

(19)



(11)

EP 4 083 430 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.11.2022 Patentblatt 2022/44

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 7/04 (2006.01) **F04D 29/22** (2006.01)
F04D 29/24 (2006.01) **F04D 29/42** (2006.01)
F04D 29/66 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22169868.1**

(22) Anmeldetag: **25.04.2022**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 29/2244; F04D 7/04; F04D 29/2288;
F04D 29/242; F04D 29/426; F04D 29/4293;
F04D 29/666

(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

(71) Anmelder: **Herborner Pumpentechnik GmbH & Co KG**
35745 Herborn (DE)

(72) Erfinder: **KORUPP, Sascha**
35614 Aßlar-Werdorf (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Olbricht Buchhold**
Keulertz
Partnerschaft mbB
Bettinastraße 53-55
60325 Frankfurt am Main (DE)

(30) Priorität: **28.04.2021 DE 102021110936**

(54) PUMPENLAUFRAD, GEHÄUSEELEMENT UND PUMPE HIERMIT

(57) Die Erfindung betrifft ein Pumpenlaufrad (1) mit einer Laufradfläche (11) an der Laufradfläche (11) Schaufeln (2, 3) angeordnet sind, wobei zumindest eine der Schaufeln (2, 3) eine Schaufel ersten Typs (2) ist, der eine Schaufelkante (22) aufweist, die in der Drehrichtung (DR) nach vorne geneigt ist. Des Weiteren ist bei einem Pumpenlaufrad mit Schaufeln (2, 3) erfindungsgemäß vorgesehen, dass dieses Schaufeln (2, 3) eines ersten Typs (2) und eines zweiten Typs (3) aufweist, deren Schaufelgeometrien sich unterscheiden. Alternativ oder ergänzend ist ein Gehäuseelement (100) für eine Pumpe (200) oder einer Pumpe (200) angege-

ben, das eine Gehäuseinnenwand (103) aufweist, die einen sich entlang einer Mittelachse (M) erstreckenden Strömungskanal (105) für ein fluides Medium begrenzt, wobei der Querschnitt des Strömungskanals (105) in einer Hauptströmungsrichtung (H) größer wird, und wobei die Gehäuseinnenwand (103) eine Oberflächenstruktur (101) aufweist, die derart ausgebildet ist, dass sie einer Rückströmung entgegen der Hauptströmungsrichtung (H) entlang der Gehäuseinnenwand (103) des fluiden Mediums entgegenwirkt. Außerdem betrifft die Erfindung eine Pumpe (200) mit wenigstens einem aus dem Pumpenlaufrad (1) und dem Gehäuseelement (100).

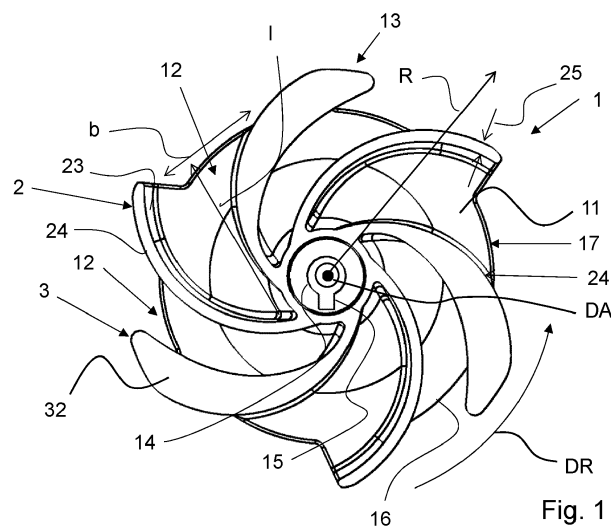


Fig. 1

EP 4 083 430 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Pumpenlaufrad gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Die Erfindung betrifft zudem ein Gehäuseelement. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Pumpe, insbesondere nach dem Anspruch 8 mit einem solchen Pumpenlaufrad und solch einem Gehäuseelement.

[0002] Hauptmerkmale der Erfindung sind im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1, 2 und 8 angegeben. Ausgestaltungen sind Gegenstand der Ansprüche 3 bis 7 und 9 bis 15.

[0003] Die Erfindung betrifft insbesondere Komponenten von Freistromradpumpen, die im allgemeinen Sprachgebrauch auch als Vortexpumpen bezeichnet werden. Freistromradpumpen werden häufig in der Abwasserförderung eingesetzt. Abwasser zeichnet sich dadurch aus, dass dessen genaue Zusammensetzung häufig unbekannt ist. Häufig enthält das Abwasser einen hohen Feststoffanteil wie langfaserige Stoffe, grobe Inhaltsstoffe wie Steine oder chemisch aggressive Stoffe. Dabei bieten Freistromradpumpen einen sicheren und robusten Pumpenbetrieb, wobei ihr Wirkungsgrad im Vergleich zu anderen Pumpenhydrauliken allerdings häufig etwas reduziert ist.

[0004] Aus WO 2017/001340 A1 ist ein Pumpenlaufrad mit zwei gegenüber angeordneten Schaufelgruppen bekannt. Die Schaufeln weisen eine inhomogene Materialstärke auf. DE 35 20 263 A1 beschreibt ein Pumpenlaufrad, das Schaufeln mit Schaufelabdeckung aufweist. Die Pumpenlaufräder weisen jeweils einen einzigen Schaufeltypen auf.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Wirkungsgrad einer Pumpe und insbesondere einer Freistromradpumpe bei möglichst konstanter Leistungsaufnahme zu erhöhen und insofern die Strömungsführung und damit die Ressourceneffizienz zu optimieren. Die Lösung soll einen zuverlässigen dauerhaften Betrieb ermöglichen und kostengünstig sein.

[0006] Ein erfinderischer Aspekt betrifft ein Pumpenlaufrad mit einer Laufradfläche und einer Drehrichtung, wobei an der Laufradfläche Schaufeln angeordnet sind, wobei zumindest eine der Schaufeln eine Schaufel ersten Typs ist, und wobei die Schaufelgeometrie der Schaufel ersten Typs eine Schaufelkante aufweist, die in der Drehrichtung nach vorne geneigt ist. Die Neigung dieser Kante trägt dazu bei, den vor dem Pumpenrad entstehenden Wirbel verstärkt in das Pumpenlaufrad hineinzuziehen, insbesondere zwischen die einzelnen Schaufeln. Die Neigung kann von einer Schrägen und/oder einem Radius ausgebildet sein. Außerdem kann die Neigung an der Laufradfläche beginnend ausgestaltet sein, oder aber erst beabstandet von der Laufradfläche beginnen.

[0007] Optional können alle der Schaufeln des Pumpenlaufrads Schaufeln des ersten Typs sein. Hierdurch lässt sich die Effizienz des Pumpenlaufrads gegenüber Versionen ohne eine solche Schaufelkante deutlich steigern.

[0008] Gemäß einem weiteren erfinderischen Aspekt ist bei einem Pumpenlaufrad mit einer Laufradfläche, an der Schaufeln angeordnet sind, wobei zumindest eine der Schaufeln eine Schaufel ersten Typs ist, vorgesehen, dass zumindest eine der Schaufeln eine Schaufel zweiten Typs ist, wobei sich die Schaufelgeometrie der Schaufel ersten Typs von der Schaufelgeometrie der Schaufel zweiten Typs unterscheidet.

[0009] Hierdurch gelingt eine funktionale Trennung in Ansaugen des Fluids in den Zwischenraum der Schaufeln und ein dort Halten und radial nach außen Beschleunigen entlang der Schaufeln. Die unterschiedlichen Schaufelgeometrien lassen sich so aufeinander abstimmen, dass die Strömungsführung eines geförderten Fluids durch das Pumpenlaufrad durch das Vermeiden von Verwirbelungen optimiert ist. Entsprechende Schaufelräder haben somit eine größere Förderhöhe als Schaufelräder, die nur Schaufeln eines Typs mit einheitlicher Geometrie aufweisen. Die Leistungsaufnahme des erfindungsgemäßen Laufrads ist dabei mit den Laufrädern, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, vergleichbar und insofern ist der Wirkungsgrad erhöht.

[0010] Gemäß einer optionalen Variante dieses Pumpenlaufrads weist die Schaufelgeometrie der Schaufel ersten Typs eine Schaufelkante auf, die in der Drehrichtung nach vorne geneigt ist. Diese tragen in besonderem Maße dazu bei, Fluid in den Zwischenraum zwischen die Schaufeln zu fördern.

[0011] Das Pumpenlaufrad weist vorzugsweise eine (bevorzugte) Drehrichtung (im Weiteren einfach Drehrichtung genannt, auch wenn man das Laufrad theoretisch auch einfach rückwärts drehend antreiben könnte) und/oder eine imaginäre Drehachse, um die sich das Pumpenlaufrad im Betrieb drehen soll, auf. Die imaginäre Drehachse (im Weiteren teilweise einfach Drehachse genannt) verläuft beispielsweise durch eine Laufradnabe in der Laufradfläche, die der Befestigung an einer Antriebswelle dient. Die Laufradnabe kann beispielsweise eine Wellenaufnahme sein und insbesondere als eine Bohrung in der Laufradfläche (z.B. mit Passfedernut) oder ein Wellenzapfen (z.B. mit Passfedernut und/oder z.B. zylindrisch oder kegelförmig) ausgebildet sein. Die Drehachse ist parallel und/oder koaxial zur Antriebswelle und/oder der Bohrung ausgerichtet. Sie verläuft quer, vorzugsweise orthogonal, zur Laufradfläche.

[0012] Die Laufradfläche sollte von einem Laufradboden bzw. Laufradteller ausgebildet sein, der quer zur Drehachse ausgerichtet ist, und durch dessen Mitte die Drehachse verläuft. Die Laufradfläche ist geschlossen und derart ausgebildet, dass das geförderte Fluid das Laufrad radial verlässt und damit quer, insbesondere rechtwinklig zur Drehachse abgeführt wird.

[0013] Die Schaufeln weisen eine Schaufeldruckfläche auf, die in der Drehrichtung nach vorne weist, und eine Schaufelsaugfläche auf, die in der Drehrichtung nach hinten weist. Der Grundkörper der Schaufelgeometrie der Schaufeln ersten Typs und/oder der Schaufeln zweiten Typs kann sich dabei jeweils so von der Drehachse nach außen weg

erstrecken, dass er gerade verläuft (gerade Beschauflung) und optional orthogonal zur Drehachse ausgerichtet ist. Alternativ kann der Grundkörper von der Drehachse nach außen eine Krümmung aufweisen (gekrümmte Beschauflung), die sich insbesondere über die Laufradfläche erstreckt, und mehr als 0° und bis zu 270° groß ist.

[0014] Zudem kann das Laufrad auszeichnen, dass die Schaufelgeometrie der Schaufeln ersten Typs und/oder der Schaufeln zweiten Typs in einer Richtung die radial weg von der Drehachse nach außen verläuft und eine konvexe Schaufeldruckfläche und/oder eine konkave Schaufelsaugfläche aufweist. Der Verlauf der Schaufelsaugfläche und/oder der Schaufeldruckfläche kann kreissegmentförmig und/oder zylindersegmentförmig sein.

[0015] Das Pumpenlaufrad ist geeignet als Pumpenlaufrad für eine Freistromradpumpe.

[0016] Weiterhin kann es vorteilhaft sein, wenn die Schaufeldruckfläche und/oder die Schaufelsaugfläche der Schaufelkante in Drehrichtung nach vorne geneigt ist. Die Neigung nach vorne beeinflusst den Druckaufbau positiv. Zudem kann die Schaufel ersten Typs entlang einer Krümmung und/oder entlang einem Knick in einen Grundkörper und die Schaufelkante unterteilt sein, wobei vorzugsweise die Schaufelkante beabstandet von der Laufradfläche angeordnet ist. Durch die Krümmung bzw. den Knick ist die Neigung realisiert.

[0017] Dabei kann Schaufelkante gegenüber einer imaginären Drehebene, in der die Laufradfläche (im Betrieb) in der Drehrichtung rotiert, um einen Winkel w_1 geneigt sein, wobei der Winkel w_1 vorzugsweise zwischen 55° und 87° oder zwischen 60° und 80° oder zwischen 65° und 75° beträgt. Dies trägt zur Optimierung der Strömungsführung bei. Zudem ist es vorteilhaft, wenn die Schaufelgeometrie der Schaufel ersten Typs eine konvexe Schaufeldruckfläche und eine konkave Schaufelsaugfläche aufweist, wobei insbesondere die konvexe Schaufeldruckfläche die angewinkelte Schaufelkante und/oder die konkave Schaufelsaugfläche die angewinkelte Schaufelkante aufweist. Die Schaufelkante weist bevorzugt ein freies Ende auf, an das kein weiteres Element der Schaufel anschließt. Optional möglich ist allerdings auch, eine Schaufel ersten Typs mit einer geneigten Schaufelkante zusätzlich mit einer Schaufelabdeckung zu versehen, die über die Schaufelsaugfläche hinaus weist.

[0018] Zudem kann es von Vorteil sein, wenn die Schaufelkante an einem Grundkörper der Schaufelgeometrie der Schaufel ersten Typs angeordnet ist, wobei der Grundkörper an die Laufradfläche angrenzt und insbesondere die Schaufelkante beabstandet von dem Grundkörper angeordnet ist, und insbesondere ein freies Ende ausbildet. Durch den Grundkörper wird die Impulsübertragung auf das fluide Medium optimiert.

[0019] Ein optionaler Aspekt der Erfindung ist, dass die Schaufelgeometrie der Schaufel zweiten Typs einen Grundkörper umfasst, der an die Laufradfläche anschließt, und eine Schaufelabdeckung umfasst, die an den Grundkörper anschließt, wobei zwischen der Schaufelabdeckung, dem Grundkörper und der Laufradfläche ein Förderkanal ausgebildet ist. Die Schaufelabdeckung trägt zu einer optimierten Strömungsführung bei, da sie Verwirbelungen verringert. Insofern verringern sich die Verwirbelungen im Förderkanal. Der Förderkanal ist dreiseitig begrenzt durch die Schaufelabdeckung, den Grundkörper und die Laufradfläche. Er gewährleistet einen höheren dynamischen Druck innerhalb der darin geführten Strömung. Dabei kann es von Vorteil sein, wenn die Schaufelgeometrie der Schaufeln ersten Typs keine Schaufelabdeckung aufweisen. Besonders vorteilhaft ist, wenn die Schaufeln ersten Typs und zweiten Typs in Drehrichtung abwechselnd angeordnet sind, wobei die Schaufeln zweiten Typs Schaufelabdeckungen aufweisen, und die Schaufeln ersten Typs keine Schaufelabdeckungen aufweisen. Die Schaufeln können mit einheitlichem Drehwinkelabstand angeordnet sein. Optional ist es jedoch auch möglich, eine Ungleichverteilung der Schaufeln auszubilden. Dabei böte es sich an, stets zwei benachbarte Schaufeln als Paar näher beieinander anzuordnen als zu einem benachbarten Paar. Der größere Abstand ist dann bevorzugt zwischen der optionalen Schaufelkante und der gegenüberliegenden Schaufelabdeckung ausgebildet. Dabei sollte der größere Schaufelabstand zwischen der mit Schaufelkante ausgestatteten Schaufel ersten Typs und der in Drehrichtung vor dieser angeordneten und mit Schaufelabdeckung ausgestatteten zweiten Typ Schaufel ausgebildet sein. Mit anderen Worten ist dann der Öffnungswinkel zwischen der Schaufeldruckfläche der Schaufel ersten Typs und der Schaufelsaugfläche einer in Drehrichtung vor dieser angeordneten Schaufel zweiten Typs größer als der Öffnungswinkel zwischen der Schaufeldruckfläche der Schaufel zweiten Typs und der Schaufelsaugfläche einer in Drehrichtung vor dieser angeordneten Schaufel ersten Typs.

[0020] Zudem kann es vorteilhaft sein, wenn das Pumpenlaufrad eine Drehrichtung aufweist und ein in Drehrichtung zwischen der Schaufel zweiten Typs und einer weiteren der Schaufeln ausgebildeter Schaufelkanal teilweise durch die Schaufelabdeckung abdeckt ist. Damit lässt sich besonders effektiv die Strömungsführung optimieren und die Verwirbelungen minimieren. Die Teilabdeckung gewährleistet einen ausreichenden Zufluss in den Förderkanal.

[0021] Dabei kann es vorteilhaft sein, dass die Schaufelabdeckung den Schaufelkanal in Drehrichtung zwischen 30% und 70% abdeckt, sodass entlang dem Schaufelkanal ein Spalt freibleibt. Der Spalt kann sich dabei über die volle Länge des Schaufelkanals erstrecken, wobei sich die Länge radial zur Drehachse erstreckt, also von innen nach außen. Die Schaufelabdeckung deckt dabei eine Breite des Schaufelkanals ab, wobei sich die Breite in die Drehrichtung erstreckt. Der Förderkanal ist an einer radial äußeren Schaufelradkante am äußeren Umfang des Pumpenlaufrads offen, so dass ein gefördertes Fluid radial zur Drehachse aus dem Förderkanal austreten kann. Dieser Aspekt trägt dazu bei, dass die Strömungsführung weiter optimiert wird und die Verwirbelungen minimiert werden.

[0022] Dabei ist es zudem von Vorteil, wenn der Grundkörper mit einer maximalen Abweichung von $\pm 20^\circ$, vorzugsweise $\pm 10^\circ$, weiter bevorzugt $\pm 5^\circ$ und besonders bevorzugt $\pm 2^\circ$ parallel zur Drehachse ausgerichtet ist. Zudem

kann der Grundkörper mit einer maximalen Abweichung von $\pm 20^\circ$, vorzugsweise $\pm 10^\circ$, weiter bevorzugt $\pm 5^\circ$ und besonders bevorzugt $\pm 2^\circ$ orthogonal gegenüber Laufradfläche ausgerichtet sein. Der Grundkörper steht so also recht gerade auf der Laufradfläche bzw. erstreckt sich senkrecht ($\pm$ die angegebene Abweichung) von der Laufradfläche weg. Diese Aspekte führen dazu, dass die Strömungsführung optimiert wird und die Verwirbelungen minimiert werden.

[0023] Weiterhin kann es von Vorteil sein, wenn die Schaufelabdeckung mit einer maximalen Abweichung von $\pm 20^\circ$, vorzugsweise $\pm 10^\circ$, weiter bevorzugt $\pm 5^\circ$ und besonders bevorzugt $\pm 2^\circ$, parallel zu einer imaginären Drehebene ausgerichtet ist, in der die Laufradfläche (im Betrieb) in der Drehrichtung rotiert, und/oder orthogonal zum Grundkörper ausgerichtet ist. Zudem kann die Schaufelabdeckung mit einer maximalen Abweichung von $\pm 20^\circ$, vorzugsweise $\pm 10^\circ$, weiter bevorzugt $\pm 5^\circ$ und besonders bevorzugt $\pm 2^\circ$ parallel zur Laufradfläche ausgerichtet sein. Auch dieser Aspekt trägt dazu bei, dass die Strömungsführung optimiert wird und die Verwirbelungen minimiert werden.

[0024] Es kann auch vorteilhaft sein, wenn das Pumpenlaufrad eine Drehrichtung aufweist und die Schaufelabdeckung über den Grundkörper entgegen der Drehrichtung übersteht. Insofern kann gemäß der Schaufelgeometrie der Schaufel zweiten Typs der Förderkanal in Drehrichtung hinter dem entsprechenden Grundkörper angeordnet sein, wobei bevorzugt die Fläche des Grundkörpers, die an den Förderkanal angrenzt, die Schaufelsaugfläche ist, und die gegenüberliegende Seite des Grundkörpers eine Schaufeldruckfläche ist. Auch diese Maßnahme sorgt für eine Optimierung der Strömungsführung und einer Minimierung der Verwirbelungen.

[0025] Es kann außerdem von Vorteil sein, wenn die Schaufelgeometrie der Schaufel des ersten Typs und/oder der Schaufel des zweiten Typs eine homogene Materialstärke aufweist mit einer maximalen Abweichung von $\pm 30\%$, vorzugsweise $\pm 20\%$, weiter bevorzugt $\pm 10\%$ und besonders bevorzugt $\pm 5\%$. Optional können die Schaufeldruckfläche und Schaufelsaugfläche parallel verlaufen. Durch die homogene Materialstärke wird der Fertigungsprozess optimiert, insbesondere der Abkühlprozess beim Gießen. Das Schaufelrad besteht bevorzugt aus Metall. Aufgrund der hier beschriebenen Schaufelkante und Schaufelabdeckung ist es ohnehin kaum möglich eine Gussform ohne Kerne zu nutzen, weswegen auf Entformungsschragen deutlich weniger Rücksicht zu nehmen ist, und alle Flächen auf Effizienz hin optimierbar sind.

[0026] Weiterhin kann es von Vorteil sein, wenn die gleiche Anzahl an Schaufeln ersten Typs und Schaufeln zweiten Typs vorgesehen ist. Auf diese Weise wird das Zusammenspiel der unterschiedlichen Schaufeltypen optimiert.

[0027] Zudem ist es vorteilhaft, wenn die Schaufeln ersten Typs und die Schaufeln zweiten Typs in einer Drehrichtung des Pumpenlaufrads abwechselnd hintereinander angeordnet sind. Die Strömungsführung durch zwei benachbarte Schaufeln beeinflusst sich direkt. Insofern wird hierdurch das Zusammenspiel der unterschiedlichen Schaufeltypen optimal ausgenutzt.

[0028] Zudem ist es vorteilhaft, wenn das Pumpenlaufrad als Freistromrad ausgebildet ist. Dabei ist die Laufradfläche des Pumpenlaufrads eine geschlossene Fläche und das axial anströmende Fluid wird radial zur Drehachse aus dem Bereich des Pumpenlaufrads gefördert. Somit wird eine Umlenkung der Strömungsführung erreicht.

[0029] Die Aufgabe wird zudem durch ein Gehäuseelement für eine Pumpe oder einer Pumpe gelöst. Das Gehäuseelement weist eine Gehäuseinnenwand auf, die einen sich entlang einer Mittelachse erstreckenden Strömungskanal für ein fluides Medium begrenzt, wobei der Querschnitt des Strömungskanals in einer Hauptströmungsrichtung größer wird. Die Gehäuseinnenwand weist eine Oberflächenstruktur auf, die derart ausgebildet ist, dass sie einer Rückströmung entgegen der Hauptströmungsrichtung entlang der Gehäuseinnenwand des fluiden Mediums entgegenwirkt. Diese Maßnahme erhöht den Druckaufbau im Pumpengehäuse, denn die Rückströmung in den Saugbereich der Pumpe wird minimiert. Die Oberflächenstruktur begünstigt insbesondere die Strömung in der Hauptstromrichtung. Dies minimiert entsprechend einen Leistungsverlust der Pumpe und gerade größere Fördermengen werden effizienter gefördert. Die Strömungsführung ist optimiert. Die Oberflächenstruktur kann insofern wenigstens eine Anströmfläche aufweisen, die quer in die Rückströmung ragt. Die Anströmfläche verwirbelt die Rückströmung und verringert sie entsprechend. Bevorzugt sind in Umfangsrichtung keine quer in die Rotationsströmung ragende Anströmflächen vorhanden. Die vom Pumpenlaufrad ausgelöste Rotation wird so nicht abgebremst, sondern nur das Rückströmen.

[0030] Gemäß einer näheren Ausgestaltung weist die Oberflächenstruktur zumindest einen Absatz auf. Der Absatz bildet die Anströmfläche aus und wirkt der Rückströmung entgegen. Außerdem bildet der Absatz für die Hauptströmungsrichtung einen Schatten aus, in dem beim Überströmen ein Unterdruck entsteht. Die Rückströmung wird dann an dem Absatz nicht nur behindert, sondern der Hauptströmung saugt die Rückströmung dann zurück in den Hauptstrom. Der Absatz kann insbesondere quer in die Rückströmung ragen. Weiterhin kann der Absatz drehsymmetrisch ausgebildet sein. Man kann den Absatz mit einer Hinterschneidung auszubilden, insbesondere derart, dass die Rückströmung zumindest geringfügig unter den Absatz strömt. In der Hauptströmungsrichtung stört diese Hinterschneidung kaum die Strömung. Bezüglich der Rückströmung kann der Hinterschnitt dessen Umlenkung verstärken. Dafür kann der Hinterschnitt einen Radius ausbilden. In der Hauptströmungsrichtung sollten keine Hinterschneidungen ausgebildet sein. Dies verbessert die Entformbarkeit. Bevorzugt sind entlang der Hauptströmungsrichtung Entformungsschragen von zumindest $1,5^\circ$ eingehalten. Außerdem sollten im Strömungskanal zwischen mehreren Absätzen keine Verjüngungen in der Hauptströmungsrichtung ausgebildet sein.

[0031] Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn der zumindest eine Absatz ringförmig oder zumindest ringsegmentförmig

ausgebildet ist. Der ringförmige oder zumindest ringsegmentförmige Absatz kann in eine Umfangsrichtung um die Mittelachse verlaufen. Durch diese Ausbildung ist die Entgegenwirkung besonders effizient und zudem ist die Ausbildung des Absatzes kostengünstig zu erzielen.

[0032] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Oberflächenstruktur zumindest einen oder zwei oder drei weitere Absätze aufweist. Die Absätze sind in Bezug auf eine Richtung radial zur Mittelachse und/oder der Hauptströmungsrichtung beabstandet voneinander angeordnet. Die Abstände und die Anzahl der Absätze kann auf die jeweilige Pumpengröße abgestimmt werden. Optional kann die Oberflächenstruktur auch wenigstens fünf oder wenigstens sechs oder wenigstens zehn oder auch deutlich mehr als zehn Absätze aufweisen. Durch die Oberflächenstruktur, die sich aus den zusätzlichen Absätzen ergibt, wird die Rückströmung verstärkt reduziert. Bevorzugt ist der oder sind die Absätze eine Makrostruktur. Dazu weist der Absatz bevorzugt eine Absatzhöhe von wenigstens 0,5 mm oder wenigstens 1,0 mm oder wenigstens 2,0 mm oder wenigstens 3,0 mm auf.

[0033] Vorzugsweise sind die weiteren Absätze in die Richtung radial zur Mittelachse und/oder der Hauptströmungsrichtung gleichmäßig beabstandet angeordnet. Die weiteren Absätze können ringförmig oder zumindest ringsegmentförmig ausgebildet sein. Die weiteren ringförmigen oder zumindest ringsegmentförmigen Absätze können in eine Umfangsrichtung um die Mittelachse verlaufen. Damit wird die Rückströmung besonders effizient unterdrückt.

[0034] Alternativ kann es von Vorteil sein, wenn der Absatz spiralförmig ausgebildet ist und vorzugsweise ausgehend von der Mittelachse radial nach außen gewunden ist, vorzugsweise um mehr als 360° oder mehr als 720° oder mehr als 1080° oder noch deutlich mehr Umdrehungen aufweisen. Auch damit lässt sich die Rückströmung effizient unterdrücken. Die optional in Richtung des Pumpenlaufrads ansteigende Windung des spiralförmigen Absatzes verbessert die Strömungsführung in Richtung Pumpenlaufrad.

[0035] Ferner kann es von Vorteil sein, wenn der Absatz ein keil- oder trapezförmiges Querschnittsprofil aufweist. Dadurch kann eine Hinterschneidung ausgebildet werden. Es geht dabei um die Grundform, wobei beispielsweise auch Radien auf den Kanten ausgebildet sein können. In diese Hinterschneidung strömt die Rückströmung hinein und wird abgebremst. Hierdurch wird die Rückströmung besonders effizient unterdrückt. In der Hauptströmungsrichtung hingegen überströmt das Fluid den Absatz einfach. Weitere Alternativen können einen runden oder ovalen Querschnitt aufweisen. Grundsätzlich kommen als Form des Absatzes zahlreiche unterschiedliche Grundformen in Betracht. Vorzugsweise bilden diese jedoch kein Strömungshindernis in der Hauptströmungsrichtung aus, sondern nur entgegen der Hauptströmungsrichtung.

[0036] In einer Speziellen Ausführungsform ist der Absatz stufenförmig ausgebildet. Eine Stufe zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass man die Stufe in der Hauptströmungsrichtung hinabgeht und entgegen der Hauptströmungsrichtung hinauf. Bei optional mehreren stufenförmigen Absätzen resultiert eine Treppe aus Stufen.

[0037] Zudem kann es von Vorteil sein, wenn die Gehäuseinnenwand eine kegelförmige Grundform aufweist, an der die Oberflächenstruktur ausgebildet ist. Dabei kann sich die Gehäuseinnenwand vorzugsweise in der Hauptströmungsrichtung erweitern. Damit ist das Gehäuseelement besonders geeignet für eine Freistromradpumpe. Bevorzugt ist die kegelige Grundform gerade ausgebildet. Dadurch wird ein Fluidwirbel innerhalb des Gehäuseelements wenig behindert. Es können jedoch auch schiefe kegelförmige Grundformen in Betracht kommen, insbesondere leicht schiefe kegelförmige Grundformen. Damit lässt sich beispielsweise der Pumpenanschluss etwas abweichend positionieren. Bevorzugt handelt es sich bei der kegeligen Grundform um einen flachen Kegel, nämlich insbesondere einen Kegel mit einem Öffnungswinkel von wenigstens 20 Grad.

[0038] Außerdem kann es vorteilhaft sein, wenn das Gehäuseelement eine Fluideinlassöffnung in Hauptströmungsrichtung am Anfang des Strömungskanals aufweist, wobei die Fluideinlassöffnung mit der Mittelachse fluchtet. Die Fluideinlassöffnung kann im Zusammenbau insbesondere im Bereich des Pumpeneinlasses angeordnet werden. Beispielsweise kann auf diese Weise ein Deckel, der das Gehäuseelement ausbildet, zusätzlich geeignet sein, den Pumpeneinlass einer Freistromradpumpe auszubilden.

[0039] Ebenso kann es vorteilhaft sein, wenn das Gehäuseelement als lösbarer Deckel eines Pumpengehäuses, insbesondere der Pumpe, ausgebildet ist. Der Deckel ist lösbar in dem Sinne, als dass er mittels zumindest eines lösbaren Befestigungsmittels an zumindest einem weiteren Element des Gehäuses angebracht ist. Typische Befestigungsmittel sind Schrauben und/oder Schellen. Der lösbare Deckel kann mit Befestigungsflansch ausgebildet sein und vorzugsweise Schraubenlöcher aufweisen. Da der Deckel lösbar ist, kann das Gehäuseelement demontiert werden und ist dann einfach zu warten und wo nötig zu ersetzen. Alternativ oder ergänzend kann das Gehäuseelement eine Laufradkammer eines Pumpengehäuses ausbilden. Gerade hier bilden sich nämlich aufgrund des entstehenden Wirbels und dem Druck am Pumpenausgang potentielle Rückströmungen an der Innenwandung, die entsprechend mit dem Gehäuseelement reduziert werden können. Eine weitere alternative oder ergänzende Ausgestaltung kann darin bestehen, dass das Gehäuseelement ein Einselement in einer Laufradkammer eines Pumpengehäuses ist. Solche Einselemente können im Inneren einer Laufradkammer montiert sein (z.B. festgeschraubt sein) und bei Bedarf ausgetauscht werden, insbesondere, wenn bspw. Abrasion oder Ablagerungen die Funktion des oder der Absätze beeinträchtigen.

[0040] Die Erfindung wird zudem von einer Pumpe mit einem Pumpengehäuse gelöst, in dem ein Pumpenlaufrad

drehbar gelagert ist, mit dem ein fluides Medium von einem Pumpeneinlass des Pumpengehäuses zu einem Pumpenauslass des Pumpengehäuses förderbar ist, wobei das Pumpengehäuse ein Gehäuseelement wie vor- und nachstehend beschrieben aufweist, dessen Strömungskanal zwischen dem Pumpeneinlass und dem Pumpenlaufrad angeordnet ist, und/oder das Pumpenlaufrad wie vor- und nachstehend beschrieben ausgebildet ist. Durch die Anwendung von zumindest einer der Maßnahmen wie beschrieben wird die Effizienz der Pumpe optimiert. Die zuvor beschriebenen Wirkungen treten entsprechend in Kombination auf, so dass die Pumpenkennlinie optimiert ist. So reduziert das Pumpenlaufrad bereits die Rückströmung, welche zusätzlich mit der Oberflächenstruktur des Gehäuseelements reduziert wird.

[0041] Unter diesem Aspekt kann es von Vorteil sein, wenn das Pumpenlaufrad in Richtung der Hauptströmungsrichtung gegenüber dem Gehäuseelement angeordnet ist. Die Mittelachse des Gehäuseelements kann parallel und/oder koaxial mit der Drehachse des Pumpenlaufrads sein.

[0042] Das Gehäuseelement bildet vorteilhafterweise eine Wandung einer Pumpenhydraulik aus, wobei das Pumpenlaufrad in einer Laufradkammer der Pumpenhydraulik angeordnet ist. Bevorzugt handelt es sich um eine Radialpumpenhydraulik. Der Pumpeneinlass sollte mit dem Pumpenlaufrad fluchten. Zwischen dem Gehäuseelement und dem Pumpenlaufrad ist innerhalb der Laufradkammer ein freier Raum ohne weitere Strömungsleitelemente vorgesehen. Bevorzugt ist der Pumpenauslass orthogonal zu dem Pumpeneinlass ausgerichtet und führt radial vom Pumpenlaufrad aus der Laufradkammer heraus. Ein spiralförmiger Fluidwirbel bildet sich zwischen Pumpeneinlass, der von dem Gehäuseelement ausgebildet ist, und dem Pumpenlaufrad aus und führt zu einer Rückströmung entlang der Gehäuseinnenwand des Gehäuseelements, die dann mit der Oberflächenstruktur kollidiert und verwirbelt. Damit kommt die Hemmung der Rückströmung besonders zur Geltung.

[0043] Außerdem kann es vorteilhaft sein, wenn die Pumpe eine Freistromradpumpe ist. Gerade bei Freistromradpumpen kommen die genannten Vorteile besonders zum Tragen.

[0044] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem Wortlaut der Ansprüche sowie aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Draufsicht auf ein Pumpenlaufrad;
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht auf das Pumpenlaufrad der Fig. 1 von unten;
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht auf ein Pumpenlaufrad von oben;
- Fig. 4 eine schematische Abwicklung eines Pumpenlaufrads;
- Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines Gehäuseelements;
- Fig. 6 einen Querschnitt durch das Gehäuseelement der Fig. 5;
- Fig. 7 eine schematische Ansicht von oben auf ein Gehäuseelement mit ringsegmentförmigen Absätzen;
- Fig. 8 eine schematische Ansicht von oben auf ein Gehäuseelement mit spiralförmigen Absatz;
- Fig. 9 einen Querschnitt eines Absatzes;
- Fig. 10 einen Querschnitt eines alternativen Absatzes; und
- Fig. 11 einen Querschnitt durch eine Pumpe.

[0045] Nach **Fig. 1 und Fig. 2** weist ein Pumpenlaufrad 1 eine imaginäre Drehachse DA auf, um welche das Pumpenlaufrad 1 im Betrieb rotieren soll (im Weiteren einfach Drehachse DA genannt). Die Drehachse DA verläuft durch eine Laufradnabe 14 in der Mitte einer Laufradfläche 11, wobei die Laufradnabe 14 eine Passfedernut 15 aufweist. Mit der Laufradnabe 14 ist eine Welle einer Antriebseinheit einer Pumpe aufnehmbar. Die Drehachse DA ist koaxial zur Laufradnabe 14. Die Laufradfläche 11 ist geschlossen und derart ausgebildet, dass ein gefördertes Fluid das Pumpenlaufrad 1 radial verlässt. Das geförderte Fluid wird rechtwinklig zur Drehachse DA abgeführt.

[0046] Das Pumpenlaufrad 1 weist zudem drei Schaufeln ersten Typs 2 und drei Schaufeln zweiten Typs 3 auf, die auf der Laufradfläche 11 angeordnet sind. Die Laufradfläche 11 ist orthogonal zur Drehachse DA ausgerichtet und das Pumpenlaufrad 1 ist als Freistromrad ausgebildet. Die Laufradfläche 11 ist zwischen den Schaufel 2, 3 jeweils geschlossen ausgebildet, so dass kein Fluid parallel zur Drehachse DA durch das Pumpenlaufrad 1 hindurchtreten kann.

[0047] Das Pumpenlaufrad 1 ist in einer Drehrichtung DR um die Drehachse DA drehbar. Hierbei handelt es sich um die im Betrieb bevorzugt Drehrichtung DR. Die Schaufeln ersten Typs 2 und die Schaufeln zweiten Typs 3 sind in der Drehrichtung DR abwechselnd hintereinander angeordnet.

[0048] Die Schaufeln ersten Typs 2 weisen eine Schaufeldruckfläche 24 und eine Schaufelsaugfläche 23 auf. Die Schaufeln zweiten Typs 3 weisen entsprechend eine Schaufeldruckfläche 34 und eine Schaufelsaugfläche 35 auf. Die Schaufeldruckflächen 24 verlaufen jeweils konvex in einer Richtung R radial weg von der Drehachse DA. Die Schaufelsaugflächen 23 verlaufen jeweils konkav in der Richtung R, welche dem Radius entspricht. Hieraus resultiert eine sogenannte gekrümmte Beschauflung. Entlang dieses Verlaufs der Schaufeln 2, 3 bilden die Schaufeldruckflächen 24 und Schaufelsaugflächen 23 Kreissegmente aus. Die Schaufeln ersten Typs 2 und zweiten Typs 3 weisen eine homogene Materialstärke 25, 37 auf. Damit ist der Verlauf der jeweiligen Schaufeldruckfläche 24, 34 und Schaufelsaugfläche 23, 35 zumindest im Wesentlichen parallel.

[0049] Die Schaufelgeometrie der Schaufel ersten Typs 2 unterscheidet sich von der Schaufelgeometrie der Schaufel

zweiten Typs 3.

[0050] Die Schaufelgeometrie der Schaufel ersten Typs 2 weist einen Grundkörper 21 auf, der an die Laufradfläche 11 anschließt. Der Grundkörper 21 verläuft parallel zur Drehachse DA und ist orthogonal zur Laufradfläche 11 ausgerichtet. An den Grundkörper 21 schließt eine Schaufelkante 22 an. Die Schaufelkante 22 ist insofern beabstandet von der Laufradfläche 11. Zwischen dem Grundkörper 21 und der Schaufelkante 22 verläuft eine Krümmung 27. Alternativ kann es sich um einen Knick handeln. Aufgrund der Krümmung 27 ist die Schaufelkante 22 gegenüber einer imaginären Drehebene, in der die Laufradfläche 11 (im Betrieb) in der Drehrichtung DR rotiert, um einem Winkel w_1 von ungefähr 70° geneigt. Im Besonderen sollte der Winkel w_1 zwischen 55° und 87° oder zwischen 60° und 80° oder zwischen 65° und 75° betragen. Entsprechend ist die Schaufelkante 22 gegenüber dem vorliegend orthogonal zur Drehebene ausgerichteten Grundkörper 11 in einem Winkel w_2 von ungefähr 20° geneigt. Aufgrund der homogenen Materialstärken 25, 37 sind Schaufeldruckfläche 24 und Schaufelsaugfläche 23 parallel. Damit sind sowohl Schaufeldruckfläche 24 als auch Schaufelsaugfläche 23 in den Winkeln w_1 und w_2 geneigt. Zudem ist die Schaufelkante 22 und mit ihr sowohl die Schaufeldruckfläche 24 als auch die Schaufelsaugfläche 25 in die Drehrichtung DR nach vorne geneigt. Die Schaufelkante 22 weist ein freies Ende 26 auf, insofern, als dass kein weiteres Element an die Schaufelkante 22 anschließt. Der Grundkörper 21 bildet zusammen mit der Schaufelkante 22 die Schaufeldruckfläche 24 und die Schaufelsaugfläche 23 aus.

[0051] Die Schaufel zweiten Typs 3 weist einen Grundkörper 31 und eine Schaufelabdeckung 32 auf. Der Grundkörper 31 schließt an die Laufradfläche 11 an und ist orthogonal gegenüber dem Grundkörper 31 ausgerichtet. Zudem ist der Grundkörper 31 parallel zur Drehachse DA ausgerichtet. Die Schaufelabdeckung 32 schließt an den Grundkörper 31 an und ist beabstandet von der Laufradfläche 11 angeordnet. Insbesondere ist die Schaufelabdeckung 32 parallel zu der imaginären Drehebene ausgerichtet, in der die Laufradfläche 11 (im Betrieb) in der Drehrichtung DR rotiert. Ein so ausgebildeter Förderkanal 13 ist dreiseitig begrenzt durch die Schaufelabdeckung 32, den Grundkörper 31 und die Laufradfläche 11. Die Schaufelabdeckung 32 ist außerdem orthogonal zum Grundkörper 31 und der Drehachse DA ausgerichtet. Die Schaufelabdeckung 32 ist weiterhin parallel zur Laufradfläche 11 ausgerichtet. Dabei steht die Schaufelabdeckung 32 über den Grundkörper 31 entgegen der Drehrichtung DR über, mithin über die Schaufelsaugfläche 35.

[0052] Zwischen der Schaufelsaugfläche 35 des Grundkörpers 31 und der Schaufelabdeckung 32 der Schaufel zweiten Typs 3 sowie der Laufradfläche 11 ist der Förderkanal 13 begrenzt. Zwischen in Drehrichtung DR benachbarten Schaufeln 2, 3 ist ein Schaufelkanal 12 ausgebildet. Ein Teil des Schaufelkanals 12 wird durch den Förderkanal 13 gebildet. Der Schaufelkanal 12 ist teilweise mit etwa 25-75 % durch die Schaufelabdeckung 32 abgedeckt, so dass entlang dem Schaufelkanal 12 ein Spalt 16 zum Zufluss von Fluid freibleibt. Der Spalt 16 erstreckt sich über die volle Länge l des Schaufelradkanals 12, wobei die Länge l radial zur Drehachse DA verläuft. Die Schaufelabdeckung 22 deckt dabei die Breite b des Schaufelkanals 12 ab, wobei die Breite b sich in die Drehrichtung DR erstreckt. Der Förderkanal 13 ist an einer radial äußeren Schaufelradkante 17 offen, so dass ein gefördertes Fluid in der radialen Richtung R aus dem Förderkanal 13 austreten kann. Die Schaufelradkante 17 liegt am äußeren Umfang des Pumpenlaufrads 1.

[0053] Ein in Fig. 3 dargestelltes Pumpenlaufrad 1 unterscheidet sich dahingegen von dem Pumpenlaufrad der Fig. 1 und 2, dass dieses anstatt der drei Schaufeln zweiten Typs 3 Schaufeln ersten Typs 2 aufweist. Damit weist das Pumpenlaufrad 1 ausschließlich Schaufeln ersten Typs 2 auf, nämlich hier insbesondere sechs Stück.

[0054] Die Schemaskizze der Fig. 4 zeigt eine Abwicklung eines Pumpenlaufrades 1, wobei sich die Schaufelgeometrien derart von denjenigen der Fig. 3 unterscheiden, dass die Schaufelkante 22 kein freies Ende 26 ausbildet. Stattdessen schließt sich hier eine Schaufelabdeckung 32 an, die im Grunde die gleichen Merkmale aufweist, wie die Schaufelabdeckung der Schaufeln zweiten Typs 3 der Fig. 1 und 2. Während die Schaufelkante 22 in Drehrichtung nach vorne, also in Richtung der Schaufeldruckfläche 24 geneigt ist, ragt die Schaufelabdeckung 32 vom Ende der Schaufelkante 22 in Drehrichtung nach hinten, insbesondere über die Schaufelsaugfläche 23 hinweg.

[0055] Eine weitere erfindungsgemäße Abwandlung des Pumpenlaufrads 1 kann darin bestehen, dass im Unterschied zur Darstellung der Fig. 1 und 2 vorgesehen ist, dass jeweils Paare aus einer Schaufel ersten Typs 2 und einer Schaufel zweiten Typs 3 vorgesehen sein können, wobei ein größerer Schaufelabstand zwischen dem mit Schaufelkante 22 ausgestatteten ersten Typ Schaufel 2 und der benachbarten mit Schaufelabdeckung 32 ausgestatteten zweiten Typ Schaufel 3 ausgebildet. Insbesondere sollte der Öffnungswinkel zwischen der Schaufeldruckfläche 24 der Schaufel ersten Typs 2 und der Schaufelsaugfläche 35 einer benachbart angeordneten Schaufel zweiten Typs 3 größer als der Öffnungswinkel zwischen der Schaufeldruckfläche 34 der Schaufel zweiten Typs 3 zur Schaufelsaugfläche 23 einer benachbart angeordneten Schaufel ersten Typs 2 sein.

[0056] Gemäß Fig. 5 und Fig. 6 ist ein Gehäuseelement 100 als ein lösbarer Deckel, insbesondere mit einem Befestigungsflansch, einer Pumpe 200 ausgebildet. Das Gehäuseelement 100 weist vorteilhafterweise Schraubenlöcher 107 im Befestigungsflansch auf. Das Gehäuseelement 100 weist zudem eine Gehäuseinnenwand 103 auf. Die Gehäuseinnenwand 103 hat eine kegelförmige Grundform, die sich entlang einer Mittelachse M erstreckt. Die Gehäuseinnenwand 103 begrenzt einen Strömungskanal 105 für ein fluides Medium, das in einer Hauptströmungsrichtung H durch den Strömungskanal 105 förderbar ist. Die Hauptströmungsrichtung H ist koaxial zur Mittelachse M. In der Hauptströmungsrichtung H ist am Anfang eine Fluideinlassöffnung 104 vorgesehen. Der Strömungskanal 105 weitet sich in der Haupt-

strömungsrichtung H auf. Die Oberflächenstruktur 101 ist derart ausgebildet, dass sie einer Rückströmung entgegen der Hauptströmungsrichtung H entlang der Gehäuseinnenwand 103 entgegenwirkt.

[0057] Die Oberflächenstruktur 101 weist insofern eine Anströmfläche 106 auf, die quer in die Rückströmung ragt. Die Anströmfläche 106 weist mehrere Absätze 102 auf, die mit Bezug zur kegelförmigen Gehäuseinnenwand 103 eine Hinterschneidung ausbilden. Die Absätze 102 sind jeweils drehsymmetrisch in Bezug auf die Mittelachse M ausgebildet. In diesem Sinne ist der Absatz 102 ringförmig ausgebildet, wobei der Absatz in einer Umfangsrichtung U um die Mittelachse M verläuft. Insgesamt sind vorliegend vier Absätze 102 vorgesehen, wobei auch mehr oder weniger Absätze 102 vorgesehen werden können. Die Absätze 102 sind in der Hauptströmungsrichtung H und in einer dazu radialen Richtung R2 gleichmäßig beabstandet angeordnet. Damit verlaufen die Absätze 102 jeweils parallel zueinander. Die weiteren Absätze 102, deren Anzahl variabel ist, sind ebenfalls ringförmig ausgebildet.

[0058] Alternativ zu der ringförmigen Ausbildung können die Absätze 102 gemäß Fig. 7 ringsegmentförmig ausgebildet sein, wobei die Absätze 102 in der Umfangsrichtung U um die Mittelachse M verlaufen und in der Hauptströmungsrichtung H und der Richtung R2 gleichmäßig beabstandet angeordnet sind. Eine weitere Möglichkeit ist es, den Absatz 102 spiralförmig auszubilden, der radial zur Mittelachse M nach außen gewunden ist, wie es Fig. 8 zeigt. Bei mehreren Umdrehungen der Spirale resultieren gewissermaßen im Schnitt ebenfalls mehrere Absätze, welche jeweils ein Hindernis für eine Rückströmung ausbilden.

[0059] Wie in Fig. 9 dargestellt, weist ein Absatz 102 einen keilförmigen Querschnitt Q auf. Der Absatz 102 kann auch einen trapezförmigen Querschnitt Q gemäß der Fig. 10 aufweisen. Weitere Alternativen können einen runden oder ovalen Querschnitt aufweisen. Bevorzugt kommt es in Richtung der Hauptströmungsrichtung H jedoch zu keinen Querschnittsverjüngungen durch die Absätze 102. Umgekehrt resultiert eine stufenweise Querschnittsverjüngung in der Richtung entgegen der Hauptströmungsrichtung H.

[0060] Eine erfindungsgemäße Pumpe 200, die als Freistromradpumpe ausgebildet ist, weist nach Fig. 11 ein Pumpengehäuse 201 auf. In dem Pumpengehäuse 201 ist ein erfindungsgemäßes Pumpenlaufrad 1 vorgesehen, wie es beispielsweise in den Fig. 1, 2, 3 und 4 dargestellt ist. Das Pumpenlaufrad 1 ist drehbar gelagert und wird von einer Antriebseinheit 202 angetrieben.

[0061] Das fluide Medium ist durch das Pumpengehäuse 201 von einem Pumpeneinlass 203 zu einem Pumpenauslass 204 förderbar. Der Pumpeneinlass 203 und der Pumpenauslass 204 sind orthogonal zueinander ausgerichtet. Der Pumpenauslass 204 führt radial vom Pumpenlaufrad 1 aus einer Laufradkammer 206, in der sich das Pumpenlaufrad 1 befindet, heraus.

[0062] Das Pumpengehäuse 201 weist ein erfindungsgemäßes Gehäuseelement 100 auf. Das Gehäuseelement 100 bildet eine Wandung der Laufradkammer 206 aus. Das Pumpenlaufrad 1 ist in der Hauptströmungsrichtung H gegenüber dem Gehäuseelement 100 angeordnet, wobei die Mittelachse M parallel und coaxial mit der Drehachse DA ist. Die Fluideinlassöffnung 104 des Gehäuseelements 100 liegt im Bereich des Pumpeneinlasses 203. Der Strömungskanal 105 ist zwischen dem Pumpeneinlass 203 und dem Pumpenlaufrad 1 angeordnet. In dem Strömungskanal 105 und zwischen dem Pumpeneinlass 203 und dem Pumpenlaufrad 1 ist ein freier Raum 207 ausgebildet, in dem keine weiteren Strömungselemente vorgesehen sind. In diesem Raum 207 bildet sich ein Strudel, weil das Fluid durch das Pumpenlaufrad 1 zur Rotation angeregt wird. Ein Überdruck am Pumpenauslass 204 führt dann zu einer Rückströmung an der inneren Wandung des Gehäuseelements 100. Die Absätze bilden hier Strömungshindernisse für die Rückströmung aus und leiten die Rückströmung wieder in die Hauptströmungsrichtung H.

[0063] Alternativ kann das Gehäuseelement 100 als lösbarer Deckel mit Befestigungsflansch ausgebildet sein und mittels Schrauben als Befestigungsmittel an dem restlichen Pumpengehäuse 201 befestigt sein.

[0064] Eine weitere Alternative kann darin bestehen, dass das Gehäuseelement 100 als Einsatz in das Innere des Pumpengehäuses 101 eingesetzt ist. Dafür sollte das Pumpengehäuses 101 einen Sitz für das Gehäuseelement ausbilden.

[0065] Die Erfindung ist nicht auf eine der vorbeschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern in vielfältiger Weise abwandelbar.

[0066] Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritten, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

[0067]

1	Pumpenlaufrad	103	Gehäuseinnenwand
11	Laufradfläche	104	Fluideinlassöffnung
12	Schaufelkanal	105	Strömungskanal

(fortgesetzt)

	13	Förderkanal	106	Anströmfläche
	14	Laufradnabe		
5	15	Passfedernut	200	Pumpe
	16	Spalt	201	Pumpengehäuse
	17	Schaufelradkante	202	Antriebseinheit
			203	Pumpeneinlass
10	2	Schaufel ersten Typs	204	Pumpenauslass
	21	Grundkörper	206	Laufradkammer
	22	Schaufelkante	207	freier Raum
	23	Schaufelsaugfläche		
	24	Schaufeldruckfläche	b	Breite des Schaufelkanals
15	25	Materialstärke	l	Länge des Schaufelkanals
	26	freies Ende	DR	Drehrichtung
	27	Krümmung	DA	Drehachse
	3	Schaufel zweiten Typs	H	Hauptströmungsrichtung
20	31	Grundkörper	R	Richtung radial zur Drehachse
	32	Schaufelabdeckung	R2	radiale Richtung
	34	Schaufeldruckfläche	M	Mittelachse
	35	Schaufelsaugfläche	Q	Querschnittsprofil
	37	Materialstärke	U	Umfangsrichtung
25			w1	Winkel
	100	Gehäuseelement	w2	Winkel
	101	Oberflächenstruktur		
	102	Absatz, Schulter, Stufe		

Patentansprüche

1. Pumpenlaufrad (1) mit einer Laufradfläche (11) und einer Drehrichtung (DR), wobei an der Laufradfläche (11) Schaufeln (2, 3) angeordnet sind, wobei zumindest eine der Schaufeln (2, 3) eine Schaufel ersten Typs (2) ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufelgeometrie der Schaufel ersten Typs (2) eine Schaufelkante (22) aufweist, die in der Drehrichtung (DR) nach vorne geneigt ist.
2. Pumpenlaufrad (1) mit einer Laufradfläche (11), an der Schaufeln (2, 3) angeordnet sind, wobei zumindest eine der Schaufeln (2, 3) eine Schaufel ersten Typs (2) ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der Schaufeln (2, 3) eine Schaufel zweiten Typs (3) ist, wobei sich die Schaufelgeometrie der Schaufel ersten Typs (2) von der Schaufelgeometrie der Schaufel zweiten Typs (3) unterscheidet.
3. Pumpenlaufrad (1) gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufelgeometrie der Schaufel ersten Typs (2) eine Schaufelkante (22) aufweist, die in der Drehrichtung (DR) nach vorne geneigt ist.
4. Pumpenlaufrad (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufelkante (22) an einem Grundkörper (21) der Schaufelgeometrie der Schaufel ersten Typs (2) angeordnet ist, wobei der Grundkörper (21) an die Laufradfläche (11) angrenzt und insbesondere die Schaufelkante (22) beabstandet von dem Grundkörper (21) angeordnet ist.
5. Pumpenlaufrad (1) gemäß Anspruch 2 oder einem der Ansprüche 3 bis 4 in Kombination mit Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufelgeometrie der Schaufel zweiten Typs (3) einen Grundkörper (31) umfasst, der an die Laufradfläche (11) anschließt und eine Schaufelabdeckung (32) umfasst, die an den Grundkörper (31) anschließt, wobei zwischen der Schaufelabdeckung (32), dem Grundkörper (31) und der Laufradfläche (11) ein Förderkanal (13) ausgebildet ist.
6. Pumpenlaufrad (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses eine Drehrichtung (DR) aufweist und die Schaufelabdeckung (32) über den Grundkörper (31) entgegen der Drehrichtung (DR) übersteht.

7. Pumpenlaufrad (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gleiche Anzahl an Schaufeln ersten Typs (2) und Schaufeln zweiten Typs (3) vorgesehen ist.

8. Pumpe (200) mit einem Pumpengehäuse (201), in dem ein Pumpenlaufrad (1) drehbar gelagert ist, mit dem ein fluides Medium von einem Pumpeneinlass (203) des Pumpengehäuses (201) zu einem Pumpenauslass (204) des Pumpengehäuses (201) förderbar ist, wobei

das Pumpengehäuse (201) ein Gehäuseelement (100) aufweist, wobei das Gehäuseelement (100) eine Gehäuseinnenwand (103) aufweist, die einen sich entlang einer Mittelachse (M) erstreckenden Strömungskanal (105) für ein fluides Medium begrenzt, wobei der Querschnitt des Strömungskanals (105) in einer Hauptströmungsrichtung (H) größer wird, wobei die Gehäuseinnenwand (103) eine Oberflächenstruktur (101) aufweist, die derart ausgebildet ist, dass sie einer Rückströmung entgegen der Hauptströmungsrichtung (H) entlang der Gehäuseinnenwand (103) des fluiden Mediums entgegenwirkt, wobei der Strömungskanal (105) des Gehäuseelements (100) zwischen dem Pumpeneinlass (203) und dem Pumpenlaufrad (1) angeordnet ist, und wobei das Pumpenlaufrad (1) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 7 ausgebildet ist.

9. Pumpe (200) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenstruktur (101) des Gehäuseelements (100) zumindest einen Absatz (102) aufweist.

10. Pumpe (200) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Absatz (102) ringförmig oder ringsegmentförmig ausgebildet ist.

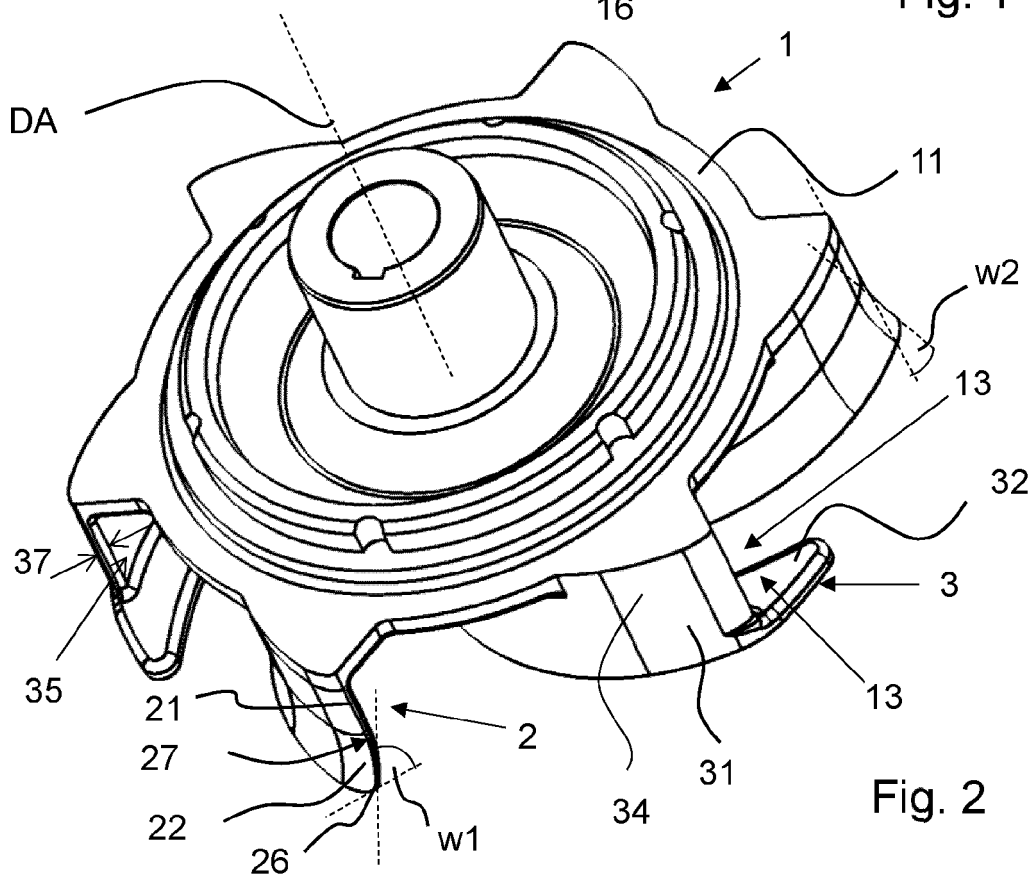
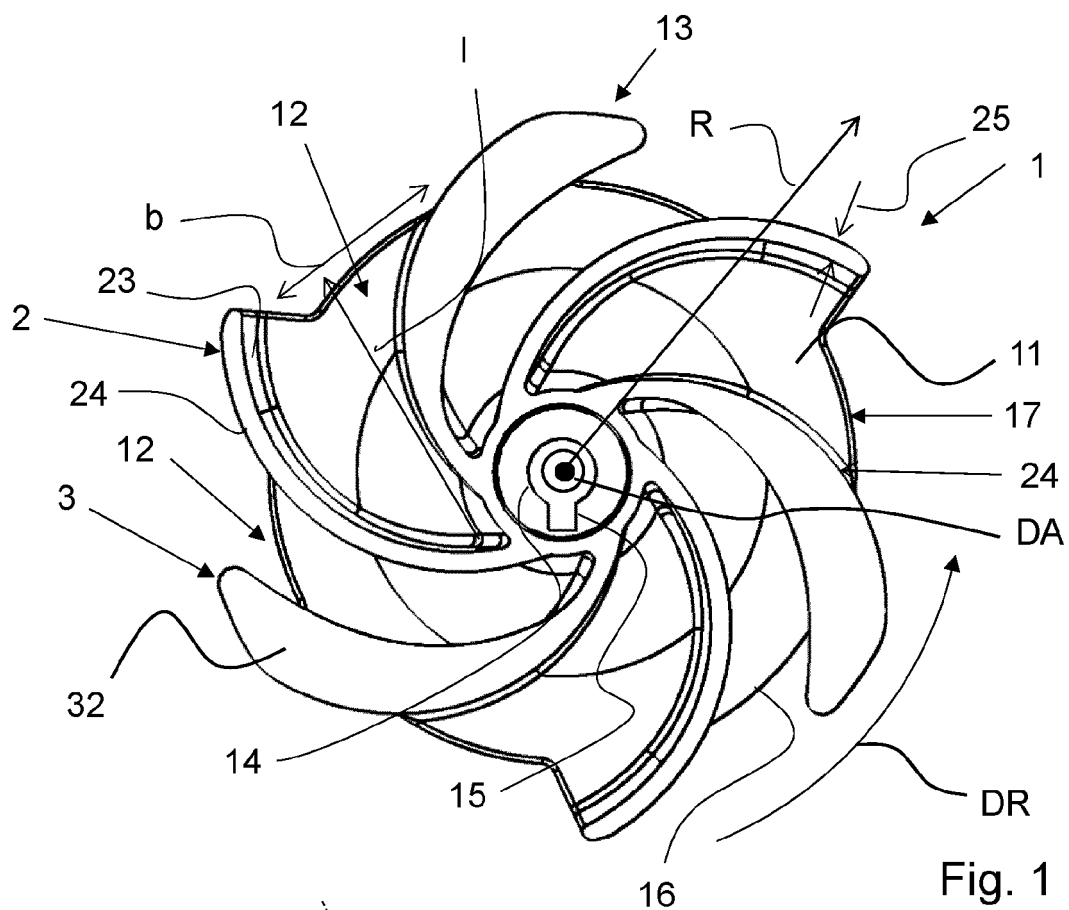
11. Pumpe (200) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenstruktur (101) zumindest einen oder zwei oder drei weitere Absätze (102) aufweist.

12. Pumpe (200) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Absatz (102) spiralförmig ausgebildet ist und vorzugsweise ausgehend von der Mittelachse (M) radial nach außen gewunden ist.

13. Pumpe (200) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Absatz (102) stufenförmig ausgebildet ist.

14. Pumpe (200) nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gehäuseinnenwand (103) eine kegelförmige Grundform aufweist, an der die Oberflächenstruktur (101) ausgebildet ist.

15. Pumpe (200) gemäß einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch mit gekennzeichnet, dass** das Pumpenlaufrad (1) in Richtung der Hauptströmungsrichtung (H) gegenüber der Oberflächenstruktur (101) des Gehäuseelements (100) angeordnet ist.



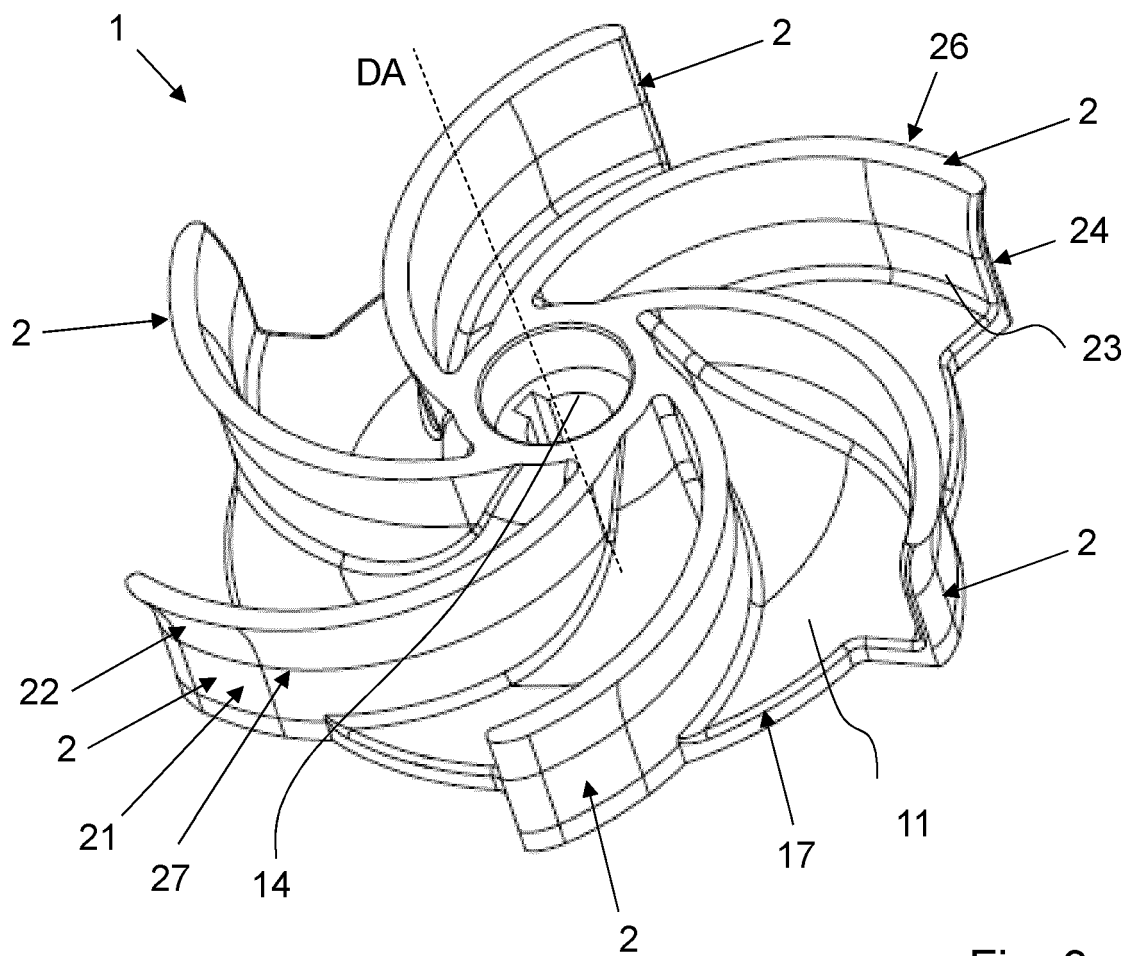


Fig. 3

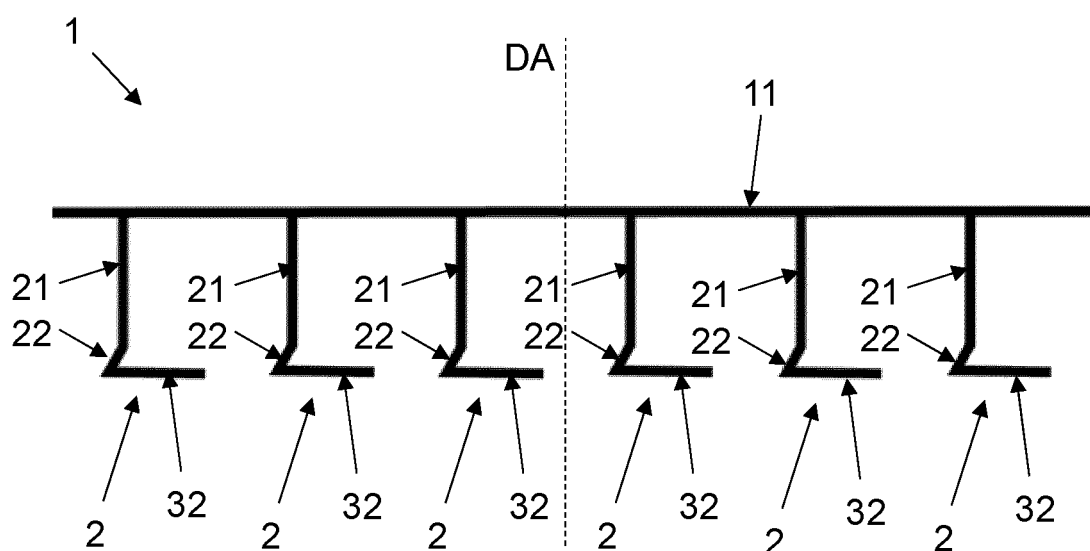


Fig. 4

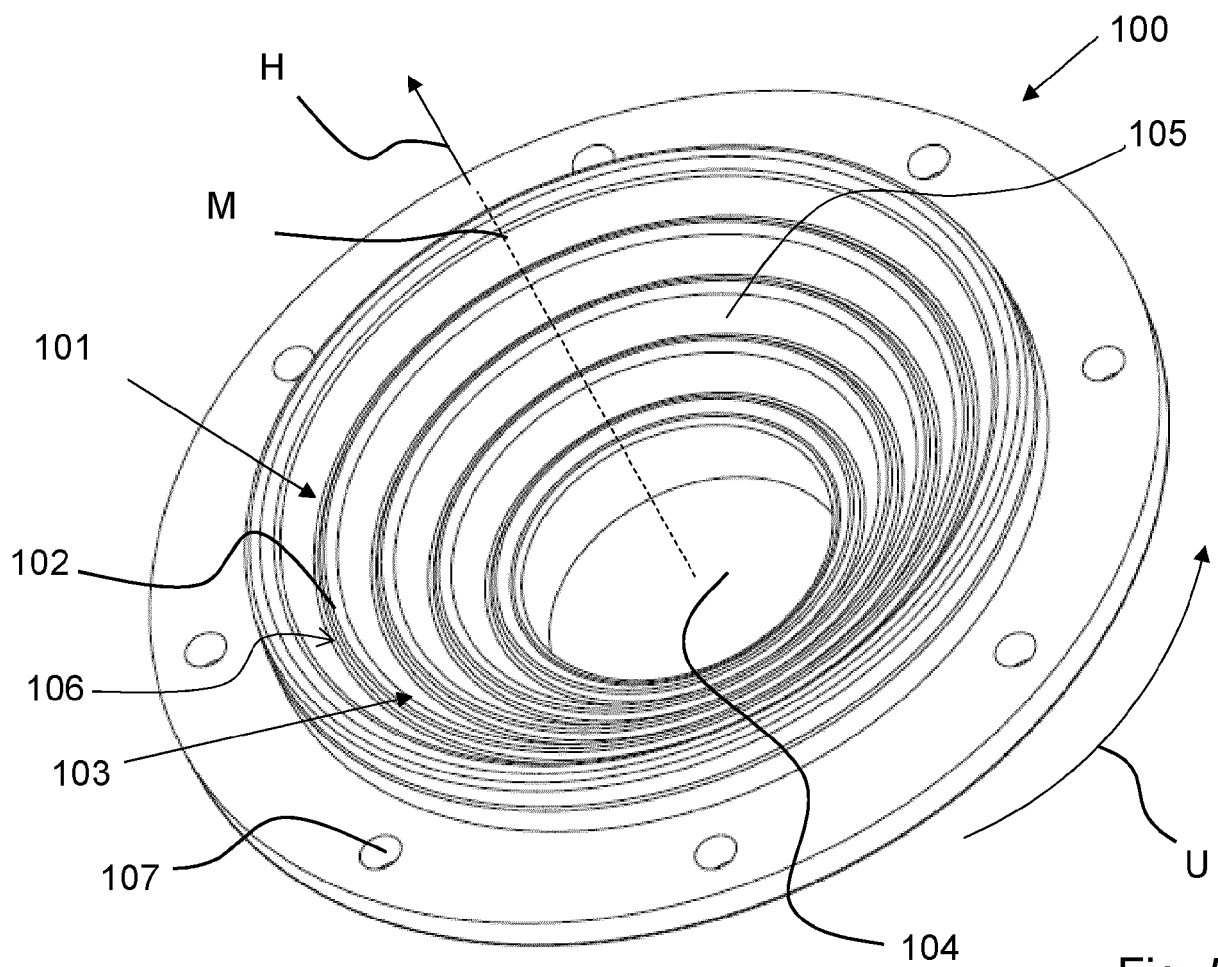


Fig. 5

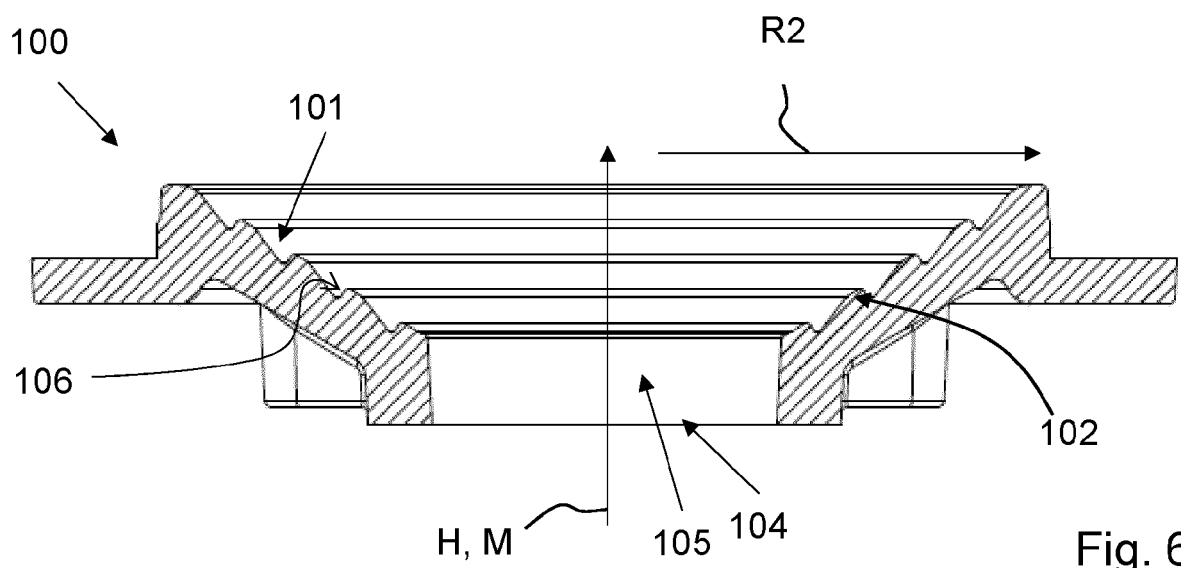


Fig. 6

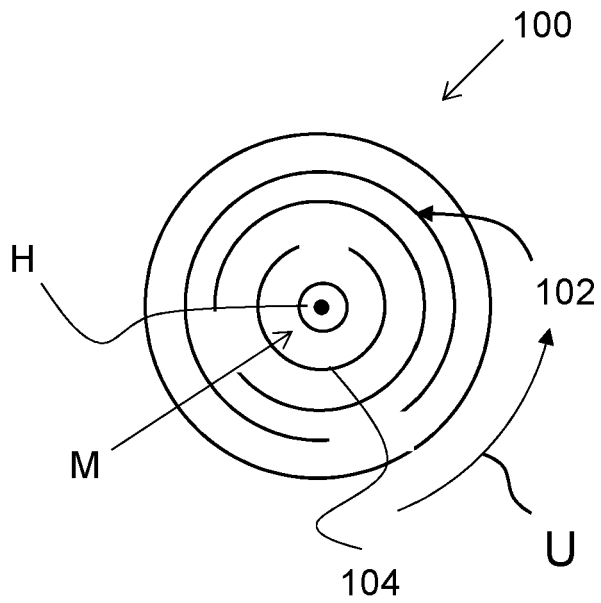


Fig. 7

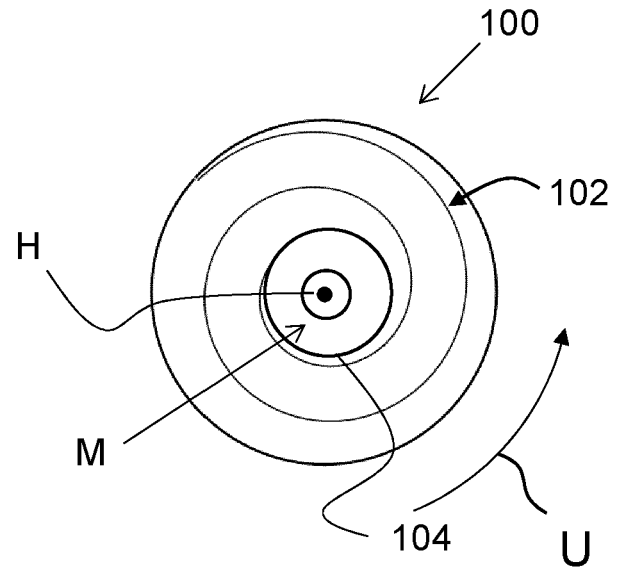


Fig. 8

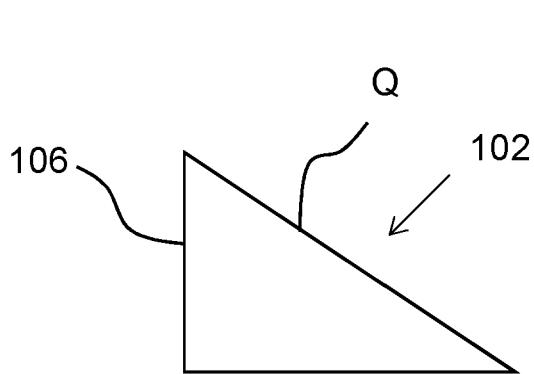


Fig. 9

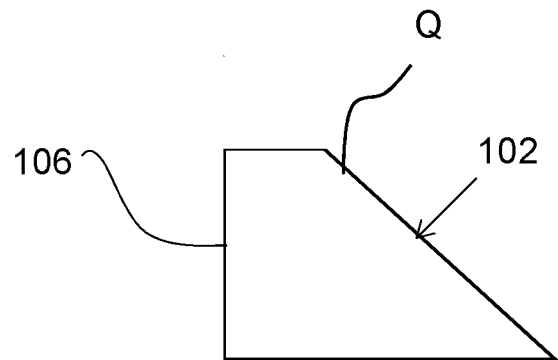


Fig. 10

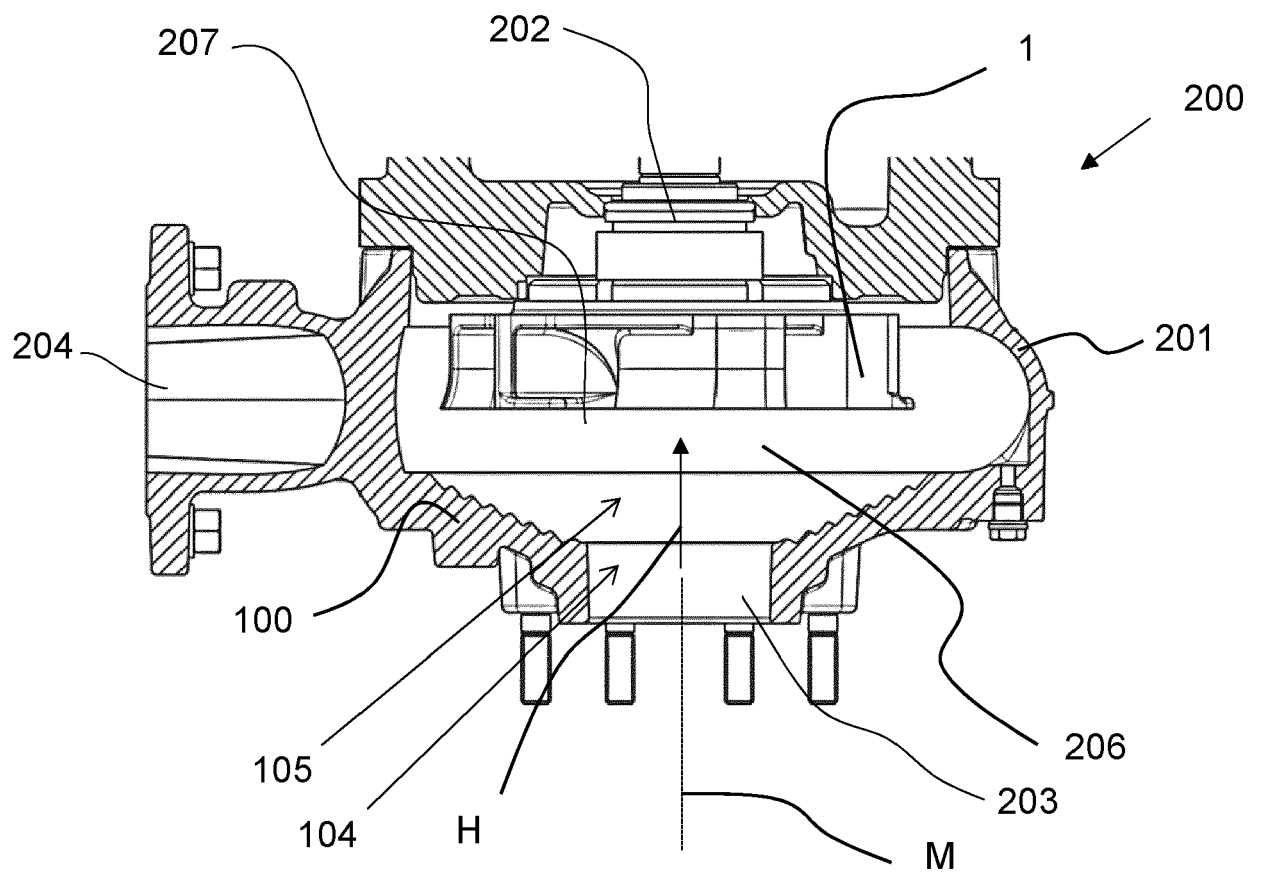


Fig. 11



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 16 9868

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	WO 2016/165795 A1 (SULZER MANAGEMENT AG [CH]) 20. Oktober 2016 (2016-10-20)	1-4	INV. F04D7/04
Y	* Absatz [0033] - Absatz [0046]; Abbildungen 1-6 *	5-10, 13-15	F04D29/22 F04D29/24
A	-----	11, 12	F04D29/42 F04D29/66
Y	US 2021/003134 A1 (SINICO FRANCESCO [IT] ET AL) 7. Januar 2021 (2021-01-07) * Absatz [0050] - Absatz [0071]; Abbildungen 1-10 * * Zusammenfassung *	5-7	
Y	US 4 475 868 A (RENGER HAGEN [CH]) 9. Oktober 1984 (1984-10-09) * Spalte 2, Zeile 46 - Spalte 4, Zeile 31; Abbildungen 1-12 * * Zusammenfassung *	8-10, 13-15	
X	EP 1 616 100 A1 (KSB AG [DE]) 18. Januar 2006 (2006-01-18) * Zusammenfassung; Abbildung 2 *	1, 4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	US 2005/207891 A1 (SHAW JAMES G [US]) 22. September 2005 (2005-09-22) * Absatz [0019] - Absatz [0037]; Abbildungen 1-4 * * Zusammenfassung *	1, 4	F04D
X	US 2020/040915 A1 (POHLER DONALD M [US] ET AL) 6. Februar 2020 (2020-02-06) * Absatz [0036] - Absatz [0065]; Abbildungen 11, 12 * * Zusammenfassung *	1, 4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 20. September 2022	Prüfer Hermens, Sjoerd
KATEGORIE DER GENANNTEN 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 16 9868

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

20-09-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2016165795 A1	20-10-2016	BR 112017020795 A2	26-06-2018
		CN 107429698 A	01-12-2017
		EP 3283772 A1	21-02-2018
		US 2018112673 A1	26-04-2018
		WO 2016165795 A1	20-10-2016
US 2021003134 A1	07-01-2021	CN 112177972 A	05-01-2021
		EP 3760873 A1	06-01-2021
		US 2021003134 A1	07-01-2021
US 4475868 A	09-10-1984	AT 12815 T	15-05-1985
		AU 553254 B2	10-07-1986
		CA 1215581 A	23-12-1986
		CH 654628 A5	28-02-1986
		CS 238386 B2	13-11-1985
		DD 203100 A5	12-10-1983
		EP 0081456 A1	15-06-1983
		ES 8400806 A1	16-11-1983
		JP H0472079 B2	17-11-1992
		JP S58104390 A	21-06-1983
		MX 157817 A	15-12-1988
		US 4475868 A	09-10-1984
		ZA 828668 B	28-09-1983
EP 1616100 A1	18-01-2006	AR 042894 A1	06-07-2005
		AU 2003293852 A1	13-08-2004
		DE 10301630 A1	29-07-2004
		EP 1616100 A1	18-01-2006
		WO 2004065797 A1	05-08-2004
US 2005207891 A1	22-09-2005	DE 112004001198 T5	11-05-2006
		GB 2420728 A	07-06-2006
		US 2005207891 A1	22-09-2005
		WO 2005005839 A2	20-01-2005
US 2020040915 A1	06-02-2020	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2017001340 A1 [0004]
- DE 3520263 A1 [0004]