



(11)

**EP 3 295 034 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**20.01.2021 Patentblatt 2021/03**

(51) Int Cl.:  
**F04D 15/00<sup>(2006.01)</sup> F04D 29/042<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **16733866.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/AT2016/050129**

(22) Anmeldetag: **06.05.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2016/179619 (17.11.2016 Gazette 2016/46)**

(54) **KREISELPUMPE MIT VERSCHIEBBAREM ROTOR**

CENTRIFUGAL PUMP WITH SLIDING ROTOR

POMPE CENTRIFUGE À ROTOR COULISSANT

(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**

(30) Priorität: **13.05.2015 AT 503982015**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**21.03.2018 Patentblatt 2018/12**

(73) Patentinhaber: **Bitter Engineering & Systemtechnik GmbH**  
**4522 Sierning (AT)**

(72) Erfinder: **FEICHTINGER, Gerald**  
**4552 Wartberg (AT)**

(74) Vertreter: **Babeluk, Michael**  
**Florianigasse 26/3**  
**1080 Wien (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 2 354 552 DE-A1- 10 247 424**  
**DE-A1-102011 005 476 DE-A1-102014 217 489**  
**DE-B1- 1 703 139**

**EP 3 295 034 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kreiselpumpe, insbesondere Wasserpumpe, welche als Radialpumpe oder Halbxialpumpe ausgebildet ist, mit einem in einem Gehäuse um eine Achse drehbar angeordneten und mit einer Antriebswelle verbundenen Laufrad, welches Laufrad einen Laufradschaufeln aufweisenden Laufradhauptkörper und eine Laufraddeckscheibe aufweist, wobei zur Verstellung der Laufradaustrittsbreite des Laufrades der Laufradhauptkörper und der Laufraddeckkörper relativ zueinander über eine Verstelleinrichtung axial verschiebbar sind, wobei der Laufradhauptkörper axial verschiebbar auf der Antriebswelle oder dem Laufraddeckkörper angeordnet ist, und wobei die Verstelleinrichtung mit dem Laufradhauptkörper wirkverbunden ist, wobei der Laufraddeckkörper auf der dem Laufradhauptkörper zugewandten Frontseite nutförmige Taschen zur Aufnahme der Laufradschaufeln aufweist.

**[0002]** Insbesondere bei als Kühlmittelpumpen von Brennkraftmaschinen zum Antrieb von Fahrzeugen ergibt sich die Forderung nach geringem minimalen Kühlmittelstrom in der Warmlaufphase der Brennkraftmaschine und einer bedarfsgerechten Regelung entsprechend dem Betrieb der Brennkraftmaschine.

**[0003]** Kreiselpumpen, welche durch Laufradaustrittsbreitenverstellung geregelt werden können, sind bekannt. Die Regelung der Laufradaustrittsbreite hat im Vergleich mit einer Drosselregelung über Spaltringschieber, wie sie beispielsweise aus der EP 1 657 446 A2 bekannt ist, den Vorteil von geringeren Verlusten und eines höheren Wirkungsgrades, da keine Energie vernichtet wird, sondern nur die jeweils benötigte Energie auf das Fluid übertragen wird.

**[0004]** Bei der EP 2 299 120 A1 sind die Laufradschaufeln mit einer antriebs- und druckseitigen Laufradtragscheibe verbunden. Die Verstellung der Laufradaustrittsbreite zwischen einer Leerlaufstellung und einer Pumpstellung erfolgt durch eine saugseitige Steuerscheibe, welche den Laufradschaufeln entsprechende Schlitze aufweist und mit der Laufradtragscheibe mitotiert.

**[0005]** Die US 4,798,517 A offenbart eine Pumpe mit einem Laufradschaufeln tragendem Laufrad, dessen Austrittsbreite durch eine saugseitige Steuerscheibe variierbar ist, wobei die Steuerscheibe den Laufradschaufeln entsprechende Schlitze aufweist, um über die Laufradschaufeln geschoben zu werden. Eine ähnliche Zentrifugalpumpe mit variabler Geometrie ist jeweils auch aus der US 5,169,286 A oder der US 4,828,455 A bekannt.

**[0006]** Nachteilig ist, dass in Betriebsbereichen der Pumpe, bei denen die nicht benötigte Laufradschaufelaustrittsbreite durch die Schlitze der Steuerscheibe hindurch in den Wasserraum ragt, relativ hohe Strömungsverluste entstehen, wodurch der Wirkungsgrad der Pumpe in diesen Betriebsbereichen verschlechtert wird. Ein weiterer Nachteil ist, dass dieses Konzept sich nur für zweidimensionale Schaufelkonturen, aber nicht für drei-

dimensional, also räumlich gekrümmte Laufradschaufelformen, wie sie beispielsweise aus der AT 506 342 B1, der DE 100 50 108 A oder der JP S59-165895 A bekannt sind, einsetzen lassen. Mit dreidimensional gekrümmten Laufradschaufeln lässt sich der Pumpenwirkungsgrad von Kreiselpumpen wesentlich verbessern.

**[0007]** Eine weitere Zentrifugalpumpe mit variabler Geometrie, wobei die Laufradschaufelaustrittsbreite durch eine Steuerscheibe verändert wird, welche über die Laufradschaufeln des axial unverschiebbaren Laufrades geschoben wird, ist aus der US 4,828,454 A bekannt. Die in dieser Veröffentlichung beschriebene Lösung unterscheidet sich von den beschriebenen vor allem dadurch, dass die nicht benötigte Laufradschaufelaustrittsbreite nicht in den Wasserraum, sondern in Nuten der saugseitigen Steuerscheibe ragt, die am Laufradsaugmund- und Laufrad-Außendurchmesser abgedeckt werden. Auch hier treten Strömungsverluste auf, wenn auch etwas geringer als bei den oben genannten Veröffentlichungen. Die Deckscheibe wird hydraulisch in axialer Richtung verschoben und mechanisch mittels Feder rückgestellt, wobei die Laufradschaufelaustrittsbreite desto geringer ist je höher der Pumpen-Förderdruck ist. Daher ist nur eine Förderstrombegrenzung möglich, aber die Forderungen nach geringem minimalen Kühlmittelstrom in der Warmlaufphase und eine bedarfsgerechte Regelung entsprechend dem Betrieb der Brennkraftmaschine ist nicht realisierbar. Aufgrund des Platzbedarfs des Verstellmechanismus und der Rückstellfedern in die Deckscheibe können nur saugseitig offene Laufradbauformen eingesetzt werden, der Strömungskanal kann nicht optimal, gestaltet werden. Eine ähnliche Lösung ist auch aus der US 2005/118018 A bekannt, wobei hier aber eine exzentrisch angebrachte Verstelleinrichtung vorgesehen ist.

**[0008]** Bei der in der DE 103 44 309 A1 beschriebenen Förderpumpe erfolgt die Fördermengenänderung durch eine antriebs- und druckseitig angeordnete axial verschiebbare Steuerscheibe. An der Antriebswelle sind in einem der Antriebsseite abgewandten Bereich Förder-schaufeln angeordnet, die mit einer axialen Förderwand Pumpenförderräume begrenzen. Die Pumpenräume sind auf der der axialen Förderwand gegenüberliegenden Seite axial durch die Stirnseite der Steuerscheibe begrenzt.

**[0009]** Die US 6,074,167 A offenbart eine Zentrifugalpumpe mit variabler Geometrie, wobei das Laufrad eine innere Scheibe und einen äußeren Ring aufweist, zwischen welchen zweidimensional spiralförmig gekrümmte Laufradschaufeln angeordnet sind. Zwischen der inneren Scheibe und dem äußeren Ring befindet sich eine axial verschiebbare Steuerscheibe, welche spiralförmige Schlitze für die Laufradschaufeln aufweist. Durch axiales Verschieben der Steuerscheibe zwischen der inneren Scheibe und dem äußeren Ring des Laufrades mittels eines Aktuators kann die Laufradschaufellänge zwischen kurzen Laufradschaufeln für geringe Fördermengen und langen Laufradschaufeln für hohe Fördermen-

gen umgeschaltet werden.

**[0010]** Die Druckschrift DE 102 47 424 A1 beschreibt eine Radialpumpe mit Pumpenlaufrad, welches durch ein Thermoelement in axialer Richtung aus dem Saugkanal weg in einen passiven Bereich verschoben werden kann. Der passive Bereich wird durch eine Deckscheibe gebildet, die auf den offenen Flanken der Laufradschaufeln vorgesehen ist und den Saugkanal entgegen der Strömungsrichtung zum Gehäuse hin abdichtet. Die Laufradschaufeln ragen durch die Deckscheibe hindurch, wodurch es zu erhöhten Strömungsverlusten kommt. Es ist nur eine zweidimensionale Schaufelform möglich.

**[0011]** Die DE 10 2014 217 489 A1 offenbart eine ähnliche Wasserpumpe mit einem Radiallaufrad, welches einen axial beweglichen Flügelradteil mit Laufschaufeln und einen axial festen Flügelradteil aufweist. Der axial feste Flügelradteil weist Öffnungen auf, deren Form den Laufschaufeln entspricht. Die Laufschaufeln können somit in die Öffnungen geschoben werden, um den Durchfluss zu verstellen. Auch hier sind nur zweidimensionale Schaufeln möglich. Die DE 1 703 139 A zeigt eine ähnliche Radialkreiselpumpe.

**[0012]** Die DE 10 2011 005 476 A1 offenbart eine regelbare Kühlpumpe für den Kühlkreislauf einer Brennkraftmaschine mit einem um eine Drehachse drehbar gelagerten Schaufelrad, welches eine Laufschaufeln tragende druckseitige Rückwand aufweist, wobei die Laufschaufeln in einen Schaufelraum hineinragt. Das Schaufelrad weist einen saugseitigen Deckelteil auf und ist mit einer angetriebenen Hohlwelle verbunden, wobei in der Hohlwelle eine Schubstange axial verschiebbar geführt ist. Zwischen dem Deckelteil und dem Schaufelrad ist ein Leitkörper angeordnet, der mit der Schubstange verbunden und mittels dieser zur Regelung des Kühlmittelstroms axial verschiebbar ist. Die Schaufeln sind dreidimensional gekrümmt und der Leitkörper ist relativ zum Schaufelrad um die Drehachse verdrehbar. Allerdings ist gerade im wichtigen Saugbereich keine dreidimensionale Laufradschaufelgeometrie möglich. Zur Verstellung des Leitkörpers sind vergleichsweise hohe Verstellkräfte nötig.

**[0013]** Aus der EP 2 354 552 A2 beschreibt eine Wasserpumpe mit einem Pumpenrad, welches auf einer Antriebswelle drehbar gelagert und axial verschiebbar angeordnet ist. Über eine schaltbare Kupplungsanordnung kann das Laufrad mit der Antriebswelle antriebsverbunden werden.

**[0014]** Ferner ist aus der US 2010 006 044 A eine Wasserpumpe mit variabler Kapazität bekannt, wobei nicht die Laufradbreite, sondern die axiale Position des Laufrades verstellt wird. Die Regelung erfolgt dabei durch Erhöhung oder Verminderung der Spaltverluste, wodurch die Pumpe mit relativ schlechtem Wirkungsgrad betrieben werden muss.

**[0015]** Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, bei Kreiselpumpen - insbesondere mit räumlich gekrümmter Laufradschaufelgeometrie - über den gesam-

ten Drehzahl- und Temperaturbereich eine aktive und zuverlässige Regelung mit sehr geringer Antriebsleistung zu gewährleisten.

**[0016]** Erfindungsgemäß erfolgt dies dadurch, dass die Laufradschaufeln - zumindest im Bereich des Saugmundes - dreidimensional gekrümmt sind.

**[0017]** Die dreidimensionale Krümmung der Laufradschaufeln innerhalb des Durchmessers des Saugmundes ermöglicht besonders gute Wirkungsgrade der Kreiselpumpe.

**[0018]** Unter Laufradhauptkörper ist hier jener erste Teil des mehrteiligen Laufrades zu verstehen, welcher die Laufradschaufeln trägt, also mit welchem die Laufradschaufeln fest und unbeweglich verbunden sind. Jener zweite Teil des Laufrades, welcher die Schaufelkanäle an der dem Laufradhauptkörper abgewandten Stirnseite abschließt, wird hier als Laufraddeckkörper bezeichnet. Der Laufraddeckkörper kann dabei von einer rein zylindrischen Scheibenform abweichen. Insbesondere kann die dem Laufradhauptkörper zugewandte Frontseite der des Laufraddeckkörpers eine beispielsweise konkav gekrümmte Fläche aufweisen, welche entsprechend den optimalen Strömungsbedingungen in den Schaufelkanälen gestaltet ist.

**[0019]** Wirkverbunden heißt, dass die Verstelleinrichtung physikalisch ihrer Funktion zur Verstellung des Laufradhauptkörpers mit dem Laufradhauptkörper in Verbindung steht. Je nach Ausbildung der Verstelleinrichtung kann diese Verbindung mechanischer, hydraulischer, pneumatischer oder elektromagnetischer Art sein.

**[0020]** Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Laufrades ergibt sich zu Folge der Druckverteilung am Laufrad ein signifikant geringerer Achsschub im Vergleich zu herkömmlichen Laufradbauformen und damit geringere Verstellkräfte. Vorzugsweise ist der Laufraddeckkörper starr, also drehfest und verschiebefest, mit der Pumpenwelle verbunden. Der Laufraddeckkörper ist somit unverschiebbar und unverdrehbar mit der Antriebswelle antriebsverbunden.

**[0021]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Taschen auf der dem Laufradhauptkörper abgewandten Rückseite des Laufraddeckkörpers geschlossen sind. Die Tiefe der Taschen des Laufraddeckkörpers ist dabei so dimensioniert, dass die Taschen bei axialer Verschiebung des Laufradhauptkörpers die Laufradschaufeln vollständig oder - bis auf eine definierte minimale Laufradaustrittsbreite - überwiegend aufnehmen können.

**[0022]** Dadurch, dass der Laufraddeckkörper auf der der Saugseite abgewandten Seite des Laufradhauptkörpers angeordnet ist, und der saugseitige Laufradhauptkörper - und nicht der Laufraddeckkörper - verstellt wird, können Strömungsverluste vermieden werden. Saugseitig gibt es keine axial vorspringenden Teile, welche sich eventuell nachteilig auf den Wirkungsgrad auswirken könnten. Die Laufradschaufeln können in Taschen des Laufraddeckkörpers eintauchen.

**[0023]** Geht die räumliche Krümmung der Laufradschaufeln über den Durchmesser des Saugmundes hi-

naus, so können auch die Taschen entsprechend der dreidimensionalen Laufradschaufelform dreidimensional gekrümmt sein. In diesem Falle sollte der Laufradhauptkörper relativ zum Laufraddeckkörper um die Drehachse um zumindest einen definierten Winkelbereich schwenkbar ausgebildet sein, um ein Verschieben der Laufradschaufeln in die und aus den Taschen zu ermöglichen. Dabei wird der Winkelbereich durch die Steigung der dreidimensional gekrümmten Laufradschaufeln definiert. Bei einer axialen Verstellung des Laufradhauptkörpers wird dieser also entsprechend der Steigung der Laufradschaufeln relativ zum Winkellage des Laufraddeckkörpers verdreht.

**[0024]** Abgesehen von dieser geringfügigen Relativverdrehbewegung bei Verschiebung des Laufradhauptkörpers ist der Laufradhauptkörper mit dem Laufraddeckkörper antriebsverbunden und wird also von diesem angetrieben, also um die Drehachse gedreht. Diese Antriebsverbindung erfolgt am einfachsten direkt durch den in Drehrichtung wirkenden Formschluss zwischen den Laufradschaufeln und den Taschen. Um ein selbständiges Verstellen der Laufradaustrittsbreite zu Folge der Drehbewegung des Laufrades zu vermeiden, ist es günstig, wenn die axiale Position des Laufradhauptkörpers durch die Verstelleinrichtung in jeder Verstelllage fixierbar ist.

**[0025]** Besonders geringe Verstellkräfte für die Laufradaustrittsbreitenverstellung werden benötigt, wenn der axial verschiebbare Laufradhauptkörper den Saugmund der Kreiselpumpe ausbildet. Insbesondere bei dreidimensional gekrümmten Laufradschaufeln mit geschlossenen Schaufelkanälen haben Berechnungen und Versuche ergeben, dass die Laufradaustrittsbreitenverstellung durch Verschiebung des Laufradhauptkörpers besondere Vorteile im Vergleich zu einer aus dem Stand der Technik bekannten Verschiebung einer Steuerscheibe bringt, da wesentlich geringere Verstellkräfte nötig sind. Der Grund dafür ist, dass sich die beidseits auf den Laufradhauptkörper wirkenden Druckkräfte bei saugseitiger Anordnung des Laufradhauptkörpers zumindest annähernd aufheben, sodass die auf den Laufradhauptkörper wirkende resultierende Axialkraft sehr klein oder sogar annähernd Null ist.

**[0026]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Laufradhauptkörper auf der der Antriebsseite abgewandten Seite des Laufrades angeordnet ist. Der Laufraddeckkörper ist dabei günstigerweise auf der dem Saugmund abgewandten Antriebsseite des Laufrades angeordnet.

**[0027]** Um in jeder Verschiebestellung des Laufradhauptkörpers druck- und Strömungsverluste so klein wie möglich zu halten, ist es besonders vorteilhaft, wenn der Laufradhauptkörper auf der dem Laufraddeckkörper abgewandten Seite gegenüber dem Gehäuse über zumindest eine Labyrinthdichtung abgedichtet ist. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn sowohl im Bereich des Saugmundes des Laufrades, als auch nahe dem Austritt aus dem Laufrad jeweils eine Labyrinthdichtung zwi-

schen dem Laufradhauptkörper und dem Gehäuse der Pumpe angeordnet ist. Die Labyrinthdichtung besteht in bekannter Weise aus sich verkämmenden Elementen des Laufradhauptkörpers und des Gehäuses, im einfachsten Fall aus einem ringförmigen Vorsprung des einen Teils, der in eine entsprechende geformte und dimensionierte Ringnut des anderen Teils eingreift.

**[0028]** Die Verstellung des Laufradhauptkörpers kann auf verschiedenste Weise mechanisch, elektromagnetisch, pneumatisch, hydraulisch oder thermisch erfolgen.

**[0029]** Mechanische Verstellungen können beispielsweise durch Schraubgetriebe oder Schubgetriebe realisiert werden.

**[0030]** Bei einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante mit einem Schraubgetriebe kann die Verstelleinrichtung eine über einen Aktuator verdrehbare Gewindespindel und eine Spindelmutter aufweisen, wobei die Gewindespindel innerhalb der als Hohlwelle ausgebildeten Antriebswelle drehbar gelagert ist und die Spindelmutter mit dem Laufradhauptkörper in Kontakt steht, und wobei die Spindelmutter und der Laufradhauptkörper in axialer Richtung unverschiebbar, vorzugsweise relativ zueinander drehbar, miteinander verbunden sind.

**[0031]** Bei einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante mit einem Schubgetriebe kann die Verstelleinrichtung ein Schubgetriebe mit einer über einen Aktuator verschiebbaren Schubstange aufweisen, welche mit einer Schubmuffe verbunden ist, wobei die Schubstange innerhalb der als Hohlwelle ausgebildeten Antriebswelle axial verschiebbar gelagert ist und die Schubmuffe mit dem Laufradhauptkörper verbunden ist, und wobei die Schubmuffe und der Laufradhauptkörper in axialer Richtung unverschiebbar, vorzugsweise relativ zueinander drehbar, miteinander verbunden sind.

**[0032]** In einer dritten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante mit einem elektromagnetischen Aktuator ist vorgesehen, dass der elektromagnetische Aktuator zumindest einen gehäusefesten Elektromagneten und zumindest einen vorzugsweise ringförmigen Permanentmagneten aufweist, welcher fest mit dem Laufradhauptkörper verbunden ist, wobei vorzugsweise der zumindest einen Permanentmagneten im Bereich einer den Laufradhauptkörper und das Gehäuse abdichtenden Labyrinthdichtung angeordnet ist.

**[0033]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der nicht einschränkenden Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Kreiselpumpe in einer ersten Ausführungsvariante in einem Längsschnitt;

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Kreiselpumpe in einer zweiten Ausführungsvariante in einem Längsschnitt;

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Kreiselpumpe in einer

- dritten Ausführungsvariante in einem Längsschnitt;
- Fig. 4 eine erfindungsgemäße Kreiselpumpe in einer vierten Ausführungsvariante in einem Längsschnitt in einer ersten Endstellung;
- Fig. 5 diese Kreiselpumpe in einer zweiten Endstellung in einem Längsschnitt;
- Fig. 6 eine erfindungsgemäße Kreiselpumpe in einer fünften Ausführungsvariante in einem Längsschnitt in einer ersten Endstellung;
- Fig. 7 diese Kreiselpumpe in einer zweiten Endstellung in einem Längsschnitt; und
- Fig. 8 ein Laufrad der in Fig. 6 und Fig. 7 dargestellten Kreiselpumpe in einer Schrägansicht.

**[0034]** Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungsbeispielen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0035]** Die Fig. 1 bis Fig. 7 zeigen jeweils eine Kreiselpumpe 1 mit einem zweiteiligen Gehäuse 2, in welchem ein mehrteiliges Laufrad 3 angeordnet ist. Das Laufrad 3 besteht aus einem Laufradhauptkörper 4 und einem Laufraddeckkörper 5, wobei mehrere dreidimensional gekrümmte Laufradschaufeln 6 fest mit dem Laufradhauptkörper 4 verbunden, beispielsweise einstückig mit diesem hergestellt sind. Der Laufraddeckkörper 5 ist drehfest und auch verschiebefest mit einer Antriebswelle 7 verbunden, welche mittels Wellenlager 9 im Gehäuse 2 drehbar um die Achse 8 gelagert ist. Die Antriebswelle wird beispielsweise über eine Riemenscheibe 7a über ein nicht weiter dargestelltes Zugmittel angetrieben.

**[0036]** Der Laufradhauptkörper 4 ist jeweils axial verschiebbar am Laufraddeckkörper 5 gelagert. Eine direkte Verbindung zwischen der Antriebswelle 7 und Laufradhauptkörper 4 ist in den Beispielen nicht vorgesehen. Der Laufradhauptkörper 4 ist auf der Saugseite 10 der Kreiselpumpe 1 angeordnet und bildet den Saugmund 11 aus. Der Laufraddeckkörper 5 ist auf der Antriebsseite 12 angeordnet und weist eine dem Laufradhauptkörper 4 zugewandte Frontseite 13 auf, welche zusammen mit den Laufradschaufeln 6 und der Innenseite 14 des Laufradhauptkörpers 4 geschlossene Schaufelkanäle 15 aufspannt. Der Laufraddeckkörper 5 weist auf der Frontseite 13 nutartige Taschen 16 auf, welche entsprechend der dreidimensionalen Krümmung der Laufradschaufeln 6 geformt sind. Die Taschen 16 sind zur dem Laufradhauptkörper 4 abgewandten Rückseite 17 des Laufraddeckkörpers 5 hin geschlossen ausgeführt und so gestaltet, dass die Laufradschaufeln 6 zumindest überwiegend eingeschoben werden können.

**[0037]** Die Laufradschaufeln 6 und die Taschen 16 bilden in Drehrichtung einen Formschluss, sodass der Laufradhauptkörper 4 über diesen Formschluss durch den Laufraddeckkörper 5 angetrieben wird, während der

Laufraddeckkörper 5 direkt durch die Antriebswelle 7 angetrieben wird.

**[0038]** Im Bereich der Druckseite 18 bildet das Gehäuse 2 der Kreiselpumpe eine Austrittsspirale 2a aus.

**[0039]** Der saugseitige Laufradhauptkörper 4, ist in der Nabe 5a des Laufraddeckkörpers 5 axial verschiebbar gelagert. Die Laufradschaufeln 6 des Laufradhauptkörpers 4 können in die Taschen 16 eintauchen, wodurch die Laufradschaufelaustrittsbreite b zwischen einem Minimalwert und einem Maximalwert durch Verschieben des Laufradhauptkörpers 4 eingestellt werden kann. Ein ruckfreies Gleiten des Laufradhauptkörpers 4 am Laufraddeckkörper 5 kann erreicht werden, wenn der Laufradwerkstoff mit Schmiermitteln modifiziert ist. Die Taschen 16 im Laufraddeckkörper 5 können mit einer die Rückseite 17 des Laufraddeckkörpers 5 bildenden Abdeckung 5b abgedeckt sein, um druckseitige Strömungsverluste zu vermeiden.

**[0040]** Um in jeder Stellung des Laufradhauptkörpers 4 Strömungsverluste durch Kurzschlussströmungen zwischen Druckseite 18 und Saugseite 10 zu vermeiden, sind zwischen dem Laufradhauptkörper 4 und dem Gehäuse 2 Labyrinthdichtungen 20, 21 angeordnet, wobei bei den in den Fig. 1 bis Fig. 3 gezeigten Ausführungsvarianten eine innere erste Labyrinthdichtung 20 im Bereich des Saugmundes 11 und eine äußere zweite Labyrinthdichtung 21 im Bereich der Druckseite 18 zugewandten Außendurchmessers 4b des Laufradhauptkörpers 4 vorgesehen ist. Bei den in den Fig. 4 bis Fig. 7 dargestellten Ausführungsvarianten sind die erste und zweite Labyrinthdichtung 20, 21 kombiniert und unmittelbar benachbart angeordnet. Jede Labyrinthdichtung 20, 21 besteht aus sich verkämmenden Elementen 20a, 20b; 21a, 21b des Laufradhauptkörpers 4 und des Gehäuses 2, also beispielsweise aus einem ringförmigen Vorsprung 20a, 21a des einen Teils, beispielsweise des Laufradhauptkörpers 4, der in eine korrespondierende Ringnut 20b, 21b des anderen Teils, beispielsweise des Gehäuses 2 eingreift. Die zylindrischen Vorsprünge 20a, 21a bilden zusammen mit den korrespondierenden Ringnuten 20b, 21b des Gehäuses 2 die Labyrinthdichtungen 20, 21 aus.

**[0041]** Der Laufradhauptkörper 4 wird über eine Verstelleinrichtung 22 in axialer Richtung entlang der Achse 8 der Antriebswelle 7 - bei den in den Fig. 1 bis Fig. 5 gezeigten Ausführungsvarianten entgegen der Kraft einer durch eine Rückstellfeder 23 gebildeten Rückstellkraft - verschoben.

**[0042]** Die Verstellung des Laufradhauptkörpers 4 kann auf verschiedenste Weise mechanisch, elektromagnetisch, pneumatisch, hydraulisch oder thermisch erfolgen. In den Fig. 1 und Fig. 2 ist eine mechanische Verstellung, in Fig. 3 eine elektromagnetische Verstellung vorgesehen.

**[0043]** Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsvariante der Erfindung, wobei die Verstelleinrichtung 22 ein Schraubgetriebe 24 mit einer über einen Aktuator 25 verdrehbaren Gewindespindel 26 und einer Spindelmutter 27 auf-

weist, wobei Gewindespindel 26 und die Spindelmutter 27 als Steilgewindeantrieb ausgebildet sind. Die Gewindespindel 26 ist innerhalb der als Hohlwelle ausgebildeten Antriebswelle 7 über Gleitlager 19 drehbar gelagert und axial gesichert. Zwischen der Gewindespindel 26 und der Antriebswelle 7 ist eine Dichtung 19a angeordnet. Die Spindelmutter 27 ist mit dem Laufradhauptkörper 4 verbunden, wobei die Spindelmutter 27 und der Laufradhauptkörper 4 in axialer Richtung unverschiebbar und relativ zueinander drehbar miteinander verbunden sind.

**[0044]** Die Gewindespindel 26 kann über den Aktuator 25 im oder gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden. Die Spindelmutter 27 wird im unregelmäßigen Betrieb, beispielsweise bei Ausfall des Aktuators 25, von der im Laufraddeckkörper 5 gelagerten, als Druckfeder ausgebildeten Rückstellfeder 23, der Nabe 4a des Laufradhauptkörpers 4 und einem Axiallager 28 gegen einen Anschlag 29 auf der Gewindespindel 26 bewegt, wodurch sich ausfallssicher die maximale Laufradschaukelaustrittsbreite  $b_{\max}$  einstellt. Im geregelten Betrieb wird die Spindelmutter 27, je nach geforderter Funktion, über den Aktuator 25 und die Gewindespindel 26 gegen das Axiallager 28, die Nabe 4a des Laufradhauptkörpers 4 und die Rückstellfeder 23 bewegt und damit die gewünschte Laufradschaukelaustrittsbreite  $b$  eingestellt. Der Aktuator 25 kann beispielsweise durch einen Schrittmotor 30 und einen Stirnradantrieb 31 gebildet sein.

**[0045]** Fig. 2 zeigt eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsvariante, wobei die Verstellvorrichtung 22 ein Schubgetriebe 32 mit einer Schubstange 33 und einer Schubmuffe 34 aufweist. Dabei ist die Schubstange 33 in der hohl ausgebildeten Antriebswelle 7 über Gleitlager 19 verschiebbar gelagert und über zumindest eine Dichtung 19a abgedichtet. Die Schubstange 33 ragt zentrisch durch die Lagerung 35 des Aktuators 25 hinaus, wobei am ersten Ende 33a der Schubstange 33 ein Anschlag 29, welcher verdrehgesichert sein kann, fest mit der Schubstange 33 verbunden ist. Die Schubstange 33 kann über den Aktuator 25 Richtung der Riemenscheibe 7a bewegt werden. Am zweiten Ende 33b der Schubstange 33 ist die Schubmuffe 34 fest mit der Schubstange 33 verbunden. Im unregelmäßigen Betrieb, beispielsweise bei Ausfall des Aktuators 25, wird die Schubstange 33 von der im Laufraddeckkörper 5 gelagerten Rückstellfeder 23, der Nabe 4a des Laufradhauptkörpers 4 und dem Axiallager 28 in Richtung Saugseite bewegt, bis der Anschlag 29 an der Lagerung 35 des Aktuators 25 ansteht, wodurch sich ausfallssicher die maximale Laufradschaukelaustrittsbreite  $b_{\max}$  einstellt. Im geregelten Betrieb wird die Schubstange 33, je nach geforderter Funktion, über den Aktuator 25 Richtung der Riemenscheibe 7a bewegt und damit über die Schubmuffe 34, das Axiallager 28 und die Nabe 4a des Laufradhauptkörpers 4 gegen die als Druckfeder ausgebildete Rückstellfeder 23 ausgeleitet und somit die gewünschte Laufradschaukelaustrittsbreite  $b$  eingestellt. Der Aktuator 25 kann beispielsweise ein pneumatisches, hydraulisches oder elektrisches Hubelement sein.

**[0046]** Fig. 3 zeigt eine dritte erfindungsgemäße Ausführungsvariante, wobei die Verstellvorrichtung 22 einen elektromagnetischen Aktuator 25 aufweist. Die Verstellvorrichtung 22 weist zumindest einen fest mit dem Laufradhauptkörper 4 verbundenen Permanentmagneten 36 sowie einen fest mit dem Gehäuse 2 verbundenen Elektromagneten 37 auf. Die Permanentmagnete 36 und korrespondierende Elektromagnete 37 können dabei im Bereich der äußeren Labyrinthdichtung 21 angeordnet sein. Im unregelmäßigen Betrieb, beispielsweise bei Ausfall des Aktuators 25, wird der Laufradhauptkörper 4 von der im Laufraddeckkörper 5 gelagerten, beispielsweise als Druckfeder ausgebildeten Rückstellfeder 23 und der Nabe 4a des Laufradhauptkörpers 4 in Richtung der Saugseite 10 bewegt, bis die Nabe 4a des Laufradhauptkörpers 4 am an der Antriebswelle 7 angeordneten Anschlag 29 ansteht, wobei sich ausfallssicher die maximale Laufradschaukelaustrittsbreite  $b_{\max}$  einstellt. Im geregelten Betrieb wird, durch entsprechende Bestromung des Elektromagneten 37, je nach geforderter Funktion, der Laufradhauptkörper 4 gegen die Rückstellfeder 23 in Richtung der Antriebsseite 12 bewegt und damit die gewünschte Laufradschaukelaustrittsbreite  $b$  eingestellt.

**[0047]** Bei der in den Fig. 4 und Fig. 5 dargestellten vierten Ausführungsvariante weist die Verstellvorrichtung 22 wie in Fig. 1 ein Schraubgetriebe 24 mit einer über einen Aktuator 25 verdrehbaren Gewindespindel 26 und einer Spindelmutter 27 auf. Die Gewindespindel 26 ist innerhalb der als Hohlwelle ausgebildeten Antriebswelle 7 über Gleitlager 19 drehbar gelagert und axial gesichert. Zwischen der Gewindespindel 26 und der Antriebswelle 7 ist eine Dichtung 19a angeordnet. Die Spindelmutter 27 ist mit dem Laufradhauptkörper 4 verbunden, wobei die Spindelmutter 27 und der Laufradhauptkörper 4 in axialer Richtung unverschiebbar und relativ zueinander drehbar miteinander verbunden sind.

**[0048]** Die Gewindespindel 26 kann über den Aktuator 25 im oder gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden. Die Spindelmutter 27 wird im unregelmäßigen Betrieb, beispielsweise bei Ausfall des Aktuators 25, von der im Laufraddeckkörper 5 gelagerten, als Druckfeder ausgebildeten Rückstellfeder 23 in die in Fig. 4 dargestellte Endstellung mit maximaler Laufradschaukelaustrittsbreite  $b_{\max}$  bewegt. Im geregelten Betrieb wird die Spindelmutter 27, je nach geforderter Funktion, über den Aktuator 25 und die Gewindespindel 26 gegen die Rückstellfeder 23 bewegt und damit die gewünschte Laufradschaukelaustrittsbreite  $b$  eingestellt. Der Aktuator 25 kann beispielsweise durch einen Schrittmotor 30 und einen Stirnradantrieb 31 gebildet sein.

**[0049]** Die Fig. 6 und Fig. 7 zeigen eine fünfte erfindungsgemäße Ausführungsvariante, wobei die Verstellvorrichtung 22 ein Schubgetriebe 38 mit einer Schubstange 33 und einer Schubmuffe 34 aufweist. Dabei ist die Schubstange 33 in der hohl ausgebildeten Antriebswelle 7 über Gleitlager 19 verschiebbar gelagert und über zumindest eine Dichtung 19a abgedichtet. Die Schubstange 33 ist an einem ersten Ende 33a über ein Ge-

stänge 38 mit dem Aktuator 25 verbunden und kann über diesen in Richtung der Riemenscheibe 7a bewegt werden. Am zweiten Ende 33b der Schubstange 33 ist die Schubmuffe 34 fest mit der Schubstange 33 verbunden. Im geregelten Betrieb wird die Schubstange 33, je nach geforderter Funktion, über den Aktuator 25 Richtung der Riemenscheibe 7a bewegt und damit über die Schubmuffe 34, das Axiallager 28 und die Nabe 4a des Laufradhauptkörpers 4 ausgelenkt und somit die gewünschte Laufradschaufelaustrittsbreite  $b$  eingestellt. Der Aktuator 25 kann beispielsweise ein pneumatisches, hydraulisches oder elektrisches Hubelement sein.

**[0050]** Fig. 8 zeigt einen Laufradradhauptkörper 4 des Laufrades 3 der in den Fig. 6 und Fig. 7 abgebildeten Kreiselpumpe 1. Der Laufradradhauptkörper 4 beinhaltet mehrere dreidimensional gekrümmte Laufradschaufeln 6, wobei im Ausführungsbeispiel jede Laufschaufel 6 einen ersten Abschnitt 6a und einen im Wesentlichen daran axial anschließenden zweiten Abschnitt 6b aufweist. Der erste Abschnitt 6a ist im Wesentlichen zweidimensional, also in einer Normalebene  $\varepsilon$  auf die Achse 8 der Antriebswelle 7 bzw. Schubstange 33, gekrümmt und so ausgebildet, dass er in die nutförmigen Taschen 16 des Laufraddeckkörpers 5 eintauchen kann. Im zweiten Abschnitt 6b sind die Laufradschaufeln 6 dreidimensional gekrümmt. Dieser zweite Abschnitt 6b bleibt auch in der in Fig. 7 gezeigten zweiten Endstellung außerhalb der Taschen 16.

**[0051]** In jeder der Ausführungsvarianten kann über den gesamten Drehzahl-, und Temperaturbereich eine aktive und zuverlässige Regelung der Kreiselpumpe 1 mit sehr geringer Antriebsleistung erzielt werden.

#### Patentansprüche

1. Kreiselpumpe (1), insbesondere Wasserpumpe, welche als Radialpumpe oder Halbaxialpumpe ausgebildet ist, mit einem in einem Gehäuse (2) um eine Achse (8) drehbar angeordneten und mit einer Antriebswelle (7) verbundenen Laufrad (3), welches Laufrad (3) einen Laufradschaufeln (6) aufweisenden Laufradhauptkörper (4) und einen Laufraddeckkörper (5) aufweist, wobei zur Verstellung der Laufradaustrittsbreite (b) des Laufrades (3) der Laufradhauptkörper (4) und der Laufraddeckkörper (5) relativ zueinander über eine Verstelleinrichtung (22) axial verschiebbar sind, wobei der Laufradhauptkörper (4) axial verschiebbar auf der Antriebswelle (7) oder dem Laufraddeckkörper (5) angeordnet ist, und wobei die Verstelleinrichtung (22) mit dem Laufradhauptkörper (4) wirkverbunden ist, wobei der Laufraddeckkörper (5) auf der dem Laufradhauptkörper (4) zugewandten Frontseite (13) nutförmige Taschen (16) zur Aufnahme der Laufradschaufeln (6) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Laufradschaufeln (6) - zumindest im Bereich des Saugmundes (11) - dreidimensional gekrümmt sind.

2. Kreiselpumpe (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laufraddeckkörper (5) starr mit der Antriebswelle (7) verbunden ist.

3. Kreiselpumpe (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Taschen (16) auf der dem Laufradhauptkörper (4) abgewandten Rückseite (17) des Laufraddeckkörpers (5) geschlossen ausgebildet sind.

4. Kreiselpumpe (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Taschen (16) ebenfalls entsprechend der dreidimensionalen Laufradschaufelform dreidimensional gekrümmt sind.

5. Kreiselpumpe (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laufradhauptkörper (4) relativ zum Laufraddeckkörper (5) um die Achse (8) um zumindest einen definierten Winkelbereich schwenkbar angeordnet ist.

6. Kreiselpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laufradhauptkörper (4) mit dem Laufraddeckkörper (5) antriebsverbunden und durch diesen angetrieben ist.

7. Kreiselpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laufradhauptkörper (4) den Saugmund (11) der Kreiselpumpe (1) ausbildet.

8. Kreiselpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laufraddeckkörper (5) auf der dem Saugmund (11) abgewandten Antriebsseite (12) des Laufrades (3) angeordnet ist.

9. Kreiselpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Laufradhauptkörper (4) und dem Laufraddeckkörper (5) geschlossene Schaufelkanäle (15) ausgebildet sind.

10. Kreiselpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laufradhauptkörper (4) auf der dem Laufraddeckkörper (5) abgewandten Seite gegenüber dem Gehäuse (2) über zumindest eine Labyrinthdichtung (20, 21) abgedichtet ist.

11. Kreiselpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstelleinrichtung (22) ein Schraubgetriebe (24) mit einer über einen Aktuator (25) verdrehbaren Gewindespindel (26) und einer Spindelmutter (27) aufweist, wobei die Gewindespindel (26) innerhalb der als Hohlwelle ausgebildeten Antriebswelle (7) drehbar gelagert ist und die Spindelmutter (27) mit dem Laufradhaupt-

körper (4) verbunden ist, und wobei die Spindelmutter (27) und der Laufradhauptkörper (4) in axialer Richtung unverschiebbar, vorzugsweise relativ zueinander drehbar, miteinander verbunden sind.

12. Kreislumppe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstelleinrichtung (22) ein Schubgetriebe (32) mit einer über einen Aktuator (25) verschiebbaren Schubstange (33) aufweist, welche mit einer Schubmuffe (34) verbunden ist, wobei die Schubstange (33) innerhalb der als Hohlwelle ausgebildeten Antriebswelle (7) axial verschiebbar gelagert ist und die Schubmuffe (34) mit dem Laufradhauptkörper (4) verbunden ist, und wobei die Schubmuffe (34) und der Laufradhauptkörper (4) in axialer Richtung unverschiebbar, vorzugsweise relativ zueinander drehbar, miteinander verbunden sind.
13. Kreislumppe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstelleinrichtung (22) einen elektromagnetischen Aktuator (25) aufweist.
14. Kreislumppe (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektromagnetische Aktuator (25) zumindest einen gehäusefesten Elektromagneten (37) und zumindest einen vorzugsweise ringförmigen Permanentmagneten (36) aufweist, welcher fest mit dem Laufradhauptkörper (4) verbunden ist, wobei vorzugsweise der zumindest eine Permanentmagnet (36) im Bereich einer den Laufradhauptkörper (4) und das Gehäuse (2) abdichtenden Labyrinthdichtung (20, 21) angeordnet ist.

## Claims

1. Centrifugal pump (1), in particular a water pump, which is designed as a radial pump or mixed flow pump, comprising an impeller (3) which is arranged in a housing (2) so as to be rotatable about an axis (8) and is connected to a drive shaft (7), which impeller (3) comprises an impeller main body (4) having impeller blades (6) and an impeller cover body (5), wherein, for adjustment of the impeller outlet width (b) of the impeller (3), the impeller main body (4) and the impeller cover body (5) are axially displaceable relative to one another via an adjusting device (22), wherein the impeller main body (4) is arranged in an axially displaceable manner on the drive shaft (7) or the impeller cover body (5), and wherein the adjusting device (22) is operatively connected to the impeller main body (4), wherein the impeller cover body (5) has groove-shaped pockets (16) on the front side (13) facing the impeller main body (4) for accommodating the impeller blades (6), **characterised in that** the impeller blades (6) are curved three-dimensionally - at least in the region of the suction mouth (11).
2. Centrifugal pump (1) according to claim 1, **characterised in that** the impeller cover body (5) is rigidly connected to the drive shaft (7).
3. Centrifugal pump (1) according to claim 1 or 2, **characterised in that** the pockets (16) on the rear side (17) of the impeller cover body (5) facing away from the impeller main body (4) are formed in a closed manner.
4. Centrifugal pump (1) according to claim 3, **characterised in that** the pockets (16) are also curved three-dimensionally according to the three-dimensional shape of the impeller blades.
5. Centrifugal pump (1) according to claim 4, **characterised in that** the impeller main body (4) is arranged relative to the impeller cover body (5) so as to be pivotable about the axis (8) through at least a defined angular range.
6. Centrifugal pump (1) according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** the impeller main body (4) is drive-connected to the impeller cover body (5) and driven thereby.
7. Centrifugal pump (1) according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** the impeller main body (4) forms the suction mouth (11) of the centrifugal pump (1).
8. Centrifugal pump (1) according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** the impeller cover body (5) is arranged on the drive side (12) of the impeller (3) facing away from the suction mouth (11).
9. Centrifugal pump (1) according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** closed blade channels (15) are formed between the impeller main body (4) and the impeller cover body (5).
10. Centrifugal pump (1) according to one of claims 1 to 9, **characterised in that** the impeller main body (4) is sealed off from the housing (2) on the side facing away from the impeller cover body (5) by means of at least one labyrinth seal (20, 21).
11. Centrifugal pump (1) according to one of claims 1 to 10, **characterised in that** the adjusting device (22) comprises a screw gear (24) with a threaded spindle (26) rotatable via an actuator (25) and a spindle nut (27), wherein the threaded spindle (26) is rotatably mounted within the drive shaft (7) formed as a hollow shaft and the spindle nut (27) is connected to the impeller main body (4), and wherein the spindle nut (27) and the impeller main body (4) are connected



to each other so as to be non-displaceable in the axial direction, preferably rotatable relative to each other.

12. Centrifugal pump (1) according to one of claims 1 to 10, **characterised in that** the adjusting device (22) has a thrust gear (32) with a push rod (33) displaceable via an actuator (25), which push rod (33) is connected to a push sleeve (34), wherein the push rod (33) is mounted in an axially displaceable manner within the drive shaft (7) formed as a hollow shaft and the push sleeve (34) is connected to the impeller main body (4), and wherein the push sleeve (34) and the impeller main body (4) are connected to one another so as to be non-displaceable in the axial direction, preferably rotatable relative to one another.
13. Centrifugal pump (1) according to one of claims 1 to 12, **characterised in that** the adjusting device (22) comprises an electromagnetic actuator (25).
14. Centrifugal pump (1) according to claim 13, **characterised in that** the electromagnetic actuator (25) comprises at least one electromagnet (37) fixed to the housing and at least one preferably annular permanent magnet (36) which is fixedly connected to the impeller main body (4), wherein preferably the at least one permanent magnet (36) is arranged in the region of a labyrinth seal (20, 21) sealing the impeller main body (4) and the housing (2).

## Revendications

1. Pompe centrifuge (1) notamment pompe à eau sous la forme de pompe radiale ou de pompe semi-axiale, comprenant un rotor (3) monté à rotation dans un boîtier (2) autour d'un axe (8) et relié à un arbre d'entraînement (7), ce rotor (3) comportant un corps principal de rotor (4) équipé d'aubes (6) ainsi qu'un corps de couverture (5),
- pour le réglage de la largeur de sortie (b) du rotor (3), le corps principal de rotor (3) et le corps de couverture (5) sont coulissants axialement l'un par rapport à l'autre par l'intermédiaire d'une installation de réglage (22),
  - le corps principal de rotor (4) étant monté coulissant axialement sur l'arbre d'entraînement (7) ou sur le corps de couverture (5), et
  - l'installation de réglage (22) est reliée de façon à coopérer avec le corps principal de rotor (4),
  - le corps de couverture (5) comportant sur son côté frontal (13) tourné vers le corps principal de rotor (4), des cavités (16) en forme de rainures pour recevoir les aubes de rotor (6),

pompe centrifuge **caractérisée en ce que**

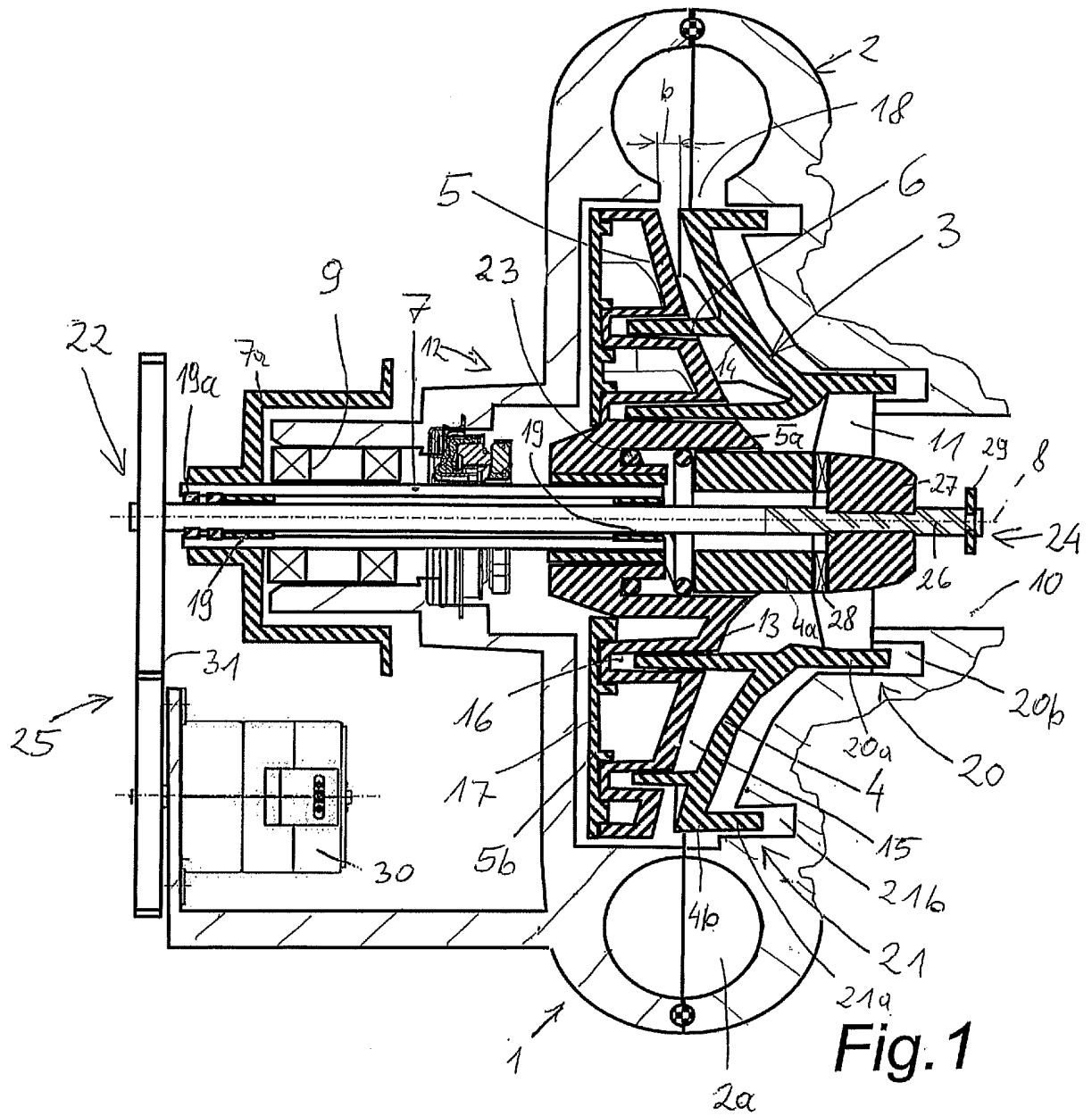
les aubes de rotor (6) sont cintrées en trois dimensions - au moins dans la zone de l'embouchure d'aspiration (11) -.

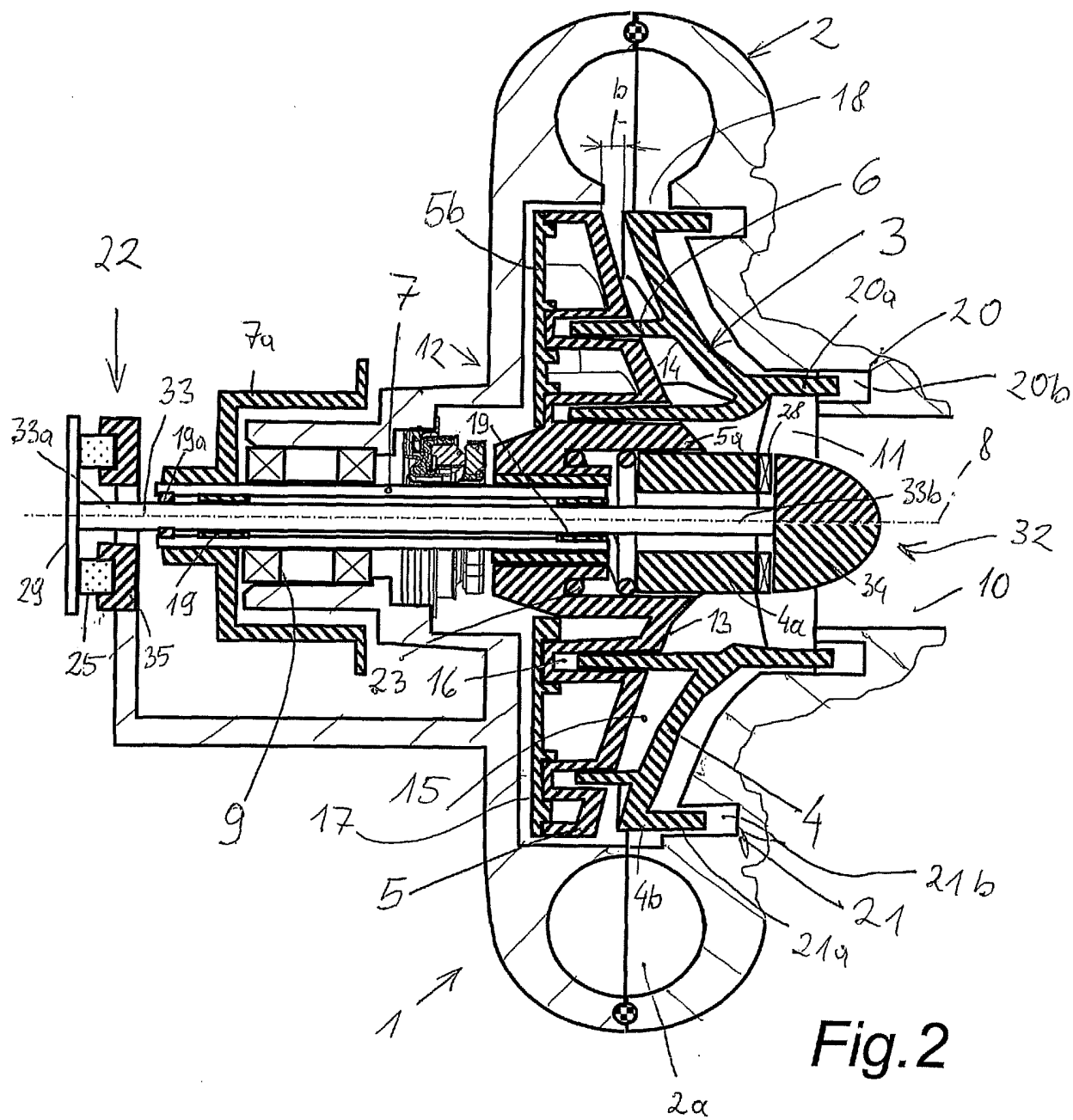
2. Pompe centrifuge (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le corps de couverture (5) est relié rigidement à l'arbre d'entraînement (7).
3. Pompe centrifuge (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** les cavités (16) sont fermées sur le côté arrière (17) du corps de couverture (5) non tourné vers le corps principal de rotor (4).
4. Pompe centrifuge (1) selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** les cavités (16) sont également cintrées en trois dimensions de façon correspondante à la forme tridimensionnelle des aubes de rotor.
5. Pompe centrifuge (1) selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le corps principal de rotor (4) est monté basculant par rapport au corps de couverture (5) autour de l'axe (8) dans au moins une plage angulaire définie.
6. Pompe centrifuge (1) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** le corps principal de rotor (4) est relié pour son entraînement au corps de couverture (5) qui l'entraîne.
7. Pompe centrifuge (1) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** le corps principal de rotor (4) forme l'embouchure d'aspiration (11) de la pompe centrifuge (1).
8. Pompe centrifuge (1) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** le corps de couverture (5) est sur le côté d'entraînement (12) du rotor (3), non tourné vers l'embouchure d'aspiration (11).
9. Pompe centrifuge (1) selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** des canaux pour aubes, fermés (15) sont réalisés entre le corps principal de rotor (4) et le corps de couverture de rotor (5).
10. Pompe centrifuge (1) selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** le corps principal de rotor (4) est rendu étanche par rapport au boîtier (2) sur le côté non tourné vers le

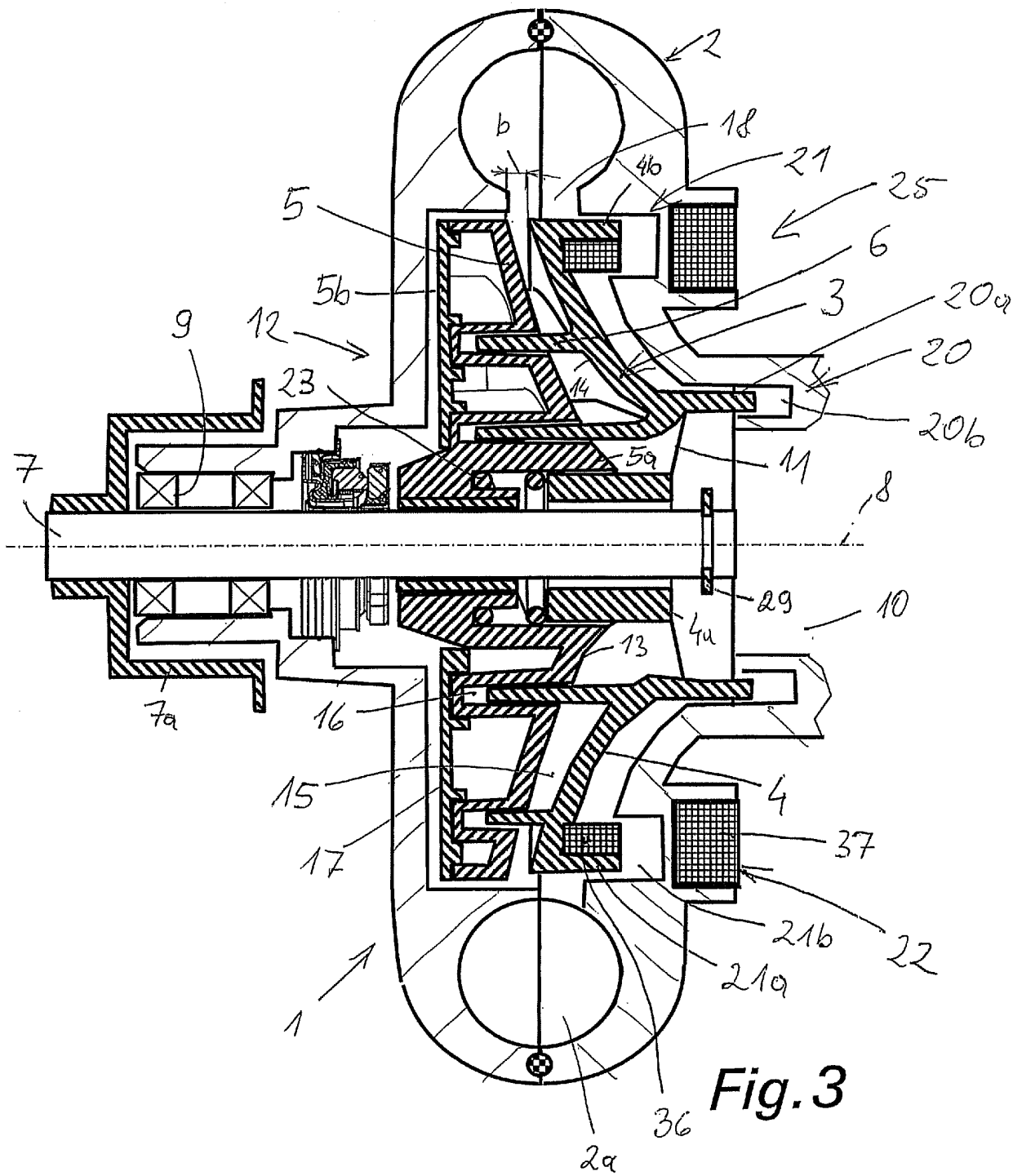
corps de couverture (5) par au moins un joint en labyrinthe (20, 21).

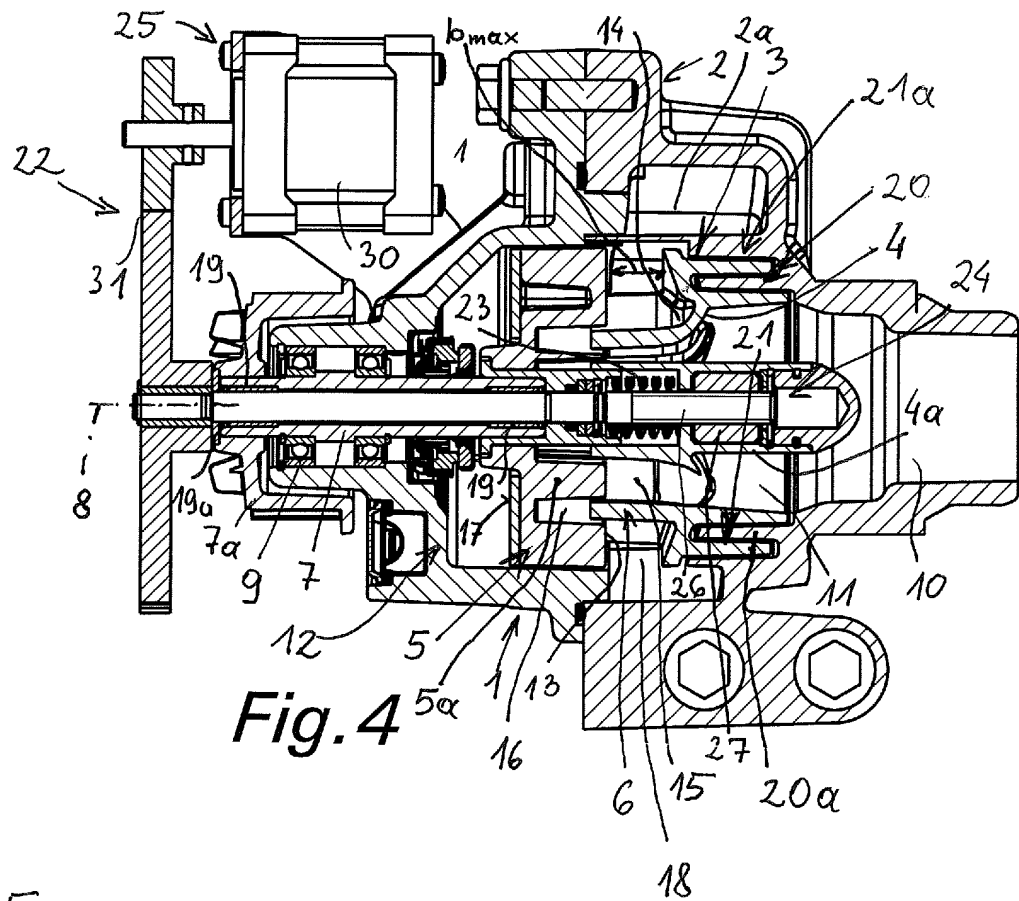
11. Pompe centrifuge (1) selon l'une des revendications 1 à 10, 5
- caractérisée en ce que**
- l'installation de réglage (22) comprend une transmission à vis (24) avec une broche filetée (26) entraînée en rotation par un actionneur (25) et un écrou (27), 10
- la broche filetée (26) étant montée à rotation dans l'arbre d'entraînement (7) sous la forme d'un arbre creux et l'écrou (27) est relié au corps principal de rotor (4), et
  - l'écrou (27) et le corps principal de rotor (4) 15 sont reliés l'un à l'autre de manière bloquée dans la direction axiale et de préférence en étant rotatifs l'un par rapport à l'autre.
12. Pompe centrifuge (1) selon l'une des revendications 1 à 10, 20
- caractérisée en ce que**
- l'installation de réglage (22) comprend une transmission de coulissement (32) avec une tige coulissante (33) par l'intermédiaire d'un actionneur (25), cette 25 tige étant reliée à un manchon coulissant (34),
- la tige (33) étant montée coulissante axialement dans l'arbre d'entraînement (7) en forme d'arbre creux et le manchon coulissant (34) est 30 relié au corps principal de rotor (4), et
  - le manchon coulissant (34) et le corps principal de rotor (4) sont reliés solidairement de façon bloquée dans la direction axiale et de préférence en étant rotatifs l'un par rapport à l'autre. 35
13. Pompe centrifuge (1) selon l'une des revendications 1 à 12,
- caractérisée en ce que**
- l'installation de réglage (22) comporte un actionneur 40 électro-magnétique (25).
14. Pompe centrifuge (1) selon la revendication 13,
- caractérisée en ce que**
- l'actionneur électromagnétique (25) comprend au 45 moins un électro-aimant (37) fixe par rapport au boîtier et au moins un aimant permanent (36) de préférence annulaire, relié de manière fixe au corps principal de rotor (4),
- de préférence au moins un aimant permanent (36) 50 est situé dans la zone du joint en labyrinthe (20, 21) fermant de manière étanche le corps principal de rotor (4) et le boîtier (2).

55

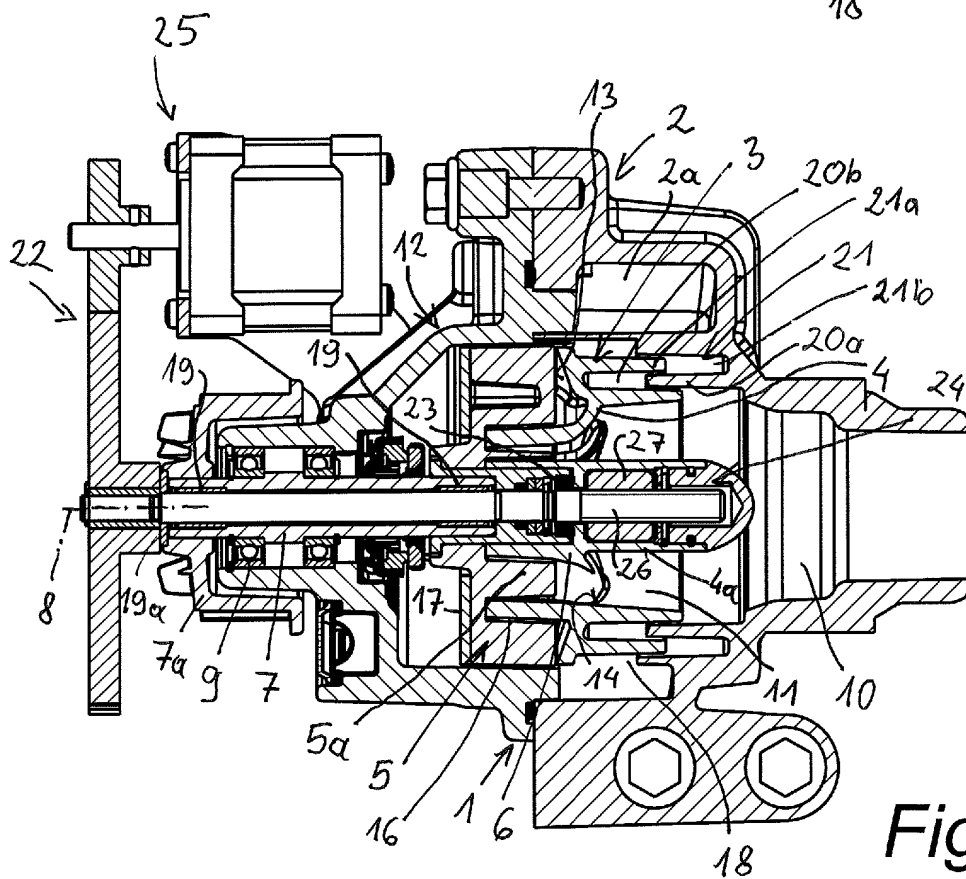




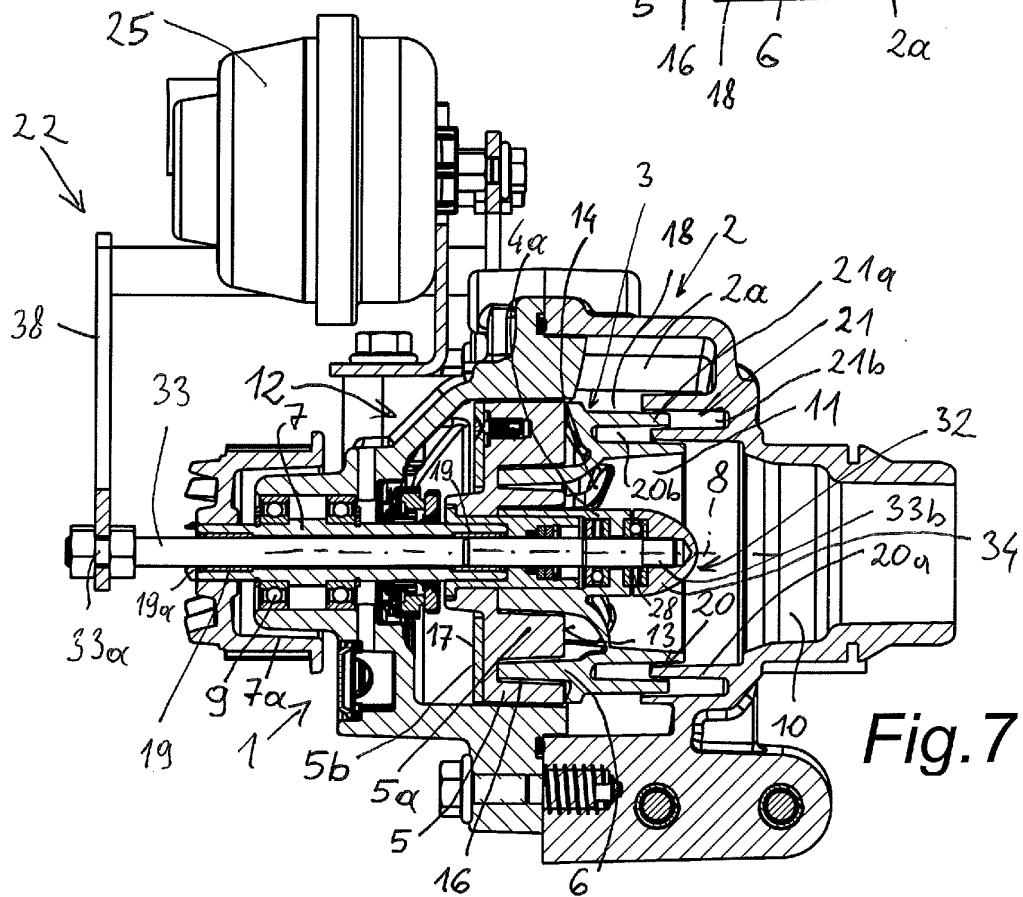
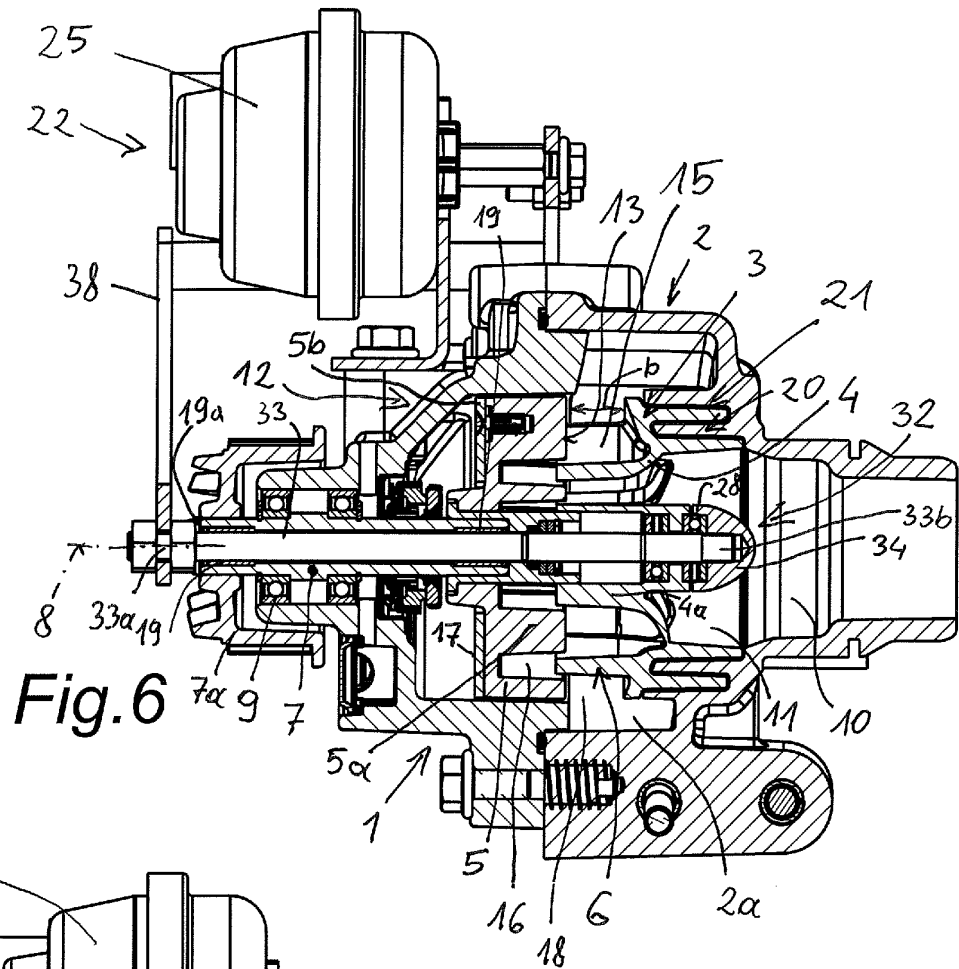


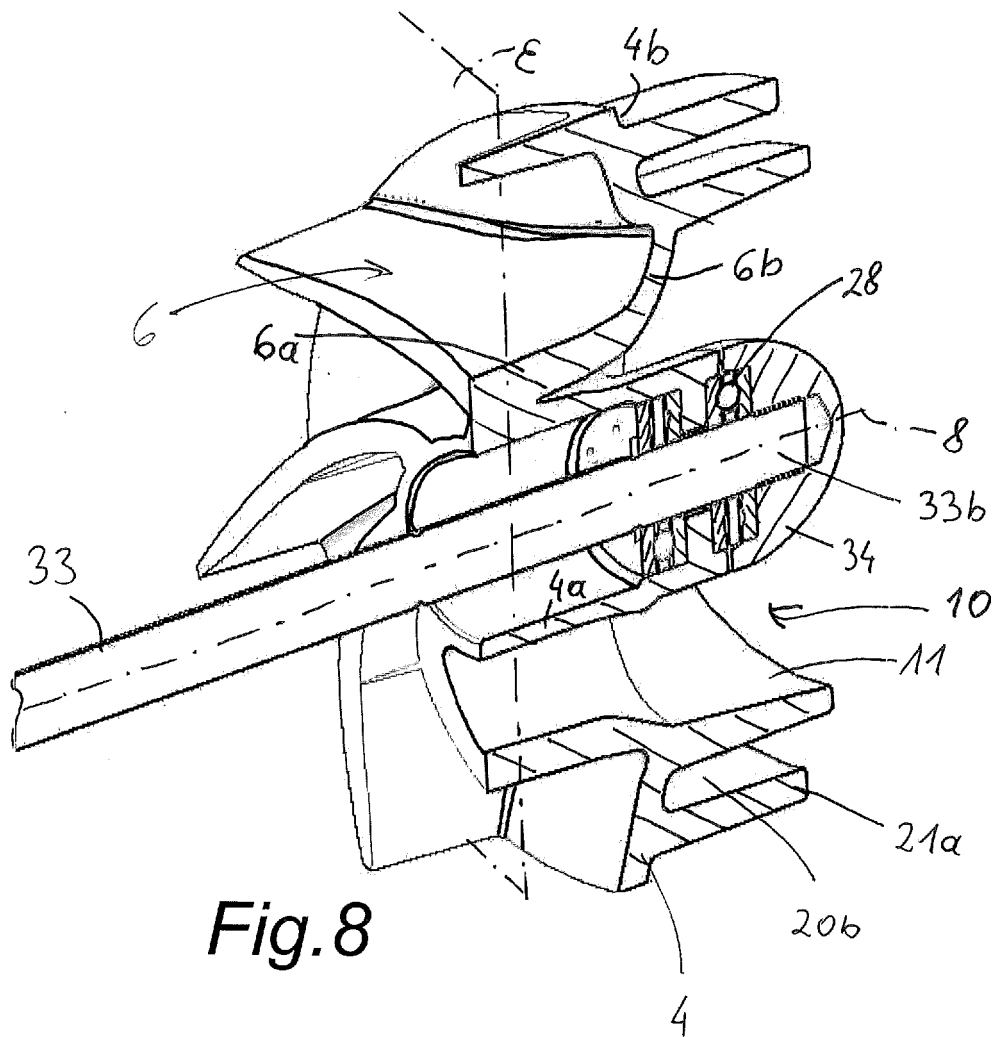


*Fig.4*



*Fig.5*







**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 1657446 A2 [0003]
- EP 2299120 A1 [0004]
- US 4798517 A [0005]
- US 5169286 A [0005]
- US 4828455 A [0005]
- AT 506342 B1 [0006]
- DE 10050108 A [0006]
- JP S59165895 A [0006]
- US 4828454 A [0007]
- US 2005118018 A [0007]
- DE 10344309 A1 [0008]
- US 6074167 A [0009]
- DE 10247424 A1 [0010]
- DE 102014217489 A1 [0011]
- DE 1703139 A [0011]
- DE 102011005476 A1 [0012]
- EP 2354552 A2 [0013]
- US 2010006044 A [0014]