



(11) **EP 2 273 124 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.01.2011 Patentblatt 2011/02

(51) Int Cl.:
F04D 13/06 ^(2006.01) **F04D 29/22** ^(2006.01)
F04D 29/041 ^(2006.01) **F04D 29/18** ^(2006.01)
F04D 29/048 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10164973.9**

(22) Anmeldetag: **04.06.2010**

(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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(72) Erfinder:
• **Häfliger, Mario**
5614, Sarmenstorf (CH)
• **Bösch, Pascal**
8047, Zürich (CH)

(30) Priorität: **06.07.2009 EP 09164690**

(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**
Patentabteilung / 0067
Zürcherstrasse 14
8401 Winterthur (CH)

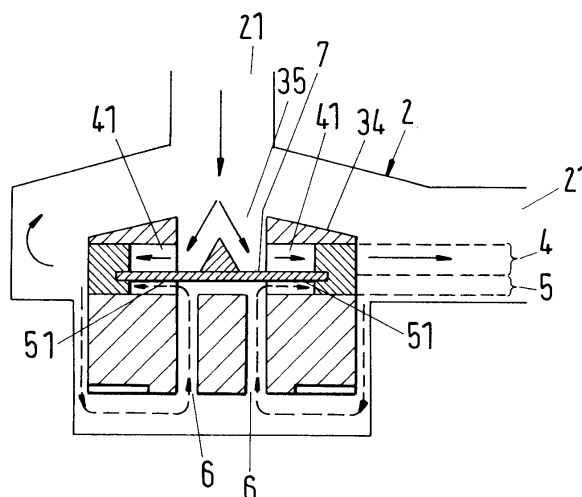
(71) Anmelder: **Levitronix GmbH**
8005 Zürich (CH)

(54) **Zentrifugalpumpe und Verfahren zum Ausgleichen des axialen Schubs in einer Zentrifugalpumpe**

(57) Es wird eine Zentrifugalpumpe vorgeschlagen mit einem Pumpengehäuse (2), das einen Einlass (21) und einen Auslass (22) aufweist, einen Rotor (3) mit einer dem Einlass (21) zugewandten Vorderseite (31) und einer dem Einlass (21) abgewandten Rückseite (32), und wobei der Rotor (3) ein erstes Pumpenrad (4) mit ersten Flügeln (41) aufweist zur Erzeugung eines Hauptflusses vom Einlass (21) zum Auslass (22), wobei am Rotor (3) ein zweites Pumpenrad (5) mit zweiten Flügeln (52) und

mit mindestens einer Entlastungsbohrung (6) vorgesehen ist zur Erzeugung eines Rezirkulationsflusses, der von der Rückseite (32) des Rotors (3) durch die mindestens eine Entlastungsbohrung (6) gerichtet ist, und wobei zwischen den beiden Pumpenrädern (4,5) ein Trennelement (7) vorgesehen ist, welches den Rezirkulationsfluss im Bereich des zweiten Pumpenrads (5) zumindest teilweise vom Hauptfluss trennt. Ferner wird ein Verfahren zum Ausgleichen des axialen Schubs in einer Zentrifugalpumpe vorgeschlagen.

Fig.2



EP 2 273 124 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zentrifugalpumpe und ein Verfahren zum Ausgleichen des axialen Schubs in einer Zentrifugalpumpe gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs der jeweiligen Kategorie.

[0002] In Zentrifugalpumpen, bei denen das zu fördernde Fluid aus einer axialen Richtung heraus in eine radiale Richtung umgelenkt wird, erfährt das Pumpenrad bzw. der Rotor starke Belastungen in der axialen Richtung, womit die Richtung der Solldrehachse des Pumpenrads gemeint ist. Dieser axiale Schub wird vor allem durch die Druckdifferenz am Rotor verursacht. Während auf der dem Einlass zugewandten Seite des Rotors im wesentlichen der Saugdruck herrscht, liegt auf der Rückseite des Rotors ein höherer Druck an, denn die Rotorrückseite steht mit dem Auslass in Verbindung, wo im wesentlichen der Förderdruck herrscht. Damit dieser Axialschub nicht vollständig von den Axiallagern aufgenommen werden muss, sind in Zentrifugalpumpen Massnahmen bekannt, um den Rotor bezüglich der axialen Richtung auszubalancieren.

[0003] Eine bekannte Massnahme sind Entlastungsbohrungen, die sich in axialer Richtung durch das gesamte Pumpenrad bzw. durch den gesamten Rotor hindurch erstrecken und so eine Strömungsverbindung zwischen der Vorderseite und der Rückseite des Rotors bilden, was zu einer Druckentlastung des Rotors führt. Auch ist es bekannt, solche Entlastungsbohrungen mit an der Rückseite des Rotors vorgesehenen Rudimentärschaufeln zu kombinieren.

[0004] Die axiale Ausbalancierung des Rotors mit solchen Massnahmen ist jedoch zumindest an einigen Arbeitspunkten schwierig, wenn nicht sogar unmöglich. Erschwerend kommt hinzu, dass die für die Ausbalancierung benötigten Kräfte vom Arbeitspunkt abhängig sind, also insbesondere vom Fluss und von der Druckdifferenz, die mit der Pumpe generiert werden.

[0005] Besonders gravierend ist das Problem des Axialschubausgleichs bei Pumpen mit magnetisch gelagertem Laufrad, insbesondere wenn die axiale Lagerung vollkommen ohne mechanische Lager magnetisch erfolgt. Aus der EP-A-0 860 046 ist beispielsweise eine Zentrifugalpumpe bekannt, die als lagerloser Motor ausgestaltet ist, wobei der Rotor bezüglich der axialen Richtung passiv magnetisch gegen Verschiebungen und Verkipnungen stabilisiert ist. Zur Ausbalancierung des Rotors eines solchen lagerlosen Motors stehen neben der magnetischen Reluktanzkraft nur konstruktive Massnahmen zur Verfügung, welche die Axialposition über fluid-dynamische Ausgleichskräfte beeinflussen.

[0006] Insbesondere auch bei solchen Zentrifugalpumpen, die nach dem Prinzip des lagerlosen Motors arbeiten, sind heute bekannte Massnahmen zum axialen Ausbalancieren des Rotors für hohe Pumpleistungen oder bei höher viskosen Fluiden, wie beispielsweise Phloresis oder Slurry, welche Viskositäten von bis zu über

100 Centipoise aufweisen können, oft nicht ausreichend.

[0007] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Zentrifugalpumpe vorzuschlagen, bei welcher ein Ausgleich des axialen Schubs über einen weiten Betriebsbereich zuverlässig möglich ist. Ferner ist es eine Aufgabe der Erfindung ein entsprechendes Verfahren zum Ausgleichen des axialen Schubs in einer Zentrifugalpumpe vorzuschlagen. Insbesondere soll dieses Verfahren auch für Zentrifugalpumpen mit magnetisch gelagertem Rotor einsetzbar sein.

[0008] Die diese Aufgabe lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gekennzeichnet.

[0009] Erfindungsgemäss wird also eine Zentrifugalpumpe vorgeschlagen mit einem Pumpengehäuse, das einen Einlass und einen Auslass aufweist, einen Rotor mit einer dem Einlass zugewandten Vorderseite und einer dem Einlass abgewandten Rückseite, wobei der Rotor ein erstes Pumpenrad mit ersten Flügeln aufweist zur Erzeugung eines Hauptflusses vom Einlass zum Auslass, und wobei am Rotor ein zweites Pumpenrad mit zweiten Flügeln und mit mindestens einer Entlastungsbohrung vorgesehen ist zur Erzeugung eines Rezirkulationsflusses, der von der Rückseite des Rotors durch die mindestens eine Entlastungsbohrung gerichtet ist, und wobei zwischen den beiden Pumpenrädern ein Trennelement vorgesehen ist, welches den Rezirkulationsfluss im Bereich des zweiten Pumpenrads zumindest teilweise vom Hauptfluss trennt.

[0010] Durch das zweite Pumpenrad und das Trennelement kann ein Rezirkulationsfluss zur axialen Ausbalancierung bzw. zum Ausgleichen des axialen Schubs generiert werden, der weitgehend vom Hauptfluss getrennt werden kann. Somit ist es möglich, mithilfe der mindestens einen Entlastungsbohrung den Rotor weitgehend unabhängig vom Hauptfluss bezüglich der axialen Richtung auszubalancieren. Mittels einer optimierten Geometrie des Trennelements sowie der Abmessungen, insbesondere der Höhe der ersten und zweiten Flügel relativ zueinander, sowie der Anzahl und der Geometrie der Entlastungsbohrungen ist ein sehr grosser Arbeitsbereich auch für verschiedene Viskositäten und Dichten mit nur einer Konfiguration des Rotors möglich.

[0011] Das Trennelement ist vorzugsweise scheibenförmig ausgebildet, wobei auf der dem Einlass zugewandten Seite die ersten Flügel des ersten Pumpenrads vorgesehen sind und auf der dem Einlass abgewandten Seite die zweiten Flügel des zweiten Pumpenrads vorgesehen sind.

[0012] Insbesondere vorteilhaft ist eine Ausgestaltung, bei welcher die ersten Flügel so angeordnet sind, dass ein zentraler Bereich des ersten Pumpenrads frei von Flügeln ist und wobei das Trennelement so ausgestaltet ist, dass es sich über den gesamten zentralen Bereich des ersten Pumpenrads erstreckt. Durch diese Konstruktion ist nämlich gewährleistet, dass einerseits der Hauptfluss und der Rezirkulationsfluss in diesem

zentralen Bereich keinen Kontakt miteinander bekommen und andererseits kann das Trennelement vorteilhaft als Staudruckplatte zur axialen Druckentlastung beitragen, in ähnlicher Weise wie dies in der bereits zitierten EP-A-0 860 046 im Zusammenhang mit Fig. 8c für die dort mit 1 k bezeichnete Prallplatte offenbart ist.

[0013] Es hat sich in der Praxis als vorteilhaft erwiesen, wenn sich die ersten und die zweiten Flügel bezüglich der radialen Richtung über das Trennelement hinaus erstrecken.

[0014] Konstruktiv besonders einfach ist es, wenn Gesamtflügel vorgesehen sind, die sowohl die ersten als auch die zweiten Flügel bilden, wobei jeder Gesamtflügel zumindest in einem radial innenliegenden Abschnitt durch das Trennelement bezüglich der axialen Richtung in zwei Teile getrennt ist.

[0015] Je nach Anwendungsfall kann eine zusätzliche axiale Stabilisierung bewirkt werden, wenn auf der Rückseite des Rotors Rudimentärschaukeln vorgesehen sind.

[0016] Im Hinblick auf eine optimale axiale Balancierung kann es vorteilhaft sein, wenn mehrere Entlastungsbohrungen vorgesehen sind, die bezüglich der Achse des Rotors symmetrisch angeordnet sind.

[0017] Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Rotor magnetisch gelagert.

[0018] Je nach Anwendungsfall sind Ausführungen vorteilhaft, mit einem elektrischen Drehantrieb für den Rotor, wobei der Drehantrieb als Spaltrohrmotor ausgestaltet ist.

[0019] Speziell bevorzugt ist ein Ausführungsbeispiel mit einem elektrischen Drehantrieb für den Rotor, wobei der Drehantrieb einen Stator aufweist, wobei der Rotor den Rotor des elektrischen Drehantriebs bildet, und zusammen mit dem Stator einen lagerlosen Motor bildet, bei welchem der Stator als Lager- und Antriebsstator für den Rotor ausgestaltet ist. Insbesondere ist es dabei vorteilhaft, wenn der Rotor des lagerlosen Motors permanentmagnetisch ist und bezüglich der axialen Richtung passiv magnetisch gegen Verschiebungen und Verkippungen stabilisiert ist.

[0020] Durch die Erfindung wird ferner ein Verfahren vorgeschlagen zum Ausgleichen des axialen Schubs in einer Zentrifugalpumpe mit einem Pumpengehäuse, das einen Einlass und einen Auslass aufweist, einen Rotor mit einer dem Einlass zugewandten Vorderseite und einer dem Einlass abgewandten Rückseite, bei welchem Verfahren mit ersten Flügeln eines erstes Pumpenrads des Rotors ein Hauptfluss vom Einlass zum Auslauss erzeugt wird, wobei mit zweiten Flügeln eines zweiten Pumpenrads des Rotors ein Rezirkulationsfluss erzeugt wird, der von der Rückseite des Rotors durch mindestens eine Entlastungsbohrung, welche im zweiten Pumpenrad vorgesehen ist, gerichtet ist, wobei der Rezirkulationsfluss im Bereich des zweiten Pumpenrads zumindest teilweise vom Hauptfluss getrennt geführt wird.

[0021] Mit dem erfindungsgemässen Verfahren kann ein Rezirkulationsfluss zur axialen Ausbalancierung bzw. zum Ausgleichen des axialen Schubs generiert werden,

der weitgehend vom Hauptfluss getrennt werden kann. Somit ist es möglich, mithilfe der mindestens einen Entlastungsbohrung den Rotor weitgehend unabhängig vom Hauptfluss bezüglich der axialen Richtung auszubalancieren. Mit diesem Verfahren ist ein Ausgleich des axialen Schubs in einem sehr grosser Arbeitsbereich auch für verschiedene Viskositäten und Dichten mit nur einer Konfiguration des Rotors möglich.

[0022] Für einige Anwendungen hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Rezirkulationsfluss im wesentlichen getrennt vom Hauptfluss geführt wird.

[0023] Das erfindungsgemässe Verfahren eignet sich insbesondere, wenn der Rotor magnetisch, vorzugsweise vollständig magnetisch, gelagert ist.

[0024] Das erfindungsgemässe Verfahren ist speziell für Zentrifugalpumpen geeignet, die nach dem Prinzip des lagerlosen Motors arbeiten, bei welchem die Zentrifugalpumpe einen elektrischen Drehantrieb mit einem Stator aufweist, der Rotor permanentmagnetisch ist und den Rotor des elektrischen Drehantriebs bildet, der zusammen mit dem Stator einen lagerlosen Motor bildet, bei welchem der Stator als Lager- und Antriebsstator für den permanentmagnetischen Rotor ausgestaltet ist, wobei der Rotor bezüglich der axialen Richtung passiv magnetisch gegen Verschiebungen und Verkippungen stabilisiert ist.

[0025] Weiter vorteilhafte Massnahmen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0026] Im Folgenden wird die Erfindung sowohl in apparativer als auch in verfahrenstechnischer Hinsicht anhand von Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnung näher erläutert. In der schematischen Zeichnung zeigen teilweise im Schnitt:

Fig. 1: eine stark schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Zentrifugalpumpe,

Fig. 2: eine schematische Schnittdarstellung des Pumpengehäuses und des Rotors des Ausführungsbeispiels aus Fig. 1, wobei der Hauptfluss und der Rezirkulationsfluss angedeutet sind,

Fig. 3: eine schematische Darstellung ähnlich zu Fig. 2 zur Erläuterung von Abmessungen,

Fig. 4: eine Schnittdarstellung durch den Rotor des Ausführungsbeispiels entlang der Schnittlinie IV-IV in Fig. 6

Fig. 5: eine Ansicht des Rotors aus Fig. 4,

Fig. 6: eine Aufsicht auf die Vorderseite des Rotors aus Fig. 4, wobei die Deckplatte entfernt ist,

Fig. 7: eine Aufsicht auf die Rückseite des Rotors aus

Fig. 4, und

Fig. 8: ein Ansicht einer Variante des Rotors aus Fig. 4, ohne Deckplatte.

[0027] Fig. 1 zeigt in einer stark schematischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Zentrifugalpumpe, die gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet ist.

[0028] Bei der folgenden Beschreibung der Erfindung wird mit beispielhaftem Charakter auf den für die Praxis besonders wichtigen Fall Bezug genommen, dass die erfindungsgemässe Zentrifugalpumpe mit einem elektrischen Drehantrieb nach dem Prinzip eines lagerlosen Motors ausgestaltet ist. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung nicht auf solche Ausgestaltungen beschränkt ist, sondern ganz allgemein Zentrifugalpumpen betrifft. Dies können in nicht abschliessender Aufzählung Zentrifugalpumpen mit vollständig oder teilweise magnetischer Lagerung des Pumpenrotors sein, mit vollständig oder teilweise mechanischer und/oder hydromechanischer Lagerung oder mit einer kombinierten mechanischen, magnetischen und/oder hydrodynamischen Lagerung.

[0029] Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Zentrifugalpumpe 1 umfasst ein Pumpengehäuse 2 mit einem Einlass 21 und einem Auslass 22 für das zu fördernde Fluid. Im Pumpengehäuse ist ein Rotor 3 vorgesehen, mit einer dem Einlass 21 zugewandten Vorderseite 31 und einer dem Einlass abgewandten Rückseite 32. Am Rotor 3 sind - wie weiter hinten noch genauer erläutert wird - die für das Pumpen des Fluids vorgesehenen Flügel angeordnet. Die Rotorachse, womit die Drehachse A gemeint ist, um die der Rotor 3 im Betriebszustand rotieren soll, legt die axiale Richtung fest. Bei magnetisch gelagerten Rotoren ist mit der Drehachse A die Solldrehachse gemeint, um welche der Rotor 3 rotiert, wenn er zentriert und nicht verkippt ist.

[0030] Zum Antreiben des Rotors 3 ist ein elektrischer Drehantrieb 8 vorgesehen, welcher einen Stator 81 mit Wicklungen 82 umfasst.

[0031] Der Rotor 3 im Pumpengehäuse 2 ist gleichzeitig auch der Rotor 3 des elektrischen Drehantriebs 8. Diese Ausgestaltung wird auch als Integralrotor bezeichnet, weil der Rotor des elektrischen Drehantriebs identisch ist mit dem Pumpenrotor, der das Fluid fördert.

[0032] Wie bereits erwähnt, ist der Drehantrieb 8 bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel als lagerloser Motor ausgebildet, bei welchem der Stator 81 als Lager- und Antriebsstator für die magnetische Lagerung des Rotors 3 und den Antrieb der Rotation des Rotors 3 um die Drehachse A ausgestaltet ist. Besonders bevorzugt ist der Rotor 3 als permanentmagnetischer Rotor 3 ausgestaltet, der zusammen mit dem Stator 81 einen lagerlosen Motor bildet, bei welchem der Stator als Lager- und Antriebsstator für den permanentmagnetischen Rotor 3 ausgestaltet ist. Die magnetische Lagerung des Rotors 3 ist in Fig. 1 mittels der Feldlinien M angedeutet.

[0033] Ein solcher lagerloser Motor wird beispielsweise in der bereits zitierten EP-A-0 860 046 und auch in der EP-A-0 819 330 offenbart. Mit dem Begriff lagerloser Motor ist gemeint, dass der Rotor 3 vollkommen magnetisch gelagert ist, wobei keine separaten Magnetlager vorgesehen sind. Der Stator 81 ist dazu als Lager- und Antriebsstator ausgestaltet, er ist also sowohl Stator des elektrischen Antriebs als auch Stator der magnetischen Lagerung. Dazu umfasst die Wicklung 82 des Stators 81 eine Antriebswicklung der Polpaarzahl p sowie eine Steuerwicklung der Polpaarzahl $p \pm 1$. Mit diesen beiden Wicklungen lässt sich ein magnetisches Drehfeld erzeugen, welches zum einen ein Drehmoment auf den Rotor 3 ausübt, das dessen Rotation bewirkt, und welches zum anderen eine beliebig einstellbare Querkraft auf den Rotor 3 ausübt, sodass dessen radiale Position aktiv steuerbar bzw. regelbar ist. Somit sind drei Freiheitsgrade des Rotors 3 aktiv regelbar. Bezüglich dreier weiterer Freiheitsgrade, nämlich seiner axialen Auslenkung in Richtung der Drehachse A und Verkippen bezüglich der zur Drehachse A senkrechten Ebene (zwei Freiheitsgrade) ist der Rotor passiv magnetisch, das heisst nicht ansteuerbar, durch Reluktanzkräfte stabilisiert. Bezüglich weiterer Details eines solchen lagerlosen Motors sei hier auf die bereits zitierten Dokumente verwiesen.

[0034] Im speziellen ist der in Fig. 1 dargestellte Drehantrieb 8 als Spaltrohrmotor ausgestaltet, wobei das Pumpengehäuse 2 das Spaltrrohr zwischen dem Stator 81 und dem Rotor 3 bildet.

[0035] Die Fig. 2 und 3 zeigen in einer schematischen Schnittdarstellung das Pumpengehäuse 2 und den Rotor 3 des Ausführungsbeispiels aus Fig. 1, wobei Fig. 2 der Illustration der prinzipiellen Funktionsweise und der Flussverläufe im Pumpengehäuse 2 dient, während Fig. 3 die Festlegung einiger geometrischer Grössen veranschaulicht.

[0036] Zum besseren Verständnis wird in den Fig. 4-7 eine detailliertere Darstellung des Rotors 3 gezeigt, wobei Fig. 4 einen Schnitt durch den Rotor 3 entlang der Schnittlinie IV-IV in Fig. 6 zeigt, Fig. 5 eine perspektivische Ansicht des Rotors 3, Fig. 6 eine Aufsicht auf die Vorderseite 31 des Rotors 3 (ohne Deckplatte) und Fig. 7 eine Aufsicht auf die Rückseite 32 des Rotors 3.

[0037] Fig. 8 zeigt noch eine perspektivische Ansicht ähnlich zu Fig. 5 (aber ohne Deckplatte) für eine Variante des Rotors 3. Bei dieser Variante ist an der Vorderseite des Rotors 3 keine Deckplatte vorgesehen. Ansonsten beziehen sich die Unterschiede auf die Rückseite 32 des Rotors 3, das heisst der Rest des Rotors 3 und insbesondere die Pumpenräder sind identisch mit dem in den Fig. 4-7 gezeigten Rotor.

[0038] Wie dies Fig. 2 zeigt, weist der Rotor 3 an seiner dem Einlass 21 zugewandten Seite ein erstes Pumpenrad 4 mit ersten Flügeln 41 auf. Das erste Pumpenrad 41 erzeugt in an sich bekannter Weise einen Hauptfluss, mit welchem das zu fördernde Fluid, das aus der axialen Richtung durch den Einlass 21 kommend zum Auslass 22 gefördert wird. Dieser Hauptfluss ist in Fig. 2 mittels

der durchgezogenen Pfeile veranschaulicht.

[0039] Erfindungsgemäss ist am Rotor 3 ein zweites Pumpenrad 5 mit zweiten Flügeln 51 vorgesehen, welches mindestens eine Entlastungsbohrung 6 aufweist. Dieses zweite Pumpenrad 5 erzeugt einen Rezirkulationsfluss, der von der Rückseite 32 des Rotors 3 durch die Entlastungsbohrung 6 gerichtet ist. Der Rezirkulationsfluss ist in Fig. 2 mittels der gestrichelt dargestellten Pfeile veranschaulicht. Wesentlich für die Erfindung ist es, dass zwischen dem ersten Pumpenrad 4 und dem zweiten Pumpenrad 5 ein Trennelement 7 vorgesehen ist, welches den Rezirkulationsfluss im Bereich des zweiten Pumpenrads 5 zumindest teilweise vom Hauptfluss trennt.

[0040] Wie dies insbesondere Fig. 2 zeigt, erstrecken sich die Entlastungsbohrungen 6 von der Rückseite 32 des Rotors 3 bis zum bzw. durch das zweite Pumpenrad 5, nicht aber durch das erste Pumpenrad 4, sodass ein unmittelbarer Kontakt des Rezirkulationsflusses mit dem Hauptfluss im Bereich des Ausgangs der Entlastungsbohrungen 6 am zweiten Pumpenrad 5 vermieden wird.

[0041] Durch das Trennelement 7 kann der zur axialen Ausbalancierung bzw. zum Ausgleichen des axialen Schubs erforderliche Rezirkulationsfluss weitgehend vom Hauptfluss getrennt werden. Dadurch kann der Rotor bezüglich des axialen Schubs weitgehend unabhängig vom Hauptfluss ausbalanciert werden. Somit ist ein sehr grosser Arbeitsbereich, das heisst ein grosser Bereich verschiedener Durchflüsse und verschiedener Förderdrücke auch für verschiedene Viskositäten und Dichten des zu fördernden Fluids mit nur einer Konfiguration des Rotors 3 realisierbar, ohne das Zugeständnisse an die Qualität der axialen Ausbalancierung notwendig sind. Durch das Trennelement 7 wird insbesondere auch vermieden, dass der Rezirkulationsfluss und der Hauptfluss frontal - das heisst als entgegengesetzt gerichtete Strömungen aufeinanderprallen, was zu Verwirbelungen führen würde, die für die axiale Ausbalancierung nachteilig sind.

[0042] Der Hauptfluss und der Rezirkulationsfluss kommen erst nach Passieren des radial äusseren Endes des Trennelements 7 miteinander in Kontakt. Hier sind beide Flüsse im wesentlichen in radialer Richtung gerichtet, sodass auch hier ein frontales Aufeinanderprallen des Haupt- und des Rezirkulationsflusses vermieden wird.

[0043] Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel ist das Trennelement 7 scheibenförmig ausgebildet (siehe auch Fig. 4 und Fig. 8), wobei auf der dem Einlass 21 zugewandten Seite die ersten Flügel 41 des ersten Pumpenrads 4 vorgesehen sind und auf der dem Einlass abgewandten Seite die zweiten Flügel 51 des zweiten Pumpenrads 5. Die ersten Flügel 41 sind so angeordnet, dass ein zentraler Bereich 35 des ersten Pumpenrads 4 frei von Flügeln 41 ist. Das scheibenförmige Trennelement 7 erstreckt sich bezüglich der radialen Richtung mindestens über den gesamten zentralen Bereich 35,

sodass keine direkte Strömungsverbindung zwischen dem ersten Pumpenrad 4 und dem zweiten Pumpenrad 5 in diesem zentralen Bereich 35 existiert. Das Trennelement 7 schirmt folglich das zweite Pumpenrad 5 zumindest in dem zentralen Bereich 35 gegenüber dem Einlass 21 ab.

[0044] In seinem zentralen Bereich weist das Trennelement 7 eine runde Erhebung 71 auf, welche dem besseren Umlenken des Fluids in die radiale Richtung dient.

[0045] Sowohl die zweiten Flügel 51 des zweiten Pumpenrads 5 als auch die ersten Flügel 41 der ersten Pumpenrads 4 erstrecken sich jeweils in radialer Richtung gekrümmt. Mit radialer Richtung ist dabei eine zur axialen Richtung senkrechte Richtung gemeint. Wie dies insbesondere auch Fig. 8 zeigt, fluchten die Flügel 41 des ersten Pumpenrads 4 mit den Flügeln 51 des zweiten Pumpenrads 5. Dies ist zwar vorteilhaft, aber nicht notwendig. Die ersten Flügel 41 und die zweiten Flügel 51 können auch bezüglich der Umfangsrichtung versetzt zueinander sein. Ferner kann die Anzahl der ersten Flügel 41 verschieden sein von der Anzahl der zweiten Flügel 51. Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel ist die Anzahl der ersten Flügel 41 gleich der Anzahl der zweiten Flügel 51.

[0046] Auf der Vorderseite 31 des Rotors 3 ist eine Deckplatte 34 vorgesehen (siehe auch Fig. 4 und Fig. 5), die ringscheibenförmig ausgestaltet ist. Die Deckplatte 34 erstreckt sich in radialer Richtung bis an das radial äussere Ende der ersten Flügel 41. Sie weist in der Mitte eine zentrale kreisförmige Öffnung auf, deren Durchmesser gleich gross ist wie der Durchmesser des zentralen Bereichs 35. Die Dicke der Deckplatte 34 nimmt nach aussen hin ab. Durch die Deckplatte 34 werden somit die ersten Flügel 41 vollständig überdeckt, sodass von dem ersten Pumpenrad 4 bezüglich der axialen Richtung nur noch der zentrale Bereich 35 in direkter Strömungsverbindung mit dem Einlass 21 steht. Die Deckplatte 34 dient der Strömungsführung und sorgt dafür, dass das durch den Einlass 21 strömende Fluid nur durch den zentralen Bereich 35 zum ersten Pumpenrad 4 gelangen kann.

[0047] In der Praxis hat es sich für manche Anwendungen als vorteilhaft erwiesen, wenn sich die ersten Flügel 41 und die zweiten Flügel 51 bezüglich der axialen Richtung über das Trennelement 7 hinaus erstrecken. Diese Massnahme wird am besten in der Darstellung der Fig. 2, der Fig. 4, der Fig. 6 und der Fig. 8 ersichtlich. Es ist deutlich zu erkennen, dass sich das Trennelement 7 nur über den radial inneren Bereich der ersten Flügel 41 und der zweiten Flügel 51 erstreckt. Im radial äusseren Bereich der ersten Flügel 41 und der zweiten Flügel 51 ist kein Trennelement mehr zwischen diesen vorhanden.

[0048] Wie weit sich das Trennelement 7 bezüglich der radialen Richtung zwischen den ersten Flügeln 41 und den zweiten Flügeln 51 erstreckt, hängt vom Anwendungsfall ab und ist einer der Parameter, die für die Optimierung des axialen Schubausgleichs zur Verfügung

stehen. Bei der hier beschriebenen Ausführungsform mit dem scheibenförmigen Trennelement 7 sollte das Trennelement sich bezüglich der radialen Richtung mindestens so weit erstrecken, dass es den gesamten zentralen Bereich 35 überdeckt. Andererseits kann sich das Trennelement 7 auch über die gesamte radiale Erstreckung der Flügel 41 oder 51 erstrecken, sodass das Trennelement 7 in radialer Richtung bündig mit den Flügeln 41 oder 51 abschliesst. Auf diese geometrischen Verhältnisse wird weiter hinten noch eingegangen.

[0049] Eine konstruktiv besonders günstige Massnahme ist es (siehe Fig. 6 und Fig. 8) wenn die ersten Flügel 41 und die zweiten Flügel 51 Gesamtflügel bilden. Oder umgekehrt ausgedrückt, es sind Gesamtflügel vorgesehen, die sowohl die ersten Flügel 41 als auch die zweiten Flügel 51 bilden. Dabei wird jeder Gesamtflügel in seinem radial innenliegenden Abschnitt durch das Trennelement bezüglich der axialen Richtung in zwei Teile getrennt, sodass der in Fig. 8 darstellungsgemäss obere Teil, der oberhalb des Trennelements 7 liegt, die ersten Flügel 41 des ersten Pumpenrads 4 bildet, und der untere Teil der unterhalb des Trennelements 7 liegt, die zweiten Flügel 51 des zweiten Pumpenrads 5.

[0050] Eine weitere Massnahme, die vorteilhaft sein kann, ist es auf der Rückseite 32 des Rotors 3 Rudimentärschaufeln 36 vorzusehen. Fig. 7 zeigt eine Aufsicht auf die dem Einlass 21 abgewandte Rückseite 32 des Rotors 3. Dort sind mehrere, hier acht Nuten 37 vorgesehen, die jeweils radial nach aussen bis zum Rand des Rotors 3 verlaufen. Die Nuten 37 erstrecken sich nach innen jedoch nicht bis zum Zentrum der Rückseite 32 des Rotors 3, sondern enden in einem mittleren Bereich, so wie dies auch in Fig. 2 dargestellt ist. Die radial äusseren Bereiche zwischen jeweils zwei benachbarten Nuten 37 bilden dann die Rudimentärflügel 36. Diese können eine zusätzliche axiale Stabilisierung des Rotors 3 bewirken.

[0051] Um einen möglichst guten Ausgleich des Axialschubs zu erzielen, kann es vorteilhaft sein, mehrere Entlastungsbohrungen 6 vorzusehen, die insbesondere bezüglich der Drehachse des Rotors 3 symmetrisch angeordnet sind. Wie dies Fig. 7 zeigt, sind bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel eine zentrale Entlastungsbohrung 6 im Mittelpunkt der Rückseite 32 des Rotors 3 vorgesehen, sowie acht weitere Entlastungsbohrungen 6, die kreisförmig und äquidistant um die zentrale Entlastungsbohrung 6 herum angeordnet sind.

[0052] Fig. 8 zeigt eine Ansicht einer Variante des Rotors aus Fig. 4, wobei bei dieser Variante keine Deckplatte 34 vorgesehen ist. Ferner besteht ein Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel in Fig. 4 darin, dass bei der in Fig. 8 dargestellten Variante auf der Rückseite 32 des Rotors 3 keine Nuten 37 und somit auch keine Rudimentärschaufeln 36 vorgesehen sind. Der Verzicht auf die Deckplatte und auf die Rudimentärschaufeln können jeweils als Einzelmassnahme aber auch in Kombination miteinander realisiert sein.

[0053] Da das hier beschriebene Ausführungsbeispiel

der erfindungsgemässen Zentrifugalpumpe als lagerloser Motor mit permanentmagnetischem Rotor 3 ausgestaltet ist, umfasst der Rotor 3 einen ringförmigen Permanentmagneten 33, der gemäss der Darstellung in Fig. 4 unterhalb der beiden Pumpenräder 4, 5 angeordnet ist. Der Permanentmagnet 33 befindet sich in einer Ummantelung 38, die vorzugsweise aus Kunststoff, Metall oder Keramik hergestellt ist. Wie dies die Darstellung in Fig. 1 andeutet, wirkt der Permanentmagnet 33 mit dem Stator 81 des elektrischen Drehantriebs 8 zusammen und dient sowohl der magnetischen Lagerung als auch dem Antrieb des Rotors 3.

[0054] Konstruktiv besonders einfach und kompakt ist es, wenn die zweiten Flügel 51 des zweiten Pumpenrads 5 einstückig mit der Ummantelung 38 sind, wie dies Fig. 4 und Fig. 5 zeigt. So können die zweiten Flügel 51 durch einen materialabtragenden Bearbeitungsschritt, z. B. durch Fräsen, aus der Oberfläche der Ummantelung 38 herausgearbeitet werden.

[0055] Um mit dem erfindungsgemässen Verfahren bzw. bei der erfindungsgemässen Zentrifugalpumpe den Ausgleich des axialen Schubs möglichst effizient und für einen möglichst grossen Arbeitsbereich, also insbesondere für einen grossen Durchflussbereich und für einen grossen Druckbereich - auch bei verschiedenen Viskositäten und Dichten - zu realisieren, gibt es verschiedene Parameter, mit denen die Konfiguration des Rotors optimiert werden kann.

[0056] Hierzu sind in Fig. 3 für das beschriebene Ausführungsbeispiel einige geometrische Abmessungen definiert: Mit DR wird der Aussendurchmesser des Rotors 3 bezeichnet, der üblicherweise identisch mit dem Aussendurchmesser des ersten und/oder des zweiten Pumpenrads 4 bzw. 5 ist, mit DT wird der Aussendurchmesser des scheibenförmigen Trennelements 7 bezeichnet, mit H wird die Höhe der Gesamtflügel bezeichnet, mit HT die Höhe des Trennelements 7 und mit H1 bzw. H2 die Höhe der ersten Flügel 41, bzw. der zweiten Flügel 51. Mit der Höhe ist jeweils die Erstreckung in axialer Richtung gemeint.

[0057] Ein wichtiger Parameter ist das Verhältnis aus DT und DR. In der Praxis hat es sich bisher bewährt, wenn das Verhältnis DT/DR grösser als 0.5 und kleiner oder gleich 1 ist, insbesondere ist der Bereich von 0.6 bis 0.7 bevorzugt. Bezüglich der Höhe der Flügel 41, 51 und des Trennelements 7 zwischen den Flügeln 41, 51 ist es bevorzugt, wenn die Höhe H2 der zweiten Flügel 52 kleiner ist als die Höhe HT des Trennelements 7 und HT kleiner ist als die Höhe H1 der ersten Flügel. Bezogen auf die Höhe H der Gesamtflügel ist die Höhe H2 der zweiten Flügel 52 vorzugsweise kleiner als die Hälfte von H, insbesondere höchstens 25% von H und speziell zwischen 15% und 20% von H. Die Höhe H1 der ersten Flügel 41 ist vorzugsweise grösser als die Hälfte von H, insbesondere höchstens 75% von H und speziell zwischen 50% und 60% von H.

[0058] Bei der bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Zentrifugalpumpe als lagerloser Mo-

tor mit permanentmagnetischem Rotor 3 ist es im Hinblick auf die magnetische Lagerung, insbesondere auf die passiv magnetische Stabilisierung bezüglich der axialen Richtung vorteilhaft, wenn das Verhältnis aus der Gesamthöhe HR des Rotors 3 (siehe Fig. 4) und dem Aussendurchmesser DR des Rotors höchstens 1 ist, also $HR/DR \leq 1$, vorzugsweise ist HR/HD kleiner als 0.9 und speziell zwischen 0.7 und 0.8.

[0059] Es sind auch solche Ausgestaltungen der erfindungsgemässen Zentrifugalpumpe möglich, bei denen das Pumpengehäuse 2 mehr als einen Auslass 22 und/oder mehr als einen Einlass 21 aufweist. Falls zwei oder mehr Einlässe 21 vorgesehen sind, so sind diese auf der gleichen Seite des Rotors 3 bzw. des ersten Pumpenrads 4 anzuordnen, das heisst, es ist zu vermeiden, dass das Fluid direkt von einem der Einlässe aus der axialen Richtung zum zweiten Pumpenrad gelangen kann.

Patentansprüche

1. Zentrifugalpumpe mit einem Pumpengehäuse (2), das einen Einlass (21) und einen Auslass (22) aufweist, einen Rotor (3) mit einer dem Einlass (21) zugewandten Vorderseite (31) und einer dem Einlass (21) abgewandten Rückseite (32), wobei der Rotor (3) ein erstes Pumpenrad (4) mit ersten Flügeln (41) aufweist zur Erzeugung eines Hauptflusses vom Einlass (21) zum Auslass (22), **dadurch gekennzeichnet, dass** am Rotor (3) ein zweites Pumpenrad (5) mit zweiten Flügeln (52) und mit mindestens einer Entlastungsbohrung (6) vorgesehen ist zur Erzeugung eines Rezirkulationsflusses, der von der Rückseite (32) des Rotors (3) durch die mindestens eine Entlastungsbohrung (6) gerichtet ist, und dass zwischen den beiden Pumpenrädern (4,5) ein Trennelement (7) vorgesehen ist, welches den Rezirkulationsfluss im Bereich des zweiten Pumpenrads (5) zumindest teilweise vom Hauptfluss trennt.
2. Zentrifugalpumpe nach Anspruch 1, bei welcher das Trennelement (7) scheibenförmig ausgebildet ist, wobei auf der dem Einlass (21) zugewandten Seite die ersten Flügel (41) des ersten Pumpenrads (4) vorgesehen sind und auf der dem Einlass (21) abgewandten Seite die zweiten Flügel (51) des zweiten Pumpenrads (5) vorgesehen sind.
3. Zentrifugalpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem die ersten Flügel (41) so angeordnet sind, dass ein zentraler Bereich (35) des ersten Pumpenrads (4) frei von Flügeln ist und wobei das Trennelement (7) so ausgestaltet ist, dass es sich über den gesamten zentralen Bereich (35) des ersten Pumpenrads (4) erstreckt.
4. Zentrifugalpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem sich die ersten (41) und die zweiten Flügel (51) bezüglich der radialen Richtung über das Trennelement (7) hinaus erstrecken.
5. Zentrifugalpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche bei welchem Gesamtflügel vorgesehen sind, die sowohl die ersten (41) als auch die zweiten Flügel (51) bilden, wobei jeder Gesamtflügel zumindest in einem radial innenliegenden Abschnitt durch das Trennelement (7) bezüglich der axialen Richtung in zwei Teile getrennt ist.
6. Zentrifugalpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher auf der Rückseite (32) des Rotors (3) Rudimentärschaufeln (36) vorgesehen sind.
7. Zentrifugalpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei mehrere Entlastungsbohrungen (6) vorgesehen sind, die bezüglich der Achse des Rotors (3) symmetrisch angeordnet sind.
8. Zentrifugalpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher der Rotor (3) magnetisch gelagert ist.
9. Zentrifugalpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einem elektrischen Drehantrieb (8) für den Rotor (3), wobei der Drehantrieb (8) als Spaltrohrmotor ausgestaltet ist.
10. Zentrifugalpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einem elektrischen Drehantrieb (8) für den Rotor (3), wobei der Drehantrieb (8) einen Stator (81) aufweist, wobei der Rotor (3) den Rotor des elektrischen Drehantriebs (8) bildet, und zusammen mit dem Stator (81) einen lagerlosen Motor bildet, bei welchem der Stator (81) als Lager- und Antriebsstator für den Rotor (3) ausgestaltet ist.
11. Zentrifugalpumpe nach Anspruch 10, wobei der Rotor (3) des lagerlosen Motors permanentmagnetisch ist und bezüglich der axialen Richtung passiv magnetisch gegen Verschiebungen und Verkippungen stabilisiert ist.
12. Verfahren zum Ausgleichen des axialen Schubs in einer Zentrifugalpumpe mit einem Pumpengehäuse (2), das einen Einlass (21) und einen Auslass (22) aufweist, einen Rotor (3) mit einer dem Einlass (21) zugewandten Vorderseite (31) und einer dem Einlass (21) abgewandten Rückseite (32), bei welchem Verfahren mit ersten Flügeln (41) eines erstes Pumpenrads (4) des Rotors (3) ein Hauptfluss vom Einlass (21) zum Auslass (22) erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit zweiten Flügeln (51) eines zweiten Pumpenrads (5) des Rotors (3) ein Rezirkulationsfluss erzeugt wird, der von der Rückseite (32) des Rotors (3) durch mindestens eine Entla-

stungsbohrung (6), welche im zweiten Pumpenrad (5) vorgesehen ist, gerichtet ist, wobei der Rezirkulationsfluss im Bereich des zweiten Pumpenrads (5) zumindest teilweise vom Hauptfluss getrennt geführt wird.

5

13. Verfahren nach Anspruch 12, bei welchem der Rezirkulationsfluss im wesentlichen getrennt vom Hauptfluss geführt wird.

10

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, bei welchem der Rotor (3) magnetisch, vorzugsweise vollständig magnetisch, gelagert ist

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12-14, bei welchem die Zentrifugalpumpe einen elektrischen Drehantrieb (8) mit einem Stator (81) aufweist, der Rotor (3) permanentmagnetisch ist und den Rotor (3) des elektrischen Drehantriebs (8) bildet, der zusammen mit dem Stator (81) einen lagerlosen Motor bildet, bei welchem der Stator (81) als Lager- und Antriebsstator für den permanentmagnetischen Rotor (3) ausgestaltet ist, wobei der Rotor (3) bezüglich der axialen Richtung passiv magnetisch gegen Verschiebungen und Verkippungen stabilisiert ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

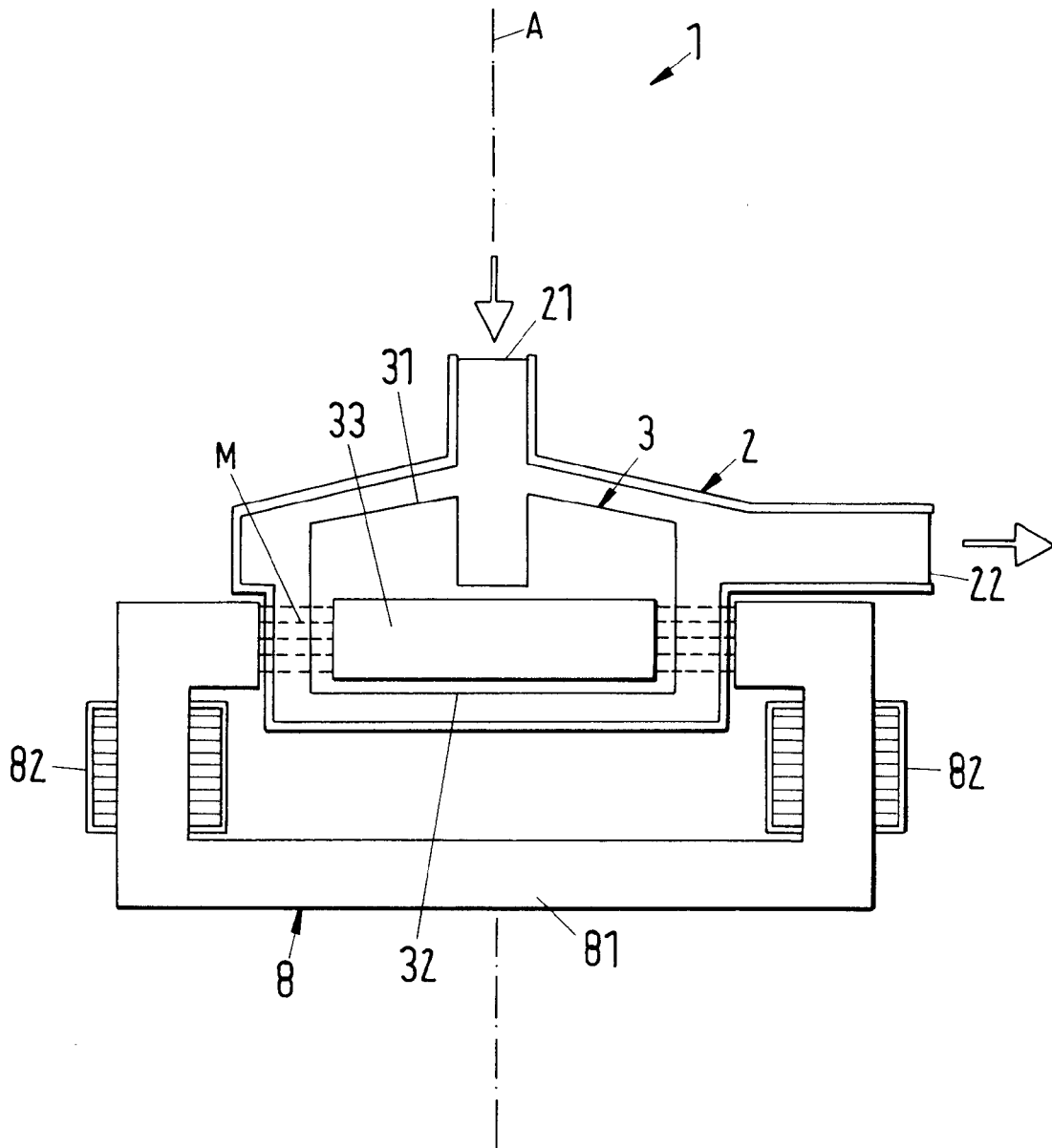


Fig.2

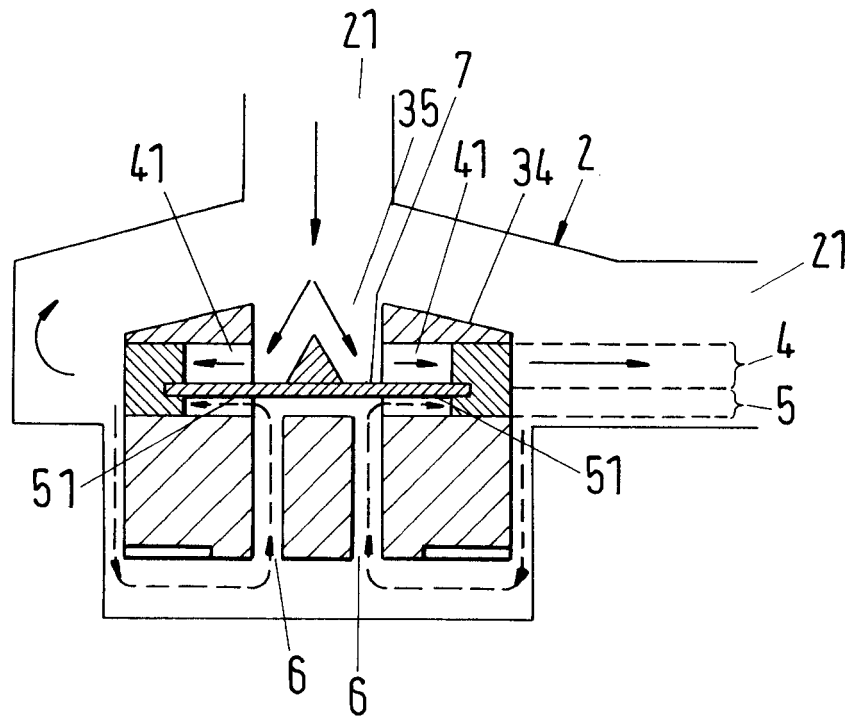


Fig.3

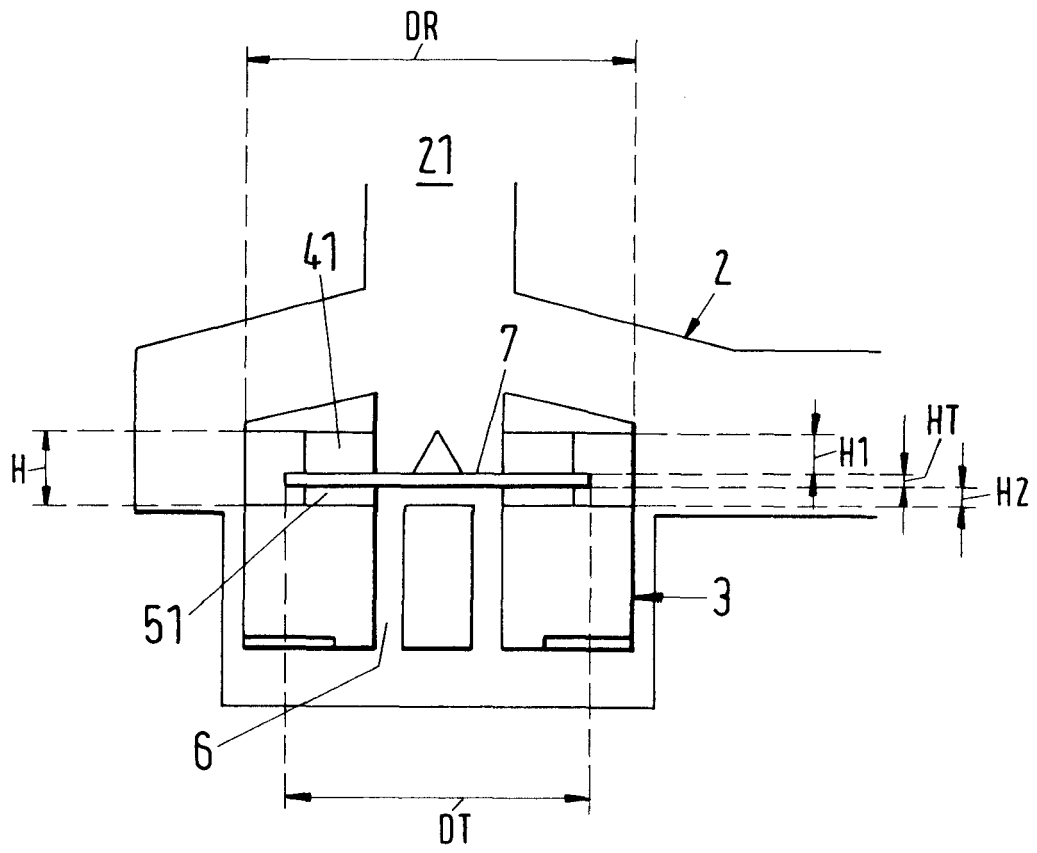


Fig.4

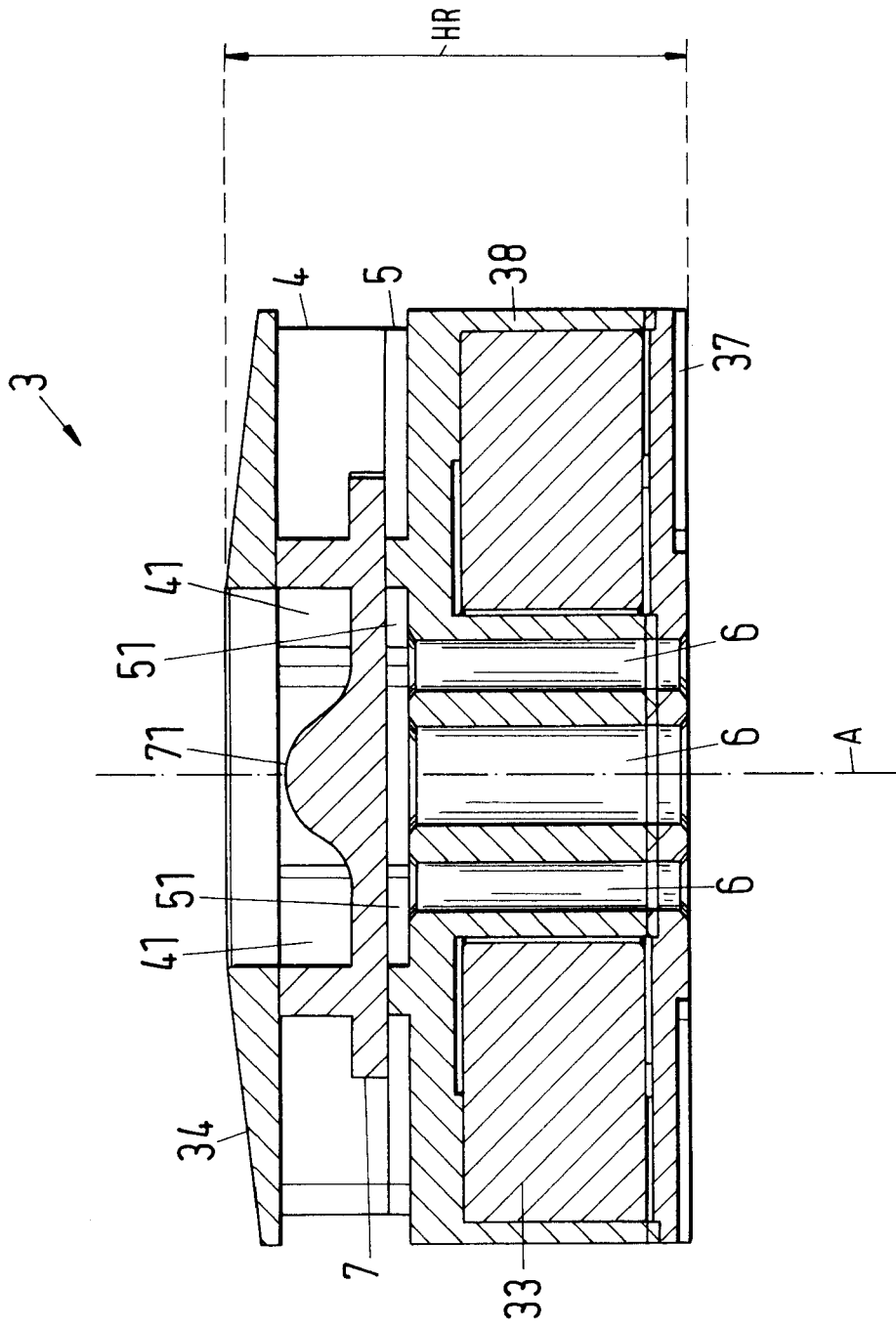


Fig.5

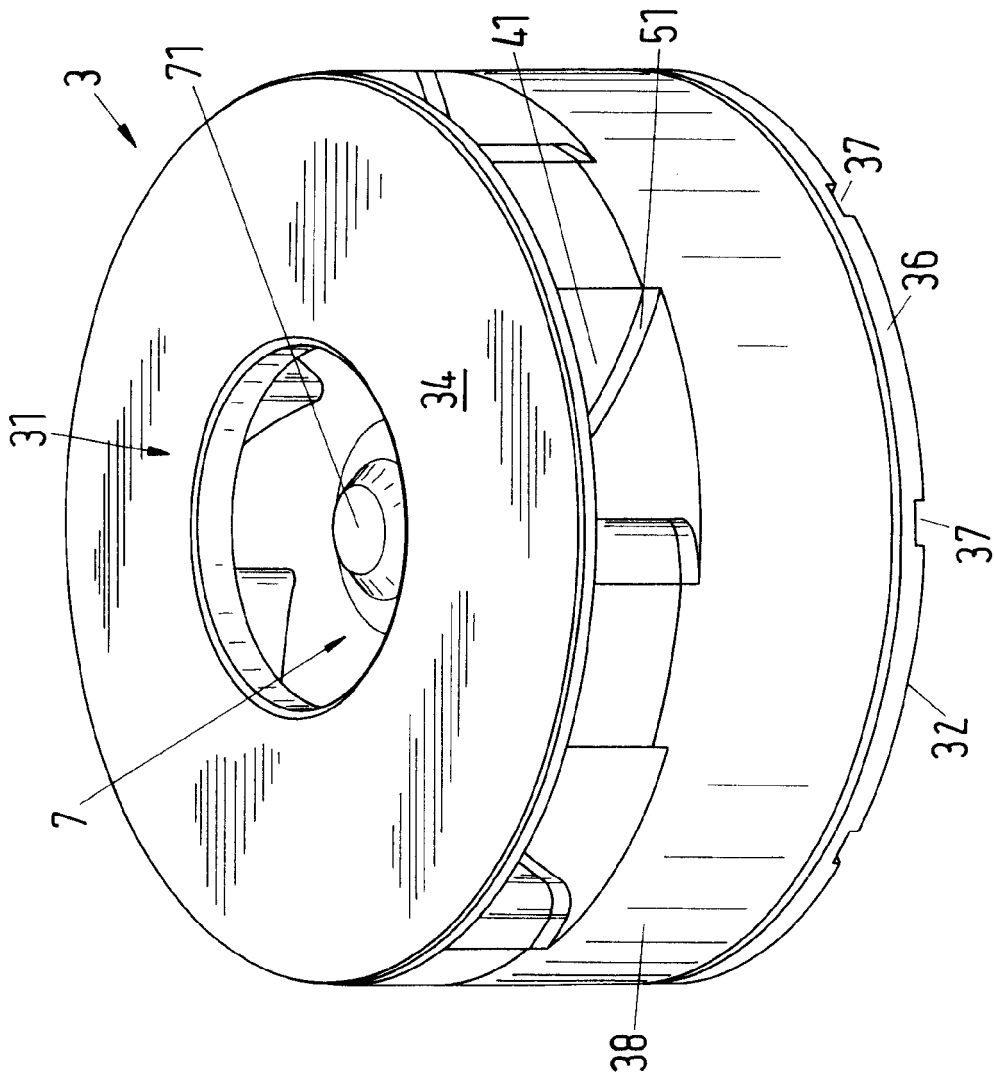
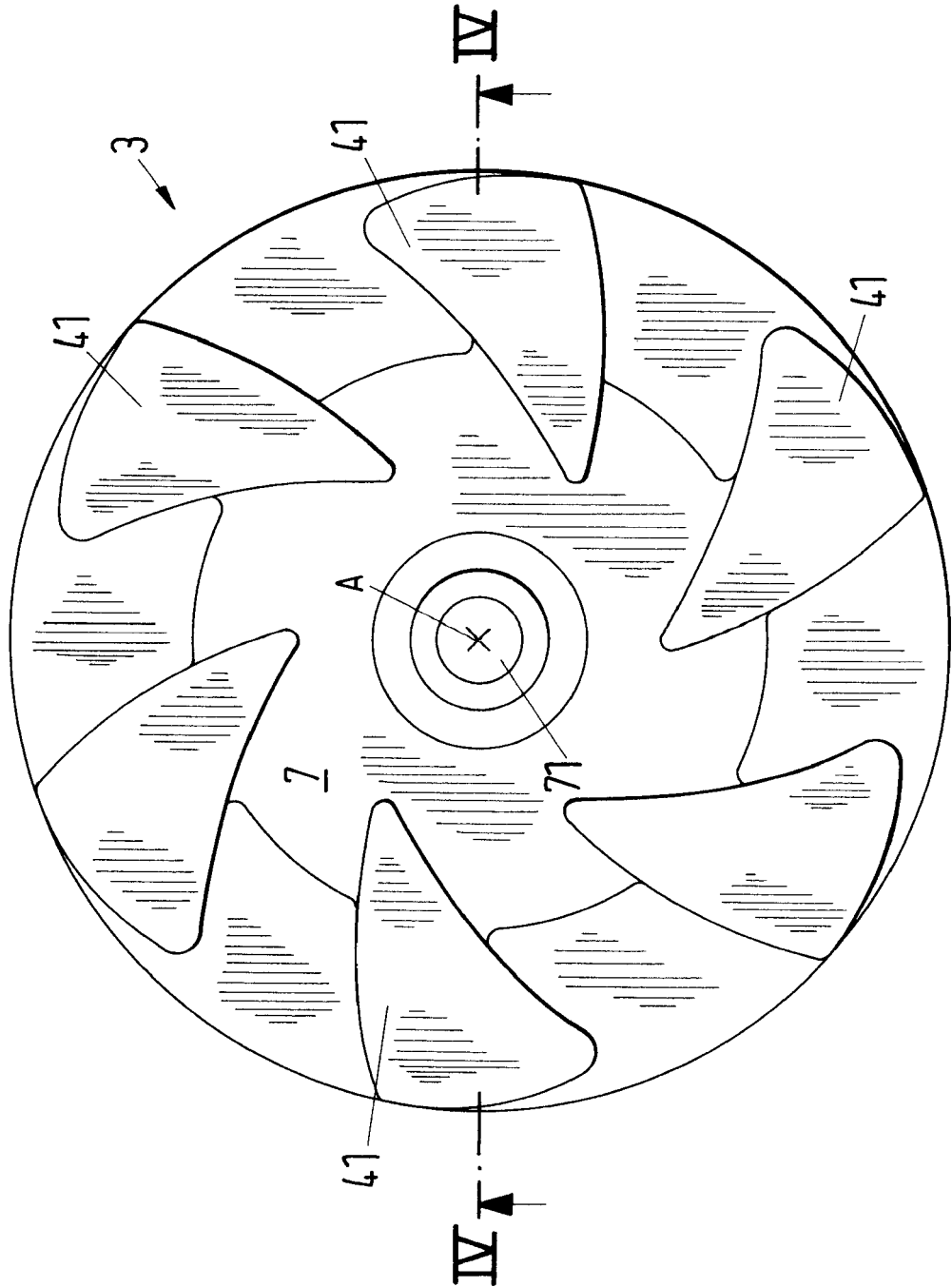


Fig.6



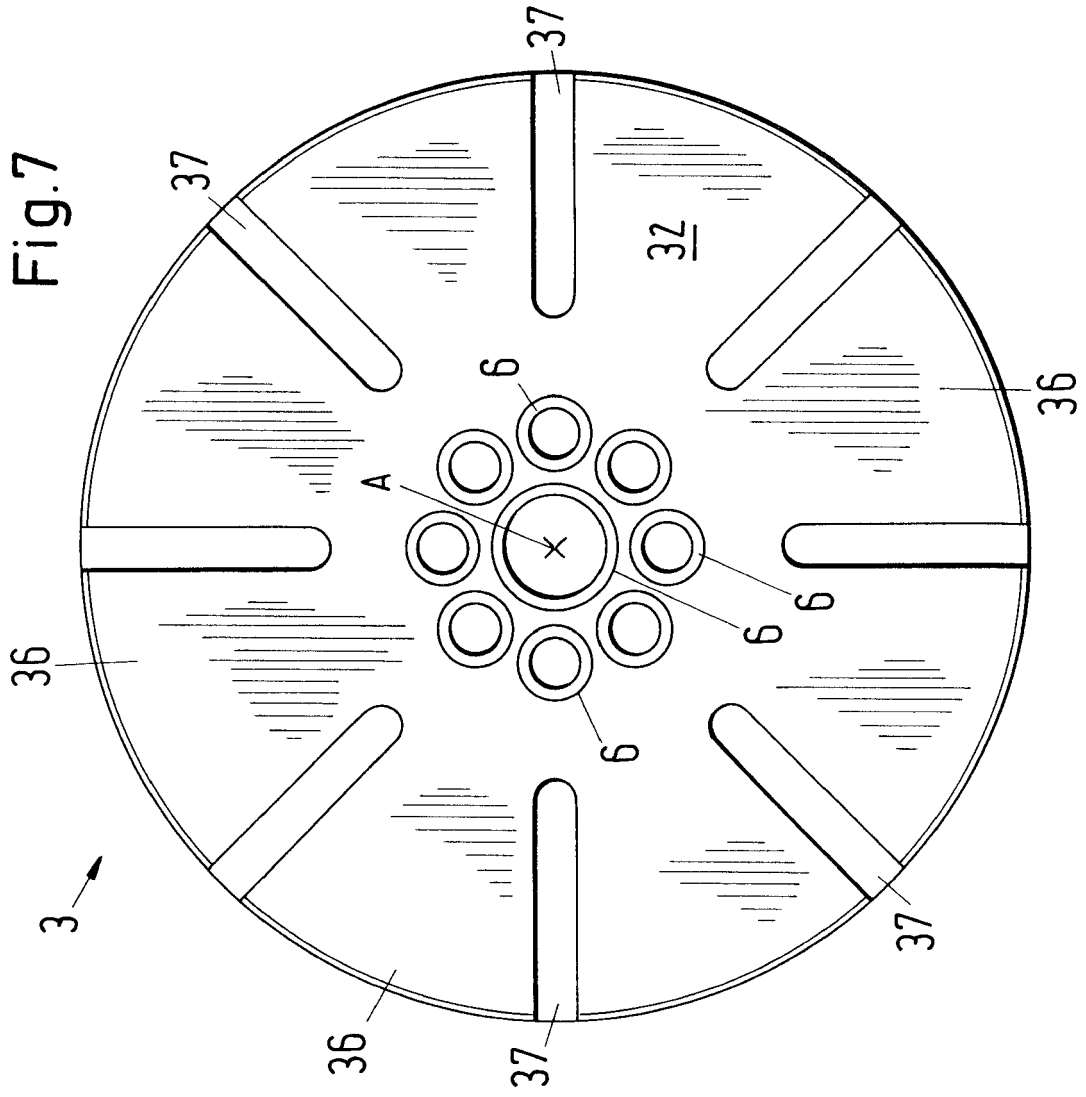
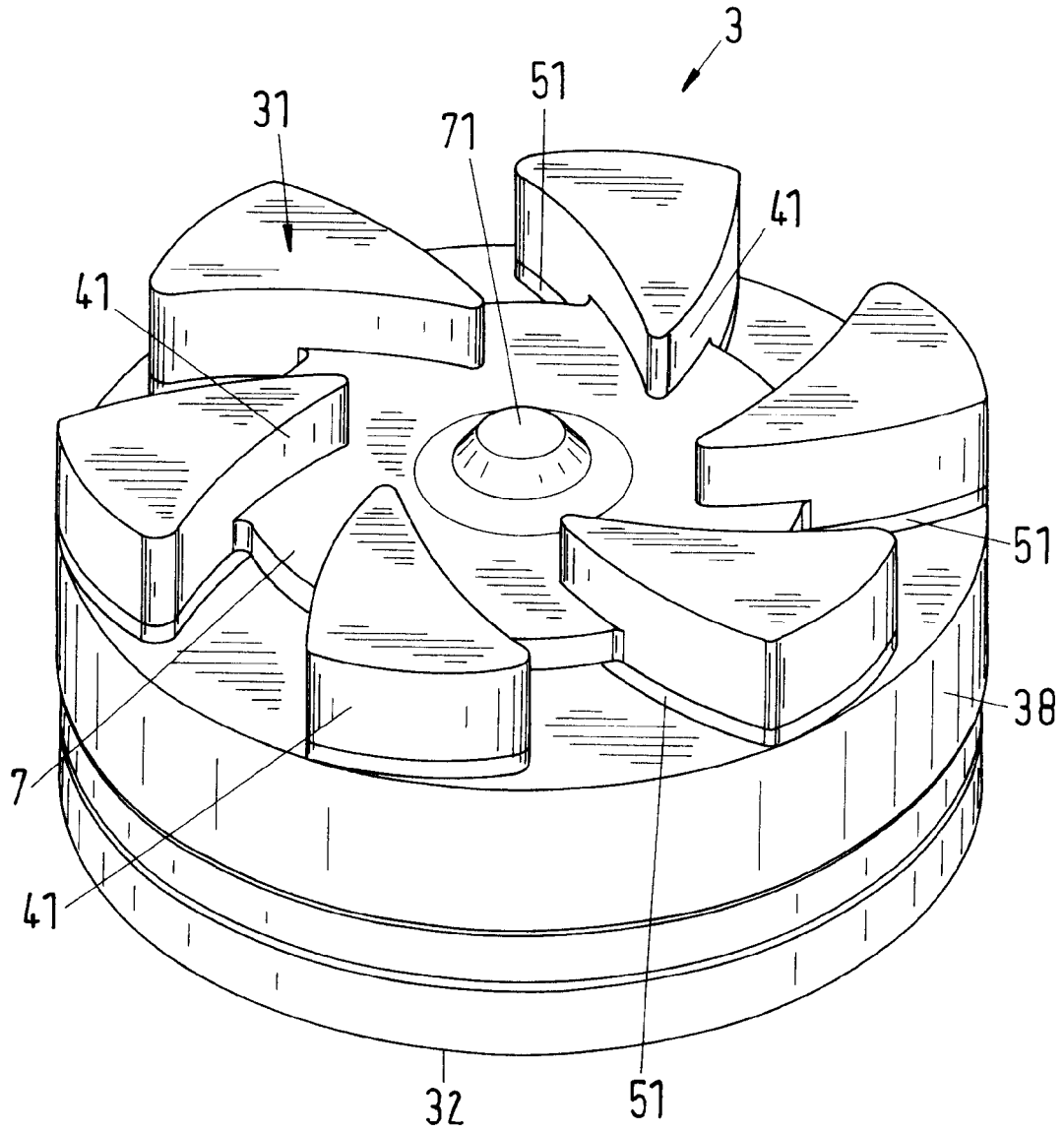


Fig.8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 10 16 4973

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)	
X	WO 03/072947 A (ELECTROLUX HOME PROD CORP [BE]; FAVRET UGO [IT]; CIMETTA SILVANO [IT]) 4. September 2003 (2003-09-04)	1-7,12,13	INV. F04D13/06 F04D29/22 F04D29/041 F04D29/18 F04D29/048	
Y	* Abbildungen 1-4 * * Seite 2, Zeilen 20-22 * * Seite 3, Zeile 22 - Seite 4, Zeile 15 *	9-11,15		
X	US 6 129 507 A (GANELIN BORIS [US]) 10. Oktober 2000 (2000-10-10) * Zusammenfassung; Abbildungen 1B,3 * * Spalte 7, Zeilen 7-61 * * Spalte 8, Zeilen 56-67 *	1-3,8,12-14		
X	US 3 671 137 A (BALL ROWLAND E) 20. Juni 1972 (1972-06-20) * Zusammenfassung; Abbildungen 2,5 * * Spalte 1, Zeilen 36-39 * * Spalte 3, Zeilen 66-75 * * Spalte 5, Zeilen 61-71 *	1-3,7		
X	DE 26 32 523 A1 (LEDERLE PUMPEN & MASCHF) 26. Januar 1978 (1978-01-26) * Abbildungen 1,2 * * Seite 7, Zeilen 34-36 * * Seite 12, Zeilen 1-18 *	1,2,6,7,12,13		RECHERCHIERTESACHGEBIETE (IPC) F04D
X	DE 23 44 576 A1 (NERATOOM) 13. März 1975 (1975-03-13) * Abbildung 3 *	1-3,6		
Y	DE 18 11 430 A1 (GUMMI JAEGER KG GMBH & CIE) 11. Juni 1970 (1970-06-11) * Seite 7, Zeilen 25-34; Abbildung 4 *	9		
Y	EP 0 900 572 A (SULZER ELECTRONICS AG [CH]; LUST ANTRIEBSTECHNIK GMBH [DE] LEVITRONIX) 10. März 1999 (1999-03-10) * Abbildungen 1,9-11 * * Absätze [0014], [0020] *	10,11,15		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt				
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 28. Juni 2010	Prüfer Brouillet, Bernard	
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		

 1
 EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 10 16 4973

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.

28-06-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 03072947 A	04-09-2003	EP 1481166 A1	01-12-2004
		IT PN20020012 U1	26-08-2003
		US 2005175455 A1	11-08-2005

US 6129507 A	10-10-2000	AU 4357100 A	17-11-2000
		EP 1175564 A1	30-01-2002
		WO 0066894 A1	09-11-2000

US 3671137 A	20-06-1972	CA 963730 A1	04-03-1975
		DE 2130474 A1	05-01-1972
		FR 2096412 A1	18-02-1972
		GB 1344508 A	23-01-1974
		JP 51034561 B	27-09-1976
		NL 7108478 A	24-12-1971

DE 2632523 A1	26-01-1978	KEINE	

DE 2344576 A1	13-03-1975	KEINE	

DE 1811430 A1	11-06-1970	KEINE	

EP 0900572 A	10-03-1999	DE 59712162 D1	17-02-2005
		US 6171078 B1	09-01-2001

EPO FORM P/461

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

- EP 0860046 A [0005] [0012] [0033]
- EP 0819330 A [0033]