



(11)

**EP 2 711 552 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**27.02.2019 Patentblatt 2019/09**

(51) Int Cl.:  
**F04C 2/18** <sup>(2006.01)</sup> **F04C 15/06** <sup>(2006.01)</sup>  
**F04C 2/08** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **13181924.5**

(22) Anmeldetag: **28.08.2013**

(54) **Zahnradmaschine mit von der Kreisform abweichendem Niederdruckanschluss**

Geared machine with low pressure connection deviating from the circular form

Machine à roue dentée pourvue d'un raccord basse pression déviant de la forme circulaire

(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**

(30) Priorität: **24.09.2012 DE 102012217115**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**26.03.2014 Patentblatt 2014/13**

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH  
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Fissler, Volker  
71732 Tamm (DE)**

- **Wilhelm, Michael  
71665 Vaihingen/Enz (DE)**
- **Boehmcker, Christian  
71665 Vaihingen/Enz (DE)**
- **Fischer, Michael  
75417 Muehlacker (DE)**

(74) Vertreter: **Maiß, Harald  
Bosch Rexroth AG  
Patentabteilung  
Ernst-Sachs-Straße 100  
97424 Schweinfurt (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1-102007 031 909 DE-A1-102009 012 853**  
**US-A- 4 090 820 US-A- 5 190 450**

**EP 2 711 552 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Zahnradmaschine gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

**[0002]** Aus der DE 10 2009 012 853 A1 ist eine Zahnradmaschine bekannt, die als Pumpe oder als Motor betrieben werden kann. Die Zahnradmaschine umfasst zwei im Außeneingriff miteinander kämmende Zahnräder, die von einem Gehäuse umgeben sind. Das Gehäuse weist gegenüberliegend einen Hoch- und einen Niederdruckanschluss auf.

**[0003]** Wenn die Zahnradmaschine als Pumpe betrieben wird, wird eines der Zahnräder beispielsweise mit einem Elektromotor in Drehbewegung versetzt, wobei Druckfluid, insbesondere Hydrauliköl, vom Nieder- zum Hochdruckanschluss fließt. Wenn die Zahnradmaschine als Motor betrieben wird, fließt das Druckfluid vom Hoch- zum Niederdruckanschluss, wobei die Zahnräder dadurch in Drehbewegung versetzt werden.

**[0004]** Der Niederdruckanschluss weist in Richtung einer Mittelachse eine konstante Querschnittsform auf, die kreisförmig ausgebildet ist. Den entsprechenden Kreisdurchmesser versucht man am Niederdruckanschluss so groß wie möglich auszulegen, damit dort niedrige Strömungsgeschwindigkeiten des Druckfluids auftreten. Dadurch wird insbesondere bei Pumpen mit schnell laufenden Zahnrädern Kavitation am Niederdruckanschluss vermieden.

**[0005]** Der Durchmesser des Niederdruckanschlusses kann dabei nur so weit gesteigert werden, wie an den Zahnköpfen der Zahnräder noch immer eine ausreichende Abdichtung zwischen dem Hoch- und dem Niederdruckanschluss gegeben ist.

**[0006]** In diesem Zusammenhang ist auf die Druckausgleichsfase an den Lagerkörpern hinzuweisen. Die Lagerkörper sind zu beiden Seiten neben den Zahnrädern angeordnet und werden vom Druckfluid dichtend gegen die Seitenflächen der Zahnräder gedrückt. Dabei sind die Zahnräder mit kreiszylindrischen Lagerzapfen in den Lagerkörpern gelagert. Der Lagerkörper auf einer Seite der Zahnräder kann einstückig ausgebildet sein, es ist aber genauso gut denkbar, jedem Zahnrad ein gesondertes Teil des Lagerkörpers zuzuordnen.

**[0007]** Jedem Zahnrad ist wenigstens eine Druckausgleichsfase an den Lagerkörpern zugeordnet, die gegenüberliegend zu den Seitenflächen der Zahnräder und der Innenumfangsfläche angeordnet ist. Die Innenumfangsfläche ist dabei die Fläche, an denen die Zahnköpfe der Zahnräder dichtend anliegen. Die Druckausgleichsfase erstreckt sich vom Hochdruckanschluss in Richtung des Niederdruckanschlusses. In allen Zahnzwischenräumen der Zahnräder, die der Druckausgleichsfase gegenüber liegen, herrscht daher der Druck am Hochdruckanschluss, so dass die Zahnräder mit einer gut vorhersehbaren Kraft dichtend gegen die Innenumfangsfläche des Gehäuses im Bereich des Niederdruckanschlusses gedrückt werden, um dort eine Abdichtung zu bewirken.

**[0008]** Bei der Bemessung des Durchmessers des

Niederdruckanschlusses muss sichergestellt werden, dass in keiner Drehstellung der Zahnräder über die Zahnzwischenräume eine Fluidaustauschverbindung zwischen der Druckausgleichsfase und dem Niederdruckanschluss besteht.

**[0009]** Aus der DE 10 2007 031 909 A1 ist eine weitere Zahnradmaschine bekannt. Der als Einlass bezeichnete Niederdruckanschluss erstreckt sich in den Bereich der Umschlingung zwischen Gehäuse und Zahnrad fort.

**[0010]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, bei schnell drehenden Zahnradmaschinen, insbesondere Pumpen, Kavitation am Niederdruckanschluss zu vermeiden bzw. erst bei höheren Drehzahlen der Zahnräder einsetzen zu lassen.

**[0011]** Gemäß dem selbständigen Anspruch wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass beiden Zahnrädern an der Innenumfangsfläche des Gehäuses eine gedachte Grenzlinie zugeordnet ist, welche das Ende der Druckausgleichsfase schneidet, wobei sie parallel zur Berührlinie zwischen den Zahnköpfen der Zahnräder und der Innenumfangsfläche verläuft, wobei die Schnittkante zwischen den beiden Grenzlinien angeordnet ist, wobei der minimale Abstand zwischen der Schnittkante und den Grenzlinien wenigstens einen Teilungsabstand der Zahnräder beträgt, wobei die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses derart von der Kreisform abweicht, dass seine die Zahnräder überdeckende Querschnittsfläche größer ist als die die Zahnräder überdeckende Querschnittsfläche eines gedachten kreisförmigen Niederdruckanschlusses, der denselben minimalen Abstand zu den Grenzlinien aufweist. Soweit einem Zahnrad zwei Druckausgleichsfasen zugeordnet sind, sind diese vorzugsweise so ausgebildet, dass diese die gleiche Grenzlinie definieren. Ist dies ausnahmsweise nicht der Fall, so ist die Grenzlinie maßgebend, die den geringsten Abstand zum Niederdruckanschluss aufweist.

**[0012]** Die vorgeschlagene Zahnradmaschine besitzt einen Niederdruckanschluss, der gegenüber dem Stand der Technik eine größere Querschnittsfläche aufweist. Dadurch werden die Strömungsgeschwindigkeiten am Niederdruckanschluss herabgesetzt, so dass Kavitation erst bei höheren Drehzahlen der Zahnräder auftritt.

**[0013]** Anzumerken ist, dass der genannte minimale Abstand entlang der Innenumfangsfläche des Gehäuses gemessen wird und zwar in Umfangsrichtung bezüglich der Drehachse des betreffenden Zahnrades. Gleiches trifft auf den Teilungsabstand der Zahnräder, also den Abstand zweier Zahnköpfe, zu.

**[0014]** In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung angegeben.

**[0015]** Die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses kann so ausgebildet sein, dass die Schnittkante einen konstanten Abstand zur zugeordneten Grenzlinie aufweist.

**[0016]** Hierdurch ergibt sich ein Niederdruckanschluss, der die größtmögliche Querschnittsfläche aufweist.

**[0017]** Die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses kann zwei erste Geraden aufweisen, die jeweils im Wesentlichen parallel zu einer zugeordneten Grenzlinie verlaufen. Die ersten Geraden können deutlich einfacher hergestellt werden, als die oben beschriebene ideale Querschnittsform. Soweit schräg verzahnte Zahnräder zum Einsatz kommen, verläuft die Schnittkante zwischen der Innenumfangsfläche und dem Niederdruckanschluss nicht mehr ganz genau parallel zu den Grenzlinien. Die Abweichung ist aber so gering, dass keine nennenswerte Verschlechterung hinsichtlich der Kavitationsentstehung zu befürchten ist. Wenn gerade verzahnte Zahnräder zum Einsatz kommen, wird der oben vorgeschlagene Idealzustand verwirklicht.

**[0018]** Die beiden ersten Geraden können durch wenigstens eine, vorzugsweise zwei, zweite Geraden verbunden sein, die fluchtend zu den Seitenflächen der Zahnräder verlaufen. Hierdurch ergibt sich eine größtmögliche Querschnittsfläche des Niederdruckanschlusses.

**[0019]** Die zwei ersten Geraden können durch wenigstens eine, vorzugsweise zwei, Kreisbögen miteinander verbunden sein. Diese Querschnittsform wird bevorzugt dann verwendet, wenn am Niederdruckanschluss außen am Gehäuse ein genormter Flansch vorgesehen ist, der für eine kreisförmige Durchtrittsöffnung für das Druckfluid vorgesehen ist. Der größere der genannten Kreisbögen wird dabei vorzugsweise fluchtend zu der genormten kreisförmigen Durchtrittsöffnung ausgebildet, wobei er insbesondere den gleichen Radius aufweist.

**[0020]** Die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses kann verrundete Ecken aufweisen, damit er einfach mit einem Schafffräser hergestellt werden kann. Der Radius der Ecken entspricht dabei dem Radius des Schafffräasers.

**[0021]** Die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses kann durch mehrere, vorzugsweise zwei oder drei, sich überschneidende Kreise gebildet werden, die zueinander versetzte Mittelpunkte aufweisen. Hierdurch soll gegenüber den oben beschriebenen Querschnittsformen eine weitere Vereinfachung der Herstellung erreicht werden. Dabei ist insbesondere daran gedacht, die genannten Kreise durch gesonderte Bohrbearbeitungen herzustellen, wobei die Drehachse der betreffenden Bohrer versetzt zueinander angeordnet sind. Mit den bevorzugten zwei oder drei Bohrungen kann bereits eine deutliche Verbesserung hinsichtlich der Kavitationsneigung erreicht werden.

**[0022]** Der Niederdruckanschluss kann wenigstens einen Lagerkörper überdecken. Für die Funktion der Zahnradmaschine ist es unschädlich, wenn der Niederdruckanschluss die Lagerkörper überdeckt. Hierdurch kann zwar unmittelbar keine Verbesserung des Kavitationsverhaltens erreicht werden. Es ist jedoch einfacher möglich, die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses im Bereich der Zahnräder optimal an die Grenzlinien anzunähern.

**[0023]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der

beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es stellt dar:

Fig. 1 einen Längsschnitt einer erfindungsgemäßen Zahnradmaschine;

Fig. 2 einen Querschnitt einer erfindungsgemäßen Zahnradmaschine;

Fig. 3 eine grobschematische Vorderansicht der Zahnräder und der Lagerkörper, wobei die ideale Form des Niederdruckanschlusses gezeigt ist;

Fig. 4 eine Vorderansicht des Niederdruckanschlusses gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 5 eine Vorderansicht des Niederdruckanschlusses gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung; und

Fig. 6 eine Vorderansicht des Niederdruckanschlusses gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

**[0024]** Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt einer erfindungsgemäßen Zahnradmaschine 10. Die Zahnradmaschine 10 umfasst ein Gehäuse 20, das aus einem Hauptkörper 30; einem Antriebsdeckel 21 und einem Enddeckel 22 zusammengesetzt ist, die vorzugsweise aus Aluminium oder aus Grauguss bestehen. Der Antriebs- und der Enddeckel 21; 22 liegen an ebenen Stirnflächen an den gegenüberliegenden Enden des Hauptkörpers 30 an, wobei an den Stirnflächen O-Ringe 24 aus einem Elastomer vorgesehen sind, damit aus der entsprechenden Fuge kein Druckfluid austreten kann. Der Antriebs- und der Enddeckel 21; 22 sind über Zylinderstifte 26 relativ zum Hauptkörper 30 ausgerichtet und über (nicht dargestellte) Schraubbolzen mit diesen fest verschraubt.

**[0025]** In dem Gehäuse 20 sind zwei Zahnräder 50 bezüglich einer zugeordneten Drehachse 51 drehbar aufgenommen, wobei die Zahnräder 50 im Außeneingriff miteinander kämmen. Die genannten Drehachsen 51 verlaufen parallel zueinander. Die Zahnräder 50 sind vorliegend schräg verzahnt, sie können aber auch gerade verzahnt ausgebildet sein. Dabei ist anzumerken, dass die der Erfindung zugrunde liegende Kavitationsproblematik vorrangig bei schräg verzahnten Zahnrädern auftritt.

**[0026]** Die beiden Zahnräder 50 weisen auf beiden Seiten einen kreiszylindrischen Lagerzapfen 52 auf, der in einer Lagerschale 61 aus einem Gleitlagerwerkstoff wie Messing oder Bronze drehbar gelagert ist, wobei die Lagerschale 61 wiederum in einem zugeordneten Lagerkörper 60 aus Stahl fest aufgenommen ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist jedem Lagerzapfen 52 ein gesondertes Teil des Lagerkörpers 60 zugeordnet,

wobei zwei benachbarte Teile an ebenen Flächen aneinander anliegen und mittels eines Zylinderstiftes 26 zu einander ausgerichtet sind. Die Lagerkörper 60 können auch einstückig ausgebildet sein. Die Lagerkörper 60 werden von dem Druck des Druckfluids, beispielsweise Hydrauliköl, in der Zahnradmaschine 10 gegen die ebenen Seitenflächen 55 der Zahnräder 50 gedrückt, um eine seitliche Abdichtung der Zahnräder 50 zu bewirken. Das Druckfluid wirkt dabei in einem Druckfeld auf den Lagerkörper 60 ein, welches von einer zugeordneten Axialdichtung 62 begrenzt wird.

**[0027]** Einer der Lagerzapfen 52 eines Zahnrades 50 ist einstückig mit einem Antriebszapfen 53 ausgebildet, der durch den Antriebsdeckel 21 hindurch aus dem Gehäuse 20 herausragt. Die entsprechende Durchtrittsöffnung ist mit einem Radialwellendichtring 25 dicht verschlossen, so dass kein Druckfluid austreten kann. Der Antriebszapfen 53 kann beispielsweise mit der Antriebswelle eines (nicht dargestellten) Elektromotors drehfest verbunden werden, wenn die Zahnradmaschine 10 als Pumpe betrieben wird.

**[0028]** Die Innenumfangsfläche 31 des Hauptkörpers 30 weist vor dem Einlaufprozess entlang der Drehachsen 51 eine konstante Querschnittsform auf, die mit sehr geringem Spiel an den kreiszylindrischen Kopfkreisdurchmesser der Zahnräder 50 angepasst ist.

**[0029]** Weiter ist auf die Druckausgleichsfase 64 an dem in Fig. 1 linken Lagerkörper 60 hinzuweisen. Die Druckausgleichsfase 64 ist gegenüberliegend zu der Seitenfläche 55 eines zugeordneten Zahnrades 50 und gegenüberliegend zur Innenumfangsfläche 31 des Gehäuses 20 angeordnet.

**[0030]** Fig. 2 zeigt einen Querschnitt einer erfindungsgemäßen Zahnradmaschine 10. Der Hoch- und der Niederdruckanschluss 32; 33 sind gegenüberliegend an dem Gehäuse 20 angeordnet, wobei sie eine gemeinsame Mittelachse 34 aufweisen, entlang derer sie eine konstante Querschnittsform aufweisen. Der Hochdruckanschluss 32 weist vorzugsweise eine kreisförmige Querschnittsform auf, wobei die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses 33 erfindungsgemäß von der Kreisform abweicht.

**[0031]** Die bereits angesprochene Druckausgleichsfase 64 erstreckt sich vom Hochdruckanschluss 32 in Richtung des Niederdruckanschlusses 33. Sie weist ein Ende 65 auf, das mit Abstand zum Niederdruckanschluss 33 angeordnet ist. In den Zahnzwischenräumen 54, die im Bereich der Druckausgleichsfase 64 angeordnet sind, herrscht daher überall ein Druck der gleich dem Druck am Hochdruckanschluss 32 ist. In den verbleibenden Zahnzwischenräumen herrscht ein geringerer Druck, was im Ergebnis dazu führt, dass auf die Zahnräder 50 eine hydraulische Kraft 84 einwirkt, die dessen Zahnköpfe 56 in einem Dichtbereich 11 am Niederdruckanschluss 34 gegen die Innenumfangsfläche 31 des Gehäuses 20 drückt. Nur dort findet an den Zahnköpfen 56 eine dichtende Anlage zum Gehäuse 20 statt. Die verbleibenden Zahnköpfe 56 laufen mit einem geringen Abstand zur

Innenumfangsfläche 31 zum Gehäuse 20, so dass dort Druckfluid zwischen den Zahnzwischenräumen 54 ausgetauscht werden kann.

**[0032]** Die Druckausgleichsfase 64 kann wie vorliegend dargestellt nur auf einer Seite der Zahnräder 50 vorhanden sein, sie kann aber auch auf beiden Seiten der Zahnräder 50 vorgesehen sein. Im letzteren Fall ist bei schräg verzahnten Zahnrädern 50 zu berücksichtigen, dass die beiden Druckausgleichsfasen 64 unterschiedlich lang ausgebildet sein müssen, damit sie am gleichen Zahn des zugeordneten Zahnrades 50 enden.

**[0033]** Fig. 3 zeigt eine grobschematische Vorderansicht der Zahnräder 50 und der Lagerkörper 60, wobei die ideale Form des Niederdruckanschlusses 33 gezeigt ist. Die Ansichtsrichtung ist dabei parallel zur Mittelachse des Niederdruckanschlusses 33, so dass seine Querschnittsform mit der Schnittkante 85 mit der Innenumfangsfläche des Gehäuses zusammenfällt.

**[0034]** Die beiden gedachten Grenzlinien 80 verlaufen parallel zu den schraubenlinienförmigen Berührlinien 83 zwischen den Zahnköpfen der Zahnräder 50 und der Innenumfangsfläche des Gehäuses. Die Grenzlinien 80 verlaufen daher auf der Innenumfangsfläche des Gehäuses. Die Grenzlinien 80 beginnen jeweils am Ende 65 einer zugeordneten Druckausgleichsfase 64 am Lagerkörper 60.

**[0035]** Die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses 33 verläuft im Bereich der Grenzlinien 80 parallel zu diesen. Der minimale Abstand 81 zu den Grenzlinien 80 ist daher überall gleich, so dass sich eine maximale die Zahnräder überdeckende Querschnittsfläche des Niederdruckanschlusses 33 ergibt. Diese Querschnittsfläche ist in Fig. 3 schraffiert eingezeichnet und mit der Bezugsziffer 79 gekennzeichnet.

**[0036]** Im Übrigen verläuft die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses 33 fluchtend zu den Seitenflächen 55 der Zahnräder 50. Bei Zahnrädern 50 mit sehr großem Schrägungswinkel kann es vorkommen, dass der Niederdruckanschluss 33 die in Fig. 3 rechte Seitenfläche 55 der Zahnräder 50 nicht mehr überdeckt.

**[0037]** Weiter ist in Fig. 3 ein gedachter Niederdruckanschluss 82 eingezeichnet, der den gleichen minimalen Abstand 81 zu den Grenzlinien 80 aufweist. Der entsprechende Kreis 82 überdeckt die Lagerkörper 60, wobei der entsprechende Flächenabschnitt 78 nicht zu der die Zahnräder 50 überdeckenden Querschnittsfläche 79 zählt. Wie man leicht erkennen kann, ist der vom Kreis 82 erfasste Anteil der schraffierten Fläche 79 deutlich kleiner als die schraffierte Fläche 79 selbst, so dass die Bedingung gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 erfüllt ist.

**[0038]** Der minimale Abstand 81 zwischen dem Niederdruckanschluss 33 und der Grenzlinie 80 beträgt wenigstens einen Teilungsabstand (Nr. 57 in Fig. 2) der Zahnräder, wobei vorzugsweise etwas größer gewählt ist, damit unabhängig von der Drehstellung der Zahnräder wenigstens ein Zahnkopf vollständig an der Innenumfangsfläche des Gehäuses anliegt. Durch Erhöhung

des minimalen Abstandes auf etwas mehr als zwei oder drei Teilungsabstände kann die interne Abdichtung der Zahnradmaschine verbessert werden.

**[0039]** Fig. 4 zeigt eine Vorderansicht des Niederdruckanschlusses 33 gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Die Ansichtsrichtung ist dabei parallel zur Mittelachse des Niederdruckanschlusses 33. Die beiden Grenzlinien 80 und die beiden Seitenflächen 55 der Zahnräder sind durch strichpunktierte Linien dargestellt.

**[0040]** Die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses 33 weist zwei erste Geraden 70 auf, die im Wesentlichen parallel zur zugeordneten Grenzlinie 80 verlaufen. Die beiden ersten Geraden 70 sind durch zwei zweite Geraden 71 verbunden, die in einer Flucht mit den Seitenflächen 55 der Zahnräder angeordnet sind. Wenn die Zahnräder eine sehr große Breite und/oder einen sehr großen Schrägungswinkel aufweisen, kann es vorkommen, dass sich die beiden ersten Geraden 70 im Bereich der Zahnräder schneiden. In diesem Fall entfällt die in Fig. 4 rechte Gerade 71.

**[0041]** Die Ecken zwischen den ersten und den zweiten Geraden 70; 71 sind verrundet 74, so dass der vorliegende Niederdruckanschluss einfach mit einem Schafffräser hergestellt werden kann. Der Eckenradius 74 beträgt beispielsweise 5 mm oder 7,5 mm. Auf die Verrundung 74 kann aber auch verzichtet werden.

**[0042]** Der Niederdruckanschluss 33 gemäß der ersten Ausführungsform nach Fig. 4 überdeckt mit seiner gesamten Querschnittsfläche 79 die Zahnräder. Die entsprechende Querschnittsform ist spiegelsymmetrisch bezüglich einer Symmetrieebene 86 ausgebildet, die die Mittelachse des Niederdruckanschlusses 33 enthält.

**[0043]** Fig. 5 zeigt eine Vorderansicht des Niederdruckanschlusses 33 gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. Bis auf die nachfolgend beschriebenen Unterschiede stimmt diese Ausführungsform mit der ersten Ausführungsform nach Fig. 4 überein, so dass auf die entsprechenden Ausführungen verwiesen wird. Die Ansichtsrichtung der Fig. 5 stimmt mit derjenigen der Fig. 4 überein.

**[0044]** Die zweiten Geraden wurden durch Kreisbögen 73, die nach außen gewölbt sind, ersetzt. Der Radius des in Fig. 5 linken Kreisbogen 73 stimmt dabei mit dem Radius der Durchtrittsöffnung überein, die ein genormter Flansch mit kreisrunder Durchtrittsöffnung aufweist. Die gesamte Breite des Niederdruckanschlusses 33 ist vorzugsweise gleich oder kleiner als das Doppelte des genannten Radius.

**[0045]** Der vorliegende Niederdruckanschluss 33 überdeckt mit den Bereichen 78 auch die Lagerkörper der Zahnradmaschine. Die die Zahnräder überdeckende Querschnittsfläche des Niederdruckanschlusses 33 ist die in Fig. 5 schraffiert eingezeichnete Fläche 79.

**[0046]** Fig. 6 zeigt eine Vorderansicht des Niederdruckanschlusses 33 gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung. Die Ansichtsrichtung stimmt mit derjenigen der Fig. 4 und 5 überein.

**[0047]** Dieser Niederdruckanschluss 33 wird durch zwei kreisrunde Bohrungen 76 gebildet, die sich überschneiden. Die entsprechende Querschnittsform ist daher aus zwei Kreisen 76 zusammengesetzt, die sich überschneiden, wobei sie versetzte Mittelpunkte 77 aufweisen. Die Mittelpunkte 77 sind auf der Symmetrieebene 86 des Niederdruckanschlusses 33 angeordnet. Anstelle der dargestellten zwei Kreise 76 können auch drei oder mehr Kreise 76 vorgesehen sein, wobei zwei oder drei Kreise, den optimalen Kompromiss zwischen Herstellkosten und die Zahnräder überdeckende Querschnittsfläche 79 des Niederdruckanschlusses 33 ergeben.

**[0048]** Der in Fig. 6 linke Kreis 76 überdeckt mit dem Bereich 78 wiederum einen Lagerkörper, so dass die die Zahnräder überdeckende Querschnittsfläche des Niederdruckanschlusses 33 die mit der Ziffer 79 gekennzeichnet schraffierte Fläche ist.

## 20 Bezugszeichenliste

### [0049]

10	Zahnradmaschine
25 11	Dichtbereich
20	Gehäuse
21	Antriebsdeckel
22	Enddeckel
30 23	Niederdruckanschluss
24	O-Ring
25	Radialwellendichtring
26	Zylinderstift
35 30	Hauptkörper
31	Innenumfangsfläche
32	Hochdruckanschluss
33	Niederdruckanschluss
34	Mittelachse des Hoch- und des Niederdruckanschlusses
40	
50	Zahnrad
51	Drehachse des Zahnrades
52	Lagerzapfen
45 53	Antriebszapfen
54	Zahnzwischenraum
55	Seitenfläche
56	Zahnkopf
57	Teilungsabstand
50 60	Lagerkörper
61	Lagerschale
62	Axialdichtung
63	Zylinderstift
64	Druckausgleichsfase
55 65	Ende der Druckausgleichsfase
70	erste Gerade
71	zweite Gerade

73 Kreisbogen  
 74 verrundete Ecke  
 76 Kreis  
 77 Mittelpunkt des Kreises  
 78 Bereich, der die Lagerkörper überdeckt  
 79 die Zahnräder überdeckende Querschnittsfläche

80 Grenzlinie  
 81 minimaler Abstand zur Grenzlinie  
 82 Kreis mit gleichem minimalen Abstand zur Grenzlinie  
 83 Berührlinie zwischen Zahnkopf und Innenumfangsfläche des Gehäuses  
 84 hydraulische Kraft  
 85 Schnittkante  
 86 Symmetrieebene

### Patentansprüche

1. Zahnradmaschine (10), insbesondere Pumpe oder Motor, mit zwei im Außeneingriff miteinander kämmenden Zahnrädern (50), welche von einem Gehäuse (20) umgeben sind, welches gegenüberliegend einen Hoch- und einen Niederdruckanschluss (32; 33) aufweist, wobei der Niederdruckanschluss (33) in Richtung einer Mittelachse (34) eine konstante Querschnittsform aufweist, wobei er mit einer Innenumfangsfläche (31) des Gehäuses (30), die dichtend an den Zahnköpfen (56) der Zahnräder (50) anliegt, eine Schnittkante (85) bildet, wobei auf beiden Seiten der Zahnräder (50) je ein, gewünschtenfalls mehrteiliger, Lagerkörper (60) angeordnet ist, in dem die Zahnräder (50) drehbar gelagert sind, wobei die Lagerkörper (60) dichtend an einer zugeordneten Seitenfläche (55) der Zahnräder (50) anliegen, wobei beiden Zahnrädern (50) je wenigstens eine Druckausgleichsfase (64) an den Lagerkörpern (60) zugeordnet ist, die sich gegenüberliegend zum betreffenden Zahnrad (50) und zur Innenumfangsfläche (31) vom Hochdruckanschluss (32) in Richtung des Niederdruckanschlusses (33) erstreckt, wobei sie dort ein Ende (65) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** beiden Zahnrädern (50) an der Innenumfangsfläche (31) des Gehäuses (20) eine gedachte Grenzlinie (80) zugeordnet ist, welche das Ende (65) der Druckausgleichsfase (64) schneidet, wobei sie parallel zur Berührlinie (83) zwischen den Zahnköpfen (56) der Zahnräder (50) und der Innenumfangsfläche (31) verläuft, wobei die Schnittkante (85) zwischen den beiden Grenzlinien (80) angeordnet ist, wobei der minimale Abstand (81) zwischen der Schnittkante (85) und den Grenzlinien (80) wenigstens einen Teilungsabstand (57) der Zahnräder (50) beträgt, wobei die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses (33) derart von der Kreisform abweicht, dass seine die Zahnräder (50) überdeckende Querschnittsfläche

(79) größer ist als die die Zahnräder (50) überdeckende Querschnittsfläche eines gedachten kreisförmigen Niederdruckanschlusses (82), der denselben minimalen Abstand (81) zu den Grenzlinien (80) aufweist.

2. Zahnradmaschine nach Anspruch 1, wobei die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses (33) so ausgebildet ist, dass die Schnittkante (85) einen konstanten Abstand (81) zur zugeordneten Grenzlinie (80) aufweist.

3. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses (33) zwei erste Geraden (70) aufweist, die jeweils im Wesentlichen parallel zu einer zugeordneten Grenzlinie (80) verlaufen.

4. Zahnradmaschine nach Anspruch 3, wobei die beiden ersten Geraden (70) durch wenigstens eine, vorzugsweise zwei, zweite Geraden (71) verbunden sind, die fluchtend zu den Seitenflächen (55) der Zahnräder (50) verlaufen.

5. Zahnradmaschine nach Anspruch 3, wobei die zwei ersten Geraden (70) durch wenigstens eine, vorzugsweise zwei, Kreisbögen (73) miteinander verbunden sind.

6. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses (33) verrundete Ecken (74) aufweist.

7. Zahnradmaschine nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses (33) durch mehrere, vorzugsweise zwei oder drei, sich überschneidende Kreise (76) gebildet wird, die zueinander versetzte Mittelpunkte (77) aufweisen.

8. Zahnradmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3 oder 5 bis 7, wobei der Niederdruckanschluss (33) wenigstens einen Lagerkörper (60) überdeckt.

### Claims

1. Gear machine (10), in particular a pump or a motor, having two externally intermeshing gear wheels (50), which are enclosed by a housing (20), which comprises a high-pressure connection (32) and a low-pressure connection (33) situated opposite one another, the low-pressure connection (33) having a constant cross sectional shape in the direction of the central axis (34), said connection forming an inter-

section edge (85) with an inner circumferential face (31) of the housing (30) which bears tightly against the gear tooth tips (56) of the gear wheels (50), an optionally multipart bearing liner (60), in which the gear wheels (50) are rotatably supported, being arranged on both sides of each of the gear wheels (50), the bearing liners (60) bearing tightly on an associated lateral face (55) of the gear wheels (50), at least one pressure equalization chamfer (64) on the bearing liners (60) being assigned to each of the two gear wheels (50), said chamfer extending opposite the relevant gear wheel (50) and the inner circumferential face (31) from the high-pressure connection (32) in the direction of the low-pressure connection (33), where it has an end (65), **characterized in that** on the inner circumferential face (31) of the housing (20) a notional boundary line (80), which intersects the end (65) of the pressure equalization chamfer (64), is assigned to both gear wheels (50), said line running parallel to the line of contact (83) between the gear tooth tips (56) of the gear wheels (50) and the inner circumferential face (31), the intersection edge (85) being located between the two boundary lines (80), the minimum distance (81) between the intersection edge (85) and the boundary lines (80) being at least one pitch interval (57) of the gear wheels (50), the cross sectional shape of the low-pressure connection (33) deviating from the circular shape in such a way that its cross sectional area (79) overlapping the gear wheels (50) is greater than the cross sectional area of a notional, circular low-pressure connection (82) overlapping the gear wheels (50) at the same minimum distance (81) from the boundary lines (80).

2. Gear machine according to Claim 1, wherein the cross sectional shape of the low-pressure connection (33) is formed so that the intersection edge (85) is at a constant distance (81) from the associated boundary line (80).
3. Gear machine according to either of the preceding claims, wherein the cross sectional shape of the low-pressure connection (33) comprises two first straight lines (70), which each run substantially parallel to an associated boundary line (80).
4. Gear machine according to Claim 3, wherein the two first straight lines (70) are connected by at least one, preferably two, second straight lines (71), which run in alignment with the lateral faces (55) of the gear wheels (50).
5. Gear machine according to Claim 3, wherein the two first straight lines (70) are connected to one another by at least one, preferably two, circular arcs (73).
6. Gear machine according to one of the preceding

claims, wherein the cross sectional shape of the low-pressure connection (33) has rounded corners (74).

7. Gear machine according to Claim 1 or 2, wherein the cross sectional shape of the low-pressure connection (33) is formed by more than one, preferably two or three, overlapping circles (76), which have centers (77) offset in relation to one another.
8. Gear machine according to one of the preceding claims, wherein the low-pressure connection (33) overlaps at least one bearing liner (60).

## 15 Revendications

1. Machine à roues dentées (10), en particulier pompe ou moteur, avec deux roues dentées (50) engrenant en prise extérieure l'une avec l'autre, qui sont enveloppées par un boîtier (20), qui présentent en position opposée un raccord haute pression et un raccord basse pression (32; 33), dans laquelle le raccord basse pression (33) présente dans la direction d'un axe central (34) une forme de section transversale constante, dans laquelle il forme une arête d'intersection (85) avec une surface périphérique intérieure (31) du boîtier (30), qui est appliquée de façon étanche sur les têtes de dent (56) des roues dentées (50), dans laquelle un corps de palier (60), de préférence en plusieurs parties, est disposé respectivement de part et d'autre des roues dentées (50), dans lequel les roues dentées (50) sont montées de façon rotative, dans laquelle les corps de palier (60) sont appliqués de façon étanche sur une face latérale associée (55) des roues dentées (50), dans laquelle au moins un chanfrein d'équilibrage de pression (64) est associé aux deux roues dentées (50) sur les corps de palier (60), et s'étend en face de la roue dentée concernée (50) et de la surface périphérique intérieure (31) depuis le raccord haute pression (32) en direction du raccord basse pression (33), dans laquelle il présente à cet endroit une extrémité (65), **caractérisée en ce qu'**une ligne de limitation imaginaire (80) est associée à la surface périphérique intérieure (31) du boîtier (20), qui coupe l'extrémité (65) du chanfrein d'équilibrage de pression (64), dans laquelle elle est parallèle à la ligne de contact (83) entre les têtes de dent (56) des roues dentées (50) et de la surface périphérique intérieure (31), dans laquelle l'arête d'intersection (85) est disposée entre les deux lignes de limitation (80), dans laquelle la distance minimale (81) entre l'arête d'intersection (85) et les lignes de limitation (80) vaut au moins une distance de pas (57) des roues dentées (50), dans laquelle la forme de la section transversale du raccord basse pression (33) s'écarte de la forme circulaire, de telle manière que sa surface de section transversale (79) recouvrant les roues dentées (50)

soit plus grande que la surface de section transversale recouvrant les roues dentées (50) d'un raccord basse pression circulaire imaginaire (82), qui présente la même distance minimale (81) des lignes de limitation (80).

5

2. Machine à roues dentées selon la revendication 1, dans laquelle la forme de section transversale du raccord basse pression (33) est configurée de telle manière que l'arête d'intersection (85) présente une distance constante (81) de la ligne de limitation associée (80). 10
3. Machine à roues dentées selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la forme de section transversale du raccord basse pression (33) présente deux premières droites (70), qui sont chacune essentiellement parallèles à une ligne de limitation associée (80). 15
4. Machine à roues dentées selon la revendication 3, dans laquelle les deux premières droites (70) sont reliées par au moins une, de préférence deux, deuxième(s) droite(s) (71), qui s'étendent en alignement avec les faces latérales (55) des roues dentées (50). 20 25
5. Machine à roues dentées selon la revendication 3, dans laquelle les deux premières droites (70) sont reliées l'une à l'autre par au moins un, de préférence deux, arcs de cercle (73). 30
6. Machine à roues dentées selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la forme de section transversale du raccord basse pression (33) présente des coins arrondis. 35
7. Machine à roues dentées selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle la forme de section transversale du raccord basse pression (33) est formée par plusieurs, de préférence deux ou trois, cercles (76) qui se coupent, qui présentent des centres décalés l'un par rapport à l'autre (77). 40
8. Machine à roues dentées selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 ou 5 à 7, dans laquelle le raccord basse pression (33) recouvre au moins un corps de palier (60). 45

50

55



**Fig. 1**

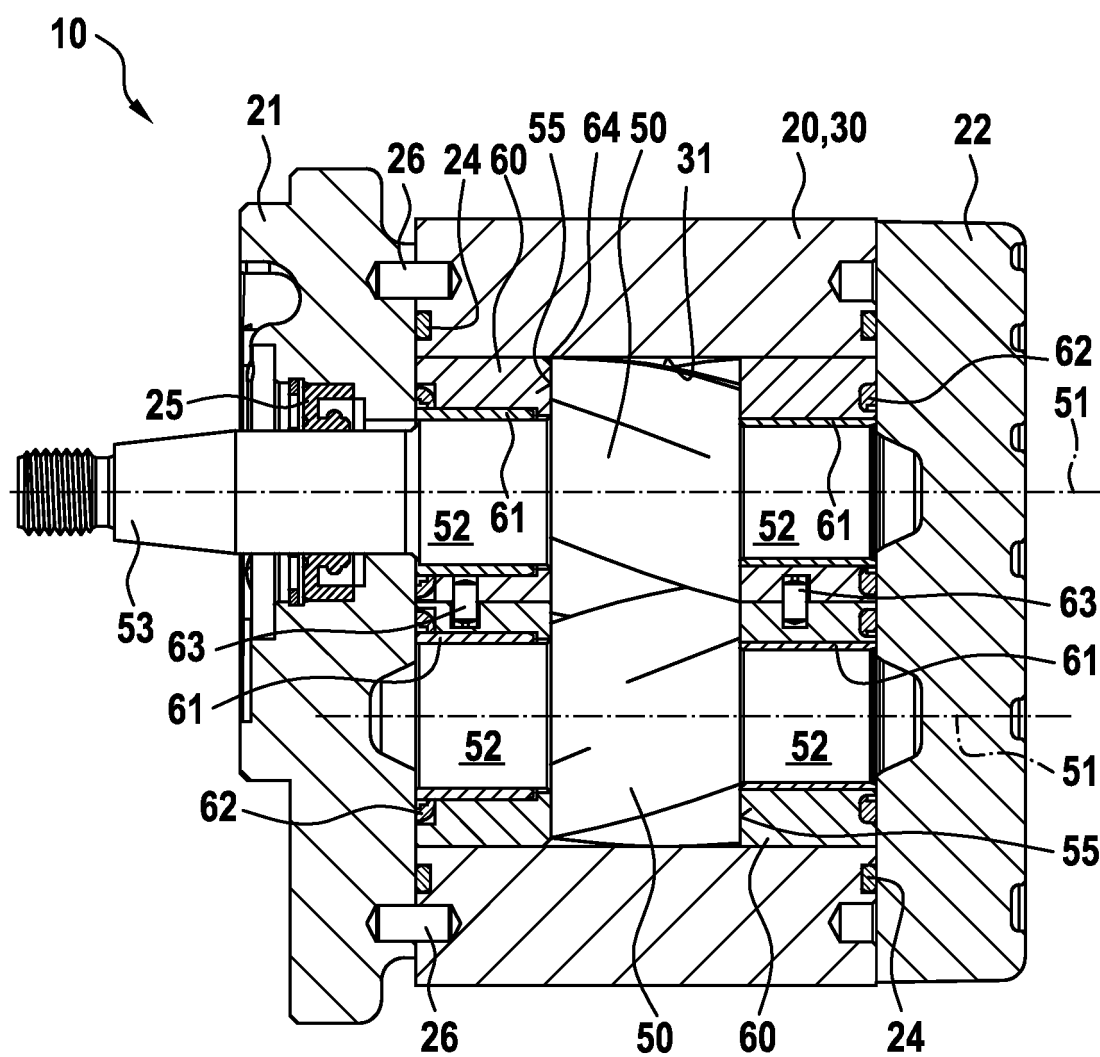
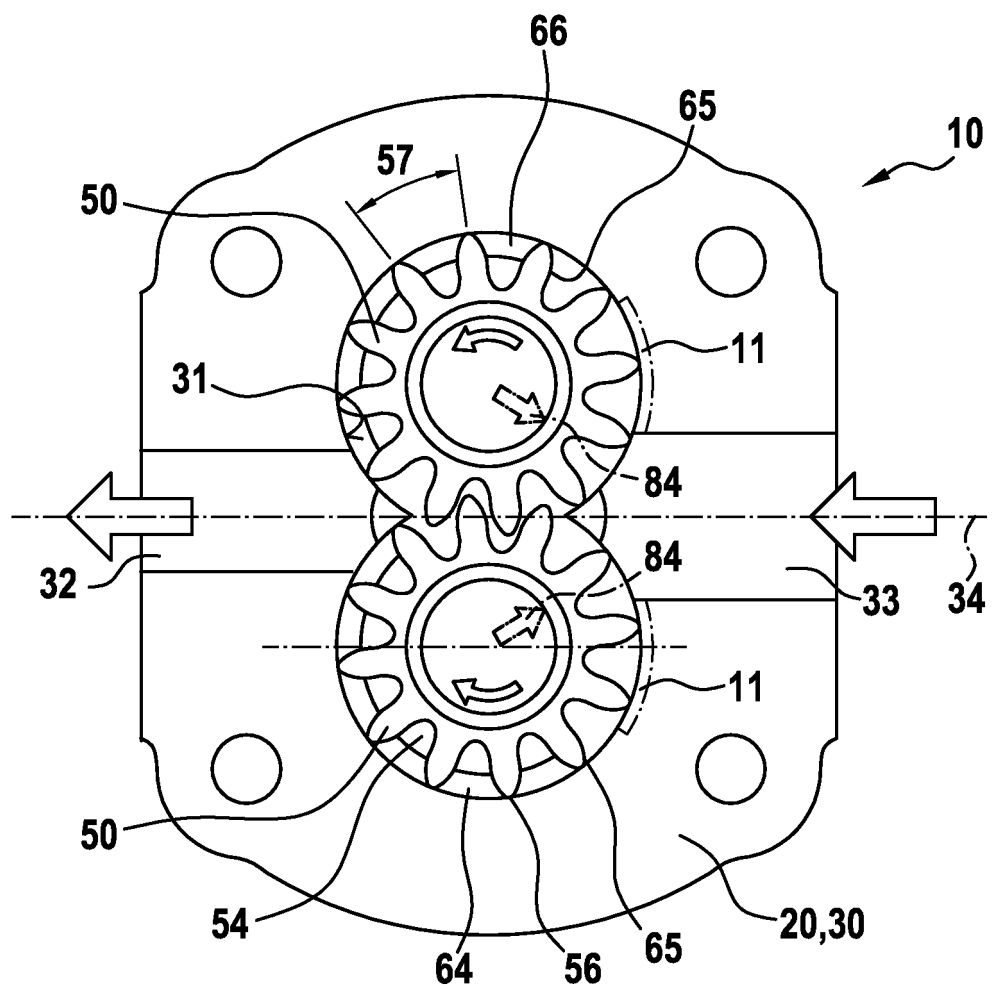
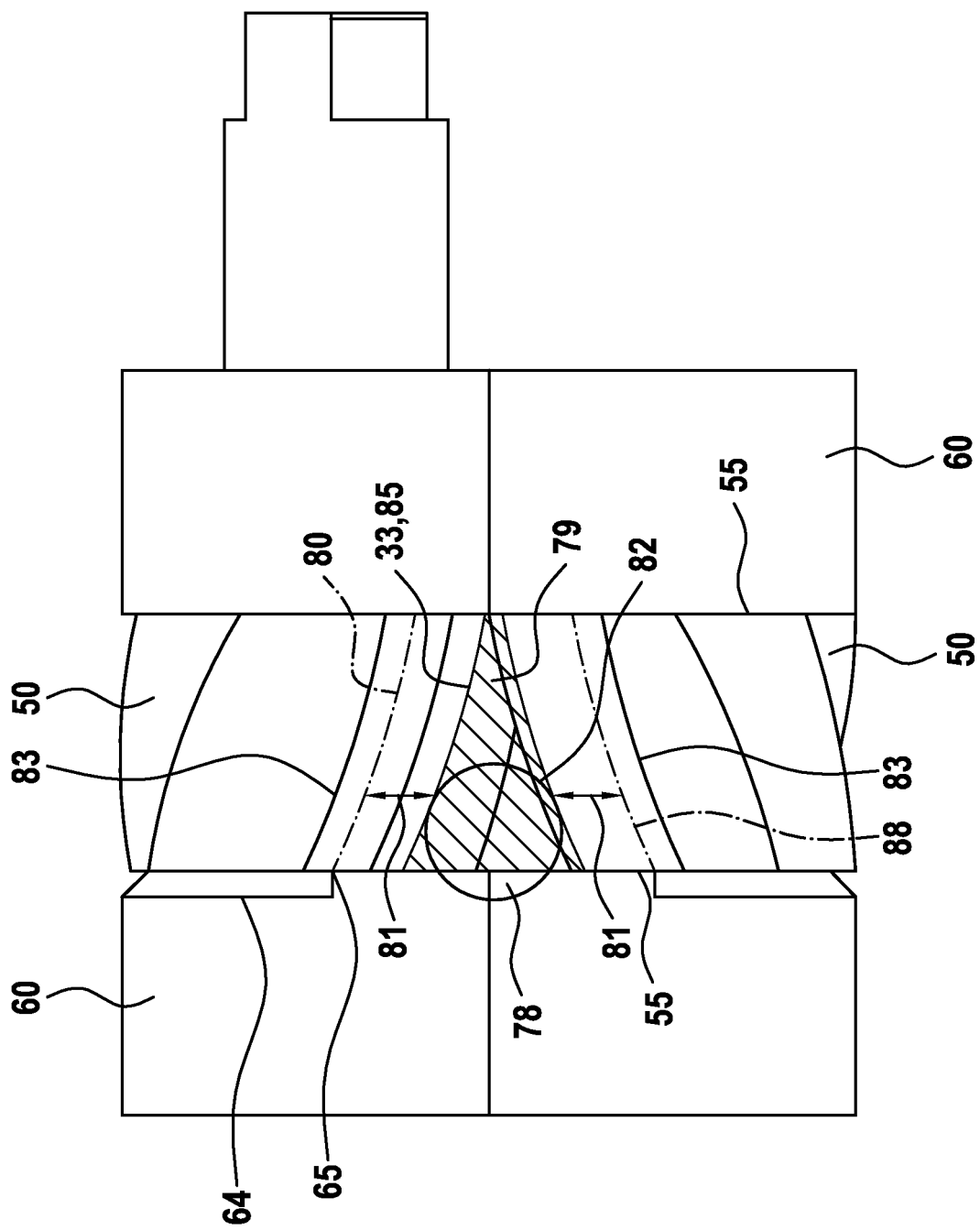


Fig. 2





**Fig. 3**

Fig. 4

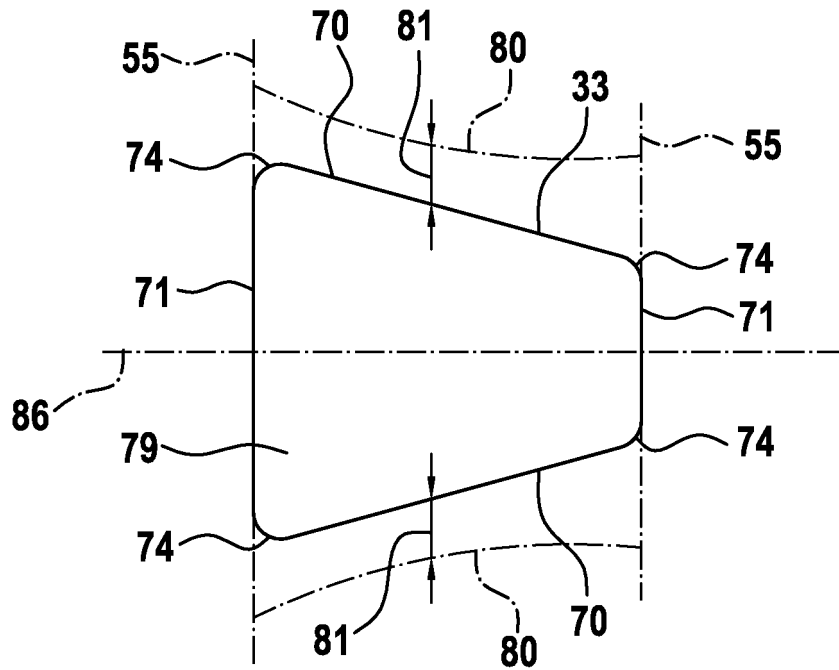
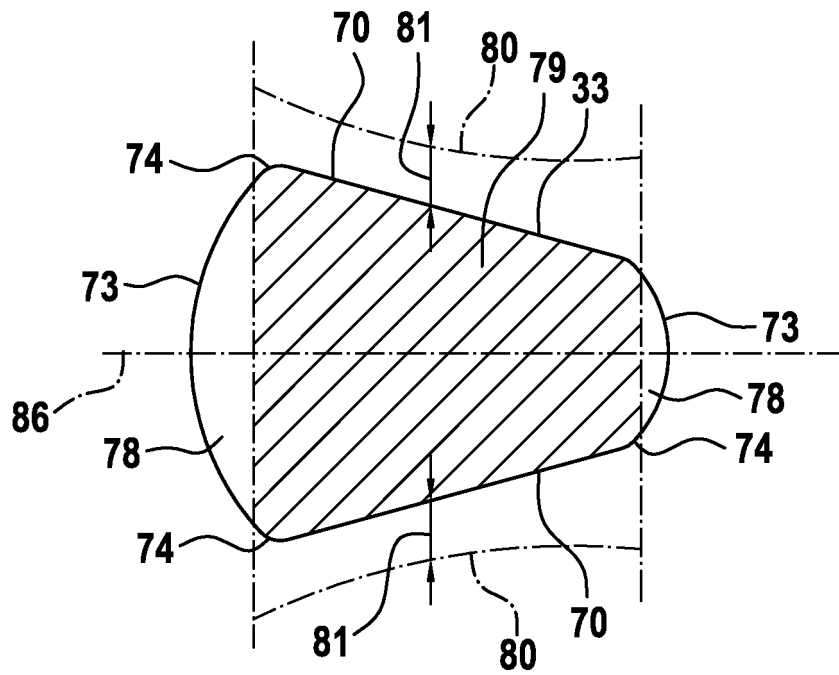
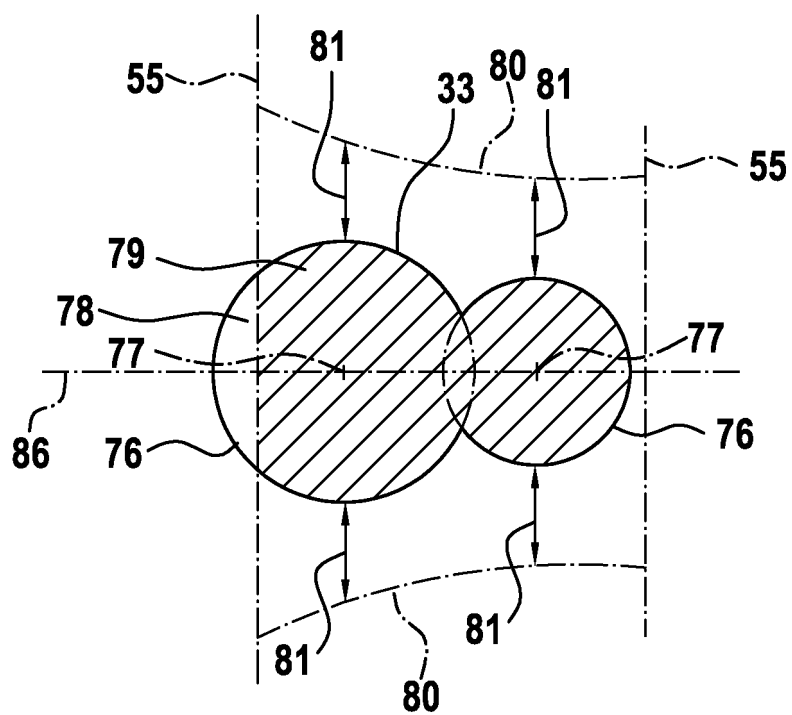


Fig. 5



**Fig. 6**



**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 102009012853 A1 [0002]
- DE 102007031909 A1 [0009]