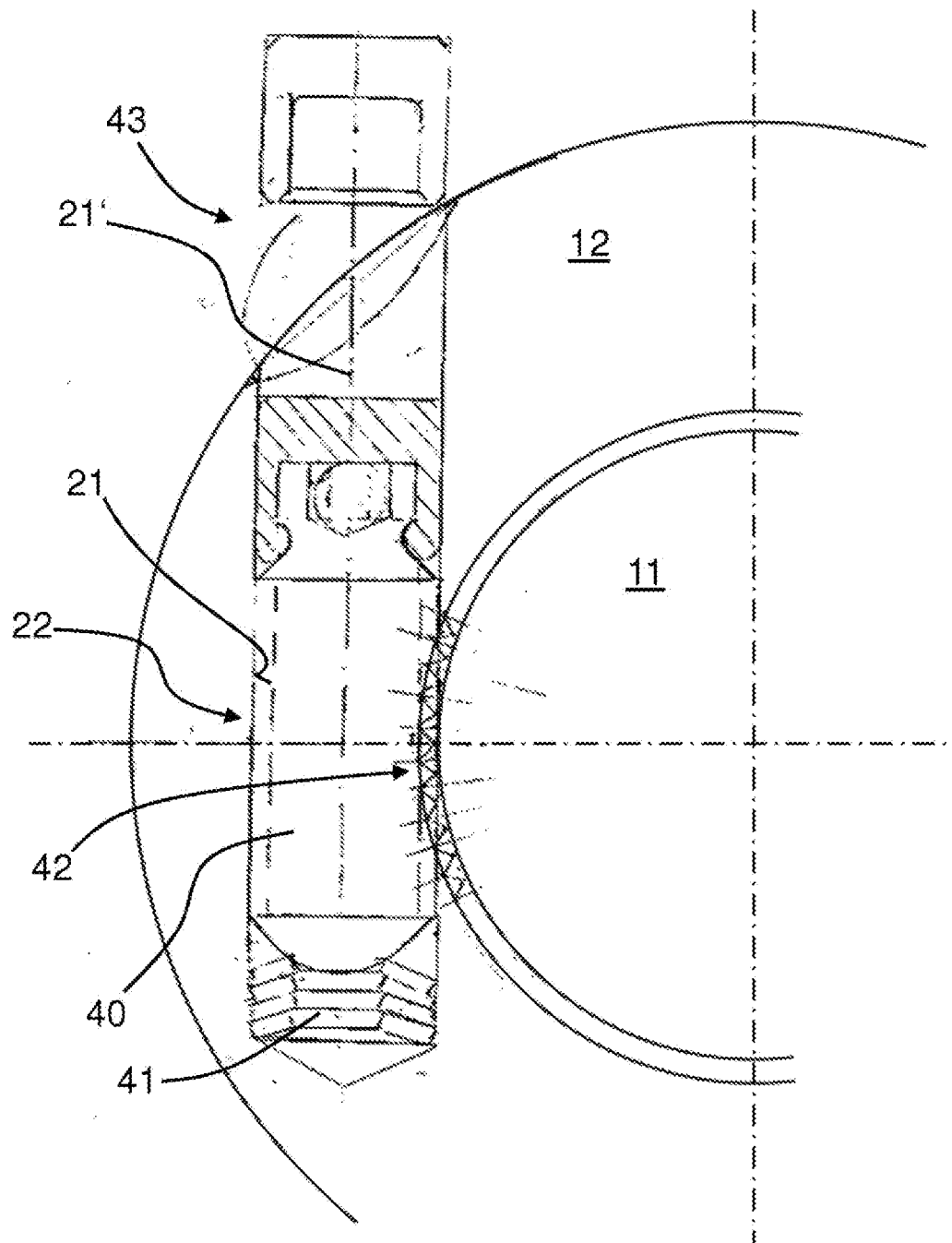


Fig. 17

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

F02B 75/04 (2006.01); **F16C 7/06** (2006.01); **F02D 15/02** (2006.01); **F16J 1/12** (2006.01); **F16B 39/02** (2006.01); **F16B 39/04** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

F02B 75/045 (2013.01); **F16C 7/06** (2013.01); **F02D 15/02** (2013.01); **F16J 1/12** (2013.01); **F16B 39/02** (2013.01); **F16B 39/023** (2013.01); **F16B 39/025** (2013.01); **F16B 39/026** (2013.01); **F16B 39/028** (2013.01); **F16B 39/04** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F02B, F16C, F02D, F16J, F16B; FICLA: F16B39/02&C, F16B39/04&A, F16B39/04&B

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPI, XFULL

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **13.10.2020** eingereichten Ansprüchen **1 - 10** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungs- datum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend An- spruch
Y1	DE 102018205184 A1 (AVL LIST GMBH) 11. Oktober 2018 (11.10.2018) Fig. 5 und 6 (insb. Bezugszeichen 8, 10, 101, 102); Absätze [0047] und [0079]; Ansprüche	1 - 3, 5, 6, 8 - 10
Y1	DE 3130998 A1 (MONTAN HYDRAULIK GMBH & CO KG) 17. März 1983 (17.03.1983) Fig. 1 und 2 (insb. Bezugszeichen 11, 12, 13, 111, 112, 124);	1, 2, 6, 8 - 10
Y1	DE 102016224011 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 07. Juni 2018 (07.06.2018) Fig. 3 (insb. Bezugszeichen 2, 5, 6); Absätze [0007] - [0009]	3, 5
Y2	WO 2018007534 A1 (AVL LIST GMBH) 11. Januar 2018 (11.01.2018) Fig. 1e	1 - 3, 5, 6, 8 - 10
Y2	CN 203670357 U (LINYI JINLI HYDRAULIC TECHNOLOGY CO LTD) 25. Juni 2014 (25.06.2014) Fig. 1 (insb. Bezugszeichen 1, 3, 5, 6, 7, 8); Ansprüche; Übersetzung der C 203670357 U [online], [ermittelt am 22.04.2021]. Ermittelt auf: EPOQUE EPODOC Database	1, 2, 6, 8 - 10
Y2	DE 19944131 A1 (SCHAEFFLER WÄELZLAGER OHG) 22. März 2001 (22.03.2001) Fig. 1 und 2 (insb. Bezugszeichen 1, 2, 3, 4, 5); Ansprüche	3, 5
Datum der Beendigung der Recherche: 08.10.2021		
Seite 1 von 2		Prüfer(in): THALHAMMER Christian

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungs- datum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend An- spruch
Y3	DE 102017217492 A1 (AVL LIST GMBH) 05. April 2018 (05.04.2018) Fig. 1 und 2 (insb. Bezugszeichen 21, 21'); Absatz [0061]	1, 2, 6, 8 - 10
Y3	JP H11344017 A (KAYABA INDUSTRY CO LTD) 14. Dezember 1999 (14.12.1999) Fig. 6 und 7 (insb. Bezugszeichen 2, 3, 4, 8, 9, 10)	1, 2, 6, 8 - 10
Y4	AT 16800 U1 (AVL LIST GMBH) 15. September 2020 (15.09.2020) Fig. 3 (insb. Bezugszeichen 8, 9, 36, 38); Ansprüche	1, 2, 6, 8, 10
Y4	WO 2017061645 A1 (VOLVO CONSTR EQUIP AB) 13. April 2017 (13.04.2017) Fig. 1 - 7 (insb. Bezugszeichen 1, 3, 10, 11, 12)	1, 2, 6, 8, 10