

(19)



(11)

EP 4 160 019 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.04.2023 Patentblatt 2023/14

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04C 2/344 ^(2006.01) **F04C 14/22** ^(2006.01)
F04C 15/06 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22198807.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04C 2/3442; F04C 2/3446; F04C 14/226;
F04C 15/06

(22) Anmeldetag: **29.09.2022**

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

(30) Priorität: **04.10.2021 DE 102021125709**

(71) Anmelder: **Schwäbische Hüttenwerke Automotive GmbH**
73433 Aalen (DE)

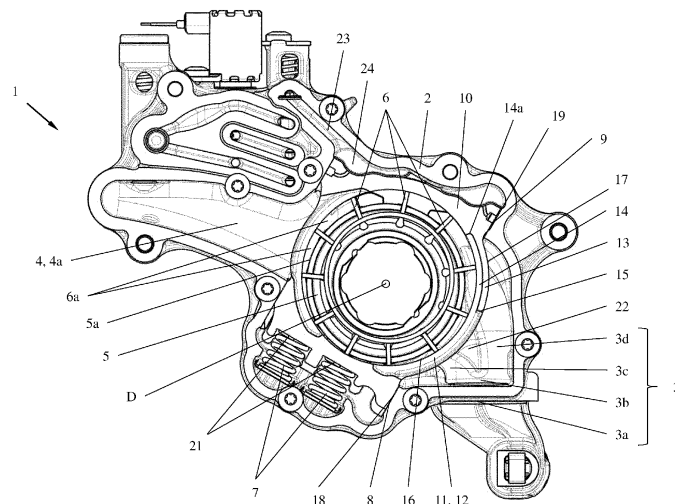
(72) Erfinder:
• **Raatschen, Moritz**
88427 Bad Schussenried (DE)
• **Finsterle, Thomas**
88212 Ravensburg (DE)
• **Eisele, Fabian**
88518 Herbertingen (DE)
• **Jäggel, Gerd**
88521 Ertingen (DE)

(74) Vertreter: **SSM Sandmair**
Patentanwälte Rechtsanwalt
Partnerschaft mbB
Joseph-Wild-Straße 20
81829 München (DE)

(54) ROTATIONSPUMPE MIT EINER VERSTELLEINRICHTUNG

(57) Rotationspumpe mit verstellbarem Fördervolumen, wobei die Rotationspumpe ein Pumpengehäuse mit einem Niederdruckeinlass und einem Hochdruckauslass für ein zu förderndes Fluid, einen im Pumpengehäuse um eine Drehachse drehbar angeordneten Förderrotor mit mehreren über den Umfang des Förderrotors verteilten Fördermitteln zur Förderung des Fluids vom Niederdruckeinlass zum Hochdruckauslass, und ein in Bezug auf das Pumpengehäuse translatorisch hin und her bewegliches Stellelement zur Verstellung des Fördervolumens der Rotationspumpe umfasst, wobei das Stelle-

lement einlassseitig einen ersten Umfangsabschnitt, der sich umfänglich in Drehrichtung des Förderrotors erstreckt und dessen axiale Breite kleiner ist als die axiale Breite der Fördermittel, und einen zweiten Umfangsabschnitt, der sich dem ersten Umfangsabschnitt in Drehrichtung des Förderrotors anschließt und dessen axiale Breite größer ist als die axiale Breite des ersten Umfangsabschnitts, aufweist, wobei ein Übergang vom ersten Umfangsabschnitt zum zweiten Umfangsabschnitt in jeder Stellung des Stellelements im Niederdruckeinlass angeordnet ist.



Figur 1

EP 4 160 019 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rotationspumpe mit verstellbarem Fördervolumen. Die Rotationspumpe umfasst ein Pumpengehäuse mit einem Niederdruckeinlass und einem Hochdruckauslass. Innerhalb des Pumpengehäuses ist ein um eine Drehachse drehbarer Förderrotor angeordnet. Der Förderrotor weist mehrere Fördermittel auf, um ein zu förderndes Fluid vom Niederdruckeinlass zum Hochdruckauslass zu fördern. Die über den Umfang des Förderrotors verteilten Fördermittel können insbesondere in Bezug auf die Drehachse des Förderrotors radial beweglich sein. Zur Verstellung des Fördervolumens der Rotationspumpe ist im Pumpengehäuse ein translatorisch bewegbares Stellelement angeordnet. Vorzugsweise begrenzt das Stellelement mit einer Innenmantelfläche die Bewegung der Fördermittel nach radial außen.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Rotationspumpe mit verstellbarem Fördervolumen bekannt, bei denen das Stellelement zur Verstellung des Fördervolumens in Bezug auf die Drehachse des Förderrotors dreh- und/oder schwenkbar im Pumpengehäuse angeordnet ist. Dabei begrenzt das Stellelement mit seiner Innenmantelfläche einen Förderbereich der Rotationspumpe radial außen. Die Stellelemente dieser bekannten Rotationspumpen weisen zwangsläufig Umfangsabschnitte auf, die in jeder Stellung des Stellelements im Niederdruckeinlass angeordnet sind. Es gibt immer einen Umfangsabschnitt des Stellelements, der radial zwischen dem Förderrotor, insbesondere dem Förderbereich, und dem über den Niederdruckeinlass einströmenden Fluid, angeordnet ist. Um dennoch eine radiale Zuströmung bzw. Versorgung des Förderbereichs mit Fluid sicherstellen zu können, weisen die besagten Umfangsabschnitte regelmäßig eine axiale Breite auf, die kleiner ist als die axiale Breite der Fördermittel.

[0003] Die aus dem Stand der Technik bekannten Rotationspumpen haben den Nachteil, dass die radiale Zuströmung in Drehrichtung des Förderrotors abnimmt. Dies ist darin begründet, dass in den Förderbereich eingeströmtes Fluid in Umfangsrichtung mitgenommen und beschleunigt wird, so dass es einer in Drehrichtung des Förderrotors zunehmenden Zentrifugalkraft ausgesetzt ist und nach radial außen drängt. Dieser Effekt beeinflusst das Förderverhalten negativ. Es kann sogar dazu kommen, dass ein Teil des Fluids nach radial außen in den Niederdruckeinlass zurückströmt. Dieser unerwünschte Effekt ist hauptsächlich abhängig von der Drehgeschwindigkeit des Förderrotors und tritt bei allen Stellungen des Stellelements auf und stört insbesondere in Stellungen maximalen Fördervolumens.

[0004] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Rotationspumpe bereitzustellen, die ein verbessertes Förderverhalten aufweist und kostengünstig herzustellen ist.

[0005] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren.

[0006] Die erfindungsgemäße Rotationspumpe umfasst ein Pumpengehäuse mit einem Niederdruckeinlass und einem Hochdruckauslass für ein zu förderndes Fluid. Innerhalb des Pumpengehäuses ist ein um eine Drehachse drehbarer Förderrotor angeordnet. Der Förderrotor weist mehrere über den Umfang des Förderrotors verteilte Fördermittel auf, welche in Bezug auf die Drehachse des Förderrotors beispielsweise radial oder mit radialer Richtungskomponente bewegbar sein können. Die Fördermittel können an einem Rotorgrundkörper des Förderrotors angeordnet sein. Zur Verstellung des Fördervolumens der Rotationspumpe umfasst die Rotationspumpe ein in Bezug auf das Pumpengehäuse translatorisch hin und her bewegliches Stellelement.

[0007] Unter einer "translatorischen Bewegung" wird eine Änderung der Lage des entsprechenden Bauteils in Bezug auf das Pumpengehäuse verstanden, bei der alle Bestandteile des Bauteils dieselbe Verschiebung erfahren, d.h. zu einem gegebenen Zeitpunkt einen gleichen Geschwindigkeits- und/oder gleichen Beschleunigungsvektor aufweisen.

[0008] Unter einer "rotatorischen Bewegung" bzw. einer "Drehbewegung" wird eine Änderung der Lage des entsprechenden Bauteils in Bezug auf das Pumpengehäuse verstanden, bei der sich alle Bestandteile des Bauteils kreisförmig um eine gemeinsame Achse bewegen.

[0009] Vorzugsweise begrenzen eine Außenmantelfläche des Rotors, insbesondere eine Außenmantelfläche des Rotorgrundkörpers, und eine Innenmantelfläche des Stellelements einen Förderbereich der Rotationspumpe radial. Axial kann der Förderbereich durch die axiale Erstreckung der Fördermittel definiert sein. Innerhalb des Förderbereichs können jeweils zwei benachbarte Fördermittel gemeinsam mit der Außenmantelfläche des Rotors, insbesondere der Außenmantelfläche des Rotorgrundkörpers, und der Innenmantelfläche des Stellelements eine Förderzelle bilden. Vorzugsweise ändert sich das Zellvolumen einer Förderzelle im Betrieb der Rotationspumpe (bei Drehung des Förderrotors). Der Förderbereich kann einen Niederdruckbereich und einen Hochdruckbereich aufweisen. Der Niederdruckbereich ist beispielsweise dadurch definiert, dass sich das Zellvolumen der Förderzellen in Drehrichtung des Förderrotors vergrößert. Der Hochdruckbereich ist beispielsweise dadurch definiert, dass sich das Zellvolumen der Förderzellen in Drehrichtung des Förderrotors verkleinert.

[0010] Der Niederdruckeinlass erstreckt sich bevorzugt von einem Fluidanschluss an der Außenwand des Pumpengehäuses bis zum oder in den Förderbereich, insbesondere bis zum oder in den Niederdruckbereich. Über den Niederdruckeinlass kann das zu fördernde Fluid dem Förderbereich zugeführt werden. Davon unabhängig kann der Niederdruckeinlass mehrere Teilabschnitte aufweisen. Beispielsweise kann sich in Strömungsrichtung des zu fördernden Fluids an den Fluidanschluss ein Einlasskanal anschließen. Der Einlasskanal erstreckt sich vorteilhafterweise vom Fluidan-

schluss bis zu einer Außenmantelfläche des Stellelements. Der Einlasskanal kann ein Durchgang oder Kanal im Pumpengehäuse sein. Ab der Außenmantelfläche des Stellelements kann der Einlasskanal in einen Zuführabschnitt übergehen. Der Zuführabschnitt kann einen oder mehrere Teilkanäle und/oder Taschen und/oder Vertiefungen und/oder Nieren im Pumpengehäuse aufweisen. Diese ermöglichen vorzugsweise eine axiale Versorgung des Niederdruckbereichs des Förderbereichs mit dem Fluid. Davon unabhängig kann der Zuführabschnitt auch Aussparungen und/oder Vertiefungen in anderen Bauteilen der Rotationspumpe, wie beispielsweise dem Stellelement, umfassen, um eine Versorgung, insbesondere eine radiale Versorgung, des Förderbereichs, insbesondere des Niederdruckbereichs, mit Fluid zu ermöglichen.

[0011] Der Hochdruckauslass erstreckt sich vom Förderbereich, insbesondere vom Hochdruckbereich, bis zu einem Fluidauslass an der Außenwand des Pumpengehäuses. Über den Hochdruckauslass kann das geförderte Fluid vom Förderbereich, insbesondere vom Hochdruckbereich, abgeführt werden. Davon unabhängig kann der Hochdruckauslass mehrere Teilabschnitte aufweisen. Beispielsweise kann sich in Strömungsrichtung des zu fördernden Fluids ein Auslassabschnitt an den Förderbereich, insbesondere an den Hochdruckbereich, anschließen. Der Auslassabschnitt kann durch einen oder mehrere Teilkanäle, Taschen, Vertiefungen und/oder Nieren im Pumpengehäuse gebildet werden. Diese ermöglichen vorzugsweise eine axiale Abführung des geförderten Fluids vom Förderbereich, insbesondere vom Hochdruckbereich. Davon unabhängig kann der Auslassabschnitt auch Aussparungen und/oder Vertiefungen in anderen Bauteilen der Rotationspumpe, wie beispielsweise dem Stellelement, umfassen, um eine Abführung, insbesondere eine radiale Abführung, des Fluids vom Förderbereich, insbesondere vom Hochdruckbereich, zu ermöglichen. Ab der Außenmantelfläche des Stellelements kann der Auslassbereich in einen Auslasskanal übergehen. Der Auslasskanal erstreckt sich vorteilhafterweise von der Außenmantelfläche des Stellelements bis zum Fluidauslass. Der Auslasskanal kann ein Durchgang oder Kanal im Pumpengehäuse sein.

[0012] Das in Bezug auf das Pumpengehäuse translatorisch hin und her bewegliche Stellelement kann insbesondere zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position translatorisch hin und her bewegt werden. Vorzugsweise weist die Rotationspumpe in der ersten Position ein maximales Fördervolumen auf. In der zweiten Position weist die Rotationspumpe vorzugsweise ein minimales Fördervolumen auf. Das Stellelement kann einteilig sein. Vorzugsweise ist es in einem Stück geformt.

[0013] Das Stellelement umfasst einlassseitig, also beispielsweise dem Niederdruckeinlass, insbesondere dem Einlasskanal, zugewandt, einen ersten Umfangsabschnitt und einen zweiten Umfangsabschnitt. Beide Umfangsabschnitte erstrecken sich umfänglich in Drehrichtung des Förderrotors, wobei sich der zweite Umfangsabschnitt in Drehrichtung des Förderrotors an den ersten Umfangsabschnitt anschließt, vorzugsweise unmittelbar anschließt. Der erste Umfangsabschnitt weist eine axiale Breite auf, die kleiner als die axiale Breite der Fördermittel ist. Erfindungsgemäß weist der zweite Umfangsabschnitt eine axiale Breite auf, die größer als die axiale Breite des ersten Umfangsabschnitts ist. Die axiale Breite des zweiten Umfangsabschnitts kann dennoch kleiner als die axiale Breite der Fördermittel sein. Bevorzugt entspricht die axiale Breite des zweiten Umfangsabschnitts jedoch zumindest im Wesentlichen der axialen Breite der Fördermittel. Unter dem Begriff "im Wesentlichen" ist an dieser Stelle eine zulässige Abweichung zu verstehen, die nicht über die Herstellungstoleranzen hinausgeht, insbesondere weniger als 0,5 mm beträgt.

[0014] Der erste Umfangsabschnitt und der zweite Umfangsabschnitt können den Förderbereich, insbesondere den Niederdruckbereich, in jeder Stellung des Stellelements zumindest teilweise radial begrenzen. Bei einer beispielhaften Ausführungsform ist der erste Umfangsabschnitt in jeder Stellung des Stellelements zumindest teilweise radial zwischen dem Förderrotor und dem Einlasskanal des Niederdruckeinlasses angeordnet. Alternativ oder zusätzlich ist der zweite Umfangsabschnitt in jeder Stellung des Stellelements zumindest teilweise radial zwischen dem Förderrotor und dem Einlasskanal des Niederdruckeinlasses angeordnet. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist sowohl der erste Umfangsabschnitt als auch der zweite Umfangsabschnitt in jeder Stellung des Stellelements jeweils zumindest teilweise, vorzugsweise über die jeweilige Umfangserstreckung vollständig, radial zwischen dem Förderrotor und dem Einlasskanal des Niederdruckeinlasses angeordnet.

[0015] Die Bezeichnung "jede Stellung des Stellelements" umfasst die erste Position, die zweite Position und jede andere Position, die das Stellelement zwischen der ersten und der zweiten Position einnehmen kann.

[0016] In vorteilhaften Ausführungsformen ist der Förderbereich, insbesondere der Niederdruckbereich des Förderbereichs, über den ersten Umfangsabschnitt in radialer Richtung unmittelbar fluidkommunizierend mit dem Niederdruckeinlass, insbesondere dem Einlasskanal, verbunden. Vorzugsweise ist diese fluidkommunizierende Verbindung zwischen dem Förderbereich, insbesondere dem Niederdruckbereich, und dem Niederdruckeinlass, insbesondere dem Einlasskanal, in jeder Stellung des Stellelements gegeben. Alternativ oder zusätzlich wird eine unmittelbare Fluidkommunikation zwischen dem Förderbereich, insbesondere dessen Niederdruckbereich, und dem Niederdruckeinlass, insbesondere dem Einlasskanal, in radialer Richtung durch den zweiten Umfangsabschnitt verhindert. Die Verhinderung der Fluidkommunikation zwischen dem Förderbereich, insbesondere dem Niederdruckbereich des Förderbereichs, und dem Niederdruckeinlass, insbesondere dem Einlasskanal, durch den zweiten Umfangsabschnitt ist vorteilhafterweise in jeder Stellung des Stellelements gegeben. Solch eine Ausführungsform hat den Vorteil, dass das Fluid, welches dem Förderbereich, insbesondere dessen Niederdruckbereich, über den ersten Umfangsabschnitt bereits zugeführt wurde,

nicht aufgrund der Zentrifugalkraft über den zweiten Umfangsabschnitt wieder aus dem Förderbereich, nach radial außen hinausgedrückt werden kann.

[0017] Der erste Umfangsabschnitt kann in Drehrichtung des Förderrotors zu Beginn des Niederdruckbereichs vorgesehen sein. Vorzugsweise erstreckt sich der erste Umfangsabschnitt in jeder Stellung des Stellelements über weniger als 70% der Umfangserstreckung des Niederdruckbereichs. Besonders bevorzugt erstreckt sich der erste Umfangsabschnitt in jeder Stellung des Stellelements über weniger als 60% der Umfangserstreckung des Niederdruckbereichs. Die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des ersten Umfangsabschnitts kann größer sein als die maximale umfängliche Erstreckung von zwei benachbarten Förderzellen. Anders formuliert ist die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des ersten Umfangsabschnitts vorzugsweise größer als der maximale umfängliche Abstand zwischen den zwei äußersten Fördermitteln von insgesamt drei benachbarten Fördermitteln. Davon unabhängig kann die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des ersten Umfangsabschnitts kleiner sein als die maximale umfängliche Erstreckung von drei benachbarten Förderzellen. Die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des ersten Umfangsabschnitts ist vorteilhafterweise kleiner als der maximale umfängliche Abstand zwischen den zwei äußersten Fördermitteln von insgesamt vier benachbarten Fördermitteln.

[0018] Der zweite Umfangsabschnitt kann sich in Drehrichtung des Förderrotors bis zum Ende des Niederdruckbereichs, grundsätzlich auch über den Niederdruckbereich hinaus erstrecken, solange die Förderzellen sich nicht wieder vergrößern. Vorzugsweise erstreckt sich der zweite Umfangsabschnitt in jeder Stellung des Stellelements über mehr als 30% der Umfangserstreckung des Niederdruckbereichs. Besonders bevorzugt erstreckt sich der zweite Umfangsabschnitt in jeder Stellung des Stellelements über mehr als 40% der Umfangserstreckung des Niederdruckbereichs. Die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des zweiten Umfangsabschnitts kann größer sein als die maximale umfängliche Erstreckung von einer Förderzelle. Anders formuliert ist die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des zweiten Umfangsabschnitts vorzugsweise größer als der maximale umfängliche Abstand zwischen zwei benachbarten Fördermitteln. Davon unabhängig kann die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des zweiten Umfangsabschnitts kleiner sein als die maximale umfängliche Erstreckung von zwei benachbarten Förderzellen. Die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des zweiten Umfangsabschnitts ist vorzugsweise kleiner als der maximale umfängliche Abstand zwischen den zwei äußersten Fördermitteln von insgesamt drei benachbarten Fördermitteln.

[0019] Ein Übergang vom ersten Umfangsabschnitt zum zweiten Umfangsabschnitt ist in jeder Stellung des Stellelements im Niederdruckeinlass angeordnet. Bei dem Übergang kann es sich beispielsweise um einen zur Drehachse des Förderrotors parallelen Absatz des Stellelements handeln. Bei einer solchen Ausführungsform weist der Übergang nahezu keinerlei Erstreckung in Umfangsrichtung auf. Alternativ kann der Übergang auch als Rampe ausgebildet sein. Mit anderen Worten kann der Übergang vom ersten Umfangsabschnitt zum zweiten Umfangsabschnitt in Drehrichtung des Förderrotors durch eine Zunahme der axialen Breite des Stellrings erfolgen. Bei einer solchen Ausführungsform weist der Übergang eine Erstreckung in Umfangsrichtung auf. Der Übergang kann linear, konkav und/oder konvex ausgebildet sein. Ein in Umfangsrichtung kurzer, am besten stufenförmiger Übergang, wird bevorzugt.

[0020] Zur translatorischen Verstellung des Stellelements kann das Stellelement mehrere Gleitflächen aufweisen. Vorzugsweise liegt jede Gleitfläche des Stellelements an einer korrespondierenden Gleitfläche des Pumpengehäuses an. Wird das Stellelement verstellt, können die Gleitflächen des Stellelements an korrespondierenden Gleitflächen des Pumpengehäuses entlang gleiten, um translatorische Bewegungen des Stellelements in Bezug auf das Pumpengehäuse zu ermöglichen und vorteilhafterweise zu führen.

[0021] Bei einer beispielhaften Weiterbildung sind zumindest zwei Gleitflächen des Stellelements als Dichtgleitflächen ausgebildet. Jede der Dichtgleitflächen kann zumindest eine Dichtkante umfassen, die dem Niederdruckeinlass zugewandt ist. Vorteilhafterweise dichten die jeweiligen Dichtkanten den Niederdruckeinlass im Gleitkontakt von Pumpengehäuse und Stellelement ab. Beispielsweise kann das Stellelement eine erste Dichtgleitfläche aufweisen, die in Umfangsrichtung, insbesondere entgegen der Drehrichtung des Förderrotors, neben dem ersten Umfangsabschnitt vorgesehen ist. Zusätzlich kann das Stellelement eine zweite Dichtgleitfläche aufweisen, die in Umfangsrichtung, insbesondere in Drehrichtung des Förderrotors, neben dem zweiten Umfangsabschnitt vorgesehen ist. Davon unabhängig weist die erste Dichtgleitfläche vorteilhafterweise eine erste Dichtkante auf. Die zweite Dichtgleitfläche kann eine zweite Dichtkante aufweisen.

[0022] Die erste Dichtgleitfläche kann eine erste imaginäre Ebene definieren. Beispielsweise kann die erste imaginäre Ebene durch die erste Dichtkante der ersten Dichtgleitfläche und einer weiteren, zur ersten Dichtkante orthogonalen, Kante der ersten Dichtgleitfläche aufgespannt werden. Die zweite Dichtgleitfläche kann eine zweite imaginäre Ebene definieren. Beispielsweise kann die zweite imaginäre Ebene durch die zweite Dichtkante der zweiten Dichtgleitfläche und einer weiteren, zur zweiten Dichtkante orthogonalen, Kante der zweiten Dichtgleitfläche aufgespannt werden. Vorteilhafterweise ist die erste imaginäre Ebene parallel zur zweiten imaginären Ebene ausgerichtet. Die erste imaginäre Ebene kann parallel versetzt oder deckungsgleich zur zweiten imaginären Ebene ausgerichtet sein.

[0023] In einer beispielhaften Ausführungsform erstreckt sich die erste imaginäre Ebene in jeder Stellung des Stellelements zwischen der Drehachse des Förderrotors und dem Übergang des Stellelements. Vorzugsweise wird der Übergang von der ersten imaginären Ebene weder geschnitten noch tangiert. Davon unabhängig kann sich die zweite ima-

ginäre Ebene in jeder Stellung des Stellelement zwischen der Drehachse des Förderrotors und dem Übergang erstrecken. Vorzugsweise wird der Übergang von der zweiten imaginären Ebene weder geschnitten noch tangiert. Bei einer beispielhaften Weiterbildung erstrecken sich beide imaginären Ebenen zwischen der Drehachse des Förderrotors und dem Übergang. Vorteilhafterweise wird der Übergang weder von der ersten imaginären Ebene noch von der zweiten imaginären Ebene geschnitten oder tangiert.

[0024] Der Übergang kann einen in Umfangsrichtung, insbesondere entgegen der Drehrichtung des Förderrotors gemessenen Abstand zur ersten Dichtkante aufweisen. Dieser Abstand kann größer oder gleich einem in Umfangsrichtung, insbesondere in Drehrichtung des Förderrotors gemessenen Abstand zur zweiten Dichtkante sein. Vorzugsweise ist der in Umfangsrichtung, insbesondere entgegen der Drehrichtung des Förderrotors gemessene Abstand des Übergangs zur ersten Dichtkante größer als der in Umfangsrichtung, insbesondere in Drehrichtung des Förderrotors gemessene Abstand des Übergangs zur zweiten Dichtkante.

[0025] Der in Umfangsrichtung, insbesondere entgegen der Drehrichtung des Förderrotors, gemessene Abstand zwischen dem Übergang und der ersten Dichtkante kann größer sein als die maximale umfängliche Erstreckung von zwei benachbarten Förderzellen. Anders formuliert ist der in Umfangsrichtung, insbesondere entgegen der Drehrichtung des Förderrotors, gemessene Abstand zwischen dem Übergang und der ersten Dichtkante vorzugsweise größer als der maximale umfängliche Abstand zwischen den zwei äußersten Fördermitteln von insgesamt drei benachbarten Fördermitteln. Davon unabhängig kann der in Umfangsrichtung, insbesondere entgegen der Drehrichtung des Förderrotors, gemessene Abstand zwischen dem Übergang und der ersten Dichtkante kleiner sein als die maximale umfängliche Erstreckung von drei benachbarten Förderzellen. Der in Umfangsrichtung, insbesondere entgegen der Drehrichtung des Förderrotors, gemessene Abstand zwischen dem Übergang und der ersten Dichtkante ist vorzugsweise kleiner als der maximale umfängliche Abstand zwischen den zwei äußersten Fördermitteln von insgesamt vier benachbarten Fördermitteln.

[0026] Der in Umfangsrichtung, insbesondere in Drehrichtung des Förderrotors, gemessene Abstand zwischen dem Übergang und der zweiten Dichtkante kann größer sein als die maximale umfängliche Erstreckung von einer Förderzelle. Anders formuliert ist der in Umfangsrichtung, insbesondere in Drehrichtung des Förderrotors, gemessene Abstand zwischen dem Übergang und der zweiten Dichtkante vorzugsweise größer als der maximale umfängliche Abstand zwischen zwei benachbarten Fördermitteln. Davon unabhängig kann der in Umfangsrichtung, insbesondere in Drehrichtung des Förderrotors, gemessene Abstand zwischen dem Übergang und der zweiten Dichtkante kleiner sein als die maximale umfängliche Erstreckung von zwei benachbarten Förderzellen. Der in Umfangsrichtung, insbesondere in Drehrichtung des Förderrotors, gemessene Abstand zwischen dem Übergang und der zweiten Dichtkante ist vorzugsweise kleiner als der maximale umfängliche Abstand zwischen den zwei äußersten Fördermitteln von insgesamt drei benachbarten Fördermitteln.

[0027] Der erste Umfangsabschnitt kann eine axiale Vertiefung aufweisen. Vorzugsweise erstreckt sich die Vertiefung über die gesamte radiale Breite des ersten Umfangsabschnitts. Die umfängliche Erstreckung des ersten Umfangsabschnitts kann durch die umfängliche Erstreckung der Vertiefung definiert sein. Vorzugsweise umfasst die Vertiefung einen Vertiefungsgrund, der durch zwei Vertiefungswandungen in Umfangsrichtung begrenzt wird. Eine der Vertiefungswandungen kann durch den Übergang gebildet werden.

[0028] In einer beispielhaften Weiterbildung weist der zweite Umfangsabschnitt eine Ausnehmung auf. Vorzugsweise ist die Ausnehmung nach radial innen, zum Förderrotor hin, offen. In radialer und/oder axialer Richtung ist die Ausnehmung vorzugsweise nicht durchgängig. Mit anderen Worten erstreckt sich die Ausnehmung nicht über die gesamte axiale und/oder radiale Breite des zweiten Umfangsabschnitts. Die Ausnehmung kann sich in Umfangsrichtung, insbesondere entgegen der Drehrichtung des Förderrotors, bis zum ersten Umfangsabschnitt erstrecken. In die entgegengesetzte Umfangsrichtung, insbesondere in Drehrichtung des Förderrotors, wird die Ausnehmung vorteilhafterweise durch eine Wandung des Stellelements begrenzt. Die vom ersten Umfangsabschnitt ausgehende und in Umfangsrichtung, insbesondere in Drehrichtung des Förderrotors, gemessene Erstreckung der Ausnehmung kann kleiner oder gleich einem maximalen umfänglichen Abstand zwischen zwei benachbarten Fördermitteln sein, vorzugsweise ist sie jedoch größer als ein maximaler umfänglicher Abstand zwischen zwei benachbarten Fördermitteln.

[0029] Im Betrieb der Rotationspumpe kann das zu fördernde Fluid beispielsweise vom Niederdruckeinlass über den ersten Umfangsabschnitt in die Ausnehmung einströmen. Die Ausnehmung kann so ausgebildet sein, dass das in der Ausnehmung befindliche Fluid eine in Bezug auf den Förderrotor tangentiale Strömungsrichtung aufweist. Vorteilhafterweise beschleunigen die an der Ausnehmung vorbei drehenden Fördermittel das in der Ausnehmung befindliche Fluid indirekt in Drehrichtung des Förderrotors. Über die begrenzende Wandung kann das in der Ausnehmung in Umfangsrichtung beschleunigte Fluid dann in den Förderbereich, insbesondere in den Niederdruckbereich, eingeleitet werden. Vorteilhafterweise wird über die Ausnehmung des zweiten Umfangsabschnitts eine mittelbare Fluidkommunikation zwischen dem Niederdruckeinlass, insbesondere dem Einlasskanal, und dem Förderbereich, insbesondere dem Niederdruckbereich, bewirkt.

[0030] Die Ausnehmung wird radial von einer Außenwandung des zweiten Umfangsabschnitts begrenzt, so dass in die Ausnehmung tangential einströmendes Fluid längs der Außenwandung in Umfangsrichtung beschleunigt, aber nicht

in den Niederdruckeinlass zurückgedrückt werden kann. Das Stellelement kann im Bereich der Außenwandung eine axiale Breite aufweisen, die der axialen Breite der Fördermittel entspricht, wie dies bevorzugt wird. Grundsätzlich kann die Außenwandung aber auch eine axiale Breite aufweisen, die kleiner als die axiale Breite der Fördermittel ist. Allerdings ist die axiale Breite der Außenwandung größer als die axiale Breite des ersten Umfangsabschnitts des Stellelements.

Das Stellelement kann über die in Umfangsrichtung gemessene Länge des zweiten Umfangsabschnitts von radial außen nach innen einen Rücksprung aufweisen, so dass das Stellelement von der axialen Breite der Außenwandung stufenförmig auf die demgegenüber geringere axiale Breite der Ausnehmung abfällt. Ein derartiges Profil wird zwar bevorzugt, grundsätzlich kann das Stellelement im zweiten Umfangsabschnitt aber stattdessen von radial außen nach innen rampenförmig, schräg oder mit konvexer oder konkaver runder Wölbung abfallen.

[0031] Die Rotationspumpe kann in vorteilhaften Ausführungen eine Strömungsleitstruktur aufweisen, um das im Niederdruckeinlass strömende Fluid zu beeinflussen, insbesondere richtungsändernd zu beeinflussen. Die Strömungsleitstruktur ragt vorzugsweise axial vom Pumpengehäuse in den Niederdruckeinlass hinein. Sie kann insbesondere eine Struktur des Pumpengehäuses sein. Entgegen der Strömungsrichtung des Fluids im Niederdruckeinlass kann die Strömungsleitstruktur keilförmig oder konisch zulaufend ausgebildet sein. Vorteilhafterweise lenkt die Strömungsleitstruktur einen ersten Teilstrom des Fluidstroms im Niederdruckeinlass derart, dass der erste Teilstrom beim Passieren des Stellelements eine Hauptströmungsrichtung aufweist, die der Drehrichtung des Förderrotors entgegen gerichtet ist. Alternativ oder zusätzlich kann die Strömungsleitstruktur so geformt sein, dass ein zweiter Teilstrom des Fluidstroms im Niederdruckeinlass beim Passieren des Stellelements eine Hauptströmungsrichtung aufweist, die der Drehrichtung des Förderrotors entspricht. Davon unabhängig kann die Strömungsleitstruktur so geformt sein, dass der erste Teilstrom des Fluidstroms im Niederdruckeinlass in Richtung des ersten Umfangsabschnitts gelenkt wird. Alternativ oder zusätzlich kann die Strömungsleitstruktur so geformt sein, dass der zweite Teilstrom des Fluidstroms im Niederdruckeinlass in Richtung des zweiten Umfangsabschnitts gelenkt wird. Die Strömungsleitstruktur, falls vorhanden, unterteilt den Niederdruckeinlass somit in einen ersten Teileinlasskanal, der das Fluid zum ersten Umfangsabschnitt des Stellelements leitet, und einen zweiten Teileinlasskanal, der das Fluid zum zweiten Umfangsabschnitt des Stellelements leitet.

[0032] Der Übergang vom ersten Umfangsabschnitt zum zweiten Umfangsabschnitt ist, wie bereits erläutert, in jeder Stellung des Stellelements im Niederdruckeinlass angeordnet. Weist die Rotationspumpe die Strömungsleitstruktur auf, kann der Übergang vorteilhafterweise in jeder Stellung des Stellelements in axialer Draufsicht auf die Strömungsleitstruktur neben der Strömungsleitstruktur im Bereich des zweiten Teileinlasskanals angeordnet sein.

[0033] Das Stellelement bildet mit axial zugewandten Stirnflächen des Pumpengehäuses zu beiden Stirnseiten des Stellelements jeweils einen axialen Dichtspalt, der den Förderbereich über den Umfang des Stellelements im Rahmen der Beweglichkeit des Stellelements nach radial außen dichtet.

[0034] Das Pumpengehäuse kann im Bereich des Niederdruckeinlasses eine oder mehrere axiale Vertiefungen aufweisen. Die jeweilige Gehäusevertiefung weitet den Niederdruckeinlass axial auf. Die jeweilige Gehäusevertiefung kann sich an der zugewandten Stirnseite des Stellelements unterhalb des Stellelements in den Niederdruckbereich des Förderbereichs in eine dort optional vorhandene Einlassniere erstrecken, die sich als axiale Gehäusevertiefung axial neben und in diesem Sinne unterhalb der Fördererlemente in Umfangsrichtung erstrecken kann. Das Fluid strömt in derartigen Ausführungen in der jeweiligen Gehäusevertiefung am Stellelement vorbei in die Einlassniere. Die Einlassniere, falls vorhanden, kann sich in Umfangsrichtung längs des ersten Umfangsabschnitts des Stellelements und/oder längs des zweiten Umfangsabschnitts des Stellelements erstrecken.

[0035] Erstreckt sich die Einlassniere längs des ersten Umfangsabschnitts und erstreckt sich eine Gehäusevertiefung des Niederdruckeinlasses an einer Stirnseite des Stellelements unterhalb des ersten Umfangsabschnitts in die Einlassniere, kann Fluid in der Gehäusevertiefung am ersten Umfangsabschnitt vorbei in die Einlassniere und von dort axial in den Förderbereich strömen.

[0036] Erstreckt sich die Einlassniere längs des zweiten Umfangsabschnitts und erstreckt sich eine Gehäusevertiefung des Niederdruckeinlasses an einer Stirnseite des Stellelements unterhalb des zweiten Umfangsabschnitts in die Einlassniere, kann Fluid am zweiten Umfangsabschnitt vorbei in die Einlassniere und von dort axial in den Förderbereich strömen. Entspricht die axiale Breite des zweiten Stellelement-Umfangsabschnitts in derartigen Ausführungen der Breite der Fördermittel, verhindert das Stellelement in seinem zweiten Umfangsabschnitt zwar ein radiales Einstromen in den Förderbereich. Allerdings kann Fluid in solchen Ausführungen über den längs des zweiten Umfangsabschnitts erstreckten Teil der Einlassniere von der Seite und somit axial in den Förderbereich einströmen. Ist die axiale Breite des zweiten Stellelement-Umfangsabschnitts kleiner als die Breite der Fördermittel, allerdings größer als die axiale Breite des ersten Umfangsabschnitts, wird ein radiales Einstromen über den zweiten Umfangsabschnitt im Vergleich zum ersten Umfangsabschnitt zumindest gedrosselt. Einem Zurückströmen aufgrund Fliehkraft wird im zweiten Umfangsabschnitt aufgrund der erfindungsgemäß im Vergleich zum ersten Umfangsabschnitt größeren axialen Breite zumindest entgegengewirkt.

[0037] Die Rotationspumpe kann insbesondere für den Einsatz in einem Kraftfahrzeug vorgesehen sein. Dementsprechend kann die Rotationspumpe als eine Kraftfahrzeugpumpe ausgebildet sein. Die Rotationspumpe ist vorzugsweise zur Förderung einer Flüssigkeit, insbesondere eines Schmier-, Kühl- und/oder Betätigungsmittels, vorgesehen.

Dementsprechend kann die Rotationspumpe als Flüssigkeitspumpe ausgebildet sein. Die Rotationspumpe ist vorzugsweise zur Versorgung und/oder Schmierung und/oder Kühlung eines Antriebsmotors und/oder eines Getriebes eines Kraftfahrzeugs vorgesehen. Vorzugsweise ist die Flüssigkeit ein Öl, beispielsweise ein Motorschmieröl oder Getriebeöl. Die Rotationspumpe kann insbesondere als eine Motorschmiermittelpumpe für ein Kraftfahrzeug und/oder als eine

Getriebepumpe für ein Kraftfahrzeug ausgebildet sein.

[0038] Die oben beschriebenen Merkmale können beliebig miteinander kombiniert werden, soweit dies technisch sinnvoll und geeignet ist. Weitere Merkmale, Merkmalskombinationen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren. Es zeigen:

- Figur 1 eine Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Rotationspumpe;
- Figur 2 eine perspektivische Darstellung der in Figur 1 gezeigten Schnittdarstellung;
- Figur 3 eine perspektivische Darstellung eines Stellelements des in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiels;
- Figur 4 eine Draufsicht des in Figur 3 gezeigten Stellelements;
- Figur 5 eine erste Schnittdarstellung des in Figur 3 gezeigten Stellelements;
- Figur 6 eine zweite Schnittdarstellung des in Figur 3 gezeigten Stellelements; und
- Figur 7 einen Ausschnitt einer Seitenansicht des in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiels.

[0039] Figur 1 ist eine Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Rotationspumpe 1. Die Rotationspumpe 1 ist im Ausführungsbeispiel als Flügelzellenpumpe ausgebildet. Die Rotationspumpe 1 weist ein Pumpengehäuse 2 auf, welches einen Niederdruckeinlass 3 und einen Hochdruckauslass 4 für das zu fördernde Fluid umfasst. Um das zu fördernde Fluid ins Innere der Rotationspumpe 1 zu leiten, weist der Niederdruckeinlass 3 an einer Außenwand des Pumpengehäuses 2 einen Fluidanschluss 3a auf. Der Fluidanschluss 3a bildet eine Einlassmündung für einen Einlasskanal 3b des Niederdruckeinlasses 3. Der Einlasskanal 3b erstreckt sich vom Fluidanschluss 3a in das Pumpengehäuse 2 hinein. Analog dazu weist der Hochdruckauslass 4 einen Auslasskanal 4a auf, um das Fluid über einen nicht dargestellten Fluidanschluss des Hochdruckauslasses 4 aus der Rotationspumpe hinauszuleiten.

[0040] Innerhalb des Pumpengehäuses 2 ist ein Förderrotor 5 angeordnet, welcher um eine Drehachse D drehbar ist. Der Förderrotor 5 wird axial durch das Pumpengehäuse 2 begrenzt. Über den Umfang des Förderrotors 5 sind mehrere Fördermittel 6 verteilt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Fördermittel 6 in Bezug auf die Drehachse D nach radial außen und innen hin und her beweglich. Die Fördermittel 6 sind in Umfangsrichtung in gleichmäßigen Abständen zueinander angeordnet. Alternativ oder zusätzlich können die Fördermittel 6 in Umfangsrichtung zumindest abschnittsweise in unterschiedlichen Abständen zueinander angeordnet sein. Die Bewegung der Fördermittel 6 wird nach radial innen durch den Förderrotor 5 begrenzt. Die Bewegung der Fördermittel 6 nach außen, von der Drehachse D weg, wird durch eine Innenmantelfläche 16 eines Stellelements 10 begrenzt.

[0041] Im Betrieb der Rotationspumpe 1 rotiert der Förderrotor 5 um die Drehachse D. Dabei werden die Fördermittel 6 aufgrund der auf die Fördermittel 6 wirkenden Fliehkraft nach radial außen in Richtung auf die Innenmantelfläche 16 des Stellelements 10 gedrückt. Gemeinsam mit der Außenmantelfläche 5a des Förderrotors 5 und der Innenmantelfläche 16 des Stellelements 10 definieren die axialen Außenränder der Fördermittel 6 einen Förderbereich. Der Förderbereich ist somit ein ringförmiges Volumen, dessen axiale Breite der Breite der Fördermittel 6 entspricht. Innerhalb des Förderbereichs bilden jeweils zwei benachbarte Fördermittel 6 eine Förderzelle 6a. Über den Niederdruckeinlass 3, insbesondere über den Fluidanschluss 3a und den Einlasskanal 3b, wird der Förderbereich bzw. werden die Förderzellen 6a mit dem zu fördernden Fluid versorgt. Im Förderbereich wird das zu fördernde Fluid vom Niederdruckeinlass 3 zum Hochdruckauslass 4, insbesondere zum Auslasskanal 4a, gefördert. Das zu fördernde Fluid wird in den Förderzellen 6a unter unmittelbarem Einfluss der rotierenden Fördermittel 6 vom Niederdruckeinlass 3 durch den Förderbereich hindurch zum Hochdruckauslass 4 gefördert.

[0042] Das Stellelement 10, dessen detaillierter Aufbau weiter unten und anhand der Figuren 3-6 noch näher beschrieben wird, ist dazu ausgebildet, das Fördervolumen der Rotationspumpe 1 zu verändern bzw. zu verstellen. Hierfür ist das Stellelement 10 in Bezug auf das Pumpengehäuse 2 zwischen mindestens zwei Positionen hin und her bewegbar. Im Ausführungsbeispiel ist das Stellelement 10 translatorisch bewegbar. Das heißt, dass das Stellelement 10 verschiebbeweglich im Pumpengehäuse 2 angeordnet ist. Die Innenmantelfläche 16 des Stellelements 10 erstreckt sich um eine nicht dargestellte Mittelachse, die in einer ersten Position des Stellelements 10 in Bezug auf die Drehachse D des Förderrotors 5 parallel versetzt ist. Durch den Parallelversatz der Mittelachse des Stellelements 10 in Bezug auf die Drehachse D des Förderrotors 5 weist das Stellelement 10 eine Exzentrizität in Bezug auf den Förderrotor 5 auf. Figur 1 zeigt das Stellelement 10 in der ersten Position.

[0043] In der ersten Position umfasst der Förderbereich einen Niederdruckbereich, in dem das Volumen der Förderzellen 6a in Drehrichtung des Förderrotors 5 zunimmt. Ferner umfasst der Förderbereich in der ersten Position des Stellelements 10 einen Hochdruckbereich, der sich in Drehrichtung des Förderrotors 5 an den Niederdruckbereich anschließt. Im Hochdruckbereich verringert sich das Volumen der Förderzellen 6a in Drehrichtung des Förderrotors 5. Die Rotationspumpe 1 weist in der ersten Position ein maximales Fördervolumen auf.

[0044] In einer nicht dargestellten zweiten Position ist das Stellelement 10 so im Pumpengehäuse 2 verschoben, dass das Stellelement 10 in Bezug auf den Förderrotor 5 eine minimale oder keine Exzentrizität aufweist. Mit anderen Worten ist die Mittelachse des Stellelements 10 in der zweiten Position im Wesentlichen bzw. nahezu koaxial zur Drehachse D des Förderrotors 5. Die Rotationspumpe 1 weist in der zweiten Position ein minimales Fördervolumen auf.

[0045] Bei der ersten und der zweiten Position handelt es sich vorzugsweise um Endpositionen des Stellelements 10. Das heißt, dass das Stellelement 10 keine Stellung einnehmen kann, bei der das Stellelement 10 in Bezug auf den Förderrotor 5 eine größere Exzentrizität aufweist als in der ersten Position, und/oder dass das Stellelement 10 in Bezug auf den Förderrotor 5 keine geringere Exzentrizität als in der zweiten Position aufweisen kann. Zwischen der ersten Position und der zweiten Position kann das Stellelement 10 mehrere, beispielsweise beliebig viele, Zwischenstellungen einnehmen.

[0046] Die Rotationspumpe 1 umfasst ein Rückstellmittel 7, um das Stellelement 10 in die erste Position zu drücken. Vorzugsweise übt das Rückstellmittel 7 eine Rückstellkraft auf das Stellelement 10 aus, wobei die Rückstellkraft das Stellelement 10 in die erste Position drückt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist das Rückstellmittel 7 zwei Rückstellfedern 7 auf, die sich zum einen am Pumpengehäuse 2 und zum anderen an jeweils einer Druckfläche 21 des Stellelements 10 abstützen. Um das Stellelement 10 in die zweite Position zu bewegen, umfasst die Rotationspumpe 1 einen Druckkanal 23 und eine Druckkammer 24. Die Druckkammer 24 erstreckt sich zwischen dem Pumpengehäuse 2 und dem Stellelement 10. Über den Druckkanal 23 kann ein unter Druck stehendes Fluid in die Druckkammer 24 geleitet werden. Der so in der Druckkammer 24 herrschende Fluiddruck drückt das Stellelement 10 entgegen der Rückstellkraft des Rückstellmittels 7 in Richtung auf die zweite Position. Bei dem unter Druck stehenden Fluid kann es sich beispielsweise um das geförderte Fluid, welches an einer Stelle des Hochdruckbereichs noch innerhalb des Pumpengehäuses 2 oder einer Stelle stromab des Hochdruckauslasses 4 entnommen wird, handeln.

[0047] Das Stellelement 10 umfasst einlassseitig, also im Bereich des Niederdruckeinlasses 3, einen ersten Umfangsabschnitt 11 und einen zweiten Umfangsabschnitt 13. Davon unabhängig wird der Förderbereich zumindest abschnittsweise vom ersten Umfangsabschnitt 11 und vom zweiten Umfangsabschnitt 13 radial außen begrenzt bzw. ummantelt. Der zweite Umfangsabschnitt 13 schließt sich in Drehrichtung des Förderrotors 5 an den ersten Umfangsabschnitt 11 an. Beide Umfangsabschnitte 11, 13 erstrecken sich radial zwischen der Innenmantelfläche 16 und einer Außenmantelfläche 17 des Stellelements 10.

[0048] Der erste Umfangsabschnitt 11 weist eine axiale Breite B_1 auf, die kleiner ist als die axiale Breite der Fördermittel 6. Der zweite Umfangsabschnitt 13 weist eine axiale Breite B_2 auf, die größer ist als die axiale Breite B_1 des ersten Umfangsabschnitts 11 (vergleiche Figuren 3 und 5). Vorzugsweise entspricht die axiale Breite B_2 des zweiten Umfangsabschnitts 13 der axialen Breite der Fördermittel 6.

[0049] Eine in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des ersten Umfangsabschnitts 11 ist größer oder gleich der umfänglichen Erstreckung des zweiten Umfangsabschnitts 13. In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des ersten Umfangsabschnitts 11 größer als die umfängliche Erstreckung des zweiten Umfangsabschnitts 13.

[0050] Wie in Figur 1 gezeigt, ist die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des ersten Umfangsabschnitts 11 größer als die maximale umfängliche Erstreckung von zwei benachbarten Förderzellen 6a. Anders formuliert ist die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des ersten Umfangsabschnitts 11 größer als der maximale umfängliche Abstand zwischen den zwei äußersten Fördermitteln 6 von insgesamt drei benachbarten Fördermitteln 6. Davon unabhängig ist die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des ersten Umfangsabschnitts 11 kleiner als die maximale umfängliche Erstreckung von drei benachbarten Förderzellen 6a. Die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des ersten Umfangsabschnitts 11 ist kleiner als der maximale umfängliche Abstand zwischen den zwei äußersten Fördermitteln 6 von insgesamt vier benachbarten Fördermitteln 6.

[0051] Die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des zweiten Umfangsabschnitts 13 ist größer als die maximale umfängliche Erstreckung von einer Förderzelle 6a. Anders formuliert ist die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des zweiten Umfangsabschnitts 13 größer als der maximale umfängliche Abstand zwischen zwei benachbarten Fördermitteln 6. Davon unabhängig ist die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des zweiten Umfangsabschnitts 13 kleiner als die maximale umfängliche Erstreckung von zwei benachbarten Förderzellen 6a. Die in Umfangsrichtung gemessene Erstreckung des zweiten Umfangsabschnitts 13 ist kleiner als der maximale umfängliche Abstand zwischen den zwei äußersten Fördermitteln 6 von insgesamt drei benachbarten Fördermitteln 6.

[0052] Im Betrieb der Rotationspumpe 1 kann das zu fördernde Fluid den ersten Umfangsabschnitt 11 in radialer Richtung umströmen, um radial in den Förderbereich der Rotationspumpe 1 einzuströmen. Der Förderbereich der Rotationspumpe 1 ist über den ersten Umfangsabschnitt 11 in radialer Richtung unmittelbar fluidkommunizierend mit dem Niederdruckeinlass 3, insbesondere mit dem Einlasskanal 3a des Niederdruckeinlasses 3, verbunden. Der erste Umfangsabschnitt 11 bewirkt vorteilhafterweise, dass die Förderzellen 6a zu Beginn des Niederdruckbereichs, insbesondere in einem ersten Abschnitt des Niederdruckbereichs, optimal mit dem zu fördernden Fluid geflutet werden.

[0053] Der erste Umfangsabschnitt 11 wird durch eine Vertiefung 12 im Stellelement 10, insbesondere eine axiale Vertiefung 12, gebildet. Die Vertiefung 12 ist in radialer Richtung durchgängig.

[0054] In Drehrichtung des Förderrotors 5 erstreckt sich der erste Umfangsabschnitt 11 bis zu einem Übergang 15. Der Übergang 15 ist im Ausführungsbeispiel ein Absatz 15, und kann insbesondere ein zur Drehachse D des Förderrotors 5 paralleler Absatz 15 sein. Der Übergang 15 verbindet den ersten Umfangsabschnitt 11 mit dem zweiten Umfangsabschnitt 13. Mit anderen Worten definiert der Übergang 15 die Grenze zwischen dem ersten Umfangsabschnitt 11 und dem zweiten Umfangsabschnitt 13. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Übergang 15 in jeder Stellung des Stellelements 10 im Niederdruckeinlass 3 angeordnet. Der Übergang 15 ist in jeder Stellung des Stellelements 10 innerhalb des in Umfangsrichtung gemessenen Erstreckungsbereiches des Niederdruckeinlasses 3 angeordnet und kann vorzugsweise in jeder Stellung des Stellelements 10 durch das im Niederdruckeinlass 3 strömende Fluid angeströmt werden. Der Übergang 15 ist in jeder Stellung des Stellelements 10 radial zwischen dem Förderrotor 5 und einem Abschnitt des Niederdruckeinlasses 3, insbesondere dem Einlasskanal 3b, angeordnet.

[0055] Das zu fördernde Fluid, welches im Betrieb der Rotationspumpe 1 bereits zu Beginn des Niederdruckbereichs in die Förderzellen 6a einströmt, ist einer Zentrifugalkraft ausgesetzt, die in Drehrichtung des Förderrotors 5 wegen der Mitnahme durch die Fördermittel 6 zunimmt. Diese auf das Fluid wirkende Zentrifugalkraft bewirkt, dass das Fluid in Drehrichtung des Förderrotors 5 mit zunehmender Kraft radial nach außen gedrückt wird. Ein weiteres Fluten der Förderzellen 6a aus einer radialen Richtung wird in Drehrichtung des Förderrotors 5 zunehmend erschwert. Vielmehr neigt das Fluid sogar dazu, wieder aus den Förderzellen 6a heraus gedrückt zu werden. Dieser Effekt tritt insbesondere gegen Ende des Niederdruckbereichs, also insbesondere in einem sich in Drehrichtung des Förderrotors 5 an den ersten Umfangsabschnitt 11 anschließenden zweiten Umfangsabschnitt 13 des Niederdruckbereichs bzw. des Stellelements 10, auf.

[0056] Der zweite Umfangsabschnitt 13 ist so geformt, dass ein radiales Ausströmen des Fluids aus den Förderzellen 6a erschwert oder vorteilhafterweise verhindert wird. Mit anderen Worten erschwert oder verhindert der zweite Umfangsabschnitt 13 eine unmittelbare Fluidkommunikation zwischen dem Förderbereich und dem Niederdruckeinlass 3, insbesondere dem Einlasskanal 3b des Niederdruckeinlasses 3, in radialer Richtung. Die axiale Breite B_2 des zweiten Umfangsabschnitts 13 entspricht hierzu in vorteilhaften Ausführungen zumindest im Wesentlichen der axialen Breite der Fördermittel 6.

[0057] Im Ausführungsbeispiel umfasst der zweite Umfangsabschnitt 13 eine Ausnehmung 14. Die Ausnehmung 14 ist eine axiale Vertiefung im zweiten Umfangsabschnitt 13. Die Ausnehmung 14 ist nach radial innen, also zur Innenmantelfläche 16 des Stellelements 10 hin, offen und wird radial außen durch eine Außenwandung des Stellelements 10 begrenzt. Das Stellelement 10 fällt von der begrenzenden Außenwandung stufenförmig axial auf einen Boden der Ausnehmung 14 ab, so dass über die in Umfangsrichtung gemessene Länge des zweiten Umfangsabschnitts 13 die streifenförmige Ausnehmung 14 um die innen vorbeilaufenden Fördermittel 6 erhalten wird.

[0058] In Umfangsrichtung erstreckt sich die Ausnehmung 14 entgegen der Drehrichtung des Förderrotors 5 bis zum ersten Umfangsabschnitt 11. In Drehrichtung des Förderrotors 5 wird die Ausnehmung 14 durch eine Wandung 14a begrenzt.

[0059] Über den ersten Umfangsabschnitt 11 kann das zu fördernde Fluid vom Niederdruckeinlass 3 in die Ausnehmung 14 einströmen. Das in der Ausnehmung 14 befindliche Fluid weist in Bezug auf den Förderrotor 5 hauptsächlich eine tangentielle Strömungsrichtung auf. Die an der Ausnehmung 14 vorbei drehenden Fördermittel 6 beschleunigen das in der Ausnehmung 14 befindliche Fluid in Drehrichtung des Förderrotors 5. Eine die Ausnehmung 14 radial außen begrenzende Außenwandung des Stellelements 10 hält das Fluid jedoch zurück. Das in der Ausnehmung 14 beschleunigte Fluid wird dann im Bereich der Wandung 14a in den Förderbereich, insbesondere in den Niederdruckbereich, der Rotationspumpe 1 gelenkt. Die Ausnehmung 14 ermöglicht eine mittelbare Fluidkommunikation zwischen dem Förderbereich und dem Niederdruckeinlass 3 über den zweiten Umfangsabschnitt 13. Durch die radial außen von der Außenwandung des Stellelements 10 begrenzte Ausnehmung 14 wird die Befüllung der Förderzellen 6a im zweiten Umfangsabschnitt 13 verbessert.

[0060] Die Rotationspumpe 1 umfasst eine Strömungsleitstruktur 22, die im Niederdruckeinlass 3 angeordnet ist. Die Strömungsleitstruktur 22 ragt in Bezug auf die Drehachse D des Förderrotors 5 axial von einer Wandung des Pumpengehäuses 2 in den Niederdruckeinlass 3 hinein. Vorzugsweise ist die Strömungsleitstruktur 22 dazu ausgebildet, den im Niederdruckeinlass 3 strömenden Fluidstrom, insbesondere das im Einlasskanal 3b strömende Fluid, zu beeinflussen. Im Ausführungsbeispiel wird der Fluidstrom durch die Strömungsleitstruktur 22 zumindest teilweise richtungsändernd beeinflusst. Ein erster Teilstrom des Fluids wird von der Strömungsleitstruktur 22 derart richtungsändernd beeinflusst bzw. umgelenkt, dass der erste Teilstrom zumindest eine Strömungsrichtungskomponente erhält, die der Drehrichtung des Förderrotors 5 entgegengesetzt ist. Ein zweiter Teilstrom des Fluids wird von der Strömungsleitstruktur 22 derart richtungsändernd beeinflusst bzw. umgelenkt, dass der zweite Teilstrom zumindest eine Strömungskomponente erhält, die der Drehrichtung des Förderrotors 5 entspricht.

[0061] Die Strömungsleitstruktur 22 bildet gemeinsam mit dem Pumpengehäuse 2 einen axial einseitig offenen ersten Teileinlasskanal 3c. Vorzugsweise strömt der erste Teilstrom des Fluidstroms im Betrieb der Rotationspumpe 1 durch den ersten Teileinlasskanal 3c. In Drehrichtung des Förderrotors 5 ist neben dem ersten Teileinlasskanal 3c ein zweiter Teileinlasskanal 3d angeordnet. Der zweite Teileinlasskanal 3d ist axial einseitig offen und wird durch die Strömungs-

leitstruktur 22 und das Pumpengehäuse 2 gebildet. Vorzugsweise strömt der zweite Teilstrom des Fluids im Betrieb der Rotationspumpe 1 durch den zweiten Teileinlasskanal 3d. Mit anderen Worten ragt die Strömungsleitstruktur 22 axial so in den Niederdruckeinlass 3 hinein, dass sie zwischen dem ersten Teileinlasskanal 3c und dem zweiten Teileinlasskanal 3d angeordnet ist. Die Strömungsleitstruktur 22 trennt den ersten Teileinlasskanal 3c in Umfangsrichtung vom zweiten Teileinlasskanal 3d.

[0062] Die Strömungsleitstruktur 22 ragt axial nur von einer Seite des Pumpengehäuses 2 in den Niederdruckeinlass 3, erstreckt sich also nicht über die volle axiale Breite des Niederdruckeinlasses 3. Fluid kann somit auch über die Strömungsleitstruktur 22 hinwegströmen. Grundsätzlich könnte sich die Strömungsleitstruktur 22 aber auch axial nahezu vollständig durch den Niederdruckeinlass 3 erstrecken.

[0063] Der erste Umfangsabschnitt 11 ist in jeder Stellung des Stellelements 10 axial neben und/oder im ersten Teileinlasskanal 3c angeordnet. Der zweite Umfangsabschnitt 13 ist in jeder Stellung des Stellelements 10 axial neben und/oder im zweiten Teileinlasskanal 3d angeordnet. Der Übergang 15 ist in jeder Stellung des Stellelements 10 axial neben der Strömungsleitstruktur 22 und/oder axial neben dem zweiten Teileinlasskanal 3d angeordnet. Alternativ oder zusätzlich kann der Übergang 15 in jeder Stellung des Stellelements 10 radial neben der Strömungsleitstruktur 22 und/oder im zweiten Teileinlasskanal 3d angeordnet sein.

[0064] Zur translatorischen Verstellung des Stellelements 10 umfasst das Stellelement 10 mehrere Dichtgleitflächen 18, 19. Die Dichtgleitflächen 18, 19 liegen jeweils an einer Gleitfläche 8, 9 des Pumpengehäuses 2 an. Wird das Stellelement 10 verstellt, gleiten die Dichtgleitflächen 18, 19 an der jeweiligen Gleitfläche 8, 9 entlang. Die Dichtgleitflächen 18, 19 umfassen Dichtkanten 18a, 19a, die dem Niederdruckeinlass 3 zugewandt sind. Die Dichtkanten 18a, 19a dichten den Niederdruckeinlass 3 am Übergang vom Pumpengehäuse 2 zum Stellelement 10 ab.

[0065] In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst das Stellelement 10 eine erste Dichtgleitfläche 18 mit einer ersten Dichtkante 18a (Fig. 3). Die erste Dichtgleitfläche 18 liegt an einer ersten Gleitfläche 8 des Pumpengehäuses 2 an. Eine zweite Dichtgleitfläche 19 des Stellelements 10 weist eine zweite Dichtkante 19a auf. Die zweite Dichtgleitfläche 19 liegt an einer zweiten Gleitfläche 9 des Pumpengehäuses 2 an. Die erste Dichtgleitfläche 18 ist umfänglich entgegen der Drehrichtung des Förderrotors 5 neben dem ersten Umfangsabschnitt 11 angeordnet. Die zweite Dichtgleitfläche 19 ist umfänglich in Drehrichtung des Förderrotors 5 neben dem zweiten Umfangsabschnitt 13 angeordnet.

[0066] Der Übergang 15 hat einen in Umfangsrichtung gemessenen Abstand zur ersten Dichtkante 18a, der größer oder gleich einem in Umfangsrichtung gemessenen Abstand zur zweiten Dichtkante 19a ist. In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der in Umfangsrichtung gemessene Abstand des Übergangs 15 zur ersten Dichtkante 18a größer als der in Umfangsrichtung gemessene Abstand des Übergangs 15 zur zweiten Dichtkante 19a.

[0067] Der in Umfangsrichtung gemessene Abstand zwischen dem Übergang 15 und der ersten Dichtkante 18a ist größer als die maximale umfängliche Erstreckung von zwei benachbarten Förderzellen 6a. Anders formuliert ist der in Umfangsrichtung gemessene Abstand zwischen dem Übergang 15 und der ersten Dichtkante 18a größer als der maximale umfängliche Abstand zwischen den zwei äußersten Fördermitteln 6 von insgesamt drei benachbarten Fördermitteln 6. Davon unabhängig ist der in Umfangsrichtung gemessene Abstand zwischen dem Übergang 15 und der ersten Dichtkante 18a kleiner als die maximale umfängliche Erstreckung von drei benachbarten Förderzellen 6a. Der in Umfangsrichtung gemessene Abstand zwischen dem Übergang 15 und der ersten Dichtkante 18a ist kleiner als der maximale umfängliche Abstand zwischen den zwei äußersten Fördermitteln 6 von insgesamt vier benachbarten Fördermitteln 6.

[0068] Der in Umfangsrichtung gemessene Abstand zwischen dem Übergang 15 und der zweiten Dichtkante 19a ist größer als die maximale umfängliche Erstreckung von einer Förderzelle 6a. Anders formuliert ist der in Umfangsrichtung gemessene Abstand zwischen dem Übergang 15 und der zweiten Dichtkante 19a größer als der maximale umfängliche Abstand zwischen zwei benachbarten Fördermitteln 6. Davon unabhängig ist der in Umfangsrichtung gemessene Abstand zwischen dem Übergang 15 und der zweiten Dichtkante 19a kleiner als die maximale umfängliche Erstreckung von zwei benachbarten Förderzellen 6a. Der in Umfangsrichtung gemessene Abstand zwischen dem Übergang 15 und der zweiten Dichtkante 19a ist kleiner als der maximale umfängliche Abstand zwischen den zwei äußersten Fördermitteln 6 von insgesamt drei benachbarten Fördermitteln 6.

[0069] Vorzugsweise spannt die erste Dichtgleitfläche 18 eine nicht dargestellte erste imaginäre Ebene auf. Die zweite Dichtgleitfläche 19 spannt eine nicht dargestellte zweite imaginäre Ebene auf. Die zwei imaginären Ebenen sind zueinander parallel in Bewegungsrichtung des Stellelements 10 erstreckt. Im Ausführungsbeispiel ist die zweite imaginäre Ebene in Bezug auf die erste imaginäre Ebene parallel versetzt. Insbesondere weist die zweite imaginäre Ebene einen orthogonalen Abstand zur Drehachse D auf, der größer ist als der orthogonale Abstand zwischen der ersten imaginären Ebene und der Drehachse D. In alternativen Ausführungsbeispielen können die beiden Ebenen aber auch deckungsgleich zueinander angeordnet sein. Beide imaginären Ebenen erstrecken sich in jeder Stellung des Stellelements 10 zwischen der Drehachse D des Förderrotors 5 und dem Übergang 15.

[0070] Zum besseren Verständnis ist die in Figur 1 gezeigte Schnittdarstellung der Rotationspumpe 1 in Figur 2 perspektivisch dargestellt. Zur Erläuterung des Aufbaus und der Funktionsweise der in Figur 2 abgebildeten Rotationspumpe 1 wird auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0071] Figur 3 zeigt eine perspektivische Darstellung des Stellelements 10 des Ausführungsbeispiels. Das Stellelement 10 kann aber auch in anderen Rotationspumpen mit verstellbarem Fördervolumen verwendet werden. Das Stellelement 10 ist bevorzugt einteilig und kann insbesondere in einem Stück geformt sein.

[0072] Das Stellelement 10 wird radial außen von einer Außenmantelfläche 17 und radial innen von einer Innenmantelfläche 16 begrenzt. Darüber hinaus sind am Stellelement 10 zwei Druckflächen 21 ausgebildet, an denen sich je ein Rückstellmittel 7 der Rotationspumpe 1 abstützen kann (Rückstellmittel 7 in Figur 3 nicht dargestellt). In alternativen Ausführungsformen kann das Stellelement 10 auch nur eine Druckfläche 21 oder mehr als zwei Druckflächen 21 aufweisen.

[0073] In der in Figur 3 gezeigten perspektivischen Ansicht sind die erste Dichtgleitfläche 18 und die zweite Dichtgleitfläche 19 sichtbar. Auf der gegenüberliegenden Seite des Stellelements 10, auf der Seite des Hochdruckauslasses, umfasst das Stellelement 10 zwei weitere Dichtgleitflächen, die vorzugsweise jeweils analog zur ersten Dichtgleitfläche 18 und zur zweiten Dichtgleitfläche 19 ausgebildet sind.

[0074] Die dem ersten Umfangsabschnitt 11 zugewandte Kante der ersten Dichtgleitfläche 18 bildet die erste Dichtkante 18a. Die dem zweiten Umfangsabschnitt 13 zugewandte Kante der zweiten Dichtgleitfläche 19 bildet die zweite Dichtkante 19a.

[0075] Der erste Umfangsabschnitt 11 weist eine axiale Breite B_1 auf, die kleiner ist als die axiale Breite B_2 des zweiten Umfangsabschnitts 13. In Umfangsrichtung wird der erste Umfangsabschnitt 11 durch den Übergang 15 vom zweiten Umfangsabschnitt 13 getrennt.

[0076] Der erste Umfangsabschnitt 11 wird durch wenigstens eine Vertiefung 12 oder, wie im dargestellten Ausführungsbeispiel gezeigt, zwei sich axial gegenüberliegenden Vertiefungen 12 gebildet. Die Vertiefung 12 umfasst einen Vertiefungsgrund 12a. Die Kante 12c, welche die Außenmantelfläche 17 mit dem Vertiefungsgrund 12a verbindet, ist vorzugsweise abgerundet bzw. weist einen Radius auf. Eine abgerundete Kante 12c bewirkt ein weniger turbulentes radiales Einstromen des zu fördernden Fluids vom Niederdruckeinlass 3 in den Förderbereich der Rotationspumpe 1. In Umfangsrichtung wird der Vertiefungsgrund 12a von jeweils einer Vertiefungswandung 12b begrenzt. Die in Drehrichtung des Förderrotors 5 angeordnete Vertiefungswandung 12b bildet gleichzeitig den Übergang 15.

[0077] Der Übergang 15 ist ein Absatz 15 des Stellelements 10. Der Absatz 15 erstreckt sich vom ersten Umfangsabschnitt 11, insbesondere vom Vertiefungsgrund 12a, senkrecht in axiale Richtung.

[0078] Der sich in Drehrichtung des Förderrotors 5 anschließende zweite Umfangsabschnitt 13 weist eine Breite B_2 auf, die der axialen Breite der Fördermittel 6 entspricht. Der zweite Umfangsabschnitt 13 umfasst auf der Seite der Innenmantelfläche 16 eine Ausnehmung 14. Die Ausnehmung 14 erstreckt sich in Umfangsrichtung vom ersten Umfangsabschnitt 11 und/oder vom Übergang 15 bis zu einer Wandung 14a.

[0079] In dem in Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel des Stellelements 10 ist in der zweiten Dichtgleitfläche 19 eine Druckausnehmung 25 vorgesehen. Im eingebauten Zustand des Stellelements 10 ist die Druckausnehmung 25 über einen Kanal 26 mit der Druckkammer 24 fluidkommunizierend verbunden.

[0080] Zum besseren Verständnis ist das Stellelement 10 in Figur 4 in einer Draufsicht dargestellt. Figur 5 und Figur 6 zeigen die in Figur 4 eingezeichneten Schnitte des Stellelements 10. Hinsichtlich des konkreten Aufbaus des Stellelements 10 wird auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0081] Figur 7 zeigt einen Ausschnitt einer Seitenansicht der Rotationspumpe 1. Bei dem in Figur 7 dargestellten Ausschnitt schaut der Betrachter über den Niederdruckeinlass 3 in Strömungsrichtung des zu fördernden Fluids in das Pumpengehäuse 2.

[0082] Das zu fördernde Fluid gelangt über den Fluidanschluss 3a in den Einlasskanal 3b des Niederdruckeinlasses 3. Ein erster Teil des einströmenden Fluids kann unmittelbar, vorzugsweise in radialer Richtung, auf das Stellelement 10, insbesondere auf die Außenmantelfläche 17 des Stellelements 10, zu strömen. Über den ersten Umfangsabschnitt 11 kann das Fluid in den Förderbereich strömen, insbesondere radial oder zumindest mit radialer Richtungskomponente in den Förderbereich einströmen, und durch die Fördermittel 6 gefördert werden.

[0083] Der zweite Umfangsabschnitt 13 schließt sich in Drehrichtung des Förderrotors 5 an den ersten Umfangsabschnitt 11 an. Der zweite Umfangsabschnitt 13 weist eine axiale Breite auf, die der axialen Breite der Fördermittel 6 entspricht. Dadurch verhindert der zweite Umfangsabschnitt 13 vorteilhafterweise, dass das zu fördernde Fluid aufgrund der zunehmenden Fliehkraft wieder radial aus dem Förderbereich ausströmen kann.

[0084] Ein zweiter Teil des einströmenden Fluids trifft auf die Strömungsleitstruktur 22. Die Strömungsleitstruktur 22 lenkt einen Teilstrom des zweiten Teils des Fluids in den ersten Teileinlasskanal 3c. Ein anderer Teilstrom des zweiten Teils des Fluids wird durch die Strömungsleitstruktur 22 in den zweiten Teileinlasskanal 3d gelenkt.

[0085] Im Ausführungsbeispiel ist der erste Umfangsabschnitt 11 in jeder Stellung des Stellelements 10 axial neben, insbesondere auch axial über, dem ersten Teileinlasskanal 3c angeordnet. Der zweite Umfangsabschnitt 13 ist in jeder Stellung des Stellelements 10 axial neben, insbesondere auch axial über, dem zweiten Teileinlasskanal 3d angeordnet. Der Übergang 15 ist in Abhängigkeit der Stellung des Stellelements 10 entweder axial neben, insbesondere axial über, der Strömungsleitstruktur 22 und/oder dem zweiten Teileinlasskanal 3d angeordnet.

Bezugszeichen:

	1	Rotationspumpe	13	zweiter Umfangsabschnitt
5	2	Pumpengehäuse	14	Ausnehmung
	3	Niederdruckeinlass	14a	Wandung
	3a	Fluidanschluss	15	Übergang
	3b	Einlasskanal	16	Innenmantelfläche
	3c	erster Teileinlasskanal	17	Außenmantelfläche
10	3d	zweiter Teileinlasskanal	18	erste Dichtgleitfläche
	4	Hochdruckauslass	18a	erste Dichtkante
	4a	Auslasskanal	19	zweite Dichtgleitfläche
	5	Förderrotor	19a	zweite Dichtkante
15	5a	Außenmantelfläche	20	-
	6	Fördermittel	21	Druckfläche
	6a	Förderzellen	22	Strömungsleitstruktur
	7	Rückstellmittel	23	Druckkanal
	8	erste Gleitfläche	24	Druckkammer
20	9	zweite Gleitfläche	25	Druckausnehmung
	10	Stellelement	26	Kanal
	11	erster Umfangsabschnitt		
	12	Vertiefung		
25	12a	Vertiefungsgrund	D	Drehachse
	12b	Vertiefungswandung	B ₁	axiale Breite
	12c	Kante	B ₂	axiale Breite

Patentansprüche

1. Rotationspumpe (1) mit verstellbarem Fördervolumen, wobei die Rotationspumpe (1) Folgendes umfasst:

- (a) ein Pumpengehäuse (2) mit einem Niederdruckeinlass (3) und einem Hochdruckauslass (4) für ein zu förderndes Fluid,
- (b) einen im Pumpengehäuse (2) um eine Drehachse (D) drehbar angeordneten Förderrotor (5) mit mehreren über den Umfang des Förderrotors (5) verteilten Fördermitteln (6) zur Förderung des Fluids vom Niederdruckeinlass (3) zum Hochdruckauslass (4), und
- (c) ein in Bezug auf das Pumpengehäuse (2) translatorisch hin und her bewegliches Stellelement (10) zur Verstellung des Fördervolumens der Rotationspumpe (1), wobei
- (d) das Stellelement (10) einlassseitig

- (d1) einen ersten Umfangsabschnitt (11), der sich umfänglich in Drehrichtung des Förderrotors (5) erstreckt und dessen axiale Breite (B₁) kleiner ist als die axiale Breite der Fördermittel (6), und
- (d2) einen zweiten Umfangsabschnitt (13), der sich dem ersten Umfangsabschnitt (11) in Drehrichtung des Förderrotors (5) anschließt und dessen axiale Breite (B₂) größer ist als die axiale Breite (B₁) des ersten Umfangsabschnitts (11), aufweist, wobei

- (e) ein Übergang (15) vom ersten Umfangsabschnitt (11) zum zweiten Umfangsabschnitt (13) in jeder Stellung des Stellelements (10) im Niederdruckeinlass (3) angeordnet ist.

2. Rotationspumpe (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der erste Umfangsabschnitt (11) und der zweite Umfangsabschnitt (13) jeweils zumindest teilweise radial zwischen dem Förderrotor (5) und einem Einlasskanal (3b) des Niederdruckeinlasses (3) angeordnet sind.

3. Rotationspumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die axiale Breite (B₂) des zweiten Umfangsabschnitts (13) kleiner als die axiale Breite der Fördermittel (6) ist oder vorzugsweise der axialen Breite der Fördermittel (6) entspricht.

4. Rotationspumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Übergang (15) ein zur Drehachse (D) des Förderrotors (5) paralleler Absatz (15) des Stellelements (10) ist.
- 5 5. Rotationspumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Außenmantelfläche (5a) des Förderrotors (5), eine Innenmantelfläche (16) des Stellelements (10) und die axialen Außenränder der Fördermittel (6) im Betrieb der Rotationspumpe (1) einen Förderbereich der Rotationspumpe (1) definieren und der Förderbereich über den ersten Umfangsabschnitt (11) in radialer Richtung unmittelbar fluidkommunizierend mit dem Niederdruckeinlass (3) verbunden ist und der zweite Umfangsabschnitt (13) eine unmittelbare Fluidkommunikation zwischen dem Förderbereich und dem Niederdruckeinlass (3) in radialer Richtung verhindert.
- 10 6. Rotationspumpe (1) nach Anspruch 5, wobei der Förderbereich einen Niederdruckbereich aufweist, in den das zu fördernde Fluid einströmt, wobei der erste Umfangsabschnitt (11) in Drehrichtung des Förderrotors (5) zu Beginn des Niederdruckbereichs angeordnet ist und sich in jeder Stellung des Stellelements (10) über weniger als 70% der Umfangserstreckung des Niederdruckbereichs, vorzugsweise weniger als 60% der Umfangserstreckung des Niederdruckbereichs, erstreckt.
- 15 7. Rotationspumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Stellelement (10) eine mit dem Pumpengehäuse (2) in einem Gleitkontakt befindliche und neben dem ersten Umfangsabschnitt (11) vorgesehene erste Dichtgleitfläche (18) und eine mit dem Pumpengehäuse (2) in einem Gleitkontakt befindliche und neben dem zweiten Umfangsabschnitt (13) vorgesehene zweite Dichtgleitfläche (19) umfasst, wobei die erste Dichtgleitfläche (18) und die zweite Dichtgleitfläche (19) am Pumpengehäuse (2) entlang gleiten, wenn das Stellelement (10) translatorisch verstellt wird.
- 20 8. Rotationspumpe (1) nach Anspruch 7, wobei die erste Dichtgleitfläche (18) eine erste imaginäre Ebene definiert und die zweite Dichtgleitfläche (19) eine zweite imaginäre Ebene definiert, wobei die erste imaginäre Ebene parallel zur zweiten imaginären Ebene ausgebildet ist und sich beide Ebenen in jeder Stellung des Stellelements (10) zwischen der Drehachse (D) des Förderrotors (5) und dem Übergang (15) erstrecken und den Übergang (15) vorzugsweise weder schneiden noch tangieren.
- 25 9. Rotationspumpe (1) nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, wobei die erste Dichtgleitfläche (18) an einem der zweiten Dichtgleitfläche (19) zugewandten Ende eine erste Dichtkante (18a) und die zweite Dichtgleitfläche (19) an einem der ersten Dichtgleitfläche (18) zugewandten Ende eine zweite Dichtkante (19a) umfasst, und die Dichtkanten (18a, 19a) den Niederdruckeinlass (3) jeweils im Gleitkontakt zwischen Pumpengehäuse (2) und dem Stellelement (10) abdichtet, wobei der Übergang (15) jeweils einen in Umfangsrichtung gemessenen Abstand zu den Dichtkanten (18a, 19a) aufweist, der größer oder gleich einem in Umfangsrichtung gemessenen maximalen Abstand zwischen zwei benachbarten Fördermitteln (6) ist.
- 30 10. Rotationspumpe (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei der Übergang (15) einen in Umfangsrichtung gemessenen Abstand zur ersten Dichtkante (18a) aufweist, der größer oder gleich einem in Umfangsrichtung gemessenen Abstand zur zweiten Dichtkante (19a) ist.
- 35 11. Rotationspumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Umfangsabschnitt (11) und der zweite Umfangsabschnitt (13) eine umfängliche Erstreckung aufweisen, die mindestens einem in Umfangsrichtung gemessenen maximalen Abstand zwischen zwei benachbarten Fördermitteln (6) entspricht.
- 40 12. Rotationspumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Umfangsabschnitt (11) eine umfängliche Erstreckung aufweist, die kleiner ist als ein maximaler in Umfangsrichtung gemessener Abstand zwischen den zwei äußersten Fördermitteln (6) von insgesamt vier benachbarten Fördermitteln (6).
- 45 13. Rotationspumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Umfangsabschnitt (11) durch eine radial durchgängige, axiale Vertiefung (12) in dem Stellelement (10) gebildet wird.
- 50 14. Rotationspumpe (1) nach Anspruch 12, wobei die Vertiefung (12) einen Vertiefungsgrund (12a) aufweist, der in Umfangsrichtung durch zwei sich gegenüberliegende Vertiefungswandungen (12b) begrenzt wird, und eine der Vertiefungswandungen (12b) den Übergang (15) bildet.
- 55 15. Rotationspumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zweite Umfangsabschnitt (13) eine zum Förderrotor (5) radial offene und axial nicht durchgängige Ausnehmung (14) umfasst, und die Ausnehmung

EP 4 160 019 A1

(14) vom ersten Umfangsabschnitt (11) in Drehrichtung des Förderrotors (5) eine umfängliche Erstreckung aufweist, die höchstens einem in Umfangsrichtung gemessenen maximalen Abstand zwischen zwei benachbarten Fördermitteln (6) entspricht.

5

10

15

20

25

30

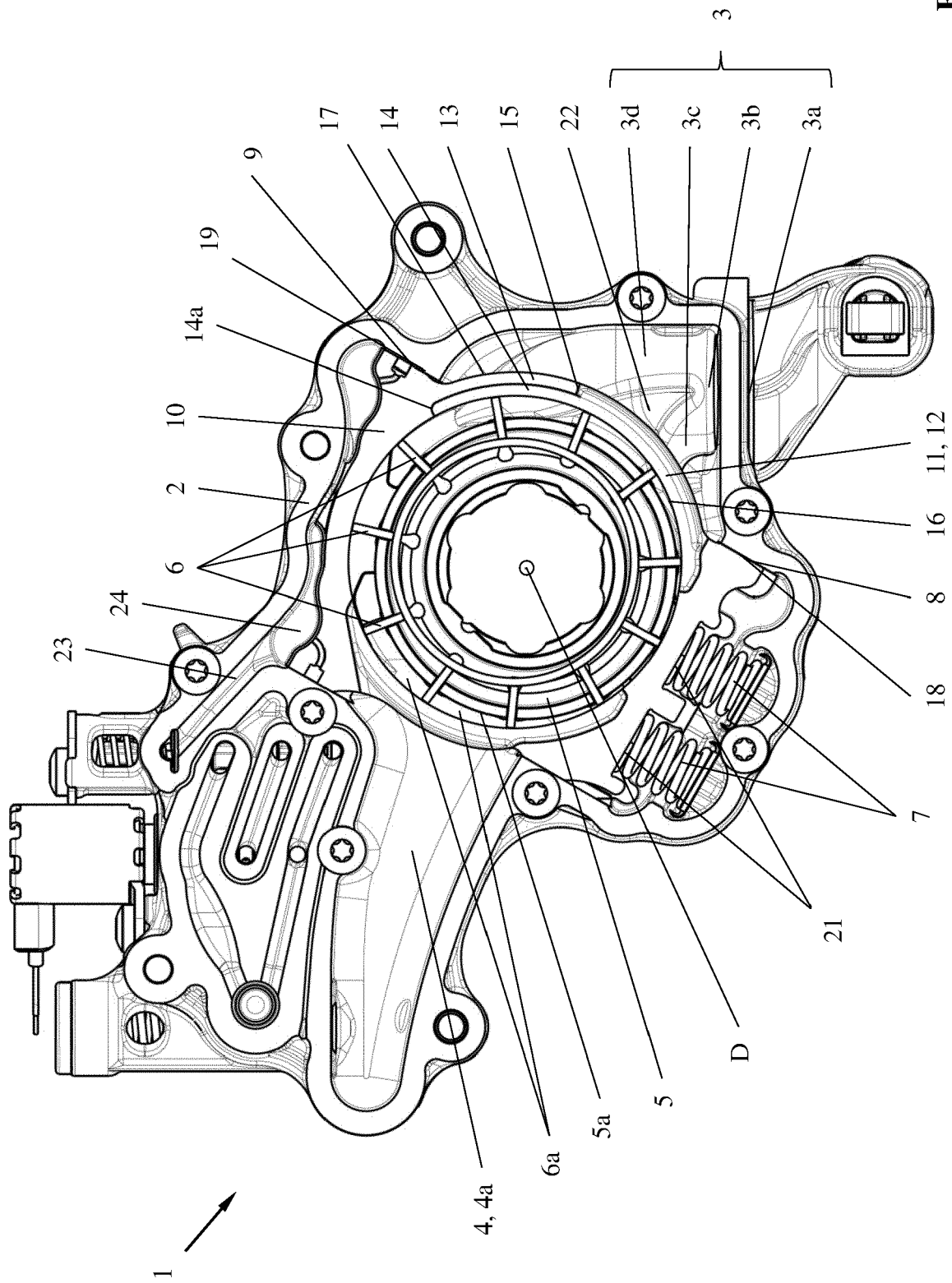
35

40

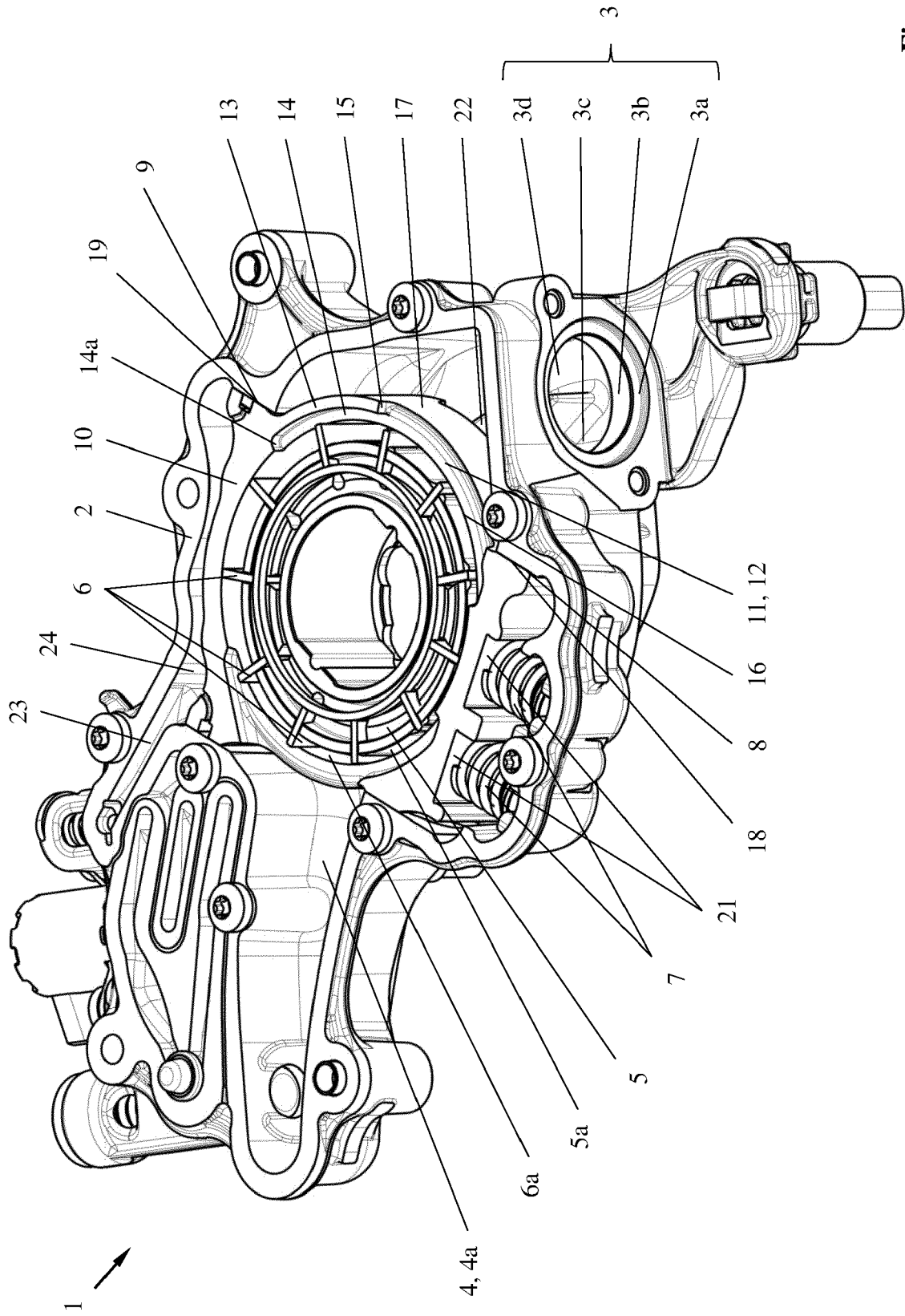
45

50

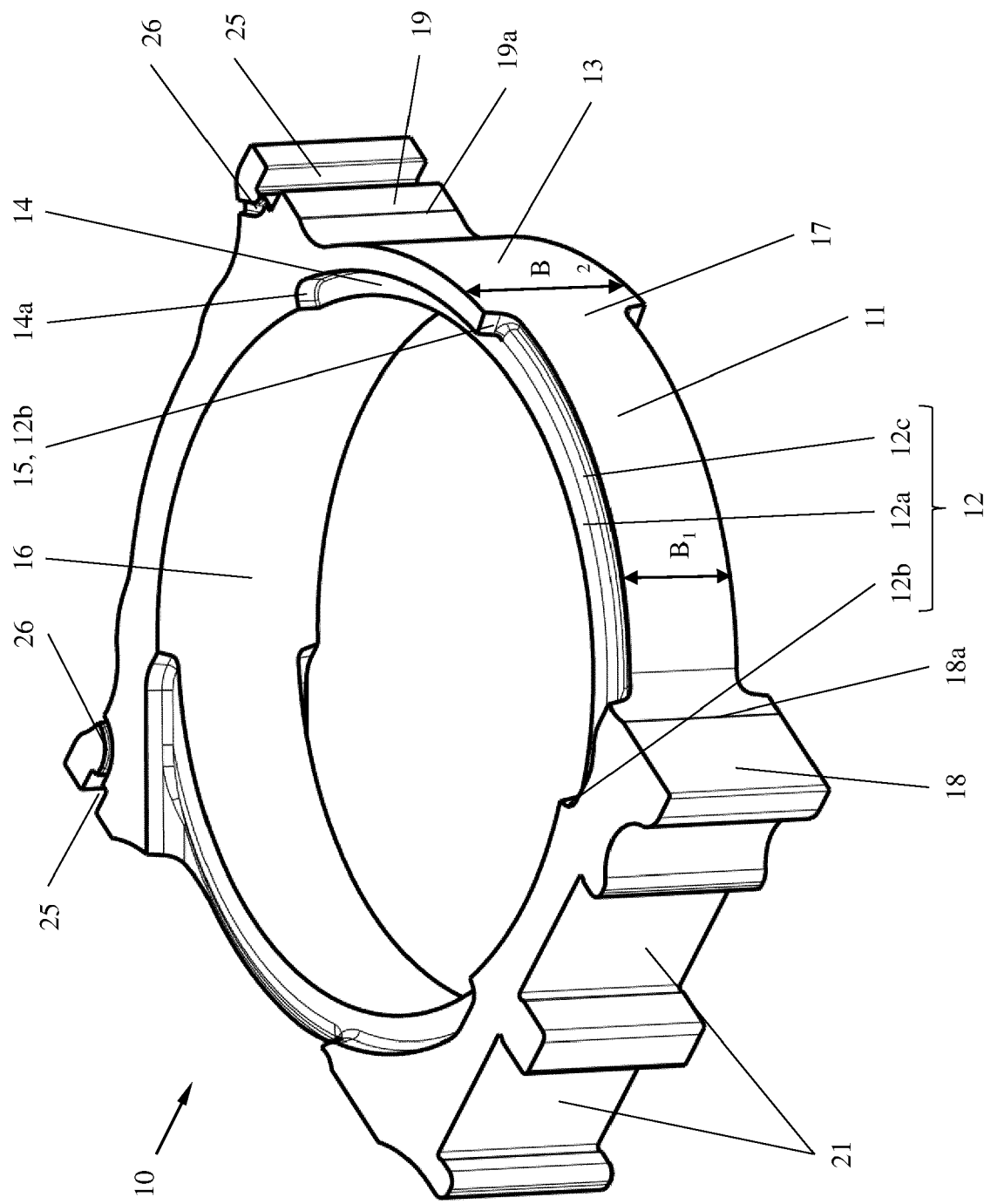
55



Figur 1



Figur 2



Figur 3

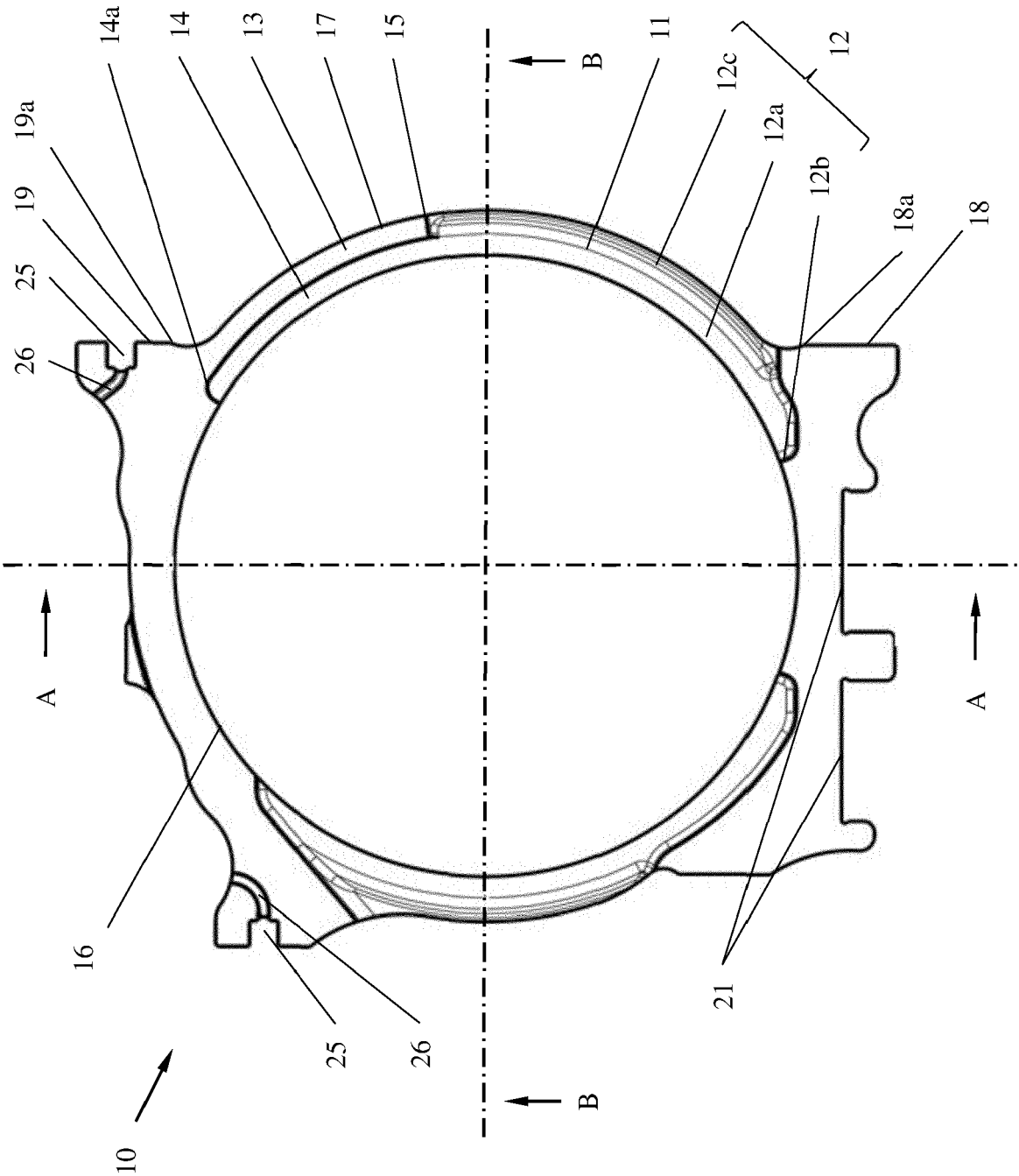
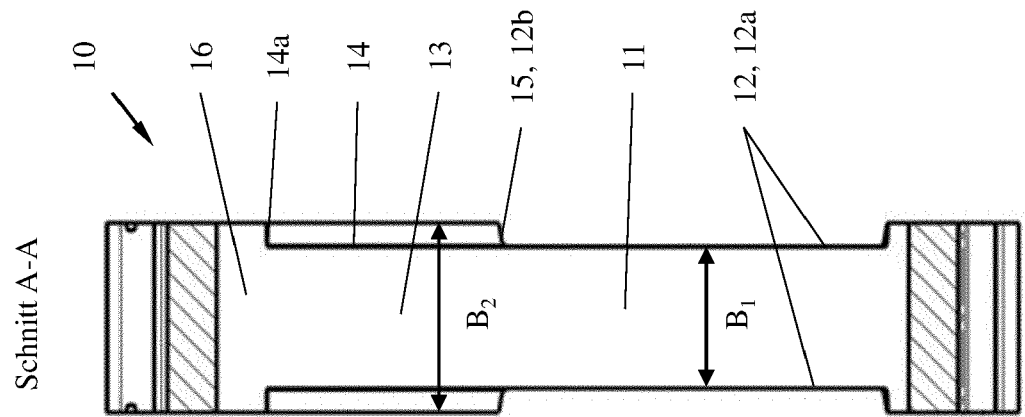
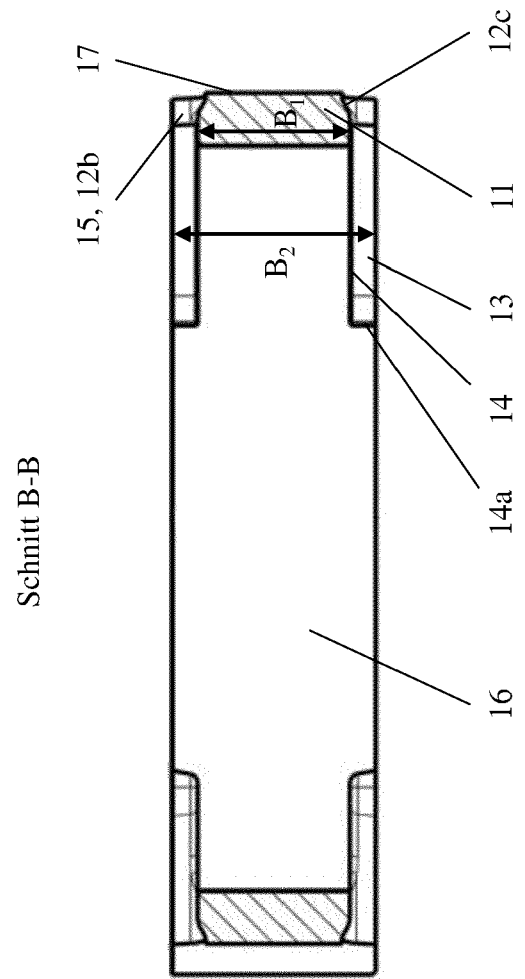


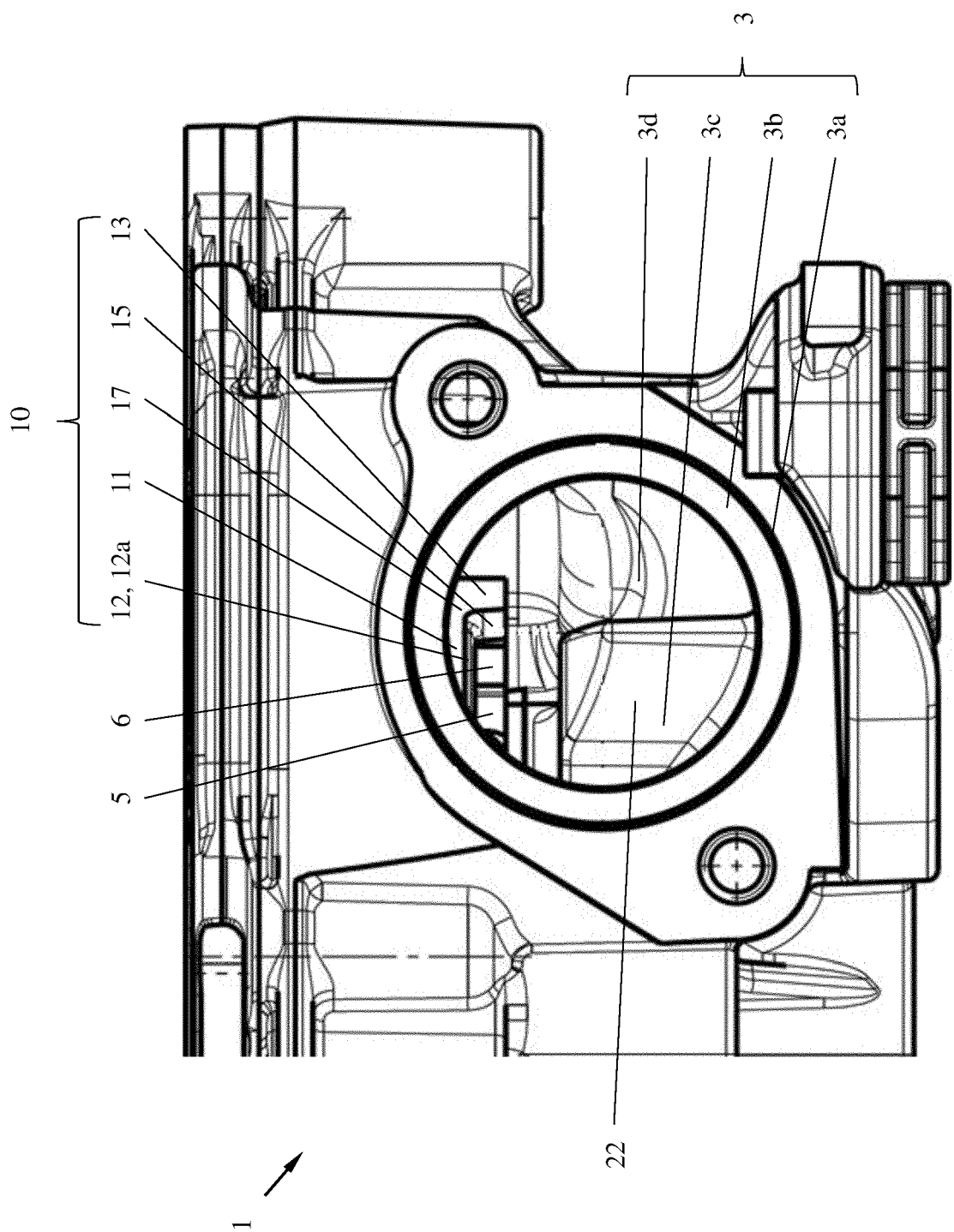
Figure 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 8807

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 279 477 A1 (VHIT S P A SOC UNIPERSONALE [IT]) 7. Februar 2018 (2018-02-07)	1-4, 13	INV. F04C2/344 F04C14/22 F04C15/06
Y	* Abbildungen 1, 2, 5, 6 * * Ansprüche 6, 7, 11, 12 *	5-9	
Y	GB 2 488 206 A (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 22. August 2012 (2012-08-22) * Abbildungen *	5-9	
A	US 2013/121867 A1 (EBINGER JUERGEN [DE] ET AL) 16. Mai 2013 (2013-05-16) * Abbildungen * * Zusammenfassung *	1-15	
A	EP 2 865 920 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]; KIA MOTORS CORP [KR]) 29. April 2015 (2015-04-29) * Abbildungen * * Zusammenfassung *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 22. Februar 2023	Prüfer Durante, Andrea
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 22 19 8807

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

22-02-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 3279477	A1	07-02-2018	EP	3279477 A1	07-02-2018
				ES	2735208 T3	17-12-2019
15	GB 2488206	A	22-08-2012	CN	102644590 A	22-08-2012
				DE	102011011690 A1	23-08-2012
				GB	2488206 A	22-08-2012
				US	2012213654 A1	23-08-2012
20	US 2013121867	A1	16-05-2013	CN	103104484 A	15-05-2013
				DE	102011086175 B3	16-05-2013
				US	2013121867 A1	16-05-2013
25	EP 2865920	A1	29-04-2015	CN	104564662 A	29-04-2015
				EP	2865920 A1	29-04-2015
				JP	2015078683 A	23-04-2015
				KR	101500372 B1	18-03-2015
				US	2015104343 A1	16-04-2015

EPO FORM P0461

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