

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
3. Dezember 2009 (03.12.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2009/143832 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
F04D 15/00 (2006.01)

Eisfeld (DE). REXHÄUSER, Michael [DE/DE]; Zur Werraquelle 1, 98666 Masserberg/Fehrenbach (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/000751

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

(22) Internationales Anmeldedatum:  
27. Mai 2009 (27.05.2009)

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

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 026 218.8 30. Mai 2008 (30.05.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): GERÄTE- UND PUMPENBAU GMBH DR. EUGEN SCHMIDT [DE/DE]; Schwarzbacher Strasse 28, 98673 Merbelsrod / Thüringen (DE).

(72) Erfinder; und

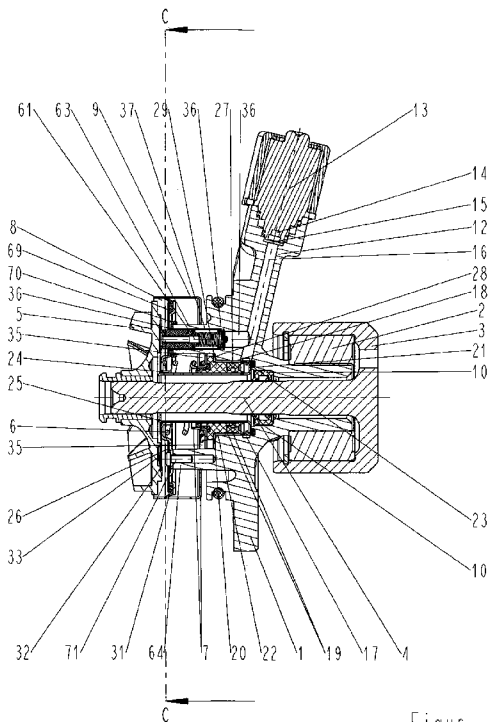
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHMIDT, Eugen [DE/DE]; Schwarzbacher Strasse 28, 98673 Merbelsrod / Thüringen (DE). PAWELLEK, Franz [DE/DE]; Am Fröschengraben 32, 96486 Lautertal (DE). GEISSEL, Eberhard [DE/DE]; Steinhauk 1A, 36093 Kuenzell (DE). HAGEN, Dirk [DE/DE]; Am Hofstedt 7, 98673

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONTROLLABLE COOLANT PUMP

(54) Bezeichnung: REGELBARE KÜHLMITTELPUMPE



Figur 7

(57) Abstract: The invention relates to a controllable coolant pump driven by a belt pulley for internal combustion engines. The aim of the invention is to develop a controllable coolant pump (having a gate valve) driven by a belt pulley, allowing significant reduction in both pollutant emissions and frictional losses and fuel consumption over the entire working range of the engine, and allowing reliable actuation of the gate valve with very low drive power, even under unfavorable thermal boundary conditions, such as in proximity of the turbocharger, as well as under very limited installation space, and ensuring continued functioning of the coolant pump (fail-safe) even if the controller fails, and characterized by a very simple, low-cost production and assembly design "standardized" for different pump sizes, thereby ensuring continuously high operational reliability at a high volumetric efficiency, and requiring no air-free charging in the factory, and that can be simply and inexpensively integrated in the engine management system. The controllable coolant pump according to the invention, having a gate valve and driven by a belt pulley (3) and having a hydraulically actuated gate valve connected to a ring piston (29) is characterized in that an axial piston pump (61) disposed in the pump housing (1) is driven and "operated" by means of a swashplate (32) having a suction groove (33) and disposed on the back side of the flywheel (5), the "pumped volume flow" thereof being controlled in a defined manner by means of a solenoid valve (13) such that precise displacement of the hydraulically actuated gate valve is ensured.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/143832 A2



SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

---

Die Erfindung betrifft eine über eine Riemenscheibe angetriebene regelbare Kühlmittelpumpe für Verbrennungsmotore. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine über eine Riemenscheibe angetriebene regelbare Kühlmittelpumpe (mit Ventilschieber) zu entwickeln, die es ermöglicht, dass im gesamten Arbeitsbereich des Motors sowohl die Schadstoffemission wie auch die Reibungsverluste und der Kraftstoffverbrauch deutlich reduziert werden können, und die selbst bei ungünstigen thermischen Randbedingungen, wie z.B. in der Nähe des Turboladers, aber auch bei sehr stark begrenztem Einbauraum mit sehr geringer Antriebsleistung eine zuverlässige Betätigung des Ventilschiebers ermöglicht, selbst bei Ausfall der Regelung ein Weiterfunktionieren der Kühlmittelpumpe (Fail-safe) gewährleistet, sich zudem durch eine fertigungs- und montagetechnisch sehr einfache, kostengünstige, für unterschiedliche Pumpenbaugrößen „standardisierbare“ Bauform auszeichnet, dabei stets eine hohe Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit bei hohem volumetrischen Wirkungsgrad gewährleistet, keine werkseitige luftfreie Befüllung erfordert und zudem einfach und kostengünstig ins Motormanagement eingebunden werden kann. Die erfindungsgemäße, mit einem Ventilschieber ausgestattete, über eine Riemenscheibe (3) angetriebene, regelbare Kühlmittelpumpe mit einem hydraulisch betätigten mit einem Ringkolben (29) verbundenen Ventilschieber, zeichnet sich dadurch aus, dass mittels einer rückseitig am Flügelrad (5) angeordneten, mit einer Saugnut (33) versehenen Schrägscheibe (32) eine im Pumpengehäuse (1) angeordnete Axialkolbenpumpe (61) angetrieben und „bedient“ wird, deren „gepumpter Volumenstrom“ mittels eines Magnetventils (13) definiert so gesteuert wird, dass eine exakte Verschiebung des hydraulisch betätigten Ventilschiebers gewährleistet ist.

## **Regelbare Kühlmittelpumpe**

Die Erfindung betrifft eine über eine Riemenscheibe angetriebene regelbare Kühlmittelpumpe für Verbrennungsmotore.

Im Zuge der stetigen Optimierung von Verbrennungsmotoren im Hinblick auf Emission und Kraftstoffverbrauch ist es wichtig den Motor nach dem Kaltstart möglichst schnell auf die Betriebstemperatur zu bringen.

Dadurch werden sowohl die Reibungsverluste minimiert (mit zunehmender Öltemperatur sinkt Viskosität des Motoröls und damit die Reibung an allen ölgeschmierten Bauteilen), zugleich die Emissionswerte reduziert (da erst nach der sogenannten „Anspringtemperatur“ die Katalysatoren wirksam werden, beeinflusst der Zeitraum bis zum Erreichen dieser Temperatur wesentlich die Abgasemission) und auch der Kraftstoffverbrauch deutlich verringert.

Versuchsreihen in der Motorentwicklung haben gezeigt, dass eine sehr wirksame Maßnahme zur Motorerwärmung das „stehende Wasser“ oder die „Null-Leckage“ während der Kaltstartphase ist.

Dabei sollte, um die Abgastemperatur so schnell wie möglich auf das gewünschte Niveau zu bringen, während der Kaltstartphase der Zylinderkopf keinesfalls von Kühlmittel durchströmt werden.

Von Fahrzeugherstellern werden in diesem Zusammenhang Leckageströme von weniger als 0,5 l/h („Null-Leckage“) gewünscht.

Die Untersuchungen zum Kraftstoffverbrauch von Verbrennungsmotoren in Kraftfahrzeugen haben zudem gezeigt, dass durch ein konsequentes Thermomanagement (also jene Maßnahmen welche zu einem energetisch und thermomechanisch optimalen Betrieb eines Verbrennungsmotors führen) etwa 3% bis 5% Kraftstoff eingespart werden können.

Im Stand der Technik werden daher auch von der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors über Riemenscheiben angetrieben regelbare Kühlmittelpumpen vorgeschrieben bei denen das Flügelrad schaltbar (beispielsweise über eine Reibpaarung) von der Pumpenwelle angetrieben wird.

Mit derartigen Kühlmittelpumpen kann eine einfache Zweipunktregelung realisiert werden mittels der die Kühlleistung der Kühlmittelpumpen variiert werden kann.

Um zunächst eine kurzfristige Motorerwärmung zu ermöglichen, wird mittels dieser Bauformen der Antrieb der Kühlmittelpumpe beim Kaltstart des Motors ausgekuppelt.

Hat dann der Motor seine Betriebstemperatur erreicht, wird die jeweilige Reibkupplung (mit den dieser Kupplungsbauf orm eigenen funktionsbedingten Verschleißproblemen) aktiviert, d.h. der Antrieb der Kühlmittelpumpe eingeschaltet.

Dadurch werden sofort große Mengen des noch kalten Kühlmittels in den auf die Betriebstemperatur erwärmten Motor gepumpt, so dass sich dieser zwangsläufig wieder sofort stark abkühlt.

Dadurch werden die erwünschten Vorzüge einer schnellen Erwärmung des Motors jedoch schon teilweise wieder kompensiert.

Zudem sind infolge der erforderlichen Massenbeschleunigung beim Wiedereinschalten, insbesondere bei größeren Kühlmittelpumpen sehr hohe Drehmomente zu überwinden, welche zwangsläufig eine hohe Bauteilbelastung zur Folge haben.

Von der Anmelderin wurden daher sowohl in der DE 10 2005 004 315 B4 wie auch in der DE 10 2005 062 200 B3 zwei zwischenzeitlich bewährte Lösungen vorgestellt, welche eine aktive Steuerung der Kühlmittelfördermenge ermöglichen, um einerseits durch „Null-Leckage“ eine optimale Erwärmung des Motors zu gewährleisten und um andererseits nach der Erwärmung des Motors (d.h. im „Dauerbetrieb“) die Motortemperatur so zu beeinflussen, dass im gesamten Arbeitsbereich des Motors sowohl die Schadstoffemission wie auch die Reibungsverluste und zudem gleichzeitig auch der Kraftstoffverbrauch deutlich reduziert werden können.

Bei diesen Lösungen ist im Pumpengehäuse ein jeweils in Richtung der Wellenachse der Pumpenwelle verschiebbar gelagerter, ringförmig ausgebildeter Ventilschieber mit einem den Ausströmbereich des Flügelrades variabel überdeckenden Außenzylinder angeordnet, welcher entgegen der Federkraft von Rückholfedern entweder wie in der Lösung nach der DE 10 2005 004 315 B4 vorgeschlagen, elektromagnetisch, d.h. mit Hilfe einer im Pumpengehäuse angeordneten Magnetspule, welche auf einen mit dem Ventilschieber starr verbundenen Magnetanker einwirkt, oder wie in der DE 10 2005 062 200 B3 vorgeschlagen, mittels eines pneumatisch oder hydraulisch betätigten Aktuators (welcher hydraulisch auf am Ventilschieber starr angeordnete, im Pumpengehäuse geführte Kolbenstangen einwirkt) linear verschoben werden kann.

Diese Anordnung eines geführten, linear verschiebbaren, den Ausströmbereich des Flügelrades variabel überdeckenden Ventilschiebers ist eine sehr kompakte, einfache und robuste Lösung, welche eine hohe Betriebssicherheit und eine hohe Zuverlässigkeit gewährleistet.

Nachteilig ist jedoch, dass die Fertigung und die Montage der in der DE 10 2005 004 315 B4 wie auch der in der DE 10 2005 062 200 B3 vorgestellten Bauformen, da die meisten Funktionsbaugruppen der vg. Lösungen nicht standardisierbar sind, noch sehr kostenintensiv ist, da für jede

Pumpenbaugröße die meisten Funktionsbaugruppen separat angefertigt werden müssen.

Zudem sind hydraulisch betätigte Aktuatoren auch temperaturempfindlich, da deren Dynamik bei Flüssigkeitstemperaturen von unter 0°C deutlich beeinträchtigt wird.

Bei Einbau der elektromagnetisch betätigten Kühlmittelpumpen, beispielsweise in der Nähe des Turboladers ist zudem zwingend eine Kühlung der Magnetspule (und somit ein relativ großer „Bauraum“) erforderlich, da ansonsten bereits bei Temperaturen ab 120°C die Magnetspule zerstört würde. Aus diesem zwingend erforderlichen, relativ großen „Bauraum“, entweder für die, wie in DE 10 2005 004 315 B4 im Pumpengehäuse angeordnete Magnetspule, oder die hydraulischen bzw. pneumatischen Aktuatoren und deren Anschlussleitungen resultiert ein weiterer Nachteil.

Dem „erforderlichen“ relativ großen „Bauraum“ einer über eine Riemenscheibe angetriebene regelbaren Kühlmittelpumpe steht der oftmals sehr stark begrenzte, im Motorraum zur Verfügung stehende „Einbauraum“ für die regelbare Kühlmittelpumpe diametral entgegen.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine über eine Riemenscheibe angetriebene regelbare Kühlmittelpumpe (mit Ventilschieber) zu entwickeln, welche die vorgenannten Nachteile des Standes der Technik beseitigt, dabei einerseits durch „Null-Leckage“ eine optimale Erwärmung des Motors gewährleistet und zudem andererseits nach der Erwärmung des Motors die Motortemperatur im Dauerbetrieb so exakt zu beeinflussen vermag, dass im gesamten Arbeitsbereich des Motors sowohl die Schadstoffemission wie auch die Reibungsverluste und der Kraftstoffverbrauch deutlich reduziert werden können und die selbst bei ungünstigen thermischen Randbedingungen, wie z.B. in der Nähe des Turboladers, aber auch bei sehr stark begrenzten Einbauraum

für die Kühlmittelpumpe im Motorraum mit einer sehr geringer Antriebsleistung eine zuverlässige Betätigung des Ventilschiebers ermöglicht und selbst bei Ausfall der Regelung ein Weiterfunktionieren der Kühlmittelpumpe (Fail-safe) gewährleistet, sich zudem durch eine fertigungs- und montagetechnisch sehr einfache, kostengünstige, für unterschiedliche Pumpenbaugrößen „standardisierbare“, optimal den im Motorraum vorhandenen Bauraum ausnutzende Bauform auszeichnet, dabei stets eine hohe Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit bei hohem volumetrischen Wirkungsgrad gewährleistet, keine werkseitige luftfreie Befüllung erfordert und zudem einfach und kostengünstig ins Motormanagement eingebunden werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine über eine Riemenscheibe angetriebene regelbare Kühlmittelpumpe für Verbrennungsmotore nach den Merkmalen des unabhängigen Anspruches der Erfindung gelöst.

Vorteilhafte Ausführungen Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung von zwei Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Lösung in Verbindung mit zehn Darstellungen zu diesen beiden Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Lösung.

Es zeigen die:

Figur 1 : die erfindungsgemäße regelbare Kühlmittelpumpe in einer ersten Ausführungsform mit einem erfindungsgemäßen Spaltfilter im Schnitt in der Seitenansicht;

- Figur 2 : das Flügelrad 5 der erfindungsgemäßen regelbaren Kühlmittelpumpe mit einem erfindungsgemäßen Spaltfilter als Einzelteil in der Rückansicht;
- Figur 3 : das Flügelrad 5 der erfindungsgemäßen regelbaren Kühlmittelpumpe im Teilschnitt bei A-A, gemäß Figur 2;
- Figur 4 : eine Draufsicht auf die separat dargestellte Baugruppe der Zylinderhülse 37 mit der in Verbindung mit der ersten Ausführungsform eingesetzten Axialkolbenpumpe 61;
- Figur 5 : die Zylinderhülse 37 gemäß Figur 4 mit den in der Zylinderhülse 37 integrierten Bauteilen der in dieser Ausführungsform eingesetzten Axialkolbenpumpe 61 (als Baugruppe) im Schnitt in der Seitenansicht;
- Figur 6 : die erfindungsgemäße regelbare Kühlmittelpumpe in einer zweiten Ausführungsform mit einem erfindungsgemäßen Fliehkraftabscheider in einer räumlichen Darstellung;
- Figur 7 : die erfindungsgemäße regelbare Kühlmittelpumpe in der zweiten Ausführungsform mit einem erfindungsgemäßen Fliehkraftabscheider im Schnitt bei A-A gemäß Figur 6, in der Seitenansicht;
- Figur 8 : die erfindungsgemäße regelbare Kühlmittelpumpe in der zweiten Ausführungsform mit einem erfindungsgemäßen Fliehkraftabscheider im Schnitt bei B-B gemäß Figur 6, in der Seitenansicht;

Figur 9 : die Zylinderhülse 37 (gemäß Figur 7) mit den in der Zylinderhülse 37 integrierten Bauteilen der in der zweiten Ausführungsform eingesetzten Axialkolbenpumpe 61 (als Baugruppe) im Schnitt, in der Seitenansicht;

Figur 10 : die erfindungsgemäße regelbare Kühlmittelpumpe in der zweiten Ausführungsform mit Fliehkraftabscheider im Schnitt bei C-C, gemäß Figur 7.

In der Figur 1 ist die erfindungsgemäße, regelbare Kühlmittelpumpe in einer ersten Ausführungsform mit einem Spaltfilter in der Seitenansicht im Schnitt, mit der Stellung des Ventilschiebers in seiner hinteren Endlage (d.h. in der Arbeitsstellung „OFFEN“) dargestellt.

Bei dieser Bauform ist an einem Pumpengehäuse 1, in einem Pumpenlager 2 eine von einer Riemenscheibe 3 angetriebene Pumpenwelle 4 mit einem auf dem freien, strömungsseitigen Ende dieser Pumpenwelle 4 drehfest angeordneten Flügelrad 5 angeordnet.

Weiterhin ist im Pumpeninnenraum 8 ein druckbetätigter, durch eine Rückstellfeder 6 federbelasteter Ventilschieber mit einer Rückwand 7 und einem den Ausströmbereich des Flügelrades 5 variabel überdeckenden Außenzylinder 9 angeordnet.

Im Pumpengehäuse 1 ist zwischen dem Flügelrad 5 und dem Pumpenlager 2 in einer Dichtungsaufnahme 10 ein Wellendichtring 11 angeordnet.

Erfindungsgemäß ist am Pumpengehäuse 1 ein Arbeitsgehäuse 12 angeordnet in dem ein Magnetventil 13 mit einer Einlassöffnung 14 angeordnet ist. Dieser Einlassöffnung 14 benachbart ist pumpenwellenseitig im Arbeitsgehäuse 12 eine Druckkammer 15 angeordnet in die ein Druckkanal 16 mündet, welcher die Druckkammer 15 mit einem Ringkanal 17 verbindet.

Dieser Ringkanal 17 ist erfindungsgemäß im Pumpengehäuse 1 in einer flügelradseitig der Dichtungsaufnahme 10 gegenüberliegend angeordneten

Hülsenaufnahme 18 rotationssymmetrisch zur Drehachse der Welle 4 eingearbeitet.

Vorteilhaft in diesem Zusammenhang ist, wenn das Pumpengehäuse 1 und das Arbeitsgehäuse 12 aus einem Stück gefertigt sind.

Erfindungswesentlich ist auch, dass in der Hülsenaufnahme 18 der Außenzylinder 22 einer Ringkolbenarbeitshülse 19 mit einem Dichtsteg 20 und einem Boden 21 angeordnet ist innerhalb deren Innenzylinder 24 sich die Pumpenwelle 4 frei dreht.

In dem Außenzylinder 22 der Ringkolbenarbeitshülse 19 sind nahe dem Boden 21 Durchströmöffnungen 23 zum Ringkanal 17 angeordnet.

Am flügelradseitigem Ende der Ringkolbenarbeitshülse 19 ist auf dem den Außenzylinder 22 der Ringkolbenarbeitshülse 19 deutlich überragenden Innenzylinder 24 der Ringkolbenarbeitshülse 19 eine Lagesicherungshülse 25 mit einer starr an der Lagesicherungshülse 25 angeordneten Wandscheibe 26 kraftschlüssig befestigt.

Kennzeichnend ist auch, dass vom Boden 21 der Ringkolbenarbeitshülse 19 etwa um den Durchmesser der Durchströmöffnungen 23 beabstandet, verschiebbar in der Ringkolbenarbeitshülse 19, ein Profildichtung 27 angeordnet ist. Dieser ist flügelradseitig formschlüssig mit einem mit einer Steganlage 28 versehenen Ringkolben 29 verbunden. Am Ringkolben 29 ist in dessen flügelradseitigem Endbereich formschlüssig die Rückwand 7 des Ventilschiebers angeordnet.

Vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang, wenn der Profildichtung 27 in eine zugeordnete und am Ringkolben 29 angeordnete Mitnahmeneut eingeknüpft ist.

Vorteilhaft ist aber auch, wenn zwischen dem Dichtsteg 20 und dem Pumpengehäuse 1 eine Dichtung angeordnet ist.

Erfindungsgemäß ist die Rückstellfeder 6 zwischen der Wandscheibe 26 und der am Ringkolben 29 anliegenden Rückwand 7 des Ventilschiebers angeordnet.

Vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang, wenn am flügelradseitigen Ende des Ringkolbens 29 ein Randsteg 30 angeordnet ist, der die Rückwand 7 des Ventilschiebers während seines Arbeitshubes in der Lage stabilisiert.

Kennzeichnend ist weiterhin, dass am Außenrand der Wandscheibe 26 eine Bypassdichtung 31 angeordnet ist, welche bei „geschlossenem“ Ventilschieber einen Druckaufbau zwischen der Wandscheibe 26 und der Rückwand 7 des Ventilschiebers verhindert.

Diese erfindungsgemäße Anordnung eines zylinderförmigen, in einer Ringkolbenarbeitshülse 19 geführten, federbeaufschlagten Ringkolbens 29 ermöglicht nun über eine definierte Druckbeaufschlagung der Profildichtung 27 eine zuverlässige, weggenaue Verschiebung des Außenzylinders 9 des Ventilschiebers und stellt gleichzeitig eine bauraumoptimierte, kompakte, fertigungs- und montagetechnisch einfache, wie auch kostengünstige und zudem sehr robuste Lösung dar, die stets eine hohe Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit gewährleistet.

Erfindungswesentlich ist auch, dass am Flügelrad 5 pumpengehäuseseitig starr eine Schrägscheibe 32 angeordnet ist in deren „Sinkbereich“ eine Saugnut 33 eingebracht ist, wobei der Übergangsbereich in den „Steigbereich“ wie auch der gesamte „Steigbereich“ der Schrägscheibe 32 ebenflächig ausgebildet ist.

Das Flügelrad 5 ist in der Figur 2 als Einzelteil in der Rückansicht dargestellt.

Die Figur 3 zeigt das Flügelrad 5 der erfindungsgemäßen regelbaren Kühlmittelpumpe in einem Teilschnitt gemäß der Figur 2 bei A-A.

Kennzeichnend ist weiterhin, dass in der Wandscheibe 26, zentrisch zu der in der Schrägscheibe 32 angeordneten Saugnut 33, eine Durchsteckbohrung 34 und zu deren Bohrungsachse fluchtend einerseits in der Rückwand 7 des Ventilschiebers eine Durchstecköffnung 35 sowie andererseits im Pumpengehäuse 1 eine in den Druckkanal 16 mündende Einsteckbohrung 36 angeordnet ist.

Erfindungswesentlich ist, dass in der Einsteckbohrung 36 des Pumpengehäuses 1 kraftschlüssig eine Zylinderhülse 37 (mit einer in dieser integrierten Axialkolbenpumpe 61) angeordnet ist.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eine tiefgezogene Präzisionszylinderhülse in die Einsteckbohrung 36 des Pumpengehäuses 1 eingepresst.

Vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang, wenn in der in die Wandscheibe 26 eingebrachten Durchsteckbohrung 34 ein Dichtring 52 zur Abdichtung der Zylinderhülse 37 angeordnet ist, welcher Bypassleckagen verhindert.

Kennzeichnend ist auch, dass die Wandung der in der Rückwand 7 des Ventilschiebers angeordneten Durchstecköffnung 35 den Mantel der Zylinderhülse 37 nicht berührt, so dass der Ventilschieber entlang der Zylinderhülse 37 frei verfahrbar ist.

Die Figur 4 zeigt eine Draufsicht auf die in der Zylinderhülse 37 integrierte Axialkolbenpumpe 61, aus der Richtung A, gemäß Figur 5.

In der zugeordneten Figur 5 ist die Zylinderhülse 37 (gemäß Figur 4) mit den Bauteilen der in dieser integrierten Axialkolbenpumpe 61 im Schnitt in der Seitenansicht dargestellt.

Kennzeichnend ist dabei, dass im Bereich des Zylinderhülsenbodens 38 der Zylinderhülse 37 eine Ausströmöffnung 39 angeordnet ist.

Wesentlich ist dabei, dass im Bereich des Zylinderhülsenbodens 38 außen an der Zylinderhülse 37 ein Ventilkorb 40 mit einer Ventulfeder 41 und einer von dieser Ventulfeder 41 im Bereich der Ausströmöffnung 39 gegen den Zylinderhülsenboden 38 angepressten Ventilscheibe 42 angeordnet ist, und dass sich im Ventilkorb 40 mehrere Durchlassöffnungen 43 befinden.

Erfindungswesentlich ist auch, dass in der Zylinderhülse 37 eine Arbeitsfeder 44 angeordnet ist, an der flügelradseitig ein Arbeitskolben 45 mit einer Durchströmbohrung 46 anliegt.

Vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang, wenn am Außenzylinder des Arbeitskolbens 45 eine Ringnut 53 eingebracht ist in der ein Kolbenring 54

angeordnet ist, welcher einer optimalen Dichtwirkung bei minimierten Reibungsverlusten dient.

Erfindungsgemäß ist zwischen dem federbelasteten Arbeitskolben 45 und der Schrägscheibe 32 des Flügelrades 5 ein Gleitschuh 47 mit einer im zugeordneten Bereich der Saugnut 33 eingebrachten, der Durchströmbohrung 46 des Arbeitskolbens 45 benachbarten Durchlassbohrung 48 angeordnet.

Erfindungsgemäß ist der Berührungsbereich 55 zwischen dem Gleitschuh 47 und dem Arbeitskolben 45 kugelgelenkartig ausgebildet, so dass der Gleitschuh 47 stets „eben“ - flächig an der zugeordneten Anlagefläche der Schrägscheibe anliegt.

Vorteilhaft ist dabei, wenn der Gleitschuh 47 mittels einer mit Rasthaken 56 versehenen Klemmhülse 57 am Arbeitskolben 45 befestigt wird, wobei in der Klemmhülse eine Hülsendurchlassbohrung 58 angeordnet ist.

Dadurch werden neben den Herstellungskosten auch die Montagekosten optimiert.

Wird nun bei der in der Figur 1 dargestellten, erfindungsgemäßen Anordnung über die Riemenscheibe 3 das auf der Pumpenwelle drehfest angeordnete Flügelrad 5 angetrieben, so wird der mit dem Gleitschuh 47 an der Schrägscheibe 32 (Taumelscheibe) anliegende Arbeitskolben 45 im Kolbenraum 59 der Zylinderhülse 37 in Hubbewegungen versetzt.

Im vorliegenden Ausführungsspiel liegt der Hub pro Umdrehung bei maximal einem Millimeter, da infolge der erfindungsgemäßen Anordnung sehr geringe Fördermengen zu einer exakten Betätigung/Verschiebung des Ventilschiebers ausreichen.

Die erfindungsgemäße Anordnung bei der der Gleitschuh 47, wie in der Figur 1 dargestellt, beidseitig der Saugnut 33 an der Schrägscheibe 32 anliegt bewirkt nun bei Rotation des Flügelrades 5, dass sich der erfindungsgemäß an die Schrägscheibe angepresste Gleitschuh 47 während des „Saughubes“ entlang des „Sinkbereiches“ der Schrägscheibe 32 bewegt.

Dabei erfolgt durch die im Gleitschuh 47 angeordnete Durchströmbohrung 46 (bzw. die Hülsendurchlassbohrung 58 der in der Durchströmbohrung 46

angeordneten Klemmhülse 57 hindurch, ein erfindungsgemäßes definiertes Einströmen des Kühlmittels über die Saugnut 33 in den Kolbenraum 59 der Zylinderhülse 37.

Die in die Schrägscheibe 32 eingearbeitete Saugnut 33 dient erfindungsgemäß in Verbindung mit dem Gleitschuh 47 als Spaltfilter, so dass während des Einströmvorganges zugleich eine Filterung des Kühlmittels bewirkt wird.

Dadurch ist die erfindungsgemäße Anordnung gegen vom Kühlmittel mitgeführte Partikel (wie z. B. Späne oder Sandkörner) resistent.

Im vorliegenden Ausführungsspiel ist die Saugnut 33 0,1 mm tief in die Schrägscheibe 32 eingearbeitet.

Verlässt der über den Arbeitskolben 45 mittels der als Druckfeder ausgebildeten Arbeitsfeder 44 an die Schrägscheibe 32 angepresste Gleitschuh 47 während seiner Bewegung entlang der Schrägscheibe 32 den mit der Saugnut 33 versehenen Bereich, so ist der Einströmvorgang beendet.

Während seiner nachfolgenden Bewegung entlang des „Steigbereichs“ der Schrägscheibe 32 presst dann der Gleitschuh 47 den Arbeitskolben 45 in den Kolbenraum 59 der Zylinderhülse 37.

Dabei wird das zuvor in den Kolbenraum 59 gefiltert angesaugte Kühlmittel über die im Zylinderhülsenboden 38 der Zylinderhülse 37 angeordnete Ausströmöffnung 39 gepresst.

Dabei wird die durch die Ventulfeder 41 belastete Ventilscheibe 42 angehoben und zugleich das angesaugte Kühlmittel über die am Rand der Ventilscheibe 42 angeordneten Bohrungen 60 durch die im Ventilkorb 40 angeordneten Durchlassöffnungen 43 hindurch in den Druckkanal 16 gepresst.

Der am Magnetventil 13 angeordneten Auslassöffnung 49 benachbart ist im Arbeitsgehäuse 12 erfindungsgemäß eine Ausströmnut 50 angeordnet.

Erfindungswesentlich ist, dass diese Ausströmnut 50 mit dem Pumpeninnenraum 8 über eine vom Arbeitsgehäuse 12 in das Pumpengehäuse 1 führende Rückströmbohrung 51 verbundenen ist.

Das Magnetventil 13 ist stromlos offen.

Der Arbeitskolben 45 der Kolbenpumpe fördert bei „offenem“ Magnetventil 13 die Kühlflüssigkeit drucklos über die Auslassöffnung 49 des Magnetventils 13 wieder zurück in den Pumpeninnenraum.

Bei Bedarf wird mittels des Magnetventils 13 der Druck (im Druckkanal 16, im Ringkanal 17 und in dem mit dem Ringkanal 17 verbundenen Raum der Ringkolbenarbeitshülse 19 stufenlos erhöht.

Dabei gelangt die von der Kolbenpumpe geförderte Kühlflüssigkeit in den Ringkanal 17 und wird von dort über die Durchströmöffnungen 23 in die Ringkolbenarbeitshülse 19 gepresst.

Dort bewirkt die so eingepresste Kühlflüssigkeit eine definiert (über das Magnetventil 13 einstellbare Druckbeaufschlagung der Profildichtung 27 und damit eine Druckbeaufschlagung des federbelasteten Ringkolbens 29, welcher dadurch translatorisch exakt verfahren werden kann.

Auf Grund der erfindungsgemäßen Anordnung wird so eine definierte Verschiebung des Außenzylinders 9 des Ventilschiebers bewirkt und eine exakte Regelung des geförderten Kühlmittelvolumenstromes realisiert.

Nach der Erwärmungsphase des Motors (mit geschlossenem Ventilschieber) kann so mittels des Magnetventils der Druck im Druckkanal exakt geregelt und damit ein definiertes Verfahren des Ventilschiebers entlang des Außenrandes des Flügelrades realisiert werden, wodurch wiederum die Motortemperatur im Dauerbetrieb exakt beeinflusst werden kann, so dass im gesamten Arbeitsbereich des Motors sowohl die Schadstoffemission wie auch die Reibungsverluste und der Kraftstoffverbrauch deutlich reduziert werden können.

Selbst bei ungünstigen thermischen Randbedingungen, wie z.B. in der Nähe des Turboladers und sehr stark begrenzten Einbauraum für die Kühlmittelpumpe im Motorraum gewährleistet die erfindungsgemäße Lösung, infolge der Anordnung eines im Kühlmittelpumpengehäuse integrierten und zugleich vom Kühlmittel im Kühlmittelpumpengehäuse gekühlten Magnetventils, eine optimale Kühlung bei minimierten Bauvolumen.

Zudem ermöglicht die erfindungsgemäße Lösung eine zuverlässige Betätigung des Ventilschiebers mit einer sehr geringen Antriebsleistung.

Selbst bei Ausfall der Regelung ist durch die erfindungsgemäße Lösung ein Weiterfunktionieren der Kühlmittelpumpe (Fail-safe) gewährleistet, da im stromlosen Zustand das Magnetventil offen ist, so dass der Druck im Druckkanal 16 und im Ringkanal 17 abfällt und die Rückstellfeder 6 den Ventilschiebers diesem Fall in die (hintere) Arbeitsstellung „OFFEN“ verfährt.

Beim federbelasteten „Zurückfahren“ des Ringkolbens 29 in die „Fail-safe-Stellung“ wird das vom Arbeitskolben gepumpte Kühlmittel vom Druckkanal 16 über das offene Magnetventil 13 in die Rücklassbohrung 51 und von dort in den Pumpeninnenraum 8 der erfindungsgemäßen Kühlmittelpumpe zurück geleitet. In den Figuren 6 bis 10 ist nun eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen regelbare Kühlmittelpumpe dargestellt.

Die Figur 6 zeigt diese zweite, mit einem speziellen, erfindungsgemäßen Fliehkraftabscheider ausgestattete Ausführungsform in einer räumlichen Darstellung.

Am Pumpengehäuse 1 ist dabei wiederum eine Arbeitsgehäuse 12 mit einem Magnetventil 13 angeordnet.

Die Figur 7 zeigt die erfindungsgemäße, regelbare Kühlmittelpumpe in der Seitenansicht, in einem Schnitt bei A-A, gemäß Figur 6.

Auch diese zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Regelbaren Kühlmittelpumpe ist wiederum mit einem Pumpengehäuse 1, einer im/am Pumpengehäuse 1 in einem Pumpenlager 2 gelagerten, von einer Riemenscheibe 3 angetriebenen Pumpenwelle 4, einem auf einem freien, strömungsseitigen Ende dieser Pumpenwelle 4 drehfest angeordneten Flügelrad 5, einem druckbetätigten, durch eine Rückstellfeder 6 federbelasteten, mit einer Rückwand 7 und einem den Ausströmbereich des Flügelrades 5 variabel überdeckenden Außenzylinder 9 versehenen, im Pumpeninnenraum 8 angeordneten Ventilschieber sowie einem im

Pumpengehäuse 1 zwischen dem Flügelrad 5 und dem Pumpenlager 2 in einer Dichtungsaufnahme 10 angeordneten Wellendichtring 11 ausgestattet.

Erfindungsgemäß zeichnet sich auch diese Bauform dadurch aus, dass in dem am Pumpengehäuse 1 angeordneten Arbeitsgehäuse 12 ein Magnetventil 13 mit einer Einlassöffnung 14 angeordnet ist, wobei auch dieser Einlassöffnung 14 pumpenwellenseitig im Arbeitsgehäuse 12 benachbart eine Druckkammer 15 angeordnet ist in die ein Druckkanal 16 mündet, welcher die Druckkammer 15 mit einem Ringkanal 17 verbindet der in einer im Pumpengehäuse 1 flügelradseitig der Dichtungsaufnahme 10 gegenüberliegend angeordneten Hülsenaufnahme 18 rotationssymmetrisch zur Drehachse der Pumpenwelle 4 eingearbeitet ist. Erfindungsgemäß ist wiederum in der Hülsenaufnahme 18 eine Ringkolbenarbeitshülse 19 mit einem Dichtsteg 20 und einem Boden 21 angeordnet in der die Pumpenwelle 4 frei dreht und in deren Außenzylinder 22 nahe dem Boden 21 Durchströmöffnungen 23 zum Ringkanal 17 angeordnet sind, wobei am flügelradseitigem Ende auf dem den Außenzylinder 22 deutlich überragenden Innenzylinder 24 der Ringkolbenarbeitshülse 19 eine Lagesicherungshülse 25 mit einer starr an dieser angeordneten Wandscheibe 26 kraftschlüssig angeordnet ist, und vom Boden 21 der Ringkolbenarbeitshülse 19, etwa um den Durchmesser der Durchströmöffnungen 23 beabstandet, in der Ringkolbenarbeitshülse 19 verschiebbar eine Profildichtung 27 angeordnet ist, die flügelradseitig formschlüssig mit einem mit einem Anlagesteg 28 versehenen Ringkolben 29 verbunden ist, an dessen flügelradseitiger Stirnwand die Rückwand 7 des Ventilschiebers form- und/oder kraftschlüssig angeordnet ist, wobei die Rückstellfeder 6 zwischen der Wandscheibe 26 und dem Ringkolben 29, oder der Wandscheibe 26 und der am Ringkolben 29 anliegenden/angeordneten Rückwand 7 des Ventilschiebers angeordnet ist.

Diese erfindungsgemäße Anordnung eines zylinderförmigen, in einer Ringkolbenarbeitshülse 19 geführten, federbeaufschlagten Ringkolbens 29 ermöglicht mit all den bereits in Verbindung mit der vorgenannten

Ausführungsform (dargestellt in den Figuren 1 bis 5) erläuterten erfindungsgemäßen Wirkungen nun über eine definierte Druckbeaufschlagung der Profildichtung 27 eine zuverlässige, weggenaue Verschiebung des Außenzylinders 9 des Ventilschiebers und stellt gleichzeitig eine bauraumoptimierte, kompakte, fertigungs- und montagetechnisch einfache, wie auch kostengünstige und zudem sehr robuste Lösung dar, die stets eine hohe Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit gewährleistet.

Kennzeichnend ist in diesem Zusammenhang auch, dass in dieser Ausführungsform am Außenrand der Wandscheibe 26 eine Bypassdichtung 31 derart angeordnet ist, dass diese in jeder Stellung des Ventilschiebers einen Druckaufbau zwischen der Wandscheibe 26 und der Rückwand des Ventilschiebers verhindert und dadurch Verschiebung des Ventilschiebers gegenüber der die in den Figuren 1 bis 5 dargestellten Lösung nochmals wesentlich präziser (feinfühlig) ermöglicht.

Erfindungswesentlich ist, dass am Flügelrad 5 auch in dieser Bauform pumpengehäuseseitig starr eine Schrägscheibe 32 angeordnet ist in deren „Sinkbereich“ eine Saugnut 33 eingebracht ist, wobei der Übergangsbereich in den „Steigbereich“ wie auch der gesamte „Steigbereich“ der Schrägscheibe 32 ebenflächig ausgebildet ist.

Kennzeichnend ist in diesem Zusammenhang auch, dass am Pumpengehäuse 1 mehrere das Pumpengehäuse 1 in Richtung Flügelrad 5 überragende Dome, ein Pumpendom 63, ein oder mehrere Wandscheibenbefestigungsdome 64 sowie ein Rückströmdom 65 angeordnet sind, und dass in der Rückwand 7 im Bereich dieser Dome zugeordnete Durchstecköffnungen 35 angeordnet sind, welche eine „freien“ Verfahrbarkeit des Ventilschiebers gewährleisten.

Kennzeichnend ist weiterhin, dass die Wandscheibe 26 an den Wandscheibenbefestigungsdomen 64 des Pumpengehäuses 1 mit Hilfe von Befestigungselementen 71 fest angeordnet ist, und dass in der über die Wandscheibenbefestigungsdome 64 fest mit dem Pumpengehäuses 1 verbundenen Wandscheibe 26, einerseits zentrisch zu der in der

Schrägscheibe 32 angeordneten Saugnut 33 eine Durchsteckbohrung 34 und zu deren Bohrungsachse fluchtend im Pumpendom 63 des Pumpengehäuses 1 eine in den Druckkanal 16 mündende Einsteckbohrung 36 angeordnet ist, und andererseits eine Wandscheibendurchlassbohrung 73 angeordnet ist, welche zentrisch zur Bohrungsachse einer im Rückströmdom 65 angeordneten Rückströmbohrung 51 angeordnet ist.

Vorteilhaft ist, wenn am Pumpendom 63 wie in der Figur 7 dargestellt, zwischen der Einsteckbohrung 36 im Pumpendom 63 und der in der Wandscheibe 26 angeordneten Durchsteckbohrung 34 eine Pumpendomdichtung 70 angeordnet ist, welche Leckagen zwischen den dort benachbarten Bauteilen vermeidet.

Vorteilhaft ist zudem, wenn auch am Rückströmdom 65 wie in der Figur 8 dargestellt, im Austrittsbereich der Rückströmbohrung 51, zwischen der Rückströmbohrung 51 und der in der Wandscheibe 26 angeordneten Wandscheibendurchlassbohrung 73 eine Rückströmdomdichtung 74 angeordnet ist, welche Leckagen zwischen den dort benachbarten Bauteilen vermeidet.

Erfindungsgemäß ist in der Einsteckbohrung 36 im Pumpendom 63 des Pumpengehäuses 1 form- und kraftschlüssig eine Zylinderhülse 37 mit einer in dieser Zylinderhülse 37 integrierten Axialkolbenpumpe 61 angeordnet.

In der Figur 9 ist diese Zylinderhülse 37 gemäß Figur 7 mit den in der Zylinderhülse 37 integrierten Bauteilen der in dieser Ausführungsform eingesetzten Axialkolbenpumpe 61 im Schnitt in der Seitenansicht dargestellt.

Erfindungsgemäß ist dabei, dass im Bereich des Zylinderhülsenbodens 38 der Zylinderhülse 37 eine Ausströmöffnung 39 angeordnet ist, und dass im Bereich des Zylinderhülsenbodens 38 außen an der Zylinderhülse 37 ein Ventilkorb 40 mit einer Ventilscheibe 42 und einer von dieser Ventilscheibe 42 im Bereich der Ausströmöffnung 39 gegen den Zylinderhülsenboden 38 angepressten Ventilscheibe 42 angeordnet ist, wobei sich im Ventilkorb 40 eine/mehrere Durchlassöffnung/en 43 befindet/befinden, und in der Zylinderhülse 37 als weitere Baugruppe der Axialkolbenpumpe 61 eine Arbeitsfeder 44 angeordnet

ist, an der flügelradseitig der zugehörige mit einer Durchströmbohrung 46 versehene Arbeitskolben 45 anliegt.

Erfindungswesentlich ist, dass zwischen dem federbelasteten Arbeitskolben 45 der Axialkolbenpumpe 61 und der Schrägscheibe 32 des Flügelrades 5 (Figur 7) ein Gleitschuh 47 mit einer im zugeordneten Bereich der Saugnut 33 eingebrachten, der Durchströmbohrung 46 des Arbeitskolbens 45 benachbarten Durchlassbohrung 48 angeordnet ist.

Wird nun bei der in der Figur 7 dargestellten, erfindungsgemäßen Anordnung über die Riemenscheibe 3 das auf der Pumpenwelle 4 drehfest angeordnete Flügelrad 5 angetriebenen, so wird der mit dem Gleitschuh 47 an der Schrägscheibe 32 (Taumelscheibe) anliegende Arbeitskolben 45 der Axialkolbenpumpe 61 im Kolbenraum 59 der Zylinderhülse 37 in Hubbewegungen versetzt.

Im vorliegenden Ausführungsspiel liegt der Hub pro Umdrehung bei maximal zwei Millimeter, da infolge der erfindungsgemäßen Anordnung schon geringe Fördermengen zu einer exakten Betätigung/Verschiebung des Ventilschiebers ausreichen.

Die Figur 10 zeigt nun die erfindungsgemäße regelbare Kühlmittelpumpe gemäß Figur 7 mit dem erfindungsgemäßen Fliehkraftabscheider im Schnitt bei C-C.

Erfindungsgemäß wird in dieser Ausführungsform eine ca. 0,6 mm tief in die Schrägscheibe 32 eingearbeitete Saugnut 33 mittels eines zwischen der Schrägscheibe 32 und dem Gleitschuh 47 angeordneten, die Saugnut 33 überdeckenden Fliehkraftabscheider 62 abgedeckt.

Dieser pumpengehäuseseitig die Schrägscheibe 32 am Flügelrad 5 abdeckende Fliehkraftabscheider 62 ist erfindungsgemäß mittels Rastnasen 66 formschlüssig, und mittels eines Klemmringes 67 kraftschlüssig mit der Schrägscheibe 32 am Flügelrad 5 verbunden.

Kennzeichnend ist, dass der Fliehkraftabscheider 62 von einer im Bereich der Saugnut 33 angeordneten dünnwandigen Kreisringscheibe gebildet wird, in der,

wie in Figur 10 dargestellt, im Bereich der Saugnut 33 eine Vielzahl von Laserbohrungen 68 angeordnet sind.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind im Fliehkraftabscheider 62 ca. 4000 Laserbohrungen im Bereich der Saugnut 33 angeordnet.

Durch die kraft- und formschlüssige Anordnung des Fliehkraftabscheiders 62 an der Schrägscheibe 32 des Flügelrades 5 ist selbst bei stark verschmutzten Fliehkraftabscheider 62 eine sichere Lagepositionierung des mit Laserbohrungen versehenen Bereiches im Bereich der Saugnut 33 der Schrägscheibe 32 während des Arbeitshubes der Axialkolbenpumpe 61 gewährleistet.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel beträgt die Dicke der Kreisringscheibe des erfindungsgemäßen Fliehkraftabscheiders 62 0,3 mm, und die in diesem Ausführungsbeispiel Einsatz findenden Laserbohrungen 68 haben einen kegelförmigen Querschnitt. Der Kleinstdurchmesser dieser kegelförmigen Laserbohrungen 68 beträgt 0,1 mm und ist erfindungsgemäß auf der dem Gleitschuh 47 zuwandten Seite des Fliehkraftabscheider 62 angeordnet.

Der zugeordnete und der Saugnut 33 zugewandte Größtdurchmesser dieser kegelförmigen Laserbohrungen 68 beträgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel 0,15 mm.

Die erfindungsgemäße, in den Figuren 7 bis 10 dargestellte Anordnung mit dem an der Schrägscheibe 32 angeordneten erfindungsgemäßen Fliehkraftabscheiders 62 und am Fliehkraftabscheider 62 anliegenden Gleitschuh 47 der Axialkolbenpumpe 61 bewirkt nun bei Rotation des Flügelrades 5, dass sich der erfindungsgemäß an den Fliehkraftabscheider 62 angepresste Gleitschuh 47 während des „Saughubes“ entlang des „Sinkbereiches“ der Schrägscheibe 32 mit der im „Sinkbereich“ der Schrägscheibe 32 angeordneten Saugnut 33 bewegt.

Der in dieser Bauform zwischen der Schrägscheibe 32 und dem Gleitschuh 47 der Axialkolbenpumpe 61 angeordnete Fliehkraftabscheider 62 ist im Bereich der Saugnut 33 mit Laserbohrungen 68 versehen.

Während des „Saughubes“ erfolgt nun aus der Saugnut 33 heraus, durch die Laserbohrungen 68 hindurch in die im Gleitschuh 47 angeordnete Durchströmbohrung 46 (bzw. die Hülsendurchlassbohrung 58 der in der Durchströmbohrung 46 angeordneten Klemmhülse 57 hindurch, ein erfindungsgemäßes, definiertes Einströmen des Kühlmittels über die Saugnut 33 in den Kolbenraum 59 der Zylinderhülse 37.

Der erfindungsgemäße, zwischen der Schrägscheibe 32 und dem Gleitschuh 47 der Axialkolbenpumpe 61 angeordnete Fliehkraftabscheider 62 ermöglicht nun gegenüber der im ersten Ausführungsbeispiel vorgestellten Bauform mit Spaltfilter eine wesentlich tiefer in die Schrägscheibe 32 eingearbeitete Saugnut 33 mit all den sich daraus ergebenden strömungstechnischen Vorteilen.

Der erfindungsgemäße Fliehkraftabscheider 62 bewirkt dabei zunächst eine Filterung des in die Saugnut 33 einströmenden Kühlmittels, einerseits als „Fliehkraft-Separator“, da die auf unerwünschte, vom Kühlmedium mitgeführte Fremdkörper (wie z. B. Späne, Sandkörner, o.ä.) einwirkende Fliehkraft aus der Umfangsgeschwindigkeit des Flügelrades 5 (mit der der Fliehkraftabscheider 62 umläuft) im Bereich der Laserbohrungen 68 wesentlich größer ist, gegenüber der aus der Einströmgeschwindigkeit in die Laserbohrungen 68 auf die Fremdkörper einwirkende „Saugkraft“.

Gleichzeitig wirkt der Fliehkraftabscheider 62 als „Prall-Separator“, da alle nicht exakt die Laserbohrung 68 treffende Fremdkörper von dem zwischen den Laserbohrungen 68 angeordneten „Grundmaterial des Fliehkraftabscheiders“ 62 abprallen und dann zusätzlich durch den Fliehkrafteffekt abgewiesen werden.

Infolge der erfindungsgemäßen kegeligen Gestaltung der Laserbohrungen 68 dienen diese als Konfusor und bewirken unter anderem eine Minimierung des Druckverlustes in der Ansaugphase.

Zudem hat der bei jeder Umdrehung den mit Laserbohrungen 68 versehen Bereich des Fliehkraftabscheiders 62 „überfahrende“ Gleitschuh 47 der Axialkolbenpumpe 61 eine „Abstreiferwirkung“ und führt so zu einem zusätzlichen Selbstreinigungseffekt.

Dieser Selbstreinigungseffekt wird zudem noch dadurch unterstützt, dass jede Laserbohrung 68 bei jeder Umdrehung des Flügelrades 5 zweimal (einmal in die Saugnut 33 hinein und dann über den Gleitschuh 47 wieder aus der Saugnut 33 heraus) durchströmt und dabei zusätzlich freigespült wird.

Selbst bei längeren Stillstandszeiten des Fahrzeuges, bei denen in Folge von Kristallisationseffekten die Laserbohrungen 68 mit Gelees oder Partikeln „zugesetzt“ sein könnten, bewirkt die erfindungsgemäße Anordnung (bei einer Motordrehzahl von beispielsweise 3000 U/min bei der der Laserbohrungsbereich des Fliehkraftabscheiders 62 fünfzig mal pro Sekunde mit all den vorgenannten Wirkungen und einem infolge der verschlossenen Laserbohrungen sehr hohem Ansaugdruck überfahren wird) einen einer Ultraschallreinigung sehr nahe kommenden Reinigungseffekt, wodurch sich der erfindungsgemäße Fliehkraftabscheider 62 auch unter extremen Bedingungen selbst reinigt und auch bereits gebildete Kristalle wieder in Lösung gehen.

Diese erfindungsgemäße Anordnung ermöglicht gegenüber der im ersten Ausführungsbeispiel vorgestellten Ausführungsform einen deutlich höheren „Einstömvolumenstrom“, ist dabei gegen die vom Kühlmittel mitgeführte Partikel resistent und gewährleistet zudem eine sehr hohe Lebensdauer bei höchster Zuverlässigkeit.

Das Wirkprinzip der in den Figuren 6 bis 10 vorgestellten Ausführungsform ist analog der bereits in Verbindung mit den Figuren 1 bis 5 erläuterten Ausführungsform.

Verlässt der (über den Arbeitskolben 45) mittels der als Druckfeder ausgebildeten Arbeitsfeder 44 an die Schrägscheibe 32 angepresste Gleitschuh 47 während seiner Bewegung entlang des an der Schrägscheibe 32 angeordneten Fliehkraftabscheiders 62 den die Saugnut 33 mittels Laserbohrungen 68 abdeckenden Bereich, so ist der Einstömvorgang beendet.

Während seiner nachfolgenden Bewegung entlang des „Steigbereichs“ der Schrägscheibe 32 presst dann der Gleitschuh 47 den Arbeitskolben 45 in den Kolbenraum 59 der Zylinderhülse 37.

Dabei wird das zuvor in den Kolbenraum 59 gefiltert angesaugte Kühlmittel über die im Zylinderhülsenboden 38 der Zylinderhülse 37 angeordnete Ausströmöffnung 39 gepresst.

Dabei wird die durch die Ventiltfeder 41 belastete Ventilscheibe 42 angehoben und zugleich das angesaugte Kühlmittel über die am Rand der Ventilscheibe 42 angeordneten Bohrungen 60 durch die im Ventilkorb 40 angeordneten Durchlassöffnungen 43 hindurch in den Druckkanal 16 gepresst (Figur 7).

In der Figur 8 ist die erfindungsgemäße, regelbare Kühlmittelpumpe aus der Figur 6 nun in der Seitenansicht im Schnitt bei B-B dargestellt.

Diese Schnittdarstellung gemäß Figur 8 zeigt, dass am Magnetventil 13 eine Auslassöffnung 49 angeordnet ist, der im Arbeitsgehäuse 12 benachbart vom Arbeitsgehäuse 12 in das Pumpengehäuse 1 führende Rückströmbohrungen 51 angeordnet, sind welche die Auslassöffnung 49 mit dem Pumpeninnenraum 8 verbinden. Das Magnetventil 13 ist stromlos offen.

Der Arbeitskolben 45 der Kolbenpumpe fördert bei „offenem“ Magnetventil 13 die Kühlflüssigkeit drucklos über die Auslassöffnung 49 des Magnetventils 13 wieder zurück in den Pumpeninnenraum 8.

Bei Bedarf wird mittels des Magnetventils 13 der Druck (im Druckkanal 16, im Ringkanal 17 und dem mit dem Ringkanal 17 verbundenen Raum der Ringkolbenarbeitshülse 19 stufenlos erhöht.

Dabei gelangt die von der Axialkolbenpumpe 61 geförderte Kühlflüssigkeit in den Ringkanal 17 und wird von dort über die Durchströmöffnungen 23 in die Ringkolbenarbeitshülse 19 gepresst.

Dort bewirkt die so eingepresste Kühlflüssigkeit eine definiert (über das Magnetventil 13 einstellbare Druckbeaufschlagung der Profildichtung 27 und damit eine Druckbeaufschlagung des federbelasteten Ringkolbens 29, welcher dadurch exakt translatorisch verfahren werden kann.

Auf Grund der erfindungsgemäßen Anordnung wird so eine definierte Verschiebung des Außenzylinders 9 des Ventilschiebers bewirkt und eine exakte Regelung des geförderten Kühlmittelvolumenstromes realisiert.

Nach der Erwärmungsphase des Motors (mit geschlossenem Ventilschieber) kann so mittels des Magnetventils 13 der Druck im Druckkanal exakt geregelt und damit ein definiertes Verfahren des Ventilschiebers entlang des Außenrandes des Flügelrades 5 realisiert werden, wodurch wiederum die Motortemperatur im Dauerbetrieb exakt beeinflusst werden kann, so dass im gesamten Arbeitsbereich des Motors sowohl die Schadstoffemission wie auch die Reibungsverluste und der Kraftstoffverbrauch deutlich reduziert werden können.

Selbst bei ungünstigen thermischen Randbedingungen, wie z.B. in der Nähe des Turboladers und sehr stark begrenztem Einbauraum für die Kühlmittelpumpe im Motorraum gewährleistet die erfindungsgemäße Lösung infolge der Anordnung eines im Kühlmittelpumpengehäuse integrierten und zugleich vom Kühlmittel im Kühlmittelpumpengehäuse gekühlten Magnetventils 13 eine optimale Kühlung bei minimierten Bauvolumen.

Zudem ermöglicht die erfindungsgemäße Lösung eine zuverlässige Betätigung des Ventilschiebers mit einer sehr geringen Antriebsleistung.

Selbst bei Ausfall der Regelung ist durch die erfindungsgemäße Lösung ein Weiterfunktionieren der Kühlmittelpumpe (Fail-safe) gewährleistet, da im stromlosen Zustand das Magnetventil 13 offen ist, so dass der Druck im Druckkanal 16 und im Ringkanal 17 abfällt und die Rückstellfeder 6 den Ventilschieber in diesem Fall in die (hintere) Arbeitsstellung „OFFEN“ verfährt.

Beim federbelasteten „Zurückfahren“ des Ringkolbens 29 in die „Fail-safe-Stellung“ wird das vom Arbeitskolben gepumpte Kühlmittel vom Druckkanal 16 über das offene Magnetventil 13 in die Rückströmbohrung 51 und von dort in den Pumpeninnenraum 8 der erfindungsgemäßen Kühlmittelpumpe zurück geleitet.

Beide in den Ausführungsbeispielen vorgestellten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Lösung zeichnet sich jeweils durch eine fertigungs- und

montagetechnisch sehr einfache, kostengünstige, für unterschiedliche Pumpenbaugrößen „standardisierbare“, optimal den im Motorraum vorhandenen Bauraum ausnutzende Bauform aus und erfordert keine werkseitige luftfreie Befüllung.

Zudem zeichnen sich beide in den Ausführungsbeispielen vorgestellten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Lösung durch eine hohe Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit aus und gewährleisten entsprechend dem jeweiligen Einsatzfall einen hohen volumetrischen Wirkungsgrad.

Dabei können die hier vorgestellten Lösungen stets einfach und kostengünstig in das Motormanagement eingebunden werden.

### **Bezugszeichenzusammenstellung**

- 1 Pumpengehäuse
- 2 Pumpenlager
- 3 Riemenscheibe
- 4 Pumpenwelle
- 5 Flügelrad
- 6 Rückstellfeder
- 7 Rückwand
- 8 Pumpeninnenraum
- 9 Außenzylinder
- 10 Dichtungsaufnahme
- 11 Wellendichtring
- 12 Arbeitsgehäuse
- 13 Magnetventil
- 14 Einlassöffnung
- 15 Druckkammer
- 16 Druckkanal

- 17 Ringkanal
- 18 Hülseaufnahme
- 19 Ringkolbenarbeitshülse
- 20 Dichtsteg
- 21 Boden
- 22 Außenzylinder
- 23 Durchströmöffnung
- 24 Innenzylinder
- 25 Lagesicherungshülse
- 26 Wandscheibe
- 27 Profildichtung
- 28 Anlagesteg
- 29 Ringkolben
- 30 Randsteg
- 31 Bypassdichtung
- 32 Schrägscheibe
- 33 Saugnut
- 34 Durchsteckbohrung
- 35 Durchstecköffnung
- 36 Einsteckbohrung
- 37 Zylinderhülse
- 38 Zylinderhülsenboden
- 39 Ausströmöffnung
- 40 Ventilkorb
- 41 Ventulfeder
- 42 Ventilscheibe
- 43 Durchlassöffnung
- 44 Arbeitsfeder
- 45 Arbeitskolben
- 46 Durchströmbohrung
- 47 Gleitschuh

- 48 Durchlassbohrung
- 49 Auslassöffnung
- 50 Ausströmnut
- 51 Rückströmbohrung
- 52 Dichtring
- 53 Ringnut
- 54 Kolbenring
- 55 Berührungsbereich
- 56 Rasthaken
- 57 Klemmhülse
- 58 Hülsendurchlassbohrung
- 59 Kolbenraum
- 60 Bohrung
- 61 Axialkolbenpumpe
- 62 Fliehkraftabscheider
- 63 Pumpendom
- 64 Wandscheibenbefestigungsdom
- 65 Rückströmdom
- 66 Rastnasen
- 67 Klemmring
- 68 Laserbohrung
- 69 Halteblech
- 70 Pumpendomdichtung
- 71 Befestigungselement
- 72 Kolbendichtung
- 73 Wandscheibendurchlassbohrung
- 74 Rückströmdomdichtung

## Patentansprüche

1. Regelbare Kühlmittelpumpe mit einem Pumpengehäuse (1), einer im/am Pumpengehäuse (1) in einem Pumpenlager (2) gelagerten, von einer Riemenscheibe (3) angetriebenen Pumpenwelle (4), einem auf einem freien, strömungsseitigen Ende dieser Pumpenwelle (4) drehfest angeordneten Flügelrad (5), einem druckbetätigten, durch eine Rückstellfeder (6) federbelasteten, mit einer Rückwand (7) und einem den Ausströmbereich des Flügelrades (5) variabel überdeckenden Außenzylinder (9) versehenen, im Pumpeninnenraum (8) angeordneten Ventilschieber sowie einem im Pumpengehäuse (1) zwischen dem Flügelrad (5) und dem Pumpenlager (2) in einer Dichtungsaufnahme (10) angeordneten Wellendichtring (11), dadurch gekennzeichnet,

- dass am Pumpengehäuse (1) ein Arbeitsgehäuse (12) angeordnet ist in dem ein Magnetventil (13) mit einer Einlassöffnung (14) angeordnet ist, der Einlassöffnung (14) benachbart ist pumpenwellenseitig im Arbeitsgehäuse (12) eine Druckkammer (15) angeordnet in die ein Druckkanal (16) mündet, welcher die Druckkammer (15) mit einem Ringkanal (17) verbindet der in einer im Pumpengehäuse (1) flügelradseitig der Dichtungsaufnahme (10) gegenüberliegend angeordneten Hülsenaufnahme (18) rotationssymmetrisch zur Drehachse der Pumpenwelle (4) eingearbeitet ist,
- dass in der Hülsenaufnahme (18) eine Ringkolbenarbeitshülse (19) mit einem Dichtsteg (20) und einem Boden (21) angeordnet ist, in welcher die Pumpenwelle (4) frei dreht und in deren Außenzylinder (22) nahe dem Boden (21) Durchströmöffnungen (23) zum Ringkanal (17) angeordnet sind, wobei am flügelradseitigen Ende auf dem den Außenzylinder (22) deutlich überragenden Innenzylinder (24) der Ringkolbenarbeitshülse (19) eine Lagesicherungshülse (25) mit einer starr an dieser angeordneten Wandscheibe (26) form- und/oder kraftschlüssig angeordnet ist,

- dass vom Boden (21) der Ringkolbenarbeitshülse (19), etwa um den Durchmesser der Durchströmöffnungen (23) beabstandet, in der Ringkolbenarbeitshülse (19) verschiebbar ein Profildichtung (27) angeordnet ist, der flügelradseitig formschlüssig mit einem mit einer Steganlage (28) versehenen Ringkolben (29) verbunden ist, an dessen flügelradseitiger Stirnwand die Rückwand (7) des Ventilschiebers form- und/oder kraftschlüssig angeordnet ist,
- dass die Rückstellfeder (6) zwischen der Wandscheibe (26) und dem Ringkolben (29), oder der Wandscheibe (26) und der am Ringkolben (29) angeordneten Rückwand (7) des Ventilschiebers angeordnet ist,
- dass am Außenrand der Wandscheibe (26) eine Bypassdichtung (31) angeordnet ist,
- dass am Flügelrad (5) pumpengehäuseseitig starr eine Schrägscheibe (32) angeordnet ist in deren „Sinkbereich“ eine Saugnut (33) eingebracht ist, wobei der Übergangsbereich in den „Steigbereich“ wie auch der gesamte „Steigbereich“ der Schrägscheibe (32) ebenflächig ausgebildet ist.
- dass in der Wandscheibe (26), zentrisch zu der in der Schrägscheibe (32) angeordneten Saugnut (33) eine Durchsteckbohrung (34) und zu deren Bohrungsachse fluchtend einerseits eine im Pumpengehäuse (1) angeordnete in den Druckkanal (16) mündende Einsteckbohrung (36) wie auch andererseits in der Rückwand (7) des Ventilschiebers entsprechend der Bauform des Pumpengehäuses (1) zugeordnet Durchstecköffnung/en (35) angeordnet ist/sind,
- dass in der Einsteckbohrung (36) des Pumpengehäuses (1) form- und/oder kraftschlüssig eine Zylinderhülse (37) mit einer in dieser integrierten Axialkolbenpumpe (61) angeordnet ist,
- dass im Bereich des Zylinderhülsenbodens (38) der Zylinderhülse (37) eine/mehrere Ausströmöffnungen (39) angeordnet ist/sind,
- dass im Bereich des Zylinderhülsenbodens (38) außen an der Zylinderhülse (37) ein Ventilkorb (40) mit einer Ventilfeeder (41) und einer von dieser

- Ventilfeder (41) im Bereich der Ausströmöffnung/en (39) gegen den Zylinderhülsenboden (38) angespressten Ventilscheibe (42) angeordnet ist,
- dass sich im Ventilkorb (40) eine/mehrere Durchlassöffnung/en (43) befindet/befinden,
  - dass in der Zylinderhülse (37) als weitere Baugruppe der Axialkolbenpumpe (61) einer Arbeitsfeder (44) angeordnet ist, an der flügelradseitig der zugehörige mit einer Durchströmbohrung (46) versehene Arbeitskolben (45) anliegt,
  - dass zwischen dem federbelasteten Arbeitskolben (45) einer Axialkolbenpumpe (61) und der Schrägscheibe (32) des Flügelrades (5) ein Gleitschuh (47) mit einer im zugeordneten Bereich der Saugnut (33) eingebrachten, der Durchströmbohrung (46) des Arbeitskolbens (45) benachbarten Durchlassbohrung (48) angeordnet ist,
  - dass am Magnetventil (13) eine Auslassöffnung (49) angeordnet ist, der im Arbeitsgehäuse (12) direkt oder über eine Ausströmnut (50) indirekt benachbart, eine/mehrere vom Arbeitsgehäuse (12) in das Pumpengehäuse (1) führende Rückströmbohrung/en (51) angeordnet ist/sind, welche die Auslassöffnung (49) mit dem Pumpeninnenraum (8) verbindet/verbinden.

2. Regelbare Kühlmittelpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass am Magnetventil (13) eine Auslassöffnung (49) angeordnet ist, welche in im Arbeitsgehäuse (12) und im Pumpengehäuse (1) angeordnete Rückströmbohrung/en (51) mündet, die in den Pumpeninnenraum (8) führen.

3. Regelbare Kühlmittelpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleitschuh (47) so dimensioniert ist, dass dieser beidseitig der Saugnut (33) an der Schrägscheibe (32) anliegt, und die Saugnut (33) 0,03 mm bis 0,1 mm tief in die Schrägscheibe (32) eingearbeitet ist und in Verbindung mit dem Gleitschuh (47) als Spaltfilter dient.

4. Regelbare Kühlmittelpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Saugnut (33) 0,03 mm bis 5,00 mm tief in die Schrägscheibe (32) eingearbeitet ist und zwischen der Schrägscheibe (32) und dem Gleitschuh (47) ein die Saugnut (33) überdeckender Fliehkraftabscheider (62) angeordnet ist.

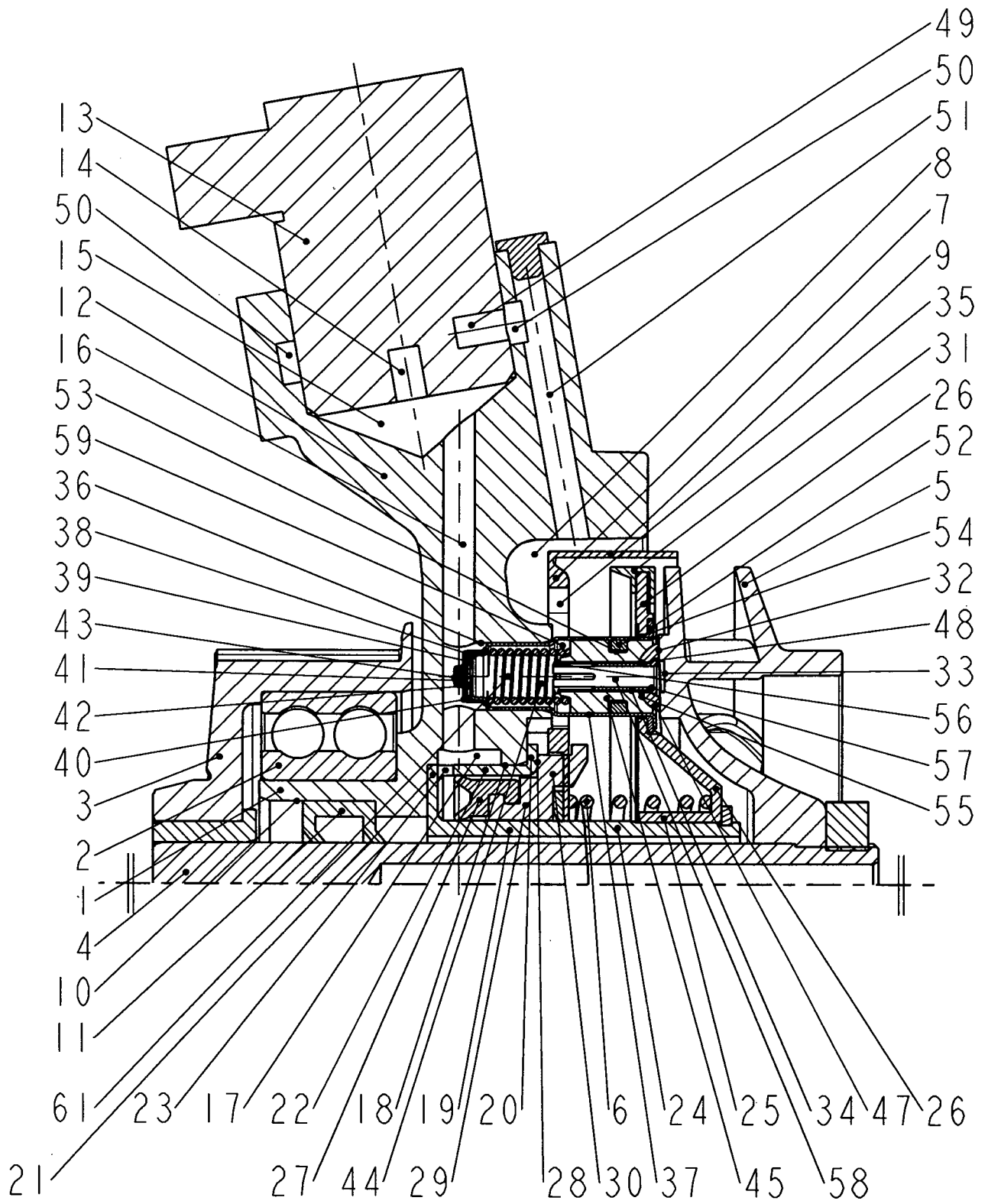
5. Regelbare Kühlmittelpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass am Pumpengehäuse 1 mehrere das Pumpengehäuse 1 in Richtung Flügelrad 5 überragende Dome, ein Pumpendom (63), ein oder mehrere Wandscheibenbefestigungsdome (64) sowie ein Rückströmdom (65) angeordnet sind, und dass in der Rückwand (7) im Bereich dieser Dome zur „freien“ Verfahrbareit des Ventilschiebers zugeordnete Durchstecköffnungen (35) angeordnet sind.

6. Regelbare Kühlmittelpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der pumpengehäuseseitig die Schrägscheibe (32) am Flügelrad (5) abdeckende Fliehkraftabscheider (62) mittels Rastnasen (66) formschlüssig und mittels eines Klemmringes (67) kraftschlüssig mit der Schrägscheibe (32) am Flügelrad (5) verbunden ist.

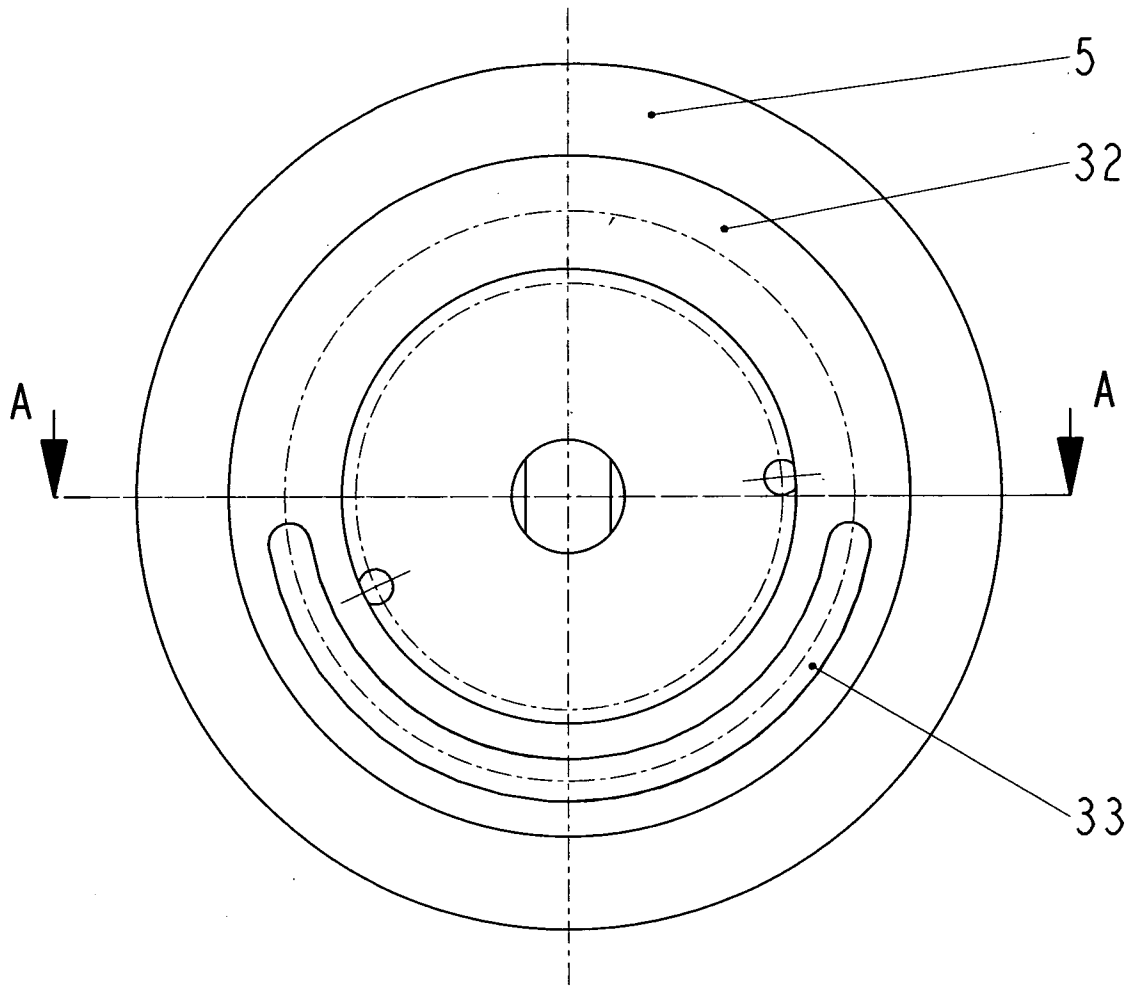
7. Regelbare Kühlmittelpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Fliehkraftabscheider (62) von einer im Bereich der Saugnut (33) angeordneten dünnwandigen Kreisringscheibe gebildet wird in der zumindest im Bereich der Saugnut (33) eine Vielzahl von Laserbohrungen (68) mit einem Bohrungsdurchmesser von 0,03 mm bis 0,2 mm angeordnet sind.

8. Regelbare Kühlmittelpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kreisringscheibe des Fliehkraftabscheiders (62) eine Dicke von 0,05 mm bis 1,0 mm aufweist.

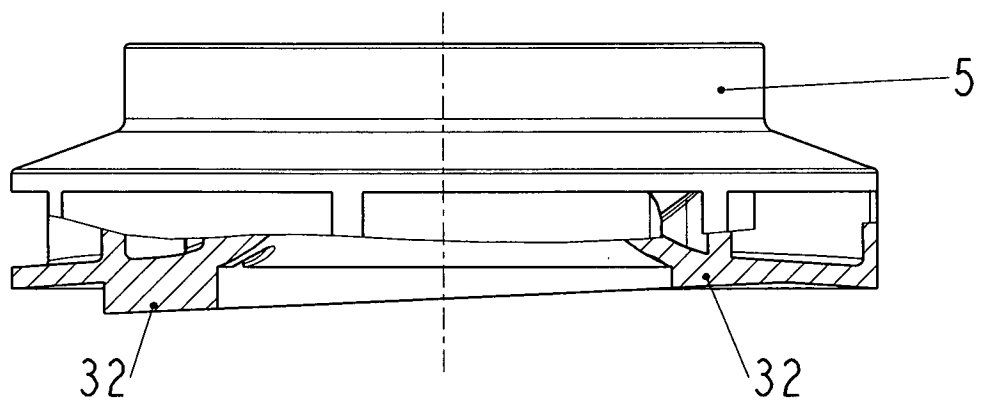
9. Regelbare Kühlmittelpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserbohrungen (68) einen kegelförmigen Querschnitt aufweisen, wobei die Kleinstdurchmesser der kegelförmigen Laserbohrungen (68) auf der dem Gleitschuh (47) zuwandten Seite des Fliehkraftabscheider (62) angeordnet sind.



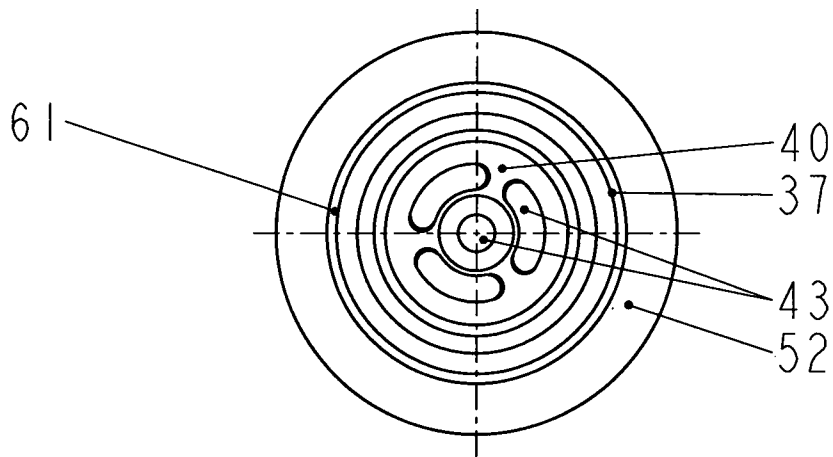
Figur 1



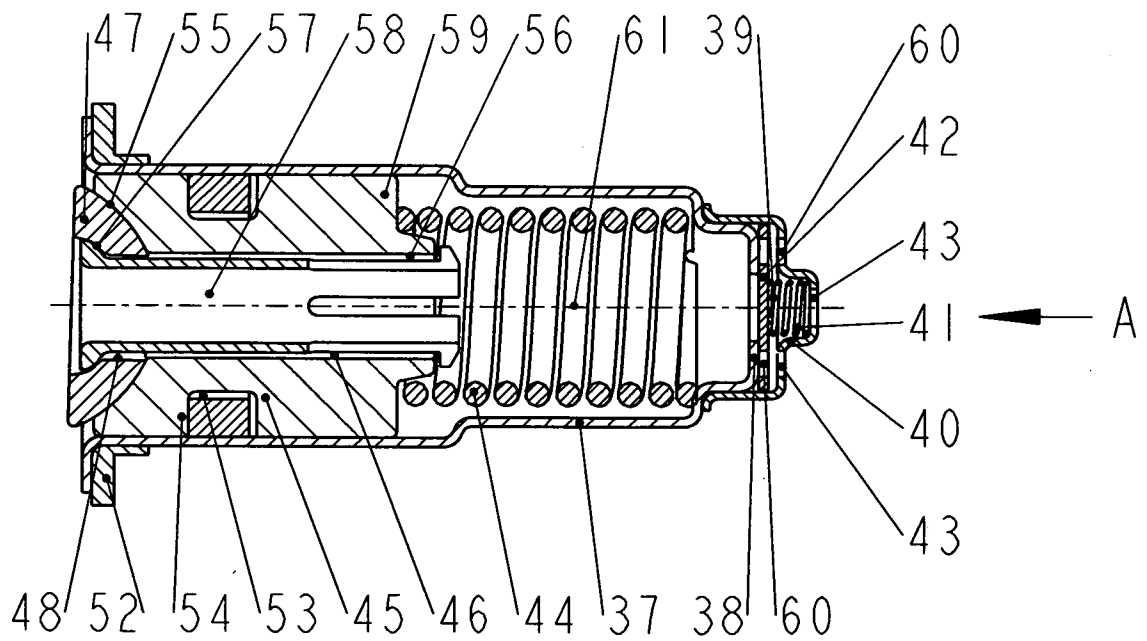
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5

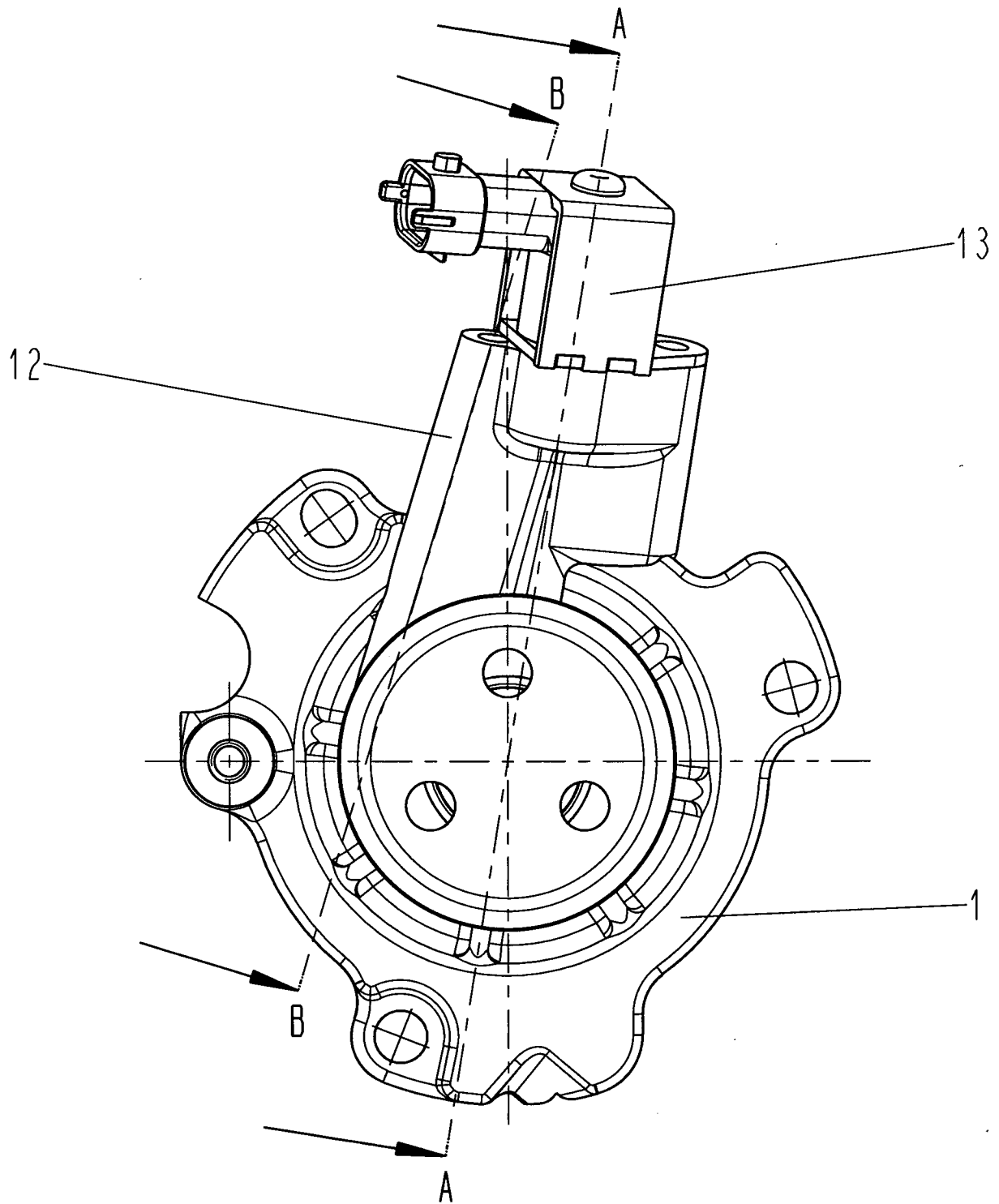
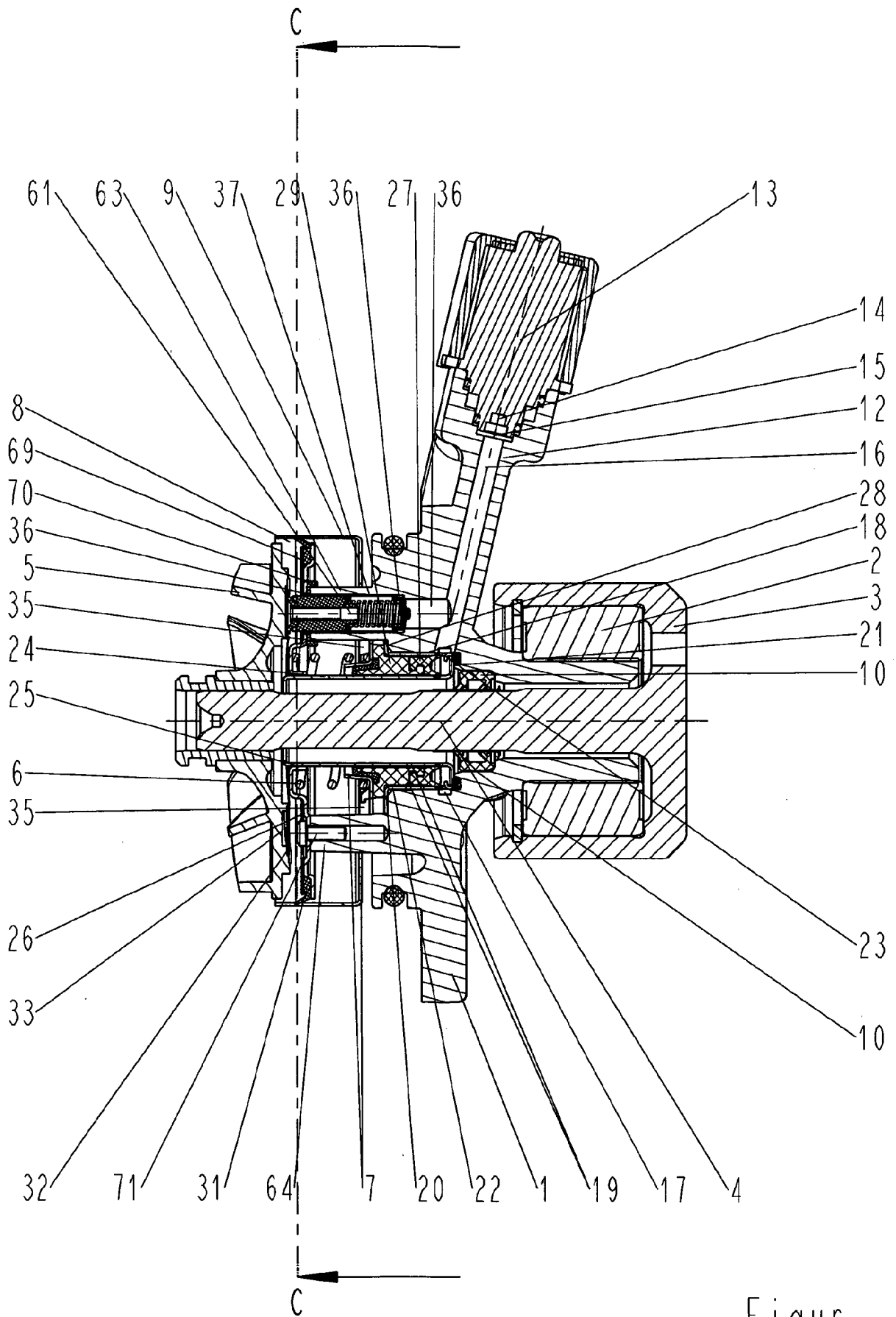
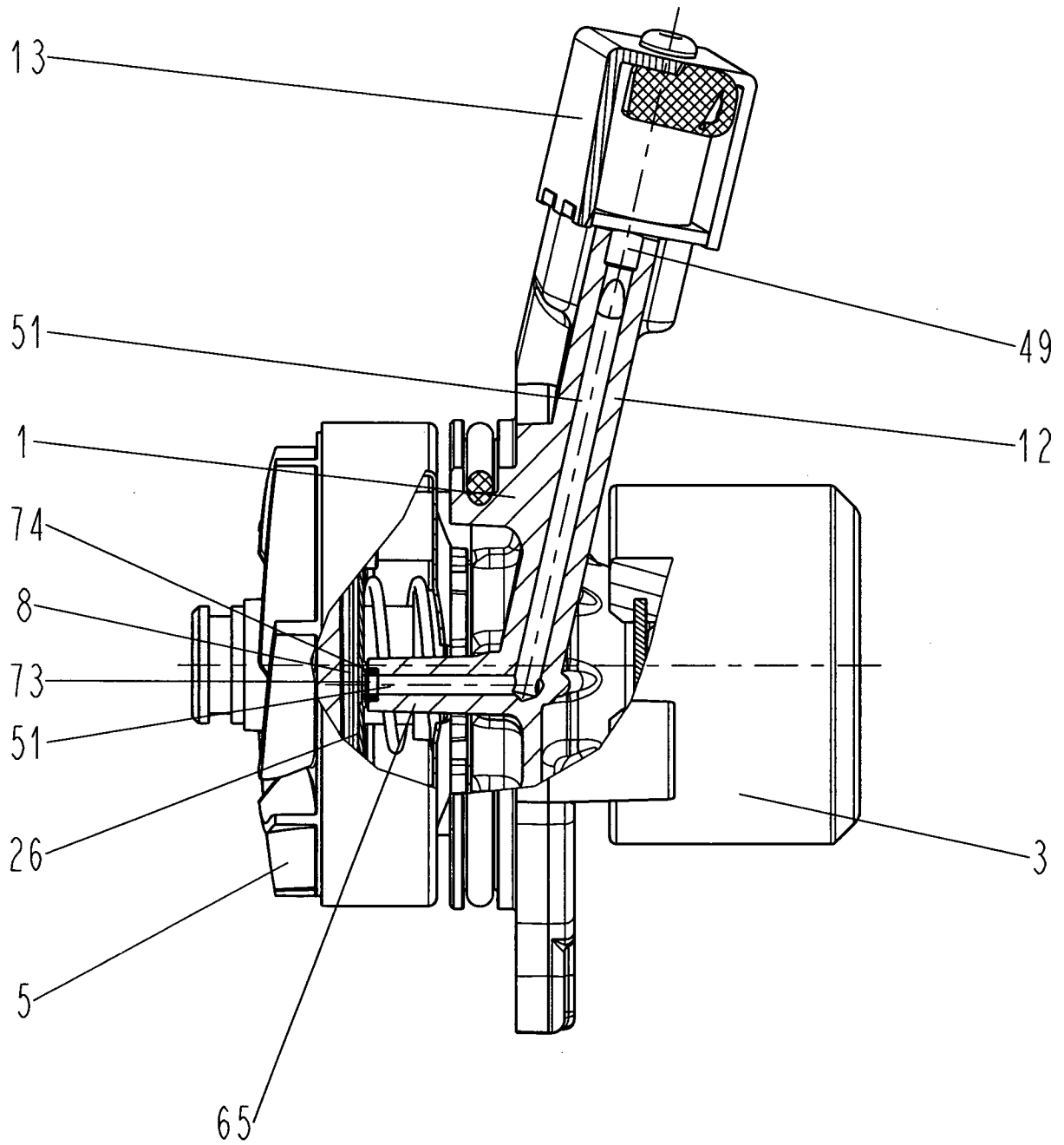


Figure 6



Figur 7



Figur 8

7/8

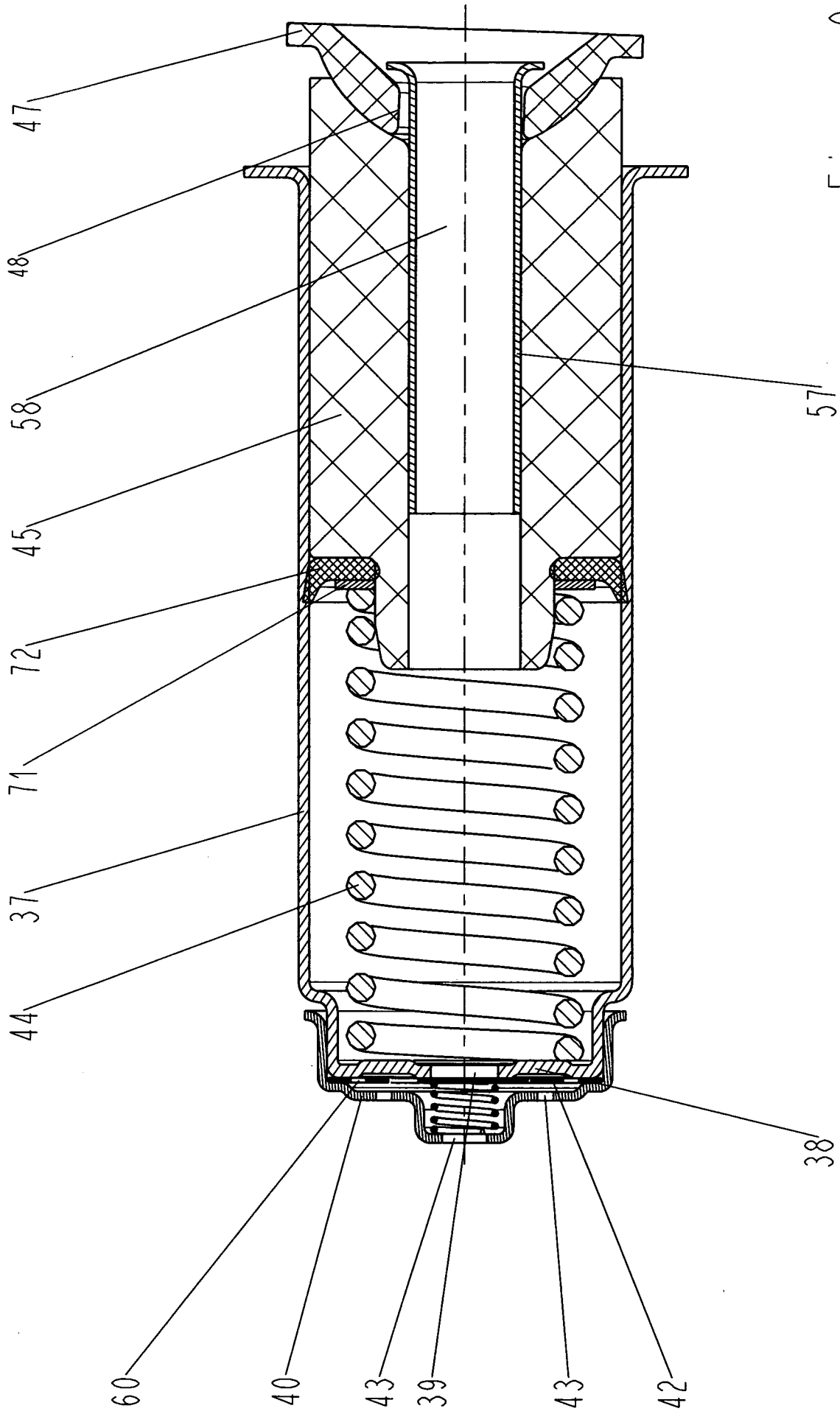
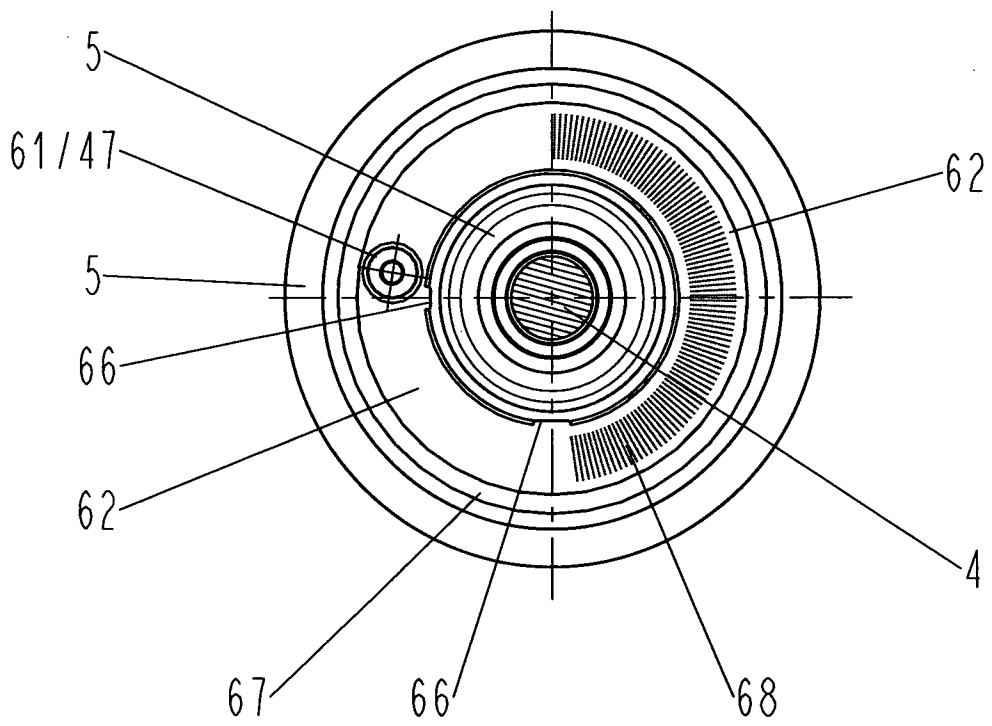


Figure 9



Figur 10