



(10) **DE 10 2018 204 086 B4** 2023.10.12

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 204 086.9**

(22) Anmeldetag: **16.03.2018**

(43) Offenlegungstag: **19.09.2019**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **12.10.2023**

(51) Int Cl.: **F04C 15/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

Eckerle Technologies GmbH, 76316 Malsch, DE

(74) Vertreter:

**Gleiss Große Schrell und Partner mbB
Patentanwälte Rechtsanwälte, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

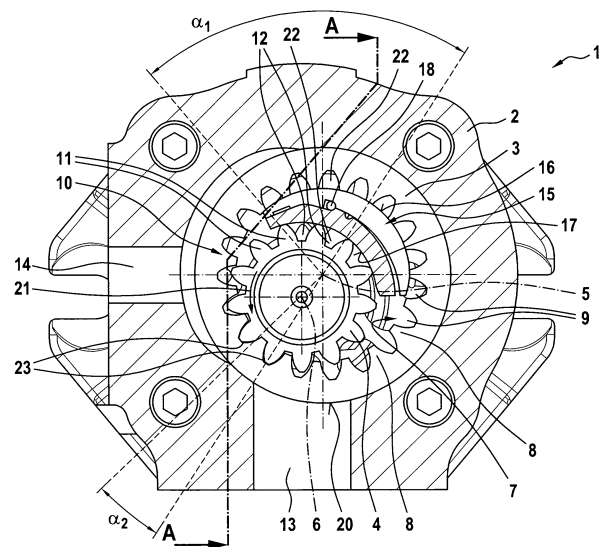
**Goss, Alexander, Dipl.-Ing. (BA), 76135 Karlsruhe,
DE; Ketterer, Dominik, Dipl.-Ing. (BA), 76698
Ubstadt-Weiher, DE; Welschhof, Bernward, Dr.-Ing.,
63762 Großostheim, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	44 40 782	A1
DE	196 13 835	A1
CH	338 650	A
EP	0 012 015	A1

(54) Bezeichnung: **Zahnradfluidmaschine**

(57) Hauptanspruch: Zahnradfluidmaschine (1) zum Fördern eines Fluids von einer Saugseite (13) auf eine Druckseite (14), mit einem Gehäuse (2), einem ersten Zahnrad (3) und einem mit dem ersten Zahnrad (3) zum Fördern des Fluids bereichsweise kämmenden zweiten Zahnrad (4), wobei das erste Zahnrad (3) und das zweite Zahnrad (4) Zahnkammern (9,12) aufweisen, in die Zähne (8,11) des jeweils anderen Zahnrads (3,4) während eines Betriebs der Zahnradfluidmaschine (1) zumindest zeitweise eingreifen, wobei in einem gehäusefesten ersten Drehwinkelbereich (α_1) bezüglich einer Drehachse (5) des ersten Zahnrads (3) oder einer Drehachse (6) des zweiten Zahnrads (4) wenigstens eine Druckaufbaukammer (22) der Zahnkammer (9,12) und in einem gehäusefesten zweiten Drehwinkelbereich (α_2) wenigstens eine Druckabbaukammer (23) der Zahnkammern (9,12) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Druckaufbaukammer (22) zur Umsteuerung über einen Druckspeicher (24) strömungstechnisch mit der Druckseite (14) verbunden ist, oder dass die wenigstens eine Druckabbaukammer (23) zur Umsteuerung über den Druckspeicher (24) strömungstechnisch mit der Druckseite (14) oder der Saugseite (13) verbunden ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zahnradfluidmaschine zum Fördern eines Fluids von einer Saugseite auf eine Druckseite, mit einem Gehäuse, einem ersten Zahnrad und einem mit dem ersten Zahnrad zum Fördern des Fluids bereichsweise kämmenden zweiten Zahnrad, wobei das erste Zahnrad und das zweite Zahnrad Zahnkammern aufweisen, in die Zähne des jeweils anderen Zahnrads während eines Betriebs der Zahnradfluidmaschine zumindest zeitweise eingreifen, wobei in einem gehäusefesten ersten Drehwinkelbereich bezüglich einer Drehachse des ersten Zahnrads oder einer Drehachse des zweiten Zahnrads wenigstens eine Druckaufbaukammer der Zahnkammern und in einem gehäusefesten zweiten Drehwinkelbereich liegende wenigstens eine Druckabbaukammer der Zahnkammern angeordnet ist.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist beispielsweise die Druckschrift DE 196 13 835 A1 bekannt. Diese betrifft eine Innenzahnradmaschine, die ein Gehäuse, ein außenverzahntes Ritzel und ein mit dem Ritzel kämmendes innenverzahntes Hohlrad aufweist. Das Hohlrad ist mit zwischen der einen Zahnkranz aufweisenden Innenseite und der kreisylindrischen Außenseite verlaufenden Fluiddurchlässen versehen und an seiner Außenseite vom Gehäuse beidseitig und im Bereich einer Hochdrucktasche und durch einen sich im Bereich einer sich über die gesamte Höhe des Hohlrades erstreckende Niederdrucktasche befindlichen Gehäusesteg abstützbar. Für ein gutes Saugverhalten der Pumpe besitzt der Gehäusesteg auf Höhe der Fluiddurchlässe des Hohlrades eine in Umlaufrichtung des Hohlrades verlaufende, zum Hohlrad und zur Niederdrucktasche hin offene Nut, sodass auch im Bereich des Gehäusesteges Druckmittel durch die Fluiddurchlässe in den Bereich zwischen den beiden Zahnradern nachfließen kann.

[0003] Weiterhin zeigt die Druckschrift EP 0 012 015 A1 eine Vorrichtung, die dazu geeignet ist, variable Drehmomentbeträge abzugeben oder aufzunehmen oder variable Mengen eines inkompressiblen Fluids bei einem vorbestimmten Druck abzugeben. Die Vorrichtung umfasst eine Verdrängerpumpe, die in der Lage ist, ein kompressibles Fluid und ein inkompressibles Fluid oder eine Mischung aus einem kompressiblen Fluid und einem inkompressiblen Fluid zu fördern, wobei zusätzlich geeignete Drucksteuer- und Durchflussteuermechanismen sowie Verbindungskanäle und, bei Bedarf, Rückschlagventile vorliegen.

[0004] Die Druckschrift CH 338 650 A1 offenbart eine Kraftstoffeinspritzanlage an einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem Primärkreislauf, der eine Niederdruckpumpe und in Strömungsrichtung

hinter dieser eine Primärleitung und ein Verschlussorgan einschließt, wobei von der Primärleitung eine Sekundärleitung ausgeht, an deren Ende sich ein Einspritzventil oder eine Einspritzdüse befindet, und wobei im Betriebszustand die Niederdruckpumpe den Kraftstoff in der Primärleitung bei offenem Verschlussorgan bewegt und durch Schließen des Verschlussorgans jeweils infolge der Verminderung der Geschwindigkeit der Flüssigkeitssäule in der Primärleitung der Einspritzdruck beziehungsweise die Druckwelle erzeugt beziehungsweise ausgelöst werden.

[0005] Schließlich wird in der Druckschrift DE 44 40 782 A1 eine Innenzahnradpumpe mit Verdrängervorsprüngen beschrieben. Ein Hohlrad der Innenzahnradpumpe besitzt eine Innenverzahnung, die mit einem Ritzel mit Außenverzahnung kämmt. Hohlrad oder Ritzel sind angetrieben. Zur Vermeidung von Geräuschen und Druckschwankungen wird die Verzahnung so ausgeführt, dass die Zähne über den jeweiligen Kopfkreis hinaus verlängert und mit einem Vorsprung versehen ist. Der Vorsprung ragt vor dem Bereich, in dem sich die Kopfkreise überdecken, in die durch den Kopfkreis begrenzte, gegenüberliegende Zahnücke. Es entsteht dadurch ein enger Durchlassspalt zwischen den Zahnücken, der einen definierten Außenquerschnitt bildet.

[0006] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Zahnradfluidmaschine vorzuschlagen, welche gegenüber bekannten Zahnradfluidmaschinen Vorteile aufweist, insbesondere Druckpulsationen des Fluids auf der Saugseite und/oder der Druckseite verringert.

[0007] Dies wird erfindungsgemäß mit einer Zahnradfluidmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht. Dabei ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Druckaufbaukammer zur Umsteuerung über einen Druckspeicher strömungstechnisch mit der Druckseite verbunden ist oder dass die wenigstens eine Druckabbaukammer zur Umsteuerung über den Druckspeicher strömungstechnisch mit der Druckseite oder der Saugseite verbunden ist.

[0008] Die Zahnradfluidmaschine dient zum Fördern des Fluids von der Saugseite auf die Druckseite. Sie transportiert insoweit das auf der Saugseite bereitgestellte Fluid in Richtung der Druckseite und stellt es dort wiederum bereit. Das Fördern des Fluids bewirkt vorzugsweise einen Druckanstieg des Fluids, sodass auf der Druckseite der Zahnradfluidmaschine das Fluid einen höheren Druck aufweist als auf der Saugseite. Die Zahnradfluidmaschine weist das Gehäuse auf, in welchem das erste Zahnrad und das zweite Zahnrad angeordnet sind, vorzugsweise vollständig. Die beiden Zahnräder, also das erste Zahnrad und das zweite Zahnrad, kämmen zum Fördern des Fluids bereichsweise, nämlich nur bereichsweise, miteinander. Das erste Zahnrad ist um eine erste

Drehachse und das zweite Zahnrad um eine zweite Drehachse drehbar gelagert.

[0009] Sowohl das erste Zahnrad als auch das zweite Zahnrad weisen jeweils mehrere Zähne auf, welche in Umfangsrichtung zwischen sich Zahnkammern aufnehmen. Die Zähne der Zahnräder begrenzen insoweit die Zahnkammern in Umfangsrichtung. Die Zahnkammern können auch als Zahnluken bezeichnet werden. Es sei darauf hingewiesen, dass die Zahnkammern vorzugsweise in Umfangsrichtung von den Zähnen und in radialer Richtung nach innen begrenzt, jedoch in radialer Richtung nach außen und in axialer Richtung offen sind. Unter den Zahnkammern sind also - bei Betrachtung ausschließlich eines der Zahnräder - keine geschlossenen Kammern zu verstehen. Erst durch Zusammenwirken mit dem jeweils anderen Zahnrad und/oder dem Gehäuse können die Zahnkammern zum Fördern des Fluids zeitweise verschlossen sein.

[0010] Ein Teil der Zähne des jeweils einen Zahnrads greifen während des Betriebs der Zahnradfluidmaschine und einer damit einhergehenden Drehbewegung der beiden Zahnräder zeitweise in einen Teil der Zahnkammern des jeweils anderen Zahnrads ein. In anderen Worten greift ein Teil der Zähne des ersten Zahnrads in einen Teil der Zahnkammern des zweiten Zahnrads und ein Teil der Zähne des zweiten Zahnrads in einen Teil der Zahnkammern des ersten Zahnrads ein. Durch das Eingreifen der Zähne in die Zahnkammern verringert sich das Volumen der Zahnkammern, sodass eine Verdrängung oder Kompression des Fluids und schlussendlich eine Förderwirkung auf das Fluid bewirkt wird.

[0011] Die Zahnradfluidmaschine liegt beispielsweise als Außenzahnradfluidmaschine oder als Innenzahnradfluidmaschine vor. Im Falle der Außenzahnradfluidmaschine verfügen beide Zahnräder jeweils über eine Außenverzahnung und die Zahnräder sind in radialer Richtung bezüglich einer Drehachse des ersten Zahnrads und/oder einer Drehachse des zweiten Zahnrads nebeneinander derart angeordnet, dass die Außenverzahnungen ineinander eingreifen, die Zahnräder also miteinander kämmen. Liegt die Zahnradfluidmaschine hingegen als Innenzahnradfluidmaschine vor, so ist eines der Zahnräder als Hohlrad und ein anderes der Zahnräder als Ritzel ausgebildet. Beispielsweise liegt das erste Zahnrad als Hohlrad und das zweite Zahnrad als Ritzel oder umgekehrt vor. Das Hohlrad weist eine Innenverzahnung auf, wohingegen das Ritzel über eine Außenverzahnung verfügt. Das Ritzel ist in dem Hohlrad beziehungsweise einer zentralen Ausnehmung des Hohlrads derart angeordnet, dass seine Außenverzahnung mit der Innenverzahnung des Hohlrads in Eingriff steht, sodass also wiederum die beiden Zahnräder miteinander kämmen. Die Drehachse des ersten Zahnrads ist parallel beab-

standet von der Drehachse des zweiten Zahnrads angeordnet.

[0012] Falls die Zahnradfluidmaschine als Innenzahnradfluidmaschine ausgestaltet ist, liegt vorzugsweise in dem Hohlrad zusätzlich zu dem Ritzel ein Füllstück vor. Das Füllstück weist bevorzugt in axialer Richtung dieselbe Breite auf wie das erste Zahnrad und/oder das zweite Zahnrad. In anderen Worten erstreckt sich das Füllstück in axialer Richtung über die gesamte Erstreckung des ersten Zahnrads beziehungsweise des zweiten Zahnrads. Das Füllstück dient zur Abdichtung der Saugseite und der Druckseite voneinander. Hierzu liegt das Füllstück mit einer in radialer Richtung nach innen gerichteten Dichtfläche an dem Ritzel beziehungsweise seiner Außenverzahnung und mit einer in radialer Richtung nach außen gerichteten Dichtfläche an dem Hohlrad beziehungsweise seiner Innenverzahnung an.

[0013] Die im Rahmen dieser Beschreibung erläuterte Zahnradfluidmaschine dient zum Fördern des Fluids von der Saugseite auf die Druckseite und ist insoweit als Zahnradpumpe ausgestaltet. Grundsätzlich kann die Zahnradfluidmaschine jedoch auch als Zahnradmotor betrieben werden, welcher Druckenergie des Fluids in mechanische Energie umsetzt. Hierbei liegt auf der Druckseite ein höherer Druck an als auf der Saugseite, sodass das Fluid eine Drehbewegung der Zahnräder erzwingt, um von der Druckseite auf die Saugseite zu gelangen. Üblicherweise kann jede Zahnradpumpe auch als Zahnradmotor und umgekehrt betrieben werden. Entsprechend kann ein Zahnradmotor ebenfalls in Form der Zahnradfluidmaschine zum Fördern des Fluids von der Saugseite auf die Druckseite vorliegen. Die vorliegende Beschreibung erfasst insoweit sowohl die Zahnradpumpe als auch den Zahnradmotor, wobei der Einfachheit halber konkret lediglich auf die Zahnradpumpe eingegangen wird.

[0014] Eine der Zahnkammern oder ein Teil der Zahnkammern liegt in Form der wenigstens einen Druckaufbaukammer und eine andere der Zahnkammern oder ein anderer Teil der Zahnkammern in Form der wenigstens einen Druckabbaukammer vor. Es können also genau eine Druckaufbaukammer oder mehrere Druckaufbaukammern und/oder genau eine Druckabbaukammer oder mehrere Druckabbaukammern vorliegen. Im Rahmen dieser Beschreibung wird teilweise auf mehrere Druckaufbaukammern und mehrere Druckabbaukammern eingegangen. Die Ausführungen sind jedoch unmittelbar übertragbar auf eine Ausgestaltung, in der nur eine einzige Druckaufbaukammer und/oder eine einzige Druckabbaukammer vorliegen. Umgekehrt sind die Ausführungen für eine einzige Druckaufbaukammer beziehungsweise eine einzige Druckabbaukammer auf mehrere Druckaufbaukammern beziehungsweise mehrere Druckabbaukammern übertragbar.

[0015] In dem gehäusefesten Bezugssystem sind die Druckaufbaukammern in dem ersten Drehwinkelbereich und die Druckabbaukammern in dem zweiten Drehwinkelbereich angeordnet. Die Drehwinkelbereiche sind bezüglich der Drehachse des ersten Zahnrads beziehungsweise der Drehachse des zweiten Zahnrads definiert. Im Falle der Innenzahnradfluidmaschine sind die Drehwinkelbereiche vorzugsweise bezüglich der Drehachse des Hohlrads definiert. In den Druckaufbaukammern soll während des Betriebs der Zahnradfluidmaschine Druck aufgebaut werden, insbesondere ausgehend von dem Druck auf der Saugseite und in Richtung des Drucks auf der Druckseite. In anderen Worten wird der Druck in den Druckaufbaukammern ausgehend von dem auf der Saugseite vorliegenden Druck vergrößert, insbesondere bis auf einen Druck, der zwischen dem Druck auf der Saugseite und dem Druck auf der Druckseite liegt, oder sogar bis auf den Druck auf der Druckseite. Hierzu kann die Druckaufbaukammer an die Druckseite der Zahnradfluidmaschine strömungstechnisch angeschlossen sein.

[0016] Bevorzugt ist es vorgesehen, dass die Druckaufbaukammer während des Betriebs der Zahnradfluidmaschine selbst keine Änderung ihres Volumens erfährt, dass also kein Zahn eines der Zahnräder in sie eingreift, nämlich auch bei einer Drehbewegung der Zahnräder jeweils über wenigstens eine ganze Umdrehung hinweg. Aufgrund des Druckaufbaus der Druckaufbaukammer liegt eine Vorsteuerung der Zahnradfluidmaschine vor, aufgrund welcher Druckpulsationen auf der Druckseite und/oder der Saugseite bereits teilweise gemindert werden, weil verhindert wird, dass Fluid mit geringem Druck schlagartig auf die Druckseite oder mit hohem Druck schlagartige auf die Saugseite gelangt, sodass ein Druckausgleich erfolgt, der mit einer Strömung zwischen einer der Zahnkammern und der Druckseite beziehungsweise der Saugseite, insbesondere einer Rückströmung von der Druckseite in eine der Zahnkammern einhergeht.

[0017] Die Druckabbaukammer liegt in Umfangsrichtung bezüglich der Drehachse wenigstens eines der Zahnräder, vorzugsweise des Hohlrads, gesehen zwischen der Druckseite und der Saugseite vor. In die Druckabbaukammer greift beispielsweise permanent einer der Zähne eines der Zahnräder ein, sodass ihr Volumen verringert ist. Die Druckabbaukammer dient dem Verringern des Drucks ausgehend von dem Druck auf der Druckseite in Richtung des Drucks auf der Saugseite. Zumindest soll jedoch verhindert werden, dass der Druck in der Druckabbaukammer größer ist als der Druck auf der Druckseite. Letzteres kann der Fall sein, um eine zuverlässige strömungstechnische Trennung der Druckseite von der Saugseite beziehungsweise umgekehrt zu erzielen.

[0018] Beispielsweise liegt eine der Druckabbaukammer in Umfangsrichtung in Drehrichtung der Zahnräder vorgelagerte der Zahnkammern als Druckkammer vor, welche weder mit der Saugseite noch der Druckseite in strömungstechnischer Verbindung steht. In diese greift ein Zahn eines der Zahnräder weiter ein als die in Drehrichtung vorhergehenden Zähne in die ebenfalls in Drehrichtung vorhergehenden Zahnkammern eingreifen. Entsprechend liegt in dieser Druckkammer ein Druck vor, welcher zumindest dem Druck auf der Druckseite entspricht oder sogar höher ist. Dieser Druck soll im Rahmen der Druckabbaukammer abgebaut werden. Hierzu kann die Druckabbaukammer strömungstechnisch mit der Saugseite verbunden sein, beispielsweise über eine strömungstechnische Drossel. Hierdurch werden jedoch Druckpulsationen auf der Saugseite hervorgerufen, welche unerwünscht sind.

[0019] Aus diesem Grund ist es vorgesehen, die wenigstens eine Druckaufbaukammer und/oder die wenigstens eine Druckabbaukammer zur Umsteuerung mittels des Druckspeichers strömungstechnisch mit der Druckseite und/oder der Saugseite zu verbinden. Beispielsweise ist also die Druckaufbaukammer, nicht jedoch die Druckabbaukammer, über den Druckspeicher an die Druckseite und/oder der Saugseite angeschlossen. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Druckabbaukammer, nicht jedoch die Druckaufbaukammer, strömungstechnisch mit der Druckseite und/oder der Saugseite verbunden ist. Besonders bevorzugt ist jedoch eine Ausgestaltung, bei welcher sowohl die Druckaufbaukammer als auch die Druckabbaukammer jeweils über den Druckspeicher mit der Druckseite und/oder der Saugseite verbunden sind. Aufgrund der strömungstechnischen Verbindung kann ein Druckausgleich oder zumindest ein teilweiser Druckausgleich zwischen der Druckaufbaukammer beziehungsweise der Druckabbaukammer einerseits und der Druckseite und/oder der Saugseite andererseits erfolgen.

[0020] In anderen Worten verändert sich der Druck in der Druckaufbaukammer beziehungsweise der Druck in der Druckabbaukammer in Richtung des Drucks auf der Druckseite beziehungsweise der Saugseite, insbesondere gleicht er sich diesem an. Dieser Vorgang wird auch als Umsteuerung bezeichnet. Auf diese Art und Weise kann bereits ein Teil der Druckpulsationen verhindert werden. Zusätzlich liegt nun die strömungstechnische Verbindung zwischen der Druckaufbaukammer beziehungsweise der Druckabbaukammer und der Druckseite und/oder der Saugseite über den Druckspeicher vor. Der Druckspeicher ist derart bemessen, dass er die Druckpulsationen weiter verringert, insbesondere gänzlich verhindert. Hierzu verfügt er über ein entsprechendes Volumen.

[0021] Bevorzugt ist es vorgesehen, dass die wenigstens eine Druckaufbaukammer an die Druckseite angeschlossen ist, nämlich mittels beziehungsweise über den Druckspeicher. Zusätzlich oder alternativ kann es vorgesehen sein, dass die Druckabbaukammer an die Druckseite oder die Saugseite angeschlossen ist, wiederum mittels des Druckspeichers beziehungsweise eines separaten Druckspeichers. Insoweit können voneinander verschiedene Druckspeicher vorliegen, von welchen einer der Strömungsverbindungen zwischen der Druckaufbaukammer und der Druckseite zugeordnet ist und ein anderer der Strömungsverbindungen zwischen der Druckabbaukammer und der Druckseite oder der Saugseite. Besonders vorteilhaft ist die Druckaufbaukammer an die Druckseite und die Druckabbaukammer an die Saugseite angeschlossen, wobei bevorzugt jeweils ein separater Druckspeicher vorliegt.

[0022] In anderen Worten kann die Druckaufbauseite an die Druckseite angeschlossen sein. Zusätzlich oder alternativ ist die Druckabbauseite ebenfalls an die Druckseite oder - alternativ - an die Saugseite angeschlossen. Hierbei kann jeder der strömungstechnischen Verbindungen ein separater Druckspeicher zugeordnet sein. Sofern im Rahmen dieser Beschreibung von der strömungstechnischen Verbindung zwischen der wenigstens einen Druckaufbaukammer und/oder der wenigstens einen Druckabbaukammer mit der Druckseite die Rede ist, so kann - sofern nichts anderes angegeben ist - stets zusätzlich oder alternativ die strömungstechnische Verbindung zwischen der wenigstens einen Druckaufbaukammer und/oder der wenigstens einen Druckabbaukammer einerseits und der Saugseite andererseits vorliegen.

[0023] Beispielsweise beträgt das Volumen des Druckspeichers mindestens 25 %, mindestens 30 %, mindestens 40 % oder mindestens 50 % eines Fördervolumens der Zahnradfluidmaschine. Auch ein Volumen des Druckspeichers von mindestens 10 %, mindestens 15 % oder mindestens 20 % des Fördervolumens kann jedoch bereits ausreichend sein. Das Fördervolumen kann auch als Verdrängungsvolumen bezeichnet werden. Das Fördervolumen entspricht dem während eines Arbeitszyklusses der Zahnradfluidmaschine, entsprechend genau einer Umdrehung des ersten Zahnrads und/oder des zweiten Zahnrads, verdrängten Fluidvolumens. Das hier beschriebene Fördervolumen entspricht einem geometrischen Fördervolumen, also einem geometrisch berechneten Fördervolumen ohne Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren wie Toleranz, Spiel oder Verformung.

[0024] Unter der strömungstechnischen Verbindung der Druckaufbaukammer beziehungsweise der Druckabbaukammer an die Druckseite und/oder die

Saugseite über den Druckspeicher ist zunächst ganz allgemein zu verstehen, dass sowohl die Druckaufbaukammer und/oder die Druckabbaukammer als auch die Druckseite und/oder die Saugseite strömungstechnisch an den Druckspeicher angeschlossen sind. Vorzugsweise liegt der Druckspeicher hierbei strömungstechnisch zwischen der Druckaufbaukammer beziehungsweise der Druckabbaukammer einerseits und der Druckseite beziehungsweise der Saugseite vor. Falls sowohl die Druckaufbaukammer als auch die Druckabbaukammer strömungstechnisch mit der Druckseite und/oder der Saugseite verbunden ist, ist besonders bevorzugt vorgesehen, dass der Druckspeicher strömungstechnisch zwischen der Druckaufbaukammer und der Druckabbaukammer vorliegt, diese also ausschließlich über den Druckspeicher strömungstechnisch miteinander verbunden sind.

[0025] Grundsätzlich können somit unterschiedliche Ausgestaltungen der Zahnradfluidmaschine realisiert werden. Beispielsweise sind lediglich die Druckaufbaukammer, lediglich die Druckabbaukammer oder sowohl die Druckaufbaukammer als auch die Druckabbaukammer über eine Leitung mit der Druckseite und/oder der Saugseite verbunden. An die Leitung ist ebenfalls der Druckspeicher strömungstechnisch angeschlossen. Besonders bevorzugt ist es jedoch vorgesehen, dass die Druckseite und/oder die Saugseite über den Druckspeicher, insbesondere ausschließlich über den Druckspeicher, mit der Druckaufbaukammer und/oder der Druckabbaukammer strömungstechnisch verbunden ist. Weiterhin ist es besonders bevorzugt vorgesehen, dass auch die Druckaufbaukammer und die Druckabbaukammer lediglich über den Druckspeicher strömungstechnisch miteinander verbunden sind.

[0026] Insoweit kann es vorgesehen sein, dass die Druckaufbaukammer, die Druckabbaukammer und die Druckseite und/oder die Saugseite jeweils strömungstechnisch unabhängig und separat mit dem Druckspeicher verbunden sind, also beispielsweise über Leitungen, welche einerseits an die Druckaufbaukammer, die Druckabbaukammer beziehungsweise die Druckseite und/oder die Saugseite und andererseits an den Druckspeicher angeschlossen sind. Die Leitungen münden hierbei vorzugsweise beabstandet voneinander in den Druckspeicher ein. Mit einer derartigen Ausgestaltung wird eine besonders effektive Dämpfung der Druckpulsationen erzielt.

[0027] Die beschriebene Zahnradfluidmaschine hat den Vorteil, dass in der Druckaufbaukammer und/oder der Druckabbaukammer eine mittels des Druckspeichers gedämpfte Anpassung des jeweils vorliegenden Drucks an den Druck auf der Druckseite und/oder der Saugseite erfolgt. Beispielsweise ist eine Anpassung des Drucks in der Druckaufbaukam-

mer an den Druck auf der Druckseite und/oder eine Anpassung des Drucks in der Druckabbaukammer an den Druck auf der Druckseite oder - alternativ - auf den Druck auf der Saugseite realisiert. Hierdurch werden Druckpulsationen des Fluids in der Zahnradfluidmaschine effektiv und effizient verringert, insbesondere gänzlich vermieden.

[0028] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Druckspeicher an die Druckseite und/oder die Saugseite, die Druckaufbaukammer und die Druckabbaukammer jeweils strömungstechnisch angeschlossen ist. Hierauf wurde vorstehend bereits eingegangen. Eine besonders effektive Dämpfung der Druckpulsationen kann erzielt werden, wenn sowohl der Druck in der Druckaufbaukammer als auch der Druck in der Druckabbaukammer an den Druck auf der Druckseite und/oder der Saugseite angeglichen wird, nämlich mittels des Druckspeichers, besonders bevorzugt über den Druckspeicher. Besonders bevorzugt ist hierbei ein jeweils unabhängiger strömungstechnischer Anschluss von Druckseite und/oder Saugseite, Druckaufbaukammer und Druckabbaukammer an den Druckspeicher.

[0029] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Druckspeicher über einen strömungstechnischen Widerstand mit der Druckseite und/oder der Saugseite strömungstechnisch verbunden ist. Der Druckspeicher ist insoweit nicht unmittelbar an die Druckseite und/oder der Saugseite strömungstechnisch angeschlossen, sondern vielmehr ausschließlich über den strömungstechnischen Widerstand. Unter dem strömungstechnischen Widerstand ist ein Strömungswiderstand zu verstehen, der einen Durchströmungsquerschnitt verengt. Beispielsweise liegt der strömungstechnische Widerstand in Form einer Blende vor, die den Durchströmungsquerschnitt sprunghaft verkleinert. Ein Verhältnis von Länge in Strömungsrichtung und hydraulischem Durchmesser der Blende ist vorzugsweise kleiner als 5, kleiner als 2,5, kleiner als 2, kleiner als 1,5 oder kleiner als 1,0.

[0030] Die Blende stellt in jedem Fall den kleinsten Durchströmungsquerschnitt der strömungstechnischen Verbindung zwischen dem Druckspeicher und der Druckseite und/oder der Saugseite dar. Mittels der Blende wird insoweit eine Drosselung einer Fluidströmung zwischen der Druckseite und/oder der Saugseite einerseits und dem Druckspeicher andererseits beziehungsweise umgekehrt realisiert. Der strömungstechnische Widerstand kann alternativ in Form einer Drossel vorliegen. Die Drossel unterscheidet sich von der Blende in ihrer größeren Länge in Strömungsrichtung. Die Verwendung des strömungstechnischen Widerstands zwischen dem Druckspeicher einerseits und der Druckseite und/oder der Saugseite andererseits stellt ein schnelles Angleichen des Drucks in der Druckaufbaukammer

beziehungsweise der Druckabbaukammer an den auf der Druckseite und/oder der Saugseite beziehungsweise in dem Druckspeicher vorliegenden Druck sicher. Gleichzeitig wird jedoch das Übertragen von Druckpulsationen auf die Druckseite und/oder der Saugseite verhindert, nämlich mittels des strömungstechnischen Widerstands.

[0031] Im Rahmen einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass ein Durchströmungsquerschnitt und/oder ein hydraulischer Durchmesser des strömungstechnischen Widerstands in Abhängigkeit von einem Fördervolumen der Zahnradfluidmaschine, einem Zahnkammervolumen der Zahnkammern und/oder einem Teilkreisdurchmesser des ersten Zahnrads und/oder einem Teilkreisdurchmesser des zweiten Zahnrads gewählt ist. Unter dem Durchströmungsquerschnitt ist vorzugsweise der maximale Durchströmungsquerschnitt über den strömungstechnischen Widerstand beziehungsweise der maximale hydraulische Durchmesser über den strömungstechnischen Widerstand hinweg zu verstehen.

[0032] Beispielsweise werden der Durchströmungsquerschnitt beziehungsweise der hydraulische Durchmesser aus einer der genannten Größen mittels eines Vorfaktors berechnet. Insoweit ist der Durchströmungsquerschnitt beziehungsweise der hydraulische Durchmesser vorzugsweise proportional zu dem Fördervolumen, dem Zahnkammervolumen oder einem der Teilkreisdurchmesser. Im Querschnitt gesehen ist der strömungstechnische Widerstand vorzugsweise rund, sodass er beispielsweise als Bohrung ausgestaltet ist. Ist der hydraulische Durchmesser des Widerstands von einem der Teilkreisdurchmesser abhängig, so beträgt er vorzugsweise höchstens 20 %, höchstens 15 %, höchstens 10 % oder höchstens 5 % des jeweiligen Teilkreisdurchmessers. Vorzugsweise wird im Falle der Innenzahnradfluidmaschine der Teilkreisdurchmesser des Ritzels verwendet.

[0033] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die strömungstechnische Verbindung zwischen dem Druckspeicher und der Druckaufbaukammer und/oder der Druckabbaukammer über wenigstens eine Radialausnehmung des ersten Zahnrads oder wenigstens eine Radialausnehmung des zweiten Zahnrads vorliegt. Unter der Radialausnehmung ist eine Ausnehmung zu verstehen, welche das jeweilige Zahnrad in radialer Richtung durchgreift. Vorzugsweise liegen mehrere Radialausnehmungen vor, welche in Umfangsrichtung voneinander beabstandet an dem jeweiligen Zahnrad ausgebildet sind, insbesondere in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilt.

[0034] Besonders bevorzugt liegt die wenigstens eine Radialausnehmung an dem Hohlrad der Innen-

zahnradfluidmaschine vor. Hierzu ist vorzugsweise das Gehäuse entsprechend ausgestaltet, weist also einen Fluidkanal auf, welcher mit der Radialausnehmung des jeweiligen Zahnrads und über diese mit der Druckaufbaukammer beziehungsweise der Druckabbaukammer in strömungstechnischer Verbindung steht.

[0035] Weiter bevorzugt ist eine solche strömungstechnische Verbindung jeweils zwischen dem Druckspeicher und sowohl der Druckaufbaukammer als auch der Druckabbaukammer vorgesehen, sodass mindestens zwei Fluidkanäle in dem Gehäuse ausgebildet sind, von welchem einer über eine erste der Radialausnehmungen mit der Druckaufbaukammer und eine andere über eine weitere der Radialausnehmungen mit der Druckabbaukammer in strömungstechnischer Verbindung steht. Auf ihren den Radialausnehmungen abgewandten Seiten sind die Fluidkanäle jeweils strömungstechnisch an den Druckspeicher beziehungsweise die Druckseite und/oder die Saugseite angeschlossen.

[0036] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Zahnradfluidmaschine eine Axialscheibe aufweist, die in axialer Richtung zwischen Stirnseiten des ersten Zahnrads und des zweiten Zahnrads und einem in dem Gehäuse ausgebildeten Druckfeld angeordnet ist, wobei die Axialscheibe eine einerseits in die Druckaufbaukammer und andererseits in das Druckfeld einmündende Druckaufbauausgleichsausnehmung und/oder eine einerseits in die Druckabbaukammer und andererseits in das Druckfeld einmündenden Druckabbauausgleichsausnehmung aufweist. Die Axialscheibe dient einer Spaltkompensation der Zahnradfluidmaschine. Sie liegt in axialer Richtung zwischen den Zahnrädern und dem Gehäuse beziehungsweise dem in diesem ausgebildeten Druckfeld vor. Vorzugsweise liegt die Axialscheibe während eines Betriebs der Zahnradfluidmaschine zumindest zeitweise oder sogar permanent an der Stirnseite des ersten Zahnrads und/oder der Stirnseite des zweiten Zahnrads dichtend an.

[0037] In dem Druckfeld ist ein Druck aufbaubar, welcher die Axialscheibe in Richtung der Zahnräder beziehungsweise deren Stirnseiten drängt. Vorzugsweise ist das Druckfeld an die Druckseite und/oder der Saugseite angeschlossen, sodass in dem Druckfeld derselbe oder zumindest näherungsweise derselbe Druck vorliegt wie auf der Druckseite beziehungsweise der Saugseite. Selbstverständlich kann jedoch der Druck in dem Druckfeld aufgrund von Druckverlusten geringfügig niedriger sein als der Druck auf der Druckseite beziehungsweise der Saugseite. Aufgrund der Verwendung der Axialscheibe liegt die Zahnradfluidmaschine als spaltkompensierte Zahnradfluidmaschine vor. In der Axialscheibe ist die Druckaufbauausgleichsausnehmung

oder die Druckabbauausgleichsausnehmung ausgebildet. Besonders bevorzugt sind jedoch sowohl die Druckaufbauausgleichsausnehmung als auch die Druckabbauausgleichsausnehmung in der Axialscheibe ausgebildet.

[0038] Die Druckaufbauausgleichsausnehmung mündet einerseits in die Druckaufbaukammer und andererseits in das Druckfeld ein. Die Druckabbauausgleichsausnehmung mündet einerseits in die Druckabbaukammer und andererseits ebenfalls in das Druckfeld ein. Vorstehend wurde bereits erläutert, dass in dem Druckfeld vorzugsweise ein Druck aufgebaut ist, welcher die Axialscheibe in Richtung der Zahnräder drängt. Hierzu ist das Druckfeld beispielsweise an die Druckseite und/oder die Saugseite angeschlossen. Die strömungstechnische Verbindung zwischen dem Druckfeld einerseits und der Druckseite und/oder der Saugseite andererseits kann grundsätzlich beliebig ausgestaltet sein. Beispielsweise ist in dem Gehäuse eine Verbindungsleitung ausgeführt, welche einerseits an das Druckfeld und andererseits an die Druckseite beziehungsweise die Saugseite strömungstechnisch angeschlossen ist. Die Verwendung der Axialscheibe stellt eine hohe Effizienz der Zahnradfluidmaschine sicher.

[0039] Im Rahmen einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Druckfeld zumindest bereichsweise von einer Druckfelddichtung eingeschlossen ist, die zwischen der Axialscheibe und dem Gehäuse angeordnet ist, wobei die Druckfelddichtung einen Druckaufbaubereich des Druckfelds, in dem die Druckaufbauausgleichsausnehmung einmündet, und einen Druckabbaubereich des Druckfelds, in dem die Druckabbauausgleichsausnehmung einmündet, strömungstechnisch voneinander trennt. Die Druckfelddichtung dient dem Abdichten des Druckfelds. Hierzu umgreift die Druckfelddichtung das Druckfeld in Umfangsrichtung vorzugsweise vollständig. In axialer Richtung liegt die Druckfelddichtung einerseits an dem Gehäuse und andererseits an der Axialscheibe an.

[0040] Das Druckfeld ist in mehrere Bereiche aufgeteilt, nämlich in zumindest den Druckaufbaubereich und den Druckabbaubereich. Diese Bereiche des Druckfelds werden mittels der Druckfelddichtung strömungstechnisch voneinander getrennt, sodass die Druckaufbauausgleichsausnehmung und die Druckabbauausgleichsausnehmung nicht in unmittelbarer Strömungsverbindung stehen. Beispielsweise geht sowohl von dem Druckaufbaubereich als auch von dem Druckabbaubereich jeweils eine Fluidleitung aus, die auf ihren dem Druckfeld abgewandten Enden an den Druckspeicher und/oder die Druckseite und/oder die Saugseite angeschlossen sind. Diese Leitungen sind vorzugsweise in dem Gehäuse ausgebildet. Das Unterteilen des Druckfelds mittels

der Druckfelddichtung ermöglicht einen konstruktiv einfachen Aufbau der Zahnradfluidmaschine.

[0041] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass das Druckfeld in axialer Richtung eine Tiefe aufweist, die mindestens einer Stärke der Axialscheibe in derselben Richtung entspricht. Die Abmessungen des Druckfelds in axialer Richtung sind insoweit mindestens so groß wie die der Axialscheibe, vorzugsweise jedoch größer. Beispielsweise beträgt der Quotient zwischen der Tiefe des Druckfelds und der Stärke der Axialscheibe mindestens 1,5, mindestens 2,0, mindestens 2,5, mindestens 3,0, mindestens 4,0 oder mindestens 5,0. Auf diese Art und Weise wird ein hinreichend großes Volumen des Druckfelds sichergestellt, sodass das Druckfeld als Druckspeicher herangezogen werden kann.

[0042] Eine bevorzugte weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Druckfelddichtung einstückig oder mehrteilig ausgebildet ist. In ersterem Fall liegt die Druckfelddichtung in Form eines Elements vor, welches sowohl das Druckfeld einschließt und zudem den Druckaufbaubereich von dem Druckabbaubereich des Druckfelds strömungstechnisch trennt. Ist hingegen die mehrteilige Ausführungsform der Druckfelddichtung realisiert, so kann beispielsweise ein erstes Element der Druckfelddichtung das Druckfeld einschließen und wenigstens ein weiteres Element den Druckaufbaubereich von dem Druckabbaubereich strömungstechnisch voneinander trennen. Die mehreren Elemente sind hierbei lösbar, insbesondere zerstörungsfrei lösbar, aneinander angeordnet.

[0043] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Druckfeld über eine in dem Gehäuse ausgebildete Fluidleitung und/oder eine in der Axialscheibe ausgebildete Druckseitenanschlussausnehmung an die Druckseite angeschlossen ist. Auf die erstgenannte Ausgestaltung wurde vorstehend bereits hingewiesen. Die Fluidleitung durchgreift das Gehäuse und ist einerseits an das Druckfeld und andererseits an die Druckseite strömungstechnisch angeschlossen, beispielsweise über den Druckspeicher. Zusätzlich oder alternativ kann die Druckseitenanschlussausnehmung in der Axialscheibe ausgebildet sein. Die Druckseitenanschlussausnehmung durchgreift die Axialscheibe derart, dass sie einerseits in das Druckfeld einmündet und andererseits mit der Druckseite in Strömungsverbindung steht. Liegt die Druckfelddichtung vor, so ist in diesem Fall besonders bevorzugt mittels der Druckfelddichtung ein Druckseitenbereich des Druckfelds von ihr eingefasst, sodass der Druckseitenbereich von dem Druckaufbaubereich und/oder dem Druckabbaubereich des Druckfelds strömungstechnisch getrennt ist. Sowohl die Verwendung der Fluidleitung als auch die Ausbildung der Druckseitenanschlus-

sausnehmung ermöglicht ein konstruktiv einfaches Anbinden des Druckfelds an die Druckseite. Anstelle der Druckseitenanschlussausnehmung kann selbstredend eine Saugseitenanschlussausnehmung vorliegen, über die eine strömungstechnische Anbindung an die Saugseite realisiert ist. Hierzu sind die Ausführungen für die Druckseitenanschlussausnehmung und die Druckseite analog heranzuziehen.

[0044] Eine bevorzugte weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Druckseitenanschlussausnehmung als der strömungstechnische Widerstand ausgebildet ist oder der strömungstechnische Widerstand in der Druckseitenanschlussausnehmung angeordnet ist. Die Druckseitenanschlussausnehmung kann insoweit wenigstens bereichsweise oder vollständig als der strömungstechnische Widerstand dienen. Alternativ ist der strömungstechnische Widerstand als separates Bauteil in die Druckseitenanschlussausnehmung eingesetzt. In diesem Fall wird also zunächst die Druckseitenanschlussausnehmung in der Axialscheibe ausgebildet, beispielsweise als Bohrung mit konstantem Durchmesser. Anschließend wird der strömungstechnische Widerstand in sie eingesetzt. Eine derartige Ausgestaltung hat den Vorteil, dass der strömungstechnische Widerstand mit konstruktiv äußerst geringem Aufwand umsetzbar ist.

[0045] Eine besonders bevorzugte weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Druckaufbauausgleichsausnehmung, die Druckabbaubereichsausnehmung und die Druckseitenanschlussausnehmung jeweils eine der folgenden Formen aufweisen: Rundbohrung, Stufenbohrung, Doppelstufenbohrung und Schlitz. Für jede der Ausnehmungen kann die Form jeweils separat gewählt werden. Die Ausnehmungen können also unterschiedliche Formen aufweisen oder alternativ die gleiche Form. Unter der Rundbohrung ist eine Bohrung mit konstantem Durchmesser zu verstehen, wohingegen die Stufenbohrung eine Bohrung mit zwei unterschiedlichen Durchmessern beschreibt.

[0046] Die Doppelstufenbohrung ist eine Bohrung, welche in axialer Richtung bezüglich ihrer Längsmittelachse randseitig größere Durchmesser aufweist als in der Mitte, sodass also die Bohrung auf ihrer der jeweiligen Ausnehmung und dem Druckfeld zugewandten Seite größere Durchmesser aufweist als dazwischen. Die randseitigen Durchmesser sind vorzugsweise die gleichen. Beispielsweise ist unter Verwendung der Stufenbohrung oder der Doppelstufenbohrung der strömungstechnische Widerstand ausgebildet. Alternativ können die Ausnehmungen auch als Schlitz vorliegen, welcher beispielsweise in Form eines Langlochs oder dergleichen ausgebildet ist. Die genannten Formen haben den Vorteil, dass die Ausnehmungen äußerst einfach realisierbar sind.

[0047] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass auf der der Axialscheibe und dem Druckfeld in axialer Richtung gegenüberliegenden Seite der Zahnräder ein weiteres Druckfeld in dem Gehäuse ausgebildet und eine weitere Axialscheibe in axialer Richtung zwischen weiteren Stirnseiten der Zahnräder und dem weiteren Druckfeld angeordnet ist. Die weitere Axialscheibe und das weitere Druckfeld sind grundsätzlich analog zu der Axialscheibe und dem Druckfeld ausgestaltet, sodass auf die weiteren Ausführungen zu diesen im Rahmen dieser Beschreibung verwiesen wird. Dem weiteren Druckfeld kann eine weitere Druckfelddichtung zugeordnet sein, die dieses zumindest bereichsweise einschließt, analog zu der Druckfelddichtung für das Druckfeld. Die Verwendung von Axialscheiben auf gegenüberliegenden Seiten der Zahnräder ermöglicht einen besonders hohen Wirkungsgrad der Zahnradfluidmaschine.

[0048] Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Druckaufbaukammer über das Druckfeld und die Druckabbaukammer über das weitere Druckfeld mit der Druckseite strömungstechnisch verbunden ist. Hierbei ist eine Strömungsverbindung zwischen der Druckaufbaukammer und der Druckseite über das weitere Druckfeld unterbrochen, ebenso eine Strömungsverbindung zwischen der Druckabbaukammer und der Druckseite über das Druckfeld. In anderen Worten ist über jedes der Druckfelder lediglich eine der Kammern mit der Druckseite strömungstechnisch verbunden. Auf diese Art und Weise kann eine besonders gute Anpassung des Drucks in der jeweiligen Kammer beziehungsweise eine besonders effiziente Dämpfung der Druckpulsationen erzielt werden. Beispielsweise sind sowohl das Druckfeld als auch das weitere Druckfeld mit dem Druckspeicher oder jeweils einem Druckspeicher strömungstechnisch verbunden.

[0049] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Druckaufbaukammer und/oder jede Druckabbaukammer unter Umgehung des Druckspeichers zur Umsteuerung über das weitere Druckfeld strömungstechnisch mit der Druckseite und/oder der Saugseite verbunden sind. In anderen Worten liegt die strömungstechnische Verbindung zwischen der Druckaufbaukammer und/oder der Druckabbaukammer einerseits und der Druckseite und/oder der Saugseite andererseits sowohl über den Druckspeicher als auch über das weitere Druckfeld unter Umgehung des Druckspeichers vor. Mithin sind also zwei separate Strömungsverbindungen realisiert. Beispielsweise sind die Strömungsverbindungen derart ausgelegt, dass die Strömungsverbindung über den Druckspeicher einen größeren minimalen Durchströmungsquerschnitt aufweist als die Strömungsverbindung über das weitere Druckfeld. Auf diese Art und Weise können über das weitere

Druckfeld Druckunterschiede sehr rasch ausgeglichen und dennoch mittels des Druckspeichers eine hinreichende Dämpfung der Druckpulsationen erzielt werden. Bevorzugt ist über das Druckfeld die Strömungsverbindung zwischen der Druckaufbaukammer und der Druckseite und über das weitere Druckfeld die Strömungsverbindung zwischen der Druckabbaukammer einerseits und der Druckseite oder der Saugseite andererseits hergestellt. Auch eine umgekehrte Ausgestaltung kann realisiert sein.

[0050] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Druckspeicher als Ausnehmung in dem Gehäuse ausgebildet ist und/oder das Druckfeld und/oder das weitere Druckfeld den Druckspeicher bilden. Der Druckspeicher kann also separat von dem Druckfeld und/oder dem weiteren Druckfeld vorliegen. Hierzu ist er in dem Gehäuse ausgebildet, nämlich als Ausnehmung in dem Gehäuse. Alternativ kann der Druckspeicher in dem Druckfeld beziehungsweise dem weiteren Druckfeld liegen beziehungsweise von diesem gebildet sein. Ersteres hat den Vorteil einer besonders effektiven Dämpfung der Druckpulsationen, letzteres den Vorteil einer äußerst einfachen und kostengünstig herstellbaren Konstruktion. Beispielsweise bilden das Druckfeld und das weitere Druckfeld gemeinsam den Druckspeicher aus. Es kann bevorzugt jedoch vorgesehen sein, dass das Druckfeld und das weitere Druckfeld separate Druckspeicher oder Druckteilspeicher bilden. Beispielsweise stellt das Druckfeld einen Druckaufbauteilspeicher und das weitere Druckfeld einen Druckabbauteilspeicher oder umgekehrt dar.

[0051] Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Druckspeicher einen Druckaufbauteilspeicher und einen Druckabbauteilspeicher aufweist, wobei der Druckaufbauteilspeicher einerseits an die Druckseite und andererseits an die Druckaufbaukammer und der Druckabbauteilspeicher einerseits an die Druckseite und/oder die Saugseite und andererseits an die Druckabbaukammer strömungstechnisch angeschlossen ist. Der Druckspeicher ist insoweit mehrteilig beziehungsweise weist mehrere Fluidvolumen auf. Eines der Fluidvolumen bildet den Druckaufbauteilspeicher und ein anderes der Fluidvolumen den Druckabbauteilspeicher. Die Teilspeicher des Druckspeichers sind strömungstechnisch voneinander getrennt, also zumindest nicht unmittelbar miteinander verbunden.

[0052] Vorzugsweise sind die Teilspeicher lediglich mittelbar über die Druckseite und/oder die Saugseite strömungstechnisch aneinander angeschlossen. Der Druckaufbauteilspeicher ist an die Druckseite angeschlossen, der Druckabbauteilspeicher an die Druckseite oder an die Saugseite. Der Druckaufbauteilspeicher ist nun an die Druckaufbaukammer, nicht jedoch an die Druckabbaukammer strömungstech-

nisch angeschlossen. Der Druckabbauteilspeicher ist lediglich an die Druckabbaukammer, nicht jedoch an die Druckaufbaukammer strömungstechnisch angeschlossen. Die Verwendung separater Teilspeicher für das Ausgleichen von Druckpulsationen in der Druckaufbaukammer und der Druckabbaukammer ermöglicht eine äußerst präzise Abstimmung und mithin eine effektive Dämpfung der Druckpulsationen.

[0053] Schließlich kann im Rahmen einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass ein erster Druckaufbauteilspeicher an wenigstens eine in dem ersten Zahnrad ausgebildete Druckaufbaukammer und ein zweiter Druckaufbauteilspeicher an wenigstens eine in dem zweiten Zahnrad ausgebildete Druckaufbaukammer strömungstechnisch angeschlossen ist, wobei der erste Druckaufbauteilspeicher und der zweite Druckaufbauteilspeicher jeweils an die Druckseite strömungstechnisch angeschlossen sind, und/oder dass ein erster Druckabbauteilspeicher an wenigstens eine in dem ersten Zahnrad ausgebildete Druckabbaukammer und ein zweiter Druckabbauteilspeicher an wenigstens eine in dem zweiten Zahnrad ausgebildete Druckabbaukammer strömungstechnisch angeschlossen ist, wobei der erste Druckabbauteilspeicher und der zweite Druckabbauteilspeicher jeweils an die Druckseite und/oder die Saugseite strömungstechnisch angeschlossen sind. Der Druckspeicher kann insoweit im Vergleich zu den vorstehenden Ausführungen weiter unterteilt werden.

[0054] Beispielsweise ist ein separater Druckausgleich für die in dem ersten Zahnrad und dem zweiten Zahnrad vorliegenden Druckaufbaukammern beziehungsweise Druckabbaukammern vorgesehen. Insoweit liegen wenigstens zwei Druckaufbaukammern beziehungsweise zwei Druckabbaukammern vor, wobei eine der Druckaufbaukammern als Zahnkammer in dem ersten Zahnrad und eine zweite der Druckaufbaukammern als Zahnkammer in dem zweiten Zahnrad vorliegt. Analog liegt eine erste der Druckabbaukammern als Zahnkammer in dem ersten Zahnrad und eine zweite der Druckabbaukammern als Zahnkammer in dem zweiten Zahnrad vor. Eine der Druckaufbaukammern entspricht der eingangs erwähnten Druckaufbaukammer und/oder eine der Druckabbaukammern einer der eingangs erwähnten Druckabbaukammern.

[0055] Es ist nun vorgesehen, den Druckausgleich für die Zahnräder separat vorzunehmen, zumindest für die Druckaufbaukammern oder die Druckabbaukammern. Besonders bevorzugt ist ein separater Druckausgleich sowohl für die Druckaufbaukammern als auch für die Druckabbaukammern vorgesehen, sodass der Druckspeicher schlussendlich vier Teilspeicher aufweist, welche strömungstechnisch von-

einander separat vorliegen, insbesondere lediglich über die Druckseite und/oder die Saugseite mittelbar strömungstechnisch miteinander verbunden sind.

[0056] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert, ohne dass eine Beschränkung der Erfindung erfolgt. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Querschnittsdarstellung durch eine Zahnradfluidmaschine in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 eine schematische Längsschnittsdarstellung durch die Zahnradfluidmaschine in der ersten Ausführungsform,

Fig. 3 eine schematische Querschnittsdarstellung durch die Zahnradfluidmaschine in einer zweiten Ausführungsform, wobei eine Innenseite eines Gehäuses der Zahnradfluidmaschine dargestellt ist, sowie

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform der Zahnradfluidmaschine.

[0057] Die **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer Zahnradfluidmaschine 1, welche als Innenzahnradfluidmaschine ausgestaltet ist. Die Zahnradfluidmaschine 1 verfügt über ein Gehäuse 2, in welchem ein erstes Zahnrad 3 sowie ein zweites Zahnrad 4 angeordnet und jeweils drehbar gelagert sind, nämlich das erste Zahnrad 3 um eine erste Drehachse 5 und das zweite Zahnrad 4 um eine zweite Drehachse 6. Die beiden Drehachsen 5 und 6 sind parallel beabstandet voneinander angeordnet. Das erste Zahnrad 3 liegt in Form eines Hohlrads und das zweite Zahnrad 4 in Form eines Ritzels vor. Entsprechend verfügt das erste Zahnrad 3 über eine Innenverzahnung 7 mit einer Vielzahl von Zähnen 8 und einer Vielzahl von Zahnkammern 9, von welchen jeweils lediglich einige beispielhaft gekennzeichnet sind. Das zweite Zahnrad 4 verfügt über eine Außenverzahnung 10, ebenfalls mit einer Vielzahl von Zähnen 11 und einer Vielzahl von Zahnkammern 12, die wiederum lediglich teilweise gekennzeichnet sind.

[0058] Das zweite Zahnrad 6 ist in dem ersten Zahnrad 3 derart angeordnet, dass die Außenverzahnung 10 des zweiten Zahnrads 4 mit der Innenverzahnung 7 des ersten Zahnrads 3 bereichsweise in Eingriff steht. Durch dieses Kämmen der beiden Zahnräder 3 und 4 wird bei einem Betrieb der Zahnradfluidmaschine 1 Fluid von einer Saugseite 13 auf eine Druckseite 14 der Zahnradfluidmaschine 1 gefördert. Zur strömungstechnischen Trennung der Saugseite 13 und der Druckseite 14 voneinander ist in dem ersten Zahnrad 3 ein Füllstück 15 angeordnet, welches mit einer in radialer Richtung bezüglich der Drehachse 5 außenliegenden Dichtfläche 16 an der Innenverzahnung 7 und mit einer in radialer Richtung innenlie-

genden Dichtfläche 176 an der Innenverzahnung 7 anliegt, insbesondere dichtend anliegt.

[0059] In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Füllstück 15 mehrteilig ausgestaltet und verfügt insoweit über ein in radialer Richtung innenliegendes Element sowie ein in radialer Richtung außenliegendes Element. An dem außenliegenden Element ist die Dichtfläche 16 und an dem innenliegenden Element die Dichtfläche 17 ausgebildet. Das Füllstück 15 ist vorzugsweise mittels einer Welle 18 zum Toleranzausgleich verlagerbar, insbesondere schwenkbar, gelagert.

[0060] In dem ersten Zahnrad 3 sind mehrere, hier nicht erkennbare Radialausnehmungen 19 ausgebildet, welche in radialer Richtung innen in die Zahnkammern 9 des ersten Zahnrads 3 einmünden und andererseits einen Außenumfang 20 des ersten Zahnrads 3 durchgreifen. Vorzugsweise mündet in jede der Zahnkammern 9 des ersten Zahnrads 3 eine der Radialausnehmungen 19 ein. Anders ausgedrückt ist je jeder der Radialausnehmungen 19 genau eine der Zahnkammern 9 des ersten Zahnrads 3 zugeordnet. Über die Radialausnehmungen 19 kann Fluid in die Zahnkammern 9 einströmen und ausströmen.

[0061] Während eines Betriebs der Zahnradfluidmaschine 1 werden die Zahnräder 3 und 4 in der durch den Pfeil 21 angedeuteten Drehrichtung angetrieben. Durch das Zusammenwirken der Innenverzahnung 7 und der Außenverzahnung 10 wird Fluid auf der Saugseite 13 in den Zahnkammern 9 und 12 aufgenommen und in Richtung der Druckseite 14 mitgenommen. Im Bereich der Druckseite 14 greifen die Zähne 8 und 11 in die Zahnkammern 9 und 12 ein, sodass das Fluid aus den Zahnkammern 9 und 12 herausgedrängt wird und auf der Druckseite 14 bereitgestellt wird. Es ist erkennbar, dass in einem gehäusefesten ersten Drehwinkelbereich α_1 die Zahnkammern 9 und 12 mittels des Füllstücks 15 verschlossen sind. Zugleich liegt das erste Zahnrad 3 mit seinem Außenumfang 20 zumindest über einen Teil des ersten Drehwinkelbereichs α_1 an dem Gehäuse 2 derart an, dass die Radialausnehmungen 19 von dem Gehäuse 2 verschlossen sind. In dem ersten Drehwinkelbereich α_1 sind die Innenverzahnung 7 und die Außenverzahnung 10 voneinander beabstandet, sodass ihre Zähne 8 und 11 also nicht in die Zahnkammern 9 und 12 eingreifen. In dem ersten Drehwinkelbereich α_1 liegen die Zahnkammern 9 und 12 zumindest teilweise in Form von Druckaufbaukammern 22 vor, von welchen für jedes der Zahnräder 3 und 4 jeweils eine beispielhaft gekennzeichnet ist.

[0062] Weiterhin liegt ein gehäusefester zweiter Drehwinkelbereich α_2 vor, in welchem die Zähne 8 und 11 in die Zahnkammern 9 und 12 eingreifen.

Gleichzeitig liegt in dem zweiten Drehwinkelbereich α_2 der Außenumfang 20 des ersten Zahnrads 3 derart an dem Gehäuse 2 an, dass die Radialausnehmungen 19 verschlossen sind. In dem zweiten Drehwinkelbereich α_2 liegen die Zahnkammern 9 und 12 zumindest teilweise in Form von Druckabbaukammern 23 vor, von welchen für jedes der Zahnräder 3 und 4 wiederum eine gekennzeichnet ist. Grundsätzlich können genau eine Druckaufbaukammer 22 oder mehrere Druckaufbaukammern 22 vorliegen. Ebenso können genau eine Druckabbaukammer 23 oder mehrere Druckabbaukammern 23 realisiert sein. Nachfolgend wird lediglich von der Druckaufbaukammer 22 und der Druckabbaukammer 23 gesprochen. Die Ausführungen sind jedoch stets auf mehrere Druckaufbaukammern 22 und mehrere Druckabbaukammern 23 analog übertragbar.

[0063] Die Drehwinkelbereiche α_1 und α_2 können unterschiedlich definiert sein. So sind sie in der hier dargestellten Ausführungsform bezüglich der Drehachse 6 des zweiten Zahnrads 4 definiert. Alternativ könnten sie jedoch bezüglich der Drehachse 5 des ersten Zahnrads 3 definiert sein. Beispielsweise ist ein Ende der Druckseite bei 0° vorgesehen. Zwischen 3° und 9° , beispielsweise bei 6° , beginnt die Saugseite. Der zweite Drehwinkelbereich α_2 liegt bevorzugt zwischen dem Ende der Druckseite und dem Beginn der Saugseite, also zwischen 0° und mindestens 3° bis höchstens 9° . Die Saugseite endet bevorzugt zwischen 200° und 220° , beispielsweise bei 210° . Zwischen dem Ende der Saugseite und einem Drehwinkel zwischen 220° und 240° , insbesondere von 230° , liegt der erste Drehwinkelbereich α_1 . Das Ende des ersten Drehwinkelbereichs α_1 entspricht vorzugsweise dem Beginn der Druckseite.

[0064] Im Rahmen der Zahnradfluidmaschine 1 ist es vorgesehen, dass die wenigstens eine Druckaufbaukammer 22 und/oder die wenigstens eine Druckabbaukammer 23 zur Umsteuerung mittels eines Druckspeichers 24 (hier nicht dargestellt) strömungstechnisch mit der Druckseite 14 verbunden sind. Hierdurch wird eine effektive Dämpfung von Druckschwankungen erzielt. Besonders bevorzugt sind sowohl die wenigstens eine Druckaufbaukammer 22 als auch die wenigstens eine Druckabbaukammer 23 mittels des Druckspeichers 24 an die Druckseite 14 strömungstechnisch angeschlossen. Zusätzlich oder alternativ kann die Druckabbaukammer 23 an die Saugseite 13 strömungstechnisch angeschlossen sein. Beispielsweise ist es also vorgesehen, dass die Druckaufbaukammer 22 an die Druckseite 14 und die Druckabbaukammer 23 an die Saugseite 13 strömungstechnisch angeschlossen sind, vorzugsweise jeweils über einen Druckspeicher.

[0065] Die Fig. 2 zeigt eine Längsschnittdarstellung durch einen Bereich der Zahnradfluidmaschine 1,

nämlich gemäß den Schnittmarken A-A der **Fig. 1**. Zu erkennen ist das erste Zahnrad 3, welches drehbar an dem Gehäuse 2 gelagert ist. Ebenso erkennbar sind die Radialausnehmungen 19, von welchen lediglich einige beispielhaft gekennzeichnet sind. Aufgrund der Schnittführung ist das zweite Zahnrad 4 nicht zu erkennen. Dargestellt ist jedoch die Drehachse 6 des zweiten Zahnrads 4. Zur Spaltkompensation verfügt die Zahnradfluidmaschine 1 über eine Axialscheibe 25 sowie eine weitere Axialscheibe 26.

[0066] Die Axialscheibe 25 liegt in axialer Richtung bezüglich der Drehachse 6 gesehen zwischen einer Stirnseite 27 des ersten Zahnrads 3 sowie einem Druckfeld 28 vor. Analog hierzu liegt die Axialscheibe 26 in axialer Richtung zwischen einer Stirnseite 29 des ersten Zahnrads 3 sowie einem weiteren Druckfeld 30 vor. Die Axialscheiben 25 und 26 sowie die Druckfelder 29 und 30 sind in axialer Richtung auf gegenüberliegenden Seiten des Zahnrads 3 angeordnet. Es ist erkennbar, dass sowohl die Axialscheiben 25 und 26 als auch die Druckfelder 28 und 30 spiegelbildlich identisch aufgebaut sind. Entsprechend wird nachfolgend lediglich auf die Axialscheibe 25 sowie das Druckfeld 21 eingegangen. Die Ausführungen sind jedoch stets analog auf die Axialscheibe 26 und das Druckfeld 30 übertragbar.

[0067] Das Druckfeld 28 ist mittels einer Druckfelddichtung 31 abgedichtet, welche einerseits an dem Gehäuse 2 und andererseits an der Axialscheibe 25 anliegt. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Druckaufbaukammer 22 über das Druckfeld 28 an die Druckseite 14 angeschlossen. Hierbei bildet das Druckfeld 28 den Druckspeicher 24 aus und weist hierzu entsprechende Dimensionen auf. Beispielsweise beträgt das Volumen des Druckspeichers 24 und mithin das Volumen des Druckfelds 28 mindestens 25 % oder mehr eines Fördervolumens der Zahnradfluidmaschine 1. Ebenso ist eine Tiefe des Druckfelds 28 in axialer Richtung deutlich größer als eine Stärke der Axialscheibe 25 in derselben Richtung. Beispielsweise ist die Tiefe des Druckfelds 28 um einen Faktor von mindestens 2, mindestens 3, mindestens 4 oder mindestens 5 größer als die Stärke der Axialscheibe 25.

[0068] Eine strömungstechnische Verbindung der Druckaufbaukammer 22 zu dem Druckfeld 28 liegt über eine Druckaufbauausgleichsausnehmung 32 vor, welche vorzugsweise als Rundbohrung mit durchgehend konstantem Durchmesser ausgebildet ist. Die strömungstechnische Verbindung zwischen dem Druckfeld 28 und der Druckseite 14 liegt über eine Druckseitenanschlussausnehmung 33 vor, die in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel als Doppelstufenbohrung ausgestaltet ist. Durch diese Ausgestaltung der Druckseitenanschlussausnehmung 33 ist ein strömungstechnischer Widerstand 34 realisiert, welcher in der hier dargestellten Ausführungsform als strömungstechnische Blende vorliegt.

Insoweit erfolgt eine Drosselung der strömungstechnischen Verbindung zwischen dem Druckfeld 28 und der Druckseite 14.

[0069] Nicht dargestellt ist hier eine Druckabbauausgleichsausnehmung, welche einerseits in das Druckfeld 28 und andererseits in die Druckabbaukammer 23 einmündet. Die Druckaufbauausgleichsausnehmung 32, die Druckabbauausgleichsausnehmung sowie die Druckseitenanschlussausnehmung 33 sind über das Druckfeld 28 und mithin den Druckspeicher 24 strömungstechnisch miteinander verbunden. Hierdurch wird eine hervorragende Dämpfung der Druckschwankungen in der Zahnradfluidmaschine 1 erzielt.

[0070] Die **Fig. 3** zeigt eine schematische Schnittdarstellung der Zahnradfluidmaschine 1 in einer zweiten Ausführungsform, wobei lediglich eine innere Stirnseite des Gehäuses 2 zu erkennen ist. In dem Gehäuse 2 ist, wie vorstehend bereits beschrieben, das Druckfeld 30 ausgebildet, welchem wiederum die Druckfelddichtung 31 zugeordnet ist. Die Druckfelddichtung 31 umgreift das Druckfeld 30 in wenigstens einer Richtung vollständig. Zusätzlich verfügt die Druckfelddichtung 31 in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel über zwei Trennstufen 35 und 36, die das Druckfeld 30 in einen Druckaufbaubereich 37, einen Druckseitenbereich 38 sowie einen Druckabbaubereich 39 aufteilt.

[0071] Innerhalb des Druckfelds 30 sind der Druckaufbaubereich 37, der Druckseitenbereich 38 und der Druckabbaubereich 39 mittels der Druckfelddichtung 31 strömungstechnisch vollständig voneinander separiert. Der Druckaufbaubereich 37 steht über die vorstehend bereits erläuterte Druckaufbauausgleichsausnehmung 32 in Strömungsverbindung mit der Druckaufbaukammer 22, der Druckseitenbereich 38 über die Druckseitenanschlussausnehmung 33 in Strömungsverbindung mit der Druckseite 14 und der Druckabbaubereich 39 über die Druckabbauausgleichsausnehmung in Strömungsverbindung mit der Druckabbaukammer 23. Dem Druckaufbaubereich 37, dem Druckseitenbereich 38 und dem Druckabbaubereich 39 sind Fluidleitungen 40, 41 und 42 zugeordnet, die in den jeweiligen Bereich 37, 38 beziehungsweise 39 einerseits einmünden.

[0072] Andererseits sind die Fluidleitungen 40, 41 und 42 an den Druckspeicher 24 angeschlossen, welcher im Rahmen der hier dargestellten Ausführungsform als Ausnehmung in dem Gehäuse 2 vorliegt, welche von dem Druckfeld 28 beziehungsweise 30 verschieden ist. Die Fluidleitungen 40, 41 und 42 können gemeinsam an den Druckspeicher 24 angeschlossen sein, also vor dem Erreichen des Druckspeichers 24 zu einer einzigen Fluidleitung zusammengeführt sein. Besonders bevorzugt sind die

Fluidleitungen 40, 41 und 42 jedoch separat voneinander an den Druckspeicher 24 angeschlossen, sodass sie beabstandet voneinander in diesen einmünden. Hierdurch wird eine besonders effektive Dämpfung der Druckpulsationen erzielt.

[0073] Die Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung der Zahnradfluidmaschine 1 in einer dritten Ausführungsform. Angedeutet ist, dass die Druckaufbaukammer 22 über einen Druckaufbauteilspeicher 43 des Druckspeichers 24 und den strömungstechnischen Widerstand 34 an die Druckseite 14 angeschlossen ist. Die Druckabbaukammer 23 hingegen ist über einen Druckabbauteilspeicher 44 des Druckspeichers 24 und einen weiteren strömungstechnischen Widerstand 45 an die Druckseite 14 angeschlossen. Hierdurch wird ein separater Druckausgleich in der Druckaufbaukammer 22 und der Druckabbaukammer 23 realisiert, sodass eine weitere Dämpfung der Druckpulsationen erfolgt.

[0074] Angedeutet ist zudem ein Winkelbereich α_3 , in welchem die Zähne 8 und 11 in die Zahnkammern 9 und 12 beginnen einzugreifen. Hierdurch wird das in den Zahnkammern 9 und 12 befindliche Fluid in Richtung der Druckseite 14 gedrängt. In einem Drehwinkelbereich α_4 hingegen geraten die Zähne 9 und 11 immer weiter außer Eingriff mit den Zahnkammern 9 und 12, sodass Fluid von der Saugseite 13 nachströmen kann. Zur weiteren Reduzierung der Druckpulsationen kann es vorgesehen sein, dass Zahnkammern 12 in dem Drehwinkelbereich α_4 über einen Druckspeicher 46 und einen strömungstechnischen Widerstand 47 an die Saugseite 13 angeschlossen sind.

[0075] Während des Betriebs der vorstehend beschriebenen Zahnradfluidmaschine 1 treten Druckpulsationen lediglich in stark verringertem Ausmaß auf, sodass ein deutlich ruhiger Lauf erzielt wird. Es sei darauf hingewiesen, dass zwar verschiedene Ausführungsform der Zahnradfluidmaschine 1 erläutert wurden, die einzelnen Merkmale jedoch zwischen den unterschiedlichen Ausführungsformen übertragen werden können. Die beschriebenen Ausführungsformen sind insoweit nicht nur separat zu betrachten, vielmehr können aus ihnen sinnvolle Merkmalskombinationen der Zahnradfluidmaschine 1 abgeleitet werden.

Patentansprüche

1. Zahnradfluidmaschine (1) zum Fördern eines Fluids von einer Saugseite (13) auf eine Druckseite (14), mit einem Gehäuse (2), einem ersten Zahnrad (3) und einem mit dem ersten Zahnrad (3) zum Fördern des Fluids bereichsweise kämmenden zweiten Zahnrad (4), wobei das erste Zahnrad (3) und das zweite Zahnrad (4) Zahnkammern (9,12) aufweisen, in die Zähne (8,11) des jeweils anderen Zahnrads

(3,4) während eines Betriebs der Zahnradfluidmaschine (1) zumindest zeitweise eingreifen, wobei in einem gehäusefesten ersten Drehwinkelbereich (α_1) bezüglich einer Drehachse (5) des ersten Zahnrads (3) oder einer Drehachse (6) des zweiten Zahnrads (4) wenigstens eine Druckaufbaukammer (22) der Zahnkammer (9,12) und in einem gehäusefesten zweiten Drehwinkelbereich (α_2) wenigstens eine Druckabbaukammer (23) der Zahnkammern (9,12) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Druckaufbaukammer (22) zur Umsteuerung über einen Druckspeicher (24) strömungstechnisch mit der Druckseite (14) verbunden ist, oder dass die wenigstens eine Druckabbaukammer (23) zur Umsteuerung über den Druckspeicher (24) strömungstechnisch mit der Druckseite (14) oder der Saugseite (13) verbunden ist.

2. Zahnradfluidmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckspeicher (24) an die Druckseite (14) und/oder die Saugseite (13), die Druckaufbaukammer (22) und die Druckabbaukammer (23) jeweils strömungstechnisch angeschlossen ist.

3. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckspeicher (24) über einen strömungstechnischen Widerstand (34,45) mit der Druckseite (14) und/oder der Saugseite (13) strömungstechnisch verbunden ist.

4. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein maximaler Durchströmungsquerschnitt und/oder ein hydraulischer Durchmesser des strömungstechnischen Widerstands (34,45) in Abhängigkeit von einem Fördervolumen der Zahnradfluidmaschine (1), einem Zahnkammervolumen der Zahnkammern (9,12) und/oder einem Teilkreisdurchmesser des ersten Zahnrads (3) und/oder einem Teilkreisdurchmesser des zweiten Zahnrads (4) gewählt ist.

5. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die strömungstechnische Verbindung zwischen dem Druckspeicher (24) und der Druckaufbaukammer (22) und/oder der Druckabbaukammer (23) über wenigstens eine Radialausnehmung (19) des ersten Zahnrads (3) oder wenigstens eine Radialausnehmung des zweiten Zahnrads (4) vorliegt.

6. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zahnradfluidmaschine (1) eine Axialscheibe (25) aufweist, die in axialer Richtung zwischen Stirnseiten (27) des ersten Zahnrads (3) und des zweiten Zahnrads (4) und einem in dem Gehäuse (2) ausgebildeten Druckfeld (28) angeord-

net ist, wobei die Axialscheibe (25) eine einerseits in die Druckaufbaukammer (22) und andererseits in das Druckfeld (28) einmündende Druckaufbauausgleichsausnehmung (32) und/oder eine einerseits in die Druckabbaukammer (23) und andererseits in das Druckfeld (28) einmündende Druckabbauausgleichsausnehmung (33) aufweist.

7. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Druckfeld (28) zumindest bereichsweise von einer Druckfelddichtung (31) eingeschlossen ist, die zwischen der Axialscheibe (25) und dem Gehäuse (2) angeordnet ist, wobei die Druckfelddichtung (31) einen Druckaufbaubereich (37) des Druckfelds (30), in den die Druckaufbauausgleichsausnehmung (32) einmündet, und einen Druckabbaubereich (39) des Druckfelds (30), in den die Druckabbauausgleichsausnehmung einmündet, strömungstechnisch voneinander trennt.

8. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Druckfeld (28) über eine in dem Gehäuse (2) ausgebildete Fluidleitung (40,41,42) und/oder eine in der Axialscheibe (25) ausgebildete Druckseitenanschlussausnehmung (33) an die Druckseite (14) angeschlossen ist.

9. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckseitenanschlussausnehmung (33) als der strömungstechnische Widerstand (34) ausgebildet ist oder der strömungstechnische Widerstand (34) in der Druckseitenanschlussausnehmung (33) angeordnet ist.

10. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der der Axialscheibe (25) und dem Druckfeld (28) in axialer Richtung gegenüberliegenden Seite der Zahnräder (3,4) ein weiteres Druckfeld (30) in dem Gehäuse (2) ausgebildet und eine weitere Axialscheibe (26) in axialer Richtung zwischen weiteren Stirnseiten (29) der Zahnräder (3,4) und dem weiteren Druckfeld (30) angeordnet ist.

11. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckaufbaukammer (22) über das Druckfeld (28) und die Druckabbaukammer (23) über das weitere Druckfeld (30) mit der Druckseite (14) strömungstechnisch verbunden ist.

12. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckaufbaukammer (22) und/oder die Druckabbaukammer (23) unter Umgehung des Druckspeichers (24) zur Umsteuerung über das weitere Druckfeld (30) strömungstechnisch mit der

Druckseite (14) und/oder der Saugseite (13) verbunden sind.

13. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckspeicher (24) als Ausnehmung in dem Gehäuse (2) ausgebildet ist und/oder das Druckfeld (28) und/oder das weitere Druckfeld (30) den Druckspeicher (24) bilden.

14. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckspeicher (24) einen Druckaufbauteilspeicher (43) und einen Druckabbauaufbauteilspeicher (44) aufweist, wobei der Druckaufbauteilspeicher (43) an die Druckseite (14) und an die Druckaufbaukammer (22) und der Druckabbauaufbauteilspeicher (44) an die Druckseite (14) oder die Saugseite (13) einerseits und an die Druckabbaukammer (23) andererseits strömungstechnisch angeschlossen ist.

15. Zahnradfluidmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erster Druckaufbauteilspeicher an wenigstens eine in dem ersten Zahnrad (3) ausgebildete Druckaufbaukammer (22) und ein zweiter Druckaufbauteilspeicher an wenigstens eine in dem zweiten Zahnrad (4) ausgebildete Druckaufbaukammer strömungstechnisch angeschlossen ist, wobei der erste Druckaufbauteilspeicher und der zweite Druckaufbauteilspeicher jeweils an die Druckseite (14) strömungstechnisch angeschlossen sind, und/oder dass ein erster Druckabbauaufbauteilspeicher an wenigstens eine in dem ersten Zahnrad (3) ausgebildete Druckabbaukammer (22) und ein zweiter Druckabbauaufbauteilspeicher an wenigstens eine in dem zweiten Zahnrad (4) ausgebildete Druckabbaukammer (23) strömungstechnisch angeschlossen ist, wobei der erste Druckabbauaufbauteilspeicher und der zweite Druckabbauaufbauteilspeicher jeweils an die Druckseite (14) und/oder die Saugseite (13) strömungstechnisch angeschlossen sind.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

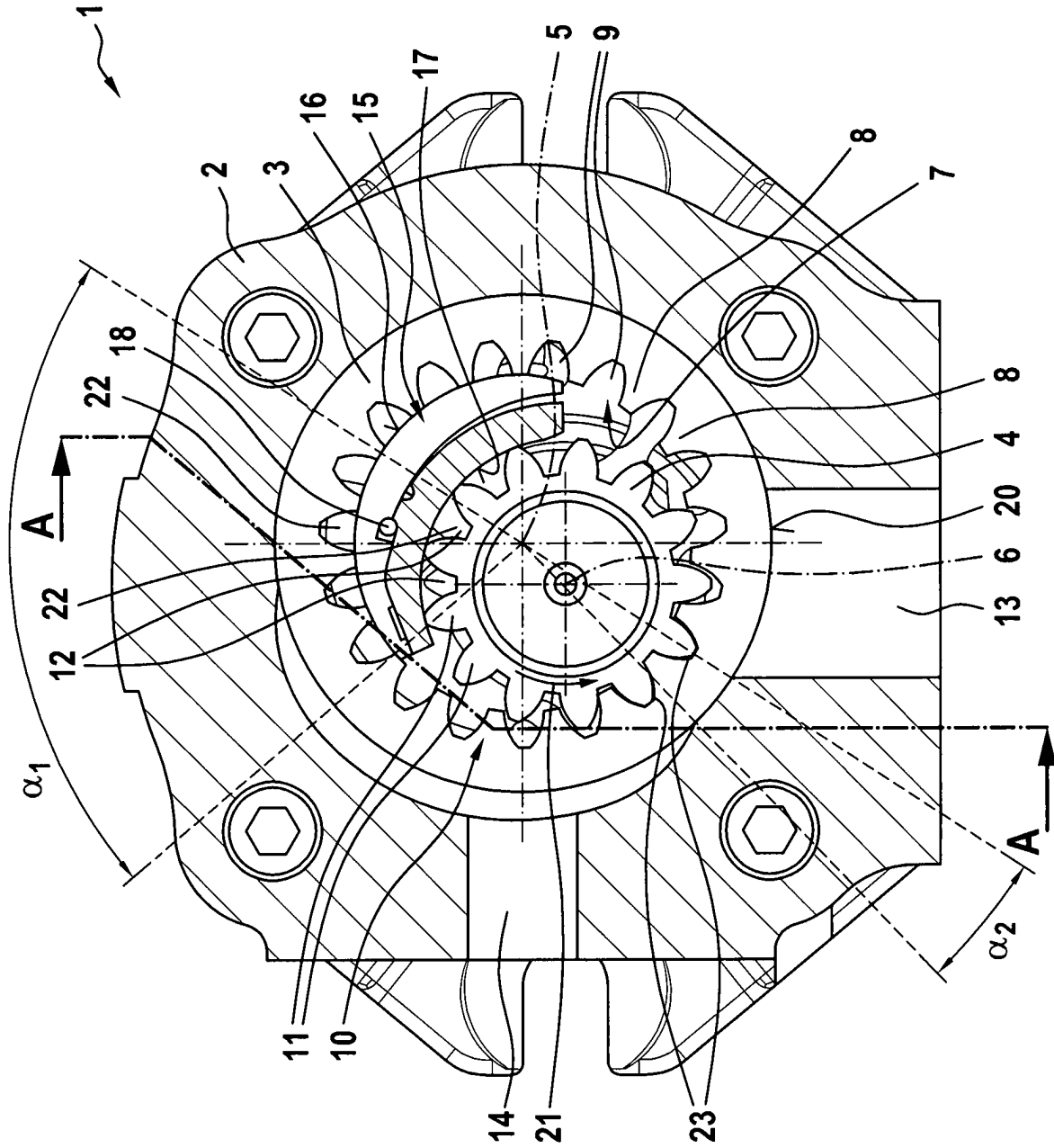


Fig. 1

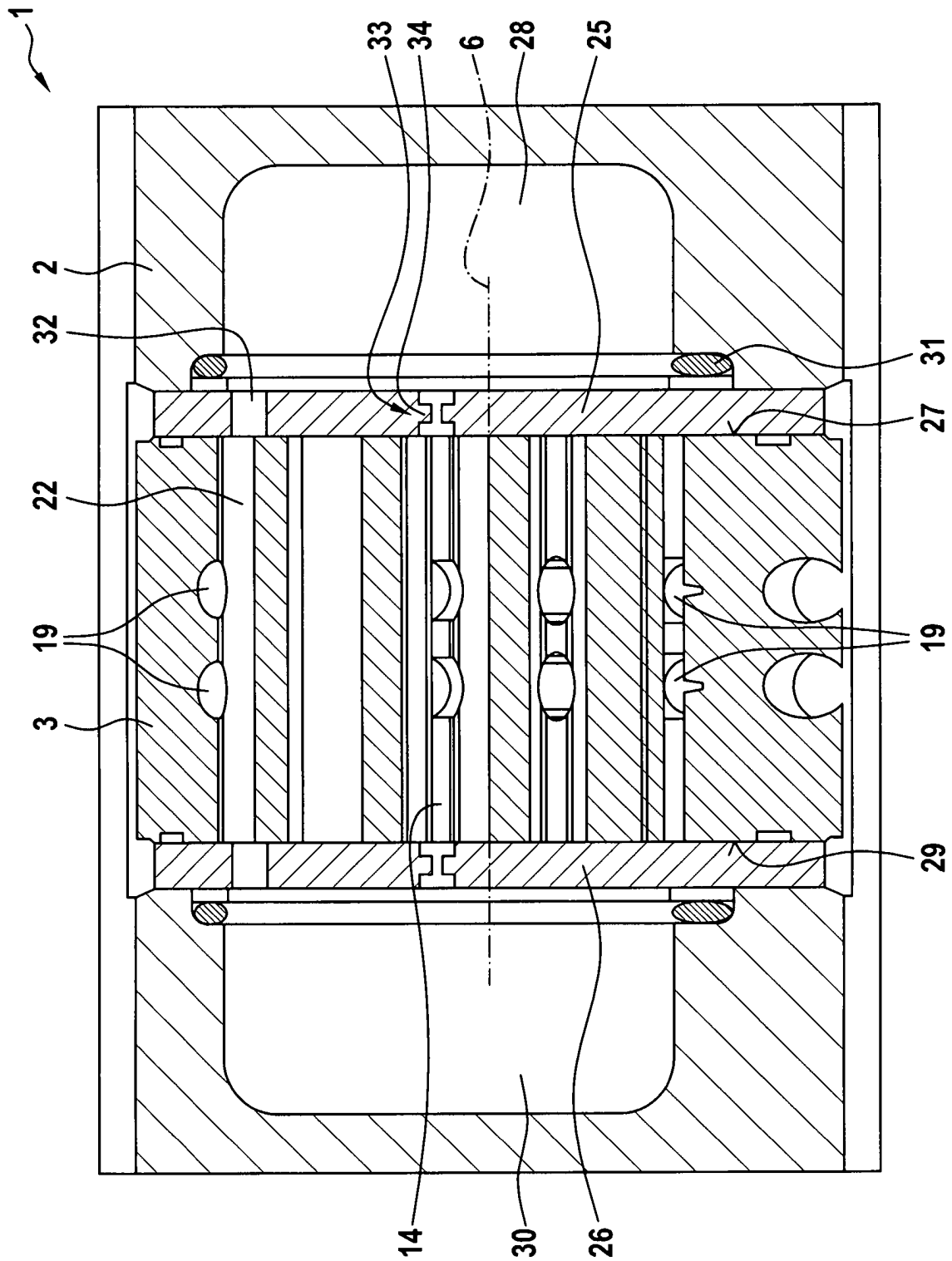


Fig. 2

Fig. 3

