



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**31.01.2018 Patentblatt 2018/05**

(51) Int Cl.:  
**F01C 19/08** (2006.01) **F04C 2/18** (2006.01)  
**F04C 15/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17182228.1**

(22) Anmeldetag: **19.07.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(72) Erfinder:  
• **Pippes, Reinhard**  
**75015 Bretten (DE)**  
• **Bohr, Artur**  
**70565 Stuttgart (DE)**

(74) Vertreter: **Dietz, Christopher Friedrich et al**  
**Gleiss Große Schrell und Partner mbB**  
**Patentanwälte Rechtsanwälte**  
**Leitzstraße 45**  
**70469 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **26.07.2016 DE 102016213696**

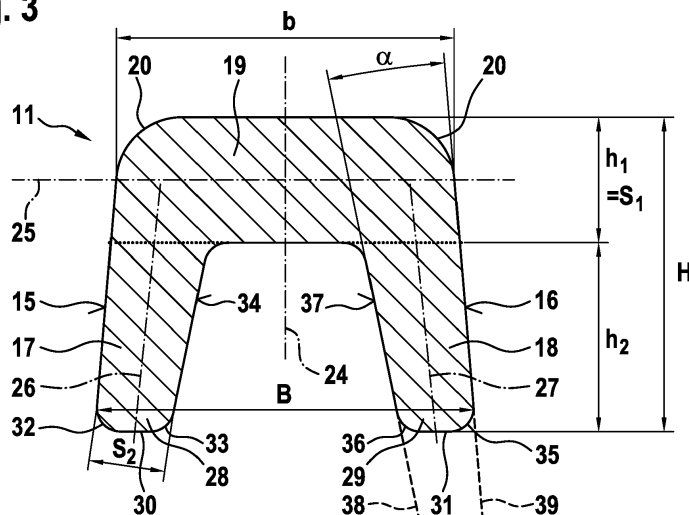
(71) Anmelder: **Eckerle Technologies GmbH**  
**76316 Malsch (DE)**

(54) **ZAHNRADFLUIDMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zahnradfluidmaschine (1), mit einem Maschinengehäuse (4), einem ersten Zahnrad (2) und einem mit dem ersten Zahnrad (2) kämmenden zweiten Zahnrad (3), wobei das erste Zahnrad (2) und das zweite Zahnrad (3) jeweils bezüglich einer Drehachse (5) drehbar an dem Maschinengehäuse (4) gelagert sind und jeweils wenigstens bereichsweise stirnseitig an zumindest einer mit axialem Spiel an dem Maschinengehäuse (4) angeordneten Axialscheibe (7,8) anliegen, die auf ihrer den Zahnrädern (2,3) abgewandten Seite ein Druckfeld (9) aufweist, das von einer umlaufenden Dichtung (11) umgriffen ist, die einerseits an

einer ersten Stützfläche (12) der Axialscheibe (7,8) und andererseits an einer zweiten Stützfläche (13) des Maschinengehäuses (4) dichtend anliegt. Dabei ist vorgesehen, dass die Dichtung (11), insbesondere wenigstens bereichsweise, im Schnitt gesehen U-förmig ist und einen an der ersten Stützfläche (12) anliegenden ersten Dichtungsschenkel (17), einen an der zweiten Stützfläche (13) anliegenden zweiten Dichtungsschenkel (18) und einen den ersten Dichtungsschenkel (17) und den zweiten Dichtungsschenkel (18) verbindenden Verbindungsschenkel (19) aufweist.

**Fig. 3**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Zahnradfluidmaschine, mit einem Maschinengehäuse, einem ersten Zahnrad und einem mit dem ersten Zahnrad kämmenden zweiten Zahnrad, wobei das erste Zahnrad und das zweite Zahnrad jeweils bezüglich einer Drehachse drehbar in dem Maschinengehäuse gelagert sind und jeweils wenigstens bereichsweise stirnseitig an zumindest einer mit axialem Spiel in dem Maschinengehäuse angeordneten Axialscheibe anliegen, die auf ihrer den Zahnrädern abgewandten Seite ein Druckfeld aufweist, das von einer umlaufenden Dichtung umgriffen ist, die einerseits an einer ersten Stützfläche der Axialscheibe und andererseits an einer zweiten Stützfläche des Maschinengehäuses dichtend anliegt.

**[0002]** Die Zahnradfluidmaschine kann beispielsweise als Zahnradpumpe oder als Zahnradmotor ausgestaltet sein. Ebenso ist eine Ausführung als Innenzahnradfluidmaschine oder als Außenzahnradfluidmaschine möglich, sodass die Zahnradfluidmaschine als Innenzahnradpumpe, Innenzahnradmotor, Außenzahnradpumpe oder Außenzahnradmotor vorliegen kann. In jedem Fall verfügt die Zahnradfluidmaschine über das erste Zahnrad und das zweite Zahnrad. Die beiden Zahnräder kämmen miteinander, wobei das erste Zahnrad eine erste Verzahnung und das zweite Zahnrad eine zweite Verzahnung aufweist und die beiden Verzahnungen zumindest bereichsweise ineinander eingreifen. Nachfolgend wird rein beispielhaft lediglich auf die Innenzahnradfluidmaschine eingegangen. Selbstverständlich sind die Ausführungen stets ohne weiteres auf die Außenzahnradfluidmaschine übertragbar.

**[0003]** Im Falle der Innenzahnradfluidmaschine ist das erste Zahnrad als Ritzel und die erste Verzahnung als Außenverzahnung ausgestaltet, wohingegen das zweite Zahnrad als Hohlrad vorliegt, welches die als Innenverzahnung ausgestaltete zweite Verzahnung aufweist. Das Ritzel ist derart in dem Hohlrad angeordnet, dass die beiden Verzahnungen miteinander kämmen. Dabei ist das Ritzel exzentrisch bezüglich des Hohlrads gelagert. Das bedeutet, dass das erste Zahnrad um eine erste Drehachse und das zweite Zahnrad um eine zweite Drehachse drehbar gelagert ist, wobei die beiden Drehachsen vorzugsweise beabstandet parallel zueinander angeordnet sind. Ist die Zahnradfluidmaschine als Außenzahnradfluidmaschine ausgebildet, so liegen die beiden Verzahnungen als miteinander kämmende Außenverzahnungen vor. Auch in diesem Fall sind die beiden Drehachsen parallel beabstandet zueinander angeordnet.

**[0004]** Im Falle einer Ausgestaltung der Zahnradfluidmaschine als Pumpe werden die Zahnräder mit einer Drehbewegung beaufschlagt, wodurch auf ein in der Zahnradfluidmaschine vorliegendes Fluid eine Förderwirkung ausgeübt wird. Ist die Zahnradfluidmaschine dagegen als Motor ausgeführt, so wird ihr Fluid zugeführt, wodurch die Zahnräder in Drehbewegung versetzt werden. An einem der Zahnräder wird insoweit ein Drehmo-

ment bereitgestellt, welches abgegriffen werden kann. Im Nachfolgenden wird lediglich auf die Pumpe näher eingegangen. Stets können jedoch die Ausführungen auf den Motor übertragen werden.

**[0005]** Als wesentliche Bestandteile weist die Zahnradfluidmaschine das erste Zahnrad, das zweite Zahnrad sowie das Maschinengehäuse auf. Die beiden Zahnräder sind in dem Maschinengehäuse drehbar gelagert, nämlich um die erste Drehachse und die zweite Drehachse. Zur Erzielung der exzentrischen Lagerung der beiden Zahnräder sind die beiden Drehachsen beabstandet, insbesondere parallel beabstandet, zueinander angeordnet. Im Falle der Innenzahnradfluidmaschine ist das Ritzel in dem Hohlrad angeordnet und weist entsprechend einen Außendurchmesser auf, welcher kleiner ist als ein Innendurchmesser des Hohlrads. Sowohl das Ritzel als auch das Hohlrad sind im Querschnitt bezüglich der jeweiligen Drehachse gesehen im Wesentlichen rund. Der Außendurchmesser des Ritzels sowie der Innendurchmesser des Hohlrads sind derart gewählt, dass die Außenverzahnung des Ritzels in Umfangsrichtung bezüglich der zweiten Drehachse gesehen lediglich mit einem Bereich der Innenverzahnung des Hohlrads in Eingriff steht.

**[0006]** Das erste Zahnrad ist beispielsweise auf einer Antriebswelle der Zahnradfluidmaschine angeordnet, insbesondere mit dieser drehfest verbunden. Über die Antriebswelle kann insoweit das erste Zahnrad angetrieben und in eine Drehbewegung um die erste Drehachse versetzt werden. Aufgrund der mit der ersten Verzahnung in Eingriff stehenden zweiten Verzahnung wird die Drehbewegung des ersten Zahnrads auch auf das zweite Zahnrad aufgeprägt. Im Falle der Innenzahnradpumpe wird das erste Zahnrad unmittelbar von der Antriebswelle angetrieben, während das Antreiben des zweiten Zahnrads von der Antriebswelle lediglich mittelbar über das erste Zahnrad vorgesehen ist. Sowohl die erste Verzahnung als auch die zweite Verzahnung weisen jeweils eine Vielzahl von Zähnen sowie zwischen den Zähnen liegende Zahnzwischenräume auf. Die Förderwirkung wird im Falle der Innenzahnradpumpe beziehungsweise der Außenzahnradpumpe durch das Ineinandergreifen der ersten Verzahnung und der zweiten Verzahnung erzielt.

**[0007]** Bei Betrachtung eines beliebigen Zahns des ersten Zahnrads während einer vollständigen Umdrehung des ersten Zahnrads greift dieser Zahn zeitweilig in einen Zahnzwischenraum der zweiten Verzahnung ein. Vor dem Eingreifen des Zahns in den Zahnzwischenraum liegt in letzterem das Fluid vor. Durch das Eingreifen wird das Fluid vorzugsweise auf eine Druckseite beziehungsweise in eine Druckkammer der Zahnradfluidmaschine gefördert, nämlich ausgehend von einer Saugseite beziehungsweise aus einer Saugkammer. Die Druckkammer ist beispielsweise in dem Maschinengehäuse der Zahnradfluidmaschine ausgebildet. Ist die Zahnradfluidmaschine als Zahnradfluidmotor ausgeführt, so strömt das Fluid aus der Druckkammer in Richtung der Saugseite beziehungsweise der Saugkammer

der Zahnradfluidmaschine, wodurch das erste Zahnrad sowie das zweite Zahnrad angetrieben werden. Insoweit stellt der Zahnradfluidmotor die kinematische Umkehr der Zahnradfluidpumpe dar.

**[0008]** In dem Maschinengehäuse ist die wenigstens eine Axialscheibe angeordnet, welche wenigstens bereichsweise an einer Stirnseite des ersten Zahnrads und/oder an einer Stirnseite des zweiten Zahnrads anliegt. Die Axialscheibe bewirkt eine Abdichtung, insbesondere der Druckseite gegenüber der Saugseite, so dass das in der Zahnradfluidmaschine vorliegende Fluid nicht stirnseitig an dem ersten Zahnrad beziehungsweise dem zweiten Zahnrad vorbei strömen kann. Bevorzugt ist selbstverständlich beidseitig des ersten Zahnrads und des zweiten Zahnrads jeweils eine Axialscheibe angeordnet. Nachfolgend wird jedoch stets auf lediglich eine dieser Axialscheiben eingegangen; die Ausführungen sind jedoch stets übertragbar. Beispielsweise sind die Axialscheiben symmetrisch zueinander ausgestaltet oder liegen sogar als Gleichteile vor.

**[0009]** Um stets eine zuverlässige Abdichtung mittels der Axialscheibe zu erzielen, ist diese mit axialem Spiel bezüglich der Drehachse beziehungsweise den Drehachsen in dem Maschinengehäuse angeordnet. Um die Axialscheibe während des Betriebs der Zahnradfluidmaschine in axialer Richtung in Richtung des ersten Zahnrads und/oder des zweiten Zahnrads, insbesondere an das erste Zahnrad und/oder an das zweite Zahnrad, zu drängen, verfügt die Axialscheibe auf ihrer den in axialer Richtung den Zahnradern abgewandten Seite über ein Druckfeld. Das Druckfeld liegt vorzugsweise in Form einer Vertiefung in der Axialscheibe vor, welche bevorzugt randgeschlossen ist, also einen umlaufenden Rand aufweist. Die Vertiefung durchgreift die Axialscheibe in Richtung der Zahnradern lediglich teilweise, also nicht vollständig. Sie weist insoweit einen durchgehenden Boden auf.

**[0010]** Das Druckfeld beziehungsweise die Vertiefung wird zumindest während des Betriebs der Zahnradfluidmaschine mit unter Druck stehendem Fluid druckbeaufschlagt. Das Fluid ist dabei vorzugsweise dasselbe, welches in der Druckkammer und/oder der Saugkammer der Zahnradfluidmaschine vorliegt. Beispielsweise ist das Druckfeld strömungstechnisch mit der Druckseite der Zahnradfluidmaschine verbunden, insbesondere über wenigstens einen wenigstens bereichsweise oder vollständig in dem Maschinengehäuse ausgebildeten Strömungskanal. In dem Strömungskanal können optional eine Drossel und/oder eine Blende vorgesehen sein, um den gewünschten Druck in dem Druckfeld einzustellen.

**[0011]** Das Druckfeld ist von der umlaufenden Dichtung umgriffen, welche an der Axialscheibe angeordnet ist. Beispielsweise ist die Dichtung in einer Vertiefung der Axialscheibe und/oder einer Vertiefung des Maschinengehäuses ortsfest angeordnet. Die Dichtung umgreift das Druckfeld vollständig und ist insoweit als umlaufende Dichtung ausgestaltet. Die Dichtung liegt - in axialer Richtung gesehen - einerseits an einer Stützfläche der Axialscheibe und andererseits an einer zweiten Stützfläche

des Maschinengehäuses an, wobei die Stützflächen vorzugsweise parallel zueinander angeordnet sind. Aufgrund der Abdichtung des Druckfelds mittels der Dichtung wird die Axialscheibe von dem in dem Druckfeld vorliegenden, unter Druck stehendem Fluid in Richtung des ersten Zahnrads und/oder des zweiten Zahnrads gedrängt, sodass die Axialscheibe vorzugsweise an dem ersten Zahnrad - oder dem zweiten Zahnrad - stirnseitig anliegt.

**[0012]** Aus der Druckschrift DE 10 2012 213 771 A1 ist beispielsweise eine Innenzahnradpumpe mit einer Axialscheibe bekannt, die zur seitlichen Begrenzung eines Pumpdraums an Stirnseiten eines Hohlrad und eines Ritzels der Innenzahnradpumpe anliegt und die ein Druckfeld auf einer dem Hohlrad und dem Ritzel abgewandten Außenseite aufweist, das mit einem Dichtring abgedichtet ist, der das Druckfeld umschließt. Dabei ist vorgesehen, dass die Innenzahnradpumpe eine Dichtungsanordnung mit dem Dichtring, der die Form eines Umrisses des Druckfelds und einen L-förmigen Ringquerschnitt aufweist, und mit einem elastischen Ring, der innen im L-förmigen Ringquerschnitt des Dichtrings einliegt, aufweist.

**[0013]** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Zahnradfluidmaschine vorzuschlagen, welche gegenüber bekannten Zahnradfluidmaschinen Vorteile aufweist, insbesondere eine bessere Abdichtung des Druckfelds bei gleichzeitig vereinfachter Montage ermöglicht.

**[0014]** Dies wird erfindungsgemäß mit einer Zahnradfluidmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht. Dabei ist vorgesehen, dass die Dichtung, insbesondere wenigstens bereichsweise, im Schnitt gesehen U-förmig ist und einen an der ersten Stützfläche anliegenden ersten Dichtungsschenkel, einen an der zweiten Stützfläche anliegenden zweiten Dichtungsschenkel und einen den ersten Dichtungsschenkel und den zweiten Dichtungsschenkel verbindenden Verbindungsschenkel aufweist.

**[0015]** Im Rahmen dieser Beschreibung wird teilweise die Dichtung im Schnitt gesehen betrachtet. Unter dem Schnitt ist dabei vorzugsweise ein Dichtungsquerschnitt zu verstehen, welcher einem Teil eines Längsschnitts durch die Dichtung entspricht, wobei die Schnittebene dieses Längsschnitts die Drehachse des ersten Zahnrads und/oder des zweiten Zahnrads in sich aufnimmt oder zumindest parallel zu ihr angeordnet ist. Der Dichtungsquerschnitt bezeichnet nun denjenigen Teil des Längsschnitts, welcher auf einer Seite einer senkrecht auf der Schnittebene stehenden gedachten Ebene vorliegt. Weil die Dichtung umlaufend ausgestaltet ist, liegen sich in dem Längsschnitt zwei dieser Bereiche der Dichtung gegenüber. Wird von dem Schnitt der Dichtung gesprochen wird, so ist vorzugsweise stets nur einer dieser Bereiche gemeint. Sofern die Dichtung als umlaufender Dichtring mit einer durchgehenden, insbesondere gekrümmten und/oder ringförmigen, Längsmittelachse betrachtet wird, so liegt der Dichtungsquerschnitt als Querschnitt durch die Dichtung bezüglich dieser Längsmittel-

achse vor.

**[0016]** Im Schnitt gesehen ist die Dichtung U-förmig und weist insoweit drei Schenkel auf, nämlich den ersten Dichtungsschenkel, den zweiten Dichtungsschenkel und den Verbindungsschenkel. Die beiden Dichtungsschenkel sind im Schnitt gesehen voneinander beabstandet angeordnet und werden von dem Verbindungsschenkel miteinander verbunden. Vorzugsweise sind die beiden Dichtungsschenkel und der Verbindungsschenkel einstückig und/oder materialeinheitlich miteinander ausgestaltet. Unter letzterem ist dabei zu verstehen, dass die Dichtungsschenkel und der Verbindungsschenkel aus demselben Material bestehen. Bevorzugt weist die Dichtung ausschließlich die beiden Dichtungsschenkel und den Verbindungsschenkel auf, sodass insgesamt die Dichtung als solche aus dem lediglich einen Material besteht, welches auch als Dichtungsmaterial bezeichnet werden kann. Die Dichtung weist die beschriebene Form wenigstens bereichsweise auf, also nicht notwendigerweise entlang ihrer gesamten Erstreckung. Bevorzugt liegt die Form jedoch entlang der gesamten Erstreckung der Dichtung vor.

**[0017]** Im Längsschnitt durch die Zahnradfluidmaschine gesehen liegt nun der erste Dichtungsschenkel an der ersten Stützfläche und der zweite Dichtungsschenkel an der zweiten Stützfläche an. Genauer gesagt liegt der erste Dichtungsschenkel mit einer ersten Dichtungsfläche an der ersten Stützfläche und der zweite Dichtungsschenkel mit einer zweiten Dichtungsfläche an der zweiten Stützfläche an. Die beiden Dichtungsflächen sind dabei vorzugsweise jeweils außenliegend an der Dichtung angeordnet, im Längsschnitt durch die Zahnradfluidmaschine also auf gegenüberliegenden Seiten der Dichtung beziehungsweise auf voneinander abgewandten Seiten der beiden Dichtungsschenkel angeordnet.

**[0018]** Eine derartige Ausgestaltung der Dichtung ermöglicht ein einfaches Einstellen einer Federrate der Dichtung, welche die Anpresskraft der Dichtung an die Axialscheibe und an das Maschinengehäuse beeinflusst. In Abhängigkeit von Fertigungstoleranzen der Zahnradfluidmaschine, beispielsweise des Maschinengehäuses, der Zahnräder und/oder der Axialscheibe, können sich aufgrund der Federwirkung der Dichtung unterschiedliche Anpresskräfte nach der Montage der Zahnradfluidmaschine, entsprechend unterschiedlichen Axialvorspannungen der Dichtung, ergeben.

**[0019]** Bei bekannten Dichtungen kann es im Extremfall zu einer nicht vorhandenen oder einer sehr großen Anpresskraft kommen, woraus unterschiedliche Nachteile resultieren können, wie beispielsweise ungenügende Dichtwirkung und damit verbundene Wirkungsgradverluste der Zahnradfluidmaschine, ein schlechterer volumetrischer Wirkungsgrad und/oder ein hohes Reibmoment, welches von der Axialscheibe auf das erste Zahnrad und/oder das zweite Zahnrad ausgeübt wird. Letzteres bewirkt eine Verschlechterung des hydraulisch-mechanischen Wirkungsgrads der Zahnradfluidmaschine und gegebenenfalls sogar erhöhten Verschleiß an einer

Lauffläche der Axialscheibe, an welcher das erste Zahnrad und/oder das zweite Zahnrad mit ihrer jeweiligen Stirnfläche anliegen.

**[0020]** Die beschriebene Ausgestaltung der Dichtung ermöglicht dagegen eine Zahnradfluidmaschine, bei welcher die genannten Probleme nicht auftreten, weil die Axialvorspannung der Dichtung und mithin die Anpresskraft der Axialscheibe an das erste Zahnrad und/oder das zweite Zahnrad, einen vorteilhaften Verlauf über einen Federweg der Dichtung aufweisen. Dies wird durch eine vorteilhafte Federkennlinie der Dichtung, also des Verlaufs der von der Dichtung bewirkten Federkraft über dem Federweg, bewirkt.

**[0021]** Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Dichtung materialeinheitlich aus einem elastischen Material, insbesondere aus Polyurethan, besteht und/oder stützringlos ausgestaltet ist. Vorstehend wurde bereits darauf hingewiesen, dass die beiden Dichtungsschenkel und der Verbindungsschenkel vorzugsweise aus demselben Material bestehen und insoweit materialeinheitlich ausgestaltet sind. Als Material kommt dabei beispielsweise Polyurethan zum Einsatz. Zusätzlich oder alternativ ist die Dichtung stützringlos ausgestaltet, weist also insbesondere keinen Federring aus Metall oder einem anderen elastischen Material auf. Vielmehr besteht die Dichtung ausschließlich aus dem Dichtungsmaterial.

**[0022]** Alternativ kann der Dichtung selbstverständlich ein Stützring zugeordnet sein oder die Dichtung einen solchen aufweisen. Der Stützring ist beispielsweise zwischen dem ersten Dichtungsschenkel und der ersten Stützfläche angeordnet und liegt an beiden an. Alternativ ist er zwischen dem Verbindungsschenkel und dem Maschinengehäuse angeordnet und liegt ebenfalls an beiden an. Der Stützring besteht bevorzugt aus einem anderen Material als die Dichtung, insbesondere aus Metall. Beispielsweise ist die Dichtung an dem Stützring befestigt, insbesondere stoffschlüssig. Beispielsweise ist die Dichtung an den Stützring angespritzt.

**[0023]** Im Rahmen einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Dichtung im Schnitt gesehen symmetrisch bezüglich einer beabstandet von den Dichtungsschenkeln, insbesondere mittig, durch den Verbindungsschenkel verlaufenden Symmetrieebene ist. Die Symmetrieebene beziehungsweise eine in der Symmetrieebene und der Schnittebene liegende Symmetriegerade steht vorzugsweise senkrecht auf dem Verbindungsschenkel. Dabei ist sie beabstandet von beiden Dichtungsschenkeln angeordnet, beispielsweise liegt sie mittig zwischen den Dichtungsschenkeln vor. Die Dichtung ist nun beidseitig der Symmetrieebene beziehungsweise der Symmetriegeraden gleichartig ausgestaltet, insbesondere ist sie bezüglich der Symmetrieebene symmetrisch.

**[0024]** Das bedeutet im Falle der mittigen Anordnung der Symmetrieebene bezüglich der Dichtungsschenkel, dass die Dichtungsschenkel jeweils denselben Abstand von der Symmetrieebene aufweisen und zudem iden-

tisch zueinander ausgestaltet sind, insbesondere dieselben Abmessungen aufweisen. Eine derartige symmetrische Ausgestaltung der Dichtung ermöglicht eine äußerst einfache Montage der Zahnradfluidmaschine, welche zudem maschinell, insbesondere vollautomatisch, erfolgen kann. Dies wird insbesondere durch die einstückige Ausgestaltung der Dichtung erzielt, wobei allein mittels der einstückigen Dichtung die benötigte Dichtwirkung des Druckfelds erzielt werden kann. Es sind also nicht, wie aus dem Stand der Technik bekannt, separat voneinander zu montierende Dichtungen notwendig.

**[0025]** Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Dichtungsschenkel im Schnitt gesehen im entspannten Zustand der Dichtung in die von dem Verbindungsschenkel abgewandte Richtung voneinander fort geneigte freie Enden aufweisen. Unter dem entspannten Zustand der Dichtung ist ein nicht montierter Zustand der Dichtung, also beispielsweise ein unmittelbar vor der Montage der Dichtung vorliegender Vormontagezustand der Dichtung zu verstehen. Diesen Zustand weist die Dichtung beispielsweise nach ihrer Herstellung bis zu ihrer Montage auf. Während der Montage kann eine Verformung der Dichtung erfolgen, durch welche die gewünschte Vorspannung der Dichtung und entsprechend die gewünschte Anpresskraft der Axialscheibe an das erste Zahnrad und/oder das zweite Zahnrad erzielt wird. Diese Anpresskraft liegt zumindest vor, solange das Druckfeld nicht mit unter Druck stehendem Fluid beaufschlagt und insoweit drucklos ist.

**[0026]** Jeder der Dichtungsschenkel weist auf seiner dem Verbindungsschenkel abgewandten Seite ein freies Ende auf. Die freien Enden beziehungsweise die Dichtungsschenkel sind nun in die von dem Verbindungsschenkel abgewandte Richtung voneinander fort geneigt, sodass - wiederum im Schnitt gesehen - gedachte Verlängerungen der Dichtungsschenkel einander unter einem bestimmten Winkel schneiden. Zusätzlich oder alternativ können die Dichtungsschenkel in ihrem entspannten Zustand auch bezüglich der Drehachse des ersten Zahnrads beziehungsweise des zweiten Zahnrads angewinkelt sein, mit dieser also einen Winkel einschließen, der größer als  $0^\circ$  und kleiner als  $90^\circ$  ist. Aufgrund dieser Ausgestaltung der Dichtung wird sie während der Montage der Zahnradfluidmaschine in axialer Richtung bezüglich der Drehachse komprimiert, die freien Enden der Dichtungsschenkel also aufeinander zu verlagert. Hierdurch wird die Vorspannung der Dichtung eingestellt.

**[0027]** Eine besonders bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Verbindungsschenkel im Schnitt gesehen zumindest auf seiner den Dichtungsschenkeln abgewandten Seite eine Erstreckung in axialer Richtung bezüglich einer der Drehachsen aufweist, die kleiner ist als der Abstand zwischen der ersten Stützfläche und der zweiten Stützfläche bei an dem Maschinengehäuse anliegender Axialscheibe. Anders ausgedrückt ist die Breite des Verbindungsschenkels kleiner als der Abstand zwischen den Stützflächen, wenn die

Axialscheibe an dem Maschinengehäuse anliegt, also maximal auf dieses zu verlagert ist. Mit einer derartigen Ausgestaltung der Dichtung wird verhindert, dass die Federkennlinie der Dichtung von dem Verbindungsschenkel zu stark beeinflusst wird. Wäre die Breite des Verbindungsschenkels größer als der Abstand der beiden Stützflächen bei an dem Maschinengehäuse anliegender Axialscheibe, so käme es bei einer Verlagerung der Axialscheibe auf das Maschinengehäuse zu während des Betriebs der Zahnradfluidmaschine zu einem sehr steilen Anstieg der Federkennlinie. Dies kann durch die beschriebene Ausgestaltung verhindert werden.

**[0028]** Eine weitere Ausführungsform der Erfindung kann vorsehen, dass voneinander abgewandte Seiten der freien Enden im entspannten Zustand der Dichtung einen größeren Abstand voneinander aufweisen als die erste Stützfläche und die zweite Stützfläche, insbesondere bei an dem Maschinengehäuse anliegender Axialscheibe. Im entspannten Zustand der Dichtung sollen die beiden Dichtungsschenkel im Schnitt gesehen über den Verbindungsschenkel überstehen. Im Längsschnitt bezüglich der Drehachse gesehen soll also der Abstand der außenliegenden und mithin voneinander abgewandten Seiten der freien Enden, welcher den maximalen Abmessungen der Dichtung in axialer Richtung in diesem Zustand entspricht, größer sein als der Abstand der beiden Stützflächen, insbesondere wenn die Axialscheibe an dem Maschinengehäuse anliegt. Entsprechend ist der genannte Abstand größer als die Breite des Verbindungsschenkels.

**[0029]** Unter dem Abstand der voneinander abgewandten Seiten der freien Enden ist vorzugsweise deren größter Abstand gemeint, wobei dieser in einer senkrecht auf der Symmetrieebene stehenden Ebene ermittelt wird. Der Abstand entspricht beispielsweise dem Abstand der Stützflächen bei an dem Maschinengehäuse anliegender Axialscheibe zuzüglich eines Axialspiels und/oder eines Vorspannungsüberstands. Das Axialspiel ist größer als Null. Beispielsweise beträgt es bezogen auf den Abstand der Stützflächen mindestens 5 %, mindestens 10 %, mindestens 15 %, mindestens 20 % oder mindestens 25 %. Der Vorspannungsüberstand wird vorzugsweise derart gewählt, dass die Axialscheibe mit einer bestimmten Vorspannung beaufschlagt wird.

**[0030]** Weiterhin kann im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen sein, dass jeder der Dichtungsschenkel im Schnitt gesehen auf seiner dem jeweils anderen der Dichtungsschenkel zugewandten Seite von einer ersten gedachten Geraden und auf seiner dem jeweils anderen der Dichtungsschenkel abgewandten Seite von einer zweiten gedachten Geraden begrenzt ist, wobei die erste Gerade und die zweite Gerade in entspanntem Zustand der Dichtung gegeneinander angewinkelt sind. Die erste Gerade definiert die an der Stützfläche anliegende Dichtungsfläche des jeweiligen Dichtungsschenkels, während die zweite Gerade eine der Dichtungsfläche abgewandte Innenfläche des jeweiligen Dichtungsschenkels definiert. Die beiden

Geraden weisen jeweils eine von Null verschiedene Erstreckung auf, sodass die Dichtungsfläche und die Innenfläche wenigstens bereichsweise plan beziehungsweise eben sind. Vorzugsweise ist der von den beiden Geraden eingeschlossene Winkel für die beiden Dichtungsschenkel identisch. Es können jedoch auch voneinander verschiedene Winkel realisiert sein. Der eingeschlossene Winkel beträgt beispielsweise mindestens 2,5°, mindestens 5°, mindestens 7,5°, mindestens 10°, mindestens 15° oder mindestens 20°.

**[0031]** Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der Verbindungsschenkel im Schnitt gesehen rechteckig ist und auf seiner den Dichtungsschenkeln abgewandten Seite wenigstens eine Fase oder eine runde Kante aufweist. Die Dichtung ist vorzugsweise in einer Ausnehmung angeordnet, welche in dem Maschinengehäuse oder der Axialscheibe vorliegt. Bevorzugt weist die Ausnehmung eine an die Fase beziehungsweise runde Kante angepasste Fase oder runde Kante auf, wobei die Anpassung vorzugsweise hinsichtlich der Form und/oder den Abmessungen vorgesehen ist. Besonders bevorzugt liegt die Fase beziehungsweise Kante des Verbindungsschenkels nach der Montage der Dichtung an der Fase beziehungsweise Kante der Ausnehmung durchgehend an.

**[0032]** Für eine weitere Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass im Schnitt gesehen der Verbindungsschenkel in radialer Richtung eine Erstreckung aufweist, die jeweils größer ist als die Erstreckung des ersten Dichtungsschenkels und/oder die Erstreckung des zweiten Dichtungsschenkels in axialer Richtung. Vorzugsweise erstrecken sich die beiden Dichtungsschenkel ausgehend von dem Verbindungsschenkel jeweils in radialer Richtung nach innen. Der hier beschriebene Schnitt kann also als Längsschnitt bezüglich der Drehachse verstanden werden. In anderen Worten ist es nun vorgesehen, dass eine Materialstärke des Verbindungsschenkels größer ist als eine Materialstärke der Dichtungsschenkel, wobei für die beiden Dichtungsschenkel vorzugsweise dieselbe Materialstärke verwendet wird. Die Materialstärke liegt für den Verbindungsschenkel in radialer Richtung und für die Dichtungsschenkel in axialer Richtung vor.

**[0033]** Weiterhin kann es im Rahmen einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass die freien Enden der Dichtungsschenkel im Schnitt gesehen wenigstens eine Rundung aufweisen, die zwischen der ersten gedachten Geraden und der zweiten gedachten Geraden vorliegt, insbesondere sich von der ersten gedachten Geraden bis zu der zweiten gedachten Geraden erstreckt. Im Schnitt gesehen sind die freien Enden beispielsweise eben, werden also von einer Geraden begrenzt. Diese Gerade kann nun über die wenigstens eine Rundung mit der ersten Geraden oder der zweiten Geraden verbunden sein, sodass sich die Rundung von der Geraden bis hin zu der ersten Geraden oder der zweiten Geraden erstreckt.

**[0034]** Bevorzugt liegt beidseitig der Geraden jeweils

eine derartige Rundung vor, sodass sich also eine erste der Rundungen von der Geraden bis hin zu der ersten gedachten Geraden und eine zweite der Rundungen von der Geraden bis hin zu der zweiten gedachten Geraden erstreckt. Alternativ kann es selbstverständlich vorgesehen sein, dass die beiden gedachten Geraden über lediglich eine Rundung miteinander verbunden sind, sodass sich die Rundung von der ersten gedachten Geraden bis hin zu der zweiten gedachten Geraden erstreckt.

**[0035]** Die beschriebene Ausgestaltung ist für wenigstens einen der Dichtungsschenkel, bevorzugt jedoch für beide Dichtungsschenkel, vorgesehen. Der Radius der Rundung kann prinzipiell beliebig gewählt sein. Beispielsweise stellt die Rundung einen Kreisbogenabschnitt dar, weist also eine durchgehend konstante Krümmung auf. Bevorzugt läuft die Rundung wenigstens einseitig, besonders bevorzugt jedoch beidseitig, tangential in die erste Gerade beziehungsweise die zweite Gerade ein.

**[0036]** Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Dichtung über wenigstens einen ersten Dichtungsbereich und wenigstens einen zweiten Dichtungsbereich verfügt, wobei der erste Dichtungsbereich und der zweite Dichtungsbereich unterschiedliche Dichtungsquerschnitte aufweisen. Die Dichtung ist, wie vorstehend bereits erläutert, umlaufend ausgestaltet. Sind lediglich genau ein erster Dichtungsbereich und genau ein zweiter Dichtungsbereich vorgesehen, so gehen diese beidseitig ineinander über. In anderen Worten geht der erste Dichtungsbereich sowohl einerseits als auch andererseits jeweils in den zweiten Dichtungsbereich über, wobei ein erstes Ende des ersten Dichtungsbereichs in ein erstes Ende des zweiten Dichtungsbereichs und ein zweites Ende des ersten Dichtungsbereichs in ein zweites Ende des zweiten Dichtungsbereichs übergeht.

**[0037]** Selbstverständlich können auch mehrere erste Dichtungsbereiche und mehrere zweite Dichtungsbereiche vorliegen. Beispielsweise besteht dann die Dichtung wechselweise aus einem der ersten Dichtungsbereiche und einem der zweiten Dichtungsbereiche, sodass sich insoweit erste Dichtungsbereiche und zweite Dichtungsbereiche abwechseln. Beispielsweise ist es hierbei vorgesehen, dass bezogen auf den Verlauf der Dichtung der erste Dichtungsbereich beziehungsweise die ersten Dichtungsbereiche jeweils und/oder insgesamt eine kleinere Erstreckung aufweisen als der zweite Dichtungsbereich beziehungsweise die zweiten Dichtungsbereiche. Besonders bevorzugt weist jeder der ersten Dichtungsbereiche eine kleinere Erstreckung auf als jeder der zweiten Dichtungsbereiche. Die beiden Dichtungsbereiche, also der erste Dichtungsbereich und der zweite Dichtungsbereich, können unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Vorzugsweise unterscheiden sie sich ausschließlich hinsichtlich ihres Querschnitts, sind also im Querschnitt gesehen unterschiedlich ausgestaltet. Zusätzlich oder alternativ können sie sich jedoch auch hinsichtlich des Materials unterscheiden, insbesondere aus

unterschiedlichen Materialien bestehen.

**[0038]** Bevorzugt ist es vorgesehen, dass die Dichtung sowohl in dem ersten Dichtungsbereich als auch in dem zweiten Dichtungsbereich die eingangs beschriebene Ausgestaltung aufweist, also jeweils im Schnitt gesehen U-förmig ist und den ersten Dichtungsschenkel, den zweiten Dichtungsschenkel und den diese verbindenden Verbindungsschenkel aufweist. Alternativ kann es jedoch auch vorgesehen sein, dass die Dichtung in einem der Dichtungsbereiche von dieser Form abweicht. Beispielsweise ist die Dichtung in einem der Dichtungsbereiche im Schnitt gesehen blockartig ausgestaltet, so dass der Verbindungsschenkel nur in gedachter Form vorliegt und gemeinsam mit den Dichtungsschenkeln einen massiven Block bilden. In diesem Fall sind die ansonsten freien Enden der Dichtungsschenkel direkt miteinander verbunden. Beispielsweise ist die Dichtung hierbei trapezförmig, wird im Schnitt gesehen also von zwei gegenüberliegenden parallelen Linien und zwei voneinander beabstandeten, diese Linien miteinander verbindenden und gegeneinander angewinkelten Linien begrenzt.

**[0039]** Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der Abstand der voneinander abgewandten Seiten der freien Enden der Dichtungsschenkel im entspannten Zustand der Dichtung in dem ersten Dichtungsbereich einen ersten Wert und in dem zweiten Dichtungsbereich einen von dem ersten Wert verschiedenen zweiten Wert aufweist. Die Querschnitte der Dichtung unterscheiden sich zwischen den beiden Dichtungsbereichen also hinsichtlich des Abstands, der in dem entspannten Zustand der Dichtung vorliegt. In dem ersten Dichtungsbereich soll der Abstand den ersten Wert und in dem zweiten Dichtungsbereich den zweiten Wert aufweisen. Der zweite Wert ist dabei von dem ersten Wert verschieden. Besonders bevorzugt ist er kleiner.

**[0040]** Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Höhe des Verbindungsschenkels in dem ersten Dichtungsbereich einen ersten Wert und in dem zweiten Dichtungsbereich einen von dem ersten Wert verschiedenen zweiten Wert aufweist. Die Höhe des Verbindungsschenkels entspricht der Materialstärke des Verbindungsschenkels. Die Höhe beziehungsweise die Materialstärke des Verbindungsschenkels der Dichtung soll nun für die beiden Dichtungsbereiche verschieden sein. Hierzu entspricht die Höhe des Verbindungsschenkels in dem ersten Dichtungsbereich dem ersten Wert und in dem zweiten Dichtungsbereich dem zweiten Wert. Der zweite Wert ist von dem ersten Wert verschieden. Besonders bevorzugt ist der zweite Wert kleiner als der erste Wert.

**[0041]** Besonders bevorzugt ist eine Ausgestaltung, gemäß welcher der erste Dichtungsbereich und der zweite Dichtungsbereich sich sowohl hinsichtlich des Abstands der voneinander abgewandten Seiten der freien Enden der Dichtungsschenkel in entspanntem Zustand der Dichtung als auch in der Höhe des Verbindungs-

schenkels unterscheiden. Beispielsweise ist für den Abstand der erste Wert kleiner als der zweite Wert, wohingegen für die Höhe der erste Wert größer als der zweite Wert ist. Besonders bevorzugt sind die Werte für den Abstand und die Höhe dabei derart gewählt, dass dieselben Federraten der Dichtung beziehungsweise ihrer Dichtungsschenkel erzielt werden, die zwischen dem Maschinengehäuse und der Axialscheibe wirken.

**[0042]** Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der erste Dichtungsbereich und der zweite Dichtungsbereich über einen Übergangsbereich fließend ineinander übergehen. Der Übergangsbereich liegt insofern zwischen dem ersten Dichtungsbereich und dem zweiten Dichtungsbereich vor. Beispielsweise ist für jeden Übergang zwischen einem ersten Dichtungsbereich und einem zweiten Dichtungsbereich beziehungsweise umgekehrt ein derartiger Übergangsbereich vorgesehen, sodass also zwischen jedem ersten Dichtungsbereich und dem oder den unmittelbar an ihn angrenzenden zweiten Dichtungsbereich jeweils ein derartiger Übergangsbereich vorliegt.

**[0043]** In dem Übergangsbereich gleichen sich die Querschnitte des ersten Dichtungsbereichs und des zweiten Dichtungsbereichs allmählich aneinander an. Über die Erstreckung des Übergangsbereichs hinweg verändern sich also der Abstand der voneinander abgewandten Seiten der freien Enden und/oder die Höhe des Verbindungsschenkels ausgehend von dem ersten Dichtungsbereich bis hin zu dem zweiten Dichtungsbereich. Alternativ kann es selbstverständlich vorgesehen sein, dass der erste Dichtungsbereich und der zweite Dichtungsbereich unmittelbar aneinander angrenzen, also direkt ineinander übergehen beziehungsweise ineinander einlaufen.

**[0044]** Schließlich kann im Rahmen einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass der erste Dichtungsbereich und der zweite Dichtungsbereich über eine Biegung miteinander verbunden sind, wobei die Biegung eine stärkere Krümmung aufweist als der erste Dichtungsbereich und der zweite Dichtungsbereich. Entlang der Dichtung weist diese einen Krümmungswert auf, welcher auch gleich Null sein kann, so dass die Dichtung gerade verläuft. Je weiter der Krümmungswert von Null abweicht, umso stärker ausgeprägt ist die Krümmung.

**[0045]** Der erste Dichtungsbereich und der zweite Dichtungsbereich sind nun über die Biegung miteinander verbunden. Die Biegung kann beispielsweise mit dem Übergangsbereich zusammenfallen beziehungsweise kann der Übergangsbereich die Biegung darstellen. Die Biegung zeichnet sich durch eine im Vergleich zu dem ersten Dichtungsbereich und dem zweiten Dichtungsbereich stärkere Krümmung auf, sodass also der Krümmungswert für die Biegung absolut gesehen größer ist als für den ersten Dichtungsbereich und den zweiten Dichtungsbereich, jeweils betrachtet über deren gesamte Erstreckung. Beispielsweise stehen der erste Dichtungsbereich und der zweite Dichtungsbereich an ihren

jeweils an die Biegung angrenzenden Enden unter einem Winkel aufeinander, welcher vorzugsweise höchstens 135°, höchstens 90° oder höchstens 45° beträgt, in jedem Fall jedoch größer als 0° ist. Beispielsweise beträgt der Winkel mindestens 45° und höchstens 135°, mindestens 60° und höchstens 120°, mindestens 75° und höchstens 105° oder ungefähr oder genau 90°.

**[0046]** Beispielsweise verläuft die Dichtung in dem ersten Dichtungsbereich nahezu gerade, weist also eine vergleichsweise kleine Krümmung auf, insbesondere im Vergleich mit dem zweiten Dichtungsbereich, welcher vorzugsweise stärker gekrümmt ist als der erste Dichtungsbereich. In anderen Worten ist die stärkste Krümmung des ersten Dichtungsbereichs kleiner als die stärkste Krümmung des zweiten Dichtungsbereichs, welche wiederum kleiner ist als die stärkste Krümmung der Biegung.

**[0047]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert, ohne dass eine Beschränkung der Erfindung erfolgt. Dabei zeigt:

- Figur 1 eine schematische Längsschnittdarstellung durch einen Bereich einer Zahnradfluidmaschine,
- Figur 2 einen vergrößerten Ausschnitt der Längsschnittdarstellung,
- Figur 3 einen Schnitt durch eine Dichtung in einer ersten Ausführungsform,
- Figur 4 einen Schnitt durch eine zweite Ausführungsform der Dichtung,
- Figur 5 eine schematische Darstellung der Dichtung in Draufsicht,
- Figur 6 einen Schnitt durch die Dichtung in einem ersten Dichtungsbereich der Dichtung,
- Figur 7 einen Schnitt durch die Dichtung in einem zweiten Dichtungsbereich der Dichtung, sowie
- Figur 8 einen Schnitt durch die Dichtung in einer alternativen Ausgestaltung des ersten Dichtungsbereichs.

**[0048]** Die Figur 1 zeigt eine schematische Längsschnittdarstellung durch eine Zahnradfluidmaschine 1, welche hier beispielsweise als Innenzahnradfluidpumpe ausgestaltet ist. Die Zahnradfluidmaschine 1 weist ein als Ritzel ausgestaltetes erstes Zahnrad 2, ein als Hohlrad ausgebildetes zweites Zahnrad 3 sowie ein Maschinengehäuse 4 auf. Das erste Zahnrad 2 verfügt über eine nicht näher dargestellte Außenverzahnung, welche mit einer ebenfalls nicht im Detail dargestellten Innenverzahnung

des zweiten Zahnrads 3 bereichsweise kämmt. Das erste Zahnrad 2 ist bezüglich einer Drehachse 5 drehbar gelagert, während eine drehbare Lagerung des zweiten Zahnrads 3 um eine hier nicht dargestellte weitere Drehachse vorgesehen ist, welche von der Drehachse 5 parallel beabstandet angeordnet ist. Die Zahnräder 2 und 3 sind insoweit exzentrisch zueinander gelagert. Wenigstens bereichsweise ist die Außenverzahnung des ersten Zahnrads 2 von der Innenverzahnung des zweiten Zahnrads 3 beabstandet. In diesem Bereich kann ein Füllstück 6 angeordnet sein, welches vorzugsweise sichelförmig ist. Das Füllstück 6 kann einstückig oder auch mehrteilig ausgebildet sein.

**[0049]** Das Maschinengehäuse 4 kann - wie hier dargestellt - mehrteilig ausgeführt sein. In axialer Richtung zwischen den Zahnradern 2 und 3 einerseits und dem Maschinengehäuse 4 andererseits sind stirnseitig der Zahnräder 2 und 3 Axialscheiben 7 und 8 angeordnet. Die Axialscheiben 7 und 8 liegen dabei auf in axialer Richtung gegenüberliegenden Seiten der Zahnräder 2 und 3 vor. Sie sind mit geringem Spiel in axialer Richtung in dem Maschinengehäuse 4 angeordnet. Vorzugsweise sind sie drehfest bezüglich des Maschinengehäuses 4 gelagert. Im Folgenden wird lediglich auf die Axialscheibe 7 näher eingegangen. Die Ausführungen sind jedoch für die Axialscheibe 8 analog anwendbar.

**[0050]** Die Axialscheibe 7 weist auf ihrer dem Maschinengehäuse 4 zugewandten und insoweit den Zahnradern 2 und 3 abgewandten Seite ein Druckfeld 9 auf, das beispielsweise in Form einer Vertiefung in der Axialscheibe 7 ausgebildet ist. Das Druckfeld 9 kann über einen Fluidkanal 10, die in dem Maschinengehäuse 4 ausgebildet ist, mit unter Druck stehendem Fluid beaufschlagt werden. Beispielsweise ist das Druckfeld 9 über den Fluidkanal 10 mit einer hier nicht weiter dargestellten Druckseite der Zahnradfluidmaschine 1 strömungsverbunden. Während eines Betriebs der Zahnradfluidmaschine 1 wird insoweit das Druckfeld 9 über den Fluidkanal 10 druckbeaufschlagt und entsprechend in axialer Richtung in Richtung der Zahnräder 2 und 3 gedrängt.

**[0051]** Um einen zuverlässigen Druckaufbau in dem Druckfeld 9 zu gewährleisten, ist dem Druckfeld 9 eine Dichtung 11 zugeordnet. Die Dichtung 11 umgreift das Druckfeld 9 vorzugsweise vollständig und ist insoweit ringförmig, wenn auch nicht notwendigerweise kreisringförmig. Vielmehr kann die Dichtung 11 unrund sein, also von einer Kreisform abweichen. Beispielsweise ist das Druckfeld 9 beziehungsweise die entsprechende Vertiefung in etwa nierenförmig ausgestaltet, sodass auch die Dichtung 11 in Nierengestalt angeordnet ist. Die Dichtung 11 liegt einerseits an einer ersten Stützfläche 12 der Axialscheibe 7 und andererseits an einer zweiten Stützfläche 13 des Maschinengehäuses 4 dichtend an. Die Dichtung 11 besteht aus einem elastischen Material, sodass nach einer Montage der Zahnradfluidmaschine 1 mithilfe der Dichtung 11 eine Vorspannung auf die Axialscheibe 7 aufgebracht werden kann, welche wiederum eine bestimmte Anpresskraft der Axialscheibe 7 in axialer



Richtung an die Zahnräder 2 und 3 bewirkt.

**[0052]** Die Figur 2 zeigt einen Detailausschnitt aus der vorstehend beschriebenen Längsschnittdarstellung der Zahnradfluidmaschine 1. Insbesondere sind das Maschinengehäuse 4 und die Axialscheibe 7 teilweise sowie die Dichtung 11 vollständig zu erkennen. Es wird deutlich, dass die Dichtung 11 in einer Ausnehmung 14 des Maschinengehäuses 4 angeordnet ist. Dabei liegt die Dichtung 11 mit einer ersten Dichtungsfläche 15 an der ersten Stützfläche 12 und mit einer zweiten Dichtungsfläche 16 an der zweiten Stützfläche 13 dichtend an. Die erste Dichtungsfläche 15 liegt an einem ersten Dichtungsschenkel 17 vor, während die zweite Dichtungsfläche 16 an einem zweiten Dichtungsschenkel 18 ausgebildet ist. Die beiden Dichtungsschenkel 17 und 18 sind in axialer Richtung bezüglich der Drehachse 5 voneinander beabstandet angeordnet und über einen Verbindungsschenkel 19 miteinander verbunden, sodass insgesamt die Dichtung 11 im Schnitt U-förmig ist.

**[0053]** Die Dichtung 11 ist - wie durch die Schraffur angedeutet - einstückig und materialeinheitlich aus einem Dichtungsmaterial ausgebildet. Als Dichtungsmaterial kann beispielsweise Polyurethan verwendet werden. Insbesondere ist die Dichtung 11 stützringlos ausgestaltet, weist also keinen beispielsweise metallischen Stützring auf. Insoweit besteht die Dichtung 11 ausschließlich aus dem Dichtungsmaterial. Alternativ kann selbstverständlich ein solcher Stützring vorgesehen sein. Der Verbindungsschenkel 19 ist im Schnitt gesehen im Wesentlichen rechteckig und weist auf seiner den Dichtungsschenkeln 17 und 18 abgewandten Seiten runden Kanten 20 auf. Eine der runden Kanten 20 liegt einer korrespondierenden runden Kante 21 der Ausnehmung 14 an.

**[0054]** Es ist erkennbar, dass die Ausnehmung 14 in radialer Richtung bezüglich der Drehachse 5 größere Abmessungen aufweist als die Dichtung 11. Aufgrund der Ausgestaltung der Dichtung 11 als umlaufende Dichtung weist diese eine inhärente Federkraft auf, welche auf eine Vergrößerung in radialer Richtung gerichtet ist, sodass die Dichtung 11 beziehungsweise ihr Verbindungsschenkel 19 stets gegen eine die Ausnehmung 14 in radialer Richtung nach außen begrenzende Stufe 22 gedrängt ist. Auf der der Stufe 22 in radialer Richtung gegenüberliegenden Seite ist die Ausnehmung 14 von einem Steg 23 begrenzt, welcher die Ausnehmung 14 von dem Fluidkanal 10 separiert. Der Steg 23 ist jedoch optional und kann entsprechend entfallen.

**[0055]** Es ist deutlich zu erkennen, dass die Dichtung 11 im Schnitt gesehen bezüglich einer Symmetrieebene 24 symmetrisch ausgestaltet ist, wobei die Symmetrieebene 24 vorzugsweise auf der Drehachse 5 senkrecht steht und mittig zwischen den Dichtungsschenkeln 17 und 18 angeordnet ist. Anders ausgedrückt steht die Symmetrieebene 24 senkrecht auf einer Längsmittelachse 25 des Verbindungsschenkels 19.

**[0056]** Die Figur 3 zeigt einen Schnitt der Dichtung 11 in einer ersten Ausführungsform, wobei die Dichtung 11

in nicht verbautem Zustand, also insbesondere in einem Vormontagezustand, vorliegt. Entsprechend ist die Dichtung 11 entspannt, sodass aufgrund ihrer Federwirkung die Dichtungsschenkel 17 und 18 auf ihrer dem Verbindungsschenkel 19 abgewandten Seite voneinander in axialer Richtung fortlaufen, sodass sich ihr Abstand in dieser Richtung mit zunehmendem Abstand von den Verbindungsschenkeln 19 vergrößert. Angedeutet sind zudem wiederum die Symmetrieebene 24 und die Längsmittelachse 25. Für die Dichtungsschenkel 17 und 18 ist ebenfalls eine jeweilige Längsmittelachse 26 beziehungsweise 27 angedeutet. Weiterhin ist eine gedachte logische Trennung zwischen den Dichtungsschenkeln 17 und 18 einerseits sowie dem Verbindungsschenkel 19 andererseits dargestellt. Es ist somit erkennbar, dass der Verbindungsschenkel 19 eine Art Grundkörper der Dichtung 11 darstellt, von welchem die Dichtungsschenkel 17 und 18 ausgehen und sich im Längsschnitt bezüglich der Drehachse 5 betrachtet in radialer Richtung beispielsweise nach innen erstrecken.

**[0057]** Jeder der Dichtungsschenkel 17 und 18 verfügt auf seiner dem Verbindungsschenkel 19 abgewandten Seite über ein freies Ende 28 beziehungsweise 29 auf. Die Dichtung 11 weist im Dichtungsquerschnitt gesehen eine maximale Breite B auf, nämlich auf ihrer dem Verbindungsschenkel 19 abgewandten Seite. Die maximale Breite B entspricht insoweit dem maximalen Abstand der Dichtungsschenkel 17 und 18 beziehungsweise dem maximalen Abstand der Dichtungsflächen 15 und 16. Der Verbindungsschenkel 19 weist hingegen eine Breite b auf, welche beispielsweise als mittlere Breite oder Breite im Bereich seiner Längsmittelachse 25 definiert sein kann. Die Breite b ist kleiner als die Breite B. Weiterhin ist bevorzugt die Breite b des Verbindungsschenkels 19 kleiner oder gleich einer Breite der Ausnehmung 14, in welcher die Dichtung 11 angeordnet ist. Auch eine umgekehrte Ausgestaltung, wie sie vorstehend beschrieben wurde, ist selbstverständlich realisierbar. Hierbei ist die Breite b größer als die Breite der Ausnehmung 14 beziehungsweise größer als deren Erstreckung in axialer Richtung bezüglich der Drehachse 5.

**[0058]** Auf ihrer dem Verbindungsschenkel 19 abgewandten Seite werden die Dichtungsschenkel 17 und 18 jeweils von einer von einer Geraden 30 beziehungsweise 31 definierten ebenen Fläche begrenzt. Im Schnitt gesehen ist die Gerade 30 einerseits über eine Rundung 32 an die erste Dichtungsfläche 15 beziehungsweise eine diese definierende Gerade angebunden, während sie andererseits über eine Rundung 33 an eine Innenfläche 34 des ersten Dichtungsschenkels 17 beziehungsweise eine diese definierende Gerade angebunden ist. Dies gilt analog für den zweiten Dichtungsschenkel 18, wobei Rundungen 35 und 36 sowie eine Innenfläche 37 vorliegen. Jeder der Dichtungsschenkel ist im Schnitt gesehen auf seiner dem jeweils anderen der Dichtungsschenkel 18 beziehungsweise 17 zugewandten Seite von der jeweiligen Innenfläche 34 beziehungsweise 37 und auf der dem jeweils anderen der Dichtungsschenkel 18 beziehungsweise 17 zugewandten Seite von der jeweiligen Innenfläche 37 beziehungsweise 34 begrenzt.

hungsweise 17 abgewandten Seite von der jeweiligen Dichtungsfläche 15 beziehungsweise 16 begrenzt.

**[0059]** Für den zweiten Dichtungsschenkel 18 ist angedeutet, dass die Innenfläche 37 von einer ersten Geraden 38 und die Dichtungsfläche 16 von einer zweiten Geraden 39 definiert ist. Die beiden Geraden 38 und 39 und mithin Verlängerungen der Dichtungsfläche 16 und der Innenfläche 37 sind gegeneinander angewinkelt, schneiden also einander unter einem Winkel  $\alpha$ . Der Winkel  $\alpha$  kann grundsätzlich beliebig gewählt sein. Beispielsweise beträgt er mindestens  $2,5^\circ$ , mindestens  $5^\circ$ , mindestens  $7,5^\circ$  oder mindestens  $10^\circ$ . Bevorzugt ist die Dichtung 11 derart ausgestaltet, dass die beiden Geraden 38 und 39 beziehungsweise die Dichtungsfläche 16 und die Innenfläche 37 im entspannten Zustand der Dichtung 11 gegeneinander angewinkelt sind, nach Montage der Dichtung 11 in der Zahnradfluidmaschine 1 jedoch einen kleineren Winkel miteinander einschließen oder parallel zueinander angeordnet sind.

**[0060]** In Richtung der Symmetrieebene 24 beziehungsweise in einer senkrecht auf der Längsmittelachse 25 stehenden Richtung weist die Dichtung 11 eine Höhe H auf. Diese setzt sich zusammen aus einer Höhe  $h_1$  des Verbindungsschenkels 19 und einer Höhe  $h_2$  der Dichtungsschenkel 17 und 18. Die Höhe  $h_1$  entspricht gleichzeitig einer Materialstärke  $s_1$  des Verbindungsschenkels 19, also insbesondere dessen Erstreckung in der Symmetrieebene 24 im Schnitt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Höhe  $h_2$  größer ist als die Höhe  $h_1$ , wobei beispielsweise die Höhe  $h_2$  um mindestens 25 %, mindestens 50 %, mindestens 75 % oder mindestens 100 % größer ist als die Höhe  $h_1$ . Zusätzlich oder alternativ ist die Materialstärke  $s_1$  des Verbindungsschenkels 19 größer als eine Materialstärke  $s_2$  der Dichtungsschenkel 17 und 18. Anders ausgedrückt ist also die Erstreckung des Verbindungsschenkels 19 in radialer Richtung bezüglich der Drehachse 5 größer als die Erstreckung der Dichtungsschenkel 17 und 18 in axialer Richtung. beispielsweise ist die Materialstärke  $s_1$  um mindestens 5 %, mindestens 10 %, mindestens 15 %, mindestens 20 % oder mindestens 25 % größer als die Materialstärke  $s_2$ . Vorzugsweise wird das Verhältnis zwischen der Höhe H und der Breite b und/oder der Breite B derart gewählt, dass ein Entformen der Dichtung 11 ohne bewegliche Formelemente möglich ist.

**[0061]** Die Figur 4 zeigt einen Schnitt durch eine zweite Ausführungsform der Dichtung 11. Auf die vorstehenden Ausführungen hinsichtlich der ersten Ausführungsform wird vollumfänglich Bezug genommen und nachfolgend lediglich auf die Unterschiede hingewiesen. Diese liegen darin, dass die freien Enden 28 und 29 der Dichtungsschenkel 17 und 18 nicht von Geraden 30 und 31 begrenzt sind, sondern dass vielmehr die freien Enden 28 und 29 durchgehende Rundungen 40 und 41 aufweisen. Jede der Rundungen 40 und 41 geht von der jeweiligen Dichtungsfläche 15 beziehungsweise 16 aus und erstreckt sich bis hin zu der jeweiligen Innenfläche 34 beziehungsweise 37. Die Rundungen 40 und 41 sind dabei

beispielsweise als Kreisabschnitte ausgestaltet und derart bemessen, dass sie einerseits in die Dichtungsfläche 15 beziehungsweise 16 und andererseits in die Innenfläche 34 beziehungsweise 37 tangential einlaufen.

**[0062]** Die Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung der Dichtung 11, wobei deutlich wird, dass diese wenigstens einen ersten Dichtungsbereich 42 und einen zweiten Dichtungsbereich 43 aufweist, in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel zwei erste Dichtungsbereiche 42 und zwei zweite Dichtungsbereiche 43. Die Dichtungsbereiche 42 und 43 unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich ihrer Krümmung. Vorzugsweise ist der erste Dichtungsbereich 42 weniger stark gekrümmt als der zweite Dichtungsbereich 43. Sofern im Rahmen dieser Beschreibung lediglich auf einen der ersten Dichtungsbereiche 42 und/oder einen der zweiten Dichtungsbereiche 43 eingegangen wird, so gelten die Ausführungen vorzugsweise stets analog für jeden der ersten Dichtungsbereiche 42 und/oder jeden der zweiten Dichtungsbereiche 43.

**[0063]** Der erste Dichtungsbereich 42 geht über einen Übergangsbereich 44 in den zweiten Dichtungsbereich 43 über. Insbesondere ist zwischen jedem der ersten Dichtungsbereiche 42 und den an diesen jeweils angrenzenden zweiten Dichtungsbereichen 43 jeweils ein derartiger Übergangsbereich 44 vorgesehen. In dem Übergangsbereich 44 beziehungsweise in jedem der Übergangsbereiche 44 weist die Dichtung 11 eine Biegung 45 auf. In der Biegung 45 ist eine im Vergleich mit dem ersten Dichtungsbereich 42 und dem zweiten Dichtungsbereich 43 stärkere Krümmung realisiert. Vorzugsweise ist die Krümmung der Dichtung 11 in der Biegung 45 stärker als über den gesamten ersten Dichtungsbereich 42 und/oder den gesamten zweiten Dichtungsbereich 43 hinweg. Weiterhin ist es bevorzugt vorgesehen, dass die Krümmung des zweiten Dichtungsbereichs 43 über ihn hinweg durchgehend stärker ist als in dem ersten Dichtungsbereich 42. Vorzugsweise verläuft der erste Dichtungsbereich 42 zumindest bereichsweise oder sogar durchgehend gerade.

**[0064]** Der erste Dichtungsbereich 42 unterscheidet sich von dem zweiten Dichtungsbereich 43 insbesondere hinsichtlich des Dichtungsquerschnitts. Der Übergangsbereich 44 kann daher derart ausgestaltet sein, dass ein fließender Übergang der beiden Dichtungsbereiche 42 und 43 ineinander realisiert ist, also keine abrupte Änderung des Dichtungsquerschnitts vorliegt.

**[0065]** Die Figur 6 zeigt einen Schnitt durch die Dichtung 11 in dem ersten Dichtungsbereich 42, angedeutet in der Figur 5 durch die Schnittmarke A. Eingezeichnet ist die Höhe  $h_1$  des Verbindungsschenkels 19, welche seiner Materialstärke  $s_1$  entspricht. Angedeutet ist zudem der Abstand B der voneinander abgewandten Seiten der Dichtungsschenkel 17 und 18. Gezeigt ist die Dichtung 11 in ihrem entspannten Zustand.

**[0066]** Die Figur 7 zeigt eine Schnittdarstellung der Dichtung 11 in dem zweiten Dichtungsbereich 43, wobei die entsprechende Stelle in der Figur 5 durch die Schnitt-

marke B angedeutet ist. Erneut sind die Höhe  $h_1$  des Verbindungsschenkels 19 sowie die Breite B eingezeichnet. Es wird deutlich, dass die Dichtung 11 in dem zweiten Dichtungsbereich 43 vorzugsweise eine größere Breite B aufweist als in dem ersten Dichtungsbereich 42. Umgekehrt ist hingegen die Höhe  $h_1$  für den zweiten Dichtungsbereich 43 geringer als für den ersten Dichtungsbereich 42.

**[0067]** In anderen Worten weist die Höhe  $h_1$  in dem ersten Dichtungsbereich 42 einen ersten Wert und in dem zweiten Dichtungsbereich 43 einen zweiten Wert auf, wobei der zweite Wert kleiner ist als der erste Wert. Zusätzlich oder alternativ weist die Breite der Dichtung 11 in dem ersten Dichtungsbereich 42 einen ersten Wert und in dem zweiten Dichtungsbereich 43 einen zweiten Wert auf, wobei der zweite Wert größer ist als der erste Wert.

**[0068]** Beispielsweise beträgt die Höhe  $h_1$  in dem ersten Dichtungsbereich 42 bezogen auf die Höhe  $h_1$  in dem zweiten Dichtungsbereich 43 mindestens 101 %, mindestens 102 %, mindestens 103 %, mindestens 104 % oder mindestens 105 %. Das genannte Verhältnis kann jedoch auch größer sein und mindestens 110 %, mindestens 120 %, mindestens 130 %, mindestens 140 % oder mindestens 150 % betragen. Zusätzlich oder alternativ beträgt die Breite B in dem ersten Dichtungsbereich 42 bezogen auf die Breite B in dem zweiten Dichtungsbereich 43 vorzugsweise höchstens 90 %, höchstens 80 %, höchstens 75 %, höchstens 70 %, höchstens 60 % oder höchstens 60 % oder höchstens 50 %.

**[0069]** Insbesondere sind die Werte für den Abstand B und die Höhe  $h_1$  derart gewählt, dass sich für die Dichtungsbereiche 42 und 43 dieselbe Federwirkung der Dichtung 11 in Richtung ihrer Breite B, also bei montierter Dichtung 11 zwischen dem Maschinengehäuse 4 und der Axialscheibe 7 beziehungsweise 8 ergibt.

**[0070]** Die Figur 8 zeigt eine schematische Schnittdarstellung einer alternativen Ausgestaltung des ersten Dichtungsbereichs 42. Es wird deutlich, dass der Verbindungsschenkel 19 allenfalls in gedachter Form existiert und die beiden Dichtungsschenkel 17 und 18 über die gesamte Höhe H der Dichtung 11 miteinander verbunden sind, sodass sie keine unverbundenen freien Enden aufweisen. Hierbei entspricht die Höhe  $h_2$  der Dichtungsschenkel 17 und 18 vorzugsweise der gesamten Höhe H. Die beschriebene Ausgestaltung kann alternativ auch in dem zweiten Dichtungsbereich 43 vorgesehen sein. Von Bedeutung ist jedoch, dass in wenigstens einem der Dichtungsbereiche 42 und 43 die eingangs beschriebene Form der Dichtung 11 vorliegt, nämlich mit Dichtungsschenkeln 17 und 18, die von dem Verbindungsschenkel 19 miteinander verbunden sind und die jeweils ein freies Ende auf ihrer dem Verbindungsschenkel 19 abgewandten Seite aufweisen.

## Patentansprüche

1. Zahnradfluidmaschine (1), mit einem Maschinengehäuse (4), einem ersten Zahnrad (2) und einem mit dem ersten Zahnrad (2) kämmenden zweiten Zahnrad (3), wobei das erste Zahnrad (2) und das zweite Zahnrad (3) jeweils bezüglich einer Drehachse (5) drehbar an dem Maschinengehäuse (4) gelagert sind und jeweils wenigstens bereichsweise stirnseitig an zumindest einer mit axialem Spiel an dem Maschinengehäuse (4) angeordneten Axialscheibe (7,8) anliegen, die auf ihrer den Zahnradern (2,3) abgewandten Seite ein Druckfeld (9) aufweist, das von einer umlaufenden Dichtung (11) umgriffen ist, die einerseits an einer ersten Stützfläche (12) der Axialscheibe (7,8) und andererseits an einer zweiten Stützfläche (13) des Maschinengehäuses (4) dichtend anliegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (11), insbesondere wenigstens bereichsweise, im Schnitt gesehen U-förmig ist und einen an der ersten Stützfläche (12) anliegenden ersten Dichtungsschenkel (17), einen an der zweiten Stützfläche (13) anliegenden zweiten Dichtungsschenkel (18) und einen den ersten Dichtungsschenkel (17) und den zweiten Dichtungsschenkel (18) verbindenden Verbindungsschenkel (19) aufweist.
2. Zahnradfluidmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (11) materialeinheitlich aus einem elastischen Material, insbesondere aus Polyurethan, besteht und/oder stützringförmig ausgestaltet ist.
3. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (11) im Schnitt gesehen symmetrisch bezüglich einer beabstandet von den Dichtungsschenkeln (17,18), insbesondere mittig, durch den Verbindungsschenkel (19) verlaufenden Symmetrieebene (24) ist.
4. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungsschenkel (17,18) im Schnitt gesehen im entspannten Zustand der Dichtung (11) in die von dem Verbindungsschenkel (19) abgewandte Richtung voneinander fort geneigte freie Enden (28,29) aufweisen.
5. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbindungsschenkel (19) im Schnitt gesehen auf seiner den Dichtungsschenkeln (17,18) abgewandten Seite eine Erstreckung in axialer Richtung bezüglich einer der Drehachsen (5) aufweist, die kleiner ist als der Abstand zwischen der ersten Stützfläche (12) und der zweiten Stützfläche (13) bei an dem Maschinengehäuse (4) anliegender Axial-

scheibe (7,8).

6. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** voneinander abgewandte Seiten der freien Enden (28,29) im entspannten Zustand der Dichtung (11) einen größeren Abstand voneinander aufweisen als die erste Stützfläche (12) und die zweite Stützfläche (13). 5
7. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder der Dichtungsschenkel (17,18) im Schnitt gesehen auf seiner dem jeweils anderen der Dichtungsschenkel (18,17) zugewandten Seite von einer ersten gedachten Geraden (38) und auf seiner dem jeweils anderen der Dichtungsschenkel (18,17) abgewandten Seite von einer zweiten gedachten Geraden (39) begrenzt ist, wobei die erste Gerade (38) und die zweite Gerade (39) im entspannten Zustand der Dichtung (11) gegeneinander angewinkelt sind. 10 15 20
8. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbindungsschenkel (19) im Schnitt gesehen rechteckig ist und auf seiner den Dichtungsschenkeln (17,18) abgewandten Seite wenigstens eine Fase oder eine runde Kante (20,21) aufweist. 25
9. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Schnitt gesehen der Verbindungsschenkel (19) in radialer Richtung eine Erstreckung aufweist, die jeweils größer ist als die Erstreckung des ersten Dichtungsschenkels (17) und/oder die Erstreckung des zweiten Dichtungsschenkels (18) in axialer Richtung. 30 35
10. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die freien Enden (28,29) der Dichtungsschenkel (17,18) im Schnitt gesehen wenigstens eine Rundung (40,41) aufweisen, die zwischen der ersten gedachten Geraden (38) und der zweiten gedachten Geraden (39) vorliegt, insbesondere sich von der ersten gedachten Geraden (38) bis zu der zweiten gedachten Geraden (39) erstreckt. 40 45
11. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (11) über wenigstens einen ersten Dichtungsbereich und wenigstens einen zweiten Dichtungsbereich verfügt, wobei der erste Dichtungsbereich und der zweite Dichtungsbereich unterschiedliche Dichtungsquerschnitte aufweisen. 50 55
12. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Abstand (B) der voneinander abgewandten Seiten der freien Enden (28,29) der Dichtungsschenkel (17,18) im entspannten Zustand der Dichtung (11) in dem ersten Dichtungsbereich einen ersten Wert und in dem zweiten Dichtungsbereich einen von dem ersten Wert verschiedenen zweiten Wert aufweist.

13. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Höhe des Verbindungsschenkels (19) in dem ersten Dichtungsbereich einen ersten Wert und in dem zweiten Dichtungsbereich einen von dem ersten Wert verschiedenen zweiten Wert aufweist. 10 15
14. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Dichtungsbereich und der zweite Dichtungsbereich über einen Übergangsbereich fließend ineinander übergehen. 20
15. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Dichtungsbereich und der zweite Dichtungsbereich über eine Biegung miteinander verbunden sind, wobei die Biegung eine stärkere Krümmung aufweist als der erste Dichtungsbereich und der zweite Dichtungsbereich. 25

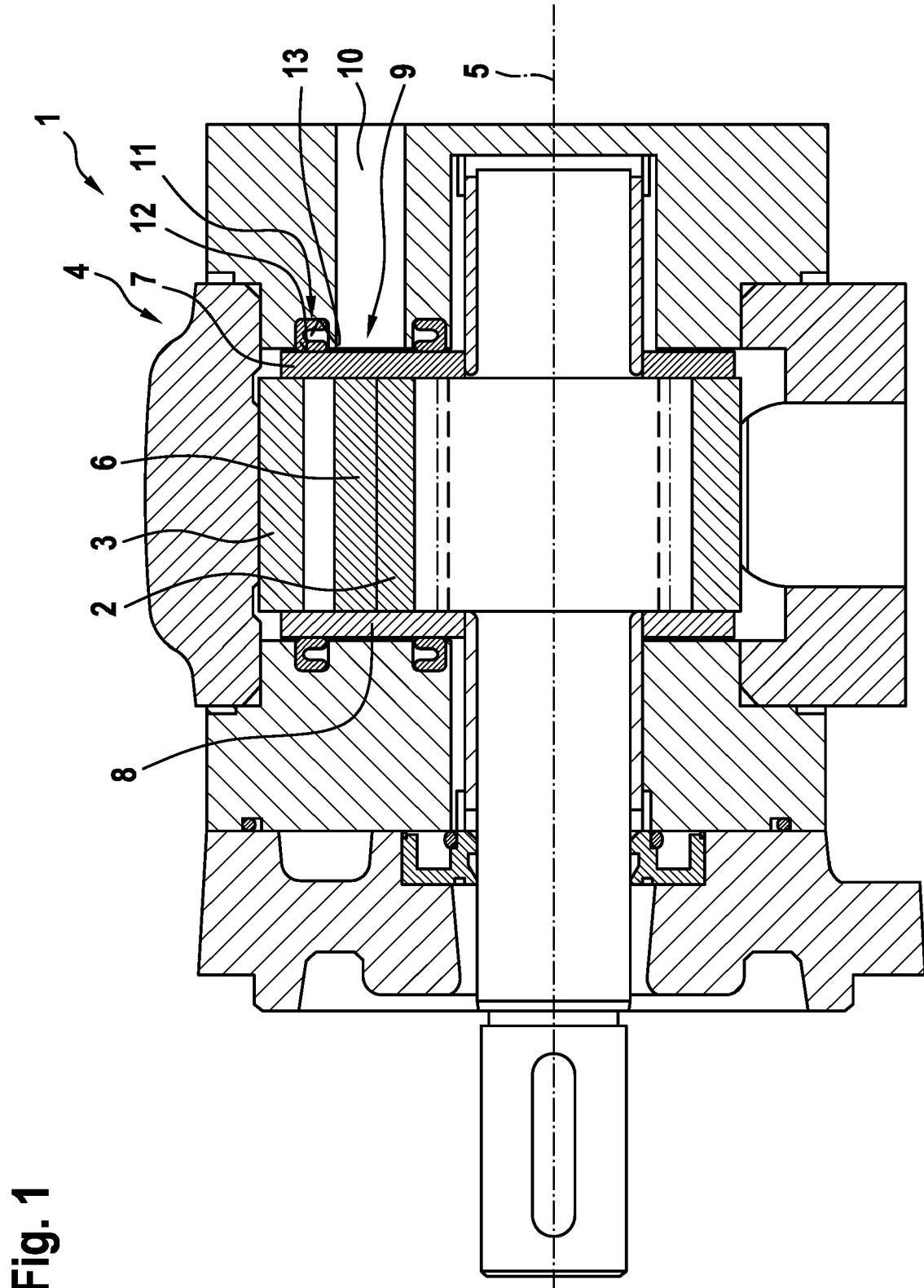
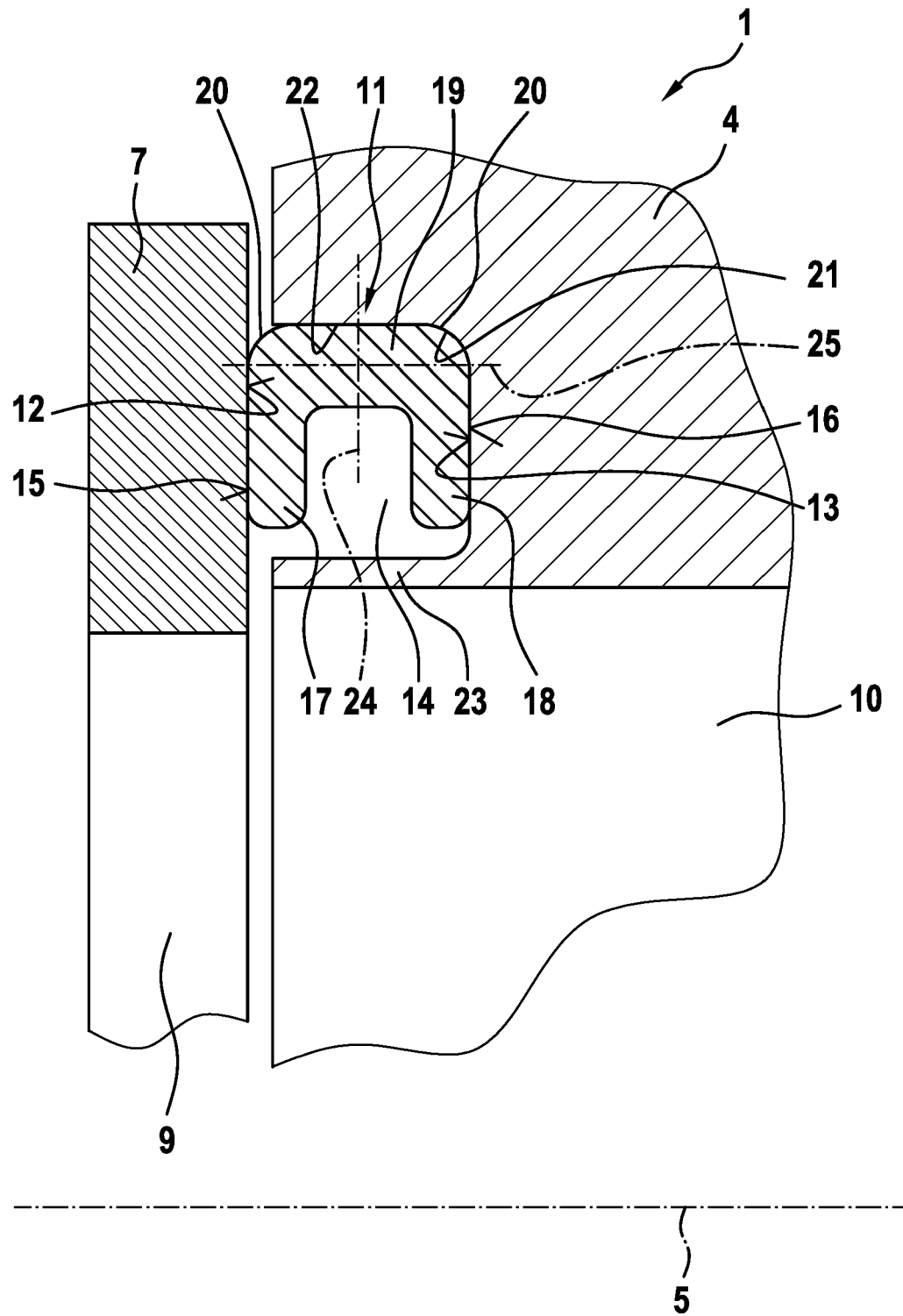
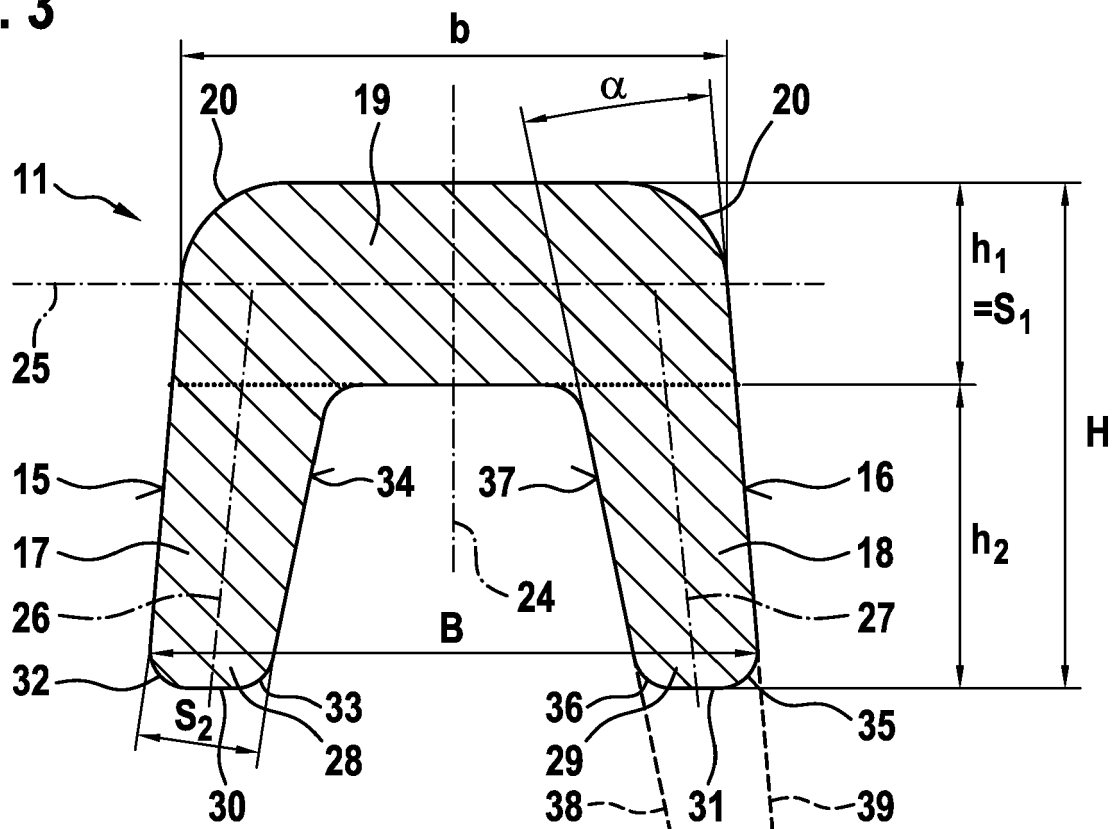


Fig. 1

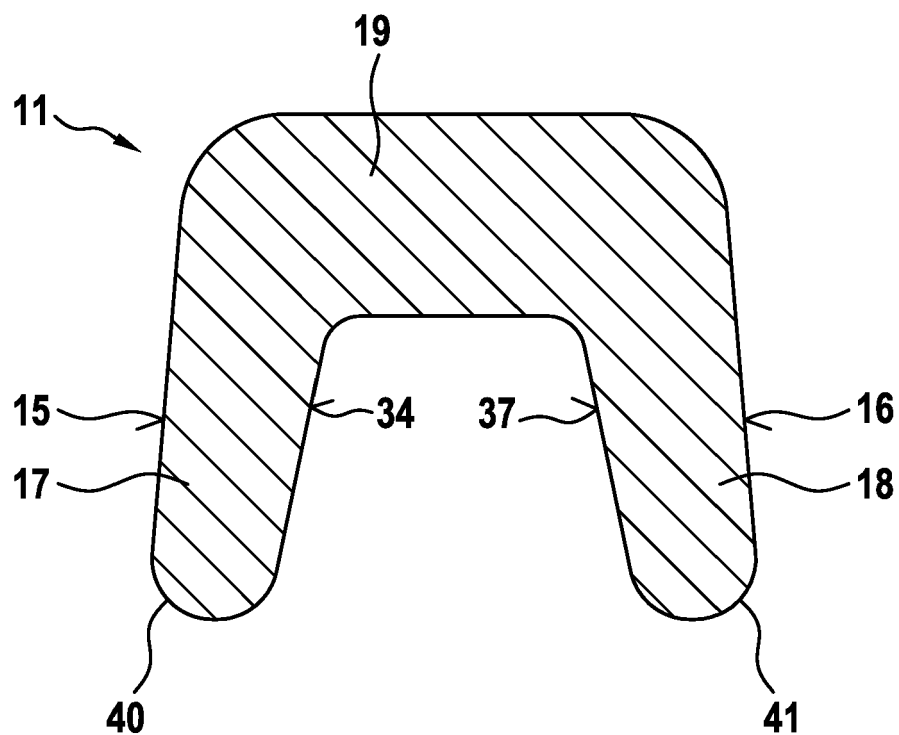
Fig. 2



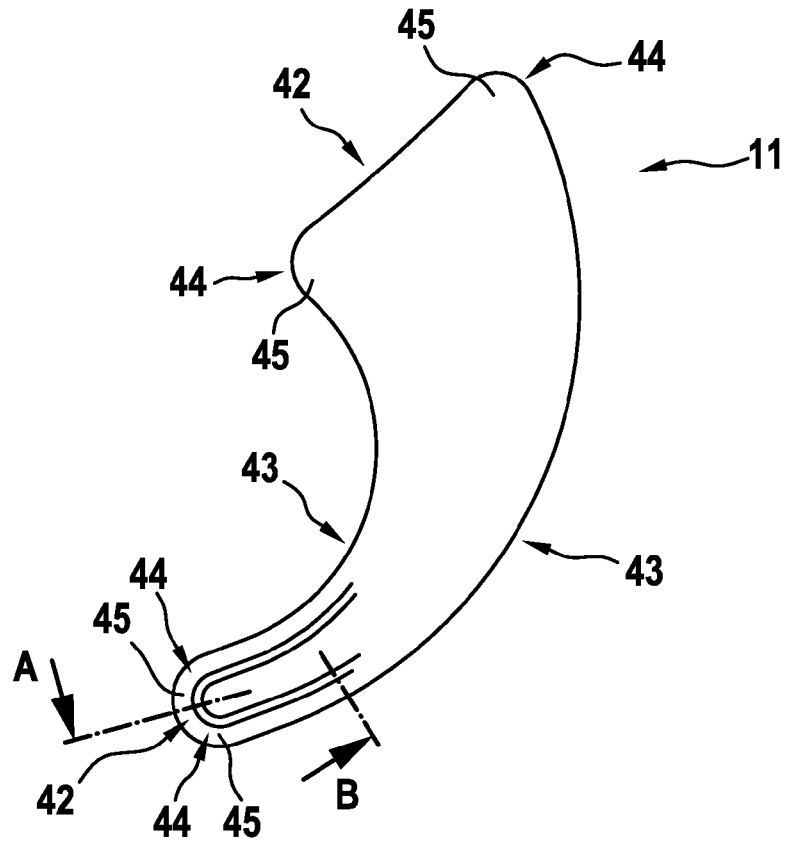
### Fig. 3



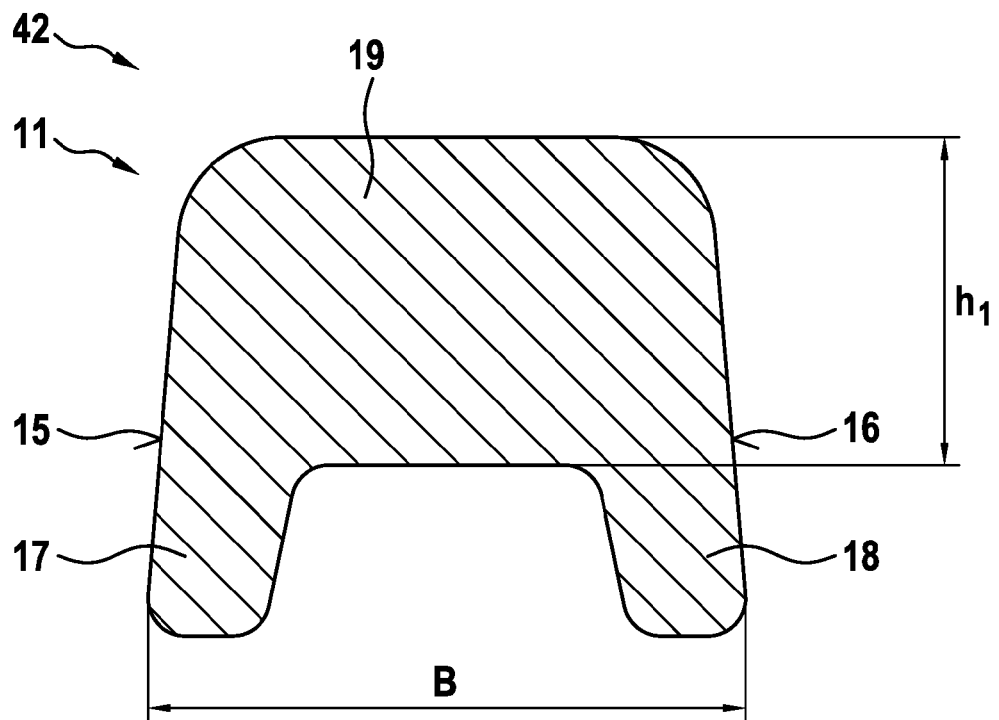
**Fig. 4**



**Fig. 5**

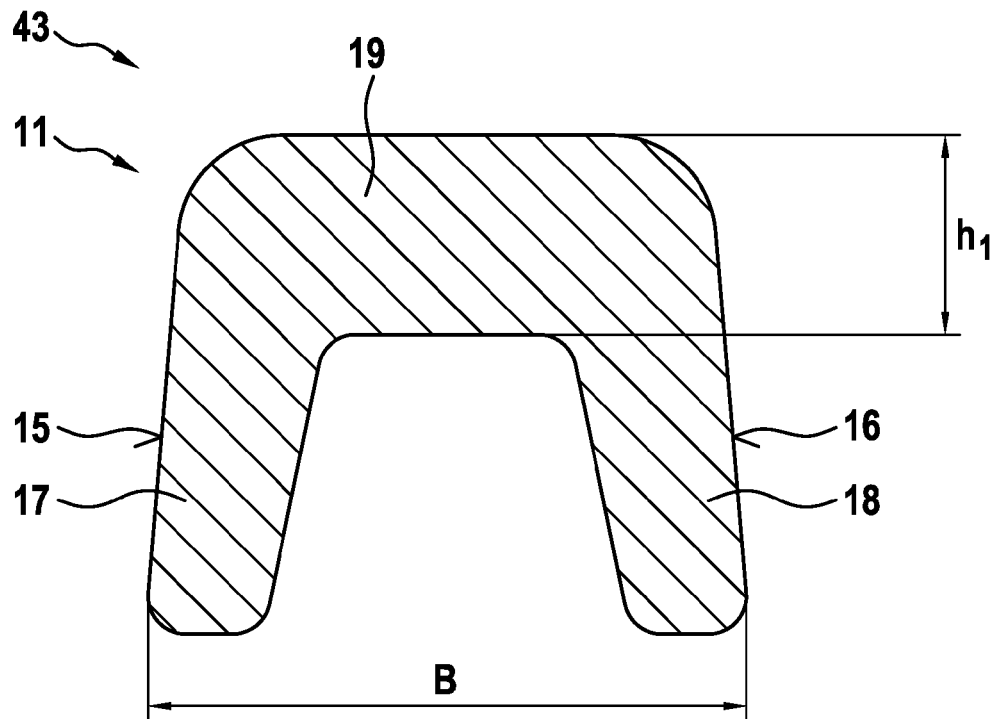


**Fig. 6**

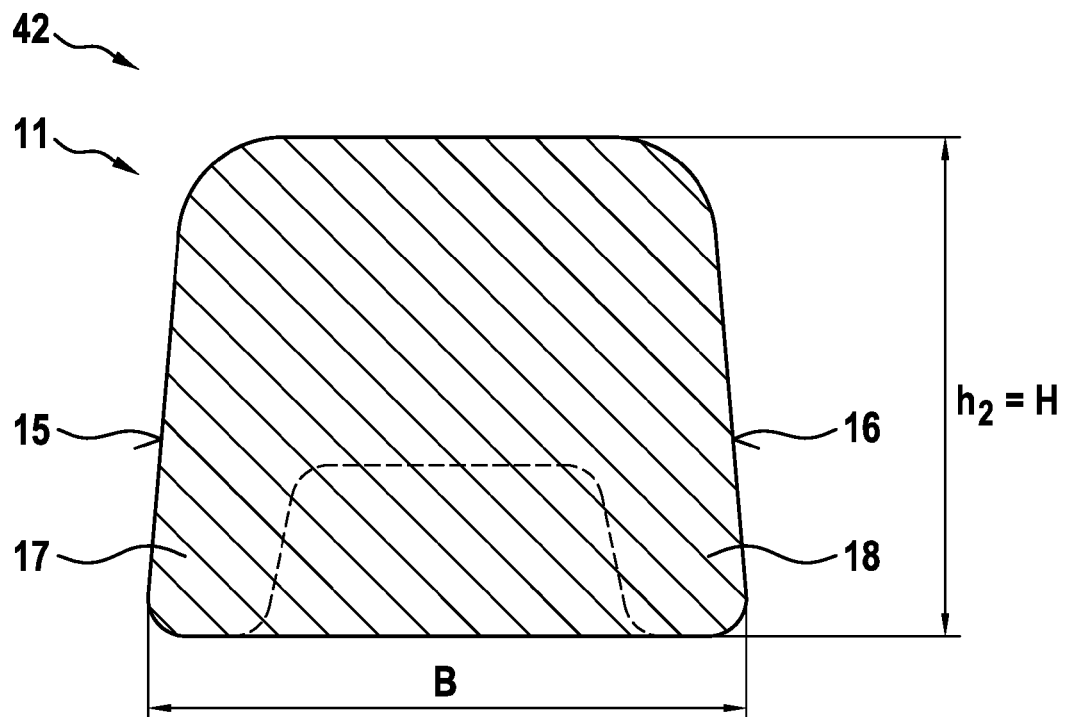




**Fig. 7**



**Fig. 8**





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 17 18 2228

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 75 00 496 U (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22. Juli 1976 (1976-07-22) * das ganze Dokument *	1-15	INV. F01C19/08 F04C2/18 F04C15/00
A	US 6 171 089 B1 (OEHRMAN JR ROBERT E [US]) 9. Januar 2001 (2001-01-09) * Abbildungen 1-6 * * Spalte 6, Zeile 25 - Zeile 65 *	1-15	
A	EP 0 512 514 A2 (SAUER SUNDSTRAND SPA [IT]) 11. November 1992 (1992-11-11) * Abbildungen 1-6 * * Zusammenfassung *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01C F04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>26. September 2017</b>	Prüfer <b>Durante, Andrea</b>
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mchtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 18 2228

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-09-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	DE 7500496	U	22-07-1976	DE 7500496 U		22-07-1976
				GB 1495091 A		14-12-1977
				IT 1054031 B		10-11-1981
15				US 4029446 A		14-06-1977
	-----					
	US 6171089	B1	09-01-2001	KEINE		
	-----					
	EP 0512514	A2	11-11-1992	EP 0512514 A2		11-11-1992
20				IT B0910085 U1		08-11-1992
	-----					
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102012213771 A1 [0012]