

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
3. Juni 2010 (03.06.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/060416 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
F04C 2/344 (2006.01) F04C 14/22 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/001667
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
23. November 2009 (23.11.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 059 720.1  
29. November 2008 (29.11.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **GERÄTE- UND PUMPENBAU GMBH DR. EUGEN SCHMIDT** [DE/DE]; Schwarzbacher Strasse 28, 98673 Merbelsrod / Thüringen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHMIDT, Eugen** [DE/DE]; Schwarzbacher Strasse 28, 98673

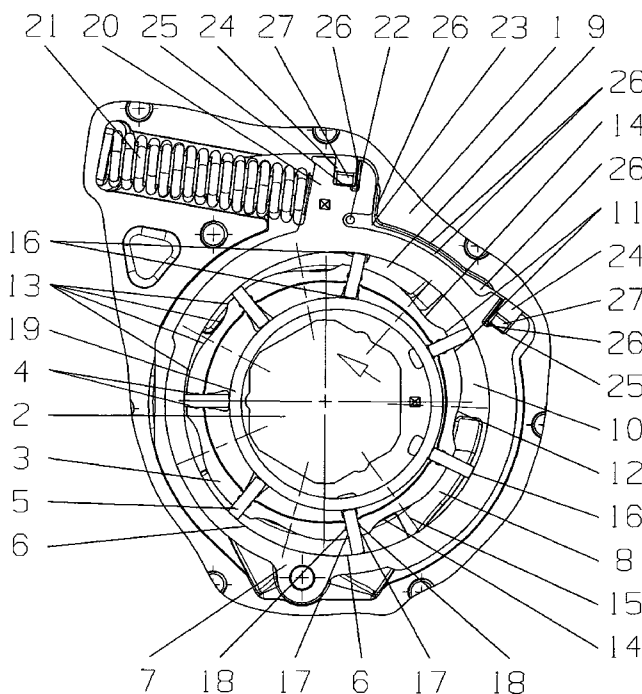
Merbelsrod/Thüringen (DE). **PAWELLEK, Franz** [DE/DE]; Am Fröschengraben 32, 96486 Lautertal (DE). **BLECHSCHMIDT, Andreas** [DE/DE]; Alte Strasse 24, 98544 Zella-Mehlis (DE). **EBERHARDT, Nico** [DE/DE]; Ortsstrasse 33, 98701 Herschdorf / OT Willmersdorf (DE). **WILHELM, Torsten** [DE/DE]; Lange Wiesen 8, 98673 Auengrund / OT Merbelsrod (DE).

(74) **Anwalt: SCHMALZ, Hans-Dieter**; Bahnhofstrasse 69, 98574 Schmalkalden / Thüringen (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

- (54) Title: SLIDING VANE PUMP
- (54) Bezeichnung : FLÜGELZELLENPUMPE



(57) **Abstract:** The invention relates to sliding vane pumps having a rotor which is mounted in a pump housing and driven by a shaft, a plurality of vane plates mounted on the outer periphery of said rotor and an outer ring surrounding the rotor and the vane plates, said outer ring being arranged either directly in the pump housing or in an adjusting ring that can be displaced along predetermined pathways inside the pump housing. The aim of the invention is to devise a novel sliding vane pump having a novel pump chamber geometry which allows a fluidically optimum complete filling of the pump chambers especially at speeds in the range of 4500 rpm up to more than 6000 rpm for all designs of sliding vane pumps and which can be easily manufactured. The sliding vane pump according to the invention comprises transverse grooves (12) which extend in the cylindrical surface area of the rotor (3) between the bearing grooves (4) of the vane plates (5) across the entire rotor width and which are arranged in parallel to the bearing grooves (4) of the vane plates (5) and interspaced from the bearing grooves (4) by a bearing web (11), and is characterized in that the transverse grooves (12) have an asymmetrical cross-section (13) which has a lowest point (14) in every vane chamber (10), said lowest point being always arranged after the vane chamber center axis (15) when seen in the direction of rotation.

(57) **Zusammenfassung:**  
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Figur 1

WO 2010/060416 A2



**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

---

Die Erfindung betrifft Flügelzellenpumpen mit einem in einem Pumpengehäuse gelagerten, von einer Welle angetriebenen Rotor, mehreren im äußeren Umfang dieses Rotors gelagerten Flügelplatten und einem den Rotor und die Flügelplatten umgebenden Außenring, wobei dieser entweder direkt im Pumpengehäuse, oder in einem im Pumpengehäuse entlang vorgegebener Bahnen verfahrbaren Stellring angeordnet ist. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine neuartige Flügelzellenpumpe mit einer neuartigen Pumpenkammergeometrie zu entwickeln, welche bei allen Bauformen von Flügelzellenpumpen eine strömungstechnisch optimale vollständige Befüllung der Pumpenkammern insbesondere bei Drehzahlen im Bereich von 4.500 U/min bis über 6.000 U/min hinaus gewährleistet und zudem fertigungstechnisch einfach herstellbar ist. Die erfindungsgemäße Flügelzellenpumpe mit in der Zylindermantelfläche des Rotors (3) zwischen den Lagernuten (4) der Flügelplatten (5), über die gesamte Rotorbreite verlaufende, parallel zu den Lagernuten (4) der Flügelplatten (5) angeordneten, von den Lagernuten (4) um einen Lagersteg (11) beabstandete Querrillen (12), zeichnet sich dadurch aus, dass diese Querrillen (12) einen unsymmetrischen Querschnittsverlauf (13) aufweisen, welcher in jeder Zellenkammer (10) über einen Tiefstpunkt (14) verfügt der in Drehrichtung gesehen stets nach der Zellenkammermitte (15) angeordnet ist.

## **Flügelzellenpumpe**

Die Erfindung betrifft Flügelzellenpumpen mit einem in einem Pumpengehäuse gelagerten, von einer Welle angetriebenen Rotor, mehreren im äußeren Umfang dieses Rotors gelagerten Flügelplatten und einem den Rotor und die Flügelplatten umgebenden Außenring, wobei dieser entweder direkt im Pumpengehäuse, oder in einem im Pumpengehäuse entlang vorgegebener Bahnen verfahrbaren Stelling angeordnet ist.

Im Stand der Technik sind die unterschiedlichsten Ausführungen von Flügelzellenpumpen vorbeschrieben. So beschreiben beispielsweise die DE 29 14 282 C2, wie auch die DE 103 53 027 A1 jeweils regelbare Flügelzellenpumpen mit einem linear verschiebbaren Stelling zur Erzielung einer variablen Förderleistung.

In der DE 195 33 686 C2 wird eine andere Bauform einer regelbaren Flügelzellenpumpe mit einem um einen Bolzen schwenkbar gelagerten Stelling vorbeschrieben.

Zumeist sind beidseitig des Rotors einer Flügelzellenpumpe einerseits eine Saugniere und andererseits zu dieser um 180° versetzt eine Druckniere angeordnet.

All den vorgenannten Bauformen ist gemeinsam, dass der Innenring zwischen den Lagerstellen der Trennelemente stets bogenförmig, d.h. als Kreisbogen entsprechend dem Außendurchmesser des jeweiligen Innenringes ausgebildet ist.

In anderen Schutzrechten/Schutzrechtsanmeldungen, wie beispielsweise in der DE 33 34 919 C2, der DE 44 42 083 A1 oder aber auch in der DE 602 07 401 T2 werden Bauformen von Flügelzellenpumpen mit variabler Förderleistung vorbeschrieben, bei denen am/im unteren Rand jeder Zellenkammer, d.h. in der „Zylindermantelfläche“ des jeweiligen Rotors, über die gesamte Rotorbreite verlaufende, parallel zu den Lagernuten der Flügelplatten am unteren Rand jeder Zellenkammer angeordnete, von den Lagernuten beabstandete, zur Mittenachse jeder Zellenkammer stets symmetrisch ausgebildete, in ihrem Querschnitt wannenförmige, zumeist fast trapezförmig ausgeformte Querrillen angeordnet sind, welche das Volumen der jeweiligen Pumpen-Zellenkammern oftmals auf ein für die jeweilige Bauform mögliches Maximum erhöhen sollen.

In einer anderen Schutzrechtsanmeldung, wie beispielsweise in der DE 10 2004 019 326 A1 werden andere Zellenpumpen, wie z.B. Rollenzellenpumpen vorbeschrieben bei denen am/im unteren Rand jeder Zellenkammer, d.h. wiederum in der „Zylindermantelfläche“ des Rotors, symmetrisch zur Mittenachse jeder Zellenkammer ausgebildete, über die gesamte Rotorbreite verlaufende, parallel zu den Lagern der Zylinderrollen am unteren Rand jeder Zellenkammer angeordnete, in ihrem Querschnitt nahezu rechteckige, wannenförmig ausgeformte Querrillen angeordnet sind, welche ebenfalls das Volumen der jeweiligen Pumpenkammer deutlich erhöhen, und in der hier vorgestellten Bauform sogar etwa verdoppeln sollen.

Eine weitere Zellenpumpe wird in der DE 10 2006 061 326 A1 vorgestellt. Hierbei handelt es sich um eine mengenregelbare Pendelschiebermaschine, bei der in der Figur 1 sowohl am/im unteren Rand jeder Zellenkammer, d.h. in der „Zylindermantelfläche“ des Innenrotors, wie gleichzeitig auch in der „Zylindermantelfläche“ des Außenrotors, ebenfalls über die gesamte

Rotorbreite verlaufende, zur Mittenachse jeder Zellenkammer ebenfalls symmetrisch ausgebildete, in der „Zylindermantelfläche“ des Innenrotors in ihrem Querschnitt halbrund und in der „Zylindermantelfläche“ des Außenrotors in ihrem Querschnitt nahezu trapezförmig, wannenförmig ausgeformte Querrillen angeordnet sind, welche auch bei dieser Bauform einer sehr speziellen Flügel- Zellenpumpe das Volumen der jeweiligen Pumpenkammer möglichst auf ein Maximum vergrößern sollen.

Wie der beschriebene Stand der Technik zeigt, waren und sind die Pumpenkonstrukteure seit Jahrzehnten bestrebt, mittels in den Rotorwänden der unterschiedlichsten Flügelzellenpumpenbauformen angeordneter, zur Mittenachse der jeweiligen Zellenkammern symmetrisch ausgebildeter „Freimachungen“ die jeweils größtmöglichen Einströmquerschnitte zu einer bestmöglichen Befüllung der Verdrängerzellen bereitzustellen.

Entsprechend der jeweiligen Exzentrizität des Rotors gegenüber dem Außenring pumpt dann die jeweilige Pumpenbauform den Fördervolumenstrom mittels dieser Lösungen aus der Saugniere in die Druckniere.

Ein wesentlicher Nachteil der vorgenannten Bauformen von Flügelzellenpumpen des gegenwärtigen Standes der Technik besteht jedoch bis heute noch darin, dass bei Antriebsdrehzahlen im Bereich von 4500 U/min bis über 6000 U/min hinaus (d.h. beim Einsatz dieser Flügelzellenpumpen z.B. als direkt von der Kurbelwelle eines Kraftfahrzeugmotors angetriebene Ölpumpen) hohe Verlustleistungen, eine mit steigender Drehzahl stark zunehmende Geräuschentwicklung und ein mit steigender Drehzahl ebenfalls stark zunehmender Verschleiß eintritt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin Flügelzellenpumpen zu entwickeln, welche die vorgenannten Nachteile des Standes der Technik vermeiden und neben den Verlustleistungen, auch die Geräuschentwicklung und den Verschleiß gegenüber den im Stand der Technik vorbeschriebenen Pumpenbauformen, insbesondere im Drehzahlbereich von 4.500 U/min bis

über 6.000 U/min hinaus, deutlich reduzierten, dabei jedoch fertigungstechnisch einfach herstellbar sind und die sich darüber hinaus in allen Drehzahlbereichen durch eine hohe Zuverlässigkeit, eine hohe Lebensdauer, einen hohen spezifischen Fördervolumenstrom und einen hohen Wirkungsgrad auszeichnen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Flügelzellenpumpe mit einem in einem Pumpengehäuse (1) gelagerten, von einer Welle (2) angetriebenen Rotor (3), mehreren in Lagernuten (4) des Rotors (3) gelagerten Flügelplatten (5) und einem den Rotor (3) und die Flügelplatten (5) umgebenden Außenring (6) mit einer an einer im Pumpengehäuse (1) angeordneten Saugniere (8) und einer zu dieser um 180° versetzt im Pumpengehäuse (1) angeordneten Druckniere (9), mit am unteren Rand jeder Zellenkammer (10), d.h. in der Zylindermantelfläche des Rotors (3), zwischen den Lagernuten (4) über die gesamte Rotorbreite verlaufenden, parallel zu den Lagernuten (4) der Flügelplatten (5) angeordneten, von den Lagernuten (4) um einen Lagersteg (11) beabstandeten Querrillen (12), welche sich erfindungsgemäß dadurch auszeichnen, dass diese Querrillen (12) einen unsymmetrischen Querschnittsverlauf (13) aufweisen, welcher in jeder Zellenkammer (10) über einen Tiefstpunkt (14) verfügt, der in Drehrichtung gesehen stets nach der Zellenkammermittenachse (15) angeordnet ist.

Mittels dieser erfindungsgemäßen, unsymmetrischen Ausbildung des Querschnittsverlaufes (13) der Querrille (12) bei Flügelzellenpumpen wurden überraschenderweise die Verlustleistungen, die Geräusentwicklung und der Verschleiß gegenüber den im Stand der Technik vorbeschriebenen Pumpenbauformen im Drehzahlbereich von 4.500 U/min bis über 6.000 U/min hinaus deutlich reduziert.

Die erfindungsgemäße Lösung ist dabei fertigungstechnisch einfach herstellbar und zeichnet sich in allen Drehzahlbereichen durch eine hohe Zuverlässigkeit,

eine hohe Lebensdauer, einen hohen spezifischen Fördervolumenstrom und zudem durch einen hohen Wirkungsgrad aus.

In Versuchsreihen wurde festgestellt, dass die Zellenkammern der Flügelzellenpumpen des beschriebenen Standes der Technik mit symmetrisch stark „vergrößerter“ Zellengeometrie, insbesondere im Drehzahlbereich von 4.500 U/min bis über 6.000 U/min hinaus, während der „Saugphase“ nicht mehr „vollständig“ befüllt werden.

In der Folge dieser „unvollständigen“ Befüllung der Zellenkammern kommt es bei den im Stand der Technik vorbeschriebenen Flügelzellenpumpen mit symmetrisch vergrößerten Zellenkammern zu Kavitationserscheinungen, welche eine Ursache für die im Drehzahlbereich von 4.500 U/min bis über 6.000 U/min auftretenden Geräuschentwicklungen, den in diesem Drehzahlbereich auftretenden Verschleiß, aber auch für die in diesem Drehzahlbereich auftretenden Verlustleistungen sind.

Überraschender Weise wurde in den mit der neuartigen Zellenkammergeometrie, gemäß der erfindungsgemäße Lösung, durchgeführten Versuchsreihen demgegenüber, selbst bei den Drehzahlen im Bereich von 4.500 U/min bis über 6.000 U/min hinaus, stets eine optimale, vollständige, kavitationsfreie Befüllung der erfindungsgemäßen Zellenkammern (10) problemlos realisiert.

Die neuartigen, erfindungsgemäßen, einen unsymmetrischen Querschnittsverlauf (13) aufweisenden Querrillen (12), welche in jeder Zellenkammern (10) über einen Tiefpunkt (14) verfügen, der in Drehrichtung gesehen stets nach der Zellenkammermittenachse (15) liegt, gewährleisten in Folge ihrer optimalen, sehr speziellen strömungstechnischen Ausbildung zudem im gesamten Drehzahlbereich eine reibungsarme und strömungstechnisch optimale vollständige Befüllung der Pumpenkammern.

Hervorzuheben ist auch, dass mittels der erfindungsgemäßen Lösung selbst bei den bisher sehr kritischen Drehzahlen, im Bereich von 4.500 U/min bis über 6.000 U/min hinaus, neben einer vollständigen und optimalen Befüllung der Zellenkammern (10) zugleich aber auch gegenüber dem bisherigen Stand der

Technik eine sehr optimale und schnelle, reibungsarme Entleerung der Zellenkammern (10) gewährleistet wird.

Sehr vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang weiterhin, dass sich die erfindungsgemäßen Querrillen (12) fertigungstechnisch auch sehr einfach herstellen lassen.

In den mit der erfindungsgemäßen Lösung durchgeführten Versuchsreihen wurde festgestellt, dass mittels des erfindungsgemäßen asymmetrischen Pumpenzellenquerschnitt auch überraschende Wirkungen auftreten, welche vermutlich in Verbindung mit der Reflektion der in die Zellenkammern einströmenden Flüssigkeit an den Flügelplatten hervor gerufen werden.

All diese durch die erfindungsgemäße Lösung hervorgerufenen überraschenden Wirkungen gewährleisten eine vollständige Befüllung der Pumpenkammern auch jenseits der 5000 U/min, wie auch deren optimale Entleerung und reduzieren dabei gleichzeitig auch deutlich die Verlustleistungen und den Verschleiß bei Flügelzellenpumpen.

Besonders vorteilhafte Ausführungsformen, Einzelheiten und weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels in Verbindung mit zwei Zeichnungen zur erfindungsgemäßen Lösung.

Die Erfindung soll nun an Hand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit zwei Figuren näher erläutert werden.

Es zeigen dabei:

Figur 1 : die erfindungsgemäße Flügelzellenpumpe in der Seitenansicht (ohne die seitliche Abdeckung);

Figur 2 : die Darstellung des Querschnittsverlaufes 13 der erfindungsgemäßen Querrille 12, gemäß Figur 1 (in Polarkoordinaten).

In der Figur 1 ist die erfindungsgemäße Flügelzellenpumpe in der Seitenansicht, ohne Abdeckung mit einem in einem Pumpengehäuse 1 gelagerten, von einer Welle 2, in diesem Ausführungsbeispiel von der Kurbelwelle direkt angetriebenen Rotor 3, mit mehreren in Lagernuten 4 des Rotors 3 radial verschiebbar gelagerten Flügelplatten 5 und einem den Rotor 3 und die Flügelplatten 5 umgebenden Außenring 6 dargestellt.

Dieser Außenring 6 ist in diesem Ausführungsbeispiel in einem drehbar gelagerten, mit einem Stellhebel 20 versehenen Stellschieber 7 angeordnet.

An einer Seite des Stellhebels 20 liegt eine im Pumpengehäuse 1 gelagerte Druckfeder 21 an.

An der gegenüber liegenden Seite des Stellhebels 20 ist eine über eine Zuströmöffnung 22 vom Steuerdruck der Galerie beaufschlagte Steuerdruckkammer 23 angeordnet.

Im Pumpengehäuse 1 befindet sich weiterhin eine Saugniere 8 sowie eine zu dieser um 180° versetzt angeordneten Druckniere 9.

Am unteren Rand jeder Zellenkammer 10 des Rotors 3 sind zwischen den Lagernuten 4 der Flügelplatten 5, über die gesamte Breite, d.h. entlang der Mantelfläche des Rotors 3 verlaufende, parallel zu den Lagernuten 4 der Flügelplatten 5 angeordnete, von den Lagernuten 4 um einem Lagersteg 11 beabstandete Querrillen 12 angeordnet.

Erfindungsgemäß weisen diese Querrillen 12, wie bereits erläutert, einen unsymmetrischen Querschnittsverlauf 13 auf, welcher in jeder der Zellenkammern 10 über einen Tiefstpunkt 14 verfügt der in Drehrichtung gesehen stets nach der Zellenkammermittenachse 15 angeordnet ist, wobei dieser Tiefstpunkt 14 etwa um 1% bis 8% des Außendurchmessers des Rotors 3 unterhalb dieses gedachten, die Lagerstege 11 fiktiv miteinander verbindenden Außendurchmessers des Rotors 3 liegt.

Kennzeichnend ist weiterhin, dass der unsymmetrische Querschnittsverlauf 13 der Querrillen 12 am Rotor 3, wie in diesem Ausführungsbeispiel dargestellt, auch durch ein Polynom 4. Grades beschrieben werden kann.

Erfindungsgemäß ist das diesem Ausführungsbeispiel zugrunde liegende Polynom im Bereich von ca.  $-0,42$  rad bis  $+0,42$  rad definiert und lautet:

$$y = 39,33695 x^4 - 31,29170 x^3 + 0,4913634 x^2 + 5,285977 x + 32,22082.$$

Dieser Funktionsverlauf, als einer der möglichen Querschnittsverläufe 13 der erfindungsgemäßen Querrille 12, ist in den vg. Grenzen in der Figur 2 dargestellt.

Auch die in der Figur 1 dargestellten Querrillen 12 der Zellenkammern 10 haben stets diesen in der Figur 2 dargestellten erfindungsgemäßen Querschnittsverlauf 13.

Bei der in der Figur 1 dargestellten 7-flügeligen Flügelzellenpumpe beträgt die Breite eines Segmentes (einschließlich der zugehörigen Flügelplattenabschnitte)  $51,4285^\circ$ .

Betrachtet man den Rotormantel in einer Zellenkammer 10 so folgt dieser zunächst unmittelbar neben den die Zellenkammer 10 beidseitig begrenzenden Lagernuten 4, d.h. im Bereich der Lagerstege 11 (in diesem Ausführungsbeispiel beidseitig über einen „Breitenbereich“ der Zellenkammer 10 von ca. 5%) dem „ursprünglichen“ Rotoraußendurchmesser.

Die dabei gebildeten, unmittelbar neben den Lagernuten 4 der Flügelplatten 5 angeordneten Lagerstege 11 gewährleisten die erforderliche Kraftübertragung und Steifigkeit des Rotors 3 selbst bei einer hohen Beanspruchung der Flügelzellenpumpe.

In Drehrichtung gesehen folgt dem „ersten“ Lagersteg 11 der betrachteten Zellenkammer 10 dann über ca. 63 % der Breite der Zellenkammer 10 entlang des fiktiven „ursprünglichen“ Rotoraußendurchmessers ein zweiter Bereich in dem der Querschnittsverlauf 13 der Querrille 12 bis zu einem Tiefstpunkt 14, in diesem Ausführungsbeispiel auf den Radius  $31,5$  mm, d.h. um  $1,9$  mm (2,85% des ursprünglichen Rotoraußendurchmessers vom  $66,8$  mm) abfällt.

Diesem zweiten Sektor folgt nach dem Tiefstpunkt 14 ein dritter Sektor in dem der Querschnittsverlauf 13 der Querrille 12 relativ rasch wieder ansteigt und bereits nach ca. 27 % der Breite der Zellenkammer 10 entlang des fiktiven

Rotoraußendurchmessers den ursprünglichen Außendurchmesser des Rotors 3 wieder erreicht.

Wie bereits erläutert wird dann der Verlauf des ursprünglichen Außendurchmessers des Rotors 3 als zweiter Lagersteg 11, in diesem Ausführungsbeispiel über einen Bereich der Zellenkammer 10 von ca. 5% entlang des ursprünglichen Außendurchmessers des Rotors 3 bis zur Lagernut 4 beibehalten.

Mittels dieser erfindungsgemäßen, unsymmetrischen Ausbildung des Querschnittsverlaufes 13 der Querrille 12 wird bei Flügelzellenpumpen überraschenderweise stets eine reibungsarme und strömungstechnisch optimale vollständige Befüllung der Pumpenkammern gewährleistet.

Insbesondere kann durch die erfindungsgemäße Lösung selbst bei den bisher sehr kritischen Drehzahlen im Bereich von 4.500 U/min bis selbst über 6.000 U/min problemlos eine optimale vollständige Befüllung der Zellenkammern 10 wie auch eine optimale schnelle und reibungsarme Entleerung der Zellenkammern 10 gewährleistet werden.

Dabei sind die erfindungsgemäßen Querrillen 12 zudem auch einfach fertigungstechnisch herstellbar.

Die Flügelzellenpumpen mit den erfindungsgemäßen, unsymmetrischen Querrillen zeichnen sich dabei gegenüber den Bauformen des Standes der Technik auch durch einen geräuschärmeren Lauf selbst bei sehr hohen Drehzahlen aus.

Wie bereits erläutert wurde in den mit der erfindungsgemäßen Lösung durchgeführten Versuchsreihen festgestellt, dass mittels der hier vorgestellten Lösung auch der Verschleiß der Flügelzellenpumpen deutlich gesenkt und die Verlustleistungen minimiert werden konnten.

Zusammenfassend kann zudem auch festgestellt werden, dass mittels der erfindungsgemäßen Lösung bei hoher Zuverlässigkeit und hoher Lebensdauer ein hoher spezifischer Fördervolumenstrom mit hohem Wirkungsgrad sowohl bei niedrigen, wie aber insbesondere auch bei hohen Drehzahlen, d.h. im

Bereich von 4.500 U/min bis über 6.000 U/min hinaus, gewährleistet werden kann.

In dem in der Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist im Rotor 3 ein Führungsring 19 eingepasst der an den „innen liegenden“ Stirnseiten 16 der Flügelplatten 5 anliegt, welche selbst wiederum mit ihren „außen liegenden“ Stirnseiten 16 am Außenring 6 anliegen.

Kennzeichnend ist dabei, dass die Flügelplatten 5 der erfindungsgemäßen Flügelzellenpumpe an ihren Stirnseiten 16 abgerundet sind.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel entspricht der an den Stirnseiten 16 der Flügelplatten 5 angeordnete Radius dem halben Abstand zwischen den Stirnseiten 16 der Flügelplatten 5.

Dadurch wird neben einer optimalen und reibungs- und verschleißarmen Abdichtung der Zellenkammer am Außenring 6, gleichzeitig auch eine optimale, reibungs- und verschleißarme Führung am Führungsring 19 während des gesamten Umlaufs der Welle 2 gewährleistet.

Erfindungsgemäß ist auch, dass in den Wandungen 17 der im Rotor 3 angeordneten Lagernuten 4 der Flügelplatten 5 Schmieraschen 18 angeordnet sind, welche den Verschleiß zwischen den Flügelplatten 5 und Lagernuten 4 deutlich minimieren.

Die in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Lösung in der Figur 1 dargestellte Steuerdruckkammer 23 wird beidseitig jeweils von einer Dichtleiste 24 abgedichtet, wobei die Dichtleisten 24 in jeweils zugeordneten und vom Steuerdruck der Galerie druckbeaufschlagten Führungskammernuten 25 verschiebbar gelagert sind.

Vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang, dass in den Führungskammernuten 25 (unterhalb der Dichtleisten 24) federnde Elemente, z.B. wie in der Figur 1 dargestellt, Blattfedern 27 angeordnet sind, welche gewährleisten, dass die Dichtleisten 24 auch dann noch an das Pumpengehäuse 1 angepresst werden wenn die Flügelzellenpumpe (der Motor) angehalten/gestoppt wird.

Erfindungsgemäß sind die Führungskammernuten 25 über Verbindungskanäle 26 mit der Steuerdruckkammer 23 verbunden, so dass diese sicher von dem

über die Zuströmöffnung 22 einströmenden Steuerdruck der Galerie beaufschlagt werden können, und so auch unter extremen Bedingungen eine hoch zuverlässige und sehr sichere Abdichtung der Steuerdruckkammer 23 mittels der Dichtleisten 24 bei minimalem Bauraum gewährleisten.

### **Bezugszeichenzusammenstellung**

- 1 Pumpengehäuse
- 2 Welle
- 3 Rotor
- 4 Lagernuten
- 5 Flügelplatten
- 6 Außenring
- 7 Stellschieber
- 8 Saugniere
- 9 Druckniere
- 10 Zellenkammer
- 11 Lagersteg
- 12 Querrillen
- 13 Querschnittsverlauf
- 14 Tiefstpunkt
- 15 Zellenkammermittenachse
- 16 Stirnseite
- 17 Wandung
- 18 Schmiertasche
- 19 Führungsring
- 20 Stellhebel
- 21 Druckfeder

- 22 Zuströmöffnung
- 23 Steuerdruckkammer
- 24 Dichtleiste
- 25 Führungskammernuten
- 26 Verbindungskanal
- 27 Blattfeder

## Patentansprüche

1. Flügelzellenpumpe mit einem in einem Pumpengehäuse (1) gelagerten, von einer Welle (2) angetriebenen Rotor (3), mehreren in Lagernuten (4) des Rotors (3) gelagerten Flügelplatten (5) und einem den Rotor (3) und die Flügelplatten (5) umgebenden Außenring (6) mit einer an einer im Pumpengehäuse (1) angeordneten Saugniere (8) und einer zu dieser um 180° versetzt im Pumpengehäuse (1) angeordneten Druckniere (9), mit am unteren Rand jeder Zellenkammer (10), d.h. in der Zylindermantelfläche des Rotors (3), zwischen den Lagernuten (4) über die gesamte Rotorbreite verlaufenden, parallel zu den Lagernuten (4) der Flügelplatten (5) angeordneten, von den Lagernuten (4) um einen Lagersteg (11) beabstandeten Querrillen (12), dadurch gekennzeichnet, dass diese Querrillen (12) einen unsymmetrischen Querschnittsverlauf (13) aufweisen, welcher in jeder Zellenkammer (10) über einen Tiefpunkt (14) verfügt der in Drehrichtung gesehen stets nach der Zellenkammermittelnachse (15) angeordnet ist.
2. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Tiefpunkt (14) etwa um 1 % bis 8 % des Außendurchmessers unterhalb eines gedachten die Lagerstege (11) miteinander verbindenden Außendurchmessers des Rotors (3) liegt.
3. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der unsymmetrische Querschnittsverlauf (13) der Querrillen (12) am Rotor (3) durch ein Polynom 4. Grades beschrieben werden kann.
4. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Polynom lautet:  $y = 39,33695 x^4 - 31,29170 x^3 + 0,4913634 x^2 + 5,285977 x + 32,22082$  und im Bereich (in den Grenzen) von ca.  $-0,42$  rad bis  $+0,42$  rad (definiert ist) verläuft.

5. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flügelplatten (5) an ihren Stirnseiten (16) abgerundet, d.h. ballig ausgeführt sind.

6. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass Flügelplatten (5) an ihren Stirnseiten (16) mit Radien versehen sind.

7. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der an den Stirnseiten (16) der Flügelplatten (5) angeordnete Radius dem halben Abstand zwischen den Stirnseiten (16) entspricht.

8. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in den Wandungen (17) der im Rotor (3) angeordneten Lagernuten (4) der Flügelplatten (5) Schmiertaschen (18) angeordnet sind.

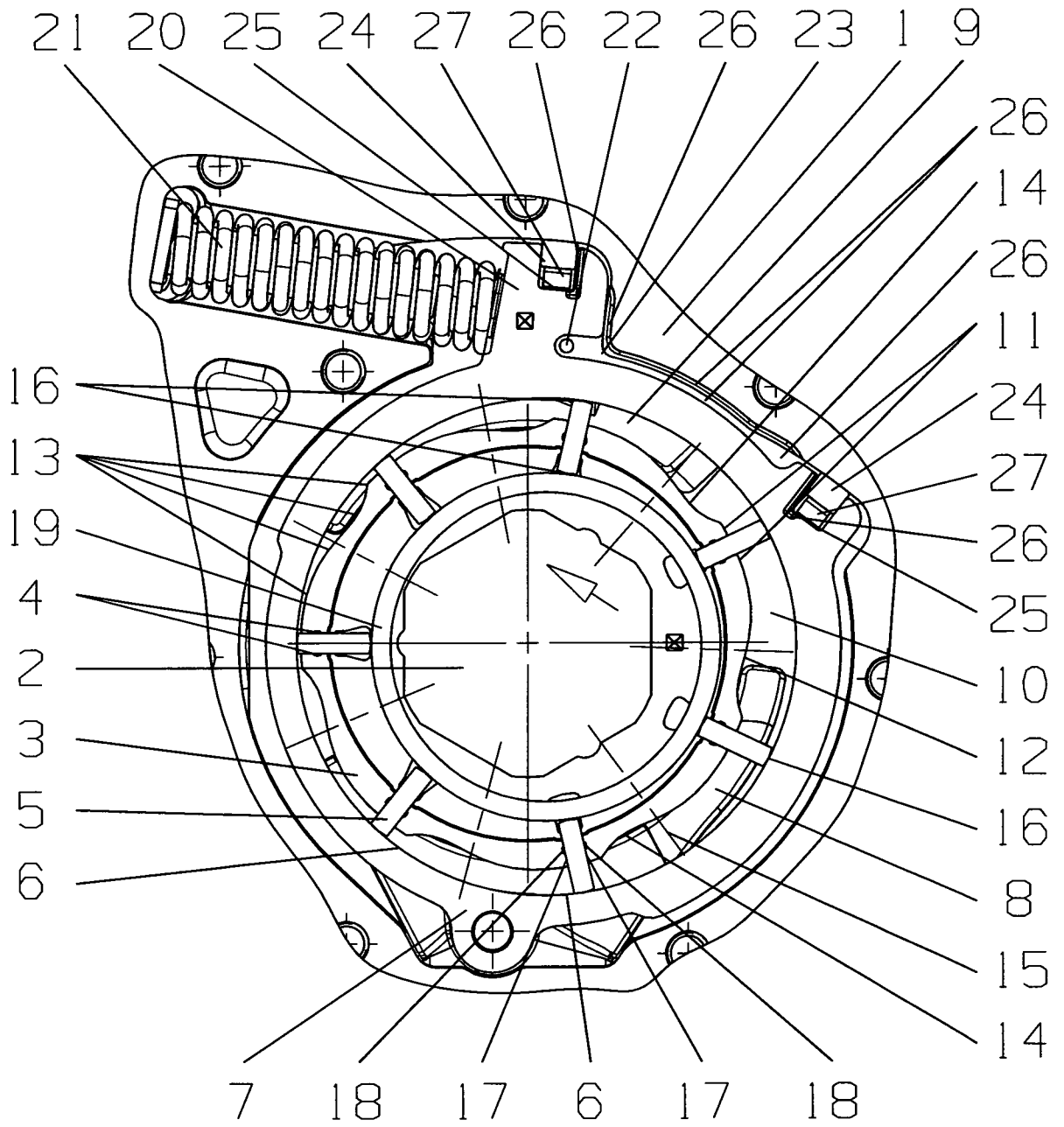
9. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Außenring (6) in einem drehbar gelagerten, mit einem Stellhebel (20) versehenen Stellschieber (7) angeordnet ist, wobei an einer Seite des Stellhebels (20) eine im Pumpengehäuse (1) gelagerte Druckfeder (21) anliegt, und an der gegenüber liegenden Seite des Stellhebels (20) eine über eine Zuströmöffnung (22) vom Steuerdruck der Galerie beaufschlagte Steuerdruckkammer (23) angeordnet ist.

10. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerdruckkammer (23) beidseitig von jeweils einer Dichtleiste (24) abgedichtet wird welche selbst jeweils in zugeordneten, druckbeaufschlagten Führungskammernuten (25) verschiebbar gelagert sind.

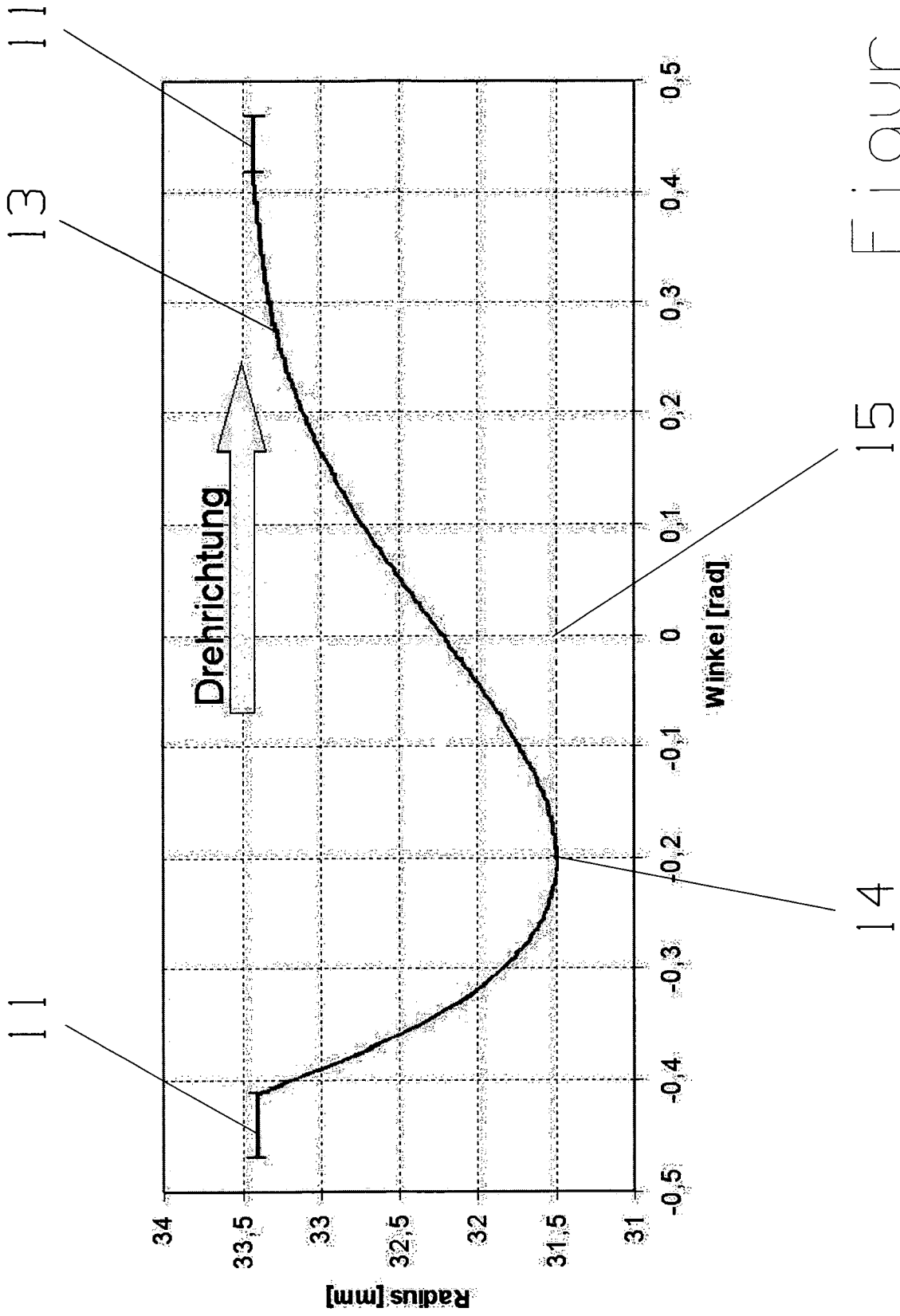
11. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungskammernuten (25) über Verbindungskanäle (26) mit der Steuerdruckkammer (23) verbunden sind.

12. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass in den Führungskammernuten (25) unterhalb der Dichtleisten (24) Blattfedern (27) angeordnet sind.

1/2



Figur 1



Figur 2