



(11) **EP 2 690 252 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**29.01.2014 Patentblatt 2014/05**

(51) Int Cl.:  
**F01C 21/10<sup>(2006.01)</sup> F04C 2/10<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **12177581.1**

(22) Anmeldetag: **24.07.2012**

(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**

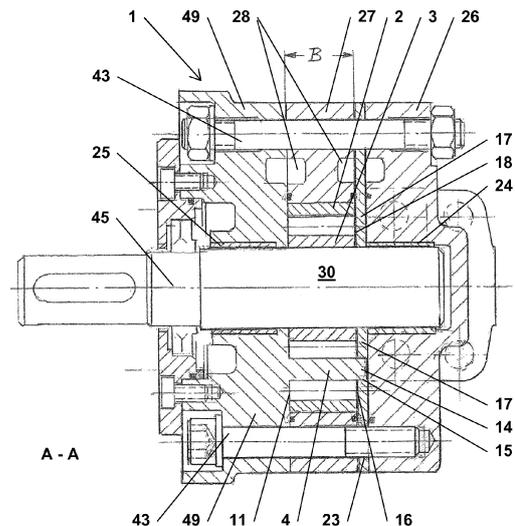
(72) Erfinder: **Eisenmann, Siegfried A.**  
**88326 Aulendorf (DE)**

(74) Vertreter: **Harmann, Bernd-Günther**  
**Kaminski Harmann**  
**Patentanwälte AG**  
**Landstrasse 124**  
**9490 Vaduz (LI)**

(71) Anmelder: **Eisenmann, Siegfried A.**  
**88326 Aulendorf (DE)**

(54) **Trochoiden-Innenzahnradmaschine**

(57) Die Offenbarung betrifft eine Trochoiden-Innenzahnradmaschine zum Betreiben als Hydraulikpumpe oder Hydraulikmotor. Sie umfasst einen in einem Gehäuse (1) drehbar gelagerten, innenverzahnten Aussenläufer (2) mit einer Trochoidenverzahnung mit neun bis fünfzehn Zähnen und einen exzentrisch zu dem Aussenläufer (2) um eine zweite Achse (45) drehbar gelagerten, mit dem Aussenläufer (2) kämmenden, aussenverzahnten Innenläufer (3). Ein angenähert halbmondförmiges Füllstück (4) ist mit dem Gehäuse (1) bewegungsfest gekoppelt und füllt einen freien Raum zwischen den Zahnkopfkreiszyylinderflächen (5, 6) des Innenläufers (3) und des Aussenläufers (2) auf dem überwiegenden Teil seiner Länge in Umfangsrichtung aus. Die Differenz der Zahnzahlen zwischen dem Aussenläufer (2) und dem Innenläufer (3) ist gleich drei. Die Zahnzahlen des Aussenläufers (2) und des Innenläufers (3) sind jeweils durch 3 teilbar. Das Zahnflankenprofil des Aussenläufers (2) ist von einer der Zahnzahl des Aussenläufers (2) entsprechenden Anzahl an geometrischen Flachkreisen (10) gebildet, die jeweils eine aus drei benachbarten Zähnen (46, 47, 48) bestehende Zahngruppe (38) des Aussenläufers (2) überspannen und jeweils die einander abgewandten Zahnflanken (7, 8) der beiden äusseren Zähne (46, 48) der Zahngruppe (38) definieren. Gemäss der Offenbarung ist das Füllstück (4) einstückig mit der ersten Wand (11) ausgebildet und es ragt mit einem Teilabschnitt (14) in eine Ausnehmung (15) in eine gegenüberliegende zweite Wand (16) passgenau hinein.



**FIG. 2**

**EP 2 690 252 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Trochoiden-Innenzahnradmaschine zum Betreiben als Hydraulikpumpe oder Hydraulikmotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Solche Trochoiden-Innenzahnradmaschinen zeichnen sich durch eine vorteilhafte zentrische Bauweise bei verhältnismässig kleiner Zähnezahldifferenz zwischen dem Aussenläufer und dem Innenläufer, durch eine günstige, langgezogene Zahneingriffslinie und somit durch einen geräuscharmen Lauf des Zahnradgetriebes aus. Im Falle der Verwendung dieser Maschine als Hydraulikpumpe oder als Hydraulikmotor entstehen noch weitere Vorteile, nämlich kleine Förder- und somit kleine Druckpulsationen. Bei derartigen Trochoiden-Innenzahnradmaschinen handelt es sich um die leisesten bekannten Hydraulik-Zahnradmaschinen.

**[0003]** Bekannte hydrostatische Zahnradmaschinen nach dem Oberbegriff besitzen einen eine Trochoidenverzahnung aufweisenden innenverzahnten Aussenläufer, auch Hohlrad genannt, von vorzugsweise neun bis fünfzehn Zähnen, deren Zahnfußbreite vorzugsweise etwa gleich der doppelten Zahnlückenbreite am Fuskreis ist und wobei der Abstand der einander zugekehrten Flanken benachbarter Zähne des Hohlrades auf dem Teilkreis gemessen dem Abstand der Zahnflanken eines Zahnes des Hohlrades auf dem Teilkreis gemessen vorzugsweise etwa gleich ist, mit einem vorzugsweise zwei oder drei Zähne weniger als das Hohlrad aufweisenden aussenverzahnten Innenläufer, auch Ritzel genannt, das mit dem Hohlrad kämmt. Das wirksame Zahnprofil des einen Rades, also des Hohlrades oder des Ritzels, ist gleich dem durch Abrollen dieses Rades am andern Rad bestimmten Profil. In dem der Stelle tiefsten Zahneingriffs gegenüberliegenden freien Raum zwischen den Kopfkreisen der Zahnräder ist ein Füllstück angeordnet, an dem die Zahnkopfflächen der Zahnräder dichtend entlang gleiten. Der Ausdruck "Trochoidenverzahnung" soll hier nicht nur eine Trochoidenverzahnung im eigentlichen Sinn bezeichnen, sondern auch eine solche, bei der mindestens ein Rad eine Zykloidenverzahnung oder eine Kreisbogenverzahnung aufweist, da bei letzterer das Zahnflankenprofil dem einer Trochoidenverzahnung im eigentlichen Sinn sehr ähnlich ist. Ferner kann bei der Erfindung die Trochoidenform der Zahnflanken auch durch andere ähnliche Kurven ersetzt werden, da es weniger auf eine Trochoidenform der Zahnflanken als auf die bei einer Trochoidenverzahnung in der Regel entstehende "ungefähre" Zahnform ankommt. Eine derartige Trochoiden-Innenzahnradmaschine, auf welcher die vorliegende Erfindung aufbaut, ist aus den österreichischen Patentschriften Nr. AT 330 582 B und AT 358 932 B bekannt.

**[0004]** Die dort veröffentlichten Ausführungen besitzen eine Zähnezahldifferenz von vorzugsweise zwei oder gegebenenfalls auch drei Zähnen zwischen dem Aussenläufer bzw. dem Hohlrad und dem Innenläufer

bzw. dem Ritzel. Im Falle einer Zähnezahldifferenz von zwei ist der freie Raum zwischen den Zahnkopfkreisen an der Stelle gegenüber dem tiefsten Zahneingriff sehr schmal, sodass das dort angeordnete Füllstück sehr dünn ist. Ausserdem ist die Anzahl der Abdichtstellen entlang dem Füllstück durch die dort entlang gleitenden Zähne des Innenläufers und des Aussenläufers nur zwischen zwei und drei am Innenläufer und zwischen drei und vier am Aussenläufer.

**[0005]** Das Füllstück muss genau und unverrückbar im Gehäuse sitzen. Aus der AT 330 582 B ist eine Befestigung des Füllstücks bekannt, wobei das Füllstück nahe seinen beiden in Umfangsrichtung der Zahnradmaschine gelegenen Enden axiale Vorsprünge oder, anders ausgedrückt, in seinem mittleren Bereich zwei Ausklinkungen aufweist. Die zu beiden Seiten der Ausklinkungen liegenden Vorsprünge sind in zwei genau komplementär geformte Öffnungen der beiden den Förderraum der Pumpe in Axialrichtung begrenzenden ebenen Stirnflächen der Stirnplatten eingepresst. Die Vorsprünge zu beiden Seiten der Ausklinkungen können in die Aussparungen auch eingeklebt oder eingelötet sein. Das Füllstück besteht vorzugsweise aus einem mit gehärtetem Stahl gut gleitenden aber weicheren Werkstoff, wie z.B. einer entsprechenden Gleitbronze.

**[0006]** Soll diese Maschine mit hohen Arbeitsdrücken betrieben werden, ist die Befestigung des Füllstücks links und rechts in den Gehäusewänden sowohl in radialer als auch in Umfangsrichtung hohen Belastungen ausgesetzt. Wegen der radialen Druckdifferenzen zwischen den dort vorhandenen Zahnkammern des Innenläufers innerhalb des Füllstücks und den Zahnkammern des Aussenläufers ausserhalb des Füllstücks muss das Füllstück aus einer hochfesten Gleitlagerlegierung hergestellt werden, um die Biegeschwingen dauernd zu ertragen. Wie in der Figur 4 der österreichischen Patentschriften Nr. AT 330 582 B erkennbar, ist die Gestaltung des Füllstücks und vor allem die Verankerung dessen in den Seitenwänden sehr komplex und teuer.

**[0007]** In der Praxis hat sich eine Zähnezahldifferenz von zwei in Kombination mit der beschriebenen Befestigungsmethode des Füllstücks als vorteilhaft herausgestellt, da das Füllstück in diesem Falle eine geringere Dicke aufweist, geringeren Belastungen ausgesetzt ist und die in der AT 330 582 B beschriebene Befestigung der Vorsprünge des Füllstücks in den Aussparungen im Gehäuse somit vor einem Ausschlagen geschützt wird.

**[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es, die aus dem Stand der Technik bekannte Trochoiden-Innenzahnradmaschine derart zu verbessern, dass sie sich durch einen einfacheren Aufbau, einen geringeren Herstellungsaufwand, einen reduzierten Geräuschpegel, einen erhöhten volumetrischen Wirkungsgrad und eine erhöhte Druckleistung auszeichnet.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch die Verwirklichung der Merkmale des unabhängigen Anspruchs gelöst. Merkmale, die die Erfindung in alternativer oder vorteilhafter Weise weiterbilden, sind den abhängigen Patent-

ansprüchen zu entnehmen.

**[0010]** Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass eine Erhöhung der Zähnezahldifferenz zwischen der Zähnezahldifferenz der Innenverzahnung des Aussenläufers und der Zähnezahldifferenz der Aussenverzahnung des Innenläufers von zwei auf drei erhebliche Vorteile mit sich bringt.

**[0011]** Eine derartige Zähnezahldifferenz bewirkt, dass der Druckanstieg entlang dem Füllstück wesentlich kleiner ist, die Eingriffslinie aufgrund grösserer Zahnflankenkreise günstiger ist und sich die Zahnflankenpressung am Zahneingriff reduziert. Dies führt zu einem extrem niedrigen Geräuschpegel bei Betrieb der Maschine.

**[0012]** Aufgrund doppelt so vieler Absichtstellen entlang dem Füllstück in Umfangsrichtung und kleinerer axialer volumetrischer Verluste zur Welle hin im Axialspalt erhöht sich der volumetrische Wirkungsgrad erheblich. Zudem wird das Füllstück wesentlich stabiler.

**[0013]** Verglichen mit einer herkömmlichen Trochoiden-Innenzahnradmaschine mit einer Zähnezahldifferenz von zwei und einem Übersetzungsverhältnis von 11:9 zwischen Aussenläufer und Innenläufer weist eine Maschine mit der Zähnezahldifferenz von drei und einem Übersetzungsverhältnis von 12:9 eine um 16% geringere Drehzahl des Hohlrades auf, da das Quadrat aus  $(9:12) \times (11:9)$  gleich 0,8403. Hierdurch wird die Reibleistung erheblich reduziert, so dass der mechanische Wirkungsgrad verbessert wird.

**[0014]** Aufgrund kleinerer spezifischer Pressung an den Wellenlagern, doppelt so vieler Abdichtstellen entlang des Füllstücks, einer wesentlich kleineren Striebeck'schen Pressung an den Zahnflanken im Zahneingriff, einer kleineren Wellendurchbiegung und somit weniger Kantenträger-Gefahren bei den Wellenlagern ist es möglich, die Druckleistung der Trochoiden-Innenzahnradmaschine auf bis zu 200 bis 250 bar zu erhöhen.

**[0015]** In der Fachwelt galt bisher eine derartige Trochoiden-Innenzahnradmaschine mit einer von zwei auf drei erhöhten Zähnezahldifferenz als praktisch nicht herstellbar. Die Befestigung des Füllstücks am Gehäuse stellt bereits bei einer Maschine mit einer Zähnezahldifferenz von zwei eine erhebliche Herausforderung dar. Wie in der AT 330 582 B dargestellt muss das Füllstück genau und unverrückbar im Gehäuse sitzen. Die in der AT 330 582 B beschriebene Befestigung eignet sich für ein relativ schmales und geringeren Belastungen ausgesetztes Füllstück. Da das Füllstück bei einer Zähnezahldifferenz von zwei wesentlich schmaler ist als bei einer Zähnezahldifferenz von drei und die Befestigung des Füllstücks bereits bei einer Zähnezahldifferenz von zwei eine grosse Herausforderung darstellt, die mit hohen Fertigungs- und Montagekosten verbunden ist, gilt eine langlebige Trochoiden-Innenzahnradmaschine mit drei Zähnen Differenz in der Serienfertigung seit Offenbarung der in der AT 330 582 B und der AT 358 932 B beschriebenen Erfindung gegen Ende der 70er Jahre nach wie vor als nicht umsetzbar.

**[0016]** Zwischen dem Aussenläufer und dem Innenläufer werden durch eine erste Wand und eine zweite

Wand axial begrenzte Zahnräume gebildet.

**[0017]** Erfindungsgemäss wird das Füllstück einstückig mit der ersten Wand ausgebildet. In anderen Worten stellt das Füllstück gemäss der Erfindung kein gesondertes Teil dar, welches mit der ersten Wand fest und unbeweglich verbunden werden muss, sondern das Füllstück ist selbst Teil der ersten Wand. Vorzugsweise bildet die erste Wand wiederum einen Teil des Gehäuses, so dass das Füllstück einstückig mit der ersten Gehäusewand und somit einem Teil des Gehäuses der Trochoiden-Innenzahnradmaschine verbunden ist.

**[0018]** Durch die einstückige Anbindung des Füllstücks an eine der Wände, insbesondere an eine der Gehäusewände, entfällt eine Verankerung dessen in Umfangsrichtung im Gegensatz zu der vorbekannten Maschine. Erfahrungen aus der Vergangenheit zeigen eine Kerbwirkung beim Übergang des Füllstücks in die Gehäusewand. Um eine Kerbwirkung beim Übergang des Füllstücks in die Gehäusewand zu vermeiden, ist es vorteilhaft, dass die Füllstücksenden in Umfangsrichtung mit einem ausreichenden Radius in die Gehäusewand übergehen.

**[0019]** Wegen der bereits oben erwähnten Biegeschwingungen auf das Füllstück ist es für den Betrieb der Maschine als Hochdruckmaschine von grossem Vorteil, wenn das Füllstück in axialer Richtung etwas länger ausgebildet ist als die Breite des Laufsatzes, sodass es zur Abstützung an seinem freien Ende in eine Ausnehmung in die gegenüberliegende Wand, insbesondere die gegenüberliegende Gehäusewand, hineinragen kann. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn die unmittelbar an den Laufsatz angrenzende Gehäusewand aus einer verhältnismässig dünner dimensionierten Stahlplatte besteht, die laufsatzseitig mit einer Gleitlager-Laufschicht versehen ist. Kostengünstig ist diese Laufschicht als eine aus einer Aluminium-Zinn-Schicht ausgeführt, die im Walzplattierverfahren durch atomare Verbindung mit der Stahlplatte verbunden ist. In diese Zwischenplatte kann nun eine Ausnehmung gestanzt werden, die das freie Ende des Füllstücks passgenau aufnehmen kann, sodass dieses äusserst stabil gegen Radialschwingungen abgestützt ist. Diese stanzbare Zwischenplatte hat ausserdem den Vorteil, dass formgenau dimensionierte Saug- und Drucknieren für die Befüllung und Entleerung der Förderzellen des Laufsatzes kostengünstig hergestellt werden können.

**[0020]** Im Folgenden wird die Erfindung allgemein beschrieben.

**[0021]** Die erfindungsgemässe Trochoiden-Innenzahnradmaschine, im Folgenden auch kurz als Maschine bezeichnet, eignet sich sowohl als Hydraulikpumpe, wobei die Welle der Maschine zur Erzeugung eines Hydraulikflusses angetrieben wird, als auch als Hydraulikmotor, wobei die Maschine mit einem Hydraulikdruck beaufschlagt wird, um die Welle anzutreiben.

**[0022]** Die Maschine besitzt ein Gehäuse, in welchem ein innenverzahnter Aussenläufer mit einer Trochoidenverzahnung um eine erste geometrische Achse drehbar

gelagert ist. Der Aussenläufer wird von einem Hohlrad mit einer Innenverzahnung, die eine Zähnezahlnzahl von neun bis fünfzehn Zähnen aufweist, gebildet. Die Innenverzahnung bzw. der Aussenläufer haben eine Breite B in Richtung parallel zu der ersten geometrischen Achse. Das Gehäuse umschliesst den Aussenläufer ringsum. Das Gehäuse setzt sich vorzugsweise aus mehreren miteinander gekoppelten Gehäuseabschnitten zusammen.

**[0023]** Ebenfalls in dem Gehäuse ist exzentrisch zu dem Aussenläufer ein aussenverzahnter Innenläufer um eine zweite Achse drehbar gelagert. Die zweite Achse verläuft beabstandet parallel zu der ersten Achse. Der Innenläufer sitzt verdrehfest auf einer aus dem Gehäuse herausgeführten Welle, welche im Falle des Betriebs der Maschine als Hydraulikpumpe als Antriebswelle und im Falle des Betriebs als Hydraulikmotor als Abtriebswelle dient. Die Aussenverzahnung des Innenläufers, der von einem Ritzel auf der Welle gebildet wird, kämmt in einem Teilabschnitt mit der Innenverzahnung des Aussenläufers. Die Innenverzahnung bzw. der Innenläufer haben die Breite B in Richtung parallel zu der ersten und zu der zweiten geometrischen Achse. Somit haben der Aussenläufer und der Innenläufer die gleiche Breite B. Die Verzahnungsgeometrien der Innenverzahnung des Aussenläufers und der Aussenverzahnung des Innenläufers entsprechen derart einander, dass sie ineinander greifen können, jedoch weisen sie eine Zähnezahldifferenz von drei auf. In anderen Worten hat der Innenläufer drei Zähne weniger als der Aussenläufer. Die Zähnezahlnzahl des Aussenläufers und die Zähnezahlnzahl des Innenläufers sind jeweils durch 3 teilbar, so dass sich die möglichen Zähnezahlnzahlverhältnisse 12:15, 9:12 und 6:9 zwischen dem Innenläufer und dem Aussenläufer ergeben.

**[0024]** Das Zahnflankenprofil des Aussenläufers wird von einer der Zähnezahlnzahl der Innenverzahnung des Aussenläufers entsprechenden Anzahl an geometrischen Flachkreisen mit gleichen Radien gebildet. Die Mittelpunkte dieser Flachkreise liegen auf einem gemeinsamen, zu dem Aussenläufer konzentrischen Kreis, dessen Mittelpunkt auf der ersten Achse liegt. Jeder der Flachkreise überspannt jeweils eine aus drei benachbarten Zähnen bestehende, gedachte Zahngruppe der Innenverzahnung des Aussenläufers, wobei der Flachkreis jeweils die einander abgewandten Zahnflanken der beiden äusseren Zähne der Zahngruppe definiert, so dass die Innenverzahnung von einer Kreisbogenverzahnung gebildet wird.

**[0025]** Die genaue Form der Zahnflanke des Innenläufers ergibt sich aus der mathematischen Berechnung der Eingriffspunkte zwischen den beiden Zahnflanken des Aussenläufers und des Innenläufers durch ein virtuelles Abrollen entsprechend der Kinematik bei der Drehung des Laufsatzes. Als Parameter dient dabei die Winkelstellung der Exzenterachse zu den Zahnrädern.

**[0026]** Aufgrund der grösseren Zähnezahldifferenz sind die Zahnflankenradien wesentlich grösser, sodass die Striebeck'sche Flankenpressung stark reduziert wird. Die Aufrechterhaltung eines Schmierfilms zwischen den

belasteten Zahnflanken erlaubt höhere Arbeitsdrücke.

**[0027]** Da die Verzahnungen des Aussenläufers und des Innenläufers unterschiedliche Durchmesser haben, ergeben sich geometrische freie Zahnräume zwischen dem Aussenläufer und dem Innenläufer ausserhalb des Bereichs des tiefsten Zahneingriffs der Innenverzahnung und der Aussenverzahnung. Diese freien Zahnräume werden radial durch die Innenverzahnung des Aussenläufers und die Aussenverzahnung des Innenläufers, sowie axial durch eine erste Wand und einen parallel zu der ersten Wand verlaufenden zweiten Wand begrenzt. Die Wände erstrecken sich auf Ebenen, zu denen die erste Achse und die zweite Achse jeweils eine geometrische Normale bilden, und haben einen der Breite des Innen- und Aussenläufers entsprechenden Abstand zueinander. Die drehbaren Innen- und Aussenläufer sind derart dicht an den Wänden vorbeigeführt, dass ein dichtender Kontakt zwischen den Wänden und dem Innen- und Aussenläufer besteht.

**[0028]** Eine der beiden Wände ist mit einem Teil des Gehäuses einstückig ausgebildet und stellt somit eine Gehäusewand dar.

**[0029]** Gegenüber vom Bereich des tiefsten Zahneingriffs des Aussenläufers und des Innenläufers liegt ein freier Raum zwischen der Zahnkopfkreiszyylinderfläche des Innenläufers und der Zahnkopfkreiszyylinderfläche des Aussenläufers gegenüber. Unter den Zahnkopfkreiszyylinderflächen in die gedachte geometrische Kreiszyylindermantelfläche zu verstehen, welche tangential an den Zahnköpfen der Zähne der Verzahnungen vorbeigeführt. Dieser freie Raum zwischen den beiden Kreiszyylindermantelflächen der Verzahnungen hat im Querschnitt, zu welchem die Achsen geometrische Normalen bilden, eine Halbmondform oder in anderen Worten eine Mondsichelform oder Sichelform.

**[0030]** In diesem halbmondförmigen freien Raum ist ein angenähert halbmondförmiges Füllstück angeordnet, das diesen freien Raum auf dem überwiegenden Teil seiner Länge in Umfangsrichtung ausfüllt. Unter angenähert halbmondförmig ist zu verstehen, dass das Füllstück die Grundform eines Halbmonds, in anderen Worten einer Mondsichel oder einer Sichel, aufweist, jedoch die Spitzen des Halbmondes abgerundet oder abgeschnitten sind. Daher füllt das Füllstück diesen halbmondförmigen freien Raum zwar nicht vollständig entlang seiner Länge in Umfangsrichtung aus, aber zum überwiegenden Teil. In anderen Worten ist der überwiegende Teil der freien Fläche mit dem Füllstück ausgefüllt. Das Füllstück ist bewegungsfest mit dem Gehäuse gekoppelt und steht bei Rotation des Innenläufers und des Aussenläufers still. Das Füllstück ist derart ausgebildet, dass an dem Füllstück innenläuferseitig die Zahnkopfkreiszyylinderflächen der Aussenverzahnung des Innenläufers und aussenläuferseitig die Zahnkopfkreiszyylinderfläche der Innenverzahnung des Aussenläufers dicht entlang gleiten. Somit unterteilt das Füllstück den Zahnraum, welcher aufgrund der unterschiedlichen Zähnezahlnzahlen zwischen dem Aussenläufer und dem Innen-

läufer gebildet wird, in einen ersten Zahnraum und einen von diesem dichtend getrennten zweiten Zahnraum. Der erste Zahnraum ist über eine insbesondere nierenförmige erste Öffnung in einer der Wände mit einem ersten Hydraulikanschluss verbundenen. Der hiervon dichtend getrennte zweite Zahnraum ist über eine insbesondere nierenförmige zweite Öffnung in einer der Wände mit einem zweiten Hydraulikanschluss verbundenen. Die nierenförmigen Öffnungen werden auch Saug- und Drucknieren genannt.

**[0031]** Erfindungsgemäss ist das Füllstück einstückig mit der ersten Wand, also mit einer der beiden Wände des Zahnraums, ausgebildet. Dies bedeutet, dass die Wand und das Füllstück ein einziges Teil, insbesondere ein geschmiedetes Teil, z.B. aus einer Aluminiumlegierung, ein Gussteil oder ein Frästeil, darstellen. Somit sind die erste Wand und das Füllstück aus demselben Werkstoff.

**[0032]** Die axiale Erstreckung des Füllstücks von der ersten Wand in axialer Richtung parallel zu den Achsen ist zumindest in einem Abschnitt grösser als die Breite des Aussenläufers und des Innenläufers. In anderen Worten ist die axiale Erstreckung des Füllstücks von der ersten Wand zumindest in einem Abschnitt des Füllstücks, beispielsweise in einem Verlängerungsfortsatz, grösser als die Breite des Aussenläufers und des Innenläufers, so dass zumindest ein Teil des Füllstücks über die geometrische Ebene der zweiten Wand hinausragt. Dieser über die Breite des Aussenläufers und des Innenläufers und somit die geometrische Ebene der zweiten Wand in der axialen Richtung hinausragende Teilabschnitt des Füllstücks, beispielsweise der Verlängerungsfortsatz, ragt passgenau axial in eine Ausnehmung, die axial in der gegenüberliegenden zweiten Wand ausgeformt ist, hinein. Diese Ausnehmung in der zweiten Wand ist derart ausgeformt, dass das Füllstück in radiale Richtung und/oder in Umfangsrichtung in Bezug zu den Achsen fixiert ist. Vorzugsweise hat die Ausnehmung in der zweiten Wand eine derartige Form, dass der in sie hineinragende Teilabschnitt des Füllstücks in radialer Richtung passgenau in der Ausnehmung aufgenommen ist, so dass das Füllstück stabil gegen Radialschwingungen abgestützt ist.

**[0033]** Vorzugsweise geht das an die erste Wand angewurzelte Füllstück in beide Umfangsrichtungen gesehen an seinen Enden in einem Radius, der eine scharfe Ecke und somit eine die Dauerfestigkeit beeinträchtigende Kerbe verhindert, in die erste Wand über, wodurch ein Dauerbruch an der Stelle des Übergangs des Füllstücks in die Gehäusewand vermieden wird.

**[0034]** In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Umfangserstreckung, also die umfangsmässigen Länge des Teilabschnitts des Füllstücks, der in die Ausnehmung passgenau hineinragt, in Umfangsrichtung gesehen derart geringer als die Umfangserstreckung des restlichen Füllstücks, dass die minimale radiale Dicke des Teilabschnitts des Füllstücks in radialer Richtung mindestens 50% bis 70% seiner maximalen radialen Dicke beträgt.

In anderen Worten ist der in die Ausnehmung hineinragende Teilabschnitts in seinem Randbereich, bezogen auf seine ihn radial begrenzenden geometrischen Zahnkopfkreiszyylinderflächen, mindestens 50% bis 70% so dick wie an seiner dicksten Stelle, die der Stelle des maximalen Zahneingriffs der Verzahnungen gegenüber liegt. Alternativ umfasst der insbesondere als Verlängerungsfortsatz ausgebildete Teilabschnitt nur etwa 50% bis 70% der umfangsmässigen Länge, also der Umfangserstreckung des Füllstücks. Somit muss die Ausnehmung in der zweiten Wand bei weitem nicht so dünn ausgeführt werden wie in der oben erwähnten, als dem Stand der Technik bekannten Maschine. Der links und rechts neben dem Verlängerungsfortsatz verbleibende Rest der umfangsmässigen Länge des Füllstücks dient dem Niederhalten oder Abstützen der zweiten Wand, damit diese sich nicht in diesem Bereich von dem Anschlussgehäuse abhebt, sofern dies zu verhindert ist.

**[0035]** In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird bevorzugt die zweite Wand, in der insbesondere die Ausnehmung für den Teilabschnitt des Füllstücks ausgeformt ist, oder alternativ die erste Wand, die einstückig mit dem Füllstück ausgebildet ist, von einer Zwischenplatte gebildet. Diese Zwischenplatte hat im ersten Fall vorzugsweise eine ebene, dünne, plattenartige Form und besteht insbesondere aus einem bearbeiteten und insbesondere beschichteten Blechteil, z.B. einem Stahlblech. In einer Variante der Erfindung hat die Zwischenplatte auf der den Zahnräumen und somit dem Aussen- und Innenläufer zugewandten Seite eine, insbesondere auf ein Stahlblech aufgebrachte, Laufschiicht. Diese Laufschiicht besteht beispielsweise aus einer im Walzplattierverfahren aufgewalzten Aluminium-Zinn-Schiicht, insbesondere AlSn6. Die Ausnehmung zur Aufnahme des Teilabschnitts des Füllstücks, die mit den Hydraulikanschlüssen verbundenen Saug- und Drucknieren zur Ver- und Entsorgung der Zahnräume mit hydraulischem Arbeitsfluid und Schrauben-Durchgangslöcher für Schrauben, welche das Gehäuse zusammenhalten, können auf kostengünstige Weise in der Zwischenplatte als Stanz- oder Laser-Schneid-Ausnehmungen ausgebildet sein, da die Bearbeitung eines einfachen Blechteils mit nur sehr geringen Fertigungskosten verbunden ist.

**[0036]** Alternativ gibt es jedoch auch die Möglichkeit, dass die Zwischenplatte die erste Wand bildet und somit einstückig mit dem Füllstück ausgebildet ist. In diesem Fall handelt es sich bei dem Füllstück beispielsweise um ein Schmiedeteil, ein bearbeitetes Gussteil oder ein Frästeil, welches eine plattenartige Grundform hat und aus welchem das Füllstück senkrecht herausragt.

**[0037]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung beinhaltet, dass das Gehäuse ein Vordergehäuse, in welchem die Welle gelagert ist, ein Zwischengehäuse, das den Aussenläufer und den Innenläufer radial umschliesst und in welchem der Aussenläufer gelagert ist, und ein Anschlussgehäuse, in welchem die Welle gelagert ist und welches die Hydraulikanschlüsse zur Ver- und Entsor-

gung der Zahnräume mit Arbeitsfluid enthält, umfasst. Die Zwischenplatte, auf welcher sich die zweite Wand befindet, grenzt axial an das Zwischengehäuse an und befindet sich somit entweder zwischen dem Zwischengehäuse und dem Anschlussgehäuse, wobei in diesem Fall die erste Wand und das Füllstück einstückig mit Vordergehäuse ausgebildet sind, oder zwischen dem Zwischengehäuse und dem Vordergehäuse, wobei in diesem Fall die erste Wand und das Füllstück einstückig mit Anschlussgehäuse ausgebildet sind. Das Vordergehäuse, das Zwischengehäuse, die Zwischenplatte und das Anschlussgehäuse sind in radialer Richtung dichtend sandwichartig axial miteinander verspannt, insbesondere mittels axial erstreckender Schrauben.

**[0038]** In einer Weiterbildung der Erfindung ist das Vordergehäuse einstückig mit der ersten Wand und dem Füllstück ausgebildet, wobei die Zwischenplatte axial zwischen dem Zwischengehäuse und dem Anschlussgehäuse angeordnet ist und das Zwischengehäuse und das Anschlussgehäuse voneinander trennt.

**[0039]** Das Anschlussgehäuse besteht beispielsweise aus einer eisenhaltigen Gusslegierung, das Vordergehäuse besteht insbesondere aus einer geschmiedeten Aluminiumlegierung, oder umgekehrt. Das Zwischengehäuse besteht in einer möglichen Ausführungsform aus einer in einem pulvermetallurgischen Verfahren hergestellten perlitischen Eisenlegierung.

**[0040]** Zur Erhöhung der Flächenpressung für einen besseren Reibschluss zwischen den Zwischengehäuse und den angrenzenden Wänden der Zwischenplatte und des Vordergehäuses bzw. des Anschlussgehäuses ist es möglich, das Zwischengehäuse auf seinen axialen Seiten mit Aussparungen zu versehen.

**[0041]** Zur Lagerung der Welle können in einer Variante der Erfindung in axialer Richtung links und rechts von dem Aussenläufer und dem Innenläufer Wellenlager angeordnet sein, die als ternäre 3-Stofflagerbuchsen ausgebildet sind. Soll die Trochoiden-Innenzahnradmaschine als Hydromotor betrieben werden, ist es vorteilhaft, wenn links und rechts von dem Aussenläufer und dem Innenläufer Nadellager angeordnet sind.

**[0042]** Die erfindungsgemässe Trochoiden-Innenzahnradmaschine wird nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen schematisch dargestellten konkreten Ausführungsbeispiels in Form mehrerer Schnitte und Ansichten rein beispielhaft näher beschrieben, wobei auch auf weitere Vorteile der Erfindung eingegangen wird.

**[0043]** Im Einzelnen zeigen

Figur 1 einen senkrecht zu den Achsen geführten Querschnitt durch die Trochoiden-Innenzahnradmaschine, wobei der Aussen- und Innenläufer mit dem quergeschnittenen Füllstück sichtbar sind,

Figur 2 einen Längsschnitt durch die Maschine entlang der Schnittlinie A-A der Figur 1,

Figur 3 eine Darstellung des an aus der ersten Wand herausragenden Füllstücks mit seinem in die gegenüberliegende zweite Wand hineinragenden Teilabschnitts in Form eines Verlängerungsfortsatzes, der in Umfangsrichtung kürzer ausgebildet ist als die gesamte Füllstückslänge,

Figur 4 eine Draufsicht auf die Ausnehmung in der gegenüberliegenden zweiten Wand, in die der Verlängerungsfortsatz des Füllstücks passgenau eingeführt werden kann,

Figur 5 eine Detailansicht auf einen Zahnkopf des Innenläufers mit einer Schabekante,

Figur 6 einen Längsschnitt durch die Maschine entlang der Schnittlinie B - B der Figur 1 mit Hydraulikanschlüssen als Saug- und Druckanschlüsse,

Figur 7 eine Draufsicht auf die Maschine,

Figur 8 eine Seitenansicht auf einen der Hydraulikanschlüsse der Maschine und

Figur 9 einen senkrecht zu den Achsen geführten Detailquerschnitt durch die Trochoiden-Innenzahnradmaschine in Form einer Detailansicht der Figur 1.

**[0044]** Im Folgenden werden die Figuren 1 bis 9, die das gleiche Ausführungsbeispiel aus unterschiedlichen Ansichten und in unterschiedlichen Detaillierungsgraden zeigen, gemeinsam beschreiben, wobei bei der Erläuterung der einzelnen Figuren zum Teil auf vorangehend bereits erläuterte Merkmale und Bezugszeichen nicht erneut eingegangen wird.

**[0045]** Wie in den Figuren 2, 6 und 8 gezeigt, besitzt die Trochoiden-Innenzahnradmaschine zum Betreiben als Hydraulikpumpe oder Hydraulikmotor ein Gehäuse 1, das sich aus einem Vordergehäuse 49, in welchem eine Welle 30 in einem Wellenlager 25 gelagert ist, einem Zwischengehäuse 27, das einen Aussenläufer 2 und einen auf der Welle 30 aufgeschlumpften Innenläufer 3 radial umschliesst und in welchem der Aussenläufer 2 drehbar gelagert ist, und einem Anschlussgehäuse 26, in welchem die Welle 30 in einem Wellenlager 24 ebenfalls gelagert ist und welches Hydraulikanschlüsse 33, 34 aufweist, zusammensetzt.

**[0046]** Der in dem Gehäuse 1 um eine erste Achse 44 drehbar gelagerte, innenverzahnte Aussenläufer 2 besitzt eine Trochoideninnenverzahnung mit zwölf Zähnen, die eine Breite B aufweisen, wie in Figur 2 gezeigt.

**[0047]** Der ebenfalls in dem Gehäuse 1 exzentrisch zu dem Aussenläufer 2 um eine zweite Achse 45 drehbar gelagerte, mit dem Aussenläufer 2 kämmenden Innenläufer 3 ist aussenverzahnt und hat die gleiche Breite B

wie der Aussenläufer 2. Der Innenläufer hat neun Zähne, also drei Zähne weniger als der Aussenläufer, wobei die Zähnezahlen jeweils durch drei teilbar sind. Die Aussenverzahnung des Innenläufers 3 steht mit der Innenverzahnung des Aussenläufers 2 im oberen Abschnitt kraftübertragend im Zahneingriff. Zwischen dem Aussenläufer 2 und dem Innenläufer 3 werden Zahnräume 41 und 42 gebildet, wie in den Figuren 1 und 9 dargestellt. Diese Zahnräume 41 und 42 werden durch eine erste Wand 11, die einstückig mit dem Vordergehäuse 49 ausgebildet ist, also in anderen Worten Bestandteil des Vordergehäuses 49 ist, und eine der ersten Wand 11 beabstandet parallel gegenüberliegende zweite Wand 16 axial begrenzt, wie in Figur 2 gezeigt.

**[0048]** Wie in den Figuren 1 und 9 gezeigt, wird das Zahnflankenprofil des Aussenläufers 2 von einer der Zähnezahl des Aussenläufers 2 entsprechenden Anzahl an geometrischen Flachkreisen 10 definiert. In Figur 1 ist einer der insgesamt zwölf Flachkreise 10 mit dem gemeinsamen Radius  $r$  dargestellt. In der Figur 9 sind zwei Flachkreise 10 und  $10'$  zu Veranschaulichung eingezeichnet. Die geometrischen Mittelpunkte 39 bzw.  $39'$  dieser Flachkreise 10 bzw.  $10'$  liegen gleichmässig verteilt auf einem gemeinsamen, zu dem Aussenläufer 2 konzentrischen Kreis 37, auch Teilkreis genannt, der in den Figuren 1 und 9 gestrichelt dargestellt ist und dessen Mittelpunkt auf der ersten Achse 44 liegt. Jeder der insgesamt zwölf Flachkreise 10,  $10'$  überspannt jeweils eine aus drei benachbarten Zähnen 46, 47 und 48 bestehende Zahngruppe 38 des Aussenläufers 2. Insgesamt werden also zwölf Zahngruppen 38 von zwölf Flachkreisen 10,  $10'$  überspannt. Jeder der zwölf Flachkreise definiert jeweils die einander abgewandten Zahnflanken 7 und 8 der beiden äusseren Zähne 46 und 48 der jeweiligen Zahngruppe 38, wie in den Figuren 1 und 9 veranschaulicht. Durch diese grossen Zahnflankenradien der Zahnflanken 8 und 9 errechnet sich für die Striebeck'sche spezifische Zahnflankenpressung sehr niedrige Werte für eine gute Ausbildung eines ausreichenden Schmierfilms zwischen den belasteten Zahnflanken.

**[0049]** Da im Verhältnis zur Gesamtabmessung der Maschine der Zahnkopfdurchmesser des Innenläufers 3 gegenüber der bekannten Maschine viel kleiner ist, ist die spezifische Belastung der Wellenlager 24 und 25 gemäss der Figur 2 niedriger. Dies erlaubt eine signifikante Erhöhung der Druckleistung der Maschine.

**[0050]** Wie ebenfalls in den Figuren 1 und 9 erkennbar, findet der tiefste Zahneingriff des Aussenläufers 2 und des Innenläufers 3 oben statt. Gegenüberliegend von diesem Ort des tiefsten Zahneingriffs, also unten in den Figuren 1 und 9, wird ein freier Raum zwischen der Zahnkopfkreiszyylinderfläche 5 des Innenläufers 3 und dem Zahnkopfkreiszyylinderfläche 6 des Aussenläufers 2 aufgespannt. In diesem freien Raum zwischen den Zahnkopfkreiszyylinderflächen 5 und 6 ist ein angenähert halbmondförmiges Füllstück 4 angeordnet, das einstückig mit dem Vordergehäuse 49 und mit der ersten Wand 11 ausgebildet ist. Somit ist dieses Füllstück 4 bewegungsfest

mit dem Gehäuse 1 gekoppelt.

**[0051]** Das in Figur 1 und 2 gezeigte, von links oben nach rechts unten schraffierte Füllstück 4 füllt zu einem grossen Teil den Raum zwischen den Zahnkopfkreiszyylinderflächen 5 und 6 aus, wobei diese mit möglichst kleinem Laufspiel am Füllstück 4 entlang gleiten. Das Füllstück 4 ist also derart ausgebildet, dass an dem Füllstück 4 innenläuferseitig die Zahnkopfkreiszyylinderflächen 5 des Innenläufers 3 und aussenläuferseitig die Zahnkopfkreiszyylinderfläche 6 des Aussenläufers 2 dichtet entlang gleiten. Die Zahnräume werden somit in einen mit einem ersten Hydraulikanschluss 33, Figuren 6 und 7, verbundenen ersten Zahnraum 41, Figuren 1 und 9, und einen hiervon dichtend getrennten, mit einem zweiten Hydraulikanschluss 34, Figuren 6, 7 und 8, verbundenen zweiten Zahnraum 42 unterteilen. Wie man erkennen kann, stehen dem Innenläufer 3 zwischen drei und vier Zähne, dem Aussenläufer 2 zwischen vier und fünf Zähne zur Abdichtung zwischen den Zahnräumen 41 und 42 entlang dem Füllstück 4 zur Verfügung. Für eine hohe Druckleistung ist dies von grosser Wichtigkeit. Gleichzeitig ist der Druckanstieg entlang dem Füllstück 4 entsprechend sanft, so dass die hydraulischen Druckpulsationen und somit deren Geräuschentwicklung vorteilhaft klein sind.

**[0052]** Ebenso in Figur 2 ist das Füllstück 4 als Teil der antriebsseitigen Wand 11 des Vordergehäuses 49 an seiner radial gesehen dicksten Stelle 20, Figur 3, im Längsschnitt dargestellt. Wie in Figur 2 gezeigt ist die axiale Erstreckung des Füllstücks 4 von der ersten Wand 11 in axialer Richtung parallel zu den Achsen 44 und 45 grösser als die Breite  $B$  des Aussenläufers 2 und des Innenläufers 3, so dass ein über die Breite  $B$  des Aussenläufers 2 und des Innenläufers 3 in der axialen Richtung hinausragender Teilabschnitt 14 des Füllstücks 4 axial in eine Ausnehmung 15, die axial in der gegenüberliegenden zweiten Wand 16 ausgeformt ist, passgenau hineinragt. Dieser als Verlängerungsfortsatz 14 ausgebildete Teilabschnitt ragt in die rechte zweite Wand 16 mit enger Passung hinein, sodass extreme Biegeausschläge in radialer Richtung nicht möglich sind. In anderen Worten weist die Ausnehmung 15 in der zweiten Wand 16 eine derartige Form auf, dass der in sie hineinragende Teilabschnitt 14 des Füllstücks 4 in radialer Richtung passgenau in der Ausnehmung 15 aufgenommen ist, so dass das Füllstück 4 stabil gegen Radialschwingungen abgestützt ist.

**[0053]** Damit das Anschlussgehäuse 26, in der Figur 2 ganz rechts dargestellt, aus einer hochfesten Gusslegierung ausgeführt werden kann, ist zwischen dem Aussen- und Innenläufer 2 und 3 und dem gusseisernen Anschlussgehäuse 26 eine Zwischenplatte 17, beispielsweise ein bearbeitetes Stahlblech, mit einer laufsatzseitigen Laufschrift 18 angeordnet. Die Laufschrift 18 kann aus einer im Walzplattierverfahren aufgewalzten Aluminium-Zinn-Schicht, insbesondere AlSn6, bestehen. Die Zwischenplatte 17 kann dann kostengünstig die erforderliche Ausnehmung 15 für den Verlängerungsfortsatz 14 des Füllstücks 4 aufnehmen. Somit bildet diese

Zwischenplatte 17 auch die zweite Wand 16. Eine zu bearbeitende Ausnehmung 15 im Anschlussgehäuse 26, wie sie bei der bekannten Maschine erforderlich ist, ist somit eingespart. Ebenso ist eine zu bearbeitende Ausnehmung 15 in der antriebsseitigen ersten Wand 11 des Vordergehäuses eingespart, weil das Füllstück 4 dort einstückig beispielsweise durch Drehen mittels eines Exzenter-Spannfutters angedreht ist, wie es heute in großen Stückzahlen praktiziert wird. Die Ausnehmung 15 zur Aufnahme des Verlängerungsfortsatzes 14 des Füllstücks 4, mit den Hydraulikanschlüssen 33 und 34 verbundene Saug- und Drucknieren 21 und 22, Figuren 1 und 9, zur Ver- und Entsorgung der Zahnräume 41 und 42 mit hydraulischem Arbeitsfluid, und Schrauben-Durchgangslöcher 23, Figur 2, können in der Zwischenplatte 17 mittels Stanzens oder mittels Laser-Schneiden kostengünstig hergestellt werden.

**[0054]** Wie in den Figuren 2, 6 und 8 gezeigt, sind das Vordergehäuse 49, das Zwischengehäuse 27, die Zwischenplatte 17 und das Anschlussgehäuse 26 in radiale Richtung dichtend sandwichartig axial mittels Schrauben 43 miteinander verspannt. Das Vordergehäuse 49 ist einstückig mit der ersten Wand 11 und dem Füllstück 4 ausgebildet. Die Zwischenplatte 17 ist axial zwischen dem Zwischengehäuse 27 und dem Anschlussgehäuse 26 angeordnet und trennt das Zwischengehäuse 27 und das Anschlussgehäuse 26 voneinander.

**[0055]** Die Figur 3 zeigt das Füllstück 4 perspektivisch mit seinem Verlängerungsfortsatz 14, der nur etwa 60% der umfangsmässigen Länge des Füllstücks erfasst. Somit muss die Ausnehmung 15 in der zweiten Wand 16 in der Zwischenplatte 17 bei weitem nicht so dünn ausgeführt werden wie in der oben erwähnten bekannten Maschine. Der links und rechts in der Figur 3 gezeigte Rest der Füllstückslänge 35 und 36 in Umfangsrichtung dient dem Niederhalten der Zwischenplatte 17, damit diese sich nicht in diesem Bereich von dem Anschlussgehäuse 26 abhebt. Ausserdem ist die Umfangserstreckung des Teilabschnitts 14 des Füllstücks 4, der in die Ausnehmung 15 hineinragt, in Umfangsrichtung gesehen derart geringer als die Umfangserstreckung des restlichen Füllstücks 4, dass die minimale radiale Dicke 19 des Teilabschnitts 14 des Füllstücks 4 in radialer Richtung über 50% bis 70% seiner maximalen radialen Dicke 20 beträgt, wie in Figur 3 und 4 veranschaulicht. Das an die erste Wand 11 angewurzelte Füllstück 4 geht in beide Umfangsrichtungen gesehen an seinen Enden 12 in einem Radius 13 in die erste Wand 11 über, um eine Kerbwirkung beim Übergang des Füllstücks 4 in die ersten Wand 11 zu vermeiden.

**[0056]** In der Figur 4 ist die Form der Ausnehmung 15 in der zweiten Wand 16 der Zwischenplatte 17 zu erkennen, in die der Verlängerungsfortsatz 14 des Füllstücks 4 eingeführt werden kann.

**[0057]** Die Zahnköpfe des Innenläufers 3 sind in bekannter Weise mit jeweils einer Schabekante 29 versehen, siehe Figur 5, die in der Lage sind, an der verhältnismässig weichen Oberfläche der innenliegenden In-

nen-Zylinderfläche 5 des Füllstücks 4 eine sehr kleine Spanabarbeitung zu erzeugen, um die Fertigungstoleranzen beim Bearbeiten dieser Oberfläche auszugleichen. Hierzu wird die fertig montierte Maschine zum Beispiel als Pumpe mit extrem niedriger Drehzahl unter gleichzeitig hoch eingestelltem Arbeitsdruck angetrieben. Unter diesen Betriebsbedingungen verlagert sich die Welle 30 in den Wellenlagern 24 und 25 entsprechend dem Verlauf des Gumbel'schen Halbkreises der Gleitlager-Theorie auf die Oberfläche der Wellenlager 24 und 25 zu, also in die extreme exzentrische Verlagerung der Welle 30 und somit auch des Innenläufers 3. Wegen der niedrigen Drehzahl des Innenläufers 3 bei diesem, das "Spuren" genannten Prozesses bearbeiten die Schabekanten 29 der Zähne des Innenläufers 3 in optimaler Weise die Innen-Zylinderfläche 5 des Füllstücks 4 auf kleinstmöglichstes Laufspiel. Dabei wird ein hochviskoses Öl verwendet, wobei die entstehenden Bearbeitungsspäne ausgefiltert werden. Arbeitet die Maschine später im Betrieb mit hoher Drehzahl, entfernt sich die Welle 30 entsprechend der Gleitlager-Theorie von der Lageroberfläche, sodass dann zwischen den Zahnköpfen des Innenläufers 3 und seiner inneren Zylinderlauffläche 5 keine hohe, unzulässige Reibleistung entstehen kann, jedoch bei gleichzeitig optimalem kleinem Leckölspalt zwischen den Zahnköpfen und dem Füllstück 4.

**[0058]** In der Figur 6 ist gezeigt, dass die Lagerstühle 31 und 32 für die Wellenlager 24 und 25 nachgiebig gestaltet sind, damit bei gegebener Durchbiegung der Welle 30 unter hoher Belastung bei hohem Arbeitsdruck keine unzulässigen Kantenträger an den Lagerrändern entstehen. Im Falle der Anwendung der Maschine als Hydraulikpumpe genügen als Lagerspezifikation so genannte ternäre Dreistoff-Lagerbüchsen mit einer galvanisch aufgetragenen Blei-Zinn-Kupfer-Laufschiicht, die eine hohe Anpassungsfähigkeit an die Wellenverformung und vor allem eine hervorragende Schmutzeinbettungsfähigkeit besitzen. Im Falle der Anwendung der Maschine als Hydraulikmotor ist es notwendig, dass die Wellen-Gleitlager durch Wälzlager ersetzt werden, beispielsweise durch Nadellager, damit der Motor auch unter Last problemlos angefahren werden kann. Bei der Verwendung von Gleitlagern wäre bei Drehzahl Null der Motor unter Last im Selbsthemmungszustand.

**[0059]** Wie in Figur 2 gezeigt ist das Zwischengehäuse 27 auf seinen axialen Seiten mit Aussparungen 28 versehen, um die Flächenpressung für einen besseren Reibschluss zwischen dem Zwischengehäuse 27 und den angrenzenden Wänden des Vordergehäuses 49 und der Zwischenplatte 17 zu erhöhen.

**[0060]** Die Erfindung ist nicht auf das in den Zeichnungen schematisch dargestellte und erläuterte Ausführungsbeispiel beschränkt. Beispielsweise ist es möglich, dass das Füllstück 4 nicht in der Wand des Vordergehäuses 49, sondern in der Wand des Anschlussgehäuses 26 ausgeformt ist. Zudem besteht die Möglichkeit, das Füllstück 4 einstückig mit der Zwischenplatte 17 auszubilden.

## Patentansprüche

### 1. Trochoiden-Innenzahnradmaschine zum Betreiben als Hydraulikpumpe oder Hydraulikmotor mit

- einem in einem Gehäuse (1) um einer erste Achse (44) drehbar gelagerten, innenverzahnten Aussenläufer (2) mit einer Trochoidenverzahnung mit neun bis fünfzehn Zähnen mit einer Breite (B),
- einem in dem Gehäuse (1) exzentrisch zu dem Aussenläufer (2) um eine zweite Achse (45) drehbar gelagerten, mit dem Aussenläufer (2) kämmenden, mit einer Welle (30) verbundenen, aussenverzahnten Innenläufer (3) mit der Breite (B), wobei zwischen dem Aussenläufer (2) und dem Innenläufer (3) durch eine erste Wand (11), insbesondere eine mit einem Teil des Gehäuses (1) einstückig ausgebildete erste Gehäusewand, und eine zweite Wand (16) axial begrenzte Zahnräume gebildet sind,
- einem angenähert halbmondförmigen Füllstück (4), das mit dem Gehäuse (1) bewegungs fest gekoppelt ist und das in einem dem tiefsten Zahneingriff des Aussenläufers (2) und des Innenläufer (3) gegenüberliegenden freien Raum zwischen der Zahnkopfkreiszyylinderfläche (5) des Innenläufers (3) und der Zahnkopfkreiszyylinderfläche (6) des Aussenläufers (2) angeordnet ist und diesen freien Raum auf dem überwiegenden Teil seiner Länge in Umfangsrichtung ausfüllt, wobei
  - das Füllstück (4) derart ausgebildet ist, dass an dem Füllstück (4) innenläuferseitig die Zahnkopfkreiszyylinderflächen (5) des Innenläufers (3) und aussenläuferseitig die Zahnkopfkreiszyylinderfläche (6) des Aussenläufers (2) dichtet entlang gleiten,
  - sich die Zahnräume in einen mit einem ersten Hydraulikanschluss (33) verbundenen ersten Zahnraum (41) und einen hiervon dichtend getrennten, mit einem zweiten Hydraulikanschluss (34) verbundenen zweiten Zahnraum (42) unterteilen,
  - die Differenz der Zähnezahlen zwischen dem Aussenläufer (2) und dem Innenläufer (3) gleich drei ist,
  - die Zähnezahl des Aussenläufers (2) und die Zähnezahl des Innenläufers (3) jeweils durch 3 teilbar ist und
  - das Zahnflankenprofil des Aussenläufers (2) von einer der Zähnezahl des Aussenläufers (2) entsprechenden Anzahl an geometrischen Flachkreisen (10),
    - deren Mittelpunkte (39) auf einem gemeinsamen, zu dem Aussenläufer (2) konzentri-

schen Kreis (37) um die erste Achse (44) liegen,

- die jeweils eine aus drei benachbarten Zähnen (46, 47, 48) bestehende Zahngruppe (38) des Aussenläufers (2) überspannen und
- die jeweils die einander abgewandten Zahnflanken (7, 8) der beiden äusseren Zähne (46, 48) der Zahngruppe (38) definieren, gebildet ist,

#### **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Füllstück (4) einstückig mit der ersten Wand (11) ausgebildet ist,
- die axiale Erstreckung des Füllstücks (4) von der ersten Wand (11) in axialer Richtung parallel zu den Achsen (44, 45) zumindest in einem Abschnitt grösser ist als die Breite (B) des Aussenläufers (2) und des Innenläufers (3) und
- ein über die Breite (B) des Aussenläufers (2) und des Innenläufers (3) in der axialen Richtung hinausragender Teilabschnitt (14) des Füllstücks (4) axial in eine Ausnehmung (15), die axial in der gegenüberliegenden zweiten Wand (16) ausgeformt ist, passgenau hineinragt.

### 2. Trochoiden-Innenzahnradmaschine nach Anspruch 1,

#### **dadurch gekennzeichnet, dass**

das an die erste Wand (11) angewurzelte Füllstück (4) in beide Umfangsrichtungen gesehen an seinen Enden (12) in einem Radius (13), der eine scharfe Ecke und somit eine die Dauerfestigkeit beeinträchtigende Kerbe verhindert, in die erste Wand (11) übergeht.

### 3. Trochoiden-Innenzahnradmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

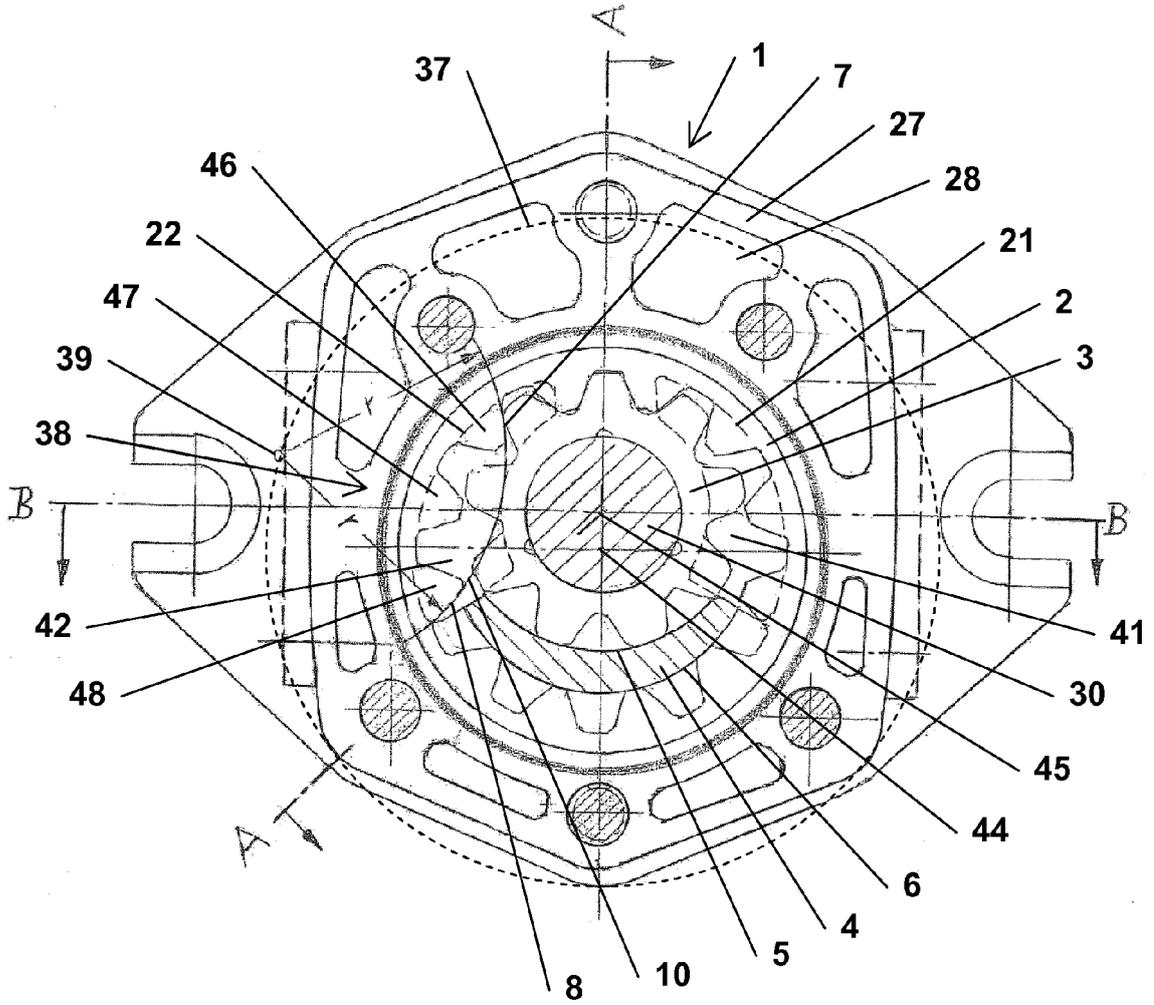
die Umfangserstreckung des Teilabschnitts (14) des Füllstücks (4), der in die Ausnehmung (15) hineinragt, in Umfangsrichtung gesehen derart geringer ist als die Umfangserstreckung des restlichen Füllstücks (4), dass die minimale radiale Dicke (19) des Teilabschnitts (14) des Füllstücks (4) in radialer Richtung mindestens 50% bis 70% seiner maximalen radialen Dicke (20) beträgt.

### 4. Trochoiden-Innenzahnradmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

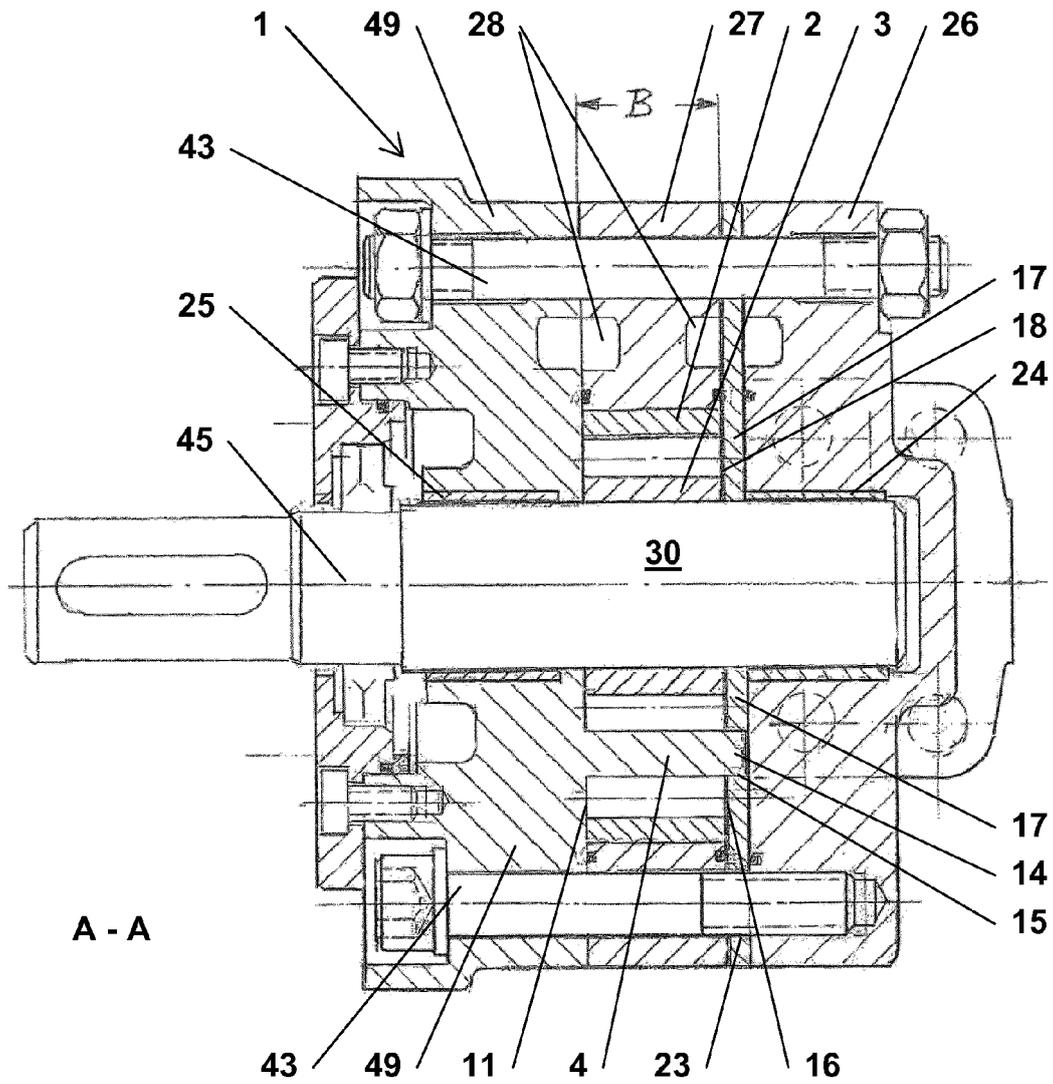
#### **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Ausnehmung (15) in der zweiten Wand (16) eine derartige Form aufweist, dass der in sie hineinragende Teilabschnitt (14) des Füllstücks (4) in radialer Richtung passgenau in der Ausnehmung (15) aufgenommen ist, so dass das Füllstück (4) stabil gegen Radialschwingungen abgestützt ist.

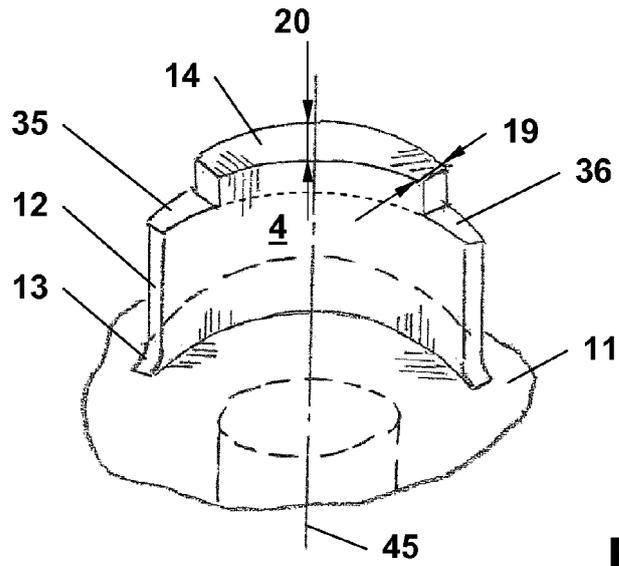
5. Trochoiden-Innenzahnradmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die erste Wand (11) oder die zweite Wand (16) von einer Zwischenplatte (17) gebildet wird. 5
6. Trochoiden-Innenzahnradmaschine nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Zwischenplatte (17) auf der den Zahnräumen (41, 42) zugewandten Seite eine, insbesondere auf ein Stahlblech aufgebrachte, Laufschrift (18) aufweist. 10
7. Trochoiden-Innenzahnradmaschine nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die auf die Zwischenplatte (17) aufgebrachte Laufschrift (18) aus einer im Walzplattierverfahren aufgewalzten Aluminium-Zinn-Schicht, insbesondere AlSn6, besteht. 15 20
8. Trochoiden-Innenzahnradmaschine nach einem der Ansprüche 5 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** 25
- die zweite Wand (16) von der Zwischenplatte (17) gebildet wird,
  - die Ausnehmung (15) zur Aufnahme des Teilabschnitts (14) des Füllstücks (4),
  - mit den Hydraulikanschlüssen (33, 34) verbundene Saug- und Drucknieren (21, 22) zur Ver- und Entsorgung der Zahnräume (41, 42) mit hydraulischem Arbeitsfluid und
  - Schrauben-Durchgangslöcher (23) in der Zwischenplatte (17) als Stanz- oder Laser-Schneid-Ausnehmungen ausgebildet sind. 30 35
9. Trochoiden-Innenzahnradmaschine nach einem der Ansprüche 5 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Gehäuse (1)
- ein Vordergehäuse (49), in welchem die Welle (30) gelagert ist, 45
  - ein Zwischengehäuse (27), das den Aussenläufer (2) und den Innenläufer (3) radial umschliesst, und
  - ein Anschlussgehäuse (26), in welchem die Welle (30) gelagert ist und welches die Hydraulikanschlüsse (33, 34) zur Ver- und Entsorgung der Zahnräume (41, 42) mit Arbeitsfluid aufweist, umfasst, wobei 50
  - die zweite Wand (16) von der Zwischenplatte (17) gebildet wird,
  - die Zwischenplatte (17) axial an das Zwischengehäuse (27) angrenzt,
  - das Vordergehäuse (49), das Zwischengehäuse (27), die Zwischenplatte (17) und das Anschlussgehäuse (26) in radiale Richtung dichtend sandwichartig axial miteinander, insbesondere mittels axial erstreckender Schrauben (43), verspannt sind. 55
10. Trochoiden-Innenzahnradmaschine nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**
- das Vordergehäuse (49) einstückig mit der ersten Wand (11) und dem Füllstück (4) ausgebildet ist,
  - die Zwischenplatte (17) axial zwischen dem Zwischengehäuse (27) und dem Anschlussgehäuse (26) angeordnet ist und
  - die Zwischenplatte (17) das Zwischengehäuse (27) und das Anschlussgehäuse (26) voneinander trennt.
11. Trochoiden-Innenzahnradmaschine nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**
- das Anschlussgehäuse (26) aus einer eisenhaltigen Gusslegierung besteht und/oder
  - das Vordergehäuse (49) aus einer geschmiedeten Aluminiumlegierung besteht.
12. Trochoiden-Innenzahnradmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Zwischengehäuse (27) aus einer in einem pulvermetallurgischen Verfahren hergestellten perlitischen Eisenlegierung besteht.
13. Trochoiden-Innenzahnradmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Zwischengehäuse (27) auf seinen axialen Seiten mit Aussparungen (28) zur Erhöhung der Flächenpressung für einen besseren Reibschluss zwischen ihm und den angrenzenden Wänden versehen ist.
14. Trochoiden-Innenzahnradmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**
- in axialer Richtung links und rechts von dem Aussenläufer (2) und dem Innenläufer (3) Wellenlager (24, 25) angeordnet sind, die als ternäre 3-Stofflagerbuchsen ausgebildet sind, oder
  - zur Verwendung der Trochoiden-Innenzahnradmaschine als Hydromotor links und rechts von dem Aussenläufer (2) und dem Innenläufer (3) Nadellager angeordnet sind.



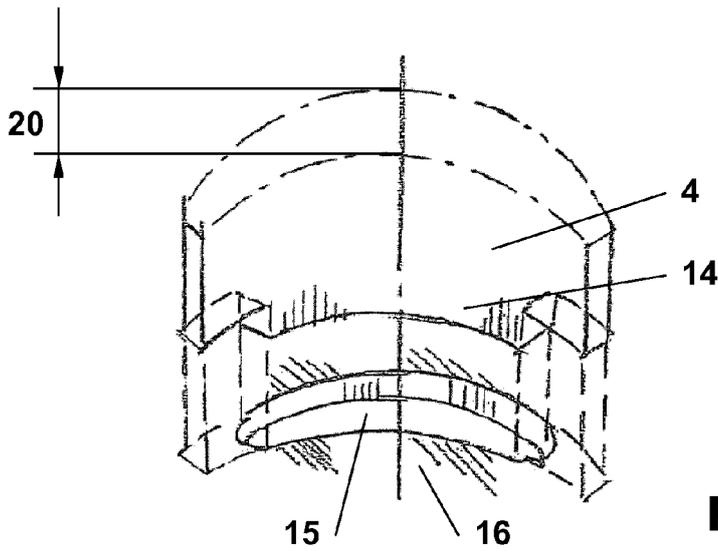
**FIG. 1**



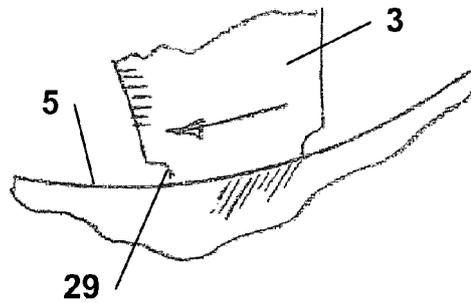
**FIG. 2**



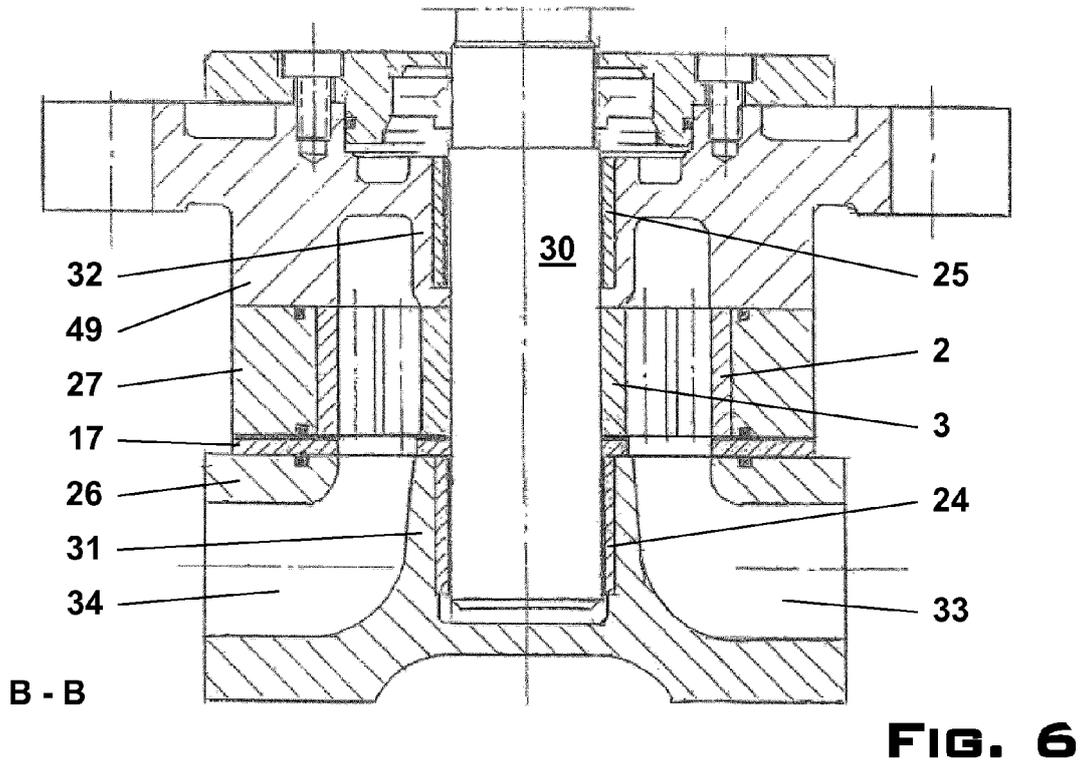
**FIG. 3**



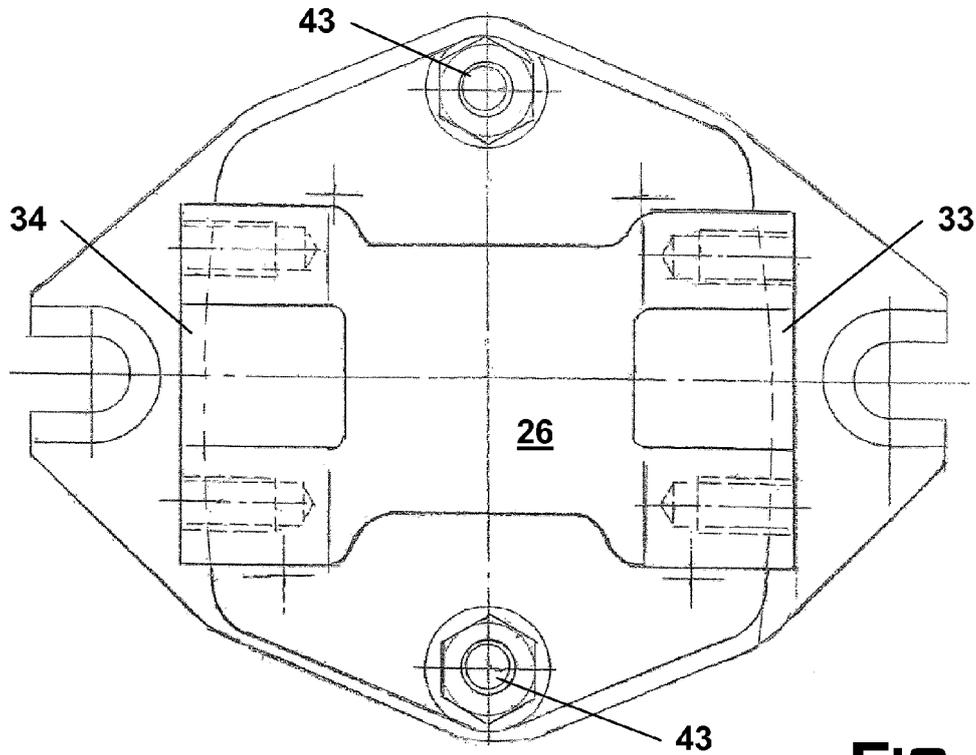
**FIG. 4**



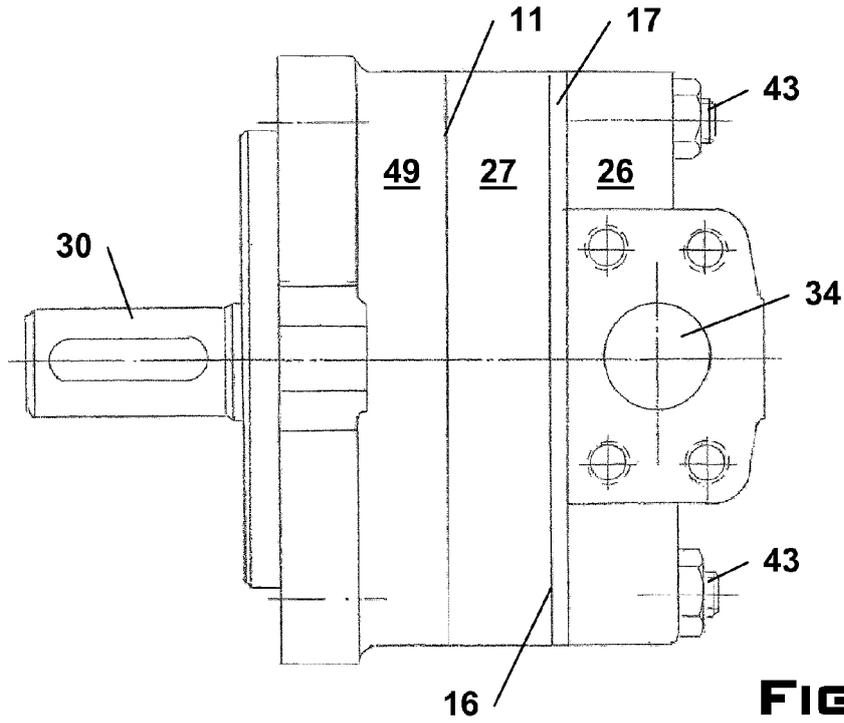
**FIG. 5**



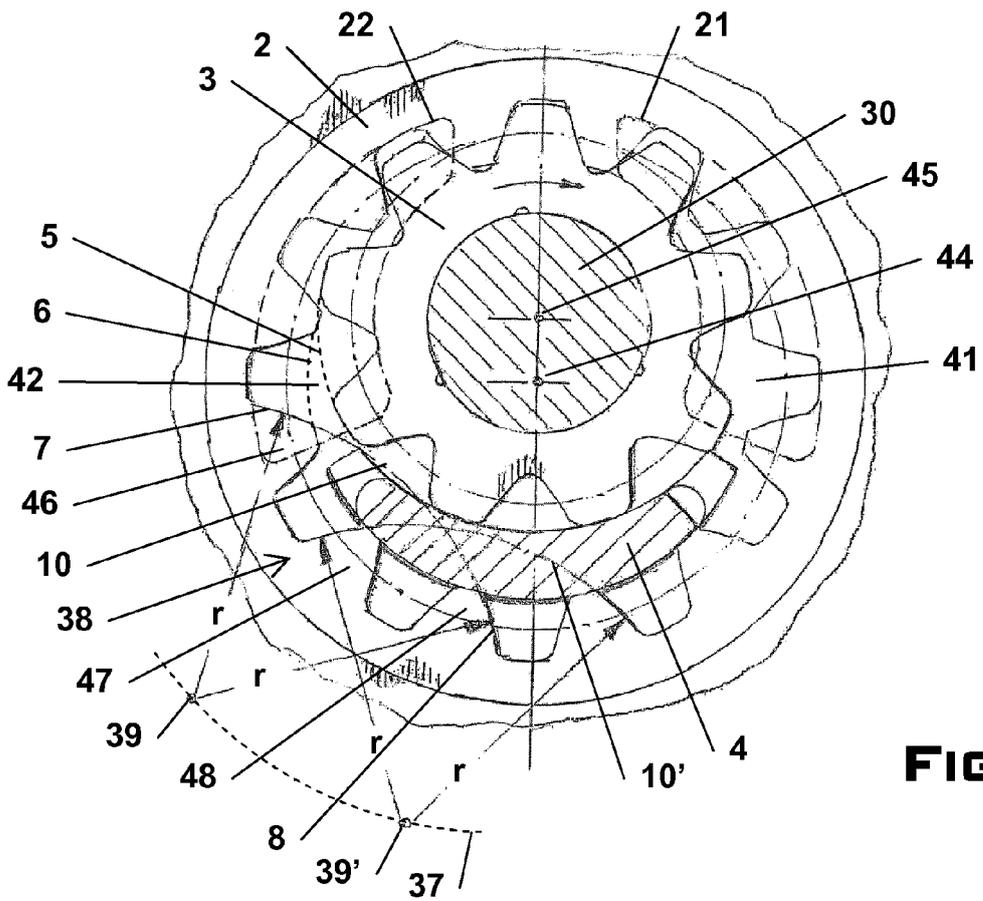
**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8**



**FIG. 9**



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 12 17 7581

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	AT 358 932 B (FÜRSTLICH HOHENZOLLERNSCHE HÜTTENVERWALTUNG) 10. Oktober 1980 (1980-10-10) * das ganze Dokument *	1-14	INV. F01C21/10 F04C2/10
Y	US 2 433 360 A (HAIGHT HIRAM H) 30. Dezember 1947 (1947-12-30) * das ganze Dokument * * Abbildungen 1,3 * * Spalte 3, Zeile 48 - Zeile 53 *	1-14	
Y	US 3 730 656 A (LAMBETH D) 1. Mai 1973 (1973-05-01) * das ganze Dokument *	5-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01C F04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. November 2012	Prüfer Sbresny, Heiko
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 17 7581

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-11-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
AT 358932	B	10-10-1980	AT 358932 B 10-10-1980
			BE 859209 A1 16-01-1978
			CA 1099990 A1 28-04-1981
			DE 2644531 A1 06-04-1978
			FR 2366466 A1 28-04-1978
			GB 1580241 A 26-11-1980
			IT 1085712 B 28-05-1985
			JP 53044906 A 22-04-1978
			SE 432286 B 26-03-1984
			SE 7710535 A 02-04-1978
			US 4155686 A 22-05-1979
-----			
US 2433360	A	30-12-1947	KEINE
-----			
US 3730656	A	01-05-1973	KEINE
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- AT 330582 B [0003] [0005] [0006] [0007] [0015]
- AT 358932 B [0003] [0015]