



(11) **EP 2 607 683 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.06.2013 Patentblatt 2013/26**

(51) Int Cl.:  
**F03C 2/08 (2006.01) F04C 2/10 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **12008506.3**

(22) Anmeldetag: **20.12.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(72) Erfinder:  
• **Reither, Max**  
**83623 Dietramszell (DE)**  
• **Strohmaier, Gerold**  
**86179 Augsburg (DE)**

(30) Priorität: **22.12.2011 DE 102011122027**  
**07.09.2012 DE 102012017745**

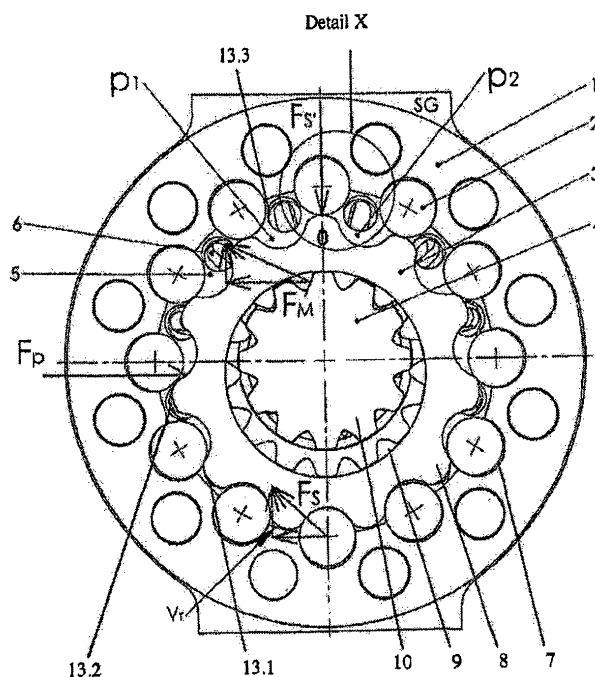
(74) Vertreter: **DTS München**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**St.-Anna-Strasse 15**  
**80538 München (DE)**

(71) Anmelder: **Böhm+Wiedemann AG**  
**85386 Eching (DE)**

(54) **Hydrostatischer Kreiskolbenmotor**

(57) Hydrostatischer Kreiskolbenmotor aufweisend einen feststehenden Stator (1) mit einer Innenverzahnung, wobei die Innenverzahnung drehbar gelagerte Rollen (2) aufweist, die in Rollensitzen (7) angeordnet sind und einen Rotor (3). Die Rollensitze (7) weisen eine geometrische Form auf, die einen Kreisbogen (KB) mit Kreisbogenenden ( $K_1, K_2$ ), mit dem Radius ( $R_{KB}$ ) und einem Mittelpunkt ( $M_{KB}$ ) aufweist. Die geometrische

Form weist an den Kreisbogenenden ( $K_1, K_2$ ) jeweils eine von der Form des Kreisbogens (KB) abweichende weitere geometrische Form auf, deren Abstand ( $A$ ) vom Mittelpunkt ( $M_{KB}$ ) zu Punkten ( $P_1, P_2$ ) größer ist als der Radius ( $R_{KB}$ ) des Kreisbogens (KB). Die Punkte ( $P_1, P_2$ ) entsprechen den Schnittpunkten der jeweils von der Form des Kreisbogens (KB) abweichenden weiteren geometrischen Form mit einer Begrenzungsfläche ( $d_f$ ) der Innenverzahnung.



Figur 1

**EP 2 607 683 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen hydrostatischen Kreiskolbenmotor. Die Erfindung betrifft insbesondere eine hydrostatische Kreiskolbenmaschine, die sowohl als Hydropumpe, vorzugsweise jedoch als Hydromotor und insbesondere als langsam laufende Torque-Motoren, eingesetzt werden kann.

**[0002]** Im Stand der Technik existiert eine Vielzahl von hydrostatischen Kreiskolbenmaschinen.

**[0003]** Eine hydrostatische Kreiskolbenmaschine dieser Art ist u. a. aus der EP 1 074 740 B1 bekannt. Bei der Kreiskolbenmaschine sind die Wälzlager des hydrostatisch hoch belasteten Teils der Welle unmittelbar benachbart mit kleinem Axialabstand im feststehenden Gehäuse angeordnet, sodass ein Kleinstmaß an Biegungs- und Zahnverformung an der Welle und dementsprechend ein Höchstmaß an Druckleistung und somit an Momentabgabe erreicht werden. Da wegen dieser Lageranordnung keine Möglichkeit besteht, eine 1:1 Drehverbindung zwischen dem als Rotor fungierender Kreiskolben und dem für die Kommutierung verantwortlichen Drehventil zu schaffen, wird das Drehventil über ein Zahnradgetriebe von der Welle aus synchron angetrieben. Bei der bekannten Ausführung ist dieses Zahnradgetriebe ein Exzenter-Innengetriebe, bei dem das scheibenförmige Drehventil selbst als Exzenterglied dieses Getriebes fungiert und somit eine unvermeidliche Orbitbewegung ausführt. Umfangreiche Versuche haben jedoch gezeigt, dass dieser Gedanke in der Praxis bei hohen Arbeitsdrücken nicht realisiert werden kann, weil die notwendige Exzenterbewegung des Drehventils gegenüber der feststehenden Steuerplatte keine ausreichend genaue Kommutierung der Maschine ermöglicht.

**[0004]** Die Folge sind stark schwankende Drehmomentabgabe an der Welle, unbefriedigender volumetrischer Wirkungsgrad und starke Geräusche, da der äußere Teil des Exzentergetriebes im Hochdruckbereich arbeiten muss. Auch die Axialkompensation der auf das Drehventil axial wirkenden hydraulischen Kräfte durch den Ausgleichskolben war durch die Exzenterbewegung des Drehventils nicht optimal.

**[0005]** Da die Verzahnungen des Exzentergetriebes einen Verdrängungseffekt erzeugen, ähnlich wie bei einer Innenzahnradpumpe, ist es wegen der dort entstehenden hydrostatischen Verluste ungünstig, wenn diese Verdrängung im Hochdruckteil der Maschine geschieht. Mit dem aus der WO 2006/010471 A1 bekannten hydrostatischen Kreiskolbenmotor wird versucht, diese Mängel zu beseitigen und gleichzeitig die durch die Orbitbewegung bedingte leicht erhöhte Reibleistung am Drehventil und die Herstellkosten zu reduzieren.

**[0006]** Bei hydrostatischen Kreiskolbenmaschinen aus dem Stand der Technik mit einer zentrisch gelagerten durchgehenden Welle stützt sich der Kreiskolben im Betrieb an der Welle ab. Dadurch ist die bisherige Praxis, bei Maschinen ohne durchgehende Welle, den Kreiskolben mit Übermaß in den feststehenden Stator zu fügen,

nicht mehr anwendbar, da die Rotorposition dann durch die Führung der starr gelagerten Welle überbestimmt ist. Diese Maschinen zeigen im Betrieb erhebliche Druckschwankungen in der Versorgungsleitung, damit ein extrem schwankendes Abtriebsdrehmoment, einen geringen Wirkungsgrad und eine kurze Lebensdauer.

**[0007]** Hat die Außenverzahnung des Rotors zu der Innenverzahnung des Stators Übermaß, so treten die bereits oben erwähnten nachteiligen Druckschwankungen auf, da der Rotor wegen der Überbestimmtheit nur durch erheblichen Kraftaufwand und mit elastischer Verformung im Stator bewegt werden kann.

**[0008]** Sitzt der Rotor hingegen mit Spiel in der Innenverzahnung des Stators tritt erhebliches Lecköl auf und schon bei kleinen Spalten ist die Funktion - nämlich das Drehen des Rotors - nicht mehr gegeben, da die Welle den Rotor führt und keine Abdichtung des Arbeitsmediums zwischen den Versorgungs- und den Entsorgungskammern mehr existiert.

**[0009]** Um eine druckschwankungsfreie Funktion zu gewährleisten, müssten die Geometrie des Stators, des Rotors, der Welle und die Positionierung zueinander im Betrieb ohne Abweichung derart exakt sein, dass dies dann nicht herstellbar ist.

**[0010]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile zu verbessern.

**[0011]** Die Aufgabe wird gelöst durch einen hydrostatischen Kreiskolbenmotor gemäß Anspruch 1.

**[0012]** Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen definiert.

**[0013]** Die Erfindung ermöglicht es, die benötigten Einzelteile in üblichen Toleranzlagen entsprechend herzustellen.

**[0014]** Ferner wird ermöglicht, dass in einem Stator Rotoren eingesetzt werden können, deren Größt- und Kleinstmaß der Außenverzahnung bis zu 0,1 mm von der theoretischen "Nulllinie" abweicht (siehe Figur 1).

**[0015]** Erfindungsgemäß wird ein hydrostatischer Kreiskolbenmotor beansprucht. Der Kreiskolbenmotor weist einen feststehenden Stator 1 mit einer Innenverzahnung auf, wobei die Innenverzahnung drehbar gelagerte Rollen 2 aufweist, die in Rollensitzen 7 angeordnet sind. Der Kreiskolbenmotor weist außerdem einen Rotor 3 auf, wobei die Rollensitze 7 eine geometrische Form aufweisen, die einen Kreisbogen KB aufweist a) mit Kreisbogenenden  $K_1$ ,  $K_2$ , b) mit dem Radius  $R_{KB}$  und c) einem Mittelpunkt  $M_{KB}$  und an den Kreisbogenenden  $K_1$ ,  $K_2$  jeweils eine von der Form des Kreisbogens KB abweichende weitere geometrische Form aufweist, deren Abstand A vom Mittelpunkt  $M_{KB}$  zu Punkten  $P_1$ ,  $P_2$  größer ist als der Radius  $R_{KB}$  des Kreisbogens KB, wobei die Punkte  $P_1$ ,  $P_2$  den Schnittpunkten der jeweils von der Form des Kreisbogens KB abweichenden weiteren geometrischen Form mit einer Begrenzungsfläche  $d_f$  der Innenverzahnung entsprechen.

**[0016]** Als Stator wird der feststehende, unbewegliche Teil einer Maschine verstanden.

**[0017]** Das Gegenstück zum Stator wird als Rotor bezeichnet, der den beweglichen, sich drehenden Teil der Maschine darstellt.

**[0018]** Der Stator weist eine Innenverzahnung auf. Die Innenverzahnung weist drehbar gelagerte Rollen auf, die wiederum in Rollensitzen des Stators angeordnet sind.

**[0019]** Der Radius der Rollen ist erfindungsgemäß kleiner als der Radius  $R_{KB}$  eines Mittelkreises mit dem Mittelpunkt  $M_{KB}$  des Rollensitzes. Dadurch wird der Rolle ein gewisses Spiel im Rollensitz ermöglicht.

**[0020]** Die Begrenzungsfläche  $d_f$  entspricht dabei dem Fußkreis der Statorinnenverzahnung.

**[0021]** Unter einer von der Form des Kreisbogens KB abweichenden weiteren geometrischen Form sind Geometrien zu verstehen, die von der Kreisform mit dem Radius  $R_{KB}$  abweichen.

**[0022]** Bevorzugt weist der hydrostatische Kreiskolbenmotor zusätzlich eine Welle auf.

**[0023]** Eine Welle ist ein, in ihrer einfachsten Form, stabförmiges Maschinenelement, das zum Weiterleiten von Drehbewegungen und Drehmomenten verwendet wird. Wellen übertragen im Unterschied zu Achsen ein Drehmoment und werden auf Torsion beansprucht.

**[0024]** Die Welle ist bevorzugt eine Hohlwelle, eine biegsame Welle, eine Kurbelwelle, eine Gelenkwelle (Kardanwelle) oder eine Taumelwelle.

**[0025]** Die Drehmomentübertragung an der Welle erfolgt bevorzugt mittels Stoff-, Form- oder Kraftschluss. Das bedeutet, dass die Anbindung der Drehmomentübertragung aus dem Rotor mittels steckbarer oder abwälzender Verzahnungen, Anschweißungen einer exzentrizitätsausgleichenden Welle, wie bspw. einer biegsamen Welle erfolgen kann. Bevorzugt sind auch Reibeläge, die den radialen Versatz aufnehmen oder mittels Elemente, wie Kugeln, in radial angeordneten Fenstern bzw. Langlochbohrungen, die eine Drehmomentübertragung oder -übersetzung ermöglichen.

**[0026]** Besonders bevorzugt ist die Welle eine zentrisch gelagerte Welle bzw. feste Welle. Vorteilhaft ist, dass der Kreiskolbenmotor besonders gut mit einer zentrisch gelagerten Welle arbeitet, die mit anderen Motoren überhaupt nicht benutzt werden könnte. Dabei ist eine konstante und entsprechend gleichmäßig ruhige Drehbewegung im Kreiskolbenmotor zu erreichen.

**[0027]** Bevorzugt ist die von der Form des Kreisbogens abweichende weitere geometrische Form derart ausgestaltet, dass sie beispielsweise eine kreisförmige Geometrie mit einem vom Kreisbogen unterschiedlichen Radius aufweist, tangential geradlinig an den Kreisbogenenden anschließt, kurvenförmig, parabelförmig, exponentiell verläuft oder weitere andere geometrische Formen umfasst.

**[0028]** Bevorzugt ist der Abstand  $A$  wenigstens um  $2/100$  mm und höchstens um  $3/100$  mm größer als der Radius des Kreisbogens ausgeführt.

**[0029]** Bevorzugt ist ein Abstand  $\Delta_{P_1P_3}$  zwischen dem ersten Schnittpunkt  $P_1$  und dem Punkt  $P_3$  vorgesehen. Ferner ist ein Abstand  $\Delta_{P_2P_4}$  zwischen dem zweiten

Schnittpunkt  $P_2$  und dem Punkt  $P_4$  vorgesehen. Die Punkte  $P_3$ ,  $P_4$  entsprechen dabei dem idealen Schnittpunkt des Kreisbogens mit der Begrenzungsfläche  $d_f$  der Innenverzahnung des Stators.

**[0030]** Besonders bevorzugt entspricht der Abstand  $\Delta_{P_1P_3}$ ,  $\Delta_{P_2P_4}$  wenigstens der Differenz zwischen dem Abstand  $A$  und dem Radius des Kreisbogens.

**[0031]** Bevorzugt schließt der Kreisbogen einen Winkel  $\beta$  von größer  $180^\circ$  ein.

**[0032]** Bevorzugt wird eine Strecke  $P_1K_1$  von einem Winkel  $\alpha_1$  und eine Strecke  $K_2P_2$  einem Winkel  $\alpha_2$  eingeschlossen. Die Winkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  sind bevorzugt gleich groß.

**[0033]** Bevorzugt weist der Rotor eine teilweise in die Innenverzahnung des Stators eingreifende Außenverzahnung auf. Ferner weist der Rotor eine Innenverzahnung auf.

**[0034]** Bevorzugt weist die zusätzliche Welle eine Außenverzahnung auf, die teilweise die Innenverzahnung des Rotors kämmt.

**[0035]** Bevorzugt ist eine Orbitbewegung mit dem Rotor derart ausführbar, dass mit Arbeitsfluid ver- und entsorgbare Zahnkammern zwischen der Innenverzahnung des Stators und der Außenverzahnung des Rotors befüllbar sind und zwischen den Rollensitzen des Stators und den Rollen der Innenverzahnung befüllbar sind.

**[0036]** Bevorzugt ist mittels Drehventil den Zahnkammern durch Versorgungsbohrungen einer Verteilerplatte Arbeitsfluid zuführbar und mittels Drehventil den Zahnkammern durch Entsorgungsbohrungen einer Verteilerplatte Arbeitsfluid abführbar.

**[0037]** Als Arbeitsfluide werden erfindungsgemäß Gase oder Flüssigkeiten, wie bspw. Öle verstanden.

**[0038]** Bevorzugt bilden sich auch mit Arbeitsfluid ver- und entsorgbare Bereiche zwischen den Rollensitzen des Stators und den Rollen der Innenverzahnung.

**[0039]** Bevorzugt ist der Rotor derart dimensioniert, dass bei Kontakt der Rollen mit der Außenverzahnung des Rotors, der Mittelpunkt des Durchmessers der Rollen eine Exzentrizität  $e$  zum Mittelpunkt des Durchmessers des Rollensitzes in der Innenverzahnung des Stators aufweist. D.h., dass sich infolge der Exzentrizität mit Arbeitsfluid ver- und entsorgbare Bereiche zwischen dem Rollensitz des Stators und den Rollen der Innenverzahnung bilden können.

**[0040]** Besonders bevorzugt weist der Rollensitz des Stators mindestens eine Kontaktfläche auf, an welcher die Rolle anliegen kann. Entsprechend kommt die Rolle an einer rechten oder einer linken Kontaktfläche am Rollensitz zum Anliegen.

**[0041]** Die mindestens eine Kontaktfläche kann erfindungsgemäß einen kreisförmigen Querschnitt, einen kurvenförmigen Querschnitt, einen trompetenförmigen Querschnitt oder einen geradlinigen Querschnitt zur Aufnahme der Rolle aufweisen.

**[0042]** Bevorzugt wird der Querschnitt der Rollensitze im Stator - aufgrund der Dimensionierung des Rotors - nicht vollständig von der Rolle verschlossen, so dass sich

ein Spalt  $s$  zwischen dem Rollensitz des Stators und der Rolle einstellt. Dieser Spalt resultiert aus der oben erwähnten Exzentrizität in Verbindung mit der entsprechenden Querschnittsgebung des Rollensitzes und der jeweiligen Ausbildung der Lagerflächen. Bei falscher, d.h. zu kleiner Dimensionierung des Rotors bzw. ohne Anbringen des Rotors im Kreiskolbenmotor hingegen wäre der Spalt  $s$  durch die Rolle verschließbar.

**[0043]** Das unter Hochdruck stehende Arbeitsfluid der Versorgungskammer kann durch den offenen Spalt zwischen der Rolle und ihrem bspw. trompetenförmigen Sitz im Stator eindringen und die Rolle exzentrisch abdichtend gegen ihren Statorsitz und einen Rotorzahn der Außenverzahnung des Rotors drücken.

**[0044]** Dadurch kann die Rollenabdichtposition innerhalb der oben genannten Gegebenheiten variieren und die bestehenden Toleranzen und sonstigen Positionsabweichungen ausgleichen.

**[0045]** Es ist somit immer eine Abdichtung zwischen Hochdruck und Niederdruck gegeben und ein Auftreten von Übermaß wird damit verhindert.

**[0046]** Bei entsprechender Drehung des Rotors stellt sich der Spalt auf der jeweils gegenüberliegenden Seite der Kontaktfläche in der Rollenabdichtposition ein.

**[0047]** Bei einer Drehung des Rotors bzw. bei einer Verschiebung eines Rotorzahnes des Rotors im Uhrzeigersinn stellt sich damit auf der linken Seite zwischen dem Rollensitz des Stators an der einen Kontaktfläche und der Rolle der Spalt ein.

**[0048]** Bei einer Drehung des Rotors bzw. bei einer Verschiebung eines Rotorzahnes des Rotors entgegen dem Uhrzeigersinn stellt sich auf der rechten Seite zwischen dem Rollensitz des Stators an der anderen Kontaktfläche und der Rolle der Spalt ein.

**[0049]** Bevorzugt ergibt sich ein Winkel  $\varphi$  von einer verlängerten Geraden eines Tangentenberührungspunktes der Rolle am Rollensitz im Stator zur theoretischen Langlochform des Rollensitzes.

**[0050]** Besonders bevorzugt gilt für den Winkel  $\varphi$  gilt  $-15^\circ \leq \varphi \leq +15^\circ$ . Dadurch kann die Rolle gerade nicht aus ihrem Rollensitz gleiten, die Exzentrizität ist aber genügend groß, die bestehenden Toleranzen und sonstigen Positionsabweichungen auszugleichen. Der Spalt ( $s$ ) ist erfindungsgemäß immer vorhanden.

**[0051]** Bevorzugt wird über ein Drehventil als Kommutator den Zahnkammern durch die Versorgungsbohrungen der Verteilerplatte das Arbeitsfluid mit einem ersten Druck zugeführt.

**[0052]** Das entspannte Arbeitsfluid wird mit einem zweiten Druck über die Entsorgungsbohrungen in gleicher Weise durch die Verteilerplatte und das Drehventil wieder abgeführt.

**[0053]** In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Rollen im Rollensitz kippbar gelagert. Die Rollen sind dabei so ausgebildet, dass ihre Enden "ballig" ausgebildet sind. Unter "ballig" ist eine Ausgestaltung zu verstehen, bei der die beiden Enden der Rollen nach außen gewölbt sind. Die Rollen sind so im Kreiskolbenmotor

angeordnet, dass sie in Längsrichtung einerseits vom Lagerflansch und andererseits von der Verteilerplatte begrenzt sind, wobei eine Kippbewegung ausführbar ist, ohne dabei Leckagen zu verursachen.

**[0054]** Das Spiel, welches sich auf Grund der Länge der Rolle im Verhältnis zur Statordicke einstellt, ermöglicht es, dass die Rolle in ihrem Sitz kippen kann, um auch eventuelle Winkelabweichungen auszugleichen.

**[0055]** Die Rolle muss sich, wie beschrieben, bewegen können, die entstehenden Spalte müssen aber noch so gering sein, dass der volumetrische Wirkungsgrad gewahrt bleibt.

**[0056]** Darüber hinaus ist es vorteilhaft für eine sehr konstante Drehmomentabgabe der Maschine, wenn in der Verteilerplatte die Versorgungsbohrungen der Zahnkammern so auf ihrem Teilkreis angeordnet sind, dass die Kompression zwischen dem Zahnkammervolumen zum Zeitpunkt, wenn die Zähne des Rotors die Versorgungsbohrungen gänzlich abdecken (hauptsächlich links und rechts des Rollendrehpunktes) und dem kleinsten entstehenden Zahnkammervolumen klein gehalten wird.

**[0057]** Die Zähne der Außenverzahnung des Rotors verschließen die Versorgungsbohrungen niemals gänzlich und wenn doch, dann nur für eine sehr kurze Zeit. Vorteilhaft sind die Versorgungsbohrungen nahe der Innenverzahnung des Stators angeordnet, d.h. in Richtung des Fußkreises der Innenverzahnung des Stators nach außen verschoben angeordnet.

**[0058]** So kann das eingeschlossene Arbeitsfluid in der Zahnkammer zusätzlich das Volumen der Versorgungsbohrung in der Verteilerplatte, bis zum absperrenden Drehventil, zur Verminderung der Kompression nutzen.

**[0059]** Dadurch werden die Druckspitzen abgemildert, die Komprimierungsenergie erheblich verringert und die Drehmomentschwankung geglättet. Die Druckschwankungen werden im hydrostatischen Kreiskolbenmotor folglich in einem erheblichen Maß reduziert.

**[0060]** Die Erfindung soll nun anhand von Zeichnungen beispielhaft weiter veranschaulicht werden. Hierbei zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung erfindungsgemäßen Vorrichtung eines hydrostatischen Kreiskolbenmotors,

Figur 2 eine schematische Darstellung eines Rollensitzes,

Figur 3 eine schematische Darstellung eines Details X aus der Figur 1 der erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Figur 4 eine schematische Darstellung eines Details Y aus der Figur 2 der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0061]** Die Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen hydrostatischen Kreiskolbenmotor mit einer zentrisch gelagerten durchgehenden Welle (4), ein als Abtrieb wirkendes Leistungsteil mit einem zentrischen, feststehenden Stator (1) und einem Kreiskolben als Rotor (3).

**[0062]** Der Stator (1) hat eine Innenverzahnung, der Rotor (3) weist eine teilweise in die Innenverzahnung des Stators (1) eingreifende Außenverzahnung (8) und eine Innenverzahnung (9) auf. Die Welle (4) kämmt mit ihrer Außenverzahnung (10) teilweise die Innenverzahnung (9) des Rotors (3).

**[0063]** Der Rotor (3) ist zum Ausführen einer Orbitbewegung derart exzentrisch angeordnet und entsprechend dimensioniert, dass sich mit Arbeitsfluid ver- und entsorgbare Zahnkammern zwischen der Innenverzahnung des Stators (1) und der Außenverzahnung (8) des Rotors (3) bilden.

**[0064]** Die Zähne der Innenverzahnung des Stators (1) sind als Rollen (2) ausgebildet. Über das Drehventil (6) als Kommutator wird den Zahnkammern durch die Versorgungsbohrungen der Verteilerplatte (5) das Arbeitsfluid mit dem Druck ( $p_1$ ) zugeführt.

**[0065]** Das entspannte Arbeitsfluid wird mit dem Druck ( $p_2$ ) über die Entsorgungsbohrungen in gleicher Weise durch die Verteilerplatte (5) und das Drehventil (6) wieder abgeführt.

**[0066]** Die Teilung Hochdruck - Niederdruck ist ebenfalls in Figur 1 entlang der senkrechten Maschinenmittellinie dargestellt. Durch seine exzentrische Lage wird der Rotor (3) durch die resultierende Druckkraft ( $F_p$ ) des Arbeitsfluids in den Zahnkammern mit Hochdruck um den Rollendrehpunkt mit der Stützkraft ( $F_s$ ) mit seiner Innenverzahnung gegen die Außenverzahnung der Welle (4) gedrückt und erzeugt die das Wellendrehmoment bildende Kraft ( $F_M$ ).

**[0067]** In Figur 2 ist eine schematische Darstellung eines Rollensitzes dargestellt. Der Rollensitz (7) weist eine geometrische Form auf, die einen Kreisbogen (KB) mit Kreisbogenenden ( $K_1, K_2$ ), mit dem Radius ( $R_{KB}$ ) und einem Mittelpunkt ( $M_{KB}$ ) umfasst. Ein Winkel ( $\beta$ ) des Kreisbogens ist vorliegend mit  $195^\circ$  gewählt. Der Kreisbogen endet an den Punkten ( $K_1$ ) und ( $K_2$ ). Die Punkte ( $K_1$ ) und ( $K_2$ ) liegen auf einer Kreislinie ( $d_0$ ), die alle Mittelpunkte ( $M_{KB}$ ) der Rollensitze (7) verbindet.

**[0068]** An den Kreisbogenenden ( $K_1, K_2$ ) schließt beidseitig eine Gerade derart an, dass die Kreisbogenenden tangential geradlinig verlängert werden. Bei dem gewählten Winkel ( $\beta$ ) von  $< 180^\circ$  des Kreisbogens und den daran anschließenden Geraden stellt sich eine geometrische Form ein, die im Folgenden als "trompetenförmig" bezeichnet wird.

**[0069]** Die geradlinige Verlängerung geht von den Kreisbogenenden ( $K_1, K_2$ ) bis zu den Punkten ( $P_1, P_2$ ). Die Punkte ( $P_1, P_2$ ), entsprechen den Schnittpunkten der jeweils von der Form des Kreisbogens (KB) abweichenden weiteren geometrischen Form (hier den Geraden) mit einer Begrenzungsfläche ( $d_f$ ) der Innenverzahnung. Dabei ist der Abstand ( $A$ ) vom Mittelpunkt ( $M_{KB}$ ) zu Punk-

ten ( $P_1, P_2$ ) größer als der Radius ( $R_{KB}$ ) des Kreisbogens (KB).

**[0070]** Die Punkte ( $P_3, P_4$ ) entsprechen dem idealen Schnittpunkt des Kreisbogens (KB) mit der Begrenzungsfläche ( $d_f$ ) der Innenverzahnung des Stators (1). Ein Abstand ( $\Delta_{P_1P_3}$ ) zwischen dem Punkt ( $P_1$ ) und dem Punkt ( $P_3$ ) und ein Abstand ( $\Delta_{P_2P_4}$ ) zwischen dem Punkt ( $P_2$ ) und dem Punkt ( $P_4$ ) ist entsprechend vorhanden. Vorliegend beträgt der Abstand ( $\Delta_{P_1P_3}, \Delta_{P_2P_4}$ ) wenigstens der Differenz zwischen dem Abstand ( $A$ ) und dem Radius ( $R_{KB}$ ) des Kreisbogens (KB).

**[0071]** Ferner wird ein Winkel ( $\alpha_1$ ) zwischen den Schnittpunkten ( $P_1, P_2$ ) und den Kreisbogenenden ( $K_1, K_2$ ) eingeschlossen. Der Winkel tritt beidseitig auf und beträgt jeweils ca.  $25^\circ$ .

**[0072]** In Figur 3 ist eine schematische Darstellung eines Details X aus der Figur 1 der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt

**[0073]** Die Rolle (2) weist einen Durchmesser auf, der so dimensioniert ist, dass die Rolle (2) in Ihrem Sitz im jeweiligen Stator (1) ein geeignetes Spiel aufweist. Der Rollensitz (7) im Stator (1) ist, wie in Figur 2 dargestellt, "trompetenförmig" ausgeführt. Der Rotor (3) ist derart dimensioniert, dass, wenn die Rollen (2) im Kontakt mit dem Zahnkopfkreis des Rotors (3) stehen, der Mittelpunkt des Rollendurchmessers exzentrisch ( $e$ ) vor dem Mittelpunkt des Rollensitzdurchmessers liegt und der Rollenaußendurchmesser nicht die Trompetenöffnung des Rollensitzes (7) verschließt, so dass immer ein geeigneter Spalt ( $s$ ) verbleibt. Die Länge der Rollen (2) weist zur Statordicke ein geeignetes Spiel auf und hat die gleichen Abmessungen wie die Rotordicke.

**[0074]** Das unter Hochdruck stehende Arbeitsfluid der Versorgungskammer kann durch den offenen Spalt ( $s$ ) zwischen der Rolle (2) und ihrem trompetenförmigen Sitz im Stator (1) eindringen und die Rolle (2) exzentrisch abdichtend gegen ihren Statorsitz (Abdichtposition  $Pk_2$ ) und den Rotorzahn ( $Pk_1$ ) drücken.

**[0075]** Dadurch kann die Rollenabdichtposition ( $Pk$ ) innerhalb der oben genannten Gegebenheiten variieren und die bestehenden Toleranzen und sonstigen Positionsabweichungen ausgleichen. Damit ist immer eine Abdichtung zwischen Hochdruck und Niederdruck gegeben und ein Auftreten von Übermaß ist dadurch vermeidbar.

**[0076]** Durch den Einsatz einer geeigneten Verzahnung bringt der Rotor (3) eine zusätzliche Kraft auf die Rolle (2) auf, die diese in ihre Abdichtposition ( $Pk_2$ ) in einen Statorsitz drückt, da die Rolle (2) sich exzentrisch ( $e$ ) vor ihrer theoretischen "Abrollposition" im Statorsitz befindet.

**[0077]** Die Geometrie der Kontaktfläche (11, 12) in der Rollenabdichtposition ( $Pk_2$ ) im Stator ist "trompetenförmig" ausgeführt. Eine entsprechende Formgebung kann z.B. durch eine Kurve, durch Kreisbögen, durch Geraden oder andere geometrische Formen geschehen. Die Ausführung ist links und rechts (wegen Links- und Rechtslauf der Maschine) auszuführen.

**[0078]** In der beispielhaft dargestellten Ausführung als

Gerade, wird ein Tangentenberührungspunkt am Rollensitz (7) im Stator (1) ermittelt und die verbleibende Strecke von diesem bis zum Fußkreis der Stator-Innenverzahnung als Gerade ausgeführt.

**[0079]** Die Abweichung der Geraden von einer theoretischen Langlochform bildet den Winkel ( $\varphi$ ). Gemäß der Figur 3 bzw. Figur 4 (Detail Y) liegt der Tangentenberührungspunkt (TP) am Rollensitz (7) im Stator (1) auf Höhe des Schnittpunktes des Teilkreises ( $d_0$ ) der Statorrollensitze mit dem Umfang des Rollensitzes (7) im Stator (1), wobei der Winkel ( $\varphi$ ) zwischen  $-15^\circ$  und  $+15^\circ$  ausgeführt ist. Der Teilkreis ( $d_0$ ) verläuft dabei durch sämtliche Mittelpunkte ( $M_{KB}$ ) der Rollensitze.

**[0080]** Dadurch kann die Rolle (2) gerade (noch) nicht aus ihrem Sitz gleiten. Die mögliche exzentrische Position ( $e$ ) ist aber genügend groß die bestehenden Toleranzen und sonstigen Positionsabweichungen auszugleichen. Der Spalt ( $s$ ) ist dabei immer vorhanden. (Alternativ zur Geraden mit dem Winkel ( $\varphi$ ) ist auch ein Kurvenzug und ein Kreisbogen in Figur 4 dargestellt.)

**[0081]** Wie bereits oben beschrieben, ermöglicht das Spiel auf Grund der Länge der Rollen (2) im Verhältnis zur Statordicke, dass die entsprechende Rolle (2) in ihrem Sitz (7) kippen kann, um auch eventuelle Winkelabweichungen auszugleichen.

**[0082]** Die Rolle (2) muss sich bewegen können, die entstehenden Spalte ( $s$ ) müssen aber noch so gering sein, dass der volumetrische Wirkungsgrad dennoch gewahrt bleibt.

**[0083]** Gemäß Figur 1 ist es für eine sehr konstante Drehmomentabgabe der Maschine vorteilhaft, wenn in der Verteilerplatte (5) die Versorgungsbohrungen (13.1, 13.2, 13.3, etc.) der Zahnkammern so auf ihrem Teilkreis angeordnet sind, dass die Kompression zwischen dem Zahnkammervolumen zum Zeitpunkt, wenn die Zähne des Rotors (3) die Versorgungsbohrungen gänzlich abdecken und dem kleinsten entstehenden Zahnkammervolumen klein gehalten wird.

**[0084]** Die Zähne der Außenverzahnung (8) des Rotors (3) verschließen die Versorgungsbohrungen nicht gänzlich, so dass ein geringer Spalt vorhanden bleibt. So kann das eingeschlossene Arbeitsfluid (VT) in der Zahnkammer zusätzlich das Volumen der Versorgungsbohrung in der Verteilerplatte (5), bis zum absperrenden Drehventil (6), zur Verminderung der Kompression nutzen, so dass die Druckschwankungen minimiert werden.

Bezugszeichenliste

**[0085]**

1 Stator  
2 Rolle  
3 Rotor  
4 Welle

5	Verteilerplatte
6	Drehventil
5 7	Rollensitz
8	Außenverzahnung des Rotors
9	Innenverzahnung des Rotors
10	Außenverzahnung der Welle
11	Kontaktfläche
15 12	Kontaktfläche
13.1	Versorgungsbohrung
13.2	Versorgungsbohrung
20 13.3	Versorgungsbohrung
KB	Kreisbogen
25 A	Abstand
K <sub>1</sub>	Kreisbogenende
K <sub>2</sub>	Kreisbogenende
30 R <sub>KH</sub>	Kreisbogenradius
M <sub>KB</sub>	Kreisbogenmittelpunkt
35 P <sub>1</sub>	Schnittpunkt
P <sub>2</sub>	Schnittpunkt
P <sub>3</sub>	Punkt
40 P <sub>4</sub>	Punkt
R'	Radius
45 $\Delta_{P1P3}$	Abstand
$\Delta_{P2P4}$	Abstand
VT	Arbeitsfluid
50 p <sub>1</sub>	Druck
p <sub>2</sub>	Druck
55 s	Spalt
e	Exzentrizität

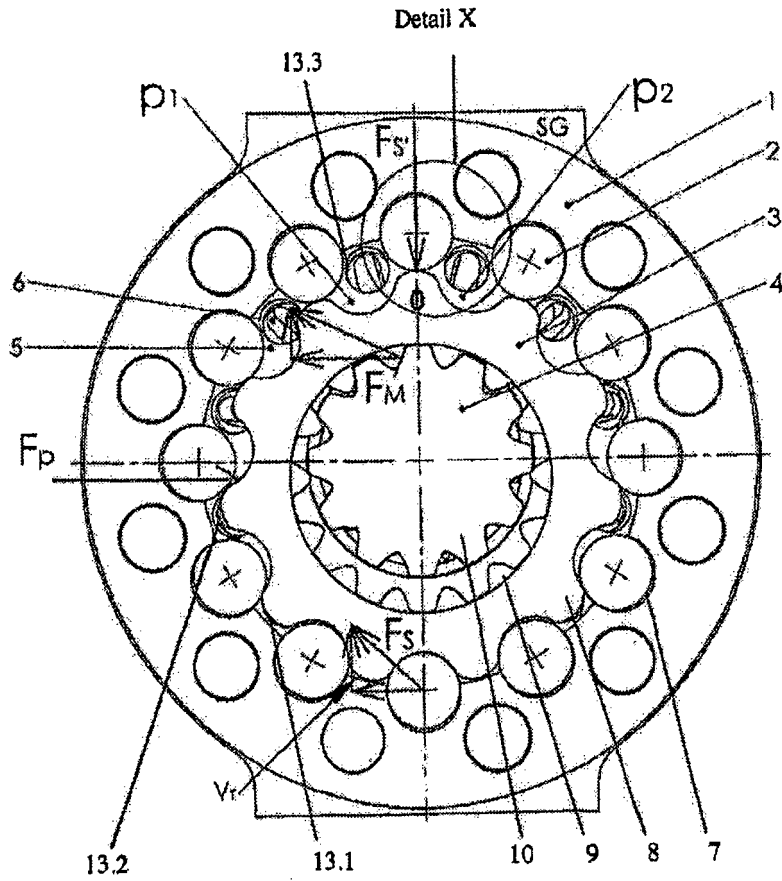
PK <sub>1</sub>	Rotorzahn		(K <sub>1</sub> , K <sub>2</sub> ) anschließt, - kurvenförmig ist oder
PK <sub>2</sub>	Rollenabdichtposition		- andere geometrische Formen umfasst.
FP	Druckkraft	5	4. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Abstand (A) wenigstens um 2/100 mm und höchstens um 3/100 mm größer als der Radius (R <sub>KB</sub> ).
FM	Kraft aus Wellendrehmoment		
FS	Stützkraft		
TP	Tangentenberührungspunkt	10	5. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach einem der vorherigen Ansprüche, aufweisend
d <sub>0</sub>	Teilkreis der Statorrollensitze		- einen Abstand ( $\Delta_{P_1P_3}$ ) zwischen dem Punkt (P <sub>1</sub> ) und dem Punkt (P <sub>3</sub> ) und
d <sub>f</sub>	Begrenzungsfläche der Innenverzahnung	15	- einen Abstand $\Delta_{P_2P_4}$ zwischen dem Punkt (P <sub>2</sub> ) und dem Punkt (P <sub>4</sub> ) wobei die Punkte (P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub> ) dem idealen Schnittpunkt des Kreisbogens (KB) mit der Begrenzungsfläche (d <sub>f</sub> ) der Innenverzahnung des Stators (1) entsprechen.

### Patentansprüche

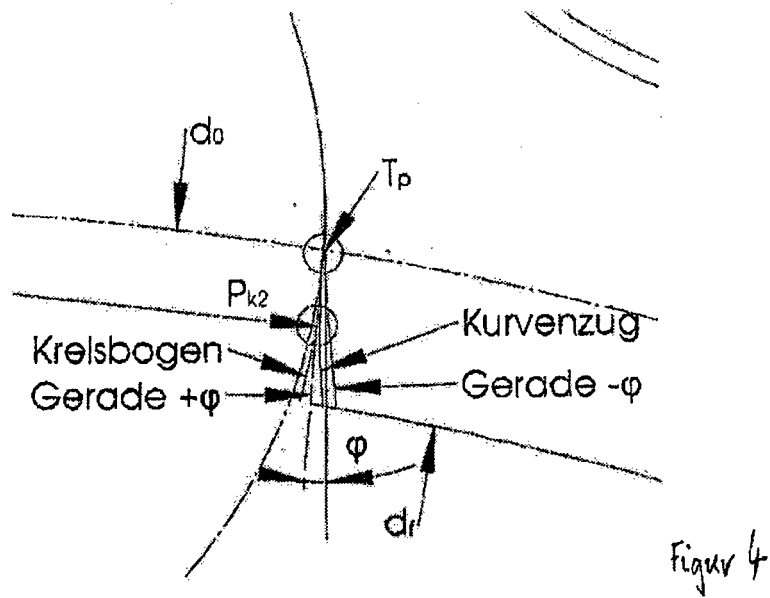
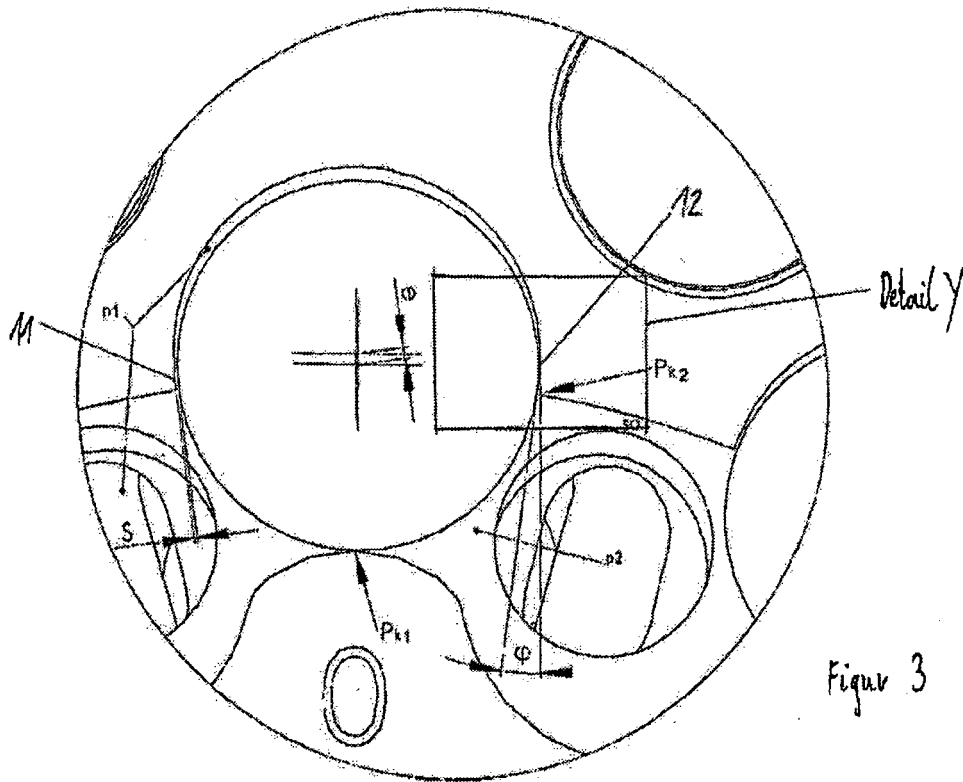
1. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor aufweisend 20
  - einen feststehenden Stator (1) mit einer Innenverzahnung, wobei die Innenverzahnung drehbar gelagerte Rollen (2) aufweist, die in Rollensitzen (7) angeordnet sind und
  - einen Rotor (3)
  - wobei die Rollensitze (7) eine geometrische Form aufweisen, die
  - einen Kreisbogen (KB) aufweist
  - a) mit Kreisbogenenden (K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>)
  - b) mit dem Radius (R<sub>KB</sub>) und
  - c) einem Mittelpunkt (M<sub>KB</sub>) und
  - an den Kreisbogenenden (K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>) jeweils eine von der Form des Kreisbogens (KB) abweichende weitere geometrische Form aufweist, deren Abstand (A) vom Mittelpunkt (M<sub>KB</sub>) zu Punkten (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>) größer ist als der Radius (R<sub>KB</sub>) des Kreisbogens (KB), wobei die Punkte (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>) den Schnittpunkten der jeweils von der Form des Kreisbogens (KB) abweichenden weiteren geometrischen Form mit einer Begrenzungsfläche (d<sub>f</sub>) der Innenverzahnung entsprechen.
2. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach Anspruch 1, wobei der Kreiskolbenmotor zusätzlich eine Welle (4) aufweist.
3. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die von der Form des Kreisbogens (KB) abweichende weitere geometrische Form derart ausgestaltet ist, dass sie
  - eine kreisförmige Geometrie mit einem vom Kreisbogen (KR) unterschiedlichen Radius (R') aufweist,
  - tangential geradlinig an den Kreisbogenenden
6. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach Anspruch 5, wobei der Abstand ( $\Delta_{P_1P_3}$ ,  $\Delta_{P_2P_4}$ ) wenigstens der Differenz zwischen dem Abstand (A) und dem Radius (R<sub>KB</sub>) des Kreisbogens (KB) entspricht.
7. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Kreisbogen (KB) einen Winkel ( $\beta$ ) von  $\geq 180^\circ$  einschließt.
8. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei eine Strecke (P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>) einen Winkel ( $\alpha_1$ ) und eine Strecke (K<sub>2</sub>P<sub>2</sub>) einen Winkel ( $\alpha_2$ ) einschließt.
9. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei
  - der Rotor (3) eine teilweise in die Innenverzahnung des Stators (1) eingreifende Außenverzahnung (8) aufweist und der Rotor (3) eine Innenverzahnung (9) aufweist und
  - die zusätzliche Welle (4) eine Außenverzahnung (10) aufweist, die teilweise die Innenverzahnung (9) des Rotors (3) kämmt.
10. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Rotor (3) derart dimensioniert ist, dass bei Kontakt der Rollen (2) mit der Außenverzahnung (8) des Rotors (3), der Mittelpunkt des Durchmessers der Rollen (2) eine Exzentrizität (e) zum Mittelpunkt (M<sub>KB</sub>) des Kreisbogens (KB) des Rollensitzes (7) in der Innenverzahnung des Stators (1) aufweist.
11. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach Anspruch 10, wobei der Querschnitt der Rollensitze (7) im Stator (1) nicht vollständig von der Rolle (2) verschlos-

sen wird, so dass sich ein Spalt (s) zwischen dem Rollensitz (7) des Stators (1) und der Rolle (2) einstellt.

12. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach Anspruch 11, wobei bei entsprechender Verschiebung eines Rotorzahnes ( $PK_1$ ) des Rotors (3) der Spalt (s) auf der jeweils gegenüberliegenden Seite einer Kontaktfläche (11,12) einstellbar ist. 5  
10
13. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei sich ein Winkel ( $\varphi$ ) von einer verlängerten Geraden eines Tangentenberührungspunkts (TP) der Rolle (2) am Rollensitz (7) im Stator (1) zur theoretischen Langlochform des Rollensitzes (7) ergibt. 15  
20
14. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach Anspruch 13, wobei für den Winkel ( $\varphi$ ) gilt  $-15^\circ \leq \varphi \leq +15^\circ$ . 20  
25
15. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei Versorgungsbohrungen (13.1, 13.2, 13.3) nicht vollständig vom Rotor (3) abdeckbar sind. 25  
30
16. Hydrostatischer Kreiskolbenmotor nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Rollen (2) im Rollensitz (7) kippbar gelagert sind und an ihren Enden ballig ausgebildet sind. 30  
35  
40  
45  
50  
55







**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 1074740 B1 [0003]
- WO 2006010471 A1 [0005]