



(10) **DE 10 2012 217 115 A1** 2014.03.27

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 217 115.0**

(22) Anmeldetag: **24.09.2012**

(43) Offenlegungstag: **27.03.2014**

(51) Int Cl.: **F04C 15/06 (2006.01)**

F04C 2/14 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

**Boehmcker, Christian, 71665, Vaihingen, DE;
Fissler, Volker, 71732, Tamm, DE; Wilhelm,
Michael, 71665, Vaihingen, DE; Fischer, Michael,
75417, Mühlacker, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

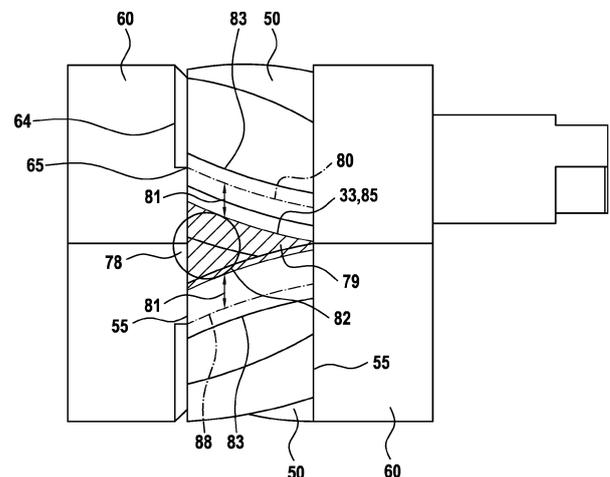
DE	10 2007 031 909	A1
DE	10 2009 012 853	A1
US	4 090 820	A
US	5 190 450	A

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

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

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Zahnradmaschine mit zwei im Außeneingriff miteinander kämmenden Zahnrädern (50), welche von einem Gehäuse umgeben sind, welches gegenüberliegend einen Hoch- und einen Niederdruckanschluss (33) aufweist. Erfindungsgemäß ist bei den Zahnrädern (50) an der Innenumfangsfläche des Gehäuses eine gedachte Grenzlinie (80) zugeordnet, 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 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.



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 Zahnradern 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 Zahnradern 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] 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.

[0010] Gemäß dem selbständigen Anspruch wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass beiden Zahnradern 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.

[0011] 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.

[0012] 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.

[0013] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung angegeben.

[0014] Die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses kann so ausgebildet sein, dass die Schnittkante einen konstanten Abstand zur zugeordneten Grenzlinie aufweist. Hierdurch ergibt sich ein Niederdruckanschluss, der die größtmögliche Querschnittsfläche aufweist.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] 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.

[0019] 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 ge-

sonderte 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.

[0020] 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.

[0021] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es stellt dar:

[0022] Fig. 1 einen Längsschnitt einer erfindungsgemäßen Zahnradmaschine;

[0023] Fig. 2 einen Querschnitt einer erfindungsgemäßen Zahnradmaschine;

[0024] Fig. 3 eine grobschematische Vorderansicht der Zahnräder und der Lagerkörper, wobei die ideale Form des Niederdruckanschlusses gezeigt ist;

[0025] Fig. 4 eine Vorderansicht des Niederdruckanschlusses gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

[0026] Fig. 5 eine Vorderansicht des Niederdruckanschlusses gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung; und

[0027] Fig. 6 eine Vorderansicht des Niederdruckanschlusses gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

[0028] 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.

[0029] 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.

[0030] 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** zueinander 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] Fig. 2 zeigt einen Querschnitt einer erfindungsgemäßen Zahnradmaschine **10**. Der Hoch- und der Niederdruckanschluss **32**; **33** sind gegen-

überliegend 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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**.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] Der minimale Abstand **81** zwischen dem Niederdruckanschluss **33** und der Grenzlinie **80** beträgt wenigstens einen Teilungsabstand (Nr. **57** in **Fig. 2**) der Zahnräder, wobei er 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.

[0043] **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.

[0044] 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**.

[0045] 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.

[0046] 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.

[0047] **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.

[0048] 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.

[0049] 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**.

[0050] **Fig. 6** zeigt eine Vorderansicht des Niederdruckanschlusses **33** gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung. Die Ansichtsrichtung stimmt mit derjenigen der **Fig. 4** und **Fig. 5** überein.

[0051] 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.

[0052] 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.

Bezugszeichenliste

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

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102009012853 A1 [0002]

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, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querschnittsform des Niederdruckanschlusses (33) so ausgebildet ist, dass die Schnittkante (85) einen konstantem Abstand (81) zur zugeordneten Grenzlinie (80) aufweist.

3. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass 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, **dadurch gekennzeichnet**, dass 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, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei ersten Geraden (70) durch wenigstens eine, vorzugsweise zwei, Kreisbögen (73) miteinander verbunden sind.

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

7. Zahnradmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass 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 vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Niederdruckanschluss (33) wenigstens einen Lagerkörper (60) überdeckt.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

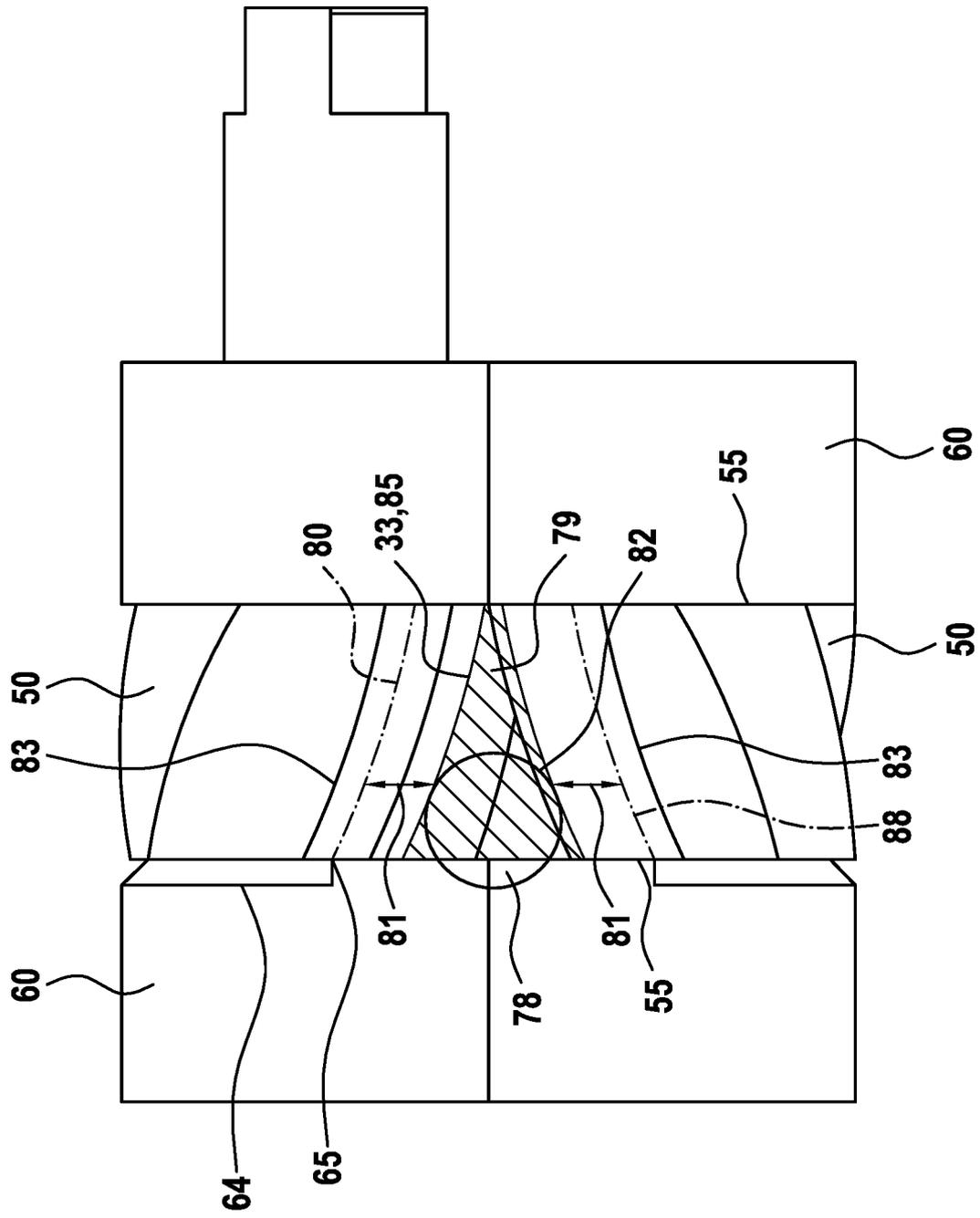


Fig. 3

Fig. 4

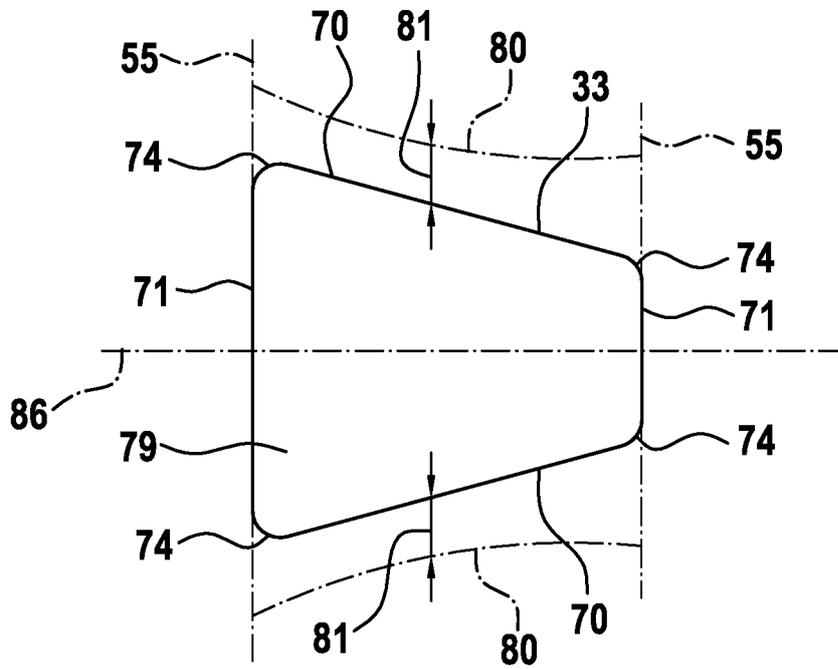


Fig. 5

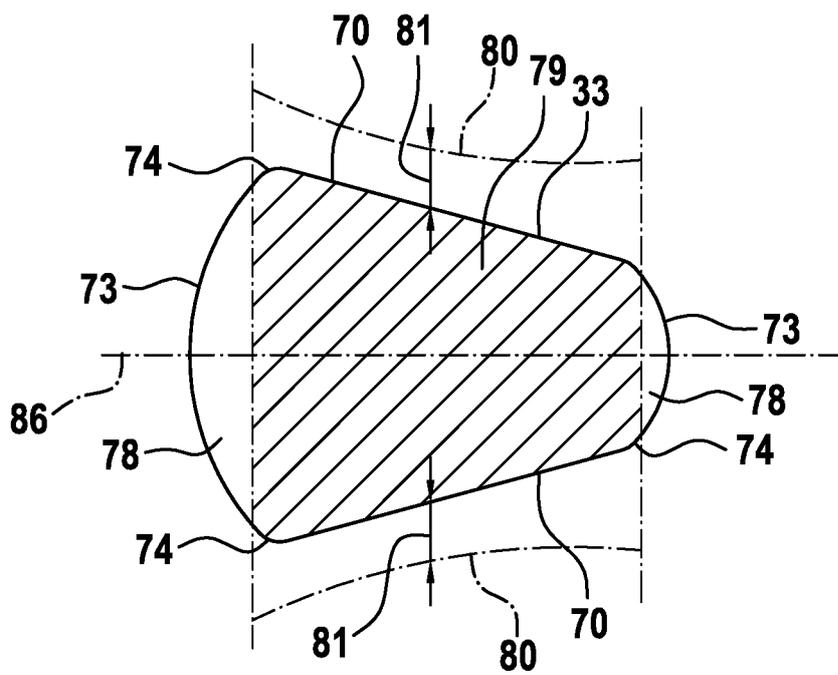


Fig. 6

