



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.08.2012 Patentblatt 2012/34**

(51) Int Cl.:  
**F04D 15/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **12155665.8**

(22) Anmeldetag: **15.02.2012**

(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**

(30) Priorität: **15.02.2011 DE 102011004172**

(71) Anmelder: **Schwäbische Hüttenwerke Automotive GmbH**  
**73433 Aalen-Wasseraalfingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Welte, Claus**  
**88326 Aulendorf (DE)**  
• **Meinig, Dr., Uwe**  
**88348 Bad Saulgau (DE)**

(74) Vertreter: **Schwabe - Sandmair - Marx**  
**Patentanwälte**  
**Stuntzstraße 16**  
**81677 München (DE)**

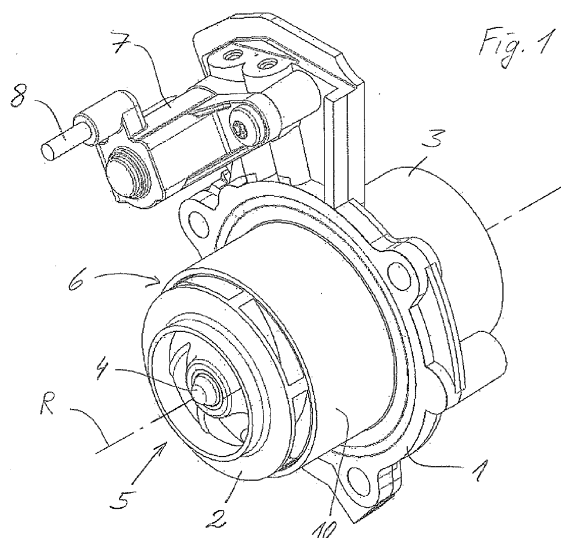
(54) **Kühlmittelpumpe mit verstellbarem Fördervolumen**

(57) Kühlmittelpumpe für die Förderung eines Kühlmittels in einem Kühlmittelkreis einer Brennkraftmaschine, die Kühlmittelpumpe umfassend:

- a) ein Gehäuse (1),
- b) eine vom Gehäuse (1) drehbar gelagerte Antriebswelle (4) für einen Drehantrieb vorzugsweise direkt durch die Brennkraftmaschine,
- c) ein von der Antriebswelle (4) drehantreibbares, vorzugsweise mit der Antriebswelle (4) drehfest verbundenes Radialförderrad (2) für die Förderung des Kühlmittels aus einem radial innen liegenden Einströmbereich (5) in einen radial weiter außen liegenden Ausströmbereich (6),
- d) eine mittels Steuerfluid relativ zu dem Gehäuse (1) in unterschiedliche Positionen verstellbare Stellstruktur (10) zur Verstellung einer das Fördervolumen der Pumpe bei gegebener Drehzahl beeinflussenden Strömungsgeometrie wie etwa eines Strömungsquerschnitts oder Strömungsverlaufs auf dem den Einströmbereich (5), das Radialförderrad (2) und den Ausströmbereich (6) umfassenden Strömungsweg des Kühlmittels,
- e) ein Steuerventil (7) zur Einstellung eines die Position der Stellstruktur (10) bestimmenden Drucks oder Volumenstroms des vom Kühlmittel gebildeten Steuerfluids,
- f) und zusätzlich zum Radialförderrad (2) eine Servopumpe (20; 50) für die Förderung des Steuerfluids zum Steuerventil (7),

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- g) die Servopumpe (20; 50) eine von der Antriebswelle (4) drehantreibbare Rotationspumpe mit wenigstens einem drehantreibbaren Servopumpenrad (21; 51, 52) ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine in Bezug auf ihr Fördervolumen verstellbare Kühlmittelpumpe und deren Verwendung zur Kühlung einer Brennkraftmaschine, vorzugsweise eines Antriebsmotors eines Kraftfahrzeugs.

**[0002]** Schwerpunkte der Entwicklung von Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotoren sind die Verringerung der Abgasschadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs. Ein Ansatz zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und auch der Schadstoffemission ist ein an den Bedarf des Motors genauer angepasster Betrieb der verschiedenen Nebenaggregate, zu denen auch die Kühlmittelpumpe zählt. Die Anstrengungen zielen auf eine beschleunigte Erwärmung des Motors nach einem Kaltstart und auch auf die Reduzierung der für die Kühlmittelpumpe benötigten Betriebsleistung insbesondere bei hoher Motordrehzahl. In Serie befindliche Konzepte wie elektrisch angetriebene Kühlmittelpumpen und schaltbare Reibrollantriebe lassen im Hinblick auf die Kosten und die Zuverlässigkeit die Betrachtung weiterer Alternativen als lohnenswert erscheinen. Ein seit Jahrzehnten bekannter Ansatz zur Beeinflussung der Fördercharakteristik von Turbinen wie auch von Verdichtern und Pumpen in Radialbauart stellt der Spaltringschieber dar. Hierbei wird ein das Pumpenförderrad am äußeren Umfang umgreifender Ringschieber unter Ausbildung eines Ringspalts axial verschoben und dadurch am äußeren Umfang des Förderrads der Strömungsquerschnitt variiert. Der Ringschieber wirkt im Ausströmbereich des Förderrads als Blende. Für die Betätigung des Spaltringschiebers sind unterschiedliche Lösungen bekannt.

**[0003]** Die CH 133892 B beschreibt beispielsweise eine Betätigung unmittelbar durch das von der Pumpe selbst aufgebaute Druckgefälle. Beschrieben werden nicht nur axial verstellbare, sondern auch ein drehverstellbarer Spaltringschieber. Dem Kühlbedarf eines Fahrzeugantriebsmotors ist die Pumpe jedoch nicht angepasst.

**[0004]** Die US 1,813,747 B beschreibt ein mehrstufiges Pumpensystem mit einem Spaltringschieber für die erste Stufe, der von einem Außenzahnradmotor über eine Welle und ein außenverzahntes Stirnrad drehangetrieben wird. Der Ringschieber ist des Weiteren in einem Gewindeeingriff, in dem der Drehbewegung des Ringschiebers eine Axialbewegung überlagert wird. Der Außenzahnradmotor wird mit Dampf angetrieben. Zum Verstellen des Fördervolumens von Kühlmittelpumpen von Kraftfahrzeugen sind derartige Betätigungen des Ringschiebers jedoch nicht geeignet.

**[0005]** Ein mittels Druckluft betätigter Ringschieber ist aus der DE 2007 019 263 B3 bekannt. Solch pneumatische Konzepte erfordern den Anschluss an eine Druckluftquelle, der für viele Einbausituationen problematisch ist.

**[0006]** Bei einer aus der WO 2009/138058 A1 bekannten Kühlmittelpumpe wird der Spaltringschieber mittels

einer elektromagnetisch betriebenen Axialkolbenservopumpe hydraulisch verstellt. Die elektromagnetische Erzeugung der Kolbenhubbewegungen erfordert erhebliche Energie, die Konstruktion der Servopumpe ist aufwändig und der elektromagnetische Kolbenantrieb temperaturempfindlich.

**[0007]** Aus der WO 2009/143832 A2 ist eine verstellbare Kühlmittelpumpe für Kraftfahrzeuge bekannt, die über den Nebenaggregate-Riementrieb des Motors angetrieben wird. Mit der Zielsetzung, die Pumpe bei hohen Umgebungstemperaturen und in begrenzten Einbauräumen einsetzen, auf einfache Weise und standardisierbar und daher kostengünstig herstellen zu können, wobei die Pumpe zudem nur eine geringe Antriebsleistung und werkseitig keine luftfreie Befüllung erfordern und ein günstiges fail-safe-Verhalten aufweisen soll, wird vorgeschlagen, den Spaltringschieber hydraulisch mittels des Kühlmittels über eine im Gehäuse der Kühlmittelpumpe angeordnete Axialkolbenpumpe zu betätigen. Der Axialkolbenpumpe wird über eine auf der Rückseite des Förderrads angebrachte Schrägscheibe eine axiale Hubbewegung aufgeprägt, deren Hubfrequenz mit der Antriebsdrehzahl der Kühlmittelpumpe wächst. Der so erzeugte hydraulische Arbeitsdruck wird über ein stromlos geöffnetes Magnetventil auf einen Ringkolben geleitet, mit dem der Ringschieber axial fest verbunden ist. Dem hydraulischen Arbeitsdruck wirkt eine rückstellende Feder entgegen. Die Kühlmittelpumpe weist eine verhältnismäßig große Zahl von Einzelteilen auf, die mit großer Präzision hergestellt und montiert werden müssen. Sie hat ferner eine große axiale Baulänge, wodurch der konstruktive Spielraum für die Anordnung der Kühlmittelpumpe in den verfügbaren Einbauräumen eingeschränkt wird. Die Antriebswelle des Förderrads ist vermutlich aus diesem Grund mittels einer Wälzlagereinheit drehgelagert, die einen großen räumlichen Abstand vom Förderrad der Pumpe besitzt. Hierdurch entsteht ein hohes, durch Radialkräfte verursachtes Drehmoment an der Wälzlagereinheit. Zudem schränkt ein über die Lebensdauer der Kühlmittelpumpe durch Verschleiß zunehmendes Lagerspiel am Wälzlager eine exakte Führung des Förderrads ein, so dass sich die Gefahr des Anstreichens des Förderrads am Ringschieber oder am Saugmund des Gehäuses der Kühlmittelpumpe über der Lebensdauer erhöht. Diesem Effekt muss durch vergleichsweise große Umlaufspalte entgegengewirkt werden, worunter der Wirkungsgrad der Kühlmittelpumpe leidet. Schließlich stellt auch der Gleitkontakt von Schrägscheibe und Axialkolben hohe Anforderungen in Bezug auf die Verschleißfestigkeit des dort verwendeten Materials. Zudem übt die Schrägscheibe eine Querkraft auf den Axialhubkolben aus.

**[0008]** Über die das Laufrad am äußeren Umfang umgreifenden Spaltringschieber hinaus sind auch noch andere Konzepte zur Variation der Geometrie von Strömungsquerschnitten oder Strömungsverläufen mit dem Ziel der Fördervolumenverstellung bekannt. Je nach der Art der Geometrieänderung ist bei diesen Konzepten

der Spaltringschieber durch eine andere Stellstruktur ersetzt.

**[0009]** So schlägt die DE 10 2005 056 200 A1 eine verstellbare Einströmhülse vor, mit der ein in den Einströmbereich für das Förderrad führender Eintrittsquerschnitt verstellt werden kann. Die Verstellung wird mittels eines Wachsthermostats vorgenommen. Von der Temperatur des Kühlmittels abhängige Materialdehnungen des Wachsmaterials werden in axiale Verstellbewegungen der Einströmhülse umgewandelt, die im Einströmbereich als querschnittsverändernde Einströmbende wirkt. Hinsichtlich der Steuerbarkeit des Fördervolumens ist man bei Verwendung eines Wachsthermostats jedoch eingeschränkt. Ferner wird die Strömung im Einströmbereich gestört. Auch ist die Schaltgeschwindigkeit vergleichsweise gering.

**[0010]** Die US 4,828,455 B sieht als Verstellstruktur eine Leitscheibe vor, die dem Förderrad axial gegenüberliegt und den wirksamen Strömungsquerschnitt für das Kühlmittel über den Durchmesser des Förderrads durch axiale Verstellung variieren kann. Die Leitscheibe ist mit Durchbrüchen versehen, die von den Flügeln des Förderrads durchragt werden. Wird die Leitscheibe axial in Richtung auf einen Boden des Förderrads verstellt, vergrößert sich die axiale Weite des auf der vom Förderrad axial abgewandten Seite der Leitscheibe gelegenen Strömungsquerschnitts zwischen dem Ein- und dem Ausströmbereich. Wird die Leitscheibe vom Boden des Förderrads weg verstellt, verringert sich die axiale Weite dieses wirksamen Strömungsquerschnitts. Das Fördervolumen wird bei gegebener Drehzahl des Förderrads entsprechend vergrößert und verringert. Zur Betätigung der Stellstruktur, der Leitscheibe, ist im Einströmbereich ein Wachsthermostat vorgesehen, das vom Kühlmittel umströmt wird und dessen temperaturbedingte Materialdehnungen die axiale Verstellung der Leitscheibe bewirken.

**[0011]** Aus der DE 199 01 123 A1 ist eine Fördervolumenverstellung mit einer Verstellstruktur bekannt, die der US 4,828,455 B vergleichbar ebenfalls als Leitscheibe, also als eine die axiale Weite des Strömungsquerschnitts über das Förderrad hinweg verändernde Stellstruktur gebildet ist. Als Aktuator kommt wieder ein Wachsthermostat zum Einsatz. Ferner wird eine Stellstruktur offenbart, die ein Stück weit stromabwärts vom Förderrad im Ausströmbereich angeordnet ist und einen Kühlmittelaustrittsquerschnitt im Gehäuse verändern kann.

**[0012]** Auch aus der WO 2010/028921 A1 ist eine Fördervolumenverstellung mittels einer axial beweglichen Leitscheibe bekannt. Allerdings wird die axiale Verstellung dieser Stellstruktur elektromagnetisch bewirkt. Der elektromagnetische Aktuator ist an einem vom Förderrad abgewandten axialen Ende einer das Förderrad antreibenden Antriebswelle angeordnet und über einen die hohle Antriebswelle axial durchsetzenden Stößel mit der Stellstruktur verbunden.

**[0013]** Bei einer aus der DE 10 2008 027 157 A1 be-

kannten Kühlmittelpumpe kommt eine nochmals andere Art von Verstellstruktur zum Einsatz, die von verstellbaren Leitschaufeln eines das Förderrad umgreifenden Leitschaufelkranzes und einem drehverstellbaren Stellring gebildet wird. Die Stellstruktur, nämlich die verstellbaren Leitschaufeln und der Stellring, wird mittels einer Hubstange eines Aktuators verstellt, für den eine pneumatische, hydraulische, elektrische oder magnetische Betätigbarkeit erwähnt wird.

**[0014]** Während die DE 10 2008 027 157 A1 die Leitschaufeln schwenkverstellbar anordnet, offenbart die US 4,932,835 B im Diffusorbereich eines Zentrifugalverdichters angeordnete Leitschaufeln, die relativ zueinander unbeweglich und steif mit einem axial verstellbaren Ringtopf verbunden sind. Die vom Ringtopf und den axial abragenden Leitschaufeln gebildete Stellstruktur kann mittels eines Handrads über eine Zahnradkopplung axial verstellt werden, um die axiale Überdeckung von Förderrad und Leitschaufeln zu variieren.

**[0015]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Kühlmittelpumpe mit verstellbarem Fördervolumen zu schaffen, die robust und kompakt ist, so dass sie in engen Einbauräumen angeordnet werden kann und unter den im Kühlsystem von Brennkraftmaschinen, insbesondere Antriebsmotoren von Kraftfahrzeugen herrschenden Temperaturen und sonstigen Einsatzbedingungen zuverlässig arbeitet, gleichwohl einfach aufgebaut und preiswert ist. Von Vorteil ist auch, wenn die Kühlmittelpumpe in ihrer Fördercharakteristik, also hinsichtlich des Fördervolumens, trotz eines bevorzugten Antriebs in fester Drehzahlbeziehung zur Brennkraftmaschine in unterschiedlichen Konzepten der Kühlmittelversorgung flexibel eingesetzt werden kann.

**[0016]** Gegenstand der Erfindung ist eine Kühlmittelpumpe für die Förderung eines Kühlmittels in einem Kühlmittelkreislauf, vorzugsweise eines Kraftfahrzeugs. Die Kühlmittelpumpe kann insbesondere im Kühlmittelkreis des Antriebsmotors wie etwa eines Verbrennungsmotors angeordnet sein, um den Motor zu kühlen. Das Kühlmittel ist vorzugsweise eine Kühlflüssigkeit, beispielsweise auf Wasserbasis. Die Erfindung betrifft die Kühlmittelpumpe als solche und deren Verwendung im Kraftfahrzeug, insbesondere als Kühlmittelpumpe für den Antriebsmotor des Fahrzeugs. Sie kann mit Vorteil auch zur Kühlung stationärer Brennkraftmaschinen, beispielsweise für die Stromerzeugung, verwendet werden.

**[0017]** Die Kühlmittelpumpe umfasst ein Gehäuse, eine vom Gehäuse um eine Drehachse drehbar gelagerte Antriebswelle und ein von der Antriebswelle drehantreibbares Förderrad für die Förderung des Kühlmittels. Die Kühlmittelpumpe ist in Radialbauart ausgeführt, ist also eine Radial- oder Zentrifugalpumpe. Das Förderrad ist entsprechend ein Radialförderrad für die Förderung des Kühlmittels aus einem radial innen liegenden Einströmbereich in einen radial weiter außen liegenden Ausströmbereich. Der Ausströmbereich kann das Radialförderrad insbesondere am äußeren Umfang umgeben, so dass das Kühlmittel in radialer Richtung vom Radialförderrad

abströmt, grundsätzlich kann der Ausströmbereich aber auch einem radial äußeren Umfangsbereich des Förderads axial gegenüberliegen.

**[0018]** Die Kühlmittelpumpe ist vorzugsweise dafür eingerichtet, dass sie von der Brennkraftmaschine angetrieben wird. In bevorzugten einfachen Ausführungen ist sie im eingebauten Zustand in fester Drehzahlbeziehung von der Brennkraftmaschine antreibbar. Grundsätzlich soll jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass die Kühlmittelpumpe von einem anderen, beispielsweise eigenen Antrieb, oder über einen variablen Antrieb von der Brennkraftmaschine angetrieben wird. Die Kühlmittelpumpe kann ein Antriebsglied, vorzugsweise Antriebsrad aufweisen, das mit der Antriebswelle drehfest verbunden ist, indem es mit der Antriebswelle etwa in einem Stück geformt oder vorzugsweise separat von der Antriebswelle geformt und mit dieser verdrehgesichert gefügt ist, so dass die Drehachse der Antriebswelle auch gleichzeitig die Drehachse des Antriebsglieds ist.

**[0019]** Die Kühlmittelpumpe umfasst ferner eine Stellstruktur, die zur Verstellung einer das Fördervolumen der Pumpe bei gegebener Drehzahl beeinflussenden Strömungsgeometrie dient und zu diesem Zweck relativ zu dem Gehäuse in unterschiedliche Positionen verstellbar ist. Vorzugsweise ist die Stellstruktur im Rahmen dieser Verstellbarkeit auch relativ zum Förderrad verstellbar. Die durch Verstellung der Stellstruktur veränderbare Strömungsgeometrie kann insbesondere ein Übertrittsquerschnitt sein, durch den das Kühlmittel aus dem sich unmittelbar am Radialförderrad erstreckenden und mit dem Förderrad drehenden Strömungsbereich in den Ausströmbereich des Gehäuses strömt. Die durch die Stellstruktur variierebare Strömungsgeometrie kann sich auch stromabwärts von solch einem Übertrittsquerschnitt im Ausströmbereich des Gehäuses befinden. Die variierebare Strömungsgeometrie kann aber auch ein Übertrittsquerschnitt vom Einstrombereich des Gehäuses zum Radialförderrad oder ein Eintrittsquerschnitt in den Einstrombereich sein, wie dies zum Stand der Technik ebenfalls erwähnt wurde. Die variierebare Strömungsgeometrie kann auch der Strömungsquerschnitt unmittelbar am Radialförderrad sein, indem, wie zum

**[0020]** Stand der Technik erwähnt, die axiale Weite des am Radialförderrad nach außen führenden Strömungsquerschnitts variiierbar gestaltet wird. In noch einer Ausführung kann die Strömungsgeometrie mittels eines im Einstrombereich verstellbar angeordneten Drehimpulserzeugers variiert werden. Solch eine Stellstruktur prägt dem Kühlmittel einen Drehimpuls auf. Die als Drehimpulserzeuger gebildete Stellstruktur kann in solch einer Weise verstellbar sein, dass sie in einer Verstellposition dem Kühlmittel einen Drehimpuls aufprägt, der eine Drehbewegung des Kühlmittels in Drehrichtung des Radialförderrads bewirkt, und in einer anderen Verstellposition dem Kühlmittel einen Drehimpuls gegen die Drehrichtung des Radialförderrads aufprägt. Die Stellstruktur ist in allen Ausführungen ein Geometrievariator, nämlich ein Strömungsgeometrievariator, durch dessen

Verstellung die Strömungsgeometrie für das Kühlmittel und in der Folge das Fördervolumen der Kühlmittelpumpe gezielt variiert wird.

**[0021]** Die Stellstruktur wird fluidisch mittels eines Steuerfluids verstellt. Die Kühlmittelpumpe umfasst eine Aktuatereinrichtung zur Beaufschlagung der Stellstruktur mit dem Steuerfluid. Die Aktuatereinrichtung umfasst ein Steuerventil zur Einstellung einer die Position der Stellstruktur bestimmenden Drucks oder Volumensstroms des Steuerfluids. Das Steuerfluid wird vom Fördermedium selbst, dem Kühlmittel, gebildet. Um die zur Verstellung der Stellstruktur erforderliche Fluidenergie zu erzeugen, umfasst die Kühlmittelpumpe zusätzlich zum Radialförderrad eine von der Antriebswelle antreibbare Servopumpe für die Förderung des Steuerfluids zum Steuerventil. Das Kühlmittel kann grundsätzlich zwar ein Kühlgas sein, bevorzugter ist es jedoch eine Flüssigkeit. Entsprechend wird die Stellstruktur in bevorzugten Ausführungen hydraulisch verstellt.

**[0022]** Nach der Erfindung ist die Servopumpe als Rotationspumpe mit wenigstens einem Servopumpenrad ausgeführt. Die Servopumpe ist mit der Antriebswelle gekoppelt, so dass sie von dieser beim Drehantrieb des Radialförderrads ebenfalls drehangetrieben wird. Das wenigstens eine Servopumpenrad ist in bevorzugten Ausführungen verdrehgesichert mit der Antriebswelle verbunden. Es kann grundsätzlich in einem Stück mit der Antriebswelle geformt sein, bevorzugter ist es separat von der Antriebswelle geformt und verdrehgesichert mit der Antriebswelle gefügt. In solch einer Ausbildung kann es mit der Antriebswelle formschlüssig oder reibschlüssig verbunden sein. Das Wort "oder" wird hier wie auch stets sonst von der Erfindung im üblichen logischen Sinne eines "inklusive oder" verstanden, umfasst also die Bedeutung von "und" und auch von "entweder... oder", soweit sich aus dem jeweils konkreten Zusammenhang nicht ausschließlich nur eine dieser beiden Bedeutungen ergeben kann. Bezogen auf ein mit der Antriebswelle gefügtes Servopumpenrad bedeutet dies, dass das Servopumpenrad in einer ersten Ausführung nur formschlüssig, in einer zweiten Ausführung nur reibschlüssig und in einer bevorzugten dritten Ausführung form- und reibschlüssig mit der Antriebswelle gefügt sein kann. In alternativen Ausführungen kann das wenigstens eine Servopumpenrad stattdessen oder aber zusätzlich zu einem Form- oder Reibschluss mit der Antriebswelle stoffschlüssig verbunden sein.

**[0023]** Die Kombination aus Servo- oder Zusatzpumpe zur Erzeugung der für die Verstellung erforderlichen Steuerfluidenergie und Steuerventil zur gesteuerten Beaufschlagung mit der so erzeugten Fluidenergie erlaubt eine dem Bedarf eines Verbrauchers oder mehrerer unterschiedlicher Verbraucher flexibel angepasste Beaufschlagung und somit Verstellung der Stellstruktur und in der Folge Verstellung des Fördervolumens der Kühlmittelpumpe unter den im Kühlmittelkreis herrschenden Bedingungen wie insbesondere der Kühlmitteltemperatur, der Temperatur benachbarter Aggregate und Maschi-

nenteile, und ist auch wenig schmutzanfällig. Im Vergleich zu den im Stand der Technik bekannten Systemen mit Axialkolbenpumpen sind Rotationspumpen verschleißfester, da mit der Drehzahl der Antriebswelle kontinuierlich umlaufend. Rotationspumpen vom Verdrängertyp, wie sie bevorzugterweise eingesetzt werden, können zur Erzeugung der erforderlichen Fluidenergie sehr klein und kompakt, insbesondere axial kurz gebaut sein. Ein wesentlicher Vorteil ist auch der einfache Antrieb, da eine verschleißanfällige Kopplung entfällt, wie sie für die Erzeugung der Hubbewegung von Axialkolbenpumpen erforderlich ist. Das Ergebnis ist eine kompakte und robuste, gleichzeitig preiswerte Aktuatoreinrichtung, bei der zudem hinsichtlich der Flexibilität und Genauigkeit der Ansteuerung der Stellstruktur gegenüber den bekannten Konzepten keinerlei Abstriche gemacht werden müssen, ganz im Gegenteil, wegen des Steuerventils höchste Flexibilität und Präzision erreichbar sind.

**[0024]** Das Steuerventil kann mit einer Steuerung der Brennkraftmaschine, im Falle eines Fahrzeugmotors mit der Motorsteuerung, signalleitend verbunden sein und von dieser übergeordneten Steuerung ein den Betrieb des Steuerventils bestimmendes Steuersignal erhalten. Ist das Steuerventil als Schaltventil ausgeführt, wird es mittels des Steuersignals in jeweils eine seiner Schaltstellungen gebracht bzw. geschaltet. Das Steuersignal kann zweckmäßigerweise in Abhängigkeit von einer gemessenen Temperatur, insbesondere einer im Kühlkreis gemessenen Temperatur, erzeugt werden. An einer repräsentativen Stelle des Kühlkreises kann ein Temperatursensor angeordnet sein, dessen Sensorausgangssignal der Steuerung aufgegeben wird, die aus dem Sensorausgangssignal die Steuergröße für das Steuerventil bildet und diesem aufgibt. In einer Weiterbildung ist an mehreren repräsentativen Stellen des Kühlkreises jeweils ein Temperatursensor angeordnet, dessen Sensorausgangssignal der Steuerung aufgegeben wird, die aus den mehreren Sensorausgangssignalen die Steuergröße für das Steuerventil bildet.

**[0025]** Anstelle oder zusätzlich zur Temperatur kann auch eine andere repräsentative Steuergröße, beispielsweise eine Drehzahl oder Last der Brennkraftmaschine oder ein Massen- oder Volumendurchfluss des Kühlmittels zur Bildung der Steuergröße für das Steuerventil herangezogen werden. Einer Steuerung anhand einer gemessenen Temperatur, Drehzahl, Last, eines Kühlmitteldurchflusses oder einer anderen maßgeblichen Steuergröße kann eine Positionsregelung der Stellstruktur überlagert sein. So kann die Kühlmittelpumpe über einen Positionssensor verfügen, der die axiale Position der Stellstruktur relativ zum Gehäuse der Kühlmittelpumpe oder dem Radialförderrad detektiert. Stattdessen oder zusätzlich zu einem Positionssensor kann auch ein Wegsensor vorgesehen sein, der einen axialen Abstand misst, den die Stellstruktur in der jeweils eingenommenen Verstellposition relativ zu einer axialen Referenzposition einnimmt.

**[0026]** Der Begriff der "Steuerung" wird von der Erfindung im Sinne einer Steuerung entweder ohne Regelung oder aber als ein Steuern und Regeln verstanden. Bei Rückführung eines oder mehrerer Sensorsignale, beispielsweise eines repräsentativen Temperatursignal aus dem Kühlkreis oder eines Positionssignals für die Stellstruktur, wird die Kühlmittelpumpe somit hinsichtlich der Temperatur oder der Verstellposition der Stellstruktur geregelt. Anstelle einer Regelung kann es sich bei der Verstellung des Fördervolumens auch um ein Steuern ohne Regeln handeln, beispielsweise im Falle einer Ansteuerung der Stellstruktur lediglich in Abhängigkeit von einer Drehzahl oder Last der Brennkraftmaschine, die ihrerseits nicht vom Fördervolumen der Kühlmittelpumpe abhängt.

**[0027]** Das Steuerventil ist vorzugsweise am oder im Gehäuse der Kühlmittelpumpe angeordnet und ebenfalls bevorzugt innerhalb des Gehäuses mit der Servopumpe und der Stellstruktur verbunden.

**[0028]** Die Stellstruktur und die Aktuatoreinrichtung können in einfachen Ausführungen dazu eingerichtet sein, die Stellstruktur nur zwischen jeweils durch Anschlag vorgegebenen axialen Endpositionen umzusteuern, so dass die Stellstruktur entweder eine Verstellposition mit maximaler axialer Überdeckung des äußeren Umfangs des Radialförderrads oder aber eine Stellposition mit minimaler axialer Überdeckung einnimmt, aber keine Zwischenposition. In Weiterentwicklungen können die Stellstruktur und die Aktuatoreinrichtung dafür eingerichtet sein, die Stellstruktur auch auf eine oder mehrere diskret vorgegebene Zwischenpositionen zwischen der Verstellposition minimaler und der Verstellposition maximaler Überdeckung einzustellen. In nochmaliger Weiterentwicklung kann die Aktuatoreinrichtung auch dafür eingerichtet sein, vorzugsweise in Abstimmung mit einer die Stellstruktur in eine der beiden Extrempositionen rückstellenden Federkraft, die Stellstruktur in jede beliebige Zwischenposition zwischen zwei axialen Endpositionen einzustellen, so dass die axiale Überdeckung kontinuierlich, stufenlos verstellt werden kann.

**[0029]** Die Servopumpe kann besonders robust als Zahnradpumpe ausgeführt sein. Die Ausführung als Innenzahnradpumpe ist im Sinne der Kompaktheit der Kühlmittelpumpe im Ganzen gesehen besonders günstig. Die Servopumpe kann aber auch eine Außenzahnradpumpe mit einem außenverzahnten ersten Servopumpenrad und einem damit im Zahneingriff befindlichen, außenverzahnten zweiten Servopumpenrad sein, wobei eines der Servopumpenräder vorzugsweise mit der Antriebswelle drehfest ist. Eine Innenzahnradpumpe weist ein außenverzahntes Innenrad und ein damit im Zahneingriff befindliches, innenverzahntes Außenrad auf, das wenigstens einen Zahn mehr als das Innenrad hat, um mit diesem auf einer Niederdruckseite sich vergrößernde und auf einer Hochdruckseite wieder verkleinernde Förderzellen zu bilden. Handelt es sich bei der Servopumpe wie bevorzugt um solch eine Innenzahnradpumpe, kann entweder das Außenrad oder vorzugs-

weise das Innenrad drehfest mit der Antriebswelle verbunden sein. Obgleich Zahnradpumpen, insbesondere Innenzahnradpumpen, für die Zwecke der Erfindung besonders vorteilhaft sind, kann die Servopumpe in alternativen Ausführungen auch als Flügelzellenpumpe ausgeführt sein mit beispielsweise verschiebbaren oder schwenkbeweglichen Flügeln oder gegebenenfalls nur einem einzigen solchen Flügel. Sie kann auch als Rollenzellenpumpe ausgeführt sein.

**[0030]** Die Servopumpe kann wie vorstehend geschildert vom Verdrängertyp sein. Stattdessen kann sie vorteilhafterweise aber auch als Strömungsmaschine, insbesondere Kreiselpumpe, ausgeführt sein. Eine Seitenkanalpumpe ist ein Beispiel einer bevorzugten Servopumpe. Seitenkanalpumpen werden auch als Mischformen von Verdränger- und Kreiselpumpen angesehen. Ein Vorteil von Seitenkanalpumpen ist, dass sie bei geringer Fördermenge hohe Drücke erzielen können. Im Vergleich zu beispielsweise Zahnradpumpen versprechen sie auch eine geringe Anfälligkeit gegen Verschleiß, den im geförderten Fluid mitgeführte Schmutzpartikel verursachen können. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn es sich bei dem von der Servopumpe geförderten Fluid unmittelbar um das Kühlmittel handelt, das im Verlaufe der Betriebsdauer zunehmend mit Schmutzpartikeln befrachtet wird. Ein weiterer Vorteil von Seitenkanalpumpen ist, dass sie selbstansaugend sind und auch Flüssigkeits-GasGemische problemlos fördern und, falls gewünscht und dazu eingerichtet, auch trennen können.

**[0031]** Um das Steuerfluid mit hohem Druck zu fördern, kann eine mehrstufige Servopumpe vorgesehen sein mit einer ersten und wenigstens einer zweiten Stufe, die in Serie mit der ersten Stufe geschaltet ist, so dass das Steuerfluid von einem Auslass der ersten Stufe zu einem Einlass der zweiten Stufe gefördert wird. Der Einlass der ersten Stufe ist gleichzeitig auch der Einlass der Servopumpe. Handelt es sich wie bevorzugt um eine nur zweistufige Servopumpe, ist der Auslass der zweiten Stufe auch der Auslass der Servopumpe. Im Hinblick auf Kosten und axial kurzen Bauraum sind allerdings einstufige Ausführungen günstig.

**[0032]** In Ausführungen als Seitenkanalpumpe weist die Servopumpe ein das wenigstens eine Servopumpenrad bildendes Laufrad mit Laufradzellen, beispielsweise ein Flügelrad, und diesem wenigstens einen Laufrad axial, d.h. seitlich zugewandt wenigstens einen Seitenkanal auf, der sich in Umfangsrichtung um die Drehachse des Servopumpenrads axial neben dem Servopumpenrad erstreckt. Weist die Seitenkanalpumpe nur einen einzigen Seitenkanal auf, ist dieser Seitenkanal mit dem Einlass der Servopumpe und in Umfangsrichtung beabstandet mit dem Auslass der Servopumpe verbunden. Seitlich links und rechts von dem wenigstens einen Servopumpenrad kann auch jeweils ein Seitenkanal vorgesehen sein. Ist die Seitenkanalpumpe mehrstufig und weist ein erstes und wenigstens ein weiteres, zweites Servopumpenrad auf, kann dem ersten Servopumpenrad seit-

lich zugewandt nur ein einziger Seitenkanal oder beidseits jeweils ein Seitenkanal und dem zweiten Servopumpenrad seitlich zugewandt nur ein einziger Seitenkanal oder beidseits jeweils ein Seitenkanal vorgesehen sein. So können beispielsweise nur ein einziger Seitenkanal für das erste Servopumpenrad und ein einziger weiterer Seitenkanal für das zweite Servopumpenrad oder aber ein einziger Seitenkanal für eines der Servopumpenräder und zwei Seitenkanäle für das andere der Servopumpenräder vorgesehen sein. Bevorzugt werden Ausführungen, in denen dem ersten Servopumpenrad links und rechts jeweils ein Seitenkanal und auch dem zweiten Servopumpenrad links und rechts jeweils ein Seitenkanal zugewandt ist. Bei sequentieller Stufung wird es bevorzugt, wenn das Steuerfluid von einem der Seitenkanäle des ersten Servopumpenrads zum anderen Seitenkanal des ersten Servopumpenrads und von dort zu einem der Seitenkanäle des zweiten Servopumpenrads gefördert und über den anderen Seitenkanal des zweiten Servopumpenrads in Richtung auf das Steuerventil weitergefördert wird.

**[0033]** Die Servopumpe weist einen Einlass auf einer Niederdruckseite und einen Auslass auf einer Hochdruckseite auf. Durch den Einlass strömt das Steuerfluid, nämlich das Kühlmittel, in eine Förderkammer der Servopumpe, in der das wenigstens eine Servopumpenrad drehbar angeordnet ist, und strömt durch den Auslass der Servopumpe in Richtung des Steuerventils. Der Einlass der Servopumpe kann vorteilhafterweise mit dem Einströmbereich des Radialförderrads verbunden sein, die Servopumpe das Steuerfluid also aus dem Einströmbereich ansaugen. Der Einlass der Servopumpe kann stattdessen oder auch zusätzlich aber auch stromauf vom Einströmbereich an den Kühlmittelkreis angeschlossen sein. Um Schmutzpartikel vom Einlass der Servopumpe fernzuhalten oder einen im oder am Einlass der Servopumpe angeordneten Filter wenigstens zu entlasten, liegt oder liegen der Anschluss oder der Einlass der Servopumpe in bevorzugten Ausführungen im Fliehkraftfeld des Radialförderrads.

**[0034]** So kann das Radialförderrad wenigstens einen Durchlass, vorzugsweise mehrere um die Drehachse verteilt angeordnete Durchlässe aufweisen, durch den oder die das vom Radialförderrad geförderte Kühlmittel zum Einlass der Servopumpe strömen kann. Der wenigstens eine oder die mehreren Durchlässe bilden den Anschluss für die Servopumpe. In anderen bevorzugten Ausführungen ist im Einströmbereich der Kühlmittelpumpe, aber in dem vom Radialförderrad erzeugten Fliehkraftfeld und in Bezug auf das Fliehkraftfeld in einem zentralen inneren Bereich ein Anschluss vorgesehen, durch den das vom Radialförderrad angesaugte Kühlmittel innerhalb des Fliehkraftfelds zur Servopumpe abgezweigt wird. Der Anschluss ist in derartigen Ausführungen vorzugsweise stromauf vom Radialförderrad angeordnet. Er kann von einem einzigen Durchlass oder mehreren Durchlässen gebildet werden. Der Anschluss kann vorteilhafterweise an der Antriebswelle angeordnet sein. So

kann der Anschluss von einer oder mehreren Öffnung(en) an einer Umfangsfläche der Antriebswelle gebildet werden. Der Anschluss kann durch die Antriebswelle hindurch mit dem Einlass der Servopumpe verbunden sein. Ein im Fliehkraftfeld zentraler Anschluss kann stattdessen oder zusätzlich auch durch eine oder mehrere nahe der Drehachse gelegene Öffnung(en) des Radialförder-  
 5 rads gebildet sein und das Kühlmittel in die Antriebswelle führen, wo es weiter in Richtung Servopumpeneinlass strömen kann. Anstatt das Kühlmittel durch die Antriebs-  
 10 welle zu führen, kann insbesondere in Ausführungen, in denen das Radialförder-  
 15 rad die Antriebswelle umgibt, wenigstens ein Fluidkanal oder können vorzugsweise mehrere Fluidkanäle am äußeren Umfang der Antriebswelle oder an einem die Antriebswelle umgebenden inneren Umfang des Radialförder-  
 20 rads vorgesehen sein, beispielsweise in Form einer oder mehrerer Vertiefung(en), insbesondere Nut(en), an einem dieser beiden Umfänge oder auch an beiden einander zugewandten Umfängen. So kann oder können am inneren Umfang des Radial-  
 25 förder-  
 30 rads eine oder mehrere Vertiefung(en) geformt sein, die am stromaufwärtigen Ende des Radialförder-  
 35 rads münden, so dass das Kühlmittel axial einströmen kann. Die Vertiefung(en) kann oder können zusätzlich oder stattdessen auch am stromabwärtigen Ende des Radialförder-  
 40 rads münden. Es kann sich insbesondere um eine oder mehrere axiale, gerade Vertiefung(en) handeln. Ist oder sind eine oder mehrere Vertiefung(en) am äußeren Umfang der Antriebswelle geformt, erstreckt oder erstrecken sich diese Vertiefung(en) vorzugsweise über das stromaufwärtige Ende des Radialförder-  
 45 rads hinaus, um direkt und zentral im Fliehkraftfeld zu münden. Die im Kühlmittel befindlichen Schmutzpartikel werden im Fliehkraftfeld nach außen gedrängt, so dass in den bezüglich des Fliehkraftfelds zentral gelegenen Anschluss der Servopumpe nur Kühlmittel gelangt, das im Vergleich zu dem vom Radialförder-  
 50 rad geförderten Kühlmittel in geringerem Ausmaß mit Schmutzpartikeln beladen ist. Die Fliehkraft bewirkt eine gewisse Trennung. Einem durch Schmutzpartikel verursachten Verschleiß der Servopumpe wird entgegengewirkt. Zusätzlich kann zwischen dem Anschluss und dem eigentlichen Einlass der Servopumpe ein Filter mit Filtermaterial vorgesehen sein, in einfachen und nicht zuletzt deshalb bevorzugten Ausführungen kann auf solch einen Filter aber verzichtet werden.

**[0035]** Insbesondere in Ausführungen, in denen das Kühlmittel zur Servopumpe im Fliehkraftfeld des Radial-  
 55 förder-  
 60 rads weiter außen abgezweigt wird, ist es vorteilhaft, wenn das abgezweigte Kühlmittel über einen Filter mit Filtermaterial zum Servopumpenrad oder dem ersten Servopumpenrad einer mehrstufigen Servopumpe geführt wird. Der Filter kann unmittelbar am Einlass der Servopumpe angeordnet sein. Vorteilhafterweise ist er am oder im Gehäuse der Kühlmittelpumpe vorgesehen.

**[0036]** In ersten Ausführungen mit Filter kann der Filter mit der Antriebswelle drehmomentübertragend verbunden sein, vorzugsweise drehsteif. Bevorzugt ist er direkt

mit der Antriebswelle verbunden, beispielsweise indem er drehfest auf der Antriebswelle sitzt. Er kann aber stattdessen auch indirekt über eine andere mit der Antriebs-  
 5 welle drehende Komponente, wie etwa das Radialförder-  
 10 rad oder das Servopumpenrad, rotatorisch unbeweglich mit der Antriebswelle verbunden sein. Schmutzpartikel werden vom Filter abgefangen und durch die beim Pumpenbetrieb auftretende Zentrifugalkraft nach außen vom Filter abtransportiert, d. h. vom Filtermaterial des Filters weg nach außen geschleudert.

**[0037]** In zweiten Ausführungen mit Filter ist dem Filter eine Reinigungseinrichtung zugeordnet. Die Reini-  
 15 gungseinrichtung und der Filter sind so angeordnet, dass bei drehendem Radialförder-  
 20 rad zwischen der Reini-  
 25 gungseinrichtung und dem Filter eine relative Drehbewegung stattfindet, bei der die Reinigungseinrichtung den Filter von Partikeln reinigt. Entsprechend ist eines aus Reinigungseinrichtung und Filter drehmomentübertragend, vorzugsweise drehfest, direkt oder indirekt mit der Antriebswelle verbunden und relativ zum anderen drehbar. Das andere aus Reinigungseinrichtung und Filter ist relativ zum Gehäuse der Kühlmittelpumpe vorzugsweise unbeweglich angeordnet. Die Reinigungseinrichtung kann vorteilhafterweise so angeordnet sein, dass sie bei der relativen Drehbewegung über den Filter streicht und diesen dabei mechanisch oder fluidisch zu reinigt.

**[0038]** Die Reinigungseinrichtung kann beispielsweise als mechanischer Schaber ausgeführt sein. Der Scha-  
 30 ber ist so angeordnet, dass er bei der relativ zum vorzugsweise stationären Filter stattfindenden Drehbewegung über das Filtermaterial schabt und dadurch Schmutzpartikel von der zugewandten Oberfläche des Filtermaterials entfernt. Die als Schaber ausgeführte Reini-  
 35 gungseinrichtung ist vorzugsweise stromauf unmittelbar vor dem Filter angeordnet. Sie kann insbesondere als Flügelrad gebildet sein. Die Reinigungseinrichtung bzw. der Schaber kann zur Reinigung Kontakt mit der Filteroberfläche haben. Um Abrieb und Verschleiß an dem Schaber oder dem Filter zu minimieren bzw. ganz zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn der Schaber berührungslos mit geringem Abstand über die zugewandte Oberfläche des Filters streicht.

**[0039]** In alternativen Varianten kann die Reinigungs-  
 45 einrichtung auch stromab, hinter dem Filter angeordnet sein. Eine stromabwärtige Reinigungseinrichtung kann so ausgebildet sein, dass sie den Filter fluidisch reinigt. Mittels einer fluidischen Reinigungseinrichtung kann der Filter an seiner stromabwärtigen Rückseite mit dem von der Servopumpe geförderten Steuerfluid beaufschlagt werden. Mittels der fluidischen Reinigungseinrichtung wird der Filter der zur Servopumpe führenden Hinströmrichtung entgegen mit dem Steuerfluid beaufschlagt und dadurch in Gegenrichtung zur Hinströmrichtung gespült und gereinigt. Dies kann mittels eines Sperrelements dadurch verwirklicht sein, dass das Sperrelement die Hochdruckseite von der Reinigungseinrichtung trennt und eine Verbindung für solch eine Rückspülung nur in Be-

triebszuständen der Kühlmittelpumpe herstellt, in denen das von der Servopumpe gepumpte Steuerfluid nicht für die Verstellung der Stellstruktur benötigt wird. Umfasst die Reinigungseinrichtung wie bevorzugt ein Flügelrad mit einem oder mehreren Flügel(n), der oder die immer nur einen Teil der durchströmbaren Fläche des Filtermaterials überdeckt oder überdecken, kann auf ein solches Sperrelement verzichtet und Steuerfluid der Hochdruckseite der Servopumpe ständig zur Rückseite des Filters geführt werden. Durch den vom Flügelrad bei der Relativdrehung im jeweiligen Moment nicht überdeckten Filterbereich strömt Kühlmittel in Richtung auf das wenigstens eine Servopumpenrad und wird dabei mittels des Filters gereinigt, während gleichzeitig im jeweils überdeckten Filterbereich durch den oder die Flügel Steuerfluid der Hochdruckseite der Servopumpe in die Gegenrichtung durch den Filter strömt und diesen spült und dadurch reinigt.

**[0040]** Eine stromabwärts vom Filter angeordnete, fluidisch reinigende Reinigungseinrichtung kann in einer Abwandlung relativ zum Filter unbeweglich, zumindest drehunbeweglich, angeordnet und dazu eingerichtet sein, den Filter an seiner stromabwärtigen Rückseite in Betriebszuständen der Kühlmittelpumpe, in denen das von der Servopumpe gepumpte Steuerfluid nicht für die Verstellung der Stellstruktur benötigt wird, mit dem von der Servopumpe geförderten Steuerfluid zu beaufschlagen. Mittels solch einer fluidischen Reinigungseinrichtung wird der Filter der zur Servopumpe führenden Einstromrichtung entgegen mit dem Steuerfluid beaufschlagt und dadurch in Gegenrichtung zur Einstromrichtung gespült und gereinigt. Eine relativ zum Filter nicht bewegliche Reinigungseinrichtung umfasst zweckmäßigerweise ein Sperrelement, das in einer Fluidverbindung angeordnet ist, die von der Hochdruckseite der Servopumpe zur Rückseite des Filters führt, und das die Fluidverbindung sperren und in den Betriebszuständen der Kühlmittelpumpe, in denen das von der Servopumpe gepumpte Steuerfluid nicht für die Verstellung der Stellstruktur benötigt wird, öffnen kann.

**[0041]** Eine hinter dem Filter angeordnete Reinigungseinrichtung kann ein Flügelrad mit einem oder mehreren Flügel(n) umfassen, der oder die so geformt und so angeordnet ist oder sind, dass er oder sie bei einer relativen Drehbewegung in einem geringen Abstand über die Rückseite des Filters streichen und dabei auf die Filterrückseite einen in die besagte Gegenrichtung wirkenden Druck ausüben, der Schmutzpartikel aus dem Filtermaterial des Filters in die Gegenrichtung, weg vom Einlass der Servopumpe drückt. Der Filter kann auch auf diese Weise fluidisch gereinigt werden. Das Flügelrad berührt den Filter dabei vorzugsweise nicht. Diese Reinigungseinrichtung, die auf hydrodynamischem Druckaufbau durch die relative Drehbewegung beruht, kann mit einer der auf Spülung durch das Steuerfluid beruhenden Reinigungseinrichtungen, wie sie beispielsweise in den beiden direkt vorhergehenden Absätzen erläutert werden, kombiniert werden.

**[0042]** Im Zusammenhang mit der Filterung des zur Servopumpe geführten Steuerfluids offenbarte Merkmale, wie etwa die Ausbildung und Anordnung eines Filters oder einer Reinigungseinrichtung oder auch die Zuführung des Steuerfluids zur Servopumpe, sind einzeln und in jeder Kombination vorteilhaft nicht nur im Zusammenhang mit einer als Rotationspumpe ausgeführten Servopumpe, sondern generell auch für andere Bauarten von Servopumpen, beispielsweise Axialkolbenpumpen, Membranpumpen oder beispielsweise auch Rollquetschpumpen. Handelt es sich wie bevorzugt bei dem Steuerfluid um das Kühlmittel, so ist ein die Zuführung zur Servopumpe betreffendes vorteilhaftes Merkmal beispielsweise die Abzweigung im Fliehkraftfeld des Radialförderrads und beispielsweise auch die Zuführung durch die Antriebswelle oder das Radialförderrad. Die Anmelderin behält es sich daher vor, auf eines oder mehrere der Merkmale, die im Zusammenhang mit der Reinhaltung des Steuerfluids offenbart werden, auch ohne das Merkmal der Ausbildung der Servopumpe als Rotationspumpe eigene Ansprüche zu richten.

**[0043]** Die Servopumpe weist vorzugsweise ein eigenes Servopumpengehäuse mit einer Förderkammer auf, in der das wenigstens eine Servopumpenrad oder in Ausführungen mit mehreren Servopumpenrädern die zur Förderung im Fördereingriff zusammenwirkenden Servopumpenräder drehbar aufgenommen ist oder sind. Handelt es sich um eine Innenzahnradpumpe, kann das Servopumpengehäuse insbesondere das Außenrad unmittelbar in einem Drehgleitkontakt um seine Drehachse drehbar lagern. Das Servopumpengehäuse ist vorzugsweise im Gehäuse der Kühlmittelpumpe angeordnet. Vorteilhaft ist eine Anordnung in axialer Nähe zum Radialförderrad.

**[0044]** Von Vorteil ist, wenn ein Deckel des Gehäuses der Kühlmittelpumpe auch einen Deckel des Servopumpengehäuses bildet. Durch eine gemeinsame Abdeckung kann die Anzahl der Pumpenteile oder ein axialer Abstand von Radialförderrad und Servopumpenrad und somit die Länge der Pumpe reduziert werden. Eine axial kurze Bauweise ist auch vorteilhaft im Sinne einer axial größtmöglichen Nähe des Radialförderrads zu einer Drehlagerung der Antriebswelle.

**[0045]** Um die fluidische Verstellung der Stellstruktur bewirken zu können, ist diese mit einem Kolben gekoppelt oder bildet selbst unmittelbar einen Kolben, der mit dem Steuerfluid beaufschlagt werden kann. In Ausführungen, in denen die Stellstruktur selbst den Kolben bildet, kann solch ein Kolben in einem Stück mit der Stellstruktur geformt oder separat geformt und mit der Stellstruktur fest gefügt sein. Derartigen Ausführungen wird im Sinne größtmöglicher Kompaktheit und auch Robustheit gegenüber der Kopplung von Stellstruktur und Kolben mittels eines Getriebes, beispielsweise eines Gestänges oder Zahnradgetriebes, der Vorzug gegeben. Besonders bevorzugt werden Ausführungen mit separat gefertigtem und fest mit der Stellstruktur gefügtem Kolben. Der Kolben kann in sämtlichen Ausführungen ins-



besondere aus einem elastisch nachgiebigen Material geformt sein, beispielsweise einem Elastomer oder Gummi. Der Kolben kann insbesondere als Ringkolben ausgeführt sein und sich in einem radialen Abstand um die Drehachse der Antriebswelle, vorzugsweise auch in einem radialen Abstand von dem äußeren Umfang der Antriebswelle umlaufend erstrecken. Je nach Einbausituation kann es auch vorteilhaft sein, anstelle eines Ringkolbens um die Drehachse verteilt mehrere Einzelkolben anzuordnen, beispielsweise drei Einzelkolben.

**[0046]** In Weiterbildungen umfasst die Kühlmittelpumpe einen Druckbegrenzer zur Begrenzung des die Verstellung der Stellstruktur bewirkenden Drucks des Steuerfluids. Der Druckbegrenzer ist zweckmäßigerweise ein Druckbegrenzungsventil und kann insbesondere als Rückschlagventil ausgeführt sein. Weist die Servopumpe ein eigenes Servopumpengehäuse auf, trägt die Anordnung des Druckbegrenzers in dem Servopumpengehäuse zur Kompaktheit der Kühlmittelpumpe bei und vereinfacht deren Zusammenbau.

**[0047]** Die Kühlmittelpumpe kann eine Druckhalteeinrichtung umfassen, die verhindert, dass Steuerfluid bei stillstehender Servopumpe durch die Servopumpe, beispielsweise unvermeidbare Leckagen, abströmt. Die Druckhalteeinrichtung kann insbesondere in Kombination mit einem das Radialförderrad am äußeren Umfang umgreifenden Ringschieber vorgesehen sein, um bei stillstehender Brennkraftmaschine ein Rückströmen des Kühlmittels über das Radialförderrad zu verhindern oder zumindest zu verzögern. Die Druckhalteeinrichtung sorgt dafür, dass der Ringschieber mittels des Steuerfluids in der Verstellposition maximaler axialer Überdeckung gehalten wird. Das Kühlmittel wird somit nach dem Abschalten der Brennkraftmaschine weiterhin in deren Kühlquerschnitten gehalten, so dass die Brennkraftmaschine nach dem Abstellen langsamer abkühlt. Die Druckhalteeinrichtung kann zweckmäßigerweise als Halteventil, in bevorzugten einfachen Ausführungen als Rückschlagventil ausgeführt sein. Weist die Servopumpe ein eigenes Servopumpengehäuse auf, kann die Druckhalteeinrichtung in dem Servopumpengehäuse angeordnet sein, was der Kompaktheit der Kühlmittelpumpe förderlich ist und auch deren Zusammenbau vereinfacht.

**[0048]** Die Stellstruktur kann konzeptionell den zum Stand der Technik diskutierten Stellstrukturen entsprechen. So kann die Stellstruktur beispielsweise als Leitschaufelstruktur mit über den äußeren Umfang des Radialförderrads angeordneten Leitschaufeln ausgeführt sein. Solch eine Stellstruktur kann, wie grundsätzlich ebenfalls aus dem Stand der Technik bekannt, relativ zum Radialförderrad axial verstellbar sein, so dass die axiale Überdeckung von Radialförderrad und Leitschaufelstruktur variiert werden kann. Stattdessen oder zusätzlich können derartige Leitschaufeln auch schwenkbeweglich sein, um ihre Anstellung im Ausströmbereich verändern zu können, vorzugsweise durch gemeinsame Anlenkung an einen drehverstellbaren Ring, der selbst einen mit dem Steuerfluid beaufschlagbaren Kolben bil-

den oder mit solch einem Kolben in für die Drehverstellung geeigneter Weise gekoppelt sein kann. In alternativen Ausführungen kann die Stellstruktur eine im Einstrombereich angeordnete, verstellbare Einlassblende sein.

**[0049]** In bevorzugten Ausführungen ist die Stellstruktur als Ringschieber oder Leitschieber gebildet, wie sie der Art nach bekannt sind und eingangs zum Stand der Technik gewürdigt werden. In Ausführungen als Leitschieber ist die Stellstruktur mit dem Radialförderrad drehfest verbunden, aber axial relativ zum Radialförderrad verstellbar, so dass sie zwischen dem Radialförderrad und einer axial gegenüberliegenden Wandung des Gehäuses hin und her verstellt werden kann. Durch Verstellung des Leitschiebers wird die axiale Weite des Strömungskanals zwischen dem Einstrombereich und dem Ausströmbereich variiert, womit eine Variation des Fördervolumens der Kühlmittelpumpe bei gegebener Drehzahl des Radialförderrads, also ohne Drehzahländerung, einhergeht.

**[0050]** Der Kompaktheit der Förderpumpe kommt es entgegen, wenn die Stellstruktur als axial verstellbarer Ringschieber ausgeführt ist. Ringschieber können einfach geformt und angeordnet sowie auf einfache Weise stabil ausgeführt und betätigt werden. Der Ringschieber umgibt in wenigstens einer seiner unterschiedlichen axialen Verstellpositionen das Radialförderrad am äußeren Umfang, überlappt das Radialförderrad unter Ausbildung eines Ringspalts axial zumindest teilweise, so dass ein vom Radialförderrad in den Ausströmbereich führender Strömungsübertrittsquerschnitt variiert werden kann. Der Ringschieber wirkt als Austrittsblende. Vorzugsweise ist er so angeordnet, dass er am äußeren Umfang des Radialförderrads mit diesem unmittelbar einen Ringspalt bildet. Er kann stattdessen aber auch ein kleines Stück weit stromab vom äußeren Umfang des Radialförderrads angeordnet sein, eine in der zumindest teilweise überlappenden Position das Radialförderrad unmittelbar umgreifende Anordnung ist für den Wirkungsgrad der Kühlmittelpumpe jedoch günstig.

**[0051]** In bevorzugten Ausführungen wird die Stellstruktur in einem Führungskontakt längs einer Führung axial geführt. Der Führungskontakt ist vorzugsweise ein Gleitkontakt. Der Führungskontakt besteht vorzugsweise unmittelbar zwischen der Stellstruktur und der Führung. Für die Kompaktheit und auch die Stabilität der Stellstruktur und im Weiteren der Kühlmittelpumpe ist es von Vorteil, wenn der Führungskontakt nicht nahe der Umfangsfläche der Antriebswelle, sondern von dieser radial entfernt und stattdessen dem äußeren Umfang des Radialförderrads radial gemessen näher ist als der Drehachse der Antriebswelle und vorzugsweise dem äußeren Umfang des Radialförderrads auch radial näher ist, als eine auf gleicher axialer Höhe wie der Führungskontakt befindliche Umfangsfläche der Antriebswelle. Eine Führung radial möglichst weit außen trägt zur Verringerung des Bauraums bei, da sich nicht wie im Stand der Technik von der Umfangsfläche der Antriebswelle aus nach radial

außen bis zur Stellstruktur, beispielsweise dem bevorzugten Ringschieber, ein Verbindungssteg erstrecken muss, der Raum für die axiale Verstellbewegung erfordert. Bezogen auf die Servopumpe kann der Führungskontakt der Stellstruktur von der Drehachse der Antriebswelle einen größeren radialen Abstand als der äußere Umfang des wenigstens einen Servopumpenrads aufweisen. Weist die Servopumpe zwei oder noch mehr Servopumpenräder auf, die miteinander in einem Fördereingriff sind, ist der Führungskontakt von der Drehachse der Antriebswelle vorzugsweise radial außerhalb eines die Drehachse der Antriebswelle und sämtliche Servopumpenräder umgebenden Kreises angeordnet.

**[0052]** Die Stellstruktur umgibt in bevorzugten Ausführungen die Servopumpe. Wird die Stellstruktur in einem axialen Führungskontakt geführt, findet der Führungskontakt vorzugsweise radial auch außerhalb vom Servopumpengehäuse statt. So kann beispielsweise das Servopumpengehäuse an seinem äußeren Umfang unmittelbar die Führung für die Stellstruktur bilden.

**[0053]** Die Führung für die Stellstruktur kann unmittelbar vom Gehäuse der Kühlmittelpumpe oder wie bereits erwähnt unmittelbar vom Servopumpengehäuse oder beidem in Kombination gebildet werden, falls die Servopumpe ein eigenes Servopumpengehäuse aufweist. In bevorzugten Ausführungen ist in das Gehäuse der Kühlmittelpumpe jedoch eine Führungshülse eingesetzt, die mit ihrer inneren oder vorzugsweise ihrer äußeren Umfangsfläche die Führung bildet. Solch eine Führungshülse kann insbesondere auf das Servopumpengehäuse aufgeschoben sein, das Servopumpengehäuse, falls vorhanden, also umgeben. Der Kompaktheit und Reduzierung der Teileanzahl kommt es entgegen, wenn die Stellstruktur im Führungskontakt unmittelbar mit der Führungshülse ist.

**[0054]** Der Führungskontakt wird vorzugsweise durch eine Steglagerung der Stellstruktur erhalten, indem die Stellstruktur an einer der Führung radial zugewandten Umfangsfläche, vorzugsweise einer Innenumfangsfläche, in Umfangsrichtung aufeinander alternierend folgend axial erstreckte Stege und Vertiefungen aufweist und mit den Stegen im Führungsgleitkontakt mit der Führung ist.

**[0055]** Hinsichtlich der Materialwahl ist es von Vorteil, wenn das Gehäuse der Kühlmittelpumpe aus einem Leichtmetall, vorzugsweise Aluminium oder einer Aluminiumbasislegierung, geformt ist. So kann das Gehäuse insbesondere gegossen und, soweit Lagerstellen oder Passungen vorzusehen sind, an den entsprechenden Stellen spanend oder schleifend nachbearbeitet werden. Die Stellstruktur kann ebenfalls aus einem Metall gefertigt sein, bevorzugter wird sie aus einem Kunststoffmaterial geformt. Sie kann insbesondere ein Kunststoffspritzgussteil sein. Die genannte Führung kann ebenfalls aus Kunststoff gefertigt sein, dann allerdings bevorzugt aus einem für den bevorzugten Führungsgleitkontakt mit der Stellstruktur günstigen Material. Bevorzugter besteht die Führung jedoch aus einem metalli-

schen Werkstoff, beispielsweise ebenfalls einem Leichtmetall oder aus Stahl. Eine Stellstruktur aus Kunststoff und eine Führung aus Stahl ergibt auch eine besonders günstige, reibungsarme Gleitpaarung für einen Führungsgleitkontakt der Stellstruktur. Das wenigstens eine Servopumpenrad, bei mehreren Servopumpenrädern eines oder mehrere dieser Räder oder sämtliche Räder, kann oder können aus metallischem Werkstoff oder aus Kunststoff gefertigt sein. Soweit die Stellstruktur oder ein Servopumpenrad aus Kunststoff gefertigt ist, kommen hierfür sowohl thermoplastische als auch duroplastische Kunststoffe in Frage.

**[0056]** Anstelle oder zusätzlich zu einer Führung kann die Stellstruktur in Ausführungen, in denen sie längs einer Verstellachse, vorzugsweise längs der Drehachse der Antriebswelle, verstellbar ist, über Haltearme parallel zur Verstellachse elastisch nachgiebig abgestützt sein, d. h. mittels elastisch verformbarer Haltearme. Obgleich grundsätzlich zwei solcher Haltearme genügen, die um die Verstellachse verteilt, vorzugsweise in zweizähliger Drehsymmetrie verteilt angeordnet sind, ist es besonders vorteilhaft, wenn drei solche Haltearme um die Verstellachse in vorzugsweise dreizähliger Drehsymmetrie angeordnet sind. Bei Anordnung von mehr als drei derartiger Haltearme entsteht eine geometrische Überbestimmung, so dass die Anordnung von genau drei elastisch verformbaren Haltearmen bevorzugt wird. Vorzugsweise sind die Haltearme so geformt und in Bezug auf die Verstellachse so angeordnet, dass sie die Stellstruktur bei der Verstellung in Bezug auf die Verstellachse zentriert, bevorzugt in jeder Verstellposition zentriert halten. Mittels der Haltearme kann gleichzeitig auch eine Federeinrichtung geschaffen sein, die dafür sorgt, dass die Verstellstruktur in eine bestimmte Verstellposition gespannt ist und mittels des Drucks des Steuerfluids aus dieser Verstellposition bis in eine andere Verstellposition verstellt werden kann. Grundsätzlich können die elastisch verformbaren Haltearme aber auch zusätzlich zu einer weiteren Federeinrichtung vorgesehen sein, die in solchen Ausführungen die Stellstruktur vorzugsweise in die gleiche Richtung wie die Haltearme mit Federkraft beaufschlagt.

**[0057]** Die Kühlmittelpumpe kann in einfachen Ausführungen dafür eingerichtet sein, nur die Brennkraftmaschine zum Zwecke der Kühlung mit dem Kühlmittel zu versorgen. Sie kann aber auch dafür ausgelegt sein, zusätzlich ein weiteres Aggregat oder mehrere Aggregate, beispielsweise einen Wärmetauscher einer Fahrzeugheizung, mit dem von der Brennkraftmaschine erwärmten Kühlmittel zu versorgen. Sie kann in derartigen Ausführungen mehrflutig sein, mit einem ersten Ausströmbereich für die Brennkraftmaschine und einem zweiten Ausströmbereich für das weitere Aggregat. Die zwei oder gegebenenfalls noch mehr Fluten können jeweils mit einer eigenen Stellstruktur in der beschriebenen Weise ausgestattet sein, um jede der Fluten separat von der jeweils anderen bedarfsgerecht steuern zu können. Es kann aber auch im oder stromabwärts vom Ausströmka-

nal eine Verzweigung vorgesehen sein, so dass eine beispielsweise nur einflutige Kühlmittelpumpe das gesamte Kühlmittel fördert und erst stromabwärts vom Radialförderrad mittels eines entsprechenden Ventils das Kühlmittel zur Brennkraftmaschine oder dem einen oder der mehreren anderen zu versorgenden Aggregat(en) fördert.

**[0058]** Vorteilhafte Merkmale werden auch in den Unteransprüchen und deren Kombinationen beschrieben.

**[0059]** Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Figuren erläutert. Am Ausführungsbeispiel offenbar werdende Merkmale bilden jeweils einzeln und in jeder Merkmalskombination die Gegenstände der Ansprüche und auch die vorstehend erläuterten Ausgestaltungen vorteilhaft weiter. Es zeigen:

- Figur 1 eine Kühlmittelpumpe in einer perspektivischen Sicht,
- Figur 2 die Kühlmittelpumpe in einem Längsschnitt,
- Figur 3 einen zentralen Bereich der Kühlmittelpumpe im Längsschnitt,
- Figur 4 einen Druckbegrenzer der Kühlmittelpumpe,
- Figur 5 die Kühlmittelpumpe in einem ersten Querschnitt,
- Figur 6 die Kühlmittelpumpe in einem zweiten Querschnitt
- Figur 7 eine modifizierte Stellstruktur,
- Figur 8 eine Kühlmittelpumpe mit rotierendem Filter,
- Figur 9 die Kühlmittelpumpe der Figur 8 in einer Sicht auf ein Radialförderrad,
- Figur 10 die Kühlmittelpumpe der Figur 8 in einer Sicht auf den Filter,
- Figur 11 eine Kühlmittelpumpe mit Filter und mechanischer Reinigungseinrichtung,
- Figur 12 die Kühlmittelpumpe der Figur 11 in einer Sicht auf den Filter,
- Figur 13 eine Kühlmittelpumpe mit Filter und fluidischer Reinigungseinrichtung,
- Figur 14 die Kühlmittelpumpe der Figur 13 in einer Sicht auf den Filter,
- Figur 15 den Filter und die Reinigungseinrichtung in Detaildarstellung,
- Figur 16 eine Kühlmittelpumpe mit einer Seitenkanal-

pumpe als Servopumpe, und

Figur 17 die Kühlmittelpumpe der Figur 16 in einer Sicht auf die Servopumpe.

**[0060]** Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Kühlmittelpumpe, die als Kühlmittelpumpe für eine Brennkraftmaschine, vorzugsweise als Kühlmittelpumpe für einen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs, verwendet werden kann. Es handelt sich um eine Kühlmittelpumpe in Radialbauart. In einem Gehäuse 1 der Kühlmittelpumpe ist ein Radialförderrad 2 um eine Drehachse R drehbar gelagert. Das Gehäuse 1 weist Montagestellen für die Montage im Kühlkreislauf der Brennkraftmaschine, vorzugsweise an der Brennkraftmaschine, auf. Die Kühlmittelpumpe ist im montierten Zustand für ihren Antrieb mit der Brennkraftmaschine gekoppelt, kann also von dieser über ein geeignetes Getriebe, beispielsweise einen Zugmitteltrieb, drehangetrieben werden. An einer Antriebsseite der Kühlmittelpumpe ist entsprechend ein Antriebsrad 3 angeordnet, beispielhaft wie üblich ein Riemenrad, das aber auch durch ein Kettenrad im Falle eines Kettentriebs oder auch durch ein Zahnrad für einen optionalen Zahnradantrieb anstelle eines Zugmitteltriebs ersetzt werden könnte. Das Antriebsrad 3 ist zum Radialförderrad 2 koaxial angeordnet und somit um die gleiche Drehachse R drehbar. Das Radialförderrad 2 ist mit dem Antriebsrad 3 drehmomentfest verbunden. Beispielhaft sind beide Räder 2 und 3 jeweils verdrehgesichert mit einer gemeinsamen Antriebswelle 4 verbunden, die vom Gehäuse 1 drehgelagert wird. Im Pumpenbetrieb fördert das Radialförderrad 2 ein Kühlmittel, vorzugsweise ein flüssiges Kühlmittel, aus einem zentralen Einströmbereich 5, der Saugseite der Pumpe, in einen sich am äußeren Umfang um das Radialförderrad 2 erstreckenden Ausströmbereich 6. Saugseitig ist das Radialförderrad 2 über den Einströmbereich 5 an ein Kühlmittelreservoir und druckseitig über den Ausströmbereich 6 an die mit dem Kühlmittel zu versorgende Brennkraftmaschine oder einen oder mehrere weitere Verbraucher, beispielsweise eine Heizung, angeschlossen.

**[0061]** Um den vom Radialförderrad 2 geförderten Kühlmittelstrom an den Bedarf der Brennkraftmaschine oder eines optionalen anderen Verbrauchers anpassen zu können, ist die Kühlmittelpumpe in Bezug auf den Förderstrom verstellbar. Der Förderstrom wird durch Variation der Strömungsgeometrie verstellt, beispielhaft durch Variation des Strömungsquerschnitts im Übertritt vom Radialförderrad 2 in den Ausströmbereich 6, der wie von Radialpumpen bekannt, von einem Ringkanal oder Teilringkanal eines in Figur 1 nicht dargestellten, abgenommenen Teils des Gehäuses 1 gebildet wird. Der Ring- oder Teilringkanal erstreckt sich am äußeren Umfang des Radialförderrads 2 um dieses vollständig über 360° oder zumindest teilweise umlaufend. Der Variation der Strömungsgeometrie dient eine Stellstruktur 10, die als Ringschieber, wie bevorzugt als Spaltringschieber gebildet ist und relativ zum Gehäuse 1 und dem Radialförder-

rad 2 axial hin und her in unterschiedliche Verstellpositionen verstellt werden kann. Die Stellstruktur 10 bildet unmittelbar mit dem Radialförderrad 2 einen diesen umgreifenden Ringspalt, wirkt somit als Spaltringschieber. Die Stellstruktur 10 ist zwischen einer ersten axialen Verstellposition und einer zweiten axialen Verstellposition hin und her verstellbar. In Figur 1 nimmt sie die erste Verstellposition ein, in der der Übertrittsquerschnitt vom Radialförderrad 2 in den Ausströmbereich 6 maximal ist. In der zweiten Verstellposition ist dieser Übertrittsquerschnitt minimal. Beispielfhaft gibt die Stellstruktur 10 in der ersten Verstellposition das Radialförderrad 2 über dessen gesamte wirksame axiale Förderweite frei. In der zweiten Verstellposition überdeckt sie die wirksame Förderweite des Radialförderrads 2 wie bevorzugt, aber lediglich beispielhaft vollständig. Mittels der Stellstruktur 10 ist daher eine Verstellung zwischen einem beispielhaft der Nullförderung entsprechenden minimalen Fördervolumen und einem maximalen Fördervolumen möglich. Vorzugsweise ist die Stellstruktur 10 zwischen der ersten und der zweiten Verstellposition in jede Zwischenposition verstellbar und in der gewünschten Verstellposition einregelbar, also in Position haltbar.

**[0062]** Um das Fördervolumen automatisch verstellen zu können, umfasst die Kühlmittelpumpe eine Aktuator-einrichtung mit einem Steuerventil 7, das wie bevorzugt, aber nur beispielhaft als elektromagnetisch wirkendes Ventil gebildet ist. Dem Steuerventil 7 sind über einen Anschluss 8 elektrische Energie und Steuersignale zuführbar. Das Steuerventil 7 kann über den Anschluss 8 insbesondere mit einer Steuerung der Brennkraftmaschine, beispielsweise einer Motorsteuerung im Falle eines Antriebsmotors eines Kraftfahrzeugs, oder einer Steuerung für eine Fahrzeugheizung verbunden werden.

**[0063]** Die Stellstruktur 10 ist fluidisch mittels eines Steuerfluids verstellbar, das vom zu fördernden Kühlmittel gebildet wird. Die Stellstruktur 10 ist hierfür im Gehäuse 1 mit einem Kolben gekoppelt, der vom Steuerventil 7 gesteuert mit einem Druck des Steuerfluids beaufschlagt wird. Dem Steuerventil 7 kann über den Anschluss 8 ein Steuersignal zugeführt werden. Das Steuersignal kann in Abhängigkeit von einer gemessenen Temperatur, insbesondere einer im Kühlkreis gemessenen Temperatur wie etwa einer Kühlmitteltemperatur, erzeugt werden. So kann an einer repräsentativen Stelle des Kühlkreises, vorzugsweise an mehreren repräsentativen Stellen jeweils, ein Temperatursensor angeordnet sein, dessen Sensorausgangssignal der Steuerung aufgegeben wird, die aus dem oder den Sensorsignal(en) die Steuergröße für das Steuerventil 7 bildet.

**[0064]** Figur 2 zeigt die Kühlmittelpumpe in einem Längsschnitt. Die Antriebswelle 4 ist in der Darstellung in funktionale axiale Abschnitte 4a bis 4e unterteilt und im Wellenabschnitt 4d vom und im Gehäuse 1 mittels eines Wälzlagers drehbar gelagert. Das Radialförderrad 2 ist in einem vorderen Endabschnitt 4a verdrehgesichert mit der Antriebswelle 4 verbunden. Das Antriebsrad 3 ist in einem vom Wellenabschnitt 4a axial abgewandten hin-

teren Wellenabschnitt 4e, vom Radialförderrad 2 aus gesehen hinter dem Drehlagerabschnitt 4d angeordnet und dort verdrehgesichert mit der Welle 4 verbunden. Wegen der Drehlagerung der Welle 4 in einem Wellenabschnitt axial zwischen der Abstützung des Radialförderrads 2 und der Abstützung des Antriebsrads 3 wird ein axial kurzer Abstand zwischen der Drehlagerung der Welle 4 und dem Radialförderrad 2 erhalten und dadurch ein bei Fördertätigkeit eventuell auftretendes, im Abschnitt 4d der Drehlagerung der Antriebswelle 4 abzufangendes Biegemoment reduziert.

**[0065]** Um den für die Verstellung der Stellstruktur 10 erforderlichen Steuerfluiddruck zu erzeugen, umfasst die Kühlmittelpumpe eine zusätzliche Pumpe 20, die im Folgenden zur begrifflichen Unterscheidung von der eigentlichen Kühlmittelpumpe als Servopumpe 20 bezeichnet wird. Die Servopumpe 20 ist eine Verdrängerpumpe und wie bevorzugt, aber dennoch nur beispielhaft, als Innenzahnradpumpe ausgeführt. Sie umfasst ein mit der Welle 4 verdrehgesichert verbundenes, mit einer Außenverzahnung versehenes Innenrad 21 und ein das Innenrad 21 umgebendes, innenverzahnendes Außenrad 22, die miteinander in einem Fördereingriff, nämlich Zahneingriff sind, in dem sie bei drehangetriebener Welle 4 um die Drehachse R umlaufend periodisch sich vergrößernde und wieder verkleinernde Förderzellen bilden. Im Bereich der Zellenvergrößerung, der Niederdruckseite der Servopumpe 20, wird durch die sich vergrößernden Förderzellen das Steuerfluid, hier das Kühlmittel, angesaugt. Im Bereich der Zellenverkleinerung, der Hochdruckseite der Servopumpe 20, wird das Steuerfluid unter erhöhtem Druck wieder ausgestoßen. Die Servopumpe 20 ist an ihrer Hochdruckseite über einen Druckkanal 31 mit dem Steuerventil 7 verbunden.

**[0066]** Der Steuerfluidbereich, der sich vom Austritt der Servopumpe 20 bis zum Steuerventil 7 erstreckt, den Druckkanal 31 also einschließt, bildet die Hochdruckseite der Servopumpe 20. Mit dem Steuerventil 7 wird der Druck des Steuerfluids auf der Hochdruckseite eingestellt. Das Steuerfluid wirkt auf dieser Hochdruckseite auf einen Kolben 15, der im Gehäuse 1 der Kühlmittelpumpe axial beweglich geführt und mit der Stellstruktur 10 so gekoppelt ist, dass die Stellstruktur 10 bei Beaufschlagung des Kolbens 15 mit entsprechendem Steuerfluiddruck in Richtung auf die Verstellposition der maximalen axialen Überdeckung des Radialförderrads 2 verschoben wird. Der Kolben 15 ist, wie bevorzugt, axial fest mit der Stellstruktur 10 verbunden, so dass diese die Axialbewegung des Kolbens 15 einfach mitmacht. Die Stellstruktur 10 wird von einer Federeinrichtung mit um die Drehachse R gleichmäßig verteilt angeordneten Federn 17 in die axiale Gegenrichtung mit Federkraft beaufschlagt. Dem auf den Kolben 15 wirkenden Steuerfluiddruck wirkt somit die Federkraft rückstellend in Richtung auf die Verstellposition minimaler Überdeckung, die die Stellstruktur 10 in Figur 2 einnimmt, entgegen.

**[0067]** Das Steuerventil 7 kann beispielsweise ein zwischen unterschiedlichen Schaltstellungen schaltbares

Mehrwegeventil sein, das in einer ersten Schaltstellung die Hochdruckseite der Servopumpe 20 absperrt und in einer zweiten Schaltstellung die Hochdruckseite der Servopumpe 20 mit dem Kühlmittelkreis kurzschließt und hierfür mit vorzugsweise der Druckseite der Kühlmittelpumpe verbindet. Die Servopumpe 20 ist zweckmäßigerweise so ausgelegt, dass der von ihr erzeugte Steuerfluiddruck bereits im Leerlauf der Brennkraftmaschine ausreicht, um die Stellstruktur 10 bei in der ersten Schaltstellung, der Sperrstellung, befindlichem Steuerventil 7 in die Verstellposition der maximalen Überdeckung zu verstellen. Entspricht die Verstellposition der maximalen Überdeckung wie bevorzugt der vollständigen Überdeckung, fördert das Radialförderrad 2 praktisch kein Kühlmittel. Dies ermöglicht eine rasche Erwärmung der Brennkraftmaschine, wenn diese aus dem kalten Zustand gestartet wird. Zudem verringert sich die Leistungsaufnahme der Kühlmittelpumpe.

**[0068]** Soll mit dem vom Radialförderrad 2 geförderten Kühlmittel noch ein anderes Aggregat versorgt werden, beispielsweise eine Heizung eines Kraftfahrzeugs, falls es sich bei der Brennkraftmaschine um den Antriebsmotor eines Fahrzeugs handelt, kann stromabwärts vom Förderrad 2 eine Abzweigung zu solch einem weiteren Aggregat angeordnet und ein weiteres Steuerventil vorgesehen sein, um das Kühlmittel wahlweise zur Brennkraftmaschine oder dem weiteren Aggregat zu leiten, was auch den Fall einschließt, dass das Kühlmittel über solch ein Steuerventil gleichzeitig sowohl zur Brennkraftmaschine als auch dem weiteren Aggregat geleitet werden kann. Dem Bedarf eines optionalen weiteren Aggregats entsprechend kann es daher auch von Vorteil sein, wenn die Stellstruktur 10 in der Verstellposition maximaler Überdeckung das Radialförderrad 2 am äußeren Umfang axial nicht vollständig überdeckt, sondern nur über einen axialen Teilabschnitt.

**[0069]** Das Steuerventil 7 kann in einfachen Ausführungen überhaupt nur die beiden genannten Schaltstellungen aufweisen und auch stets eine dieser Schaltstellungen einnehmen. Die Ansteuerung der Stellstruktur 10 kann in solch einfachen Ausführungen so gestaltet sein, dass die Stellstruktur 10 nur jeweils eine der beiden Extrempositionen einnehmen kann, also entweder die Verstellposition maximaler oder die Verstellposition minimaler Überdeckung. In einer Weiterbildung kann das Steuerventil 7 dafür eingerichtet sein, zwischen den beiden Schaltstellungen so rasch hin und her zu schalten, dass die Stellstruktur 10 auch auf eine beliebige Verstellposition axial zwischen den beiden Extrempositionen eingeregelt werden kann. In wieder anderen Weiterbildungen kann das Steuerventil 7 dafür eingerichtet sein, den Druck des Steuerfluids kontinuierlich auf einen bestimmten Wert und dadurch die Stellstruktur 10 dem Kräftegleichgewicht aus Steuerfluiddruck und rückstellender Federkraft entsprechend auf eine bestimmte oder jede beliebige, gewünschte Position zwischen der Verstellposition maximaler und der Verstellposition minimaler Überdeckung einzustellen.

**[0070]** Zwischen der Servopumpe 20 und dem Steuerventil 7 ist eine Druckhalteeinrichtung 28 angeordnet, die verhindert, dass das Steuerfluid in die Servopumpe 20 zurück strömen kann. Die Druckhalteeinrichtung 28 blockiert in einer Sperrposition einen Strömungsquerschnitt gegen ein Zurückströmen zur Servopumpe 20, lässt ein Hinströmen in Richtung auf das Steuerventil 7 jedoch zu. Sie öffnet nur dann, wenn der Druck des Steuerfluids an einem der Servopumpe 20 nahen stromaufwärtigen Einlass der Druckhalteeinrichtung 28 den Druck des Steuerfluids an einem dem Steuerventil 7 nahen stromabwärtigen Auslass der Druckhalteeinrichtung 28 übersteigt. Sie wird mit Federkraft in die Sperrposition beaufschlagt, nimmt also bei Gleichdruck die Sperrposition ein. Die in der Sperrposition wirkende Federkraft ist so bemessen, dass die Druckhalteeinrichtung 28 in Richtung auf das Steuerventil 7 zumindest dann öffnet, wenn sich die Brennkraftmaschine im Leerlauf befindet und der auf den Kolben 15 wirkende Druck dem Umgebungsdruck entspricht. Die Druckhalteeinrichtung 28 ist wie bevorzugt, aber nur beispielhaft als Rückschlagventil ausgeführt.

**[0071]** Bei sperrendem Steuerventil 7 kann aufgrund der Druckhalteeinrichtung 28 die Stellstruktur 10 nach einem Abstellen der Brennkraftmaschine über einen vergleichsweise langen Zeitraum in der Verstellposition maximaler Überdeckung gehalten werden, da ein Zurückströmen des Steuerfluids über die Servopumpe 20 verhindert wird. Falls die Stellstruktur 10 in dieser Verstellposition den Übergangsquerschnitt am äußeren Umfang des Radialförderrads 2 wie bevorzugt weitgehend dicht verschließt, kann das Kühlmittel stromauf des Radialförderrads 2 der Dichtigkeit des Übergangsquerschnitts entsprechend länger zurückgehalten werden, als dies bei raschem Druckabbau auf der Hochdruckseite der Servopumpe 20 der Fall wäre. Die Brennkraftmaschine kann nach einem Abstellen langsamer abkühlen, der Abkühlvorgang kann verstetigt werden.

**[0072]** Die Servopumpe 20 und die Druckhalteeinrichtung 28, falls letztere vorhanden ist, sind vorzugsweise so ausgelegt, dass der im Leerlauf der Brennkraftmaschine von der Servopumpe 20 erzeugte Druck ausreicht, die Stellstruktur 10 in die Verstellposition maximaler Überdeckung zu verstellen. Durch entsprechende Ansteuerung des Steuerventils 7 kann dieser Druck entweder gehalten oder reduziert und somit die Position der Stellstruktur 10 auch im Leerlauf bedarfsgerecht eingestellt werden. Dies gilt vorzugsweise auch für jeden anderen Betriebszustand der Brennkraftmaschine, solange der von der Servopumpe 20 erzeugte Steuerfluiddruck ausreicht, die rückstellende Federkraft zu überwinden, die in Richtung auf die Position minimaler Überdeckung auf die Stellstruktur 10 wirkt.

**[0073]** Der Steuerfluiddruck wird mittels eines in Figur 4 dargestellten Druckbegrenzers 29 auf einen maximalen Wert begrenzt, so dass er diesen Wert auch bei hohen Drehzahlen und entsprechend hohem Fördervolumen der Servopumpe 20 nicht übersteigen kann. Durch die

Begrenzung des Steuerfluiddrucks wird die Kraft, mit der die Stellstruktur 10 in der Verstellposition maximaler Überdeckung gegen einen axialen Anschlag drücken kann, auf einen sich aus dem Steuerfluiddruck und der wirksamen Druckfläche des Kolbens 15 ergebenden Maximalwert begrenzt. Ein Einlass des Druckbegrenzers 29 ist mit dem Raum verbunden, in dem der Kolben 15 mit dem Steuerfluid beaufschlagt wird. Ein Auslass des Druckbegrenzers 29 leitet das Steuerfluid in den vom Radialförderrad 2 geförderten Hauptstrom des Kühlmittels zurück. Der Druckbegrenzer 29 ist wie bevorzugt, aber nur beispielhaft als Rückschlagventil gebildet. Der Druckbegrenzer 29 ist in Umfangsrichtung um die Rotationsachse R zur Druckhalteeinrichtung 28 versetzt angeordnet. Der in Figur 4 dargestellte Längsschnitt ist in Umfangsrichtung entsprechend zum Längsschnitt der Figuren 2 und 3 versetzt.

**[0074]** Die Servopumpenräder 21 und 22 sind in einem eigenen Servopumpengehäuse 23 aufgenommen. Das Servopumpengehäuse 23 lagert das Außenrad 22 über dessen äußeren Umfang in einem Gleitkontakt drehbar. Die Aufnahme der Servopumpenräder 21 und 22 im eigenen Servopumpengehäuse 23 erleichtert den Zusammenbau der Kühlmittelpumpe, indem die Servopumpe 20 in einem vormontierten Zustand eingebaut werden kann. Das Servopumpengehäuse 23 ist im Gehäuse 1 der Kühlmittelpumpe angeordnet, wie bevorzugt, innerhalb der ringförmigen Stellstruktur 10. Die Druckhalteeinrichtung 28 und der Druckbegrenzer 29 sind ebenfalls im Servopumpengehäuse 20 angeordnet.

**[0075]** Figur 3 zeigt in einer vergrößerten Darstellung den zentralen Bereich der Kühlmittelpumpe im gleichen Längsschnitt wie Figur 2. Das zentral angeordnete Servopumpengehäuse 23 wird an seiner dem Radialförderrad 2 zugewandten Stirnseite von einem Deckel 13 abgedeckt. Der Deckel 13 deckt gleichzeitig an der betreffenden Seite auch das Gehäuse 1 der Kühlmittelpumpe ab. Axial zwischen dem Servopumpengehäuse 23 und dem Deckel 13 ist noch eine Deckscheibe 24 angeordnet, die das Servopumpengehäuse 23 unmittelbar überdeckt und in der der Einlass 25 und der Auslass 27 der Servopumpe 20 geformt sind. In der Deckscheibe 24 ist im Einlass 25 ein Filter 26 angeordnet, beispielhaft ein Filtersieb, der Schmutzpartikel zurückhält. Bei drehender Antriebswelle 4 saugt die Servopumpe 20 Kühlmittel von einer Stelle im Fliehkraftfeld, vorzugsweise am oder nahe beim äußeren

**[0076]** Umfang des Radialförderrads 2, durch den Einlass 25 ein und stößt das Kühlmittel als Steuerfluid mit erhöhtem Druck durch den Auslass 27 aus. Der Auslass 27 ist über die Druckhalteeinrichtung 28 mit dem Druckkanal 31 und dieser mit der dem Radialförderrad 2 abgewandten Rückseite des Kolbens 15 verbunden. In Figur 3 nimmt die Druckhalteeinrichtung 28 die Sperrposition ein. Die Servopumpe 20 steht still, oder es wurde bei sperrendem Steuerventil 7 beispielsweise gerade die Pumpengeschwindigkeit verringert.

**[0077]** Die Servopumpe 20 ist in dem sich an den Wel-

lenabschnitt 4a axial anschließenden Wellenabschnitt 4b angeordnet. Zwischen dem Servopumpengehäuse 23 und dem die Drehlagerung bildenden Wellenabschnitt 4d ist im Wellenabschnitt 4c eine Wellendichtung 19, beispielsweise in Form einer Gleitringdichtung oder Lippendichtung, angeordnet, die das Gehäuse 1 abdichtet. Wie nicht zuletzt auch aus Figur 3 ersichtlich, ist die als Rotationspumpe ausgeführte Servopumpe 20 axial vorteilhaft schmal, wodurch das Radialförderrad 2 axial besonders nah bei der im Wellenabschnitt 4d gebildeten Drehlagerung angeordnet sein kann. Wegen der Ausführung als Innenzahnradpumpe kann dieser axiale Abstand besonders gering gehalten werden.

**[0078]** Die Stellstruktur 10 wird in einem Gleitführungs-kontakt axial längs einer Führung 12 geführt. Die Führung 12 ist eine in das Gehäuse 1 eingesetzte Hülse, wie bevorzugt, aber nur beispielhaft eine Stahlhülse. Die Führung 12 umgibt das Servopumpengehäuse 23 und ist beispielhaft unmittelbar über das Servopumpengehäuse 23 geschoben. Die Führung 12 stützt sich am Servopumpengehäuse 23 somit nach innen ab. Sie ist ferner auch an dem Gehäuse 1 abgestützt, indem sie im Gehäuse 1 auch auf eine freie Umfangsfläche des Gehäuses 1 aufgeschoben, bevorzugt aufgepresst ist. Das Gehäuse 1 ist vorzugsweise aus einem Aluminiumwerkstoff gefertigt und kann insbesondere aus Aluminium oder einer Aluminiumbasislegierung gegossen sein.

**[0079]** Die Stellstruktur 10 kann insbesondere eine Kunststoffstruktur sein, beispielsweise ein Spritzgussteil aus einem thermoplastischen Kunststoff. Der Kolben 15 ist zweckmäßigerweise aus einem Elastomer oder Naturgummi geformt. Der Kolben 15 ist in einem Ringzylinderraum axial hin und her beweglich aufgenommen. Der Ringzylinderraum wird außen von einer Innenumfangsfläche des Gehäuses 1 und innen von der Führung 12 begrenzt.

**[0080]** Die Begrenzung des Ringzylinderraums durch Metallflächen ist für die jeweilige Gleitpaarung mit dem Kolben 15 günstig. Der Kolben 15 wird an einer freien Kolbenseite wie bereits erwähnt mit dem Steuerfluid beaufschlagt. Der Kolben 15 ist an einem axialen Ende der Stellstruktur 10, das wie bevorzugt dem Radialförderrad 2 abgewandt ist, angeordnet und kann mit der Stellstruktur 10 insbesondere fest, beispielsweise stoffschlüssig, verbunden sein. Grundsätzlich kann der Kolben 15 aber auch in die Richtung seiner Beaufschlagung mit dem Steuerfluid in nur einem Druckkontakt mit der Stellstruktur 10 sein. Dem Druck des Steuerfluids wirken wie gesagt mehrere um die Drehachse R verteilt angeordnete Federn 17 entgegen, die sich mit einem Federende jeweils am Deckel 13 und mit dem anderen Federende an einem an der Stellstruktur 10 gebildeten Federsitz 18 abstützen. Die Federn 17 sind beispielhaft als Schraubendruckfedern ausgeführt. Sie sind in einem Ringraum angeordnet, der radial innen von der Führung 12 und radial außen von der Stellstruktur 10 begrenzt wird.

**[0081]** Die Stellstruktur 10 ist im Führungskontakt mit der Führung 12 an dieser mittels einer Steglagerung ab-

gestützt, die von axial erstreckten Stegen 16 gebildet wird. Die Stege 16 sind an einem der Führung 12 radial zugewandten Innenumfang der Stellstruktur 10 geformt.

**[0082]** Figur 5 zeigt die Kühlmittelpumpe in einem Querschnitt axial auf der Höhe der Servopumpenräder 21 und 22. Von radial innen nach außen sind die Welle 4, das darauf verdrehgesichert angeordnete Innenrad 21, das damit im Fördereingriff befindliche Außenrad 22, das Pumpengehäuse 23 und die das Pumpengehäuse 23 umgebende Führung 12 erkennbar. Erkennbar sind ferner der im Servopumpengehäuse 23 geformte Aufnahmeraum zur Bildung des Druckbegrenzers 29 und ein über die Deckscheibe 24 und den Deckel 13 (Figur 3) mit dem Auslass 27 der Servopumpe 20 verbundener Verbindungskanal, der mit dem zum Steuerventil 7 führenden Druckkanal 31 verbunden und in dem die Druckhalteeinrichtung 28 gebildet ist. Ein weiterer Verbindungskanal 33 ist mit einem Entlastungskanal 32 verbunden. Der Entlastungskanal 32 ist an das Steuerventil 7 angeschlossen. Der Entlastungskanal 32 führt vom Steuerventil 7 über den Verbindungskanal 33 zurück in den Kühlmittelkreislauf. In einer seiner Schaltstellungen verbindet das Steuerventil 7 den Druckkanal 31 mit dem Entlastungskanal 32, so dass der Kolben 15 (Figur 3) nur mit einem vergleichsweise niedrigen Druck beaufschlagt und die Stellstruktur 10 durch die Kraft der Federn 17 in der in den Figuren 2 und 3 dargestellten Verstellposition minimaler Überdeckung gehalten wird.

**[0083]** In Figur 5 sind des Weiteren die am Innenumfang der Stellstruktur 10 geformten axialen Stege 16 erkennbar, die durch in Umfangsrichtung jeweils benachbarte Vertiefungen am Innenumfang freigestellt sind und für eine saubere Axialführung der Stellstruktur 10 sorgen. Die Stellstruktur 10 ist relativ zum Gehäuse 1 der Kühlmittelpumpe verdrehgesichert mittels stabförmigen Verdreh Sicherungen 14 geführt, die in entsprechende Gegenführungen der Stellstruktur 10 ragen. Eine der Verdreh Sicherungen 14 ist auch in Figur 3 erkennbar. Die Verdreh Sicherungen 14 ragen von der Rückseite des Gehäusedeckels 13 axial ab. Schließlich sind in Figur 5 auch die an der Stellstruktur 10 befindlichen Stützstellen für die Federn 17, nämlich die Federsitze 18 erkennbar.

**[0084]** Figur 6 zeigt die Kühlmittelpumpe nochmals in einem anderen Querschnitt axial auf der Höhe der im Wellenabschnitt 4d gebildeten Drehlagerung. Die Querschnittsebene erstreckt sich längs des Druckkanals 31 und des Entlastungskanals 32. Zur Drehlagerung ist noch nachzutragen, dass diese durch wenigstens zwei axial voneinander beabstandete Lagerrillen und in den Lagerrillen um die Drehachse R angeordnete Wälzkörper sowie eine die Wälzkörper außen umschließende Lagerhülse 9 gebildet wird. Die Lagerrillen sind unmittelbar am äußeren Umfang der Antriebswelle 4 geformt. Die Lagerhülse 9 ist in das Gehäuse 1 eingepresst. Die Antriebswelle 4 bildet mit dem Wälzlager bzw. den mehreren voneinander axial beabstandeten Wälzlager und der Lagerhülse 9 eine Baueinheit, die beim Zusammenbau der Kühlmittelpumpe in das Gehäuse 1 eingesetzt

wird.

**[0085]** Figur 7 zeigt eine Stellstruktur 10, die gegenüber der in der abgebildeten Kühlmittelpumpe verwendeten Stellstruktur 10 in Bezug auf ihre Lagerung modifiziert ist. Die modifizierte Stellstruktur 10 ist einzeln, nicht montiert, in einer Ansicht auf ihre im eingebauten Zustand dem Radialförderrad 2 abgewandte Rückseite dargestellt. An der Rückseite ist der Kolben 15 angeordnet. An der Rückseite der Stellstruktur 10 sind um die Drehachse R gleichmäßig verteilt elastische Haltearme 34 angeordnet, die beispielhaft wie bevorzugt um die Drehachse R spiralförmig geformt sind. Die Haltearme 34 können durch entsprechend geformte Durchbrechungen, beispielhaft schlitzförmige Durchbrechungen, an der Rückseite der Stellstruktur 10 geformt sein. Die Stellstruktur 10 kann zur Ausbildung der Haltearme 34 an ihrer Rückseite einen Boden aufweisen. Die Haltearme 34 können alternativ auch nahe dem äußeren Umfang der Stellstruktur 10 geformt sein, um eine Anordnung entsprechend der Stellstruktur 10 der in den Figuren 1 bis 6 dargestellten Kühlmittelpumpe zu ermöglichen. In solch einer nochmals modifizierten Ausführung wären die Haltearme 34 im äußeren Bereich an der Rückseite der Stellstruktur 10 radial vorzugsweise noch außerhalb des Kolbens 15 geformt. Die Haltearme 34 können unmittelbar an der Stellstruktur 10 geformt oder getrennt geformt und mit der Stellstruktur 10 gefügt sein. Die Haltearme 34 können die Federn 17 ersetzen, falls sie mit dem Gehäuse 1 axial fest verbunden werden.

**[0086]** Die Figuren 8, 9 und 10 zeigen in einem Längsschnitt und zwei Frontansichten eine Kühlmittelpumpe mit einem modifizierten Filter zum Reinigen des zur Servopumpe 20 strömenden Kühlmittels. Mit Ausnahme des Filters, der mit dem Bezugszeichen 36 versehen ist, entspricht die Kühlmittelpumpe der vorstehend beschriebenen, so dass auf die Ausführungen hierzu verwiesen wird und die gleichen Bezugszeichen wie in den Figuren 1 bis 7 verwendet werden.

**[0087]** Der Filter 36 ersetzt den Filter 26 (Figur 3). Im Unterschied zu dem fest mit dem Servopumpengehäuse 23 verbundenen Filter 26 ist der Filter 36 mit der Antriebswelle 4 nicht verdrehbar verbunden, so dass er deren Drehbewegung mitmacht. Vom Filter 36 von der Servopumpe 20 abgehaltene Schmutzpartikel werden bei Drehung des Filters 36 durch die Fliehkraft nach außen, weg von der Drehachse R und somit auch weg vom Filter 36 geschleudert und der Filter 36 auf diese Weise gereinigt. Der Filter 36 ist auf die Antriebswelle 4 in einen formschlüssigen Eingriff mit dem Wellenabschnitt 4b aufgeschoben, wodurch die verdrehfeste Verbindung erhalten wird. Er ist wie bevorzugt, aber nur beispielhaft relativ zur Antriebswelle 4 auch axial zumindest im Wesentlichen unbeweglich angeordnet.

**[0088]** Der Filter 36 umfasst einen Halter 37 und vom Halter 37 gehaltenes Filtermaterial 38. Der Halter 37 ist in einem zentralen Halterbereich verdrehfest mit der Welle 4 verbunden und dichtet über seinen radial äußeren Umfangsrand gegen das Servopumpengehäuse 23 ab,

so dass von der Servopumpe 20 angesaugtes Kühlmittel den Filter 36 nicht umgehen, sondern nur durch das Filtermaterial 38 zum Servopumpeneinlass 25 strömen kann. Zur peripheren Abdichtung könnte der Halter 37 über den Umfangsrand beispielsweise mit Elastizitätskraft gegen eine axial zugewandte Stirnfläche des Servopumpengehäuses 23 drücken, über seinen Umfangsrand beispielsweise eine elastische Dichtlippe aufweisen. Im Ausführungsbeispiel ist an der zugewandten Stirnfläche des Servopumpengehäuses 23 allerdings um die Drehachse R umlaufend eine Vertiefung, beispielsweise eine Nut, geformt, in die der Halter 37 mit seinem peripheren Umfangsrand eingreift. Umfangsrand und Vertiefung bilden miteinander eine Labyrinthdichtung.

**[0089]** Der Halter 37 weist einen für das Kühlmittel durchlässigen Halterbereich auf, den das durchströmbare Filtermaterial 38 bedeckt oder in dem es angeordnet sein kann. Um den durchlässigen Halterbereich zu bilden, kann der Halter 37 wie im Ausführungsbeispiel vom zentralen Halterbereich nach außen sternförmig erstreckte Halterstege aufweisen, wie sie in der Frontansicht auf den Filter 36 in Figur 10 erkennbar sind. Zwischen den Halterstegen verbleiben Durchlässe, die sich wie bevorzugt bis oder bis nahe zum peripheren Umfangsrand des Halters 37 erstrecken und zusammen den durchlässigen Halterbereich bilden.

**[0090]** Der Filter 36 ist in einem Spalt axial zwischen dem Radialförderrad 2 und dem Servopumpengehäuse 23 angeordnet. Das vom Radialförderrad 2 geförderte Kühlmittel strömt durch das Radialförderrad 2 hindurch zu dem und durch den Filter 36 zum Einlass 25 der Servopumpe 20. Das Radialförderrad 2 ist entsprechend durchlässig. Wie bevorzugt, aber nur beispielhaft weist es in einem zentralen, der Drehachse R nahen Bereich um die Drehachse R verteilt mehrere Durchlässe 2a auf, die in Figur 9 erkennbar sind.

**[0091]** In den Figuren 11 und 12 ist eine Kühlmittelpumpe dargestellt, die wie die Kühlmittelpumpe der Figuren 1 bis 7 einen stationären, d. h. relativ zum Gehäuse 1 nicht drehbaren Filter 40 zum Reinigen des zur Servopumpe 20 strömenden Kühlmittels aufweist. Dem Filter 40 ist im Unterschied zur Kühlmittelpumpe der Figuren 1 bis 7 allerdings eine Reinigungseinrichtung 41 zugeordnet, die bei drehender Antriebswelle 4 eine mechanische Reinigung des Filters bewirkt. Im Übrigen entspricht auch diese Kühlmittelpumpe derjenigen der Figuren 1 bis 7.

**[0092]** Die Reinigungseinrichtung 41 wird durch einen Schaber gebildet, der mit der Antriebswelle 4 nicht verdrehbar verbunden und in Strömungsrichtung zur Servopumpe 20 gesehen stromauf, d. h. vor dem Filter 40 angeordnet ist. Die Reinigungseinrichtung 41 ist auf die Antriebswelle 4 in einen formschlüssigen Eingriff mit dem Wellenabschnitt 4b aufgeschoben, wodurch die verdrehfeste Verbindung erhalten wird. Bei Drehung der Antriebswelle 4 streicht die Reinigungseinrichtung 41 über die ihr zugewandte Vorderseite des Filters 40 und schabt bei dieser Relativdrehung Schmutzpartikel ab. Die Rei-

nigungseinrichtung 41 ist wie bevorzugt, aber nur beispielhaft als Flügelrad mit mehreren abragenden Flügeln 42 geformt, wie in Figur 12 in Frontansicht auf die Anordnung aus Filter 40 und Reinigungseinrichtung 41 erkennbar ist. Jeder der Flügel 42 kann als Schaber wirken. In Modifikationen kann eine mechanische Reinigung des Filters 40 mit einer als Bürste wirkenden Reinigungseinrichtung anstelle der schabenden Reinigungseinrichtung 41 oder einer Kombination aus Schaben und Bürsten bewirkt werden, beispielsweise indem die Flügel 42 entweder als Bürsten oder wenigstens einer der Flügel 42 als Bürste und wenigstens ein anderer der Flügel 42 als Schaber gebildet sind. Die Schabwirkung kann entweder rein mechanisch, also nur durch Kontakt, oder rein fluidisch oder aber mechanisch und fluidisch erfolgen. Bevorzugt besteht zwischen Schaber bzw. Reinigungseinrichtung 41 und zugewandter Filteroberfläche kein direkter Kontakt, sondern ein geringer Abstand. Die Reinigungseinrichtung 41 streicht somit in dem sehr geringen Abstand über die zugewandte Filteroberfläche und kann dabei Kontakt nur mit anhaftenden Schmutzpartikeln haben und diese dadurch von der Filteroberfläche abstreifen, wobei der Abstand zur Filteroberfläche im Größenbereich der Schmutzpartikel läge. Die schabende Wirkung kann auch fluidisch sein, indem durch die relative Drehbewegung der Reinigungseinrichtung 41 an der zugewandten Filteroberfläche eine drehende Strömung erzeugt wird, und die anhaftenden Schmutzpartikel von dieser Strömung und somit fluidisch mitgenommen und entweder nur dadurch oder auch zusätzlich durch Partikelkontakt von der Filteroberfläche entfernt werden.

**[0093]** Die Figuren 13 bis 15 zeigen in einem Längsschnitt, einer Frontansicht und einem Detail eine Kühlmittelpumpe mit einem Filter 43 zum Reinigen des zur Servopumpe 20 strömenden Kühlmittels und einer Reinigungseinrichtung 44 zum Reinigen des Filters 43. Von der Kombination aus Filter 43 und Reinigungseinrichtung 44 abgesehen entspricht die Kühlmittelpumpe derjenigen der Figuren 1 bis 7, so dass auf die Ausführungen hierzu verwiesen wird und wieder die gleichen Bezugszeichen wie in den Figuren 1 bis 7 verwendet werden. Der Filter 43 ist stationär angeordnet, relativ zum Gehäuse 1 insbesondere nicht drehbar, und die Reinigungseinrichtung 44 ist mit der Antriebswelle 4 verdrehfest verbunden. Insoweit entspricht die Filter-Reinigungs-Kombination 43, 44 der Kombination 40, 41 der Figuren 11 und 12. Im Unterschied zu dieser bewirkt die Reinigungseinrichtung 44 die Reinigung des Filters 43 jedoch fluidisch, indem sie den Filter 43 der zum Servopumpeneinlass 25 führenden Hinströmrichtung entgegen mit von der Servopumpe 20 angesaugtem und durch den Filter 43 gereinigtem Kühlmittel spült.

**[0094]** Die Reinigungseinrichtung 44 bewirkt solch eine den Filter 43 reinigende Rückspülung auf zwei Wegen. Einer der Wege besteht darin, dass der Filter 43 über die Reinigungseinrichtung 44 an seiner Rückseite mit Steuerfluid von der Hochdruckseite der Servopumpe 20 beaufschlagt wird. Der andere Weg besteht darin,



dass die Reinigungseinrichtung 44 beim Drehen über die Rückseite des Filters 43 streicht, wobei zwischen der Filterrückseite und der zugewandten Vorderseite der Reinigungseinrichtung 44 ein axial schmaler Spalt verbleibt, also keine auf Kontakt beruhende mechanische Reinigung, sondern eine auf hydrodynamischem Druckaufbau beruhende fluidische Reinigung bewirkt wird. In vereinfachten Ausführungen kann von diesen beiden Möglichkeiten der Rückspülung auch jede nur alleine verwirklicht sein.

**[0095]** Die fluidisch wirkende Reinigungseinrichtung 44 ist stromab des Filters 43, im Beispiel unmittelbar hinter dem Filter 43 angeordnet und wirkt auf dessen Rückseite. Die Reinigungseinrichtung 44 weist eine mit der Hochdruckseite der Servopumpe 20 verbundene und gegen die Niederdruckseite der Pumpe 20 mittels Dichtung abgedichtete Fluidzuführung 46 (Figuren 15 und 16) auf, über die der Filter 43 an seiner Rückseite mit Steuerfluid von der Hochdruckseite der Pumpe 20 beaufschlagt wird. Die Fluidzuführung 46 ist wie bevorzugt, aber nur beispielhaft ein im zentralen Bereich der Reinigungseinrichtung 44 an deren Rückseite geformter Verteilerkanal. Die Reinigungseinrichtung 44 weist mehrere vom zentralen Bereich abragende Flügel 45 auf und ist im Bereich der Flügel 45 durchlässig für das Steuerfluid. Die Flügel 45 sind mit der Fluidzuführung 46 verbunden, die das Steuerfluid zu den Flügeln 45 leitet, durch die hindurch das Steuerfluid zur Filterrückseite gelangt. Die Reinigungseinrichtung 44 ist nur im Bereich der Flügel durchlässig, so dass die Filterrückseite im Verlaufe der relativen Drehbewegung jeweils nur in den momentan von den Flügeln 45 überdeckten Flächenbereichen mit dem Steuerfluid beaufschlagt wird, während das Kühlmittel zwischen den Flügeln frei von der Reinigungseinrichtung zur Servopumpe 20 strömen kann. Die Flügel 45 weisen jeweils wenigstens einen, im Beispiel jeweils mehrere Durchgänge 47 auf, wodurch die Durchlässigkeit erhalten wird. Die Reinigungseinrichtung 44 kann zur Schaffung der Fluidzuführung 46 und der Durchlässigkeit zum Filter 43 als Hohlkörper geformt sein. Bevorzugt sind die Zuführung 46 jedoch wie im Beispiel als eine offene Vertiefung an der Rückseite der Reinigungseinrichtung 44 und die Durchgänge 47 von der Rückseite zur Vorderseite der Flügel 45 durchgehend geformt. Es ist lediglich für eine Abdichtung zu sorgen, damit die Hochdruckseite der Pumpe 20 nicht über die Reinigungseinrichtung 44 mit der Niederdruckseite der Pumpe 20 kurzgeschlossen wird. Dies kann durch ausreichend enge Spalte zwischen dem Servopumpengehäuse 23, im Ausführungsbeispiel dem Deckel 13, und der Rückseite der Reinigungseinrichtung 44 gewährleistet werden.

**[0096]** Dreht sich die Reinigungseinrichtung 44 relativ zum Filter 43, erzeugen die Flügel 45 an der Rückseite des Filters 43 lokal Überdruck, der gefiltertes Kühlmittel aus dem Raum, in dem die Reinigungseinrichtung 44 angeordnet ist, der Hinströmrichtung entgegen durch den Filter 43 zurück drückt. Für diesen hydrodynamischen Spüleffekt bedarf es der Durchströmung der Rei-

nigungseinrichtung 44 nicht. Der Effekt kann dadurch verstärkt werden, dass die Flügel 45 an ihren dem Filter 43 zugewandten Vorderseiten jeweils eine taschenförmige Vertiefung aufweisen, die in und gegen die Drehrichtung von Dichtstegen des jeweiligen Flügels 45 begrenzt wird.

**[0097]** Zu den Reinigungseinrichtungen mit Flügelrad, wie etwa die Reinigungseinrichtungen 41 und 43 (Figuren 11 bis 15), ist anzumerken, dass, soweit nur von mehreren Flügeln die Rede ist, das jeweilige Flügelrad auch durch ein Flügelrad mit nur einem einzigen Flügel, beispielsweise nur einem der Flügel 41 oder 45, ersetzt werden kann.

**[0098]** Die Figuren 16 und 17 zeigen eine Kühlmittelpumpe, die anstelle der Servopumpe 20 eine Servopumpe 50 umfasst, die als Seitenkanalpumpe gebildet ist. Die Servopumpe 50 ist mehrstufig, wie bevorzugt zweistufig, wobei die Pumpenstufen zur Erzielung hohen Förderdrucks in Serie geschaltet sind. Die Kühlmittelpumpe unterscheidet sich von den anderen Ausführungsbeispielen ferner durch Art der Zuführung des Kühlmittels zur Servopumpe 50.

**[0099]** Das Kühlmittel wird in dem vom Radialförderrad 2 erzeugten Fliehkraftfeld bereits im Einstrombereich 5 der Kühlmittelpumpe zentral über einen dort gebildeten Anschluss 48 vom Hauptstrom abgezweigt und durch die Antriebswelle 4 zur Servopumpe 50 geführt. Den Anschluss 48 bildet wenigstens eine am äußeren Umfang der Antriebswelle 4 mündende Einlassöffnung. Bevorzugt bilden mehrere in Umfangsrichtung voneinander beabstandete Einlassöffnungen den Anschluss 48 gemeinsam. Das von der Servopumpe 50 angesaugte Kühlmittel strömt durch den Anschluss 53 in und axial durch die Antriebswelle 4 bis zu einem Auslass 49, der ebenfalls am äußeren Umfang der Antriebswelle 4 mündet, und strömt durch den Auslass 49 in einen Fluidraum 55, der mit einem in den Figuren nicht erkennbaren Einlass der Servopumpe 50 in Verbindung steht. Auch der Auslass 49 kann mehrere derartige Auslassöffnungen umfassen. Aufgrund der im Fliehkraftfeld zentralen Abzweigung, zusätzlich dadurch begünstigt, dass der Anschluss 48 an einer zumindest im Wesentlichen axial erstreckten äußeren Umfangsfläche in das Fliehkraftfeld mündet, gelangt nur aufgrund der Fliehkraftwirkung an Schmutzpartikeln abgereichertes Kühlmittel zur Servopumpe 50.

**[0100]** Die Servopumpe 50 weist ein erstes Servopumpenrad 51 und ein zweites Servopumpenrad 52 auf. Die Pumpenräder 51 und 52 sind als solche identisch, was zwar zweckmäßig, aber nicht unumgänglich erforderlich ist. Bei den Pumpenrädern 51 und 52 handelt es sich um Zellenräder jeweils mit einem Zentralbereich, einem umlaufenden Außenring und einem zwischen dem Zentralbereich und dem Außenring befindlichen Ringbereich, der, wie aus der Zusammenschau der Figuren 16 und 17 erkennbar, von Zellstegen in axial durchlässige Förderzellen 53 unterteilt wird, die in Umfangsrichtung durch die Zellstege voneinander getrennt sind. Die Servopumpenräder 51 und 52 können auch als außen offene Flü-

gelräder gebildet werden, indem auf einen die Förderzellen 53 radial außen umgebenden Außenring verzichtet wird.

**[0101]** Im Servopumpengehäuse 23 sind neben den Servopumpenrädern 51 und 52 Seitenkanäle geformt, die sich jeweils in Umfangsrichtung und radial auf der Höhe der Förderzellen 53 über einen Winkel von weniger als 360° erstrecken. So erstrecken sich ein erster Seitenkanal 56 und ein zweiter Seitenkanal 57 jeweils neben dem ersten Pumpenrad 51, der eine links und der andere rechts daneben, und ein dritter Seitenkanal 58 und ein vierter Seitenkanal 59 jeweils neben dem zweiten Pumpenrad 52, der eine links und der andere rechts neben dem Pumpenrad 52. Jeder der Seitenkanäle 56 bis 59 ist im Gehäuse 23 als eine axial zu den Förderzellen 53 des zugeordneten Pumpenrads 51 oder 52 offene Vertiefung geformt, so dass das Fluid, hier das Kühlmittel, zwischen den Förderzellen 53 und den Seitenkanälen 56, 57 und 58, 59 des jeweiligen Pumpenrads 51 oder 52 hin und her strömen kann, um die von Seitenkanal-pumpen bekannte, auf Impulsübertragung beim vielfachen Übertritt zwischen den Förderzellen 53 und dem jeweiligen Seitenkanal beruhende Druckerhöhung zu erzielen. Der erste Seitenkanal 56 ist über den Einlass der Servopumpe 50 mit dem Fluidraum 55 verbunden. Der zweite Seitenkanal 57 ist mit dem dritten Seitenkanal 58 und der vierte Seitenkanal ist mit dem Auslass 28 der Servopumpe 50 verbunden. Bei Drehantrieb saugt die Servopumpe das Kühlmittel aus dem Fluidraum 55 über den Einlass der Servopumpe 50 in den Seitenkanal 56 und somit in die vom Pumpenrad 51 und den Seitenkanälen 56 und 57 gebildete erste Pumpenstufe. Das angesaugte Kühlmittel wird mit erhöhtem Druck durch einen internen Auslass des zweiten Seitenkanals 57 zu einem internen Einlass des dritten Seitenkanals 58 gefördert und in der vom Pumpenrad 52 und den Seitenkanälen 58 und 59 gebildeten zweiten Pumpenstufe unter weiterer Druckerhöhung durch den Servopumpenauslass 28 in Richtung Druckhalteeinrichtung 28 abgefordert.

**[0102]** Das Ausführungsbeispiel der Figuren 16 und 17 kombiniert eine Seitenkanalpumpe mit einer durch Fliehkraft bewirkten Reinigung des Kühlmittels. Diese Art der Kühlmittelreinigung kann stattdessen auch mit jeder anderen Servopumpe erfindungsgemäßer Art kombiniert werden, beispielsweise mit der Servopumpe 20 der anderen Ausführungsbeispiele. Ebenso kann anstelle der ausschließlich auf Fliehkraft beruhenden Reinigung des letzten Ausführungsbeispiels jede der mit Filtermaterial reinigenden Anordnungen aus Filter oder aus Filter und zugeordneter Reinigungseinrichtung mit einer ein- oder mehrstufigen Seitenkanalpumpe kombiniert werden, um nur einige der im Rahmen der Erfindung liegenden Variationsmöglichkeiten zu erwähnen.

Bezugszeichen:

**[0103]**

|         |                             |
|---------|-----------------------------|
| 1       | Gehäuse                     |
| 2       | Radialförderrad             |
| 5 2a    | Anschluss, Durchlass        |
| 3       | Antriebsrad                 |
| 4       | Antriebswelle               |
| 10 4a-e | Wellenabschnitte            |
| 5       | Einströmbereich             |
| 15 6    | Ausströmbereich             |
| 7       | Steuerventil                |
| 8       | Anschluss                   |
| 20 9    | Lagerhülse                  |
| 10      | Stellstruktur, Ringschieber |
| 25 11   | Gehäusestutzen              |
| 12      | Führung, Führungshülse      |
| 13      | Deckel                      |
| 30 14   | Verdrehsicherung            |
| 15      | Kolben, Dichtung            |
| 35 16   | Führungssteg                |
| 17      | Rückstellfeder              |
| 18      | Federsitz, Federführung     |
| 40 19   | Dichtung                    |
| 20      | Servopumpe                  |
| 45 21   | Servopumpenrad, Innenrad    |
| 22      | Servopumpenrad, Außenrad    |
| 23      | Servopumpengehäuse          |
| 50 24   | Deckscheibe                 |
| 25      | Einlass                     |
| 55 26   | Filter                      |
| 27      | Auslass                     |

|    |                                  |
|----|----------------------------------|
| 28 | Druckhalteeinrichtung            |
| 29 | Druckbegrenzer                   |
| 30 | Verbindungskanal                 |
| 31 | Druckkanal                       |
| 32 | Entlastungskanal                 |
| 33 | Verbindungskanal                 |
| 34 | Haltearm                         |
| 35 | -                                |
| 36 | Filter                           |
| 37 | Halter                           |
| 38 | Filtermaterial                   |
| 39 | -                                |
| 40 | Filter                           |
| 41 | Reinigungseinrichtung, Schaber   |
| 42 | Flügel                           |
| 43 | Filter                           |
| 44 | Reinigungseinrichtung, fluidisch |
| 45 | Flügel                           |
| 46 | Fluidzuführung                   |
| 47 | Fluiddurchlass                   |
| 48 | Anschluss, Einlass               |
| 49 | Auslass                          |
| 50 | Servopumpe                       |
| 51 | Servopumpenrad                   |
| 52 | Servopumpenrad                   |
| 53 | Förderzellen                     |
| 54 | -                                |
| 55 | Fluidraum                        |
| 56 | Seitenkanal                      |

|    |             |
|----|-------------|
| 57 | Seitenkanal |
| 58 | Seitenkanal |
| 59 | Seitenkanal |
| R  | Drehachse   |

## 10 Patentansprüche

1. Kühlmittelpumpe für die Förderung eines Kühlmittels in einem Kühlmittelkreis einer Brennkraftmaschine, die Kühlmittelpumpe umfassend:

- a) ein Gehäuse (1),
  - b) eine vom Gehäuse (1) drehbar gelagerte Antriebswelle (4) für einen Drehantrieb vorzugsweise direkt durch die Brennkraftmaschine,
  - c) ein von der Antriebswelle (4) drehantreibbares, vorzugsweise mit der Antriebswelle (4) drehfest verbundenes Radialförderrad (2) für die Förderung des Kühlmittels aus einem radial innen liegenden Einströmbereich (5) in einen radial weiter außen liegenden Ausströmbereich (6),
  - d) eine mittels Steuerfluid relativ zu dem Gehäuse (1) in unterschiedliche Positionen verstellbare Stellstruktur (10) zur Verstellung einer das Fördervolumen der Pumpe bei gegebener Drehzahl beeinflussenden Strömungsgeometrie wie etwa eines Strömungsquerschnitts oder Strömungsverlaufs auf dem den Einströmbereich (5), das Radialförderrad (2) und den Ausströmbereich (6) umfassenden Strömungsweg des Kühlmittels,
  - e) ein Steuerventil (7) zur Einstellung eines die Position der Stellstruktur (10) bestimmenden Drucks oder Volumenstroms des vom Kühlmittel gebildeten Steuerfluids,
  - f) und zusätzlich zum Radialförderrad (2) eine Servopumpe (20; 50) für die Förderung des Steuerfluids zum Steuerventil (7),
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- g) die Servopumpe (20; 50) eine von der Antriebswelle (4) drehantreibbare Rotationspumpe mit wenigstens einem drehantreibbaren Servopumpenrad (21; 51, 52) ist.

2. Kühlmittelpumpe nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Servopumpenrad (21; 51, 52) coaxial zur Antriebswelle (4) angeordnet und mit der Antriebswelle (4) drehfest verbunden ist.

3. Kühlmittelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Servopumpe (20; 50)

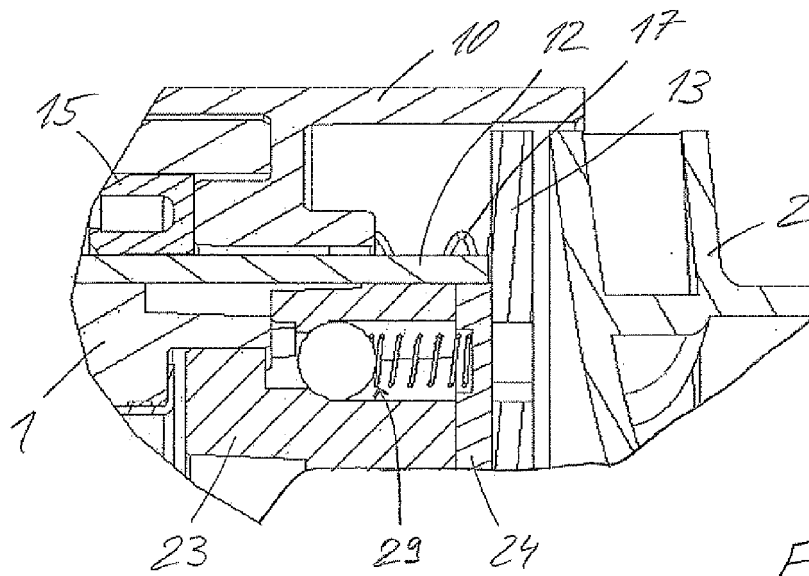
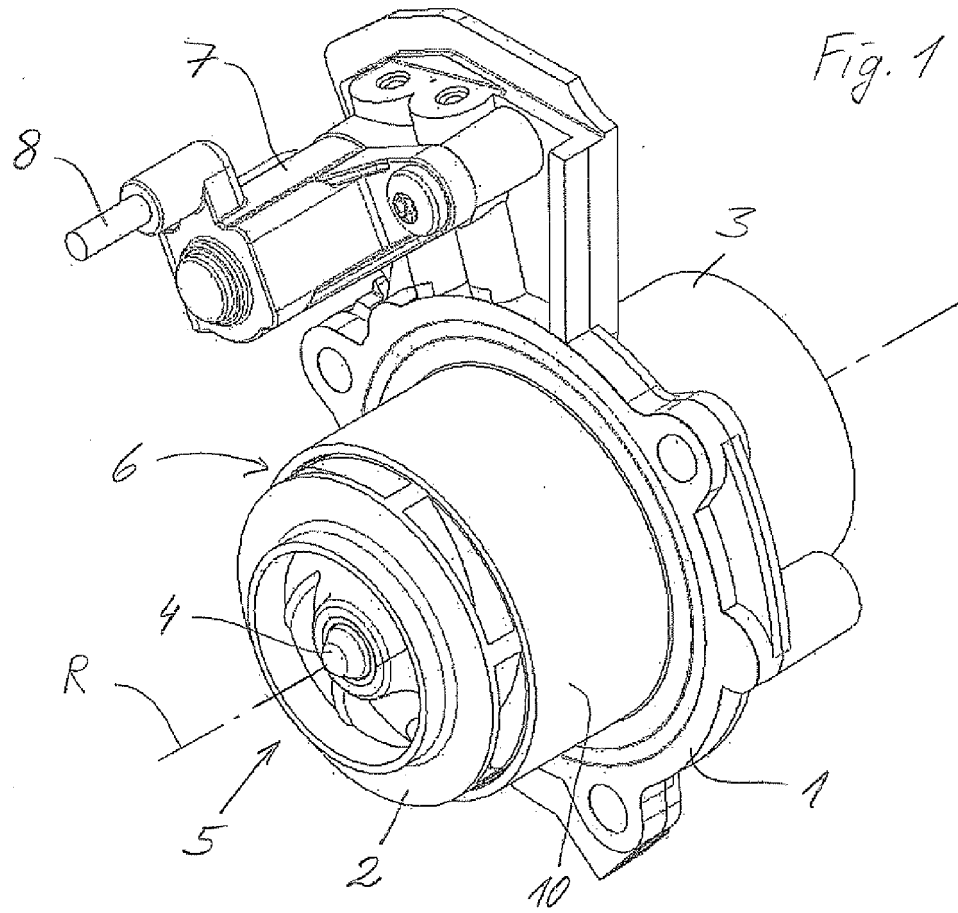
- (i) eine ein- oder mehrstufige Seitenkanalpumpe (50) oder  
(ii) eine Kreispumpe (50) oder  
(iii) eine Zahnradpumpe (20), vorzugsweise Innenzahnradpumpe, oder  
(iv) eine Flügelzellenpumpe oder  
(v) eine Pendelschieberpumpe oder  
(vi) eine Rollenzellenpumpe ist.
4. Kühlmittelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Servopumpe (20; 50) an den Kühlmittelkreis angeschlossen ist und ein Einlass (25; 55, 56) der Servopumpe (20; 50) innerhalb des Gehäuses (1) der Kühlmittelpumpe, vorzugsweise im Fliehkraftfeld oder stromab des Radialförderrads (2), an den Kühlmittelkreis angeschlossen ist.
5. Kühlmittelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellstruktur (10) mit einem Kolben (15) gekoppelt ist oder einen Kolben selbst bildet, vorzugsweise Ringkolben, der mit dem Steuerfluid beaufschlagbar ist, um die Verstellung der Stellstruktur (10) zu bewirken, und eine Druckhalteeinrichtung (28) zur Aufrechterhaltung des Drucks des den Kolben (15) beaufschlagenden Steuerfluids zwischen der Servopumpe (20; 50) und dem Steuerventil (7) oder ein Druckbegrenzer (29) zur Begrenzung des den Kolben (15) beaufschlagenden Drucks des Steuerfluids vorgesehen ist oder sind.
6. Kühlmittelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Servopumpenrad (21; 51, 52) in einem Servopumpengehäuse (23) und dieses im Gehäuse (1) der Kühlmittelpumpe angeordnet ist oder durch das Gehäuse (1) der Kühlmittelpumpe gebildet wird, wobei in bevorzugter Ausführung ein Deckel (13) des Gehäuses (1) der Kühlmittelpumpe auch einen Deckel des Servopumpengehäuses (23) bildet.
7. Kühlmittelpumpe nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Druckhalteeinrichtung (28) zur Aufrechterhaltung des Drucks des den Kolben (15) beaufschlagenden Steuerfluids zwischen der Servopumpe (20; 50) und dem Steuerventil (7) oder ein Druckbegrenzer (29) zur Begrenzung des den Kolben (15) beaufschlagenden Drucks des Steuerfluids vorgesehen ist oder sind und die Druckhalteeinrichtung (28) oder der Druckbegrenzer (29) in dem Servopumpengehäuse (23) angeordnet ist oder sind.
8. Kühlmittelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellstruktur (10) ein relativ zum Radialförderrad (2) in die unterschiedlichen Positionen axial verstellbar
- rer Ringschieber oder Leitschieber ist, wobei die Stellstruktur (10)
- (i) in der Ausführung als Ringschieber (10) in wenigstens einer der Positionen das Radialförderrad (2) an einem äußeren Umfang axial zumindest teilweise überlappt, vorzugsweise unter Bildung eines am äußeren Umfang des Radialförderrads (2) umlaufenden Ringspalts umgibt, so dass vorzugsweise ein vom Radialförderrad (2) in den Ausströmbereich führender Strömungsübertrittsquerschnitt variiert werden kann,  
(ii) und in der Ausführung als Leitschieber in drehfester Verbindung mit dem Radialförderrad (2) axial zwischen diesem und einer mit dem Gehäuse (1) der Kühlmittelpumpe fest verbundenen Deckstruktur angeordnet ist, so dass eine axiale Verstellung des Leitschiebers eine Änderung der axialen Weite eines von der Deckstruktur und dem Leitschieber begrenzten Strömungsquerschnitts bewirkt.
9. Kühlmittelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellstruktur (10) in einem Führungskontakt, vorzugsweise Gleitkontakt, längs einer Führung (12) axial geführt wird und der Führungskontakt von der Drehachse (R) der Antriebswelle (4) einen radialen Abstand aufweist, der vorzugsweise größer als der halbe Radius des äußeren Umfangs des Radialförderrads (2) oder der Radius des äußeren Umfangs des Servopumpenrads (21; 51, 52) ist, und die Führung (12) vorzugsweise das Servopumpengehäuse (23) des Anspruchs 6 umgibt.
10. Kühlmittelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellstruktur (10) in einem dem äußeren Umfang der Stellstruktur (10) nahen Führungskontakt, vorzugsweise Gleitkontakt, längs einer Führung (12) axial geführt wird und eine in das Gehäuse (1) der Kühlmittelpumpe eingesetzte Führungshülse die Führung (12) bildet.
11. Kühlmittelpumpe nach einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellstruktur (10) an einer der Führung (12) radial zugewandten Umfangsfläche in Umfangsrichtung alternierend axial erstreckte Stege (16) und Vertiefungen aufweist und mit den Stegen (16) in einem Gleitkontakt mit der Führung (12) ist.
12. Kühlmittelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der folgenden Merkmale:
- (i) das Gehäuse (1) der Kühlmittelpumpe ist aus

- Aluminium oder einer Aluminiumbasislegierung gefertigt;
- (ii) die Stellstruktur (10) ist aus Kunststoff, vorzugsweise einem thermoplastischen Kunststoff gefertigt, vorzugsweise ist sie eine Kunststoffspritzgussstruktur; 5
- (iii) die Führung (12) nach einem der Ansprüche 9 bis 11 ist aus Stahl gefertigt, vorzugsweise ist sie eine Stahlhülse; 10
- (iv) der Kolben (15) des Anspruchs 5 ist ein Elastomer- oder Gummikolben.
13. Kühlmittelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Servopumpe (20; 50) an den Kühlmittelkreis angeschlossen und im Fliehkraftfeld des Radialförder- 15  
rads (2), vorzugsweise im oder stromauf vom Radialförder-  
rad (2), ein Anschluss (2a; 48) vorgesehen und mit einem Einlass (25; 55, 56) der Servopumpe (20; 50) verbunden ist, wobei der Anschluss (2a; 48) 20  
vorzugsweise durch das Radialförder-  
rad (2) oder die Antriebswelle (4) hindurch mit dem Einlass (25; 55, 56) der Servopumpe (20; 50) verbunden ist.
14. Kühlmittelpumpe nach einem der vorhergehenden 25  
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die  
Servopumpe (20; 50) an den Kühlmittelkreis an-  
geschlossen und stromauf des Servopumpenrads (21;  
51, 52) ein Filter (26; 36; 40; 43) vorzugsweise im 30  
oder am Gehäuse (1) der Kühlmittelpumpe vorge-  
sehen ist, um vom Kühlmittel mitgeführte Partikel  
vom Servopumpenrad (21; 51, 52) fernzuhalten.
15. Kühlmittelpumpe nach dem vorhergehenden An- 35  
spruch und wenigstens einem der folgenden Merk-  
male:
- (i) der Filter (36) ist drehmomentübertragend mit 40  
der Antriebswelle (4) verbunden, so dass bei ei-  
ner Drehbewegung der Antriebswelle (4) am  
oder im Filter (36) befindliche Partikel durch  
Zentrifugalkraft vom Filter (36) entfernt werden;
- (ii) dem Filter (40; 43) ist eine Reinigungsein- 45  
richtung (41; 44) zugeordnet und eines aus Rei-  
nigungseinrichtung (41; 44) und Filter (40; 43)  
ist drehmomentübertragend mit der Antriebs-  
welle (4) verbunden und relativ zum anderen  
drehbar, wobei die Reinigungseinrichtung (41;  
44) bei der relativen Drehbewegung über den  
Filter (40; 43) streicht, um diesen mechanisch 50  
oder fluidisch zu reinigen;
- (iii) dem Filter (43) ist eine Reinigungseinrich-  
tung (44) zugeordnet, mittels der der Filter (43)  
an seiner Rückseite mit von der Servopumpe  
(20; 50) gefördertem Steuerfluid beaufschlag- 55  
bar ist, um den Filter (43) zu spülen.

16. Kühlmittelpumpe nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die  
Stellstruktur (10) längs einer Verstellachse (R) ver-  
stellbar und mittels wenigstens zweier um die Ver-  
stellachse (R) der Stellstruktur (10) verteilt angeord-  
neten, elastisch verformbaren Haltearme (34) gela-  
gert ist und die Haltearme (34) so geformt und in  
Bezug auf die Verstellachse (R) so angeordnet sind,  
dass sie die Stellstruktur (10) bei der Verstellung in  
Bezug auf die Verstellachse (R) zentriert halten.

17. Kühlmittelpumpe nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das  
Steuerventil (7) mit einer Steuerung und diese mit  
einem Temperatur-, Drehzahl-, Last-, Durchfluss-,  
Positions- oder Wegsensor gekoppelt ist, der die  
Temperatur oder den Massen- oder Volumendurch-  
fluss des Kühlmittels oder eine Drehzahl oder Last  
der Brennkraftmaschine oder die Position der Stell-  
struktur (10) oder eine von der Stellstruktur (10) bei  
der Verstellung im Vergleich zu einer Referenzposi-  
tion der Stellstruktur (10) zurückgelegte Weglänge  
detektiert und der Steuerung ein entsprechendes  
Sensorsignal aufgibt, und die Steuerung das Steu-  
erventil (7) in Abhängigkeit vom Sensorsignal steu-  
ert.



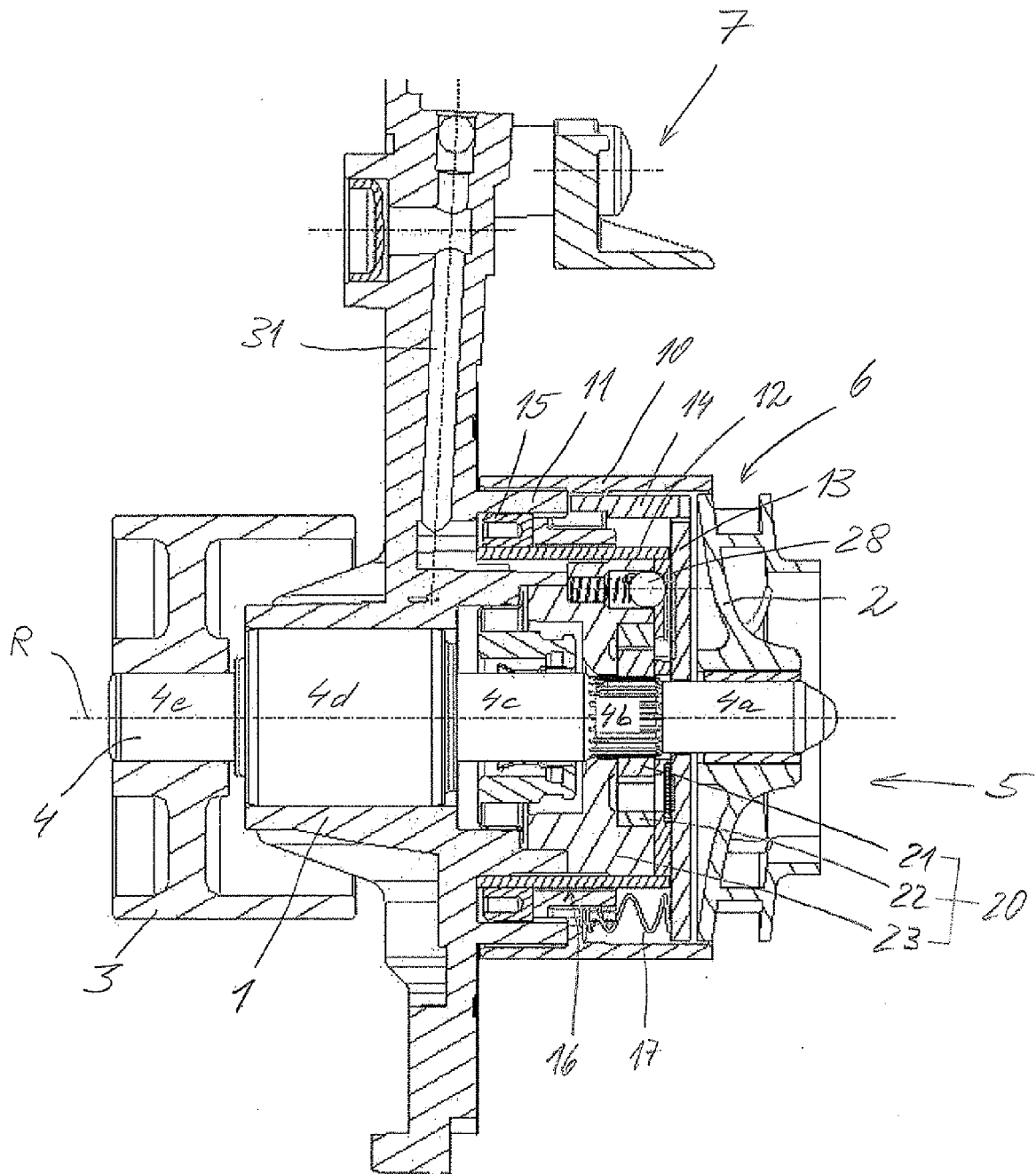


Fig. 2

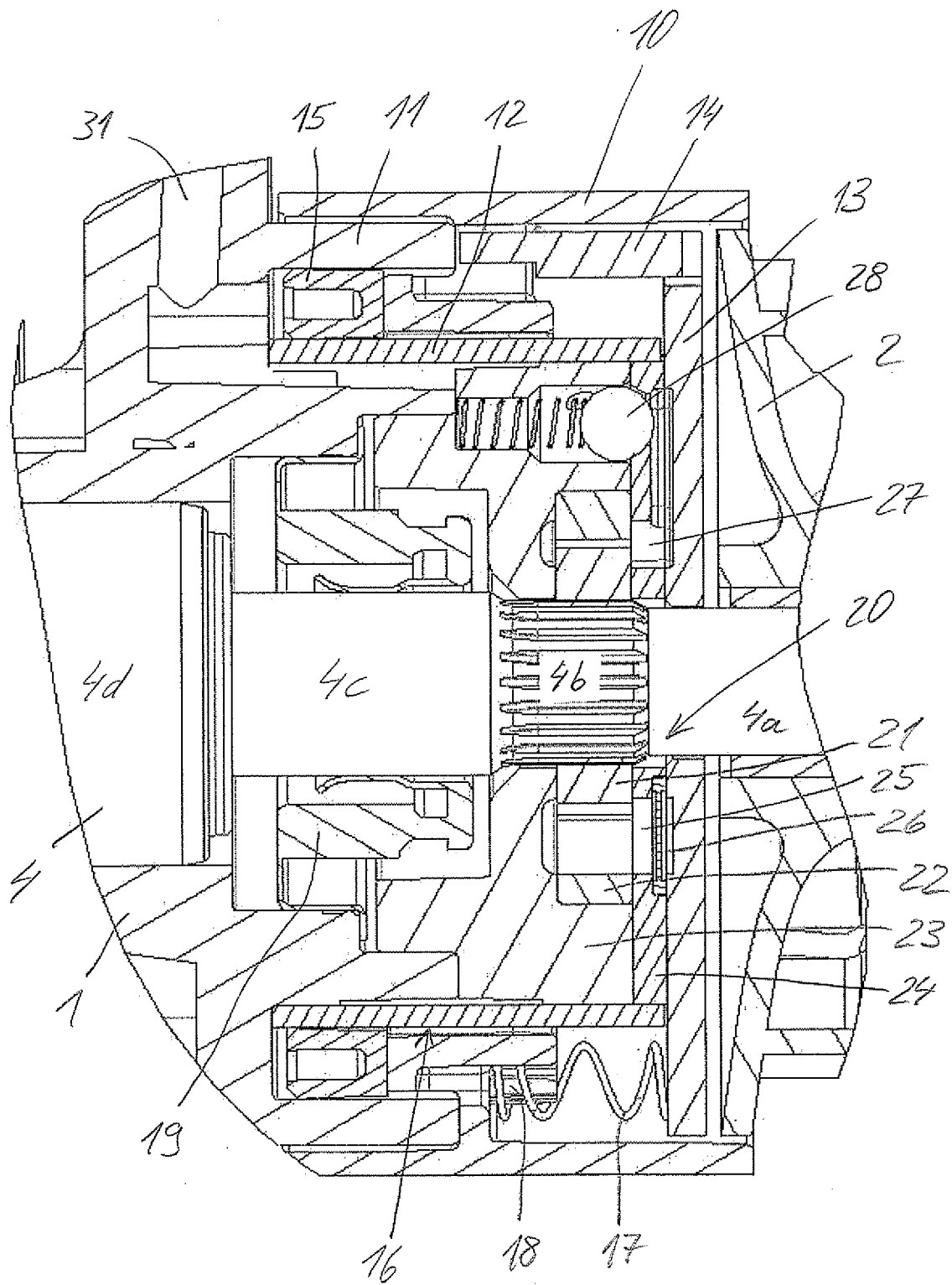


Fig. 3



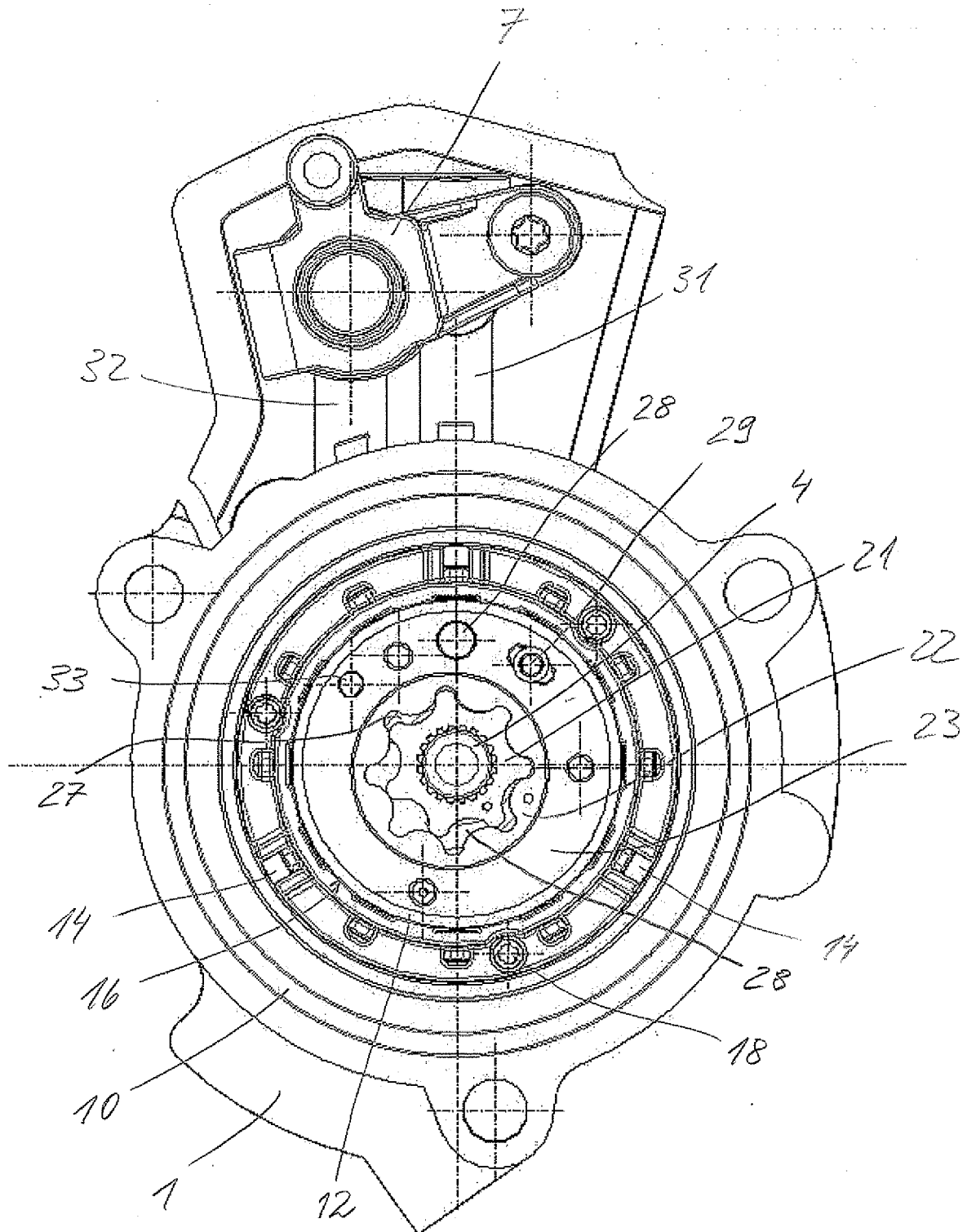
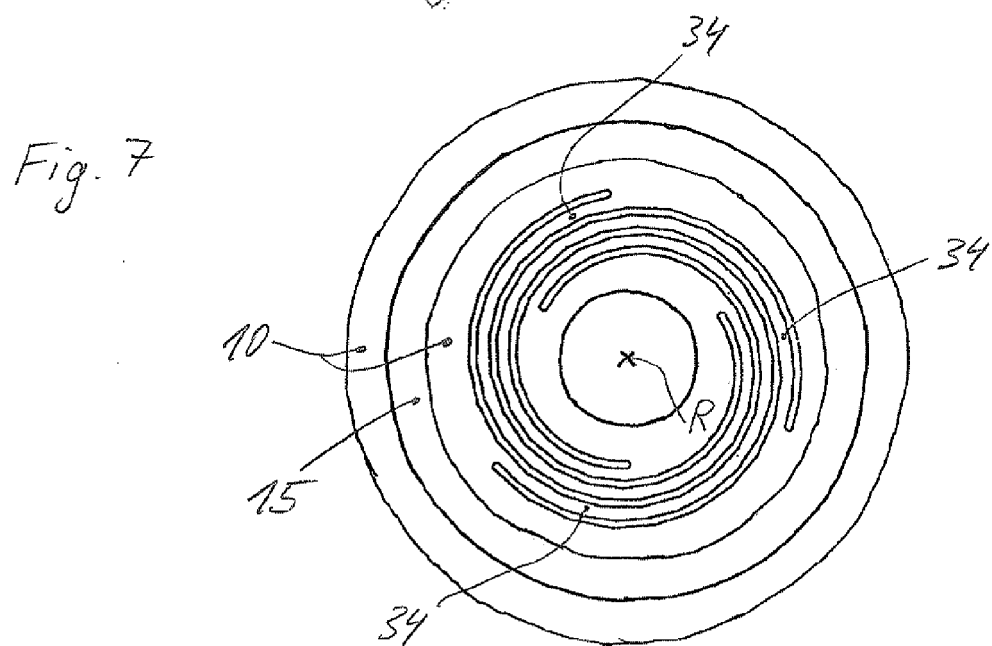
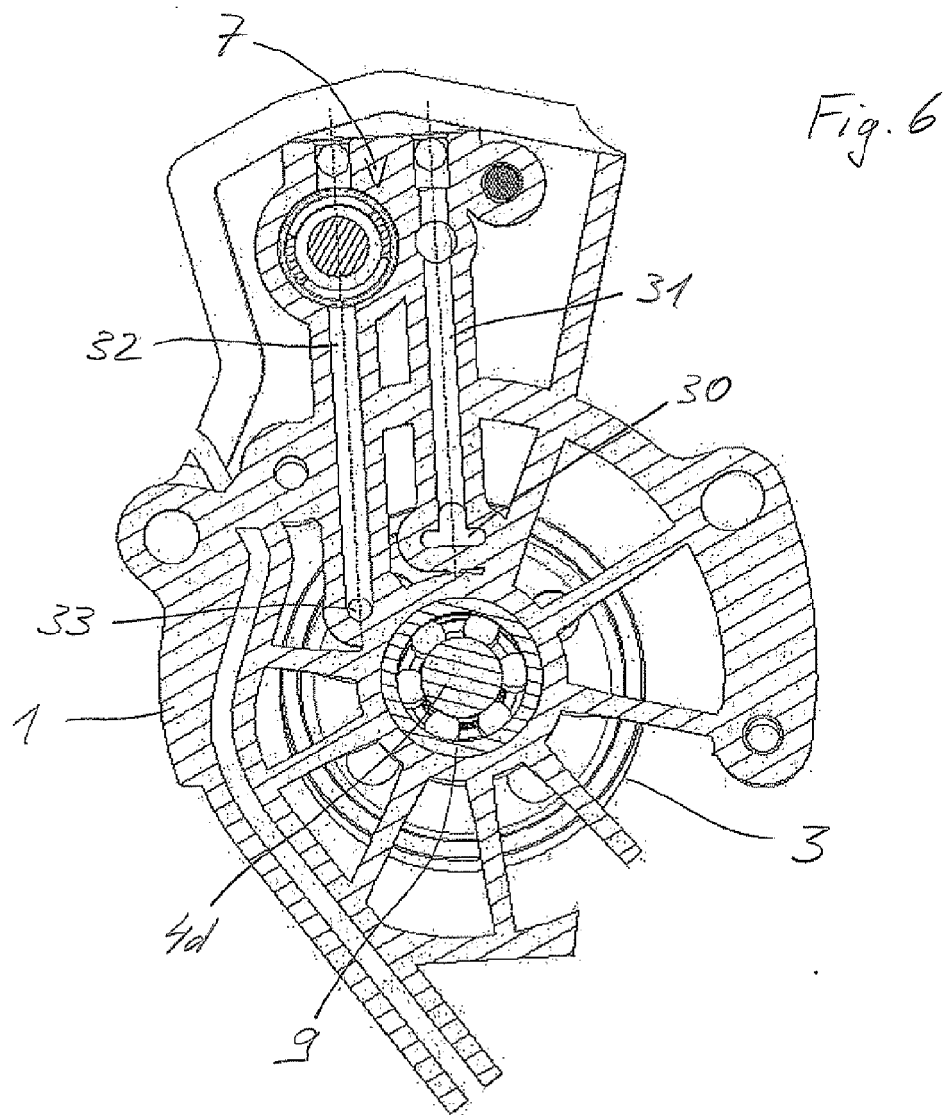


Fig. 5



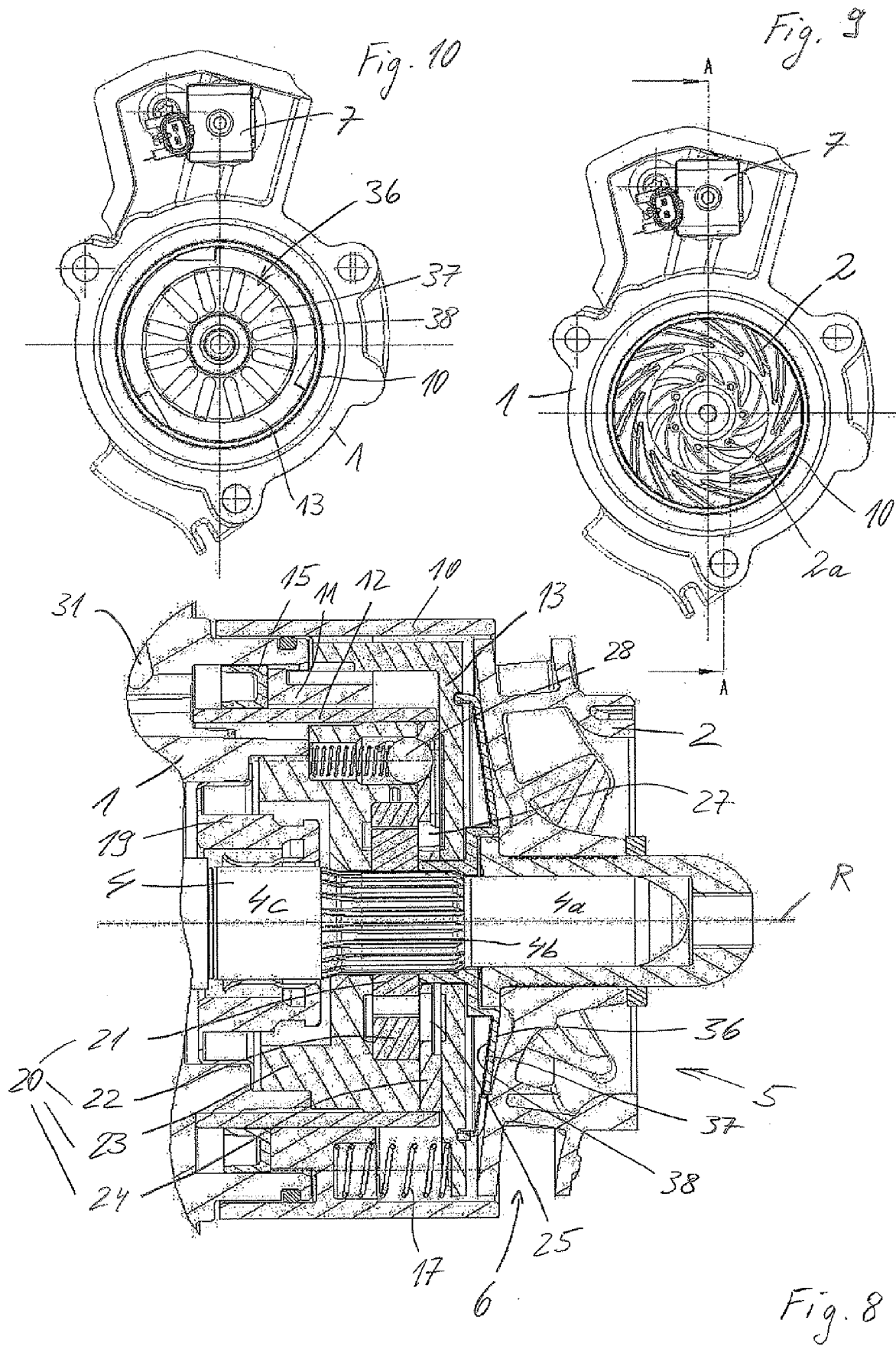


Fig. 12

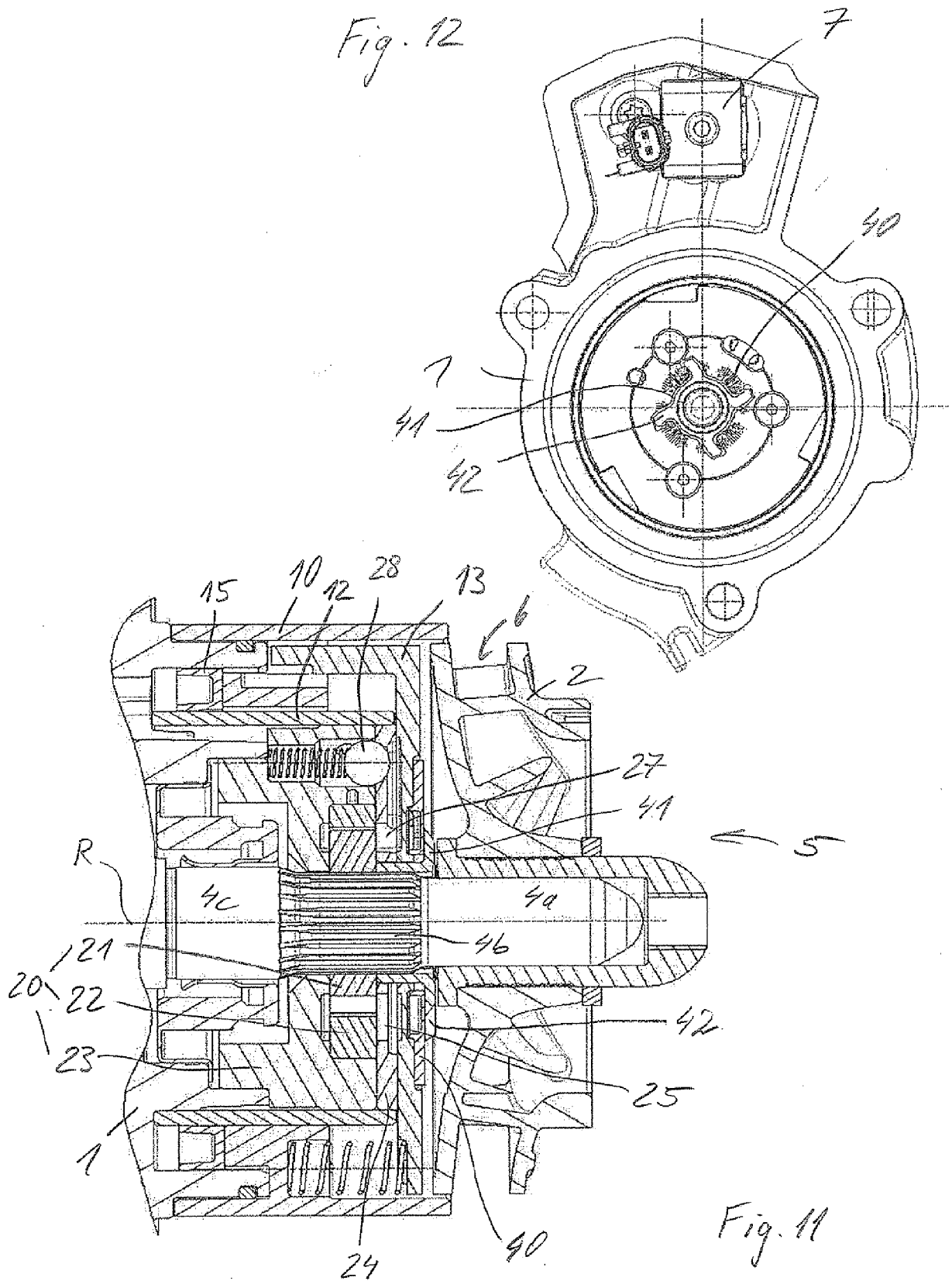


Fig. 11

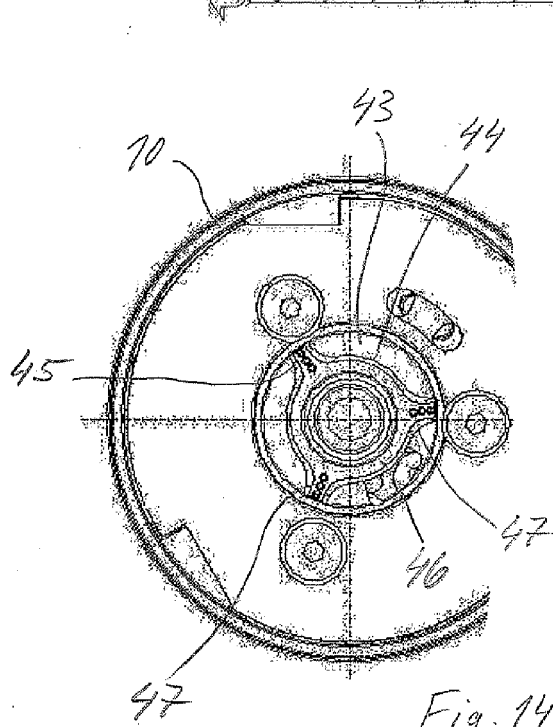
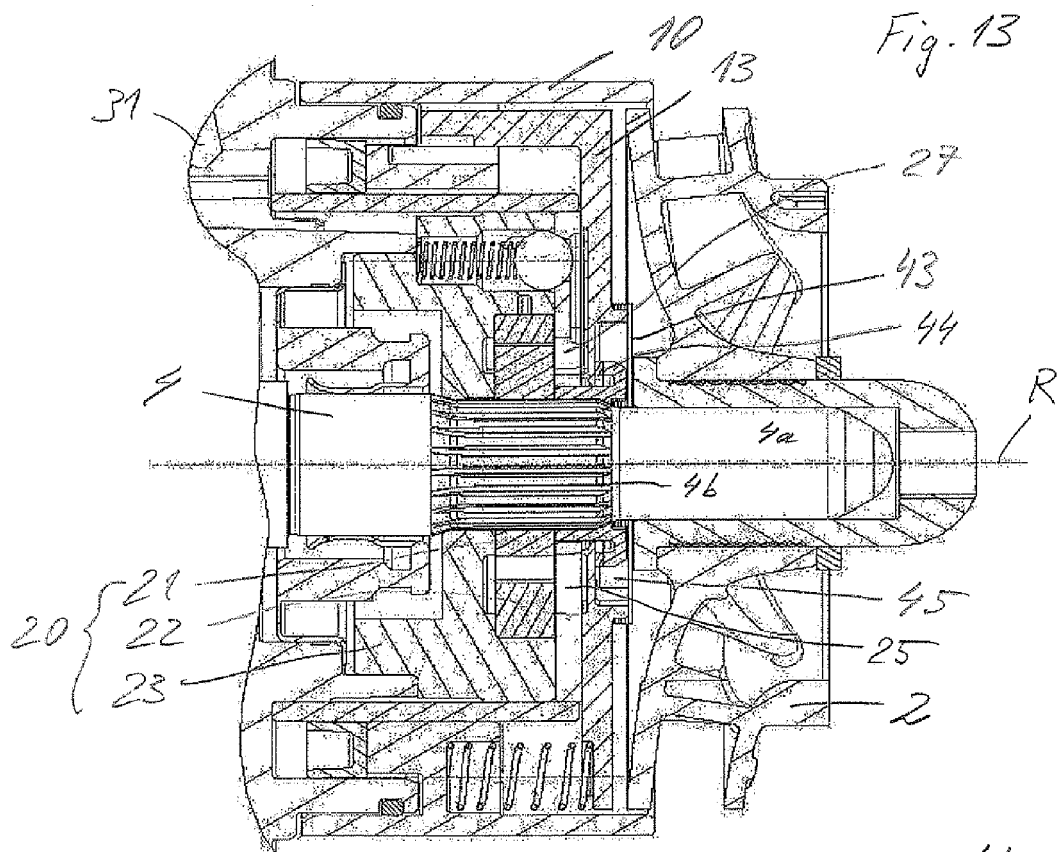


Fig. 14

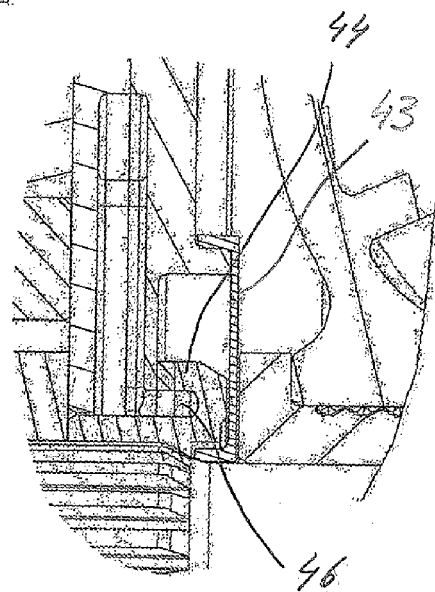


Fig. 15

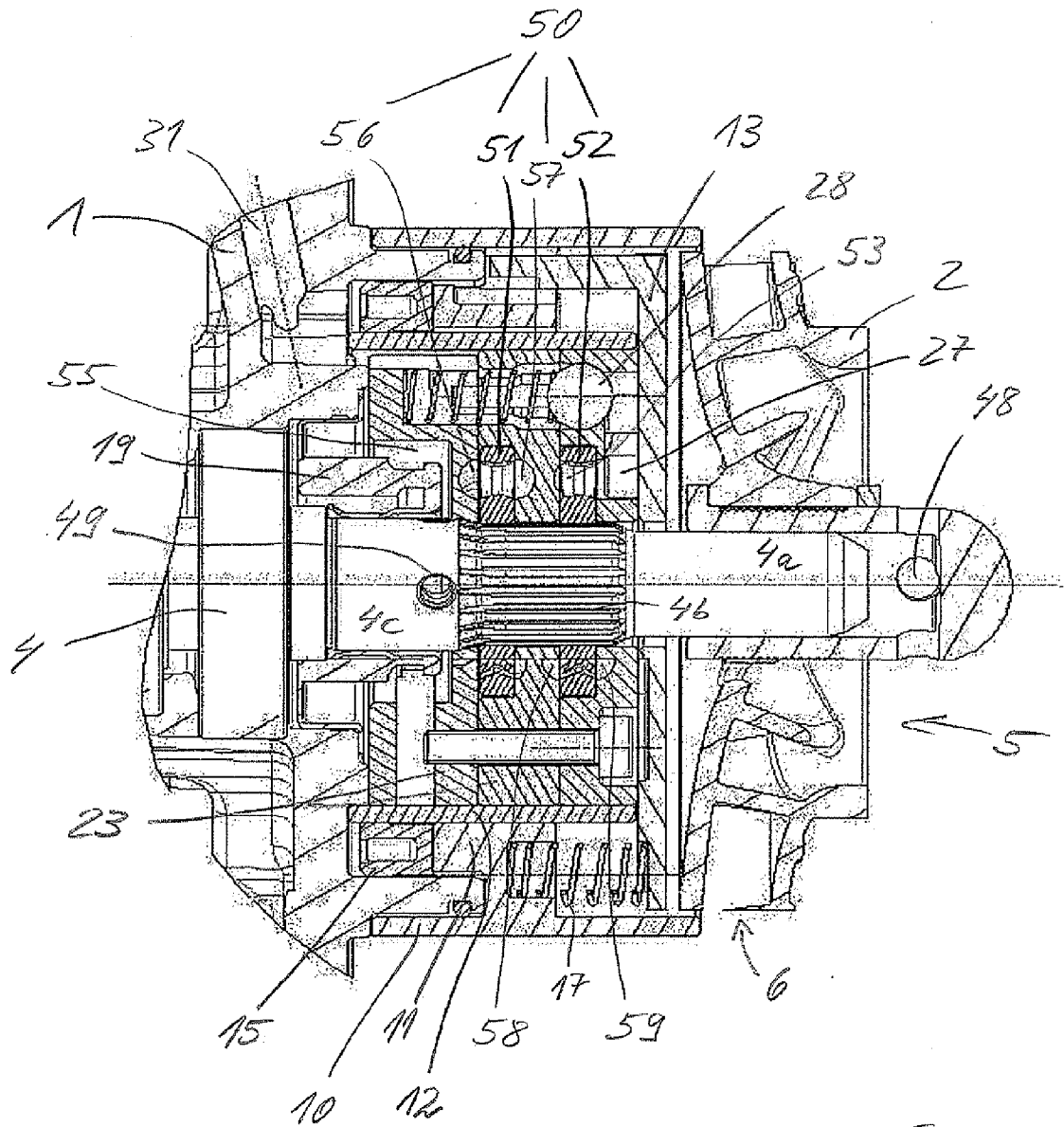
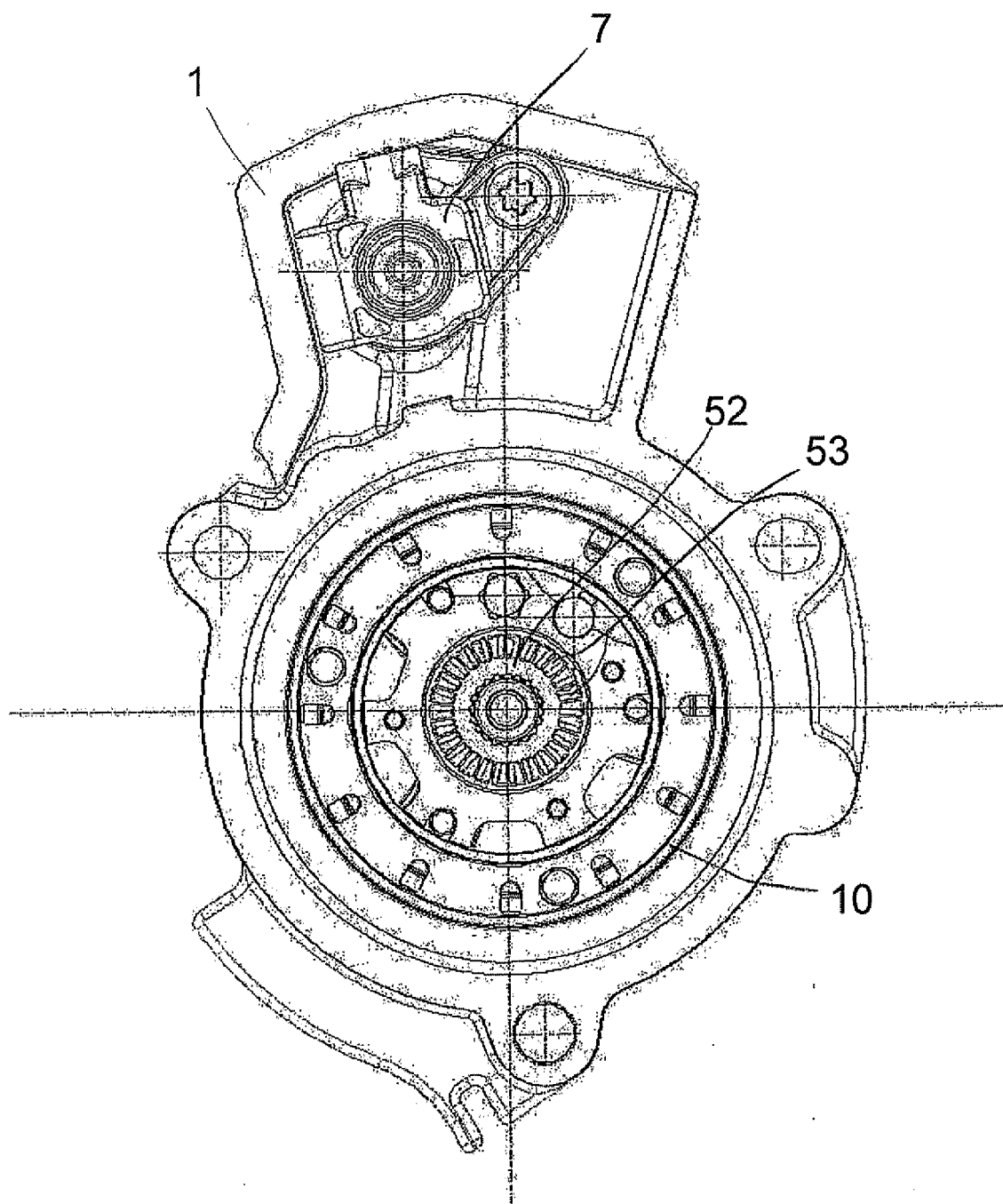


Fig. 16



**Figur 17**

**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**

- CH 133892 B [0003]
- US 1813747 A [0004]
- DE 2007019263 B3 [0005]
- WO 2009138058 A1 [0006]
- WO 2009143832 A2 [0007]
- DE 102005056200 A1 [0009]
- US 4828455 A [0010] [0011]
- DE 19901123 A1 [0011]
- WO 2010028921 A1 [0012]
- DE 102008027157 A1 [0013] [0014]
- US 4932835 B [0014]