

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50758/2018
(22) Anmeldetag: 05.09.2018
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2022

(51) Int. Cl.: **F16J 15/16** (2006.01)
F16J 15/48 (2006.01)
F16J 15/56 (2006.01)
F15B 15/14 (2006.01)
F16C 7/06 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 10000084 A1
WO 2017075646 A1
DE 102013222508 A1
JP 2009008238 A
US 6648337 B1
DE 10258212 A1
US 2427789 A
DE 69825346 T2
EP 3284979 A2

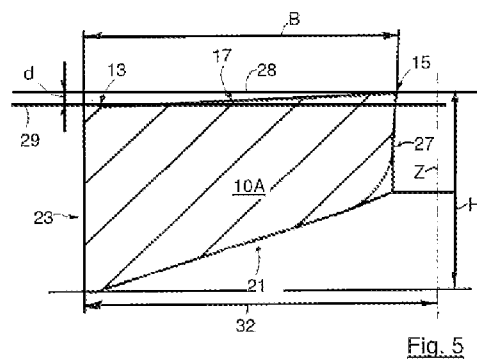
(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)
iwis motorsysteme GmbH & Co. KG
81369 München (DE)

(72) Erfinder:
Rath Martin Dipl.Ing.
8045 Graz (AT)
Pramberger Harald Dipl.Ing.
8054 Graz (AT)
Latz Steffen
81669 München (DE)

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

(54) **Stützring, Dichtungsvorrichtung, Dichtungsanordnung und längenverstellbares Pleuel für eine Hubkolbenmaschine**

(57) Eine Dichtungsanordnung (10) umfasst einen Stützring (10A) und ein Dichtelement (10B). Der Stützring (10A) weist einen sich ringförmig um eine Zentrumsachse (Z) erstreckenden Stützringkörper auf. Im belasteten Zustand der Dichtungsanordnung (10) liegt der Stützring (10A) mit einer Nutwand-Abstützfläche (17) an einer Seitenwand der Dichtungsnut an und stützt sich axial an dieser ab. Die Nutwand-Abstützfläche (17) des Stützrings (10A) ist in radialer Richtung in Richtung der Nutgrund-Seite (27) durch eine nutgrundseitige Konturlinie (15) und in radialer Richtung in Richtung der Dichtspalt-Seite (23) durch eine dichtspaltseitige Konturlinie (13) begrenzt. Im unbelasteten Zustand des Stützrings (10A) verläuft die nutgrundseitige Konturlinie (15) in einer sich senkrecht zur Zentrumsachse (Z) erstreckenden ersten Radialebene (28) und die dichtspaltseitige Konturlinie (13) in einer von der ersten Radialebene (28) verschiedenen, sich ebenfalls senkrecht zur Zentrumsachse (Z) erstreckenden zweiten Radialebene (29). Erfindungsgemäß ist die zweite Radialebene (29) in Richtung der Dichtelement-Seite (21) des Stützrings (10A) gegenüber der ersten Radialebene (28) versetzt.



Beschreibung

STÜTZRING, DICHUNGSVORRICHTUNG, DICHUNGSANORDNUNG UND LÄNGENVERSTELLBARES PLEUEL FÜR EINE HUBKOLBENMASCHINE

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dichtungsvorrichtung für eine Dichtungsanordnung, wobei die Dichtungsvorrichtung einen Stützring und ein Dichtelement umfasst, wobei der Stützring dazu ausgebildet ist, zusammen mit dem Dichtelement in einer radialen Dichtungsnut angeordnet zu werden und das Dichtelement zu stützen, wobei der Stützring einen sich ringförmig um eine Zentrumsachse erstreckenden Stützringkörper mit einer Nutgrund-Seite, einer der Nutgrund-Seite gegenüberliegende Dichtspalt-Seite, einer Nutwand-Seite und einer der Nutwand-Seite gegenüberliegende Dichtelement-Seite aufweist, und mit seiner Nutgrund-Seite und seiner Dichtelement-Seite dem Dichtelement zugewandt angeordnet ist, wobei die Nutwand-Seite des Stützrings dabei eine Nutwand-Abstützfläche zur Abstützung des Stützrings in axialer Richtung an einer Seitenwand der Dichtungsnut umfasst, wobei der Stützring mit der Nutwand-Abstützfläche in einer funktionsgemäßen Dichtungsanordnung in wenigstens einem belasteten Zustand der Dichtungsanordnung an der Seitenwand der Dichtungsnut anliegt und sich an dieser abstützt, und wobei die Nutwand-Abstützfläche in radialer Richtung in Richtung der Nutgrund-Seite durch eine nutgrundseitige Konturlinie und in radialer Richtung in Richtung der Dichtspalt-Seite durch eine dichtspaltseitige Konturlinie begrenzt ist, wobei der Stützring derart ausgebildet ist, dass in einem unbelasteten Zustand des Stützrings die nutgrundseitige Konturlinie in einer sich senkrecht zur Zentrumsachse erstreckenden ersten Radialebene verläuft und die dichtspaltseitige Konturlinie in einer von der ersten Radialebene verschiedenen, sich ebenfalls senkrecht zur Zentrumsachse erstreckenden zweiten Radialebene, wobei sich die zweite Radialebene, in welcher die dichtspaltseitige Konturlinie der Nutwand-Abstützfläche verläuft, mit einem definierten Abstand parallel zur ersten Radialebene versetzt erstreckt.

[0002] Ferner betrifft die vorliegende Erfindung eine Dichtungsanordnung zur Abdichtung eines ringförmigen, radialen Dichtspalts zwischen einem ersten Bauteil und einem zweiten Bauteil in axialer Richtung.

[0003] Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein längenverstellbares Pleuel für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine.

[0004] Dichtungsvorrichtungen dienen in der Regel zur Abdichtung eines Dichtspaltes, wobei für die verschiedensten Anwendungsfälle eine Vielzahl an verschiedenen Dichtungsvorrichtungen und Dichtungsanordnungen bekannt sind.

[0005] Stützringe sind dabei in der Regel dazu ausgebildet, zusammen mit einem Dichtelement in einer radialen Dichtungsnut angeordnet zu werden und das Dichtelement zu stützen, wobei Stützringe insbesondere eingesetzt werden, um eine Extrusion des Dichtelements in einen an die Dichtungsnut angrenzenden Dichtspalt zu reduzieren oder ganz zu verhindern.

[0006] Mittels längenverstellbarer Pleuel kann in einer Hubkolbenmaschine in Verdichtungsverhältnis verändert werden und infolgedessen das Betriebsverhalten einer solchen Hubkolbenmaschine beeinflusst werden.

[0007] Stützringe für Dichtungsvorrichtungen sowie gattungsgemäße Dichtungsvorrichtungen und Dichtungsanordnungen sind aus dem Stand der Technik grundsätzlich allgemein bekannt. Dabei sind für verschiedenste Anwendungsfälle jeweils eine Vielzahl an unterschiedlichen Ausgestaltungen von Stützringen, Dichtungsvorrichtungen und Dichtungsanordnungen bekannt.

[0008] Eine gattungsgemäße Dichtungsanordnung mit einer gattungsgemäßen Dichtungsvorrichtung mit einem gattungsgemäßen Stützring ist beispielsweise in der US 3,645,543 offenbart. Gattungsgemäße Dichtungsvorrichtungen zeigen auch DE 10000084 A1, DE 10 2013 222 508 A1, JP 2009 008 238 A, DE 10258212 A1, DE 69825346 T2, EP 3 284 979 A2, die US 2,427,789 A und die US 6,648,337 B1.

[0009] Darüber hinaus sind aus dem Stand der Technik grundsätzlich längenverstellbare Pleuel

bekannt, insbesondere hydraulisch längenverstellbare Pleuel, beispielsweise aus der WO 2015/055582 A2, der DE 10 2012 020 999 A1 oder der WO 2017/075646 A1.

[0010] Die Abdichtung von Dichtspalten von mit sehr hohen Drücken belasteten Druckräumen, insbesondere von Hydraulikdruckräumen, in denen mehr als 1.000 bar, insbesondere mehr als 2.000 bar, insbesondere bis zu 3.000 bar, auftreten können, wie beispielsweise bei hydraulisch längenverstellbaren Pleueln für Verbrennungskraftmaschinen, stellt dabei besonders hohe Anforderung an die einzelnen Komponenten einer zugehörigen Dichtungsanordnung, wobei jeweils besonders hohe Anforderungen hinsichtlich der Maßhaltigkeit, der Festigkeit, der Lebensdauer sowie der chemischen Beständigkeit und der Korrosionsbeständigkeit bestehen sowie darüber hinaus bei den jeweiligen, einen abzudichtenden Dichtspalt zwischen sich ausbildenden Bauteilen ferner außerdem hinsichtlich der Oberflächenbeschaffenheit der Dichtflächen.

[0011] Vor diesem Hintergrund ist es daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine alternative Dichtungsvorrichtung, insbesondere eine verbesserte Dichtungsvorrichtung, eine alternative Dichtungsanordnung, insbesondere eine verbesserte Dichtungsanordnung, sowie ein alternatives, insbesondere ein verbessertes, längenverstellbares Pleuel bereitzustellen.

[0012] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Dichtungsvorrichtung, durch eine Dichtungsanordnung und durch ein längenverstellbares Pleuel gemäß den unabhängigen Ansprüchen.

[0013] Eine erfindungsgemäße Dichtungsvorrichtung ist dabei dazu ausgebildet, dass ein Stützring zusammen mit einem Dichtelement in einer radialen Dichtungsnut angeordnet wird, wobei die zweite Radialebene in Richtung der Dichtelement-Seite des Stützrings gegenüber der ersten Radialebene versetzt ist.

[0014] Hierdurch kann in vielen Fällen eine gleichmäßigere Spannungsverteilung im Stützring erreicht werden, insbesondere von auftretenden Zug- und Druckspannungen, Scherspannungen und von-Mises-Vergleichsspannungen. Insbesondere können kritische Spannungsspitzen, die zu einem Bauteilversagen des Stützrings führen können und damit zu einem Versagen einer zugehörigen Dichtungsvorrichtung bzw. einer zugehörigen Dichtungsanordnung, reduziert werden. In einigen Fällen kann ferner eine Verbesserung der Lebensdauer erreicht werden.

[0015] Als „Nutwand-Abstützfläche“ wird dabei vorliegend diejenige Fläche bezeichnet, mit welcher der Stützring in einer funktionsgemäßen Dichtungsanordnung bei maximaler axialer Druckbelastung an der zugehörigen Seitenwand einer zugehörigen Dichtungsnut anliegt.

[0016] Unter einer „Konturlinie“ wird vorliegend eine Begrenzungslinie einer Fläche verstanden. Dementsprechend sind die nutgrundseitige Konturlinie und die dichtspaltseitige Konturlinie der Nutwand-Abstützfläche durch diejenige Begrenzungslinie bestimmt, bis zu welcher die Nutwand-Abstützfläche in radialer Richtung bei maximaler axialer Druckbelastung an der zugehörigen Seitenwand der Dichtungsnut anliegt.

[0017] Die vorliegend verwendeten Begriffe „radial“, „axial“ und „in Umfangsrichtung“ sind stets, sofern nichts anderes explizit angegeben ist, auf die Zentrumsachse des Stützrings bezogen.

[0018] Ein Stützring für eine erfindungsgemäße Dichtungsvorrichtung, die zur Abdichtung eines radialen Dichtspaltes zwischen einem ersten Bauteil und einem zweiten Bauteil in axialer Richtung vorgesehen ist, ist insbesondere derart ausgebildet, dass eine Extrusion des Dichtelements in axialer Richtung in einen an die Dichtungsnut angrenzenden radialen Dichtspalt reduziert oder vermieden wird, insbesondere durch eine Stützung, insbesondere Abstützung, und/oder Stabilisierung, insbesondere Formstabilisierung, und/oder Sicherung des Dichtelements durch den Stützring.

[0019] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist ein Stützring in einer Dichtungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ferner insbesondere dazu ausgebildet, zusammen mit einem Dichtelement, insbesondere zusammen mit einem in wenigstens einer ersten axialen Richtung druckbelastbaren und radial abdichtend wirkenden Dichtelement, insbesondere einem Dichtring, in einer Dichtungsnut angeordnet zu werden, wobei eine entsprechende Dichtungsnut dazu insbesondere wenigstens einen Nutgrund (Fläche am Boden der Nut) sowie eine erste Seitenwand

und eine zweite Seitenwand aufweist.

[0020] Vorzugsweise erstreckt sich die Nutgrundfläche der Dichtungsnut dabei im Wesentlichen in axialer Richtung und jeweils zwei an die Nutgrundfläche angrenzende erste und zweite Seitenwände vorzugsweise jeweils im Wesentlichen in radialer Richtung.

[0021] In einer funktionsgemäßen Dichtungsanordnung, in welcher der Stützring insbesondere zusammen mit einem Dichtelement in einer Dichtungsnut angeordnet ist, ist die Dichtelement-Seite des Stützrings dabei vorzugsweise dem Dichtelement zugewandt, insbesondere außerdem einem abzudichtenden Druckraum, die Dichtspalt-Seite des Stützrings vorzugsweise dem Dichtspalt, die Nutgrund-Seite des Stützrings vorzugsweise einem Nutgrund der Dichtungsnut, ggf. auch z.T. dem Dichtelement, und die Nutwand-Seite des Stützrings vorzugsweise einer ersten, insbesondere der vom abzudichtenden Druckraum abgewandten Seitenwand der Dichtungsnut.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Ausführung ist ein Stützring zur Verwendung in einer Dichtungsanordnung ausgebildet, bei welcher sich der abzudichtende Dichtspalt an der radial inneren Seite des Stützrings befindet, wobei diese Ausführungsform im Folgenden und im Sinne der Erfindung als „innen dichtende Variante“ bezeichnet wird.

[0023] In einer alternativen, vorteilhaften Ausgestaltung ist ein Stützring zur Verwendung in einer Dichtungsanordnung ausgebildet, bei welcher sich der abzudichtende Dichtspalt an der radial äußeren Seite des Stützrings befindet, wobei diese Ausführungsform im Folgenden und im Sinne der Erfindung als „außen dichtende Variante“ bezeichnet wird.

[0024] Ein Stützring kann sich dabei nur über einen Teil in Umfangsrichtung erstrecken, d.h. nur über einen Umfangswinkel von $<360^\circ$, wobei der Stützring in diesem Fall vorzugsweise offen ausgebildet ist, oder über den gesamten Umfang, d.h. $=360^\circ$, wobei der Stützring in diesem Fall in Umfangsrichtung vorzugsweise komplett geschlossen ausgebildet ist.

[0025] In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist ein Stützring einen zumindest über einen Teil der Umfangslänge des Stützrings konstanten Querschnitt auf, insbesondere einen über die gesamte Umfangslänge konstanten Querschnitt.

[0026] In einer vorteilhaften Ausgestaltung einer Dichtungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung mit Stützring beträgt der definierte Abstand, mit welchem die zweite Radialebene versetzt zur ersten Radialebene verläuft, wenigstens $1/500$, $1/250$, $1/200$, $1/150$, $1/110$ oder $1/100$ bis höchstens $1/100$, $1/90$, $1/75$, $1/66$, $1/50$, $1/33$, $1/25$ oder $1/20$ einer Gesamthöhe des Stützringkörpers in axialer Richtung und/oder wenigstens $1/1000$, $1/640$, $1/500$, $1/400$, $1/300$ oder $1/250$ bis höchstens $1/250$, $1/200$, $1/150$, $1/100$, $1/87$, $1/50$, $1/44$, $1/33$ oder $1/25$ einer Gesamtbreite des Stützringkörpers in radialer Richtung und/oder wenigstens $1/10000$, $1/5000$, $1/4500$, $1/4000$, $1/3500$, $1/3000$ bis höchstens $1/3000$, $1/2500$, $1/2000$, $1/1750$, $1/1500$, $1/1000$, $1/880$, $1/666$ oder $1/400$ eines Außendurchmessers und/oder Innendurchmessers des Stützrings.

[0027] Der definierte Abstand, mit welchem die zweite Radialebene versetzt zur ersten Radialebene verläuft, beträgt für einen Stützring in der außen dichtenden Variante besonders bevorzugt $1/25$ bis $1/50$, insbesondere $1/33$ der Gesamthöhe und/oder $1/33$ bis $1/66$, insbesondere $1/44$ der Gesamtbreite des Stützringkörpers und/oder bevorzugt $1/500$ bis $1/1000$ insbesondere $1/666$ des Außendurchmessers des Stützrings.

[0028] Bei einer Gesamthöhe von 1,0 mm Nennmaß bzw. einer radialen Gesamtbreite von 1,325mm Nennmaß bzw. bei einem Außendurchmesser von 20,0 mm Nennmaß beträgt der definierte Abstand, mit welchem die zweite Radialebene versetzt zur ersten Radialebene verläuft, insbesondere wenigstens 20 μm und höchstens 40 μm , insbesondere etwa 30 μm .

[0029] In einer vorteilhaften Ausführung eines Stützrings ist die dichtspaltseitige Konturlinie ferner zusätzlich innerhalb der zweiten Radialebene von der Dichtspalt-Seite weg in radialer Richtung versetzt, insbesondere in radialer Richtung nach innen oder nach außen, wobei die dichtspaltseitige Konturlinie bei einem derartigen Stützring in der außen dichtenden Variante besonders bevorzugt innerhalb der zweiten Radialebene zusätzlich auch nach innen versetzt ist, beispielsweise um etwa 10 μm bis 50 μm oder um etwa 20 μm , 30 μm oder 40 μm , insbesondere bei

einem Außendurchmesser des Stützrings von ca. 20 mm.

[0030] Hingegen ist in bei einem derartigen Stützring in der innen dichtenden Variante die dichtspaltseitige Konturlinie besonders bevorzugt innerhalb der zweiten Radialebene zusätzlich auch nach außen versetzt, beispielsweise um etwa 10 µm bis 50 µm oder um etwa 20 µm, 3µm oder 40 µm, insbesondere bei einem Innendurchmesser des Stützrings von ca. 20 mm.

[0031] Der definierte Abstand, mit welchem die zweite Radialebene versetzt zur ersten Radialebene verläuft, beträgt für einen solchen Stützring in der innen dichtenden Variante besonders bevorzugt 1/50 bis 1/100, insbesondere 1/66 der Gesamthöhe und/oder 1/65 bis 1/130, insbesondere 1/87 der Gesamtbreite des Stützringkörpers und/oder bevorzugt 1/660 bis 1/1320 insbesondere 1/880 des Innendurchmessers des Stützrings.

[0032] Bei einer Gesamthöhe von 1,0 mm Nennmaß bzw. einer radialen Gesamtbreite von 1,3 mm Nennmaß bzw. bei einem Innendurchmesser von 13,2 mm Nennmaß beträgt der definierte Abstand, mit welchem die zweite Radialebene versetzt zur ersten Radialebene verläuft, insbesondere wenigstens 10 µm und höchstens 20 µm, insbesondere etwa 15 µm.

[0033] Hierdurch kann im Belastungsfall eine besonders vorteilhafte Spannungsverteilung im Belastungsfall erreicht werden.

[0034] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines derartigen Stützrings ist die Nutwand-Abstützfläche im unbelasteten Zustand in wenigstens einem ersten Bereich, der sich über zumindest einen Teil der Breite der Nutwand-Abstützfläche in radialer Richtung und über zumindest einen Teil der Umfangslänge der Nutwand-Abstützfläche erstreckt, eben, wobei der erste Bereich insbesondere unmittelbar an die nutgrundseitige Konturlinie angrenzt. Hierdurch lässt sich auf einfache Art und Weise eine besonders vorteilhafte Spannungsverteilung im Belastungsfall erreichen.

[0035] In einer vorteilhaften Weiterbildung eines Stützrings weist die Nutwand-Abstützfläche wenigstens einen zweiten Bereich auf, der sich über zumindest einen Teil der Breite der Nutwand-Abstützfläche in radialer Richtung und über zumindest einen Teil der Umfangslänge der Nutwand-Abstützfläche erstreckt und in dem die Nutwand-Abstützfläche im unbelasteten Zustand nicht eben ist, wobei die Nutwand-Abstützfläche im zweiten Bereich im unbelasteten Zustand insbesondere gewölbt oder gekrümmt ist, vorzugsweise konvex gekrümmt, insbesondere ballig oder sphärisch gekrümmt. Hierdurch lässt sich eine besonders vorteilhafte Spannungsverteilung im Belastungsfall erreichen. Insbesondere lässt sich hierdurch in einigen Fällen eine deutliche Spannungsspitzenreduktion erreichen, und damit eine homogenere und vorteilhaftere Spannungsverteilung, insbesondere im Bereich der Dichtspaltseite sowie im Bereich der Dichtelement-Seite.

[0036] In einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung grenzt der zweite Bereich des Stützrings unmittelbar an den ersten Bereich und/oder die dichtspaltseitige Konturlinie an, wobei die Nutwand-Abstützfläche des zweiten Bereichs im unbelasteten Zustand insbesondere tangential in die Nutwand-Abstützfläche des ersten Bereichs übergeht. Hierdurch kann eine besonders gleichmäßige Spannungsverteilung im Übergangsbereichs vom ersten Bereich in den zweiten Bereich erreicht werden. Insbesondere kann dadurch das Auftreten von Spannungsspitzen im Übergangsbereich vom ersten in den zweiten Bereich vermieden werden.

[0037] In einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung erstreckt sich der erste Bereich dabei in radialer Richtung über wenigstens ein Drittel oder die Hälfte der Breite der Nutwand-Abstützfläche, höchstens jedoch über zwei Drittel der Breite der Nutwand-Abstützfläche, wobei sich der erste Bereich vorzugsweise in etwa, insbesondere genau, über die Hälfte der Breite der Nutwand-Abstützfläche erstreckt, d.h. insbesondere von der nutgrundseitigen Konturlinie in radialer Richtung in Richtung der dichtspaltseitigen Konturlinie bzw. in Richtung des Dichtspalts bis zur Mitte der Nutwand-Abstützfläche. Hierdurch kann eine besonders vorteilhafte Spannungsverteilung erreicht werden.

[0038] In einer Weiterbildung eines Stützrings mit einer Nutwand-Abstützfläche mit einem ersten und wenigstens einem zweiten Bereich kann die Nutwand-Abstützfläche in ihrem ersten Bereich

dabei in der ersten Radialebene liegen oder mit einem definierten Winkel zu dieser geneigt sein, wobei in letzterem Fall der erste Bereich vorzugsweise um $0,2^\circ$ bis 2° , insbesondere von $0,5^\circ$ bis 1° oder in einem Winkel von 1° bis 2° , gegenüber der ersten Radialebene geneigt ist, insbesondere in Richtung der Dichtelement-Seite des Stützrings.

[0039] Durch eine Änderung bzw. Anpassung der Neigung der Nutwand-Abstützfläche im ersten Bereich sowie der gewählten Breite des ersten Bereichs in radialer Richtung und der Wölbung oder Krümmung im zweiten Bereich der Nutwand-Abstützfläche kann eine im Belastungsfall auftretende Spannungsverteilung, insbesondere hinsichtlich von auftretenden Zug- und Druckspannungen, Scherspannungen und von-Mises-Vergleichsspannungen, innerhalb des Stützrings positiv beeinflusst werden, was sich vorteilhaft auf die Bauteilfestigkeit des Stützrings insgesamt und/oder dessen Lebensdauer auswirken kann. Insbesondere können auf diese Weise Spannungsspitzen reduziert und eine homogenere Spannungsverteilung erreicht werden.

[0040] In einer alternativen, aber für mehrere Anwendungsfälle ebenfalls vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Nutwand-Abstützfläche im unbelasteten Zustand über ihre gesamte Breite in radialer Richtung eben. D.h. in einer alternativen Ausgestaltung zu den vorbeschriebenen Ausgestaltungen mit einem ersten und wenigstens einem zweiten Bereich weist die Nutwand-Abstützfläche nicht mehrere unterschiedlich ausgestaltete Bereiche in radialer Richtung auf, sondern der erste Bereich erstreckt sich insbesondere über die gesamte Breite der Nutwand-Abstützfläche, wobei die Nutwand-Abstützfläche in diesem Fall insbesondere mit einem definierten Winkel zur ersten Radialebene geneigt verläuft, vorzugsweise in einem Winkel von $0,2^\circ$ bis 2° , insbesondere in einem Winkel von $0,5^\circ$ bis 1° oder in einem Winkel von 1° bis 2° .

[0041] Dies ermöglicht eine besonders einfache Ausgestaltung des Stützrings bei einer gleichzeitig vorteilhaften Spannungsverteilung im Belastungsfall innerhalb des Stützrings, insbesondere hinsichtlich von auftretenden Zug- und Druckspannungen, Scherspannungen und von-Mises-Vergleichsspannungen.

[0042] Vorzugsweise ist die Nutwand-Abstützfläche im unbelasteten Zustand über die gesamte Umfangslänge gleich ausgebildet. Hierdurch kann eine besonders gleichmäßige Anlage der Nutwand-Abstützfläche an der Seitenwand der Dichtungsnut in Umfangsrichtung und damit eine besonders gleichmäßige Spannungsverteilung im Stützring erreicht werden, wodurch insbesondere Spannungsspitzen in Umfangsrichtung vermieden werden können, welche sich nachteilig auf die Festigkeit und/oder Lebensdauer des Stützrings und damit nachteilig auf die Dichtwirkung einer entsprechenden Dichtungsvorrichtung und einer entsprechenden Dichtungsanordnung auswirken können.

[0043] In einer weiteren möglichen Ausführung ist ferner eine Konturlinie, welche eine Fläche an der Dichtspaltseite des Stützrings begrenzt, insbesondere eine dichtelementseitige Konturlinie, in radialer Richtung nach innen oder außen versetzt: bei einer außen dichtenden Variante eines Stützrings insbesondere nach innen, und bei einer innen dichten Variante insbesondere nach außen.

[0044] In einer Weiterbildung ist die Fläche an der Dichtspalt-Seite des Stützrings dabei zumindest bereichsweise eben, und insbesondere mit einem definierten Winkel zur Zentrumsachse geneigt, vorzugsweise in einem Winkel von $0,2^\circ$ bis 2° , insbesondere in einem Winkel von $0,5^\circ$ bis 1° oder in einem Winkel von 1° bis 2° .

[0045] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung umfasst der Stützring PTFE, PEEK, UHMW-PE, PI oder anderen Hochleistungspolymeren wie z.B. Torlon® oder besteht daraus. Statt aus den vorgenannten Materialien zu bestehen, kann der Stützring in einer vorteilhaften Ausgestaltung zusätzlich zu den vorgenannten Materialien ein oder mehrere Füllstoffe enthalten, insbesondere einen oder mehrere faserverstärkende Füllstoffe wie Carbon, Carbon-Graphit, Glasfaser und/oder einen oder mehrere reibungsreduzierende Füllstoffe wie insbesondere Graphit und/oder Bronze enthalten und/oder Molybdändisulfid, aromatische Polyester und/oder Farbaditive.

[0046] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der Stützring

für eine Verwendung in einer Dichtungsanordnung ausgelegt, die zur Abdichtung eines Hydraulikdruckraumes vorgesehen ist, insbesondere eines Hydraulikdruckraumes mit einem maximalen Betriebsdruck in einem Bereich von 1.000 bar bis 3.000 bar, insbesondere von 1.500 bar bis 2.800 bar. Dies ermöglicht die Verwendung in Dichtungsanordnungen zur Abdichtung druckbeaufschlagter, entsprechender Hydraulikdruckräume.

[0047] Eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung für eine Dichtungsanordnung umfasst ein Dichtelement und einen gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildeten Stützring, wobei eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung insbesondere zur Abdichtung eines radialen Dichtspaltes zwischen einem ersten Bauteil und einem zweiten Bauteil in axialer Richtung ausgebildet ist.

[0048] Es kann eine besonders vorteilhafte Dichtungsanordnung bereitgestellt werden, insbesondere eine Dichtungsanordnung, bei welcher auch bei besonders hohen Drücken und infolgedessen erheblichen, auf den Stützring wirkenden Kräften, eine Extrusion des Dichtelements in den Dichtspalt in axialer Richtung reduziert oder sogar ganz vermieden werden kann, wodurch im Ergebnis eine verbesserte Dichtwirkung erreicht werden kann.

[0049] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer Dichtungsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst die Dichtungsanordnung ferner wenigstens ein Vorspannelement, insbesondere wenigstens ein Federelement, vorzugsweise ein ringförmiges Federelement, welches sich vorzugsweise über wenigstens einen Teil der Umfangslänge der Dichtungsanordnung, insbesondere des Dichtelements, erstreckt, insbesondere über dessen gesamte Umfangslänge.

[0050] Durch ein zusätzliches Vorspannelement, insbesondere durch ein ringförmiges, sich in Umfangsrichtung erstreckendes Federelement, kann eine Dichtwirkung der Dichtungsanordnung weiter verbessert werden. Insbesondere lässt sich eine bessere Anlage des Dichtelements an wenigstens einem der einen Dichtspalt bildenden Bauteile erreichen, insbesondere an beiden, und infolgedessen eine verbesserte Dichtwirkung.

[0051] Als besonders vorteilhaft hat sich dabei ein metallisches Federelement erwiesen, welches vorzugsweise zur Anordnung innerhalb der Dichtungsnut ausgebildet ist, insbesondere innerhalb des Dichtelements. Besonders bevorzugt ist das Vorspannelement dabei derart ausgebildet, dass das Dichtelement mit einer Vorspannkraft, insbesondere einer zusätzlichen Vorspannkraft, in radialer Richtung an das dem der Dichtungsnut gegenüberliegende Bauteil pressbar ist.

[0052] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Dichtungsanordnung zur Abdichtung eines Dichtspaltes zwischen zwei relativ zueinander bewegbaren Bauteilen ausgebildet, insbesondere zur Abdichtung eines Dichtspaltes zwischen zwei reziprok zueinander bewegbaren Bauteilen, insbesondere zur Abdichtung zweier teleskopartig relativ zueinander bewegbarer Bauteile, insbesondere zur Abdichtung zwischen einem Kolben und einem Zylinder, insbesondere zur Abdichtung eines Dichtspaltes zwischen einem Hydraulikzylinder und einem Hydraulikkolben.

[0053] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist die Dichtungsanordnung zur Verwendung in einem längenverstellbaren Pleuel einer Hubkolbenmaschine, insbesondere einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere zur Verwendung in einem längenverstellbaren Pleuel eines Verbrennungsmotors eines Personenkraftwagens oder Lastkraftwagens, ausgebildet. Hierdurch kann eine verbesserte Abdichtung einer Längenverstelleinrichtung eines derartigen Pleuels erreicht werden und insbesondere ein verbessertes, längenverstellbares Pleuel bereitgestellt werden, insbesondere ein Pleuel, das insbesondere aufgrund von reduzierten Leckageeffekten, eine präzisere Längenverstellung ermöglicht.

[0054] In einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist die Dichtungsanordnung zur Verwendung in einem hydraulisch längenverstellbaren Pleuel ausgebildet, wobei in diesem Fall das Pleuel vorzugsweise eine Hydraulikeinrichtung umfasst, mittels welcher eine Länge des Pleuels verstellbar ist, insbesondere zwischen wenigstens zwei verschiedenen wirksamen Pleuellängen einstellbar ist, wobei die Hydraulikeinrichtung bevorzugt wenigstens einen Hydraulikzylinder mit einem darin angeordneten Hydraulikkolben aufweist, und wobei die Dichtungsanordnung insbesondere zur Abdichtung eines Dichtspaltes zwischen dem Hydraulikkolben und dem Hydraulikzylinder, insbesondere zwischen einer Zylinderwand des Hydraulikzylinders und dem Hydraulik-

likkolben, ausgebildet ist.

[0055] In einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist die Dichtungsvorrichtung insbesondere zur Verwendung in einem längenverstellbaren Pleuel ausgebildet, welches einen ersten Pleuelteil und einen zweiten Pleuelteil aufweist, die zum Verstellen einer wirksamen Pleuellänge, insbesondere entlang einer Längsachse des Pleuels, relativ zueinander verschiebbar sind, wobei der erste Pleuelteil und der zweite Pleuelteil zum Verstellen der wirksamen Pleuellänge insbesondere teleskopartig ineinanderschiebbar und auseinanderziehbar sind. Ist das Pleuel hydraulisch längenverstellbar, ist in diesem Fall vorzugsweise einer der beiden Pleuelteile fest mit dem Hydraulikzylinder verbunden und der andere der beiden Pleuelteile mit dem Hydraulikkolben.

[0056] Eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung umfasst ein erstes Bauteil und ein zweites Bauteil, wobei das erste Bauteil das zweite Bauteil von außen umgibt und diese zwischen sich in radialer Richtung einen Dichtspalt ausbilden, wobei sich der Dichtspalt zwischen den Bauteilen in axialer Richtung, und in Umfangsrichtung, insbesondere über den gesamten Umfang, erstreckt.

[0057] Ferner umfasst eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung eine in das erste Bauteil oder das zweite Bauteil, insbesondere umlaufend, eingebrachte radiale Dichtungsnut, und wenigstens eine in der Dichtungsnut angeordnete, erfindungsgemäße Dichtungsvorrichtung zur Abdichtung des Dichtspaltes.

[0058] Durch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Dichtungsvorrichtung kann, insbesondere ohne den Dichtspalt zu verkleinern, eine Dichtungsanordnung bereitgestellt werden, mit der auch bei besonders hohen auftretenden Drücken eine zuverlässige Abdichtung eines radialen Dichtspaltes zwischen einem ersten und einem zweiten Bauteil erreicht werden kann.

[0059] Vorzugsweise ist in einer funktionsgemäßen Dichtungsanordnung die Dichtelementseite des Stützrings dabei dem Dichtelement zugewandt, die Dichtspalt-Seite des Stützrings dem Dichtspalt, die Nutgrund-Seite des Stützrings einem Nutgrund der Dichtungsnut und die Nutwand-Seite des Stützrings einer Seitenwand der Dichtungsnut, und der Stützring liegt in wenigstens einem belasteten Zustand der Dichtungsanordnung, insbesondere bei maximaler axialer Druckbelastung der Dichtungsanordnung, bevorzugt mit der Nutwand-Abstützfläche, insbesondere der gesamten Nutwand-Abstützfläche, an der Seitenwand der Dichtungsnut an und stützt sich an dieser ab.

[0060] In einer vorteilhaften Ausgestaltung einer Dichtungsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Dichtungsanordnung zur Abdichtung eines Hydraulikdruckraumes, insbesondere eines Hydraulikdruckraumes mit maximalen Betriebsdrücken in einem Bereich von 1.000 bar bis 3.000 bar, insbesondere von 1.500 bar bis 2.800 bar, ausgebildet. Dies ermöglicht die Verwendung einer erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung in einem längenverstellbaren Pleuel, insbesondere in einem hydraulisch längenverstellbaren Pleuel.

[0061] In einer Ausführung einer Dichtungsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung ist die der Seitenwand der Dichtungsnut gegenüberliegende Seitenwand der Dichtungsnut dabei zumindest teilweise oder vollständig durch das Bauteil, in welches die Dichtungsnut eingebracht ist, gebildet.

[0062] In einer alternativen Ausführung kann hingegen die der Seitenwand der Dichtungsnut gegenüberliegende Seitenwand der Dichtungsnut durch ein Sicherungselement, insbesondere einen Sicherungsring, insbesondere durch einen vollständig umlaufend ausgebildeten Sicherungsring, gebildet sein.

[0063] Letztere Ausführung hat den Vorteil einer einfacheren Montage der Dichtungsanordnung. Insbesondere lässt sich die Dichtungsvorrichtung einfacher in der Dichtungsnut platzieren.

[0064] Insbesondere in Anwendungsfällen, in denen sehr hohe Drücke (1.000 bar bis 3.000 bar) auf den Stützring und die zugehörige Seitenwand der Dichtungsnut wirken, an welcher sich der Stützring während des Betriebs einer erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung mit seiner Nutwand-Abstützfläche im belasteten Zustand abstützt, ist diejenige Seitenwand, an der sich der

Stützring abstützt, vorzugsweise jedoch nicht durch einen Sicherungsring gebildet, sondern durch das zugehörige Bauteil, in welches die Dichtungsnut eingebracht ist.

[0065] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer Dichtungsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung sind das erste Bauteil und das zweite Bauteil der Dichtungsanordnung insbesondere relativ zueinander bewegbar, insbesondere teleskopartig, wobei das erste Bauteil oder das zweite Bauteil vorzugsweise ein Hydraulikzylinder ist und das entsprechend andere Bauteil, d.h. das zweite oder das erste, ein im Hydraulikzylinder angeordneter Hydraulikkolben.

[0066] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer Dichtungsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung sind das erste Bauteil und das zweite Bauteil jeweils Teile eines längenverstellbaren Pleuels, insbesondere eines hydraulisch längenverstellbaren Pleuels, einer Hubkolbenmaschine, insbesondere Teile eines Pleuels für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere Teile eines längenverstellbaren Pleuels einer Verbrennungskraftmaschine für einen Personenkraftwagen oder Lastkraftwagen, wobei die wirksame Pleuellänge insbesondere zwischen wenigstens zwei verschiedenen wirksamen Pleuellängen verstellbar, insbesondere einstellbar ist.

[0067] Ein erfindungsgemäßes, längenverstellbares Pleuel für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere für eine Verbrennungskraftmaschine eines Personenkraftwagens oder Lastkraftwagens, umfasst wenigstens einen erfindungsgemäßen Stützring. Hierdurch lässt sich eine besonders gute, insbesondere zuverlässige und ausreichend haltbare Dichtungsanordnung der Längenstellvorrichtung eines längenverstellbaren Pleuels realisieren, insbesondere ohne eine nennenswerte Erhöhung der Materialstärke, was sich negativ hinsichtlich des Bauraums sowie des Gewichts des Pleuels auswirken würde.

[0068] In einer vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels ist wenigstens ein Stützring Teil einer erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung, d.h. in einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst ein erfindungsgemäßes Pleuel eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung. Hierdurch lässt sich in vielen Fällen eine besonders vorteilhafte Dichtungsanordnung der Längenverstellung eines längenverstellbaren Pleuels realisieren.

[0069] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist der Stützring, insbesondere die gesamte Dichtungsanordnung, bevorzugt innerhalb, d.h. im Inneren, des Pleuels, insbesondere im Inneren eines Pleuelschaftes, angeordnet. Hierdurch ist außerhalb des Pleuels kaum bis kein zusätzlicher Bauraum erforderlich.

[0070] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels ist die Dichtungsanordnung Teil einer erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung, wobei das erste Bauteil und das zweite Bauteil jeweils Teile des längenverstellbaren Pleuels sind.

[0071] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels ist das Pleuel insbesondere hydraulisch längenverstellbar und umfasst eine Hydraulikeinrichtung, mittels welcher eine Länge der Pleuel verstellbar ist, wobei die Hydraulikeinrichtung insbesondere wenigstens einen Hydraulikzylinder mit einem darin angeordneten Hydraulikkolben aufweist, wobei die Dichtungsanordnung insbesondere zur Abdichtung eines Dichtspaltes zwischen dem Hydraulikkolben und dem Hydraulikzylinder, insbesondere zwischen einer Zylinderwand des Hydraulikzylinders und dem Hydraulikkolben, ausgebildet ist, wobei das Pleuel, insbesondere der wenigstens eine Hydraulikzylinder, wenigstens einen Hydraulikdruckraum umfasst, insbesondere einen Hydraulikdruckraum.

[0072] Dabei kann bei einer funktionsgemäßen Verwendung des Pleuels in einigen Anwendungsfällen insbesondere ein maximaler Betriebsdruck in einem Bereich von 1.000 bar bis 3.000 bar, insbesondere von 1.500 bar bis 2.800 bar auftreten.

[0073] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels weist das längenverstellbare Pleuel einen ersten Pleuelteil und einen zweiten Pleuelteil auf, die zum Verstellen einer wirksamen Pleuellänge, insbesondere entlang einer Längsachse des Pleuels, relativ zueinander verschiebbar sind, wobei der erste Pleuelteil und der zweite Pleuelteil zum Verstellen der wirksamen Pleuellänge insbesondere teleskopartig ineinanderverschiebbar und auseinanderziehbar sind. Hierdurch kann ein besonders bauraumsparendes und

damit besonders vorteilhaftes längenverstellbares Pleuel bereitgestellt werden.

[0074] Weist das Pleuel eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung auf, ist das erste Bauteil der Dichtungsanordnung insbesondere fest mit dem einen der beiden Pleuelteile verbunden und das zweite Bauteil der Dichtungsanordnung insbesondere fest mit dem anderen der beiden Pleuelteile, wobei im Falle eines hydraulisch längenverstellbaren Pleuels insbesondere das erste oder das zweite Bauteil der Dichtungsanordnung der Hydraulikzylinder ist, wobei dieser insbesondere entsprechend mit einem der beiden Pleuelteile verbunden ist, und das andere Bauteil der Dichtungsanordnung vorzugsweise durch den Hydraulikkolben gebildet ist, welcher insbesondere fest mit dem anderen Pleuelteil verbunden ist.

[0075] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels weist die Hydraulikeinrichtung einen ersten Hydraulikzylinder mit einem ersten Druckraum und einem zweiten Druckraum auf, welche insbesondere durch einen doppeltwirkenden Hydraulikkolben, der insbesondere als Stufenkolben, d.h. mit zwei unterschiedlich großen Wirkflächen, ausgebildet ist, getrennt sind.

[0076] Vorzugsweise weist das Pleuel ferner eine Hydraulikmedium-Zuleitung und/oder eine Drainage-Leitung auf, welche jeweils mit dem ersten Druckraum und/oder dem zweiten Druckraum fluidkommunizierend verbindbar sind. In dieser vorteilhaften Ausgestaltung kann die Länge des Pleuels unmittelbar über die Stellung des Hydraulikkolbens im Hydraulikzylinder eingestellt werden. Mittels der Hydraulikeinrichtung kann insbesondere ein Zu- und Abfluss eines Hydraulikmediums in die Druckräume des Hydraulikzylinders gesteuert werden.

[0077] Die bei der Bewegung des Pleuels wirkenden Kräfte werden hierbei von dem Hydraulikzylinder aufgenommen und an das Hydraulikmedium weitergegeben. Sind die Hydraulikmedium-Zuleitung und gegebenenfalls die Drainage verschlossen, so wird eine Veränderung der Länge der Pleuel verhindert. Ist die Hydraulikmedium-Zuleitung bzw. die Drainage dagegen geöffnet, besonders durch die entsprechende Schaltstellung des Schaltventils, kann, je nach anliegenden Kräften bzw. Drücken, eine Veränderung der Länge der Pleuel bewirkt werden.

[0078] Zur grundsätzlichen Funktionsweise eines derartig längenverstellbaren Pleuels wird auf die WO 2015/055582 sowie die WO 2016/203047 verwiesen.

[0079] Diese und weitere Merkmale und Vorteile gehen außer aus den Ansprüchen und aus der Beschreibung auch aus den Figuren hervor.

[0080] Manche der genannten Merkmale bzw. Eigenschaften betreffen sowohl einen Stützring sowie eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung, eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung und ein erfindungsgemäßes, längenverstellbares Pleuel. Einige dieser Merkmale und Eigenschaften sind dabei nur einmal beschrieben, gelten jedoch unabhängig davon im Rahmen technisch möglicher Ausgestaltungen sowohl für eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung, eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung sowie ein erfindungsgemäßes, längenverstellbares Pleuel.

[0081] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, näher erläutert, wobei gleiche Bauteile und/oder Baugruppen die gleichen Bezugszeichen aufweisen. Es zeigen wenigstens teilweise schematisch sowie zum Teil erheblich vergrößert und teilweise nicht maßstabsgerecht:

[0082] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels mit einer erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung mit einer erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung mit einem ersten Ausführungsbeispiel eines Stützrings in perspektivischer Darstellung,

[0083] Fig. 2 das erfindungsgemäße Pleuel aus Fig. 1 in einem Längsschnitt,

[0084] Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt des Pleuels aus Fig. 2 im Bereich der untersten der erfindungsgemäßen Dichtungsanordnungen mit der Dichtungsanordnung 10,

- [0085]** Fig. 4 die erfindungsgemäße Dichtungsvorrichtung des Pleuels aus den Fig. 1 bis 3 in stark vergrößerter Einzelteildarstellung im Querschnitt,
- [0086]** Fig. 5 den Stützring der erfindungsgemäßen Dichtungsvorrichtung aus den Fig. 1 bis 4 in stark vergrößerter Einzelteildarstellung im Querschnitt,
- [0087]** Fig. 6 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Stützrings,
- [0088]** Fig. 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Stützrings,
- [0089]** Fig. 8 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Stützrings,
- [0090]** Fig. 9 den Stützring der obersten Dichtungsanordnung aus Fig. 2 als Einzelteil im Schnitt, und
- [0091]** Fig. 10 einen vergrößerten Ausschnitt des Pleuels aus Fig. 2 im Bereich der obersten der erfindungsgemäßen Dichtungsanordnungen mit der Dichtungsvorrichtung 60.

[0092] Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels 100, das für eine Verbrennungskraftmaschine eines Personenwagens vorgesehen ist, in perspektivischer Darstellung, wobei dieses Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen, längenverstellbaren Pleuels 100 einen ersten Pleuelteil 101 und einen zweiten Pleuelteil 102 umfasst, welche in Richtung einer hier nicht näher bezeichneten Längsachse des Pleuels 100 relativ zueinander bewegbar sind. Die beiden Pleuelteile 101 und 102 sind dabei zur Änderung einer wirksamen Pleuellänge insbesondere teleskopartig ineinanderschiebbar bzw. auseinanderziehbar, was durch den Doppelpfeil symbolisiert ist.

[0093] Der erste Pleuelteil 101 umfasst dabei, wie es aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt ist, ein großes Pleuelauge 104 mit einem kurbelwellenseitigen Pleuellager zur Verbindung des Pleuels mit einer hier nicht dargestellten Kurbelwelle, und der zweite Pleuelteil 102 ein kleines Pleuelauge 103 zur Verbindung des Pleuels 100 mit einem hier ebenfalls nicht dargestellten Hubkolben.

[0094] Um bei dem erfindungsgemäßen Pleuel 100 eine Längenverstellung zu bewirken, ist im Inneren eines Pleuelschaftes 105 eine nicht näher bezeichnete Hydraulikeinrichtung vorgesehen, welche einen im Pleuelschaft 105 ausgebildeten Hydraulikzylinder 106 sowie einen doppelseitig wirkenden Hydraulikkolben 107 umfasst, was anhand von Fig. 2, welche einen Längsschnitt durch das erfindungsgemäße Pleuel 100 aus Fig. 1 zeigt, gut erkennbar ist.

[0095] Der Hydraulikkolben 107 ist dabei Teil des zweiten Pleuelteils 102 und fest mit dem kleinen Pleuelauge 103 verbunden, wobei der Hydraulikkolben 107 dazu in einen hubkolbenseitigen Verbindungsteil 108, welcher das kleine Pleuelauge 103 umfasst, eingeschraubt ist.

[0096] Der Hydraulikzylinder 106 der Hydraulikeinrichtung, in welchem der Hydraulikkolben 107 entlang einer Längsachse A des Pleuels 100 zum Bewirken einer Längenverstellung verschiebbar ist, wird durch den Pleuelschaft 105 gebildet.

[0097] Der Hydraulikkolben 107 ist im Hydraulikzylinder 106 entlang der Pleuellängsachse A verschiebbar, wobei durch ein Herausziehen des Hydraulikkolbens 107 aus dem Hydraulikzylinder 106 eine Zunahme der wirksamen Pleuellänge L, die durch den Abstand zwischen einer hubkolbenseitigen Drehachse 19 des Pleuels 100 und einer kurbelwellenseitigen Drehachse 20 des Pleuels 100 definiert ist, bewirkt werden kann und durch ein Hineinschieben in den Hydraulikzylinder 106 eine Verringerung, und infolgedessen jeweils eine Änderung eines Verdichtungsverhältnisses in einer zugehörigen Verbrennungskraftmaschine.

[0098] Um ein vollständiges Herausziehen des zweiten Pleuelteils 102, insbesondere des Hydraulikkolbens 107, während der Längenverstellung, insbesondere während eines Aufwärtshubs, zu verhindern, ist eine Anschlaghülse 109 in den Pleuelschaft 105 eingeschraubt, welche als Anschlag in Richtung des kleinen Pleuelauges 103 für den Hydraulikkolben 107 dient.

[0099] Der doppelseitig wirkende Hydraulikkolben 107 grenzt dabei in Richtung des großen

Pleuelauges 104 an einen unteren, ersten Hydraulikdruckraum 24 sowie in Richtung des kleinen Pleuelauges 103 an einen oberen, zweiten Hydraulikdruckraum 25 an.

[00100] Die beiden Hydraulikdruckräume 24 und 25 sind dabei mit einer hier nicht dargestellten Hydraulikversorgung gekoppelt, wobei mittels einer zugehörigen Steuerungsvorrichtung, welche ein oder mehrere, entsprechende Steuerventile umfasst, ein wechselseitiges Befüllen und Drainieren der beiden Hydraulikdruckräume 24 und 25 zum Bewirken einer Längenverstellung gesteuert werden kann.

[00101] Zur grundsätzlichen Funktionsweise der Längenverstellung wird auf die in dieser Anmeldung bereits mehrfach genannte WO 2015/055582 sowie die ebenfalls bereits genannte WO 2016/203047 verwiesen.

[00102] Der untere, erste Hydraulikdruckraum 24 ist dabei im Wesentlichen durch den Hydraulikzylinder 106 (Zylinderwand und Boden) sowie den Hydraulikkolben 107 begrenzt, wobei ein an den ersten Hydraulikdruckraum 24 angrenzender und durch den Hydraulikzylinder 106 und den Hydraulikkolben 107 gebildeter, radialer Dichtspalt in axialer Richtung durch eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung mit einer erfindungsgemäßen Dichtungsvorrichtung 10, die in einer radialen Dichtungsnut 12 angeordnet ist und mittels eines Sicherungsrings 11 in der Dichtungsnut 12 gehalten wird, abgedichtet ist.

[00103] Der obere, zweite Hydraulikdruckraum 25 ist im Wesentlichen durch den Hydraulikkolben 107, die Zylinderwand des Hydraulikzylinders 106 sowie die Anschlaghülse 109 begrenzt, wobei ein an den zweiten Hydraulikdruckraum 25 angrenzender und durch den Hydraulikzylinder 106 und den Hydraulikkolben 107 gebildeter, radialer Dichtspalt in axialer Richtung in Richtung des ersten Hydraulikdruckraumes 24 durch eine weitere, ebenfalls erfindungsgemäße Dichtungsanordnung mit einer erfindungsgemäßen Dichtungsvorrichtung 10, die in einer weiteren, radialen Dichtungsnut 12 angeordnet ist und mittels eines weiteren Sicherungsrings 11 in der Dichtungsnut 12 gehalten wird, abgedichtet ist, wobei die Dichtungsvorrichtung 10 gegenüber der den ersten Hydraulikdruckraum 24 abdichtenden Dichtungsvorrichtung 10 um 180° verdreht angeordnet ist.

[00104] Der in Richtung des kleinen Pleuelauges 103 bezogen auf die Darstellung in Fig. 2 oben an den zweiten Hydraulikdruckraum 25 angrenzende und durch den Hydraulikzylinder 106 und den Hydraulikkolben 107 gebildete, radiale Dichtspalt ist in axialer Richtung in Richtung des kleinen Pleuelauges 103 durch eine weitere, ebenfalls erfindungsgemäß ausgebildete Dichtungsvorrichtung 60 abgedichtet.

[00105] Die beiden erfindungsgemäßen Dichtungsvorrichtungen 10 sind dabei jeweils als außen dichtende Dichtungsvorrichtungen 10 ausgebildet. D.h. der Dichtspalt befindet sich radial außerhalb der Dichtungsvorrichtung 10. Die Dichtungsvorrichtung 60 hingegen ist als innen dichtende Dichtungsvorrichtung 60 ausgebildet und der Dichtspalt befindet sich radial innerhalb von der Dichtungsvorrichtung 60.

[00106] Fig. 3 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt der unteren, erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung mit der erfindungsgemäßen Dichtungsvorrichtung 10 in einem unbelasteten Zustand, wobei in dieser Darstellung insbesondere die Anordnung der erfindungsgemäßen Dichtungsvorrichtung 10 in der in den Hydraulikkolben 107 eingebrachten Dichtungsnut 12 sowie die axiale Sicherung der Dichtungsvorrichtung 10 mittels des Sicherungsrings 11 erkennbar ist.

[00107] Die Dichtungsvorrichtung 10 dient dabei zur Abdichtung in axialer Richtung, bezogen auf eine Zentrumsachse Z der Dichtungsvorrichtung 10 eines sich in radialer Richtung zwischen dem Pleuelschaft 105 bzw. dem durch diesen gebildeten Hydraulikzylinder 106 sowie dem Hydraulikkolben 107 erstreckenden Dichtspalts 22, wobei die den Dichtspalt 22 bildenden Bauteile 105 bzw. 106 und 107 in diesem Fall reziprok zueinander bewegbar sind.

[00108] Die Dichtungsnut 12 weist dabei einen Nutgrund 26 sowie eine vom mittels dieser Dichtungsvorrichtung 10 abzudichtenden Hydraulikdruckraum 24 abgewandte, erste Seitenwand 30 und eine durch den Sicherungsring 11 gebildete, zweite Seitenwand 31 auf.

[00109] Die Dichtungsvorrichtung 10 selbst weist zum einen ein Dichtelement 10B aus NBR (Nitrile Butadiene Rubber = Acrylnitril-Butadien-Kautschuk) auf, einen Stützring 10A sowie ferner ein Vorspannelement 10C in Form einer in Umfangsrichtung umlaufend ausgebildeten Spiralfeder 10C.

[00110] Mittels des Federelements 10C kann eine bessere Anpressung des Dichtelements 10B, das bei diesem Ausführungsbeispiel als umlaufend geschlossener Dichtring 10B ausgebildet ist, sowohl an den Nutgrund 26 als auch an eine Zylinderwand des Hydraulikzylinders 106 im Pleuelschaft 105 erreicht werden.

[00111] Mittels des Stützrings 10A kann ein Hineinquetschen, insbesondere eine Extrusion, des Dichtelements 10B in den Dichtspalt 22 zwischen dem Hydraulikkolben 107 und dem Hydraulikzylinder 106 infolge des anliegenden Hydraulikdrucks p in Richtung des kleinen Pleuelauges 103 reduziert bzw. ganz vermieden werden, was sich vorteilhaft auf die Abdichtung auswirkt.

[00112] Der Stützring 10A ist aus PEEK hergestellt und in Umfangsrichtung um seine Zentrumsachse Z , welche bei diesem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Pleuels 100 mit der Längsachse A des Pleuels 100 zusammenfällt, nahezu vollständig umlaufend ausgebildet, wenngleich er um eine Montage zu erleichtern, in Umfangsrichtung nicht geschlossen, sondern offen ausgebildet ist.

[00113] Wie anhand von Fig. 4, welche einen Querschnitt der erfindungsgemäßen Dichtungsvorrichtung 10, ebenfalls in einem unbelasteten Zustand, in stark vergrößerter Darstellung zeigt, gut erkennbar ist, umfasst der Stützring 10A eine Nutgrund-Seite 27, eine dieser gegenüberliegende Dichtspalt-Seite 23, eine dem Dichtelement 10B und dem ersten Hydraulikdruckraum 24 zugewandte Dichtelement-Seite 21 sowie eine Nutwand-Abstützfläche 17, welche in einer funktionsgemäßen Dichtungsanordnung der Dichtungsvorrichtung 10 in einer zugehörigen radialen Dichtungsnut 12 einer Nutwand, in diesem Fall der ersten Seitenwand 30 der Dichtungsnut 12 zugewandt ist, insbesondere einer vom abzudichtenden Druckraum, in diesem Fall dem ersten Hydraulikraum 24, abgewandten Nutwand.

[00114] Die Nutwand-Abstützfläche 17 des Stützrings 10A ist dabei diejenige Fläche, mit welcher der Stützring 10A in einem belasteten (hier nicht dargestellten) Zustand an der zugehörigen Nutwand, in diesem Fall der ersten Seitenwand 30, anliegt.

[00115] Die Nutwand-Abstützfläche 17 ist dabei in radialer Richtung, bezogen auf die Zentrumsachse Z des Stützrings 10A (vgl. Fig. 5), dichtspaltseitig durch eine dichtspaltseitige Konturlinie 13 und nutgrundseitig durch eine nutgrundseitige Konturlinie 15 begrenzt.

[00116] Erfindungsgemäß verläuft die nutgrundseitige Konturlinie 15 dabei in einer ersten, senkrecht auf der Zentrumsachse Z stehenden Radialebene 28, während die dichtspaltseitige Konturlinie 13 des Stützrings 10A erfindungsgemäß in einem unbelasteten Zustand, wie in Fig. 5 dargestellt, in einer zur ersten Radialebene 28 parallel versetzten, zweiten Radialebene 29 verläuft, die sich ebenfalls senkrecht zur Zentrumsachse Z des Stützrings 10A erstreckt.

[00117] Aufgrund der großen, während des Betriebs in einer Verbrennungskraftmaschine auf das Pleuel 100, insbesondere entlang seiner Längsachse A , wirkenden Zug- und Druckkräfte, entstehen in den Hydraulikdruckräumen 24 und 25 hohe Hydraulikdrücke p bzw. müssen hohe Hydraulikdrücke p aufrechterhalten werden, insbesondere Drücke p von mehr als 1.000 bar, insbesondere von mehr als 2.000 bar, insbesondere Drücke von bis zu 3.000 bar, um eine eingestellte wirksame Pleuellänge L aufrechtzuerhalten. Infolgedessen wirken erhebliche Kräfte auf die jeweiligen Dichtungsvorrichtungen 10 und 60 und infolgedessen auch auf die Stützringe 10A.

[00118] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung, insbesondere durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Nutwand-Fläche 17, kann eine besonders vorteilhafte Spannungsverteilung innerhalb des Stützrings 10A erreicht werden. Insbesondere können Spannungsspitzen im dichtspaltseitigen Bereich und im Bereich der Dichtelement-Seite 21 erheblich reduziert werden, und damit das Risiko eines Bauteilversagens verringert und die Lebensdauer erhöht werden.

[00119] Dabei reicht bereits ein kleiner Versatz d der zweiten Radialebene 29 zur ersten Radial-

ebene 28 von wenigen Mikrometern aus, um eine nennenswerte Verbesserung der Spannungsverteilung im Stützring 10A zu erreichen.

[00120] Bei diesem ersten Ausführungsbeispiel eines Stützrings 10A beträgt der definierte Abstand d etwa $1/33$ einer Gesamthöhe H bzw. ca. $1/44$ einer Gesamtbreite B bzw. etwa $1/666$ eines Außendurchmessers D des Stützrings 10A.

[00121] Bei diesem ersten Ausführungsbeispiel eines Stützrings 10A ist die Nutwand-Abstützfläche 17 dabei über ihre gesamte Breite von der nutgrundseitigen Konturlinie 15 bis zur dichtspaltseitigen Konturlinie 13 eben ausgebildet, wobei der Stützring 10A über seine gesamte Länge in Umfangsrichtung einen konstanten Querschnitt aufweist.

[00122] Fig 6 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel eines Stützrings 20A, welcher sich insbesondere in der Ausgestaltung der Nutwand-Abstützfläche 18, insbesondere hinsichtlich deren Form, von dem zuvor beschriebenen Stützring 10A unterscheidet.

[00123] Die Nutwand-Abstützfläche 18 erstreckt sich dabei ebenfalls von einer nutgrundseitigen Konturlinie 16, welche ebenfalls in einer senkrecht auf der Zentrumsachse Z stehenden ersten Radialebene 28 verläuft, bis zu einer dichtspaltseitigen Konturlinie 14, welche erfindungsgemäß ebenfalls in einer parallel zur ersten Radialebene 28 versetzten zweiten Radialebene 29 verläuft, insbesondere ebenfalls mit einem definierten Abstand d versetzt.

[00124] Im Unterschied zu dem in Fig. 5 gezeigten Ausführungsbeispiel weist der in Fig. 6 gezeigte Stützring 20A eine Nutwand-Abstützfläche 18 mit zwei unterschiedlich geformten Bereichen B1 und B2 auf, wobei die Nutwand-Abstützfläche 18 in einem ersten, insbesondere an die nutgrundseitige Konturlinie 16 angrenzenden Bereich B1, eben ausgebildet ist, sich jedoch in diesem Fall in diesem Bereich B1 noch in der ersten Radialebene 28 erstreckt, während in einem zweiten, unmittelbar an den ersten Bereich B1 angrenzenden und tangential in diesen übergehenden Bereich B2, der sich bis zur dichtspaltseitigen Konturlinie 14 erstreckt, die Nutwand-Abstützfläche 18 konvex gekrümmt ist, insbesondere sphärisch, so dass die dichtspaltseitige Konturlinie 14 im Ergebnis in einer zweiten Radialebene 29 verläuft, die zur ersten Radialebene 28 in Richtung der Dichtelement-Seite 21 parallel versetzt ist.

[00125] In diesem Fall beträgt der Abstand d jedoch nur in etwa ein Drittel des Abstands d des Stützrings 10A aus Fig. 5, d.h. nur etwa $1/100$ der Gesamthöhe H bzw. nur etwa $1/130$ der Gesamtbreite B bzw. nur $1/2000$ des Außendurchmessers D .

[00126] Durch die teilweise sphärische Wölbung der Nutwand-Abstützfläche 18, insbesondere durch die Wölbung des an die dichtspaltseitige Konturlinie 14 angrenzenden zweiten Bereichs B2, kann eine noch weiter verbesserte Spannungsverteilung im belasteten Zustand des Stützrings 20A erreicht werden, wobei sich die hier beispielhaft gezeigte, etwa hälftige Aufteilung in radialer Richtung der Nutwand-Abstützfläche 18 in einen ersten Bereich B1 und einen zweiten Bereich B2, als besonders vorteilhaft erwiesen hat.

[00127] Durch eine andere Aufteilung, eine andere Geometrie, insbesondere eine andere Krümmung, sowie durch einen anderen gewählten definierten Abstand d der Nutwand-Abstützfläche 18, insbesondere im Verhältnis zu den geometrischen Abmessungen eines Stützrings 10A bzw. 20A, kann eine vorteilhafte Spannungsverteilung innerhalb des Stützrings 10A bzw. 20A erreicht werden.

[00128] Abweichend davon, wie in den Ausführungsbeispielen gezeigt, kann die dichtspaltseitige Konturlinie 13 bzw. 14 in alternativen, erfindungsgemäßen Ausgestaltungen eines Stützrings auch bis an die Dichtspaltseite 23 heranreichen und/oder die nutgrundseitige Konturlinie 15 bzw. 16 radial weiter außen verlaufen.

[00129] Fig. 7 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Stützrings 40A in einer außen dichtenden Ausführung, bei welchem ein Abschnitt der Nutwand-Abstützfläche um einen Winkel α von etwa $1,3^\circ$ gegenüber der ersten Radialebene 28 in Richtung der zweiten Radialebene 29 geneigt verläuft, insbesondere gekrümmt, so dass die dichtspaltseitige Konturlinie 13 erfindungsgemäß in einer zweiten, zur ersten Radialebene 28 versetzten Radialebene 29 verläuft, und zwar

mit einem definierten Abstand d zur ersten Radialebene 28. Ferner ist bei diesem Ausführungsbeispiel zusätzlich eine Konturlinie 43, welche eine Fläche an der Dichtspaltseite 23 des Stützrings 40A begrenzt, insbesondere eine dichtelementseitige Konturlinie 43, in radialer Richtung um den Betrag r nach innen versetzt und verläuft insbesondere in einer zweiten Axialebene 42, die parallel und versetzt zu einer zur Zentrumsachse Z parallelen ersten Axialebene 41 verläuft. Die Fläche an der Dichtspalt-Seite 23 des Stützrings 40A ist dabei zumindest bereichsweise eben, und insbesondere mit einem definierten Winkel β zur Zentrumsachse geneigt. Die Fläche an der Dichtspalt-Seite 23 des Stützrings 40A kann auch gekrümmt sein, insbesondere konvex gekrümmt. Mittels einer derartigen Ausgestaltung eines Stützrings kann eine besonders vorteilhafte Spannungsverteilung im Stützring 40A erreicht werden.

[00130] Fig. 8 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Stützrings 50A in einer außen dichtenden Ausführung, welcher im Wesentlichen dem zuvor anhand der Fig. 5 beschriebenen Stützring 10A entspricht, jedoch keine Fase am dichtspaltseitigen Ende der Nutwand-Abstützfläche aufweist. Darüber hinaus ist die dichtspaltseitige Konturlinie 13 um den Betrag r radial nach innen versetzt, wobei vorzugsweise gilt: $d = r$. Der Winkel α zwischen der Nutwand-Abstützfläche und der ersten Radialebene 28 beträgt vorzugsweise $1,3^\circ$, während der Winkel β zwischen der Dichtspalt-Seitenfläche 23 und der ersten Axialebene 41 insbesondere $0,8^\circ$ beträgt. Mittels einer derartigen Ausgestaltung eines Stützrings kann auch eine besonders vorteilhafte Spannungsverteilung im Stützring 50A erreicht werden.

[00131] Fig. 9 zeigt den Stützring 60A der obersten Dichtungsanordnung aus Fig. 2 als Einzelteil im Schnitt, welcher vom Prinzip her wie der Stützring 50A in Fig. 8 ausgebildet ist, im Unterschied zu diesem jedoch in einer innen dichtenden Ausführung ausgebildet ist zur Abdichtung des radial innen liegenden Dichtspalts zwischen Bauteil 107 und 109 (vgl. Fig. 2).

[00132] Fig. 10 zeigt zum besseren Verständnis des Unterschieds zwischen der innen dichtenden Ausführung und der außen dichtenden Ausführung einen vergrößerten Ausschnitt des Pleuels 100 aus Fig. 2 im Bereich der obersten Dichtungsanordnung mit der innen dichtenden Dichtungsvorrichtung 60 (vgl. Fig. 1) sowie der mittleren Dichtungsanordnung mit einer erfindungsgemäßen Dichtungsvorrichtung 10, welche gegenüber der untersten Dichtungsvorrichtung 10 (vgl. bspw. Fig. 3) lediglich um 180° versetzt, quasi „auf dem Kopf“ angeordnet ist, im Schnitt.

[00133] Die oberste, erfindungsgemäße innen dichtende Dichtungsvorrichtung 60 umfasst einen erfindungsgemäßen Stützring 60A (vgl. Fig. 9) sowie ein Dichtelement 60B und wird mittels eines Sicherungsrings 61 axial im Pleuelschaft 105 gehalten, wobei sich der Dichtspalt radial innerhalb der Dichtungsvorrichtung 60, insbesondere an der radialen Innenseite der Dichtungsvorrichtung 60 befindet.

[00134] Die mittlere, außen dichtende Dichtungsvorrichtung 10 umfasst, wie die unterste Dichtungsvorrichtung 10 (vgl. Fig. 1 und 3) ebenfalls einen Stützring 10A und ein Dichtelement 10B und wird auch mittels eines Sicherungsrings 11 in der zugehörigen Dichtungsnut axial gehalten. Sowohl bei der mittleren Dichtungsvorrichtung 10 als auch bei der untersten Dichtungsvorrichtung 10 befindet sich der abzudichtende Dichtspalt jeweils radial außerhalb der Dichtungsvorrichtung 10, insbesondere an dessen radialer Außenseite.

[00135] Ein Stützring und eine erfindungsgemäße Dichtungsvorrichtung eignen sich dabei grundsätzlich nicht nur für eine Dichtungsanordnung zur Abdichtung von radialen Dichtspalten in einer innerhalb eines Pleuelschafts eines hydraulisch längenverstellbaren Pleuels angeordneten hydraulischen Längenverstellvorrichtung, sondern auch zur Abdichtung von Dichtspalten in insbesondere hydraulischen Längenverstelleinrichtungen, die sich außerhalb des Pleuelschaftes befinden, wie beispielsweise bei dem in der eingangs genannten DE 10 2012 020 999 A1 beschriebenen Pleuel.

[00136] Darüber hinaus eignen sich ein Stützring und eine erfindungsgemäße Dichtungsvorrichtung nicht nur für eine Dichtungsanordnung zur Abdichtung eines radialen Dichtspalts eines hydraulisch längenverstellbaren Pleuels, sondern auch für viele weitere Anwendungsfälle, insbesondere für Anwendungsfälle, in denen sehr hohe Drücke (hydraulisch oder pneumatisch) auftreten.

[00137] Des Weiteren ist eine Vielzahl an Abwandlungen, insbesondere konstruktiver Art, möglich, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

BEZUGSZEICHENLISTE:

10, 60	erfindungsgemäße Dichtungsvorrichtung
10A, 20A, 40A, 50A, 60A	erfindungsgemäßer Stützring
10B, 60B	Dichtelement
10C	Federelement
11, 61	Sicherungsring
12	Dichtungsnut
13, 14	dichtspaltseitige Konturlinie der Nutwand-Abstützfläche des Stützrings
15, 16	nutgrundseitige Konturlinie der Nutwand-Abstützfläche des Stützrings
17, 18	Nutwand-Abstützfläche des Stützrings
19	hubkolbenseitige Drehachse des Pleuels
20	kurbelwellenseitige Drehachse des Pleuels
21	Dichtelement-Seite des Stützrings
22	Dichtspalt
23	Dichtspalt-Seite des Stützrings
24	erster Hydraulikdruckraum der Hydraulikeinrichtung zur Längenverstellung
25	zweiter Hydraulikdruckraum der Hydraulikeinrichtung zur Längenverstellung
26	Nutgrund der Dichtungsnut
27	Nutgrund-Seite des Stützrings
28	erste Radialebene
29	zweite Radialebene
30	erste Seitenwand der Dichtungsnut
31	zweite Seitenwand der Dichtungsnut
32	halber Außendurchmesser des Stützrings ($=D/2$)
41	erste Axialebene
42	zweite Axialebene
43	dichtelementseitige Konturlinie der Dichtspalt-Seitenfläche
100	erfindungsgemäßes Pleuel
101	erster Pleuelteil
102	zweiter Pleuelteil
103	kleines Pleuelauge

104	großes Pleuelauge mit Pleuellager
105	Pleuelschaft
106	Hydraulikzylinder
107	Hydraulikkolben
108	hubkolbenseitiger Verbindungsteil des Pleuels
109	Anschlaghülse
α	Neigungswinkel der Nutwand-Abstützfläche zur ersten Radialebene
A	Längsachse des Pleuels
β	Neigungswinkel der Dichtspalt-Seitenfläche zu einer zur Zentrumsachse parallelen Ebene
B	Gesamtbreite des Stützrings
B1	Breite des ersten Bereichs der Nutwand-Abstützfläche in radialer Richtung
B2	Breite des zweiten Bereichs der Nutwand-Abstützfläche in radialer Richtung
d	definierter Abstand, mit dem die zweite Radialebene parallel zur ersten Radialebene versetzt ist
D	Außendurchmesser des Stützrings
H	Gesamthöhe des Stützrings
L	wirksame Pleuellänge
p	Hydraulikdruck
r	radialer Versatz einer dichtelementseitigen Konturlinie der Dichtspalt-Seitenfläche
Z	Zentrumsachse des Stützrings

Patentansprüche

1. Dichtungsvorrichtung (10, 60) für eine Dichtungsanordnung, wobei die Dichtungsvorrichtung (10, 60) einen Stützring (10A, 20A, 40A, 50A, 60A) und ein Dichtelement (10B, 60B) umfasst, wobei der Stützring (10A, 20A, 40A, 50A, 60A) dazu ausgebildet ist, zusammen mit dem Dichtelement (10B, 60B) in einer radialen Dichtungsnut (12) angeordnet zu werden und das Dichtelement (10B, 60B) zu stützen, wobei der Stützring (10A, 20A, 40A, 50A, 60A) einen sich ringförmig um eine Zentrumsachse (Z) erstreckenden Stützringkörper mit einer Nutgrund-Seite (27), einer der Nutgrund-Seite (27) gegenüberliegende Dichtspalt-Seite (23), einer Nutwand-Seite und einer der Nutwand-Seite gegenüberliegende Dichtelement-Seite (21) aufweist und mit seiner Nutgrund-Seite (27) und seiner Dichtelement-Seite (21) dem Dichtelement (10B, 60B) zugewandt angeordnet ist, wobei die Nutwand-Seite des Stützrings (10A, 20A, 40A, 50A, 60A) eine Nutwand-Abstützfläche (17, 18) zur Abstützung des Stützrings (10A, 20A, 40A, 50A, 60A) in axialer Richtung an einer Seitenwand (30) der Dichtungsnut (12) umfasst, wobei der Stützring (10A, 20A, 40A, 50A, 60A) mit der Nutwand-Abstützfläche (17, 18) in einer funktionsgemäßen Dichtungsanordnung in wenigstens einem belasteten Zustand der Dichtungsanordnung an der Seitenwand (30) der Dichtungsnut (12) anliegt und sich an dieser abstützt, und wobei die Nutwand-Abstützfläche (17, 18) in radialer Richtung in Richtung der Nutgrund-Seite (27) durch eine nutgrundseitige Konturlinie (15, 16) und in radialer Richtung in Richtung der Dichtspalt-Seite (23) durch eine dichtspaltseitige Konturlinie (13, 14) begrenzt ist, wobei der Stützring (10A, 20A, 40A, 50A, 60A) derart ausgebildet ist, dass in einem unbelasteten Zustand des Stützrings (10A, 20A, 40A, 50A, 60A) die nutgrundseitige Konturlinie (15, 16) in einer sich senkrecht zur Zentrumsachse (Z) erstreckenden ersten Radialebene (28) verläuft und die dichtspaltseitige Konturlinie (13, 14) in einer von der ersten Radialebene (28) verschiedenen, sich ebenfalls senkrecht zur Zentrumsachse (Z) erstreckenden zweiten Radialebene (29), wobei sich die zweite Radialebene (29), in welcher die dichtspaltseitige Konturlinie (13, 14) der Nutwand-Abstützfläche (17, 18) verläuft, mit einem definierten Abstand (d) parallel zur ersten Radialebene (28) versetzt erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Radialebene (29) in Richtung der Dichtelement-Seite (21) des Stützrings (10A, 20A) gegenüber der ersten Radialebene (28) versetzt ist.
2. Dichtungsvorrichtung (10, 60) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der definierte Abstand (d), mit welchem die zweite Radialebene (29) versetzt zur ersten Radialebene (28) verläuft, wenigstens $1/500$, $1/250$, $1/200$, $1/150$, $1/110$ oder $1/100$ bis höchstens $1/100$, $1/90$, $1/75$, $1/66$, $1/50$, $1/33$, $1/25$ oder $1/20$ einer Gesamthöhe (H) des Stützringkörpers in axialer Richtung beträgt und/oder wenigstens $1/1000$, $1/640$, $1/500$, $1/400$, $1/300$ oder $1/250$ bis höchstens $1/250$, $1/200$, $1/150$, $1/100$, $1/87$, $1/50$, $1/44$, $1/33$ oder $1/25$ einer Gesamtbreite (B) des Stützringkörpers in radialer Richtung und/oder wenigstens $1/10000$, $1/5000$, $1/4500$, $1/4000$, $1/3500$, $1/3000$ bis höchstens $1/3000$, $1/2500$, $1/2000$, $1/1750$, $1/1500$, $1/1000$, $1/880$, $1/666$ oder $1/400$ eines Außendurchmessers und/oder Innendurchmessers des Stützrings (10A, 20A, 40A, 50A, 60A).
3. Dichtungsvorrichtung (10, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nutwand-Abstützfläche (17, 18) im unbelasteten Zustand des Stützrings (10A, 20A, 40A, 50A, 60A) in wenigstens einem ersten Bereich (B1), der sich über zumindest einen Teil der Breite der Nutwand-Abstützfläche (17, 18) in radialer Richtung und über zumindest einen Teil der Umfangslänge der Nutwand-Abstützfläche (17, 18) erstreckt, eben ist, wobei der erste Bereich (B1), insbesondere unmittelbar, an die nutgrundseitige Konturlinie (15, 16) angrenzt.
4. Dichtungsvorrichtung (10, 60) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nutwand-Abstützfläche (18) wenigstens einen zweiten Bereich (B2) aufweist, der sich über zumindest einen Teil der Breite der Nutwand-Abstützfläche (18) in radialer Richtung und über zumindest einen Teil der Umfangslänge der Nutwand-Abstützfläche (18) erstreckt und in

dem die Nutwand-Abstützfläche (18) im unbelasteten Zustand des Stützrings (20A, 40A) nicht eben ist, wobei die Nutwand-Abstützfläche (18) im zweiten Bereich (B2) im unbelasteten Zustand des Stützrings (20A, 40A) insbesondere gewölbt oder gekrümmt ist, vorzugsweise konvex gekrümmt, insbesondere ballig oder sphärisch gekrümmt.

5. Dichtungsvorrichtung (10, 60) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Bereich (B2) unmittelbar an den ersten Bereich (B1) und/oder die dichtspaltseitige Konturlinie (14) angrenzt, wobei die Nutwand-Abstützfläche (18) des zweiten Bereichs (B2) im unbelasteten Zustand des Stützrings (20A, 40A) tangential in die Nutwand-Abstützfläche (18) des ersten Bereichs (B1) übergeht.
6. Dichtungsvorrichtung (10, 60) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der erste Bereich (B1) in radialer Richtung über wenigstens ein Drittel oder die Hälfte der Breite (B) der Nutwand-Abstützfläche (18) oder des Stützrings (20A) erstreckt, höchstens jedoch über zwei Drittel der Breite der Nutwand-Abstützfläche (18) oder des Stützrings (20A, 40A).
7. Dichtungsvorrichtung (10, 60) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nutwand-Abstützfläche (17) im unbelasteten Zustand des Stützrings (10A, 50A, 60A) über ihre gesamte Breite in radialer Richtung eben ist.
8. Dichtungsvorrichtung (10, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stützring (10A, 20A, 40A, 50A, 60A) ausgelegt ist für eine Verwendung in einer Dichtungsanordnung zur Abdichtung eines Hydraulikdruckraumes mit einem maximalen Betriebsdruck in einem Bereich von 1.000 bar bis 3.000 bar, insbesondere von 1.500 bar bis 2.800 bar.
9. Dichtungsvorrichtung (10, 20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichtungsvorrichtung (10, 20) ferner wenigstens ein Vorspannelement (10C) umfasst, insbesondere wenigstens ein Federelement (10C).
10. Dichtungsanordnung zur Abdichtung eines ringförmigen, radialen Dichtspalts (22) zwischen einem ersten Bauteil (105, 106) und einem zweiten Bauteil (107) in axialer Richtung, wobei das erste Bauteil (105, 106) das zweite Bauteil (107) von außen umgibt und sich der Dichtspalt (22) in radialer Richtung zwischen dem ersten Bauteil (105, 106) und dem zweiten Bauteil (107) befindet und sich in Umfangsrichtung und zumindest teilweise in axialer Richtung zwischen den Bauteilen (105, 106; 107) erstreckt, wobei die Dichtungsanordnung
 - eine in das erste Bauteil (105, 106) oder das zweite Bauteil (107), insbesondere umlaufend, eingebrachte radiale Dichtungsnut (12), und
 - wenigstens eine in der Dichtungsnut (12) angeordnete Dichtungsvorrichtung (10, 60) zur Abdichtung des Dichtspaltes (22) umfasst,**dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichtungsvorrichtung (10, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet ist.
11. Dichtungsanordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichtungsanordnung zur Abdichtung eines Hydraulikdruckraumes (24, 25) mit einem maximalen Betriebsdruck in einem Bereich von 1.000 bar bis 3.000 bar, insbesondere von 1.500 bar bis 2.800 bar, ausgebildet ist.
12. Längenverstellbares Pleuel (100) für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere für eine Verbrennungskraftmaschine eines Personkraftwagens oder Lastkraftwagens, wobei das Pleuel (100) wenigstens eine Dichtungsvorrichtung (10, 60) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichtungsvorrichtung (10, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet ist.
13. Längenverstellbares Pleuel (100) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichtungsvorrichtung (10, 60) Teil einer Dichtungsanordnung ist, die nach Anspruch 10 oder 11 ausgebildet ist, wobei das erste Bauteil (105, 106) und das zweite Bauteil (107) jeweils Teile des längenverstellbaren Pleuels (100) sind.

14. Längenverstellbares Pleuel (100) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Pleuel (100) hydraulisch längenverstellbar ist und eine Hydraulikeinrichtung umfasst, mittels welcher eine Länge (L) des Pleuels (100) verstellbar ist, wobei die Hydraulikeinrichtung insbesondere wenigstens einen Hydraulikzylinder (106) mit einem darin angeordneten Hydraulikkolben (107) aufweist, wobei die Dichtungsvorrichtung (10, 60) zur Abdichtung eines Dichtspaltes (22) zwischen dem Hydraulikkolben (107) und dem Hydraulikzylinder (106) ausgebildet ist.
15. Längenverstellbares Pleuel nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das längenverstellbare Pleuel (100) einen ersten Pleuelteil (101) und einen zweiten Pleuelteil (102) aufweist, die zum Verstellen einer wirksamen Pleuellänge (L), insbesondere entlang einer Längsachse (A) des Pleuels (100), relativ zueinander verschiebbar sind, wobei der erste Pleuelteil (101) und der zweite Pleuelteil (102) zum Verstellen der wirksamen Pleuellänge (L) insbesondere teleskopartig ineinanderschiebbar und auseinanderziehbar sind.

Hierzu 7 Blatt Zeichnungen

1/7

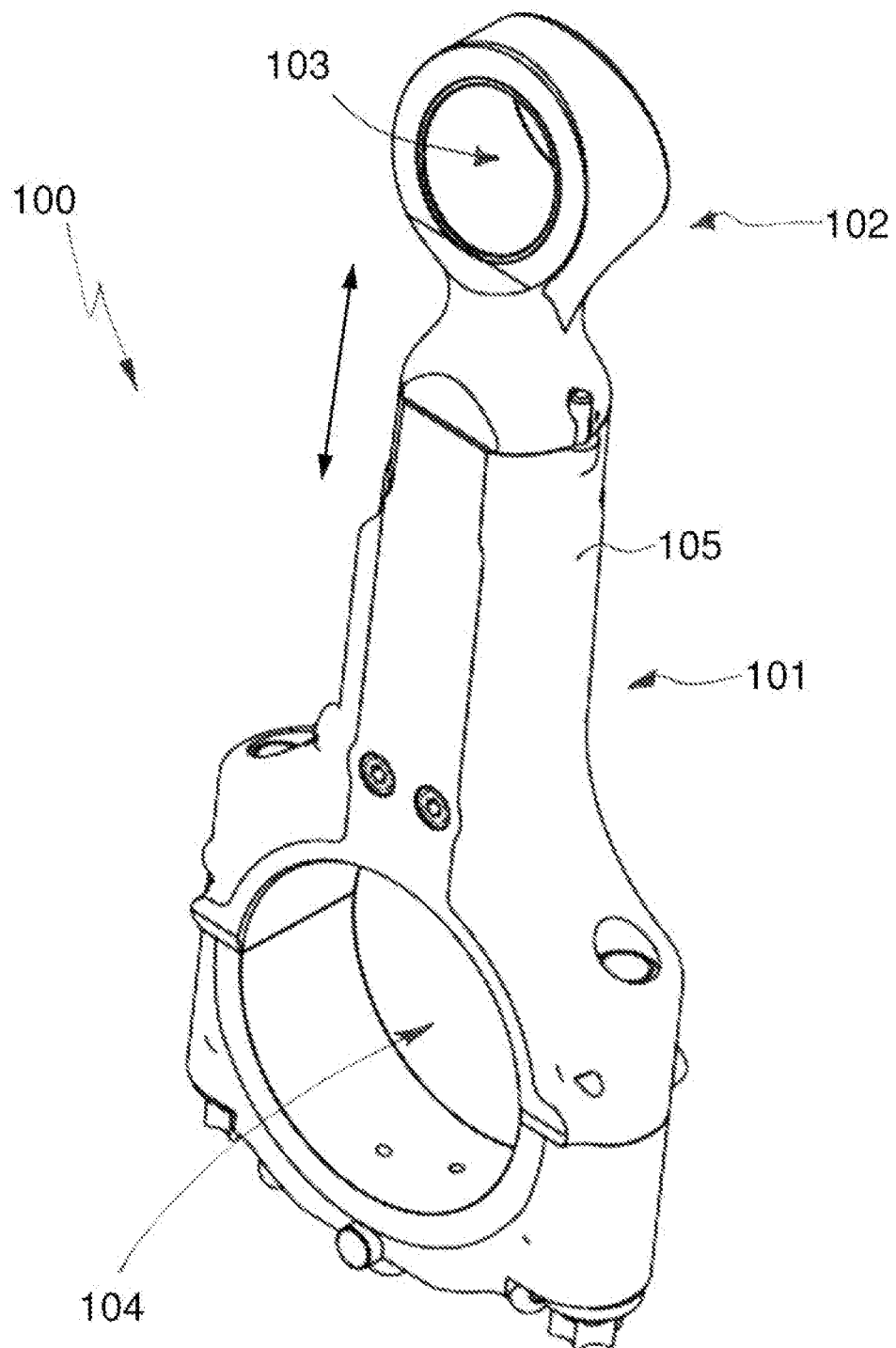


Fig. 1

2/7

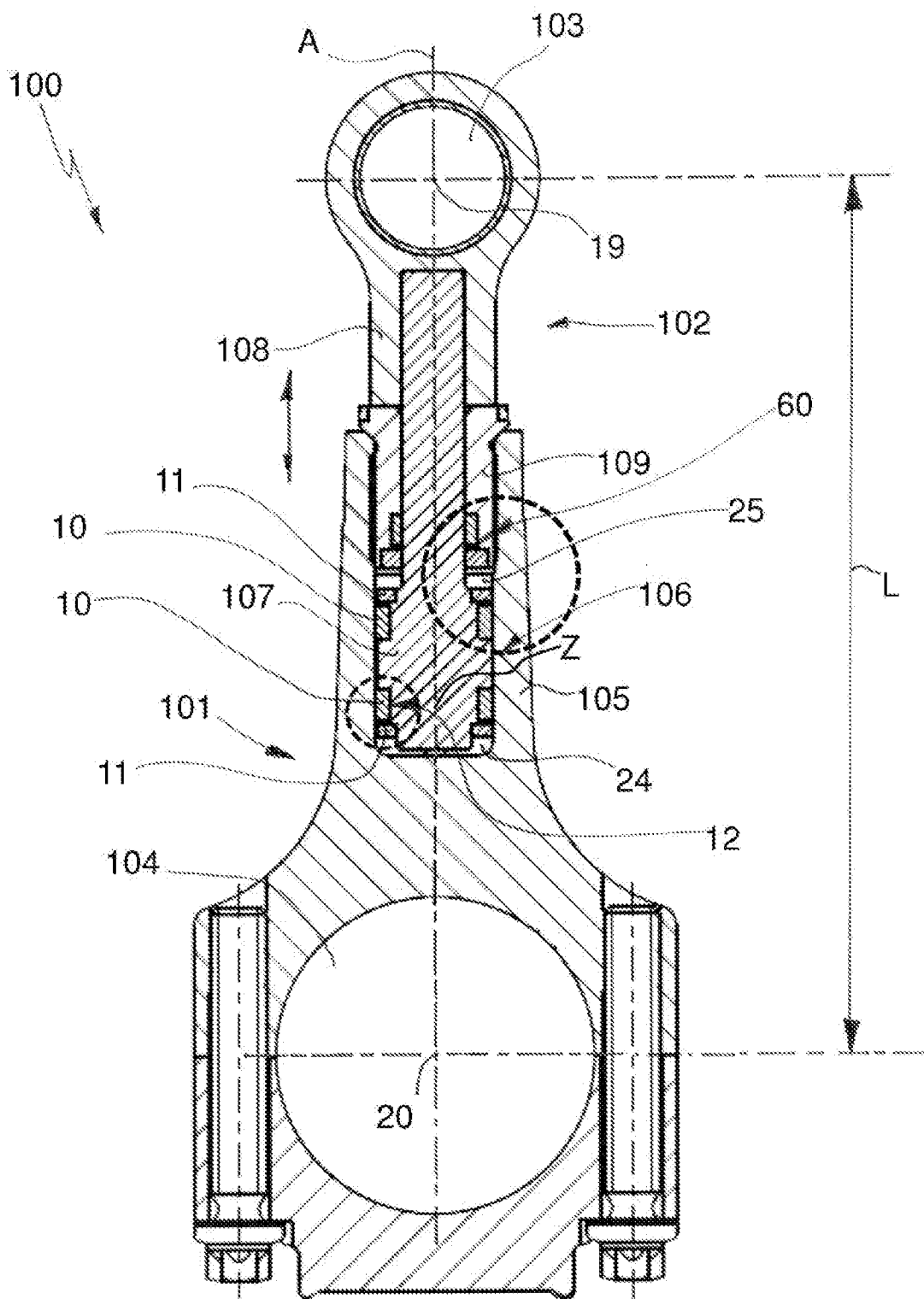
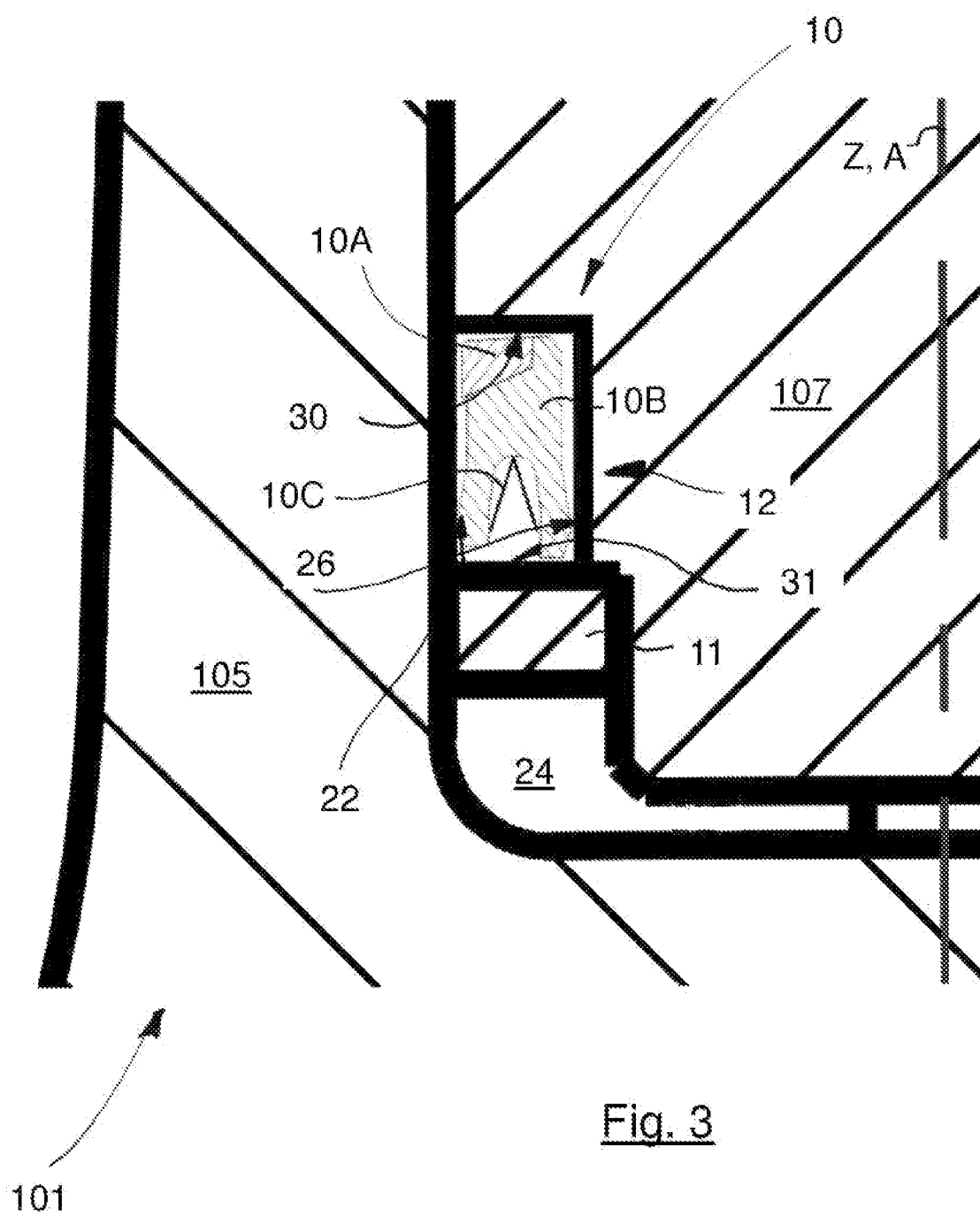


Fig. 2



4/7

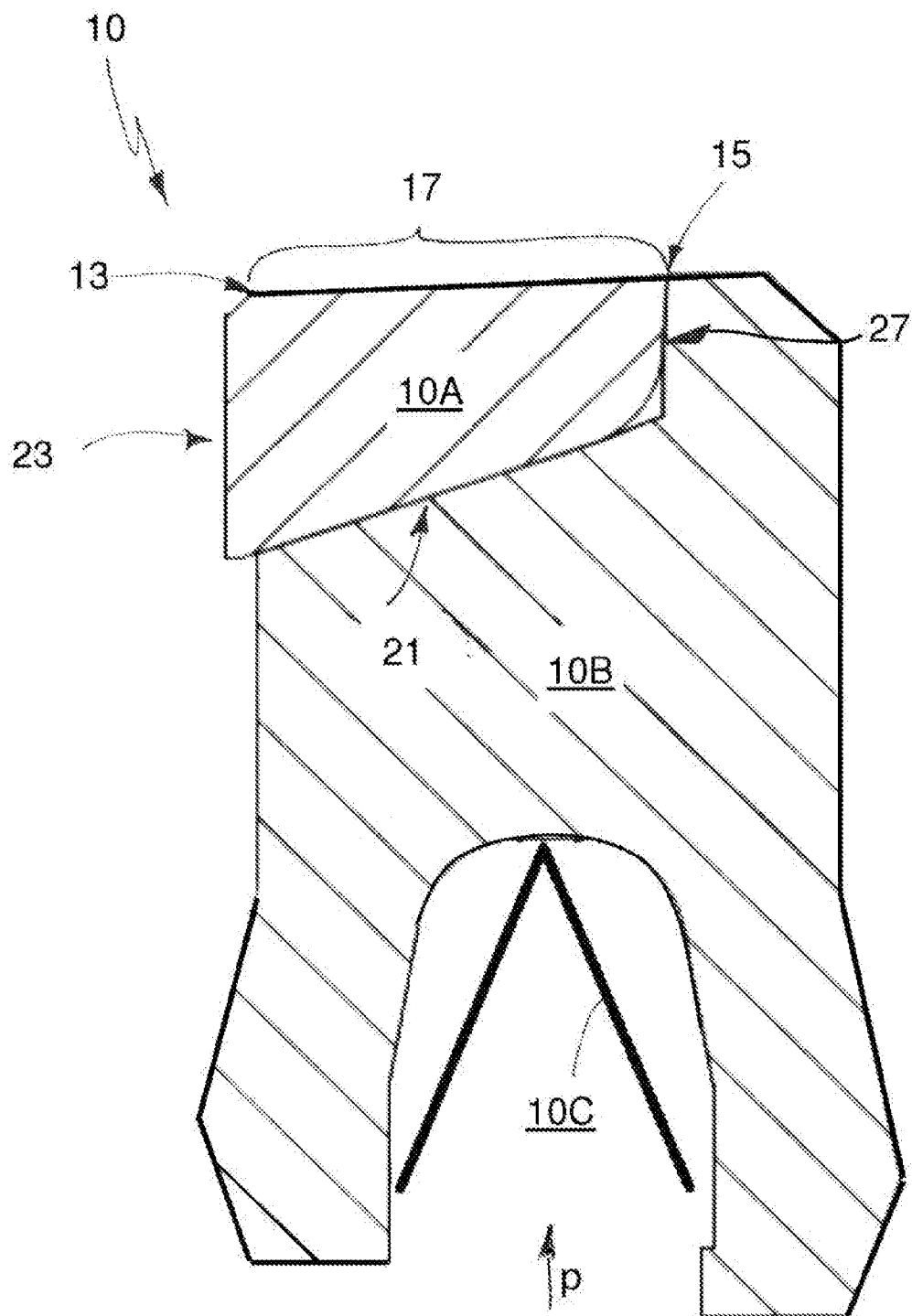
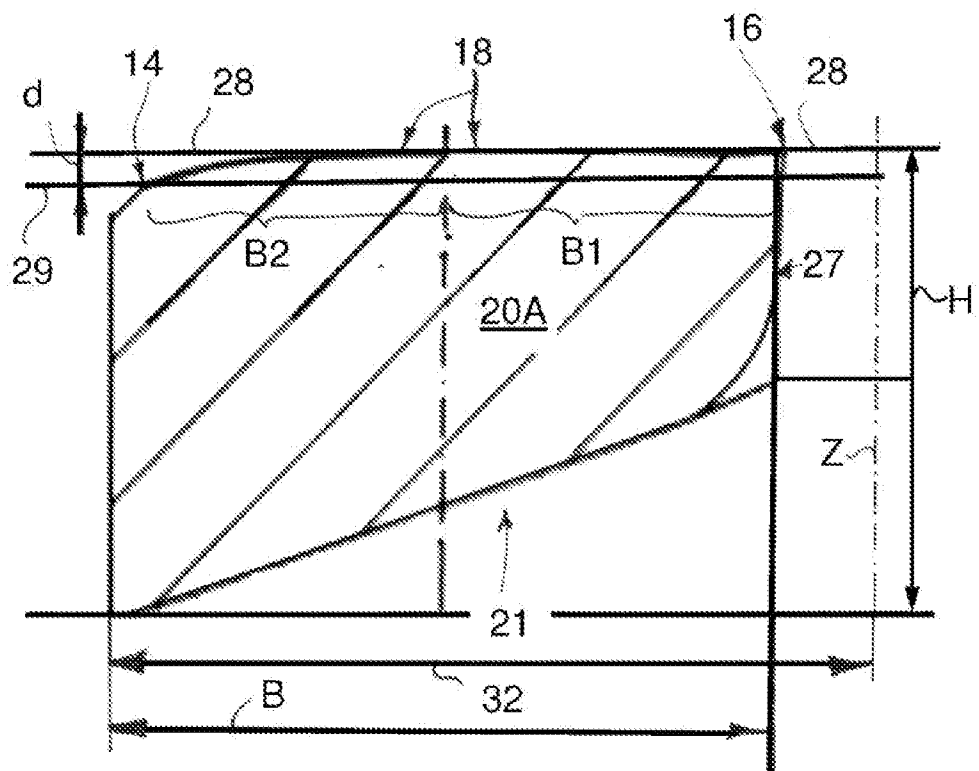
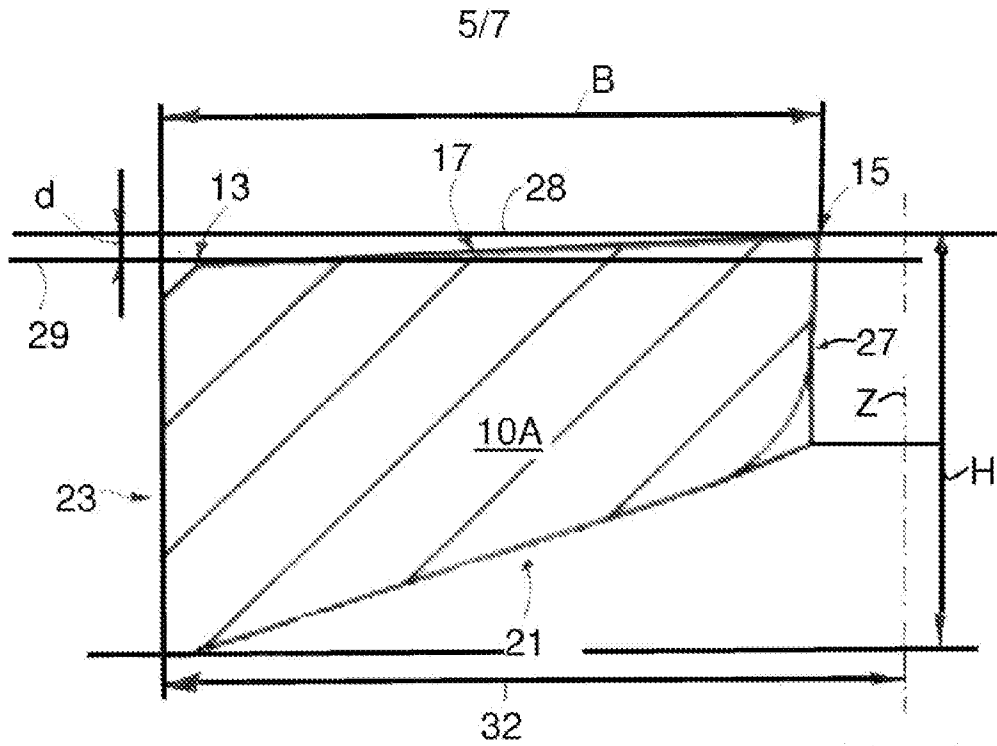
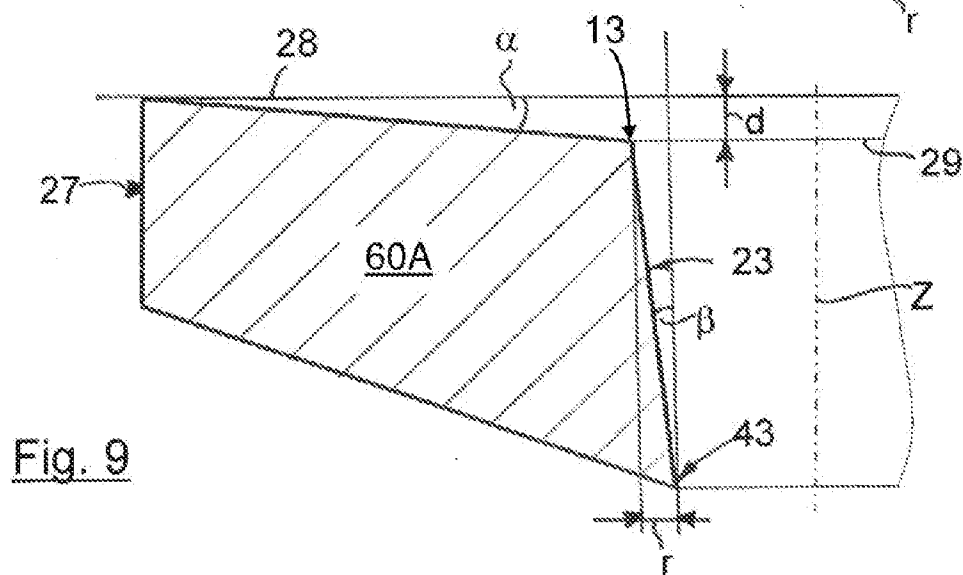
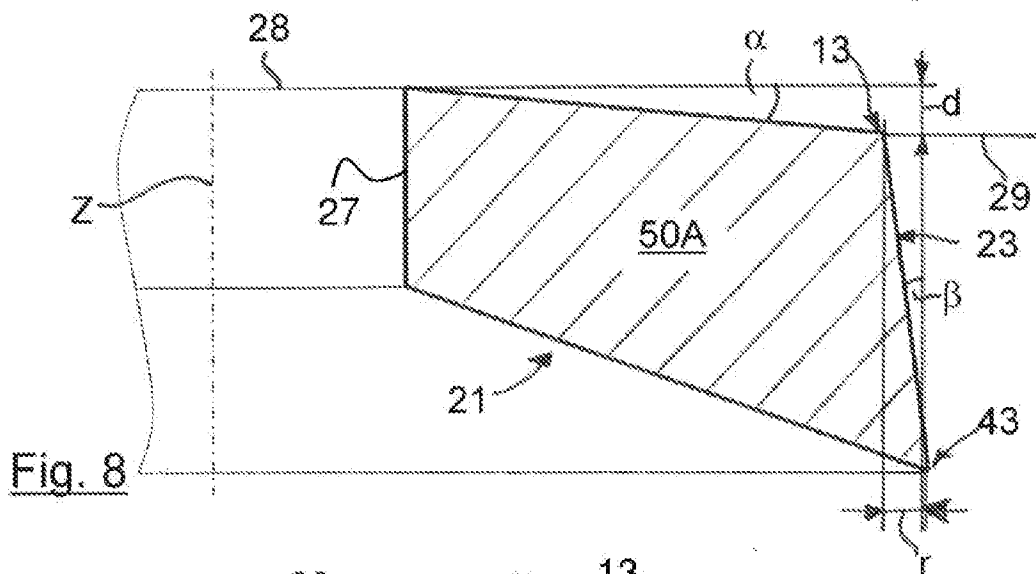
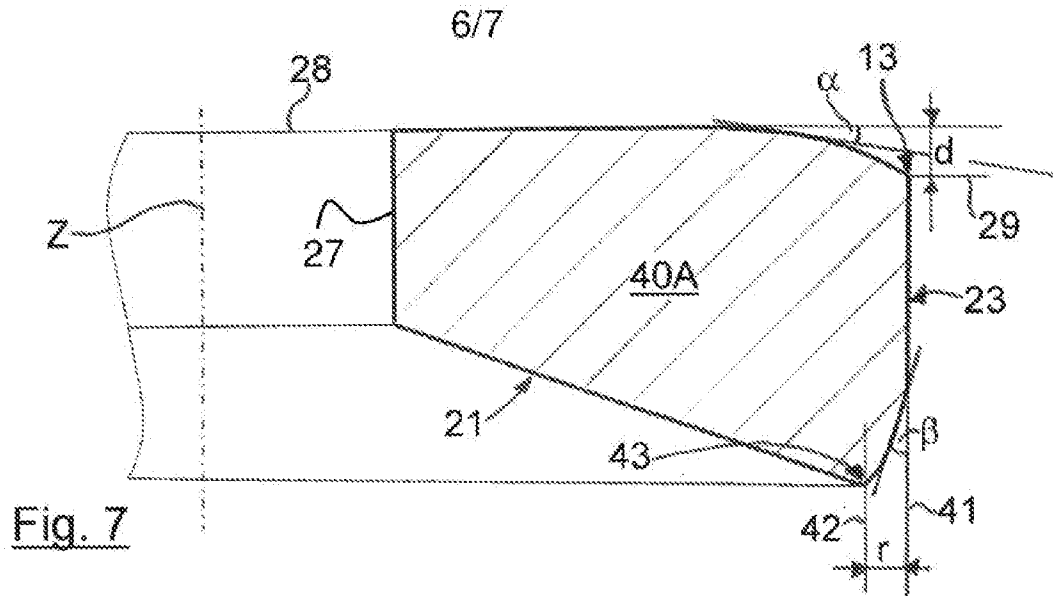


Fig. 4





7/7

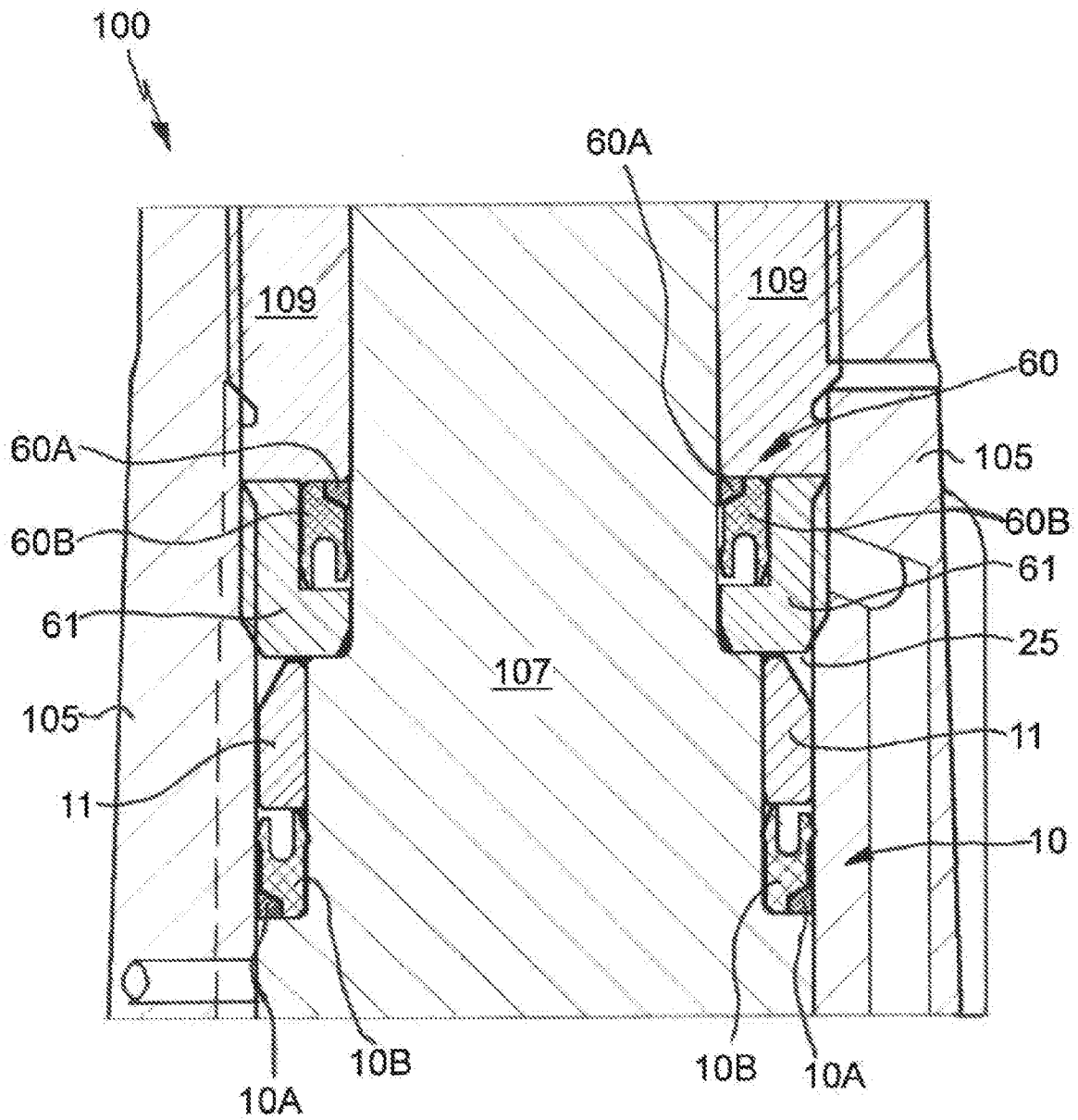


Fig. 10