

(19)



(11)

**EP 2 863 062 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.04.2015 Patentblatt 2015/17**

(51) Int Cl.:  
**F04D 13/06 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **14185729.2**

(22) Anmeldetag: **22.09.2014**

(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**

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft 38440 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder:  
 • **Gitt-Gehrke, Andreas 38124 Braunschweig (DE)**  
 • **Lüders, Ralf 31224 Peine (DE)**

(30) Priorität: **21.10.2013 DE 102013221245**

(54) **Nassläuferpumpe**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kreiselpumpe mit einem Gehäuse mit einem einen Stator aufnehmenden Statorbereich und einer um eine Längsachse drehbar gelagertes Rotorteil aufnehmenden und von einem Fördermedium durchströmbar Rotorkammer, wobei ein ringförmiger Spalt zwischen einem den Stator umlaufenden hinteren Abschnitt des Rotorteils und einer Seitenwand des Gehäuses gebildet ist. Der Spalt weist einen

Verbreiterungsabschnitt auf, in dem sich die radiale Abmessung des Spalts in axialer Richtung allmählich vergrößert, wobei sich der Verbreiterungsabschnitt in axialer Richtung über eine Länge erstreckt, die größer ist als 10%, bevorzugt größer ist als 20%, insbesondere größer ist als 30% der Gesamtlänge des Spalts in axialer Richtung.

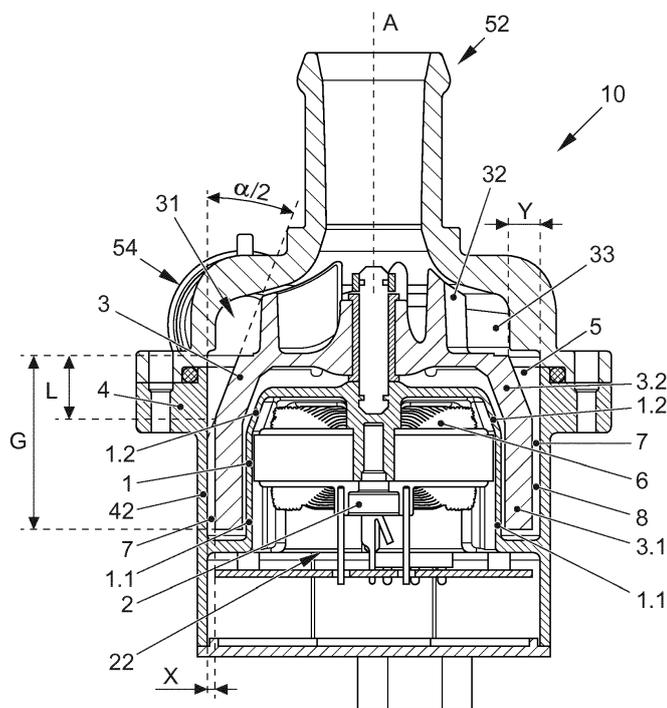


FIG. 1

**EP 2 863 062 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kreiselpumpe mit einem Gehäuse mit einem einen Stator aufnehmenden Statorbereich und einer ein Rotorteil aufnehmenden und von einem Fördermedium durchströmbaren Rotorkammer. Das Rotorteil ist in der Rotorkammer um eine Längsachse drehbar gelagert und weist einen Laufradabschnitt mit Schaufelteilen für das zu fördernde Medium auf. Ein ringförmiger Spalt ist zwischen einem den Stator umlaufenden hinteren Abschnitt des Rotorteils und einer Seitenwand des Gehäuses gebildet.

**[0002]** Kreiselpumpen mit nasslaufenden Außenläufer-Rotoren sind bekannt. Bei diesen Pumpen tritt das Fördermedium, insbesondere Wasser, über ein Saugrohr in die Rotorkammer ein und wird auf einer Spiralbahn nach außen getragen. Die nach außen hin zunehmende radiale Geschwindigkeit des Fördermediums führt zu einem nach außen zunehmenden Druck, der das Fördermedium in ein Auslassrohr befördert. Das Rotorteil des Motors, das auf einer Welle sitzt, läuft dabei im Fördermedium, das dadurch gleichzeitig die Lager schmieren und den Motor kühlen kann. Die Trennung vom stromführenden Stator des Motors übernimmt eine Abtrennung wie etwa ein Spalttopf oder ein Spaltrohr.

**[0003]** Konstruktionsbedingt gibt es bei diesen Pumpen in der Rotorkammer einen Förderbereich, der von den Schaufelteilen des Rotorteils durchlaufen wird, so dass das Fördermedium radial nach außen beschleunigt wird, und einen den Stator umlaufenden, ringförmigen Bereich, in dem ein Rotorabschnitt des Rotorteils durch die magnetischen Kräfte der Statorwicklungen angetrieben wird und darin umläuft, wobei das Fördermedium beide Bereiche der Rotorkammer erreicht.

**[0004]** Herkömmliche Pumpen mit nasslaufendem Außenläufer-Rotor sind u.a. in den Druckschriften DE 100 09 900 A1, US 2007/0177993 A1 und JP 2010-7539 A beschrieben. Die bei diesen Pumpen um eine Längsachse drehbar gelagerten Rotorteile weisen jeweils einen in einem Zwischenraum zwischen dem Spalttopf und der Gehäusewand umlaufenden Rotorabschnitt, der den hinteren Abschnitt des Rotorteils bildet, und einen Laufradabschnitt mit Schaufelteilen auf, der den vorderen Abschnitt des Rotorteils bildet. Die Schaufelteile ragen in einen Förderbereich der Rotorkammer hinein, in dem das Fördermedium radial nach außen beschleunigt wird. Allerdings ist der Wirkungsgrad dieser Pumpen nicht zufriedenstellend.

**[0005]** Einen besseren Wirkungsgrad weisen Pumpen mit nasslaufenden Innenläufer-Rotoren auf. Allerdings ist das Drehmoment dieser Pumpen regelmäßig geringer. Ferner benötigen Pumpen mit Innenläufer-Rotor einen größeren Bauraum.

**[0006]** In Anbetracht der beschriebenen Probleme ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kreiselpumpe mit zufriedenstellendem Gesamtwirkungsgrad bereitzustellen, die gleichzeitig einen geringen Platzbedarf hat.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch eine Weiterbildung der bekannten Kreiselpumpen gelöst, die im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet ist, dass der Spalt einen Verbreiterungsabschnitt aufweist, in dem sich die radiale Abmessung des Spalts in axialer Richtung allmählich vergrößert und der sich bevorzugt an seinem vorderen Ende zu einem von Schaufelteilen des Rotorteils durchlaufbaren Förderbereich der Rotorkammer hin öffnet. Dabei erstreckt sich der Verbreiterungsabschnitt in axialer Richtung über eine Länge, die größer ist als 10%, bevorzugt größer ist als 20%, insbesondere größer ist als 30% der Gesamtlänge des Spalts in axialer Richtung.

**[0008]** Mit anderen Worten hat der radiale Spalt, der zwischen dem Rotorteil und einer Seitenwand des Gehäuses gebildet ist, in axialer Richtung nicht durchwegs eine konstante Spaltbreite, sondern wird in Richtung auf den Förderbereich der Rotorkammer in einem Verbreiterungsabschnitt breiter. Diese Verbreiterung erfolgt allmählich, d.h. nicht in einer einzigen Stufe o. dgl. Insbesondere wird der Spalt in dem Verbreiterungsabschnitt in linearer Weise breiter. Die Länge des Verbreiterungsabschnitts in axialer Richtung ist im Vergleich zu der Gesamtlänge des Spalts groß und beträgt mehr als 10% der Gesamtlänge, insbesondere 30% oder mehr, aber vorzugsweise weniger als 50%. Mit anderen Worten erfolgt die Verbreiterung über eine in axialer Richtung ausgedehnte Strecke. Der gesamte Spalt erstreckt sich dabei in Längsrichtung von dem vorderen Ende des Verbreiterungsabschnitts bis zu dem hinteren Ende des Rotorteils. An das hintere Ende des Verbreiterungsabschnitts schließt sich vorzugsweise ein Spaltabschnitt mit konstanter Spaltbreite in axialer Richtung an, der den hinteren Abschnitt des Rotorteils ringförmig umläuft. Diese konstante Spaltbreite beträgt vorzugsweise mehr als 0,1 mm und weniger als 1,5 mm, insbesondere mehr als 0,3 mm und weniger als 1 mm, da ein Spalt dieser Breite nur einen geringen Einfluss auf die Verluste hat.

**[0009]** Die Erfindung geht auf die Erkenntnis zurück, dass ein enger Spalt zwischen einer rotierenden inneren Wand und einer stationären äußeren Seitenwand zu der Entstehung zahlreicher kleiner Walzenbewegungen des Fördermediums im Spalt, den sogenannten Taylor-Couette-Instabilitäten, führt. Diese dicht gepackten Walzen haben hohe turbulente Verluste und führen insgesamt zu einem verringerten Wirkungsgrad der Kreiselpumpe. Wenn jedoch die Spaltbreite zunächst groß ist und in Richtung auf den hinteren Abschnitt des Spalts erst allmählich abnimmt, bildet sich eine einzige kontrollierbare Walzenbewegung bzw. ein einziger Wirbel in dem Verbreiterungsabschnitt aus, der deutlich weniger innere Verluste hat, wodurch die Entstehung zahlreicher kleiner Wirbel in diesem Spaltbereich vermieden wird. Insgesamt werden somit die hydraulischen Verluste im Spalt verringert und der Gesamtwirkungsgrad erhöht. Durch die Verlustoptimierung ergibt sich ein geringerer Bedarf an Antriebsleistung bei gleicher hydraulischer Leistung.

**[0010]** Alternativ oder zusätzlich bildet das hintere Ende des Spalts, das dem Förderbereich abgewandt ist,

den Verbreiterungsabschnitt.

**[0011]** Es hat sich unter hydrodynamischen Gesichtspunkten als vorteilhaft erwiesen, dass die radiale Abmessung des Verbreiterungsabschnitts an dessen vorderem Ende mehr als doppelt so groß, bevorzugt mehr als dreimal so groß, insbesondere viermal so groß ist oder mehr als die radiale Abmessung des Verbreiterungsabschnitts an dessen hinterem Ende. Eine große Eingangsweite des Spalts ausgehend von dem Förderbereich der Rotorkammer unterstützt die Ausbildung einer einzigen Walzenbewegung des Fördermediums, wodurch die entstehenden Wirbelverluste verringert werden. Andererseits ist die radiale Abmessung des Verbreiterungsabschnitts an dessen vorderem Ende vorzugsweise weniger als 20mal, bevorzugt weniger als 10mal so groß wie die radiale Abmessung des Verbreiterungsabschnitts an dessen hinterem Ende. Eine zu große Eingangsweite unterstützt nämlich eine nicht gewünschte Strömung des Fördermediums in den Spalt hinein.

**[0012]** Im Hinblick auf ein optimales Strömungsverhalten des Fördermediums im Spalt hat es sich als zweckmäßig erwiesen, dass sich der Verbreiterungsabschnitt in axialer Richtung über eine Länge erstreckt, die mehr als dreimal so groß, bevorzugt mehr als fünfmal so groß, insbesondere mehr als achtmal so groß ist wie die radiale Abmessung des Spalts an dem hinterem Ende des Verbreiterungsabschnitts (d.h. demjenigen Ende, das dem Förderbereich abgewandt ist).

**[0013]** Wie bereits angedeutet, kann der sich an das hintere Ende des Verbreiterungsabschnitts anschließende Ringabschnitt des Spalts im Wesentlichen kreiszylindermantelförmig sein. Eine derartige Spaltform behindert ein Umlaufen des Rotors um den Stator nicht und führt zu einem unter hydrodynamischen Gesichtspunkten vorteilhaften Strömungsverhalten des Fördermediums im Spalt.

**[0014]** Im Hinblick auf eine kostengünstige und einfache Fertigung des Rotorteils ist es zweckmäßig, dass das Rotorteil einen sich in Richtung auf den Förderbereich bevorzugt konusförmig verjüngenden Übergangsabschnitt aufweist, der von dem Verbreiterungsabschnitt des Spalts umlaufen wird. Durch Einbau eines Rotorteils mit sich verjüngendem Übergangsabschnitt in einen Zwischenraum zwischen Gehäusewand und Spalttopf entsteht auf einfache Weise ein Verbreiterungsabschnitt, in dem sich die Spaltbreite in Richtung auf den Förderbereich aufweitet. Ein derart geformtes Rotorteil kann deshalb in herkömmliche Pumpengehäuse eingebaut werden, wodurch eine erfindungsgemäße Kreiselpumpe erhalten wird. Hierdurch können Kosten eingespart werden. Der sich konusförmig verjüngende Übergangsabschnitt des Rotorteils kann von einer der Gehäusewand zugewandten Außenfläche begrenzt werden, die den Teil einer Mantelfläche eines ebenen Kreiskegels bildet.

**[0015]** Der halbe Öffnungswinkel des Konus ist vorzugsweise größer als  $10^\circ$ , bevorzugt größer als  $20^\circ$ , insbesondere größer als  $30^\circ$ , und bevorzugt kleiner als  $60^\circ$ , insbesondere kleiner als  $40^\circ$ . Mit anderen Worten

ist in einer axialen Schnittebene der Schnittwinkel zwischen der der Gehäusewand zugewandten Außenfläche des Übergangsabschnitts und der Längsachse größer als  $10^\circ$ , bevorzugt größer als  $20^\circ$ , insbesondere größer als  $30^\circ$ , und bevorzugt kleiner als  $60^\circ$ , insbesondere kleiner als  $40^\circ$ . Ein solcher Öffnungswinkel des Verbreiterungsabschnitts führt zu besonders geringen Wirbelverlusten im Eingangsbereich des Spalts.

**[0016]** Dabei kann die Dicke des Übergangsabschnitts in radialer Richtung im Wesentlichen der Dicke eines kreiszylindermantelförmigen Rohrabschnitts des Rotorteils entsprechen, der sich an das hintere Ende des Übergangsabschnitts anschließt. Ein derart geformtes Rotorteil erlaubt eine einfache maßliche Überwachung im Fertigungsprozess der Bauteile, insbesondere wenn der Übergangsabschnitt konisch und der sich daran anschließende Rohrabschnitt zylindrisch geformt ist.

**[0017]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Kreiselpumpe eine in den Innenraum des Gehäuses vorstehende Abtrennung auf, insbesondere in Form eines Spaltrohrs oder Spalttopfs, der den Statorbereich von der Rotorkammer trennt, wobei der hintere Abschnitt des Rotorteils in einem Zwischenraum zwischen der Gehäusewand und einer umlaufenden Wand des Spalttopfs aufgenommen ist.

**[0018]** Dabei kann die umlaufende Wand des Spalttopfs einen im Wesentlichen zylindermantelförmigen Teil und einen im Wesentlichen kegelmantelförmigen Teil aufweisen, die jeweils einer Innenseite des Rotorteils zugewandt sind. Vorzugsweise ist der Spalttopf so geformt, dass er die Konturen des Stators möglichst eng umschließt, während der Rotor mit seiner Innen- und Außenkontur wiederum der Kontur des Spalttopfs folgen kann. Eine derartige Ausgestaltung von Spalttopf und Rotor führt zu besonders geringen Verlusten durch ungewünschte Strömungen in den Spalten auf beiden Seiten des Rotorteils und somit zu einem insgesamt höheren Wirkungsgrad der Pumpe.

**[0019]** In diesem Zusammenhang hat es sich als zweckmäßig erwiesen, dass der kegelmantelförmige Teil der Spalttopfwand, die diesem Teil zugewandte innere Begrenzungsfläche des Rotorteils und die dem Verbreiterungsabschnitt des Spalts zugewandte äußere Begrenzungsfläche des Rotorteils im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen, während sie vorzugsweise einen Winkel von mehr als  $10^\circ$ , insbesondere mehr als  $30^\circ$ , aber vorzugsweise weniger als  $50^\circ$  mit der Längsachse einschließen. Ein Rotorteil mit einem derart geformten Übergangsabschnitt zwischen dem den Stator umlaufenden Abschnitt und dem Laufradabschnitt mit Schaufelteilen ist besonders stabil und dreht sich besonders gleichmäßig.

**[0020]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung weist der Spalt den Verbreiterungsabschnitt oder einen weiteren Verbreiterungsabschnitt an seinem dem Förderbereich abgewandten hinteren Ende auf. Die Spaltkontur und die Spaltabmessungen des (weiteren) Verbreiterungsabschnitts können mit den oben beschriebenen

nen Konturen und Abmessungen des Verbreiterungsabschnitts übereinstimmen, und es wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die obigen Ausführungen verwiesen.

**[0021]** In dem weiteren Verbreiterungsabschnitt kann sich eine einzige kontrollierbare Walzenbewegung des Fördermediums ausbilden, die zu deutlich weniger Verlusten führt als ein durchgehend schmaler Spalt, in dem sich bei Drehung des Rotors zahlreiche kleine Walzenbewegungen (Taylor-Couette-Instabilitäten) ausbilden, die zu hohen inneren Verlusten führen. Der Wirkungsgrad der Kreiselpumpe wird dadurch erhöht.

**[0022]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1: eine erfindungsgemäße Kreiselpumpe in einer schematischen Querschnittsansicht, und

Fig. 2: die Turbulenzen des Fördermediums im Spalt einer herkömmlichen Kreiselpumpe (rechts) und die Turbulenzen des Fördermediums im Spalt einer erfindungsgemäßen Kreiselpumpe mit Verbreiterungsabschnitt (links).

**[0023]** Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Kreiselpumpe 10 in einer Querschnittsansicht. Ein Fördermedium, insbesondere Wasser, wird der Pumpe durch ein Einlassrohr 52 zugeführt und in Richtung auf ein Auslassrohr 54 gepumpt. Eine radiale Beschleunigung des Wassers wird durch ein mit Schaufelteilen 32 besetztes Rotorteil 3 erzeugt, das um eine Längsachse A drehbar gelagert ist.

**[0024]** Die Pumpe 10 weist ein Gehäuse 4 auf, das im Inneren eine von dem Fördermedium durchströmte Rotorkammer 31 und einen den Stator 2 aufnehmenden Statorbereich 22 ausbildet. Die Rotorkammer 31 und der Statorbereich 22 sind durch einen in das Gehäuseinnere vorragenden Spalttopf 1 voneinander getrennt. Der Spalttopf 1 bildet im Gehäuseinneren eine umlaufende Spalttopfwand 1.1, 1.2 aus, die derart geformt ist, dass ein ringförmiger Zwischenraum zwischen der Spalttopfwand und einer Seitenwand 42 des Gehäuses 4 gebildet ist.

**[0025]** Das Rotorteil 3 weist einen dem Einlassrohr 52 zugewandten vorderen Abschnitt mit den Schaufelteilen 32 auf, die in einen Förderbereich 33 der Rotorkammer 31 hineinragen. Ferner weist das Rotorteil 3 einen hinteren Abschnitt auf, der den Spalttopf 1 ringförmig umläuft und in dem Zwischenraum zwischen der Spalttopfwand 1.1, 1.2 und der Gehäusewand 42 aufgenommen ist. Der hintere Abschnitt der Rotorteils weist einen im Wesentlichen zylindermantelförmigen Rohrabschnitt 3.1 und einen sich konusförmig verjüngenden Übergangsabschnitt 3.2 auf, der den Rohrabschnitt 3.1 mit dem vorderen Rotorteilabschnitt verbindet. Der hintere Abschnitt des Rotorteils 3 wird infolge des durch Wicklungen 6 des Stators 2 erzeugten magnetischen Felds angetrieben,

so dass der drehfest damit verbundene vordere Abschnitt des Rotorteils 3 ebenfalls in Drehung versetzt wird. Die sich bewegenden Schaufelteile 32 beschleunigen das Fördermedium radial nach außen.

**[0026]** Zwischen dem hinteren Abschnitt des Rotorteils 3 und der Seitenwand 42 des Gehäuses 4 ist ein Spalt 7 gebildet. Der Spalt 7 umfasst einen Verbreiterungsabschnitt 5, in dem sich die radiale Abmessung des Spalts in axialer Richtung A in Richtung auf den Förderbereich 33 allmählich vergrößert und der an seinem vorderen Ende in den Förderbereich 33 der Rotorkammer 31 übergeht.

**[0027]** Dabei erstreckt sich der Verbreiterungsabschnitt 5 in axialer Richtung über eine Länge L, die größer ist als 10% der Gesamtlänge G des Spalts 7 in axialer Richtung. In der dargestellten Ausführungsform beträgt die Länge L des Verbreiterungsabschnitts 5 etwa 35% der Gesamtlänge G des Spalts 7. Auf diese Weise entsteht ein im Vergleich zu der Gesamtlänge des Rotors in axialer Richtung ausgedehnter Verbreiterungsabschnitt, der zu der Ausbildung einer kontrollierbaren Walzenbewegung des Fördermediums im Übergangsbereich zwischen dem Förderbereich 33 und dem Spalt 7 führt, wodurch hydraulische Spaltverluste vermieden werden können.

**[0028]** Ferner erstreckt sich der Verbreiterungsabschnitt 5 in axialer Richtung A über eine Länge L, die mehr als achtmal so groß ist wie die radiale Abmessung X des Spalts an dem hinterem Ende des Verbreiterungsabschnitts 5, an dem die Spaltbreite klein ist. Zusätzlich ist die radiale Abmessung des Verbreiterungsabschnitts 5 an dessen vorderem Ende mehr als viermal so groß wie an dessen hinterem Ende. Somit weitet sich der Spalt im Verbreiterungsabschnitt stark auf.

**[0029]** Der Rohrabschnitt 3.1 des Rotorteils 3 und der Übergangsabschnitt 3.2 des Rotorteils 3 weisen in radialer Richtung etwa dieselbe Dicke auf. Der Übergangsabschnitt 3.2 verläuft in der Querschnittsansicht der Fig. 1 unter einem Winkel  $\alpha/2$  zu der Längsachse A, während der zylindermantelförmige Rohrabschnitt 3.1 etwa parallel zu der Längsachse A verläuft. Der Winkel  $\alpha/2$  beträgt mehr als  $20^\circ$  und weniger als  $40^\circ$ , insbesondere etwa  $30^\circ$  und entspricht dem Öffnungswinkel des Verbreiterungsabschnitts des Spalts 7. Mit anderen Worten verjüngt sich der Übergangsabschnitt 3.2 in Richtung auf den Förderbereich 33 konusförmig. In dem Verbreiterungsabschnitt 5 des Spalts 7 wird die Spaltbreite dadurch in Richtung auf den Förderbereich 33 in linearer Weise breiter. Der Spalttopf 1 weist ebenfalls einen zylindermantelförmigen Teil 1.1, der von dem Rohrabschnitt 3.1 des Rotorteils 3 umlaufen wird, und einen sich konusförmig verjüngenden Teil 1.2 auf, der von dem Übergangsabschnitt 3.2 des Rotorteils 3 umlaufen wird. An den konusförmigen Abschnitt 1.2 des Spalttopfs 1 schließt sich eine im Wesentlichen flache Decke des Spalttopfs 1 an, die sich etwa in radialer Richtung erstreckt. Dabei folgt der Spalttopf 1 eng den Konturen des Stators, den er umgibt. Die dem Spalttopf 1 zugewandte

innere Begrenzungsfläche des Übergangsabschnitts 3.2 und die dem Verbreiterungsabschnitt 5 zugewandte äußere Begrenzungsfläche des Übergangsabschnitts 3.2 verlaufen im Wesentlichen parallel zueinander und parallel zu dem konusförmigen Teil 1.2 des Spalttopfs.

[0030] In Fig. 2 rechts sind die Turbulenzen des Fördermediums im Spalt einer herkömmlichen Kreiselpumpe dargestellt. Der Spalt weist eine einheitliche Spaltbreite über seine gesamte axiale Abmessung auf. Es bilden sich zahlreiche kleine Walzenbewegungen 60, sogenannte Taylor-Couette-Instabilitäten aus, die zu hohen hydraulischen Verlusten im Spalt führen. In Fig. 2 links sind die Turbulenzen des Fördermediums im Spalt einer erfindungsgemäßen Kreiselpumpe dargestellt. Der Spalt weist einen sich keilförmig nach oben hin verbreiternden Verbreiterungsabschnitt 5 auf. In dem Verbreiterungsabschnitt bildet sich bei Pumpenbetrieb eine einzige kontrollierbare Walzenbewegung 62 aus, die insgesamt zu deutlich geringeren Verlusten führt. Der Wirkungsgrad der Pumpe wird dadurch erhöht.

[0031] Andere Ausgestaltungen des Verbreiterungsabschnitts 33 sind ebenso vorstellbar. Insbesondere können die konischen Anteile des Spalttopfs und des Rotorteils durch beliebige geometrische Konturen ersetzt werden, die geeignet sind, den Konturen des Stators eng zu folgen, so dass zwischen Rotorteil und Gehäusewand ein Verbreiterungsabschnitt gemäß Anspruch 1 entsteht. Außerdem kann von den parallelen Konturen abgewichen werden. Im Übrigen ist die erfindungsgemäße Kreiselpumpe nicht notwendigerweise auf eine Radialpumpe beschränkt, sondern kann auch bspw. eine Propellerpumpe oder eine Diagonalspumpe sein. Ferner kann der Spalt an seinem dem Förderbereich abgewandten Ende einen weiteren Verbreiterungsabschnitt aufweisen.

## Bezugszeichenliste

### [0032]

1	Spalttopf
1.1	zylindermantelförmiger Teil der Spalttopfwand
1.2	kegelmantelförmiger Teil der Spalttopfwand
2	Stator
3	Rotorteil
3.1	Rohrabschnitt des Rotorteils
3.2	Übergangsabschnitt des Rotorteils
4	Gehäuse
5	Verbreiterungsabschnitt des Spalts
7	Spalt
8	Ringabschnitt des Spalts
10	Kreiselpumpe
22	Statorbereich
31	Rotorkammer
32	Schaufelteile
33	Förderbereich
42	Seitenwand
50	Einlassrohr

52	Auslassrohr
60	Walzenbewegungen
62	Walzenbewegung im Verbreiterungsabschnitt
A	Längsachse
5 L	Länge des Verbreiterungsabschnitts des Spalts
G	Gesamtlänge des Spalts
X, Y	radiale Abmessungen des Spalts

## 10 Patentansprüche

1. Kreiselpumpe (10) mit einem Gehäuse (4) mit einem einen Stator (2) aufnehmenden Statorbereich (22) und einer ein um eine Längsachse (A) drehbar gelagertes Rotorteil (3) aufnehmenden und von einem Fördermedium durchströmbar Rotorkammer (31), wobei ein ringförmiger Spalt (7) zwischen einem den Stator umlaufenden hinteren Abschnitt des Rotorteils und einer Seitenwand (42) des Gehäuses (4) gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spalt einen Verbreiterungsabschnitt (5) aufweist, in dem sich die radiale Abmessung (X) des Spalts (7) in axialer Richtung (A) allmählich vergrößert und der sich in axialer Richtung (A) über eine Länge (L) erstreckt, die größer ist als 10%, bevorzugt größer ist als 20%, insbesondere größer ist als 30% der Gesamtlänge (G) des Spalts (7) in axialer Richtung (A), wobei sich vorzugsweise der Verbreiterungsabschnitt an seinem vorderen Ende zu einem von Schaufelteilen (32) des Rotorteils (3) durchlaufbaren Förderbereich der Rotorkammer (31) hin öffnet.
2. Kreiselpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radiale Abmessung (Y) des Verbreiterungsabschnitts (5) an dessen vorderem Ende mehr als doppelt so groß, bevorzugt mehr als dreimal so groß, insbesondere viermal so groß ist oder mehr als die radiale Abmessung (X) des Verbreiterungsabschnitts an dessen hinterem Ende.
3. Kreiselpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge (L) des Verbreiterungsabschnitts mehr als dreimal so groß, bevorzugt mehr als fünfmal so groß, insbesondere mehr als achtmal so groß ist wie die radiale Abmessung (X) des Spalts an dem hinterem Ende des Verbreiterungsabschnitts.
4. Kreiselpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein sich an das hintere Ende des Verbreiterungsabschnitts (5) anschließender Ringabschnitt (8) des Spalts (7) im Wesentlichen kreiszylindermantelförmig ist.
5. Kreiselpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das

Rotorteil (3) einen sich in Richtung auf den Förderbereich bevorzugt konusförmig verjüngenden Übergangsabschnitt (3.2) aufweist, der von dem Verbreiterungsabschnitt (5) des Spalts umlaufen wird.

5

6. Kreiselpumpe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der halbe Öffnungswinkel ( $\alpha/2$ ) des Konus größer ist als  $10^\circ$ , bevorzugt größer ist als  $20^\circ$ , insbesondere größer ist als  $30^\circ$  und kleiner ist als  $60^\circ$ , insbesondere kleiner ist als  $40^\circ$ .
7. Kreiselpumpe nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke des Übergangsabschnitts (3.2) in radialer Richtung im Wesentlichen der Dicke eines kreiszylindermantelförmigen Rohrabschnitts (3.1) entspricht, der sich an das hintere Ende des Übergangsabschnitts (3.2) anschließt.
8. Kreiselpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen in den Innenraum des Gehäuses (4) vorstehenden Spalttopf (1), der den Statorbereich (22) von der Rotorkammer (31) trennt, wobei der hintere Abschnitt des Rotors in einem Zwischenraum zwischen der Gehäusewand (42) und einer umlaufenden Wand des Spalttopfs (1) aufgenommen ist.
9. Kreiselpumpe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die umlaufende Wand des Spalttopfs (1) einen im Wesentlichen zylindermantelförmigen Teil (1.1) und einen im Wesentlichen kegelmantelförmigen Teil (1.2) aufweist, die jeweils einer Innenseite des Rotorteils zugewandt sind.
10. Kreiselpumpe nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der kegelmantelförmige Teil (1.2) der Spalttopfwand, die diesem Teil zugewandte innere Begrenzungsfläche des Rotorteils (3) und die dem Verbreiterungsabschnitt (5) des Spalts zugewandte äußere Begrenzungsfläche des Rotorteils (3) im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.
11. Kreiselpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spalt den Verbreiterungsabschnitt oder einen weiteren Verbreiterungsabschnitt an seinem der Förderkammer abgewandten hinteren Ende aufweist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

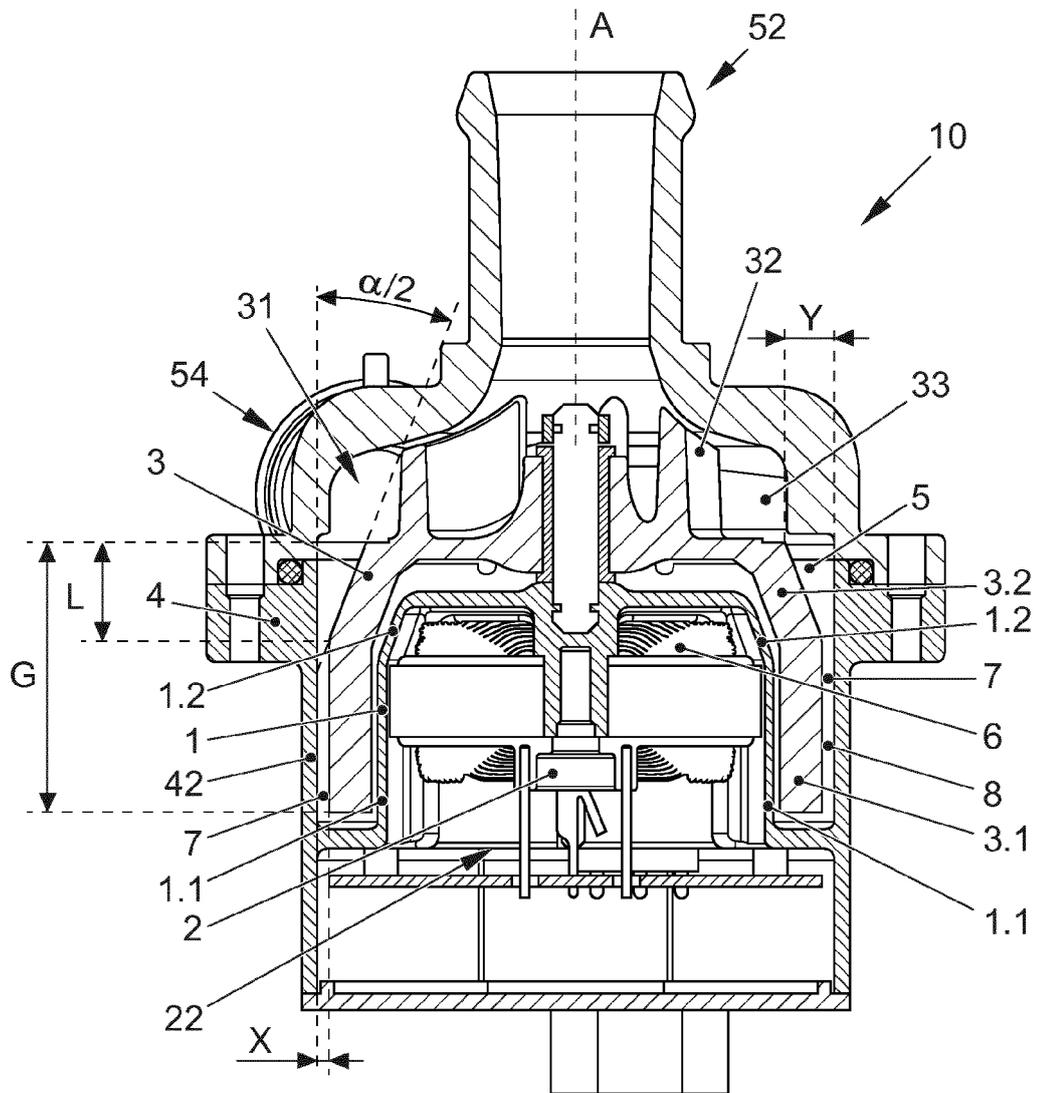


FIG. 1

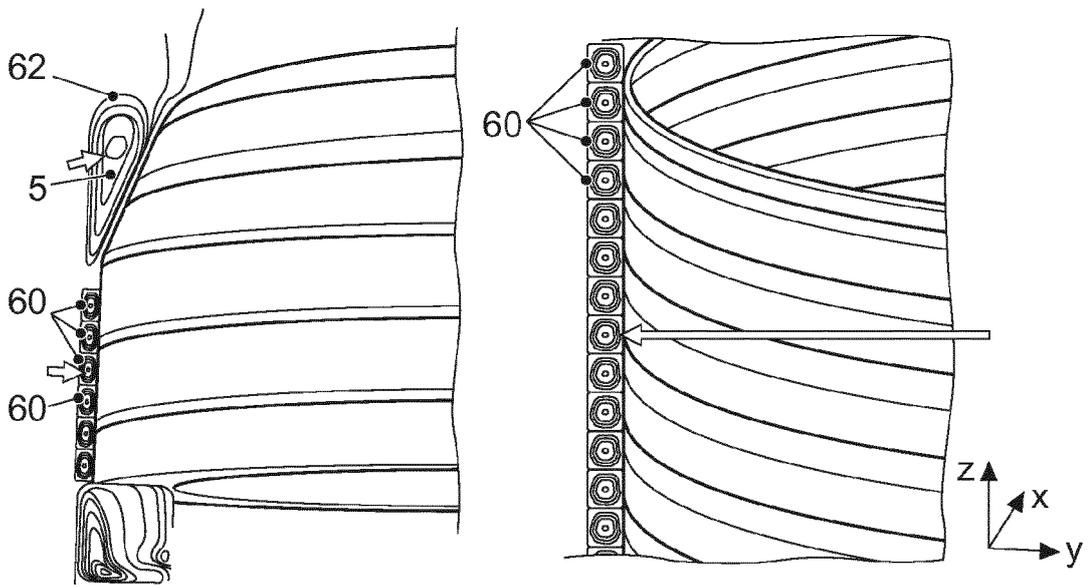


FIG. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 14 18 5729

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	US 2005/249609 A1 (ITO KENICHI [JP] ET AL) 10. November 2005 (2005-11-10) * das ganze Dokument * * Abbildung 1 * -----	1,2 3-11	INV. F04D13/06
X	US 5 049 134 A (GOLDING LEONARD A R [US] ET AL) 17. September 1991 (1991-09-17) * Abbildung 3 *	1,2	
X,D	US 2007/177993 A1 (NAKAMICHI KAZUTAKA [JP] ET AL) 2. August 2007 (2007-08-02) * Abbildung 1 * -----	1,2	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12. März 2015	Prüfer Ingelbrecht, Peter
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 : mündliche 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	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 14 18 5729

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.

12-03-2015

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005249609 A1	10-11-2005	CN 1676940 A	05-10-2005
		JP 4592355 B2	01-12-2010
		JP 2005315240 A	10-11-2005
		US 2005249609 A1	10-11-2005
-----			
US 5049134 A	17-09-1991	KEINE	
-----			
US 2007177993 A1	02-08-2007	JP 2007205190 A	16-08-2007
		US 2007177993 A1	02-08-2007
-----			

EPO FORM P0481

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**

- DE 10009900 A1 [0004]
- US 20070177993 A1 [0004]
- JP 2010007539 A [0004]