



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 863 308 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**09.09.1998 Patentblatt 1998/37**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F02M 59/26**, F02M 59/24,  
F02M 59/34

(21) Anmeldenummer: **97810125.1**

(22) Anmeldetag: **05.03.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV RO SI**

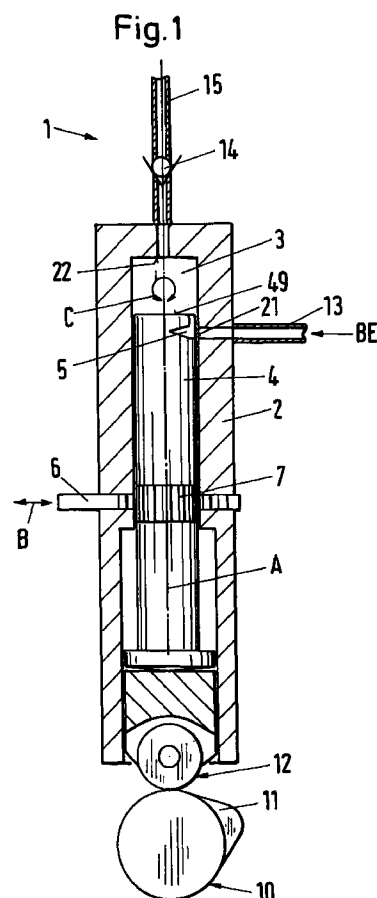
(72) Erfinder:  
• **Heim, Klaus**  
**78239 Rielasingen (DE)**  
• **Hofer, Robert**  
**8353 Elgg (CH)**

(71) Anmelder:  
**Wärtsilä NSD Schweiz AG**  
**8401 Winterthur (CH)**

(74) Vertreter: **Heubeck, Bernhard**  
**Sulzer Management AG,**  
**KS Patente/0007,**  
**Zürcherstrasse 12**  
**8401 Winterthur (CH)**

### (54) **Kolbenpumpvorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten**

(57) Eine Kolbenpumpvorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten, insbesondere von Brennstoffen und speziell von Schweröl, hat ein Pumpengehäuse (2), welches einen Arbeitsraum (3) aufweist sowie einen bewegbaren Kolben (4) zur Verkleinerung und Vergrößerung des Arbeitsraums (3). Sie hat ferner mindestens eine Einlassöffnung (21), durch welche die Flüssigkeit in den Arbeitsraum (3) einbringbar ist, und eine Auslassöffnung (22), durch welche die Flüssigkeit aus dem Arbeitsraum (3) abführbar ist. Es sind Mittel zum Regeln der in den Arbeitsraum (3) gelangenden Flüssigkeitsmenge im Innenraum des Pumpengehäuses (2) vorgesehen.



**EP 0 863 308 A1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Kolbenpumpvorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten, insbesondere von Brennstoffen und speziell von Schweröl gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie eine mit einer solchen Kolbenpumpvorrichtung versehene Hubkolbenbrennkraftmaschine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

Kolbenpumpvorrichtungen arbeiten im allgemeinen nach dem Prinzip, dass der Arbeitsraum im Pumpengehäuse durch die oszillatorische, geradlinige Bewegung eines Kolbens eine periodische Volumenänderung erfährt. Hierbei kann der Kolben dichtend in einem Hohlzylinder hin- und hergleiten oder es kann eine Führungsbuchse zwischen der inneren Wandung des Pumpengehäuses und dem Kolben vorgesehen sein. Im folgenden wird die Bewegung des Kolbens, welche eine Verkleinerung des Volumens des Arbeitsraums bewirkt, als Kompressionsbewegung bezeichnet und die Bewegung, welche eine Vergrösserung des Volumens des Arbeitsraums bewirkt, als Expansionsbewegung.

Es ist bekannt, Kolbenpumpvorrichtungen so auszugestalten, dass der Kolben bei der Expansionsbewegung die Saugleitung freigibt, so dass die zu fördernde Flüssigkeit in den Arbeitsraum eindringen kann. Bei der anschliessenden Kompressionsbewegung verschliesst der Kolben die Saugleitung und erhöht in der Folge den Druck in der Flüssigkeit, die sich in dem Arbeitsraum befindet. Beispielsweise über ein selbsttätig gesteuertes Rückschlagventil gelangt die Flüssigkeit dann aus dem Arbeitsraum in die hochdruckseitige Druckleitung. Solche Kolbenpumpvorrichtungen werden beispielsweise als Einspritzpumpen in Einspritzanlagen von Hubkolbenbrennkraftmaschinen, insbesondere von Dieselmotoren, verwendet. Ihre Aufgabe ist es, den Brennstoff in Einspritzleitungen zu drücken, wobei Einspritzdrücke von bis zu etwa 2000 bar erreichbar sein sollen. Zudem muss die von der Einspritzpumpe pro Arbeitsgang geförderte Brennstoffmenge zwischen ungefähr null und einer Vollastmenge regelbar sein, um die jeweils gewünschte Leistung der Maschine zu realisieren.

Eine bekannte und häufig verwendete Art der Regelung der geförderten Brennstoffmenge ist die sogenannte Schrägkantenregelung. Bei dieser ist die Amplitude der Hubbewegung des Kolbens üblicherweise konstant, der Kolben aber um seine Längsachse drehbar. Der Kolben weist entlang seines Umfangs eine Nut auf, die über einen Abströmkanal mit dem Arbeitsraum verbunden ist. Die Nut wird durch eine Kante begrenzt, welche schräg zur Längsachse des Kolbens und auf seiner Mantelfläche verläuft. Dadurch ist der Abstand zwischen der dem Arbeitsraum zugewandten Stirnfläche des Kolbens und dem Beginn der Nut keine konstante Grösse. Je nach der Winkelstellung des drehbaren Kolbens gibt deshalb die Schrägkante bei der Kompressionsbewegung früher oder später die

Ansaugöffnung oder spezielle Überströmbohrungen frei, wodurch der Arbeitsraum mit der Saugseite verbunden wird, der hochdruckseitig im Arbeitsraum befindliche Brennstoff auf die Niederdruckseite abströmt und folglich die Förderung aufhört. Durch die Drehung des Kolbens um seine Längsachse wird also an der Ansaugöffnung bzw. den Überströmbohrungen der Abstand zwischen der dem Arbeitsraum zugewandten Kante des Kolbens und der Schrägkante variiert. Die Förderung beginnt, wenn die erstgenannte Kante bei der Kompressionsbewegung die Ansaugöffnung verschlossen hat und endet, sobald die Schrägkante im Verlauf der weiteren Kompressionsbewegung die Ansaugöffnung bzw. die Überströmbohrungen freigibt. Auf diese Weise kann die effektiv geförderte Brennstoffmenge durch hochdruckseitiges Abströmen des überschüssigen Brennstoffs variiert werden.

Solche an sich bekannten Kolbenpumpvorrichtungen, die nach dem Prinzip der Schrägkantenregelung arbeiten, weisen jedoch einige Nachteile auf. So ist z. B. diese Regelung durch hochdruckseitiges Abströmen der Flüssigkeit unter energetischen Aspekten ungünstig. Da bei jedem Arbeitszyklus bei der Expansionsbewegung des Kolbens im wesentlichen die gleiche Menge an Flüssigkeit in den Arbeitsraum einströmt, nämlich diejenige, welche für den Vollastbetrieb benötigt wird, strömt insbesondere bei Teillast oder Leerlaufbetrieb ein relativ grosser Anteil der Flüssigkeit bei der Kompressionsbewegung ungenutzt von der Hochdruckseite auf die Ansaugseite zurück. Hierfür wird Energie benötigt, weil zum einen der Kolben zunächst die gesamte im Arbeitsraum befindliche Flüssigkeit unter Druck setzen muss und zum anderen die zurückströmende, für diesen Arbeitszyklus nicht benötigte Flüssigkeit bewegt werden muss. Diese Energie, welche für das Bewegen und Pressen der zurückströmenden Flüssigkeit vonnöten ist, stellt einen unwirtschaftlichen und nicht gewünschten Verlust dar, weil sie für den eigentlichen Arbeitsprozess verloren geht. Dieser Verlust wirkt sich nachteilig auf den Wirkungsgrad der Pumpvorrichtung aus. Insbesondere auch bei Anwendungen, bei denen die zu fördernde Flüssigkeit Schweröl ist, wie beispielsweise bei Einspritzpumpen für Schiffsmotoren, besteht daher ein deutlicher Verbesserungsbedarf.

Ferner ist je nach Winkelstellung des Kolbens relativ zur Ansaugöffnung, also je nachdem ob die Pumpvorrichtung im Leerlauf-, Teillast- oder Vollastbetrieb arbeitet, die Dichtfläche zwischen der äusseren Kolbenwandung und der Führungsbuchse bzw. dem Pumpengehäuse relativ kurz, wodurch eine nicht unwesentliche Leckrate auftritt, die sich ebenfalls nachteilig auf den Wirkungsgrad der Pumpe auswirkt.

Andererseits sind Kolbenpumpvorrichtungen bekannt, bei denen die Regelung der geförderten Flüssigkeitsmenge durch separate, der Pumpvorrichtung vorgeschaltete Drosseleinrichtungen erfolgt. Bei solchen Pumpen ist der Kolben üblicherweise im wesentlichen glattwandig ausgestaltet und die vorgeschaltete

Drosseleinrichtung reguliert je nach Last die bei einem Arbeitszyklus in den Arbeitsraum einströmende Flüssigkeitsmenge. Hierbei ist jedoch das Totvolumen zwischen der Drosseleinrichtung und dem Arbeitsraum der Pumpvorrichtung nachteilig, weil die darin befindliche Flüssigkeit bei jedem Arbeitszyklus unter Druck gesetzt wird. Zudem sind übliche Drosseleinrichtungen für die Förderung von Schweröl zumindest weniger geeignet, weil Schweröl chemisch aggressiv ist und sehr harte Ablagerungen, z. B. an den Ventilen der Drosseleinrichtung, bildet, woraus ein hoher Verschleiss bzw. Wartungsaufwand resultiert. Zwar sind spezielle Ventile für Schweröl entwickelt worden, diese sind jedoch mit einem erheblichen konstruktiven Aufwand sowie relativ hohen Herstellungskosten verbunden.

Ausgehend von diesem Stand der Technik, ist es daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Kolbenpumpvorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten bereitzustellen, bei welcher die geförderte Flüssigkeitsmenge in einfacher Weise regulierbar ist und welche die vorne erwähnten Nachteile nicht aufweist. Insbesondere soll die Kolbenpumpvorrichtung zum Fördern von Brennstoffen, speziell von Schweröl, geeignet sein. Sie soll die eingesetzte Energie effizienter nutzen und im Vergleich zu bekannten, z. B. mit Schrägkantenreglung arbeitenden Vorrichtungen, einen deutlich verbesserten Wirkungsgrad aufweisen. Ferner sollen Totvolumina weitestgehend vermieden werden. Die Kolbenpumpvorrichtung soll eine einfache und robuste Konstruktion aufweisen und kostengünstig sein. Im speziellen ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine Kolbenpumpvorrichtung vorzuschlagen, welche sich für Einspritzanlagen in Hubkolbenbrennkraftmaschinen, die nach dem Diesel-Prinzip arbeiten, eignet und den dafür erforderlichen Hochdruck erzeugen kann.

Die diese Aufgaben lösende Kolbenpumpvorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten, insbesondere von Brennstoffen und speziell von Schweröl ist durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gekennzeichnet. Die erfindungsgemässe Kolbenpumpvorrichtung hat also ein Pumpengehäuse, welches einen Arbeitsraum aufweist sowie einen bewegbaren Kolben zur Verkleinerung und Vergrößerung des Arbeitsraums. Ferner hat die erfindungsgemässe Kolbenpumpvorrichtung mindestens eine Einlassöffnung, durch welche die Flüssigkeit in den Arbeitsraum einbringbar ist sowie eine Auslassöffnung, durch welche die Flüssigkeit aus dem Arbeitsraum abführbar ist. Die erfindungsgemässe Kolbenpumpvorrichtung ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Regeln der in den Arbeitsraum gelangenden Flüssigkeitsmenge im Innenraum des Pumpengehäuses vorgesehen sind.

Da bei der erfindungsgemässen Kolbenpumpvorrichtung die in den Arbeitsraum gelangende Flüssigkeitsmenge regulierbar ist, wird ein Zurückströmen der Flüssigkeit aus dem Arbeitsraum vermieden, wodurch die eingesetzte Energie effizienter genutzt wird und sich

der Wirkungsgrad verbessert. Unerwünschte Totvolumina werden weitestgehend vermieden, weil die Mittel zum Regeln der Flüssigkeitsmenge im Innenraum des Pumpengehäuses vorgesehen sind. Ausserdem sind keine externen, d. h. der Kolbenpumpvorrichtung vorgeschalteten, Dosiereinrichtungen zur Regulierung der geförderten Flüssigkeitsmenge vonnöten, wodurch eine einfache, robuste und kostengünstige Konstruktion ermöglicht wird. Insbesondere sind keine externen schweröлтаuglichen Drosseleinrichtungen auf der Saugseite vonnöten.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Kolbenpumpvorrichtung sind die Mittel zum Regeln der in den Arbeitsraum gelangenden Flüssigkeitsmenge an dem Kolben vorgesehen. Beispielsweise ist der Kolben um seine Längsachse drehbar gelagert und es ist eine Regeleinrichtung zum Drehen des Kolbens um seine Längsachse vorgesehen. Der Kolben ist im wesentlichen zylinderförmig ausgestaltet und die Mittel zum Regeln der in den Arbeitsraum gelangenden Flüssigkeitsmenge umfassen mindestens eine in der Mantelfläche des Kolbens vorgesehene Ausnehmung, welche sich bis in die dem Arbeitsraum zugewandte Stirnfläche des Kolbens erstreckt. Dabei ist die Ausnehmung geometrisch derart gestaltet, dass sie je nach der Winkelstellung des Kolbens relativ zum Pumpengehäuse am Ende der Expansionsbewegung - d. h. insbesondere, wenn sich der Kolben in dem Umkehrpunkt befindet, wo der Arbeitsraum maximales Volumen hat - einen kleineren oder grösseren Bereich der Einlassöffnung mit dem Arbeitsraum verbindet. Dadurch lässt sich bei diesem Ausführungsbeispiel in einfacher Weise, nämlich durch Drehen des Kolbens um seine Längsachse, die in den Arbeitsraum einströmende Flüssigkeitsmenge regulieren. Bezüglich der geometrischen Ausgestaltung der Ausnehmung werden weiter hinten mehrere mögliche Varianten detaillierter beschrieben.

Aus Gründen einer möglichst symmetrischen Druckverteilung umfassen die Mittel zum Regeln der in den Arbeitsraum gelangenden Flüssigkeitsmenge bevorzugt mindestens zwei im wesentlichen gleiche Ausnehmungen in der Mantelfläche des Kolbens vorgesehen, die vorzugsweise diametral gegenüberliegend angeordnet sind und sich jeweils bis in die dem Arbeitsraum zugewandte Stirnfläche des Kolbens erstrecken.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Kolbenpumpvorrichtung ist im Innenraum des Pumpengehäuses eine Führungsbuchse zum Führen des Kolbens vorgesehen, welche zumindest eine Durchtrittsöffnung für die zu fördernde Flüssigkeit aufweist. Die Lage der Führungsbuchse relativ zum Pumpengehäuse kann dabei mittels einer Steuereinrichtung verändert werden. Bei diesem Ausführungsbeispiel erfolgt die Regelung der in den Arbeitsraum gelangenden Flüssigkeitsmenge durch Verdrehen der Führungsbuchse um die Längsachse des Kolbens oder durch Verschieben der Führungsbuchse in Richtung der

Längsachse des Kolbens. Durch diese Massnahmen ändert sich die Lage der Durchtrittsöffnung der Führungsbuchse relativ zur der Einlassöffnung des Pumpengehäuses. Damit ändert sich auch der Querschnitt derjenigen Fläche, durch welche die Flüssigkeit in den Arbeitsraum gelangen kann, wenn sich der Kolben in seinem Umkehrpunkt befindet, wo das Volumen des Arbeitsraums maximal ist. Denn je nach Lage der Führungsbuchse ist dann ein kleinerer oder grösserer Teil der Einlassöffnung verschlossen. Auch auf diese Weise lässt sich die in den Arbeitsraum gelangende Flüssigkeitsmenge einfach regeln.

Die erfindungsgemässe Kolbenpumpvorrichtung eignet sich insbesondere als Einspritzpumpe für eine Einspritzanlage einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, weil mit ihr die lastabhängige Menge an Brennstoff und speziell an Schweröl in einfacher Weise regulierbar ist. Zudem lassen sich die in Dieselmotoren benötigten hohen Drücke erzeugen. Besonders günstig ist dabei der verbesserte Wirkungsgrad der erfindungsgemässen Kolbenpumpvorrichtung, der einen wirtschaftlichen und kostengünstigen Betrieb erlaubt sowie der Verzicht auf externe schweröltaugliche Drosseleinrichtungen zum Regulieren der in den Arbeitsraum gelangenden Brennstoffmenge.

Weitere vorteilhafte Massnahmen und bevorzugte Ausgestaltungen der erfindungsgemässen Vorrichtung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnung näher erläutert. In der schematischen, nicht massstäblichen Zeichnung zeigen:

- Fig. 1: eine schematische Längsschnitt-Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Kolbenpumpvorrichtung mit den wesentlichen Teilen,
- Fig. 2a-2d: senkrechte Projektionen von verschiedenen Varianten der Ausnehmung auf eine erste Projektionsebene,
- Fig. 3a-3d: senkrechte Projektionen von verschiedenen Varianten der Ausnehmung auf eine zweite Projektionsebene,
- Fig. 4a-d: Aufsichten auf die Stirnseite des Kolbens für verschiedene Querschnittsflächen der Ausnehmung, und
- Fig. 5 eine schematische Längsschnitt-Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Kolbenpumpvorrichtung mit den wesentlichen Teilen.

Bei der nachstehenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnung sind identische oder von der Funktion her gleichwertige Teile mit dem

gleichen Bezugszeichen versehen. Die erfindungsgemässe Kolbenpumpvorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten, insbesondere von Brennstoffen und speziell von Schweröl, umfasst ein Pumpengehäuse 2 (Fig. 1), welches einen Arbeitsraum 3 aufweist sowie einen bewegbaren Kolben 4 zur Verkleinerung und Vergrösserung des Arbeitsraums 3, mindestens eine Einlassöffnung 21, durch welche die Flüssigkeit in den Arbeitsraum 3 einbringbar ist und eine Auslassöffnung 22, durch welche die Flüssigkeit aus dem Arbeitsraum 3 abführbar ist. Gemäss der Erfindung sind Mittel zum Regeln der in den Arbeitsraum 3 gelangenden Flüssigkeitsmenge im Innenraum des Pumpengehäuses 2 vorgesehen.

Die folgenden Erläuterungen erfolgen mit beispielhaftem Charakter anhand von Ausführungsbeispielen, die sich auf den speziellen Fall einer schweröltauglichen Kolbenpumpvorrichtung beziehen, die als Einspritzpumpe für nach dem Diesel-Prinzip arbeitende grosse Hubkolbenbrennkraftmaschinen, z. B. Schiffsmotoren, geeignet ist. Es wird also auf solche Anwendungen Bezug genommen, bei denen die zu fördernde Flüssigkeit Schweröl ist. Es versteht sich, dass die Erfindung nicht auf solche Anwendungen beschränkt ist. Das zu fördernde Medium kann auch ein anderer Brennstoff oder ganz allgemein eine Flüssigkeit sein. Ferner ist die erfindungsgemässe Kolbenpumpvorrichtung nicht auf Anwendungen in Einspritzanlagen beschränkt sondern eignet sich ebenfalls für andere Einsatzbereiche, in denen eine regelbare Flüssigkeitsmenge gefördert werden soll.

Die erfindungsgemässe Kolbenpumpvorrichtung arbeitet nach dem bekannten Prinzip, dass der Arbeitsraum 3 im Pumpengehäuse 2 durch die oszillatorische, geradlinige Bewegung des Kolbens 4 eine periodische Volumenänderung erfährt. Im folgenden wird die Bewegung des Kolbens 4, welche eine Verkleinerung des Volumens des Arbeitsraums 3 bewirkt, als Kompressionsbewegung bezeichnet und die Bewegung, welche eine Vergrösserung des Volumens des Arbeitsraums 3 bewirkt, als Expansionsbewegung. Weiterhin wird derjenige Umkehrpunkt, in dem sich der Kolben 4 bei maximalem Volumen des Arbeitsraums 3 befindet, als erster Umkehrpunkt bezeichnet und derjenige, in dem sich der Kolben 4 bei minimalem Volumen des Arbeitsraums 3 befindet, als zweiter Umkehrpunkt. Gemäss der Darstellung in Fig. 1 ist also die Kompressionsbewegung die Aufwärtsbewegung des Kolbens 4, die Expansionsbewegung die Abwärtsbewegung, der erste Umkehrpunkt des Kolbens 4 der untere und der zweite Umkehrpunkt der obere.

In Fig. 1 sind die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Teile eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Kolbenpumpvorrichtung, die gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet ist, schematisch in einem Längsschnitt und teilweise symbolisch dargestellt. Aus Gründen der besseren Übersicht sind zahlreicher Details, die an sich aus der

Pumpentechnologie hinreichend bekannt sind, nicht dargestellt. Solche Details, wie beispielsweise Sperrölleitungen, -zuführungen, -abführungen, Kolbenfeder, Dichtungen und Einstellschrauben können in an sich bekannter Weise, wie z. B. bei handelsüblichen Einspritzpumpen, die nach dem Prinzip der Schrägkantenregelung arbeiten, ausgestaltet sein und werden hier nicht erläutert.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Kolben 4 im wesentlichen zylinderförmig ausgestaltet und um seine Längsachse A drehbar gelagert. Mittels einer Regeleinrichtung, die eine Regelstange 6 umfasst, ist der Kolben 4 um seine Längsachse A drehbar wie dies durch den mit dem Bezugszeichen C versehenen Doppelpfeil angedeutet ist. Die Regelstange 6 ist mit Zähnen an ihrer dem Kolben 4 zugewandten Seite versehen, die im Eingriff mit einer an dem Mantel des Kolbens 4 angeordneten Zahnung 7 stehen. Durch entsprechendes Verschieben der Regelstange 6 in Richtung des Doppelpfeils B lässt sich somit der Kolben 4 in beide Richtungen C um seine Längsachse A drehen. Solche Regeleinrichtungen zum Drehen des Kolbens 4 sind an sich bekannt und bedürfen daher keiner näheren Erläuterung. Die Hubbewegung des Kolbens 4 zur Verkleinerung bzw. Vergrößerung des Arbeitsraums 3 kann ebenfalls in an sich bekannter Weise erfolgen. Eine angetriebene Nockenwelle 10 dreht sich, wodurch der Nocken 11 eine Übertragungseinrichtung 12 gemäss der Darstellung in Fig. 1 nach oben bewegt. Dadurch bewegt sich der Kolben 4 gegen die Kraft einer nicht dargestellten Kolbenfeder nach oben (gemäss der Darstellung in Fig. 1) und komprimiert den Arbeitsraum 3. Nachdem der Nocken 11 die Übertragungseinrichtung 12 passiert hat, bewegt sich der Kolben 4 nach unten, woraus eine Vergrößerung des Arbeitsraums 3 resultiert.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel (Fig. 1) umfassen die Mittel zum Regeln der in den Arbeitsraum 3 gelangenden Flüssigkeitsmenge (Schwerölmenge) mindestens eine in der Mantelfläche des Kolbens 4 vorgesehene Ausnehmung 5, welche sich bis in die dem Arbeitsraum 3 zugewandte Stirnfläche 49 des Kolbens 4 erstreckt. Aus Gründen einer möglichst symmetrischen Druckverteilung sind bevorzugt mindestens zwei im wesentlichen gleiche Ausnehmungen in der Mantelfläche des Kolbens 4 vorgesehen, die vorzugsweise diametral gegenüberliegend angeordnet sind und sich jeweils bis in die dem Arbeitsraum 3 zugewandte Stirnfläche 49 des Kolbens 4 erstrecken. Natürlich können auch mehr als zwei solcher Ausnehmungen 5 vorgesehen sein, die vorzugsweise gleichmässig verteilt in der Mantelfläche des Kolbens 4 angeordnet sind. Es versteht sich, dass in solchen Fällen, wo mehrere Ausnehmungen 5 in der Mantelfläche des Kolbens angeordnet sind auch mehr als eine Einlassöffnung 21 im Pumpengehäuse vorgesehen sein kann. Da es für das Verständnis ausreichend ist, wird im folgenden nur eine der eventuell mehreren Ausnehmungen 5 betrachtet.

Die Ausnehmung 5 dient im Betriebszustand dem regelbaren Einbringen von Schweröl in den Arbeitsraum 3. In der Darstellung gemäss Fig. 1 befindet sich der Kolben ungefähr in seinem ersten Umkehrpunkt (maximales Volumen des Arbeitsraums 3). In diesem Zustand bildet die Ausnehmung 5 eine Verbindung zwischen der Einlassöffnung 21 und dem Arbeitsraum 3. Das für die Verbrennung vorbereitete Schweröl gelangt durch eine Saugleitung 13, die mit der Einlassöffnung 21 verbunden ist, zur Einlassöffnung 21, wie dies symbolisch durch den mit dem Bezugszeichen BE versehenen Pfeil angedeutet ist, und von dort durch die Ausnehmung 5 in den Arbeitsraum 3. Bei der anschliessenden Kompressionsbewegung verschliesst der Kolben die Einlassöffnung 21 und komprimiert den Arbeitsraum 3, wodurch das in ihm befindliche Schweröl unter Druck gesetzt wird. Dieses gelangt durch die Auslassöffnung 22 und ein Rückschlagventil 14 in eine Druckleitung 15, die beispielsweise zu einem nicht dargestellten Druckbehälter führt, der mit einer Einspritzdüse verbunden ist. Bei der anschliessenden Expansionsbewegung des Kolbens 4 bildet sich wieder eine Verbindung zwischen der Einlassöffnung 21 und dem Arbeitsraum 3 durch die Ausnehmung 5, so dass für den nächsten Arbeitszyklus Schweröl in den Arbeitsraum 3 gelangen kann. Das Einbringen des Schweröls in den Arbeitsraum erfolgt also bei der Expansionsbewegung des Kolbens 4 bzw., wenn dieser sich im Bereich seines ersten Umkehrpunkts befindet.

Bei der erfindungsgemässen Kolbenpumpenvorrichtung erfolgt die lastabhängige Regelung der geförderten Schwerölmenge durch Regelung der in den Arbeitsraum 3 gelangenden Schwerölmenge und nicht, wie es bei bekannten Pumpen z. B. mit Schrägkantenregelung, üblich ist, bei denen die pro Arbeitszyklus eingebrachte Schwerölmenge im wesentlichen konstant ist und die Regelung durch hochdruckseitiges Zurückströmen realisiert ist.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt die Regelung der in den Arbeitsraum 3 gelangenden Schwerölmenge durch Drehen des Kolbens 4 um seine Längsachse (Doppelpfeil C). Die Ausnehmung 5 in der Mantelfläche des Kolbens 4 ist geometrisch derart gestaltet, dass je nach der Winkelstellung des Kolbens 4 relativ zum Pumpengehäuse 2 mehr oder weniger Schweröl in den Arbeitsraum 3 gelangen kann, wenn sich der Kolben 4 im Bereich seines ersten Umkehrpunktes befindet. Mit dem Begriff "Winkelstellung" ist dabei die Stellung des Kolbens bezüglich der Drehung um seine Längsachse A gemeint, wie sie beispielsweise in einem zylindrischen Koordinatensystem durch den Azimutwinkel beschreibbar wäre.

In Fig. 2a -2d sind mehrere Varianten für die Ausgestaltung der Ausnehmung 5 jeweils in einer senkrechten Projektion auf eine erste Projektionsebene dargestellt. Diese erste Projektionsebene liegt parallel zur Längsachse A des Kolbens 4. Die Projektionen sind mit den Bezugszeichen 51a -51d bezeichnet. Im wesentlichen

entspricht diese Projektionsdarstellung einer Ansicht auf die Mantelfläche des Kolbens 4 aus einer Richtung, die senkrecht zur Längsachse A des Kolbens 4 liegt. Zum besseren Verständnis ist in den Fig. 2a-2d jeweils auch der Kolben 4 mit seiner Längsachse A eingezeichnet; das Pumpengehäuse 2 ist angedeutet sowie strichliert die Lage der Einlassöffnung 21. Die Fig. 2a-2d zeigen den Kolben 4 jeweils ungefähr in seinem ersten Umkehrpunkt (maximales Volumen des Arbeitsraums 3) sowie in einer Winkelstellung, die einer mittleren Fördermenge an Schweröl entspricht.

Bei der in Fig. 2a gezeigten Projektion 51a erstreckt sich die Ausnehmung 5 zunächst in Form einer Nut 511a von der dem Arbeitsraum 3 zugewandten Stirnfläche 49 des Kolbens 4 entlang der Mantelfläche parallel zur Längsachse A und geht dann in einen im wesentlichen V-förmigen Teil 512a über, wobei die offene Seite des V-förmigen Teils 512a im wesentlichen parallel zur Längsachse A des Kolbens 4 liegt. Somit verjüngt sich die Ausnehmung 5 entlang einer Umfangsrichtung des Kolbens 4, d. h. gemäss der Darstellung in Fig. 2a wird die Ausnehmung 5 nach rechts hin schmaler.

Soll nun pro Arbeitszyklus eine grössere Menge an Schweröl gefördert werden, z. B. weil die angeschlossene Hubkolbenbrennkraftmaschine mehr Leistung bringen soll (Lasterhöhung), so wird mittels der Regelstange 6 (Fig. 1) der Kolben 4 um seine Längsachse A gedreht und zwar gemäss der Darstellung in Fig. 2a nach rechts in Richtung des Pfeils C1. Dadurch gibt der V-förmige Teil 512a einen grösseren Teil der Einlassöffnung 21 frei, wenn sich der Kolben 4 im Bereich seines ersten Umkehrpunkts befindet. Folglich kann auch eine grössere Menge an Schweröl durch die Ausnehmung 5 in den Arbeitsraum 3 gelangen. Soll dagegen die pro Arbeitszyklus geförderte Schwerölmenge reduziert werden, so wird durch ein entsprechendes Verschieben der Regelstange 6 der Kolben 4 um seine Längsachse A in Richtung des Pfeils C2 (Fig. 2a) gedreht. Dadurch verkleinert sich der Teil der Einlassöffnung 21, welcher von der Ausnehmung 5 freigegeben wird, wenn sich der Kolben im Bereich seines ersten Umkehrpunkts befindet. Folglich reduziert sich auch die Schwerölmenge, die pro Arbeitszyklus in den Arbeitsraum 3 gelangt. Ist die Kolbenpumpvorrichtung 1 auf maximale Fördermenge eingestellt, so gibt die Ausnehmung 5, falls sich der Kolben 4 im Bereich seines ersten Umkehrpunkts befindet, die Einlassöffnung 21 im wesentlichen vollständig frei, das bedeutet gemäss der Darstellung in Fig. 2a, dass der strichliert gezeichnete Kreis, welcher die Lage der Einlassöffnung 21 relativ zur Ausnehmung 5 andeutet, im wesentlichen vollständig innerhalb der Projektion 51a liegt. Soll dagegen gar kein Schweröl gefördert werden, z. B. weil die angeschlossene Hubkolbenbrennkraftmaschine abgeschaltet werden soll, so wird der Kolben 4 durch Drehen um seine Längsachse A in Richtung des Pfeils C2 (Fig. 2a) in eine solche Winkelstellung gebracht, dass der strichliert gezeichnete Kreis, welcher die Lage der Einlassöffnung 21 relativ zur Aus-

nehmung 5 andeutet, im wesentlichen vollständig ausserhalb der Projektion 51a liegt. Somit bleibt die Einlassöffnung 21 auch dann verschlossen, wenn sich der Kolben 4 im Bereich seines ersten Umkehrpunkts befindet, und es kann kein Schweröl in den Arbeitsraum 3 einströmen. Auf diese einfache Weise, nämlich durch Drehen des Kolbens 4, lässt sich die geförderte Schwerölmenge zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert regeln, wobei es wesentlich für die Erfindung ist, dass die in den Arbeitsraum 3 gelangende Schwerölmenge regelbar ist.

Die Fig. 2b-2d zeigen in analoger Darstellung zu Fig. 2a die Projektionen 51b-51d für weitere Varianten der Ausgestaltung der Ausnehmung 5. Die prinzipielle Funktionsweise ist die gleiche wie im Zusammenhang mit Fig. 2a erläutert, so dass die diesbezüglichen Erläuterungen auch für die in den Fig. 2b-2d dargestellten Varianten in sinngemäss gleicher Weise Geltung haben.

Bei den in Fig. 2b und 2c dargestellten Varianten ist die senkrechte Projektion 51b bzw. 51c der Ausnehmung 5 auf die erste Projektionsebene, welche parallel zur Längsachse A des Kolbens 4 liegt, im wesentlichen ein Dreieck. Fig. 2b zeigt eine Variante, bei der die Projektion 51b der Ausnehmung 5 ein Dreieck ist, dessen eine Seite in der Stirnfläche 49 des Kolbens 4 liegt. Insbesondere ist dieses Dreieck rechtwinklig, wobei die beiden Katheten mindestens so lang sind, dass die Ausnehmung 5 die Einlassöffnung 21 zumindest für eine Winkelstellung des Kolbens 4 im wesentlichen vollkommen freigibt. Bei der in Fig. 2c dargestellten Variante der Ausnehmung 5 ist die Projektion 51c ebenfalls im wesentlichen ein Dreieck, wobei jedoch eine Seite des Dreiecks durch die Stirnfläche 49 des Kolbens 4 abgeschnitten ist. Das Dreieck ist so bemessen, dass die Ausnehmung 5 die Einlassöffnung 21 zumindest für eine Winkelstellung des Kolbens 4 im wesentlichen vollkommen freigibt.

Bei der in Fig. 2d dargestellten Variante ist die senkrechte Projektion 51d der Ausnehmung 5 auf die erste Projektionsebene, welche parallel zur Längsachse A des Kolbens 4 liegt, im wesentlichen ein Viereck und insbesondere ein Rechteck, wobei auch dieses Viereck so bemessen ist, dass die Ausnehmung 5 die Einlassöffnung 21 zumindest für eine Winkelstellung des Kolbens 4 im wesentlichen vollkommen freigibt.

Bezüglich der Ausgestaltung der Ausnehmung 5 in radialer Richtung, d. h. in Richtung auf die Längsachse A des Kolbens 4, sind mehrere Varianten möglich. Die Fig. 3a-3d verdeutlichen einige Beispiele, wie die Ausnehmung 5 in radialer Richtung ausgestaltet sein kann. Auch die Fig. 3a-3d zeigen senkrechte Projektionen für verschiedene Ausgestaltungen der Ausnehmung 5, allerdings auf eine zweite Projektionsebene, welche ebenfalls parallel zur Längsachse A des Kolbens 4 liegt, allerdings senkrecht auf der ersten Projektionsebene steht. Im wesentlichen entspricht diese Projektionsdarstellung einer Ansicht auf die Mantelfläche des Kolbens

4 aus einer Richtung, die senkrecht zur Längsachse A des Kolbens 4 liegt. Bezüglich der Darstellung in den Fig. 2a-2d ist die Blickrichtung in den Fig. 3a-3d um 90° um die Längsachse A des Kolbens 4 gedreht. Die Bezugszeichen 52a-52d bezeichnen jeweils die senkrechte Projektion auf diese zweite Projektionseben. Zum besseren Verständnis ist in den Fig. 3a-3d jeweils auch ein Teil des Kolbens 4 und seine Längsachse A eingezeichnet; das Pumpengehäuse 2 ist angedeutet und die Einlassöffnung 21 dargestellt. Die Fig. 3a-3d zeigen den Kolben 4 jeweils ungefähr in seinem ersten Umkehrpunkt (maximales Volumen des Arbeitsraums 3).

Eine radiale Ausgestaltung der Ausnehmung 5, wie sie die in Fig. 3a dargestellte Projektion 52a zeigt, ist insbesondere für die in Fig. 2a dargestellte Variante der Ausnehmung 5 geeignet, jedoch nicht darauf beschränkt. Der in Umfangsrichtung V-förmige Teil 512a - in Fig. 3a strichliert gezeichnet - verjüngt sich auch in radialer Richtung, so dass er in der Darstellung gemäss Fig. 3a als Dreieck erscheint. Die Nut 511a, die den V-förmigen Teil 512a mit der Stirnfläche 49 des Kolbens 4 verbindet, ist in dieser Projektion 52a viereckig.

Wie dies die Fig. 3b-3d zeigen, kann die Ausnehmung 5 in radialer Richtung auch derart ausgestaltet sein, dass die senkrechte Projektion 52b-52d auf die zweite Projektionsebene im wesentlichen ein Viereck (Projektion 52b in Fig. 3b), ein Dreieck (Projektion 52c in Fig. 3c) oder eine zumindest teilweise krummlinig begrenzte Fläche (Projektion 52d in Fig. 3d), z. B. ein Kreissegment, ist.

Weiterhin ist es möglich, die Ausnehmung 5 derart zu gestalten, dass sich ihre radiale Tiefe T (Fig. 4a), womit ihre Ausdehnung in Richtung auf die Längsachse A des Kolbens 4 hin gemeint ist, in Richtung des Umfangs des Kolbens 4 ändert. Dies bedeutet, dass sich bei einer Drehung des Kolbens 4 um seine Längsachse A die radiale Tiefe T des Teils der Ausnehmung ändert, welche der Einlassöffnung 21 beim Einstromen des Schweröls gegenüberliegt. Die Fig. 4a-4d illustrieren dies. Sie zeigen jeweils eine Aufsicht auf die Stirnfläche 49 des Kolbens 4 aus der Richtung seiner Längsachse A, so dass jeweils eine Querschnittsfläche der Ausnehmung 5 senkrecht zur Längsachse A des Kolbens 4 sichtbar ist. Die Querschnittsflächen der Ausnehmung 5 sind mit den Bezugszeichen 53a-53d bezeichnet. Zudem sind in den Fig. 4a-4d jeweils zwei Ausnehmungen 5 dargestellt, um die weiter vorne erläuterte bevorzugte Ausführungsform mit mindestens zwei im wesentlichen gleichen Ausnehmungen 5 in der Mantelfläche des Kolbens 4, die diametral gegenüberliegend angeordnet sind, zu verdeutlichen.

Gemäss den Darstellungen in Fig. 4a bzw. 4b weist die Ausnehmung 5 jeweils eine Querschnittsfläche 53a bzw. 53b senkrecht zur Längsachse A des Kolbens 4 auf, welche im wesentlichen dreieckig ist, wobei jeweils eine Seite des Dreiecks auf der Mantelfläche des Kolbens 4 liegt. Die der Längsachse A des Kolbens 4 zuge-

wandte Seite des Dreiecks kann dabei entweder geradlinig sein, wie in Fig. 4a dargestellt, oder sie kann auch krummlinig sein, wie in Fig. 4b gezeigt. Dann sind mindestens zwei Seiten der im wesentlichen dreieckigen Querschnittsfläche 53b krummlinig, so dass sich die Querschnittsfläche 53b an den Umfang des Kolbens 4 anschmiegt.

Weiterhin ist es möglich, die Ausnehmung 5 so zu gestalten (siehe Fig. 4c), dass eine Querschnittsfläche 53c der Ausnehmung 5 senkrecht zur Längsachse A des Kolbens 4 im wesentlichen die Form eines Kreissegments hat, dessen eine Begrenzungslinie auf der Mantelfläche des Kolbens 4 liegt.

Fig. 4d zeigt noch eine weitere Möglichkeit, die insbesondere auch in Verbindung mit der in Fig. 2a dargestellten Projektion 51a kombinierbar ist. Hier liegt die im wesentliche dreieckige Querschnittsfläche 53d unterhalb der Zeichenebene (strichliert dargestellt) und ist über eine Nut mit der Stirnfläche 49 des Kolbens 4 verbunden.

Allen in den Fig. 4a-4d dargestellten Querschnittsflächen 53a-53d ist gemeinsam, dass sich bei einer Drehung des Kolbens 4 um seine Längsachse A die radiale Tiefe T der Ausnehmung in dem der Einlassöffnung 21 gegenüberliegenden Bereich ändert. Bei der in Fig. 4b dargestellten Querschnittsfläche nimmt beispielsweise die radiale Tiefe T der Ausnehmung 5 in Richtung des Umfangs des Kolbens ab. Die Änderung der radialen Tiefe T hat zur Folge, dass je nach Winkelstellung des Kolbens 4 ein radial mehr oder weniger tiefer Teil der Ausnehmung die Einlassöffnung zumindest teilweise freigibt. Auch mittels dieser Massnahme, nämlich der Änderung der radialen Tiefe T der Ausnehmung in Umfangsrichtung, lässt sich durch Drehen des Kolbens 4 um seine Längsachse A die in den Arbeitsraum 3 gelangende Schwerölmenge in einfacher Weise regeln.

Bezüglich der dreidimensionalen Ausgestaltung der Ausnehmung 5 stehen viele Möglichkeiten zur Verfügung, die sich beispielsweise durch sinngemässes Kombinieren von jeweils einer der in den Fig. 2a-2d dargestellten Projektionen 51a-51d auf die erste Projektionsebene mit jeweils einer der in den Fig. 3a-3d dargestellten Projektionen 52a-52d auf die zweite Projektionsebene sowie mit jeweils einer der in den Fig. 4a-4d dargestellten Querschnittsflächen 53a-53d ergeben. So lässt sich beispielsweise die Menge des pro Arbeitszyklus in den Arbeitsraum gelangenden Schweröls entweder nur über die Geometrie der Ausnehmung 5 in Umfangsrichtung des Kolbens steuern (siehe Fig. 2a-2d), oder nur über eine Variation der radialen Tiefe T der Ausnehmung 5 (siehe Fig. 4a-4d) oder aber auch über eine Kombination aus der Geometrie in Umfangsrichtung mit einer Variation der radialen Tiefe T.

Es versteht sich, dass die in den Fig. 2a-2d, 3a-3d und 4a-4d dargestellten Ecken oder Kanten der Ausnehmung 5, wie beispielsweise die Spitze des V-förmigen Teils 512a (Fig. 2a) auch leicht abgerundet sein

können, was insbesondere aus herstellungstechnischen Gründen vorteilhaft sein kann.

Die zahlreichen Möglichkeiten bezüglich der Ausgestaltung der Ausnehmung 5 sind besonders vorteilhaft, weil sie es erlauben, verschiedene funktionale Zusammenhänge zwischen der Drehung des Kolbens 4, die gemäss Fig. 1 durch die Verschiebung der Regelstange 6 (Doppelpfeil B) festgelegt ist, und der in den Arbeitsraum 3 gelangenden Schwerölmenge zu realisieren. So kann die Ausnehmung 5 z. B. so gestaltet sein, dass sich die in den Arbeitsraum 3 gelangende Schwerölmenge im wesentlichen linear mit der Verschiebung der Regelstange 6 ändert. Hat die Ausnehmung 5 beispielsweise eine solche Form, dass ihre Projektionen den Darstellungen in Fig. 2a und Fig. 3a entsprechen und ihre Querschnittsfläche der Darstellung in Fig. 4d, so hängt die Mengenänderung des in den Arbeitsraum 3 gelangenden Schweröls ungefähr quadratisch von der Verschiebung der Regelstange 6 ab. Über die Geometrie der Ausnehmung 5 lassen sich zahlreiche solcher funktionalen Zusammenhänge realisieren, so dass die erfindungsgemässe Kolbenpumpvorrichtung bezüglich der gewünschten Regelcharakteristik (Zusammenhang zwischen Verschiebung der Regelstange 6 und Änderung der Flüssigkeitsmenge) sehr flexibel ist und an die Bedürfnisse zahlreicher unterschiedlicher Anwendungen, z. B. für Generatorbetrieb, Propellerantrieb oder Fahrzeugantrieb angepasst werden kann.

Besonders vorteilhaft ist der hohe Wirkungsgrad der erfindungsgemässen Kolbenpumpvorrichtung. Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis aus Nutzleistung zur aufgewandten Leistung. Bei der erfindungsgemässen Kolbenpumpvorrichtung ist ein hochdruckseitiges Zurückströmen der Flüssigkeit nicht vonnöten, weil immer nur soviel Flüssigkeit in den Arbeitsraum 3 eingebracht wird, wie auch wirklich gefördert werden muss, d. h. die pro Arbeitszyklus in den Arbeitsraum 3 gelangende Flüssigkeitsmenge ist variabel bzw. regelbar. Hierdurch wird weitestgehend vermieden, dass nicht zu fördernde Flüssigkeit bewegt und/oder unter Druck gesetzt wird. Die Energie, die für solche Prozesse eingesetzt werden müsste, kann somit gespart werden, wodurch sich die Wirtschaftlichkeit erhöht und die Betriebskosten gesenkt werden.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemässen Kolbenpumpvorrichtung liegt darin, dass die Dichtfläche zwischen der Kolbenwand und der Einlassöffnung 21 grösser ist als beispielsweise bei bekannten Pumpen, die mit Schrägkantenregelung arbeiten. Daraus resultiert eine deutlich kleinere Leckrate, was den Wirkungsgrad ebenfalls positiv beeinflusst und zu einer effizienten Energienutzung beiträgt.

Das erste Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Kolbenpumpvorrichtung kann auch so ausgestaltet sein, dass die Ausnehmung 5, bzw. falls mehrere Ausnehmungen 5 am Kolben 4 vorgesehen sind, mindestens eine dieser Ausnehmungen mit mehr als einer

Einlassöffnung 21 im Pumpengehäuse zur Regelung der in den Arbeitsraum 3 gelangenden Flüssigkeitsmenge zusammenwirken.

Die im wesentlichen kreisförmige Darstellung der Einlassöffnung 21 in der Zeichnung hat natürlich nur beispielhaften Charakter und kann durchaus andere Ausgestaltungen aufweisen. So kann es z. B. zur Realisierung einer gewünschten Regelcharakteristik vorteilhaft sein, die Einlassöffnung 21 bzw. die Einlassöffnungen beispielsweise spaltförmig oder oval auszugestalten.

Es versteht sich, dass bei dem vorne beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel natürlich auch noch eine Führungsbuchse zwischen der äusseren Wand des Kolbens 4 und dem Pumpengehäuse vorgesehen sein kann, welche zumindest eine Durchtrittsöffnung für die zu fördernde Flüssigkeit aufweist. Die Regelung der Flüssigkeitsmenge erfolgt dann in sinngemäss gleicher Weise wie vorne beschrieben, z. B. indem die Ausnehmung 5 einen grösseren oder kleineren Teil der Durchtrittsöffnung freigibt, wenn sich der Kolben 4 im Bereich seines ersten Umkehrpunktes befindet.

Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Kolbenpumpvorrichtung, dessen wesentlichen Teile Fig. 5 in einer schematischen Längsschnitt-Darstellung zeigt, ist im Innenraum des Pumpengehäuses 2 eine Führungsbuchse 8 zum Führen des Kolbens 4 vorgesehen, welche zumindest eine Durchtrittsöffnung 81 für die zu fördernde Flüssigkeit aufweist. Ferner ist eine Steuereinrichtung 9 vorgesehen, um die Lage der Führungsbuchse 8 relativ zum Pumpengehäuse 2 zu verändern. Wie bereits vorne im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel erläutert, ist es auch bei dem zweiten Ausführungsbeispiel aus Gründen einer symmetrischen Druckverteilung bevorzugt, wenn mindestens zwei Durchtrittsöffnungen 81 in der Führungsbuchse 8 vorgesehen sind, die gleichmässig über den Umfang der Führungsbuchse 8 verteilt sind. In Fig. 5 ist der Antrieb für die Kompressions- bzw. Expansionsbewegung des Kolbens 4 nicht eingezeichnet. Er kann in gleicher, an sich bekannter Weise wie vorne beschrieben realisiert sein.

Bei dem in Fig 5 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel ist der Kolben 4 im wesentlichen glattwandig ausgestaltet und nicht um seine Längsachse A drehbar. Die Regelung der in den Arbeitsraum gelangenden Flüssigkeitsmenge erfolgt, indem die Führungsbuchse 8 mittels der Steuereinrichtung 9 in Richtung der Längsachse 4 des Kolbens bewegt wird, wie dies der mit dem Bezugszeichen D versehene Doppelpfeil andeutet. Diese Bewegung kann beispielsweise mittels eines Übertragungsgestänges realisiert werden. Durch diese Massnahme geben die Durchtrittsöffnungen 81 einen mehr oder weniger grossen Teil der Einlassöffnungen 21 frei, wenn sich der Kolben 4 im Bereich seines ersten Umkehrpunktes befindet. Fig. 5 zeigt den Kolben 4 ungefähr in seinem ersten Umkehrpunkt. Bei der dargestellten Lage der Führungsbuchse 8 gelangt eine mittlere



Menge an Flüssigkeit in den Arbeitsraum 3. Soll die in den Arbeitsraum gelangende Flüssigkeitsmenge erhöht werden, so wird die Führungsbuchse 8 gemäss der Darstellung in Fig. 5 nach oben bewegt, soll die Menge dagegen reduziert werden, wird die Führungsbuchse nach unten bewegt. Bei maximaler Flüssigkeitsmenge hat die Führungsbuchse 8 eine solche Position, dass die Durchtrittsöffnungen 81 die Einlassöffnungen 21 im wesentlichen ganz freigeben, wenn sich der Kolben im Bereich seines ersten Umkehrpunkts befindet. Soll keine Flüssigkeit gefördert werden, so wird die Führungsbuchse soweit nach unten (gemäss der Darstellung in Fig. 5) bewegt, dass sie die Einlassöffnungen im wesentlichen vollständig verschliesst. Auch auf diese Art lässt sich die Menge der in den Arbeitsraum gelangenden Flüssigkeitsmenge auf einfache Weise regulieren.

Eine Variante dieses zweiten Ausführungsbeispiels besteht darin, dass die Führungsbuchse 8 nicht in Richtung der Längsachse A des Kolbens bewegbar ist, sondern um die Längsachse A des Kolbens 4 drehbar ist. Die Steuereinrichtung 9 kann dann in ähnlicher Weise ausgestaltet sein, wie die Regeleinrichtung zum Drehen des Kolbens 4 bei dem ersten Ausführungsbeispiel. Bei dieser Variante ist es auch möglich, eine gewünschte Regelcharakteristik über die Geometrie der Durchtrittsöffnungen 81 zu realisieren, d. h. die Durchtrittsöffnungen 81 können in sinngemäss äquivalenter Weise ausgestaltet sein, wie dies im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel für die Ausnehmung 5 in der Mantelfläche des Kolbens 4 erläutert wurde.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, auch bei dem zweiten Ausführungsbeispiel Ausnehmungen in der Mantelfläche des Kolbens 4 vorzusehen, um die in den Arbeitsraum 3 gelangende Flüssigkeitsmenge über das Zusammenwirken der Durchtrittsöffnungen 81 in der Führungsbuchse 8 mit solchen Ausnehmungen zu regeln.

Die erfindungsgemässe Kolbenpumpvorrichtung eignet sich insbesondere als Einspritzpumpe für Einspritzanlagen von Hubkolbenbrennkraftmaschinen, speziell solchen die nach dem Diesel-Prinzip arbeiten und Schweröl als Brennstoff verwenden. Solche Maschinen finden z. B. als Schiffsmotoren Verwendung. Mit der erfindungsgemässen Kolbenpumpvorrichtung lässt sich der hochdruckseitig benötigte Druck in dem Schweröl, von etwa 1000-2000 bar problemlos erzeugen. Aufgrund ihres hohen Wirkungsgrads ermöglicht die erfindungsgemässe Kolbenpumpvorrichtung eine effiziente Nutzung der Energie und leistet somit einen deutlichen Beitrag zu einem wirtschaftlichen und kostengünstigen Betrieb der Hubkolbenbrennkraftmaschine.

#### Patentansprüche

1. Kolbenpumpvorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten, insbesondere von Brennstoffen und speziell

von Schweröl, mit einem Pumpengehäuse (2), welches einen Arbeitsraum (3) aufweist sowie einen bewegbaren Kolben (4) zur Verkleinerung und Vergrößerung des Arbeitsraums (3), mit mindestens einer Einlassöffnung (21), durch welche die Flüssigkeit in den Arbeitsraum (3) einbringbar ist, und mit einer Auslassöffnung (22), durch welche die Flüssigkeit aus dem Arbeitsraum (3) abführbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Regeln der in den Arbeitsraum (3) gelangenden Flüssigkeitsmenge im Innenraum des Pumpengehäuses (2) vorgesehen sind.

2. Kolbenpumpvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Mittel zum Regeln der in den Arbeitsraum (3) gelangenden Flüssigkeitsmenge an dem Kolben (4) vorgesehen sind.
3. Kolbenpumpvorrichtung nach Anspruch 2, bei welcher der Kolben (4) im wesentlichen zylinderförmig ausgestaltet und um seine Längsachse (A) drehbar gelagert ist, bei welcher eine Regeleinrichtung zum Drehen des Kolbens (4) um seine Längsachse (A) vorgesehen ist, und bei welcher die Mittel zum Regeln der in den Arbeitsraum (3) gelangenden Flüssigkeitsmenge mindestens eine in der Mantelfläche des Kolbens (4) vorgesehene Ausnehmung (5) umfassen, die sich bis in die dem Arbeitsraum (3) zugewandte Stirnfläche (49) des Kolbens erstreckt.
4. Kolbenpumpvorrichtung nach Anspruch 3, bei welcher eine senkrechte Projektion (51a;51b;51c;51d) der Ausnehmung (5) auf eine erste Projektionsebene, welche parallel zur Längsachse (A) des Kolbens (4) liegt, im wesentlichen ein Dreieck oder ein Viereck, insbesondere ein Rechteck, ist.
5. Kolbenpumpvorrichtung nach Anspruch 4, bei welcher eine senkrechte Projektion (52a;52b;52c;52d) der Ausnehmung (5) auf eine zweite Projektionsebene, welche parallel zur Längsachse (A) des Kolbens (4) liegt und welche senkrecht auf der ersten Projektionsebene steht, im wesentlichen ein Viereck, ein Dreieck oder ein Kreissegment ist.
6. Kolbenpumpvorrichtung nach einem der Ansprüche 3-5, bei welcher eine Querschnittsfläche (53a;53b;53d) der Ausnehmung senkrecht zur Längsachse (A) des Kolbens (4) im wesentlichen dreieckig ist, wobei eine Seite des Dreiecks auf der Mantelfläche des Kolbens (4) liegt.
7. Kolbenpumpvorrichtung nach Anspruch 6, bei welcher mindestens zwei Seiten der im wesentlichen dreieckigen Querschnittsfläche krummlinig sind, und bei welcher sich genannte Querschnittsfläche (53b;53d) an den Umfang des Kolbens (4)

anschmiegt.

8. Kolbenpumpvorrichtung nach Anspruch 3, bei welcher sich die Ausnehmung (5) von der dem Arbeitsraum (3) zugewandten Stirnfläche (49) des Kolbens (4) in Form einer Nut (511a) erstreckt und in einen im wesentlichen V-förmigen Teil (512a) übergeht. 5
9. Kolbenpumpvorrichtung nach einem der Ansprüche 3-8, bei welcher die radiale Tiefe (T) der Ausnehmung (5) in Richtung des Umfangs des Kolbens (4) abnimmt. 10
10. Kolbenpumpvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher die Mittel zum Regeln der in den Arbeitsraum (3) gelangenden Flüssigkeitsmenge mindestens zwei im wesentlichen gleiche Ausnehmungen (5) in der Mantelfläche des Kolbens (4) umfassen, die vorzugsweise diametral gegenüberliegend angeordnet sind und sich jeweils bis in die dem Arbeitsraum (3) zugewandte Stirnfläche (49) des Kolbens (4) erstrecken. 15 20
11. Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einer Einspritzanlage zum Einspritzen des Brennstoffs, dadurch gekennzeichnet, dass die Einspritzanlage zumindest eine Kolbenpumpvorrichtung (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche umfasst. 25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

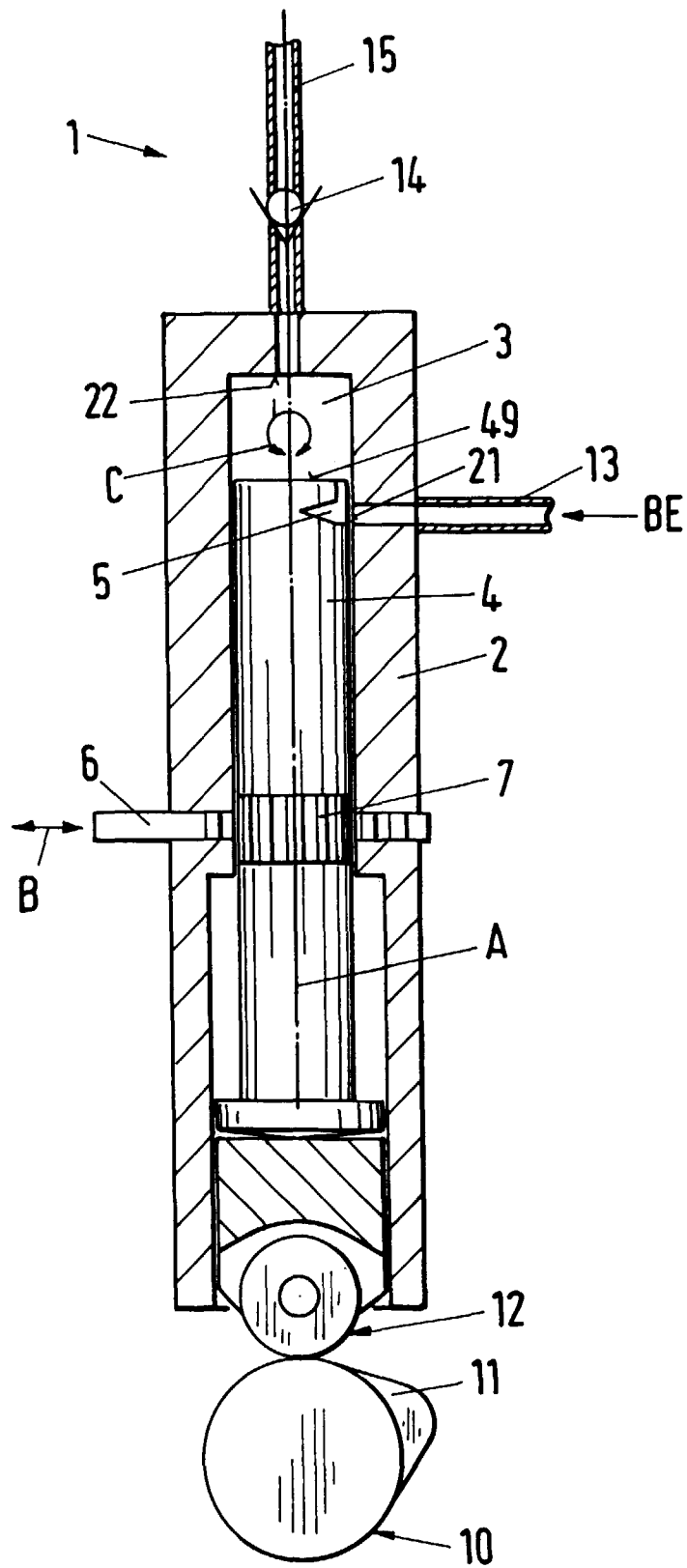


Fig. 2a

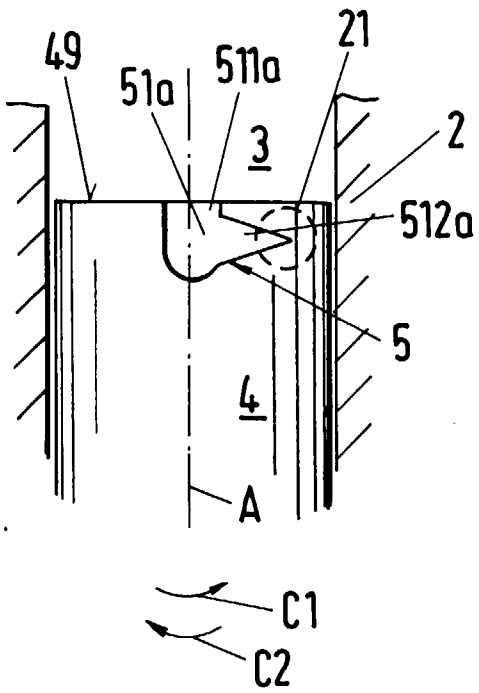


Fig. 2b

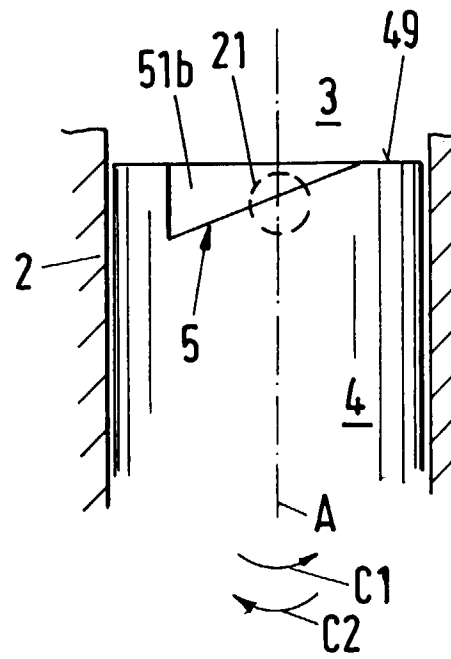


Fig. 2c

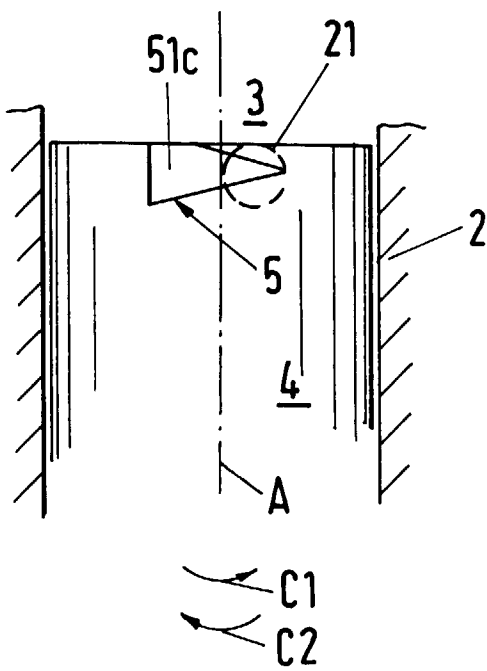


Fig. 2d

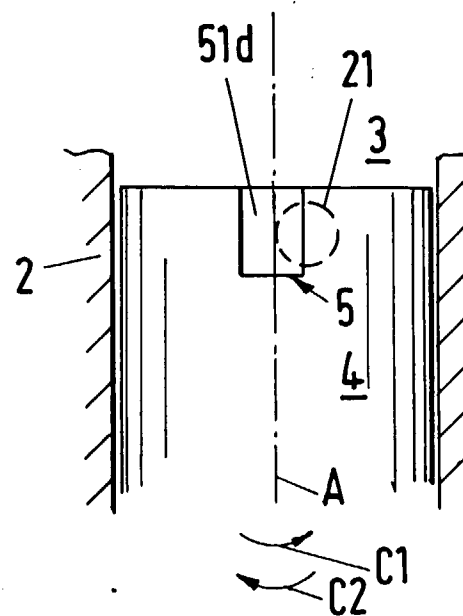


Fig. 3a

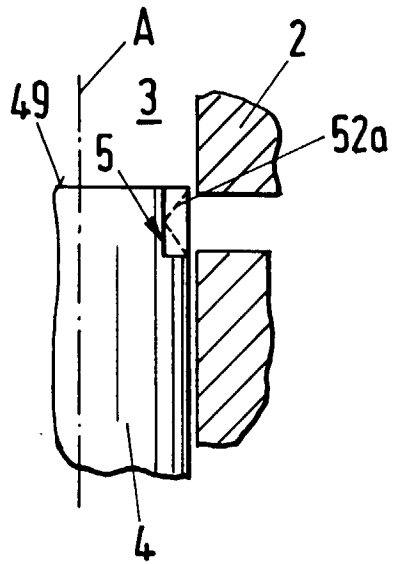


Fig. 3b

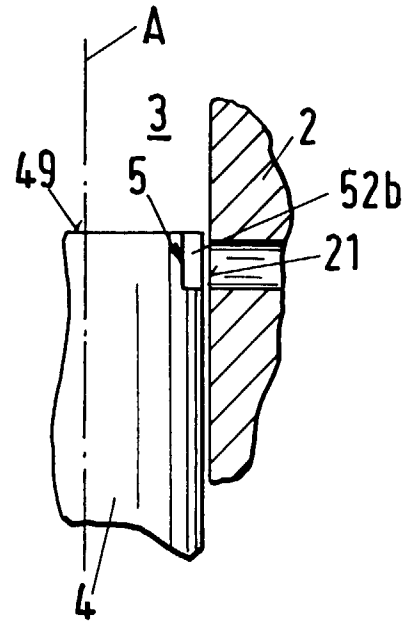


Fig. 3c

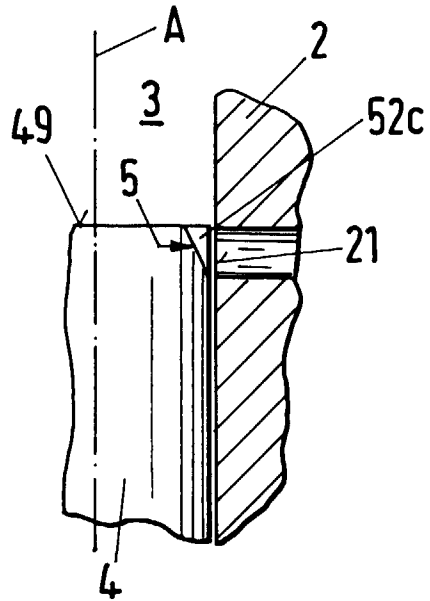
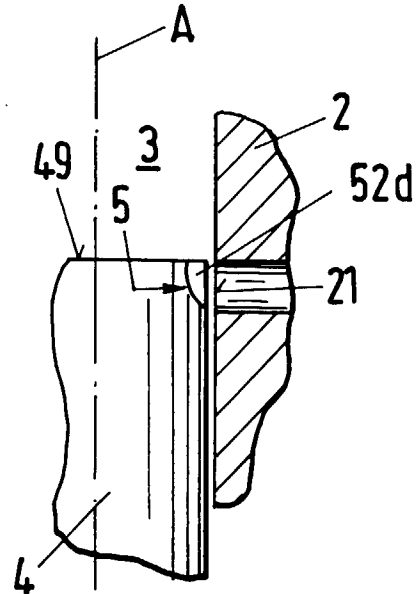


Fig. 3d



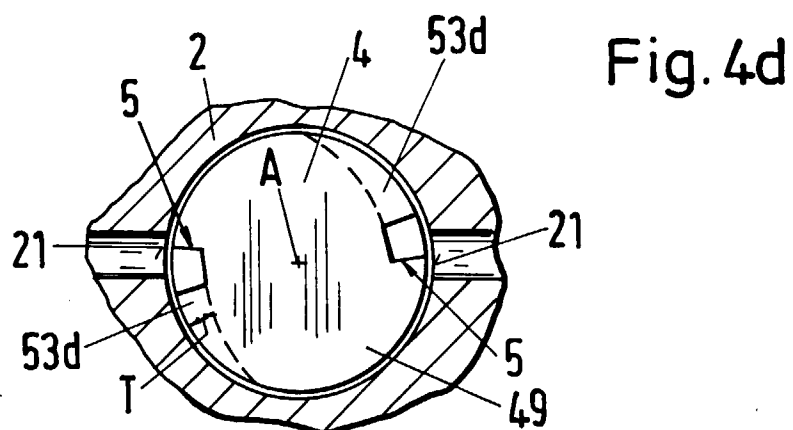
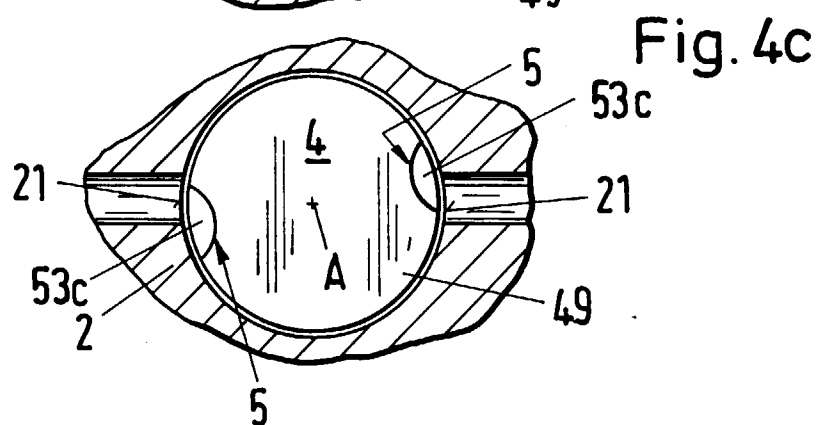
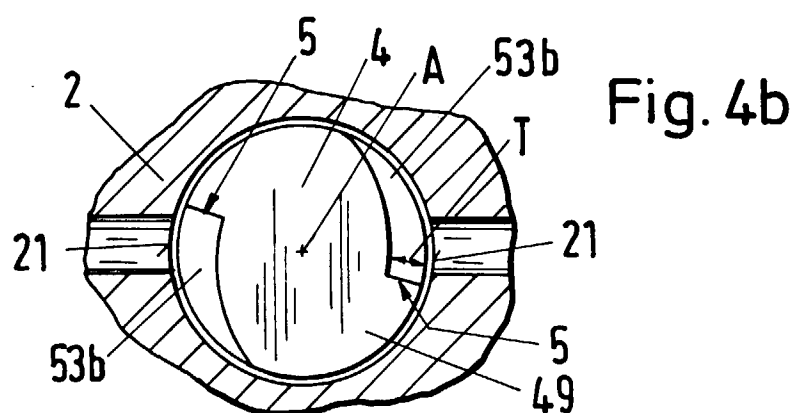
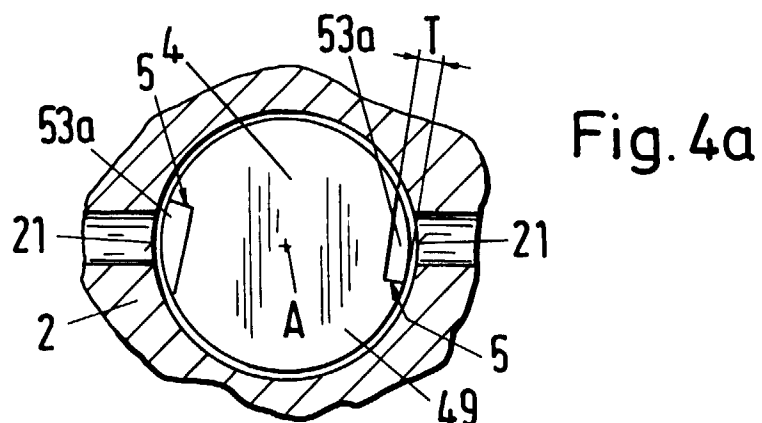
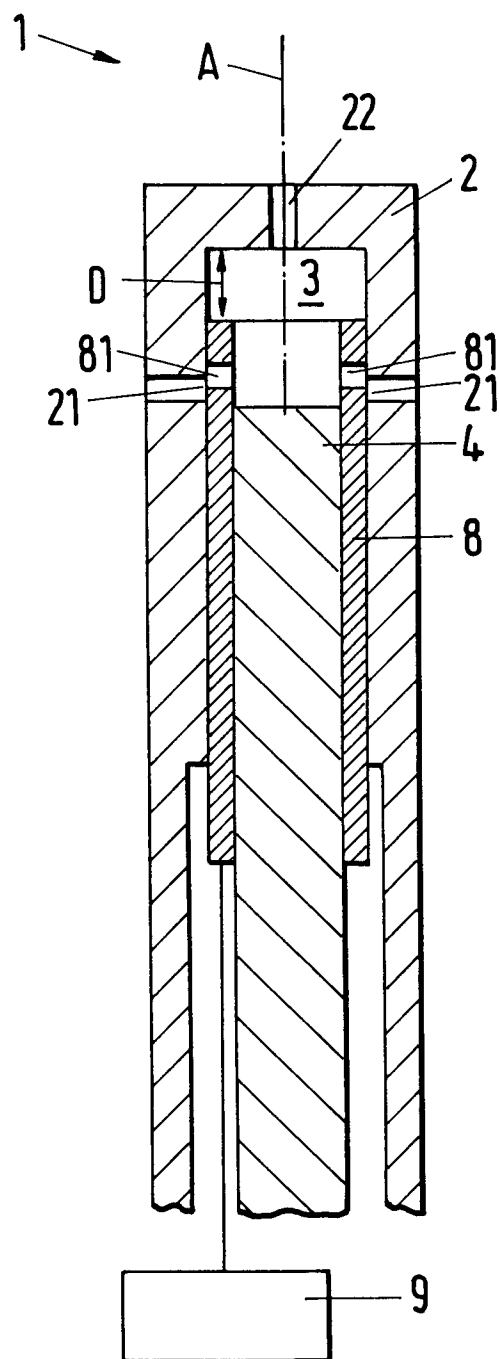


Fig. 5





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 81 0125

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	DE 44 41 113 C (BOSCH GMBH ROBERT) 4.April 1996 * Spalte 3, Zeile 5 - Spalte 5, Zeile 35; Abbildungen 1-10 *	1-4,8, 10,11	F02M59/26 F02M59/24 F02M59/34
X	DE 564 629 C (DAIMLER-BENZ AG) 21.November 1932 * Seite 1, Zeile 70 - Seite 2, Zeile 63; Abbildungen 1,2 *	1-5,11	
X A	DE 826 802 C (E. OLSCHESKI) 7.Januar 1952 * Seite 2, Zeile 42 - Zeile 98; Abbildung *	1,2,11 3	
X	DE 648 653 C (A. BURI) 7.August 1937 * Seite 2, Zeile 32 - Zeile 75; Abbildung 1 *	1-4,11	
X	US 2 044 814 A (A.M. ROTHROCK) 23.Juni 1936 * Seite 3, rechte Spalte, Zeile 48 - Seite 4, linke Spalte, Zeile 25; Abbildungen 5,6 *	1-5,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) F02M
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 4.August 1997	Prüfer Hakhverdi, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)