

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 775 826 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.05.1997 Patentblatt 1997/22

(51) Int. Cl.⁶: F04C 18/16, F04C 29/10

(21) Anmeldenummer: 96118383.7

(22) Anmeldetag: 15.11.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: 23.11.1995 DE 19543691

(71) Anmelder: Bitzer Kühlmaschinenbau GmbH &
Co. KG
D-71065 Sindelfingen (DE)

(72) Erfinder:

- Dieterich, Rolf
72160 Horb (DE)
- Sandkötter, Wolfgang
71083 Herrenberg (DE)

(74) Vertreter: Beck, Jürgen
Hoeger, Stellrecht & Partner
Uhlandstrasse 14c
70182 Stuttgart (DE)

(54) Schraubenverdichter

(57) Um einen Schraubenverdichter für Gaskreisläufe, insbesondere für Kälteanlagen, umfassend ein Verdichtergehäuse mit einem Einlaß (50) und einem Auslaß (52) für das zu verdichtende Medium, zwei in einer Schraubenkammer des Verdichtergehäuses angeordnete und sich zwischen dem Einlaß und dem Auslaß erstreckende Schraubenkörper, welche unter Bildung von zwischen dem Einlaß und dem Auslaß liegenden geschlossenen Verdichtungsräumen ineinandergreifen, derart zu verbessern, daß dieser eine möglichst vorteilhafte Leistungssteuerung zuläßt, wird vorgeschlagen, daß in einem bei Maximalleistung

geschlossene Verdichtungsräume begrenzenden Wandbereich der Schraubenkammer mehrere jeweils an unterschiedlichen Verdichtungsverhältnissen entsprechenden Orten dieses Wandbereichs angeordnete Leistungssteueröffnungen (70) vorgesehen sind, von denen jede mit einem von mehreren separat betätigbaren Steuerkörpern (84) entweder dadurch verschließbar ist, daß der Steuerkörper die Leistungssteueröffnung im wesentlichen ausfüllt, oder mit einem mit dem Einlaß verbundenen Rückströmkanal (72) dadurch verbindbar ist, daß der Steuerkörper im Abstand von der Leistungssteueröffnung steht.

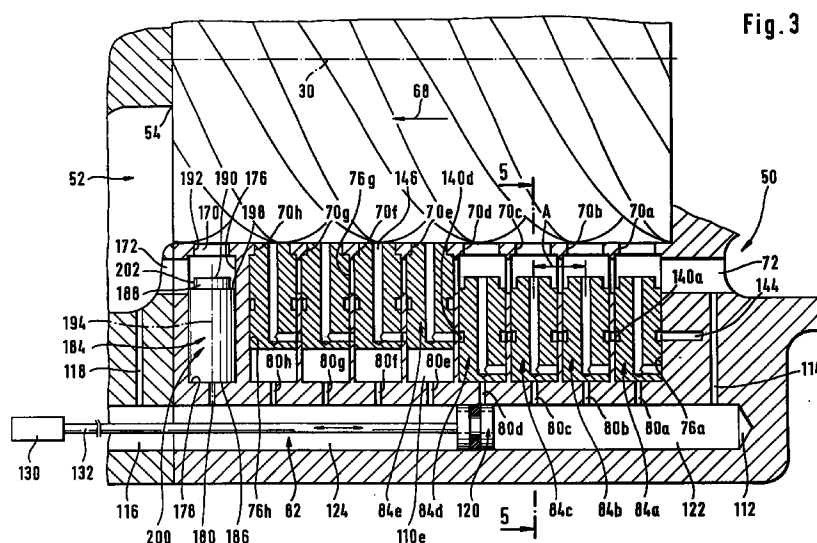


Fig. 3

EP 0 775 826 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Schraubenverdichter für Gaskreisläufe, insbesondere für Kälteanlagen, umfassend ein Verdichtergehäuse mit einem Einlaß und einem Auslaß für das zu verdichtende Medium, zwei in einer Schraubenkammer des Verdichtergehäuses angeordnete und sich zwischen dem Einlaß und dem Auslaß erstreckende Schraubenkörper, welche unter Bildung von zwischen dem Einlaß und dem Auslaß liegenden geschlossenen Verdichtungsräumen ineinandergreifen.

Derartige Schraubenverdichter gehören zu den Verdrängermaschinen mit fest eingebautem Verdichtungsverhältnis. Bei derartigen Verdrängermaschinen wird das angesaugte Volumen durch Verkleinerung der Verdichtungsräume auf ein konstruktiv vorgegebenes Endvolumen verkleinert. Das hat zur Folge, daß bei Systemdrücken, die von diesem fest vorgegebenen oder eingebauten Druckverhältnis abweichen, Über- oder Unterverdichtung mit entsprechend verringertem Wirkungsgrad stattfinden kann. Erfolgt ein Ansaugen von Flüssigkeiten, so können sogar starke hydraulische Druckspitzen, sogenannte "Flüssigkeitsschläge" auftreten.

Eine Leistungsregelung derartiger Schraubenverdichter über einen sogenannten Volumenschieber ist aus den VDI-Berichten Nr. 1135, 1994 bekannt. Ein derartiger Volumenschieber erreicht eine stufenlose Anpassung an verschiedene Lastzustände, wobei mit einem derartigen Volumenschieber das eingebaute Druckverhältnis des Verdichters sowie das letztendlich angesaugte Volumen bei Teillast korrigiert werden kann.

Ein derartiger Volumenschieber hat jedoch den Nachteil, daß der Bauaufwand sehr hoch ist, da der Volumenschieber in einer Nut nahe der Grenze zur Schraubenkammer zu führen ist und somit zwischen dem Schieber und den Schraubenkörpern zusätzliche Toleranzen entstehen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Schraubenverdichter der gattungsgemäßen Art derart zu verbessern, daß dieser eine möglichst vorteilhafte Leistungssteuerung zuläßt.

Diese Aufgabe wird bei einem Schraubenverdichter der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in einem bei Maximalleistung geschlossene Verdichtungsräume begrenzenden Wandbereich der Schraubenkammer mehrere jeweils an unterschiedlichen Verdichtungsverhältnissen entsprechenden Orten dieses Wandbereichs angeordnete Leistungssteueröffnungen vorgesehen sind, von denen jede mit einem von mehreren separat betätigbaren Steuerkörpern entweder dadurch verschließbar ist, daß der Steuerkörper die Leistungssteueröffnung im wesentlichen ausfüllt, oder mit einem mit dem Einlaß verbundenen Rückströmkanal dadurch verbindbar ist, daß der Steuerkörper im Abstand von der Leistungssteueröffnung steht.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist darin zu sehen, daß durch den in die Leistungssteueröffnung hineinbewegbaren und diesen im wesentlichen ausfüllenden Steuerkörper einerseits die Möglichkeit gegeben ist, möglichst tottraumfrei die Leistungssteueröffnung zu verschließen und andererseits die Möglichkeit geschaffen ist, die einzelnen Leistungssteueröffnungen durch getrenntes Ansteuern der einzelnen Steuerkörper in gewünschter Zahl mit dem Rückströmkanal zu verbinden, so daß einlaßseitig eine dem Volumenschieber ähnliche Leistungssteuerung erreichbar ist, andererseits aber diese Leistungssteuerung sich konstruktiv vorteilhafter in das Verdichtergehäuse integrieren läßt und außerdem bei verschlossenen Leistungssteueröffnungen der Totraum - wenn ein solcher überhaupt vorhanden sein sollte - minimal ist.

Besonders zweckmäßig ist es dabei, wenn die Steuerkörper quer zu einer Querschnittsfläche der jeweiligen Leistungssteueröffnung in Richtung von der Schraubenkammer weg bewegbar sind, so daß das aus dem Stand der Technik bekannte axiale Bewegen von an die Schraubenkammer angrenzenden Teilen, welches die bekannten konstruktiven Probleme aufwirft, vermieden werden kann.

Um den bei den durch die Steuerkörper verschlossenen Leistungssteueröffnungen gegebenenfalls noch gebildeten Totraum zu minimieren oder möglichst weitgehend gegen Null gehen zu lassen, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß die Steuerkörper eine Stirnfläche aufweisen, mit welcher die jeweilige Leistungssteueröffnung in der diese verschließenden Stellung der Steuerkörper der Wandfläche der Schraubenkammer in diesem Bereich entsprechend verschließbar ist, so daß im Bereich der verschlossenen Leistungssteueröffnungen weder ein Totraum noch eine Undichtigkeit beim Passieren des Schraubenkamms auftritt.

Prinzipiell ist es im Rahmen der erfindungsgemäßen Lösung denkbar, nur einem Schraubenkörper eines Schraubenverdichters die Vielzahl von Leistungssteueröffnungen zuzuordnen und somit eine Leistungssteuerung zu erreichen, dies würde jedoch dazu führen, daß die sich zwischen dem anderen Schraubenkörper und der Wand der Schraubenkammer bildenden Verdichtungsräume schwer entspannbar wären. Aus diesem Grund ist es zu Leistungssteuerung wesentlich zweckmäßiger, wenn jedem Schraubenkörper eine Vielzahl von Leistungssteueröffnungen zugeordnet ist, so daß mittels der bei jedem Schraubenkörper gebildeten Verdichtungsräume eine Leistungssteuerung erfolgen kann.

Prinzipiell können die Leistungssteueröffnungen auf die die Verdichtungsräume begrenzenden Wandbereiche verteilt sein. Aus Gründen einer möglichst einfachen Betätigung der Steuerkörper ist es besonders zweckmäßig, wenn die Leistungssteueröffnungen längs einer in der Wandfläche der Schraubenkammer liegenden Linie angeordnet sind, wobei die Linie eine Schraubenlinie, eine Kreislinie oder eine Gerade sein kann.

Um den Strömungsquerschnitt der einzelnen Leistungssteueröffnungen zu vergrößern ist es aber auch denkbar, mehrere nebeneinander verlaufende Linien von Leistungssteueröffnungen vorzusehen.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Leistungssteueröffnungen in einer zur Axialrichtung parallelen Reihe angeordnet sind, da in diesem Fall die Ansteuerung der einzelnen Steuerkörper konstruktiv besonders zweckmäßig realisierbar ist. Bei einer derartigen Anordnung entsprechen dann in unterschiedlichem Abstand von der Einlaßseite liegende Orte der die Reihe festlegenden Linie unterschiedlichen Druckverhältnissen.

Aus fertigungstechnischen Gründen ist es besonders vorteilhaft wenn alle Steuerkörper identisch ausgebildet sind, so daß die entsprechenden Leistungssteueröffnungen ebenfalls identisch ausgebildet sind und somit die Vielzahl von Leistungssteueröffnungen mit den diese verschließenden Steuerkörpern besonders zweckmäßig und kostengünstig hergestellt werden können.

Vorzugsweise sind die Leistungssteueröffnungen so längs der Linie angeordnet, daß benachbarte Leistungssteueröffnungen im wesentlichen denselben Abstand voneinander aufweisen.

Um eine besonders effiziente Leistungssteuerung zu erreichen, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß die Mittenabstände aufeinanderfolgender Leistungssteueröffnungen kleiner als ein zweifacher Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Schraubenkämmen ist.

Vorzugsweise beträgt der Abstand der Leistungssteueröffnungen weniger als die 2fache Erstreckung der Leistungssteueröffnungen in Axialrichtung, noch besser maximal das 1,8fache oder maximal ungefähr das 1,5fache dieser Erstreckung.

Ferner ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß die Leistungssteueröffnungen sich in Richtung der Linie über mindestens die Breite eines Schraubenkamms der Schraubenkörper im Bereich der Wandfläche der Schraubenkammer erstrecken.

Vorzugsweise entspricht diese Ausdehnung ungefähr auch dem Durchmesser einer Leistungssteueröffnung mit ungefähr runder Kontur.

Die maximale Erstreckung der Leistungssteueröffnungen in Richtung der Linie oder der maximale Durchmesser liegt vorzugsweise bei ungefähr dem 1,5fachen des Abstandes zweier aufeinanderfolgender Schraubenkämme, noch besser bei ungefähr dem Abstand zweier aufeinanderfolgender Schraubenkämme.

Die Anzahl der Leistungssteueröffnungen beträgt insbesondere mindestens zwei, vorzugsweise mindestens drei um eine genügend feinstufige Leistungssteuerung realisieren zu können.

Die maximale Anzahl der Leistungssteueröffnungen liegt vorzugsweise bei sieben, in vielen Anwendungsfällen aber auch bei fünf.

Vorzugsweise ist die Zahl der Leistungssteueröffnungen und deren Größe so gewählt, daß eine im wesentlichen stufenlose Steuerung der Leistung möglich ist.

Die Ansteuerung der einzelnen Steuerkörper kann in unterschiedlichster Art und Weise erfolgen. So wäre es beispielsweise denkbar, die Steuerkörper durch ein mehrere Steuerkörper sukzessive erfassendes oder freigebendes Antriebselement zu betätigen.

Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn jedem Steuerkörper ein Antriebselement zugeordnet ist.

Ein besonders zweckmäßiges Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Lösung sieht vor, daß das Antriebselement zum Verschließen der Leistungssteueröffnung durch den Steuerkörper diesem mit einer dem auslaßseitigen Druck proportionalen Kraft beaufschlagt. Diese Art der Ausbildung des Antriebselements hat den Vorteil, daß die zum Schließen der Leistungssteueröffnung vorgesehene Kraft abhängig vom auslaßseitigen Druck ist und somit so gewählt werden kann, daß eine sich in einem Verdichtungsraum ausbildende Druckspitze, beispielsweise durch das Ansaugen von Flüssigkeit, dadurch kompensiert werden kann, daß der Steuerkörper dieser Druckspitze ausweichend kurzzeitig aus seiner die Leistungssteueröffnung verschließenden Stellung heraus bewegt wird, nach Abbau der Druckspitze jedoch die durch das Antriebselement auf den Steuerkörper wirkende Kraft sofort wieder ein Verschließen der Leistungssteueröffnung bewirkt.

Mit dieser Lösung ist somit zusätzlich zur vorstehend bereits beschriebenen vorteilhaften Art der Leistungssteuerung die Möglichkeit geschaffen, die der Leistungssteuerung dienenden Steuerkörper gleichzeitig dazu einzusetzen, um unerwünschte Druckspitzen in den Verdichtungsräumen, beispielsweise durch das Ansaugen von Flüssigkeit, abzubauen und damit zusätzlich zur Leistungssteuerung einen hydraulischen Überlastungsschutz zur Verfügung zu haben.

Vorzugsweise ist die auf den Steuerkörper in seiner die Leistungssteueröffnung verschließenden Stellung wirkende Kraft geringfügig größer als die auf den Steuerkörper wirkende lokale Kraft, die bei Auslaßdruck in der Schraubenkammer auftreten würde.

Das Antriebselement könnte beispielsweise elektrisch betätigbar sein.

Besonders vorteilhaft ist jedoch ein druckmediumbetätigtes Antriebselement, da damit eine Installation einer elektrischen Versorgung entfallen kann.

Um das Antriebselement vorteilhaft betätigen zu können, ist vorgesehen, daß dieses zum Überführen und/oder Halten des Steuerkörpers in seiner die Leistungssteueröffnung verschließenden Stellung mit einem unter einem zum auslaßseitigem Druck proportionalen Steuerdruck stehenden Medium betätigbar ist, so daß der von dem Schraubenverdichter erzeugte Druck zur Erzeugung der auf den Steuerkörper wirkenden Kraft einsetzbar ist.

Im Falle eines durch ein druckbeaufschlagtes Medium betätigten Antriebselements ist es ferner vorteilhaft, wenn das Antriebselement in der die jeweilige Leistungssteueröffnung mit dem Rückströmkanal verbindenden Stellung des Steuerkörpers maximal mit einem zum einlaßseitigen Druck proportionalen Steuer-

druck beaufschlagbar ist.

Im einfachsten Fall ist bei der Ausbildung der druckmediumbetätigten Antriebselemente vorgesehen, daß jedes Antriebselement einen Steuerkolben aufweist, auf welchen einerseits der lokale Druck in der Schraubenkammer am Ort der jeweiligen Leistungssteueröffnung und andererseits der Steuerdruck wirkt. Diese Ausführungsform ermöglicht es besonders vorteilhaft, sicherzustellen, daß der Steuerkörper in der beschriebenen Art und Weise auf die unerwünschten Druckspitzen reagiert.

Prinzipiell bestünde die Möglichkeit, den Steuerkörper getrennt vom Kolben vorzusehen.

Bei einer konstruktiv besonders einfachen Lösung ist vorgesehen, daß jeder Steuerkörper Teil des jeweiligen Steuerkolbens des Antriebselements ist.

Aus herstellungstechnischen Gründen ist es im Fall der Verwendung von Steuerkolben besonders vorteilhaft, wenn alle Steuerkolben identisch ausgebildet sind.

Um eine geeignete Führung der Steuerkolben im Verdichtergehäuse zu erreichen, sind die Steuerkolben zweckmäßigerweise in quer zur Axialrichtung der Schraubenkörper verlaufenden Bohrungen im Verdichtergehäuse angeordnet und in diesen geführt, wobei im Falle der Integration der Steuerkörper in dem Steuerkolben auch hiermit gleichzeitig eine Führung des Steuerkörpers sichergestellt ist.

Aus fertigungstechnischen Gründen ist es besonders zweckmäßig, wenn die Bohrungen mit ihren Achsen parallel zueinander verlaufen.

Noch vorteilhafter lassen sich die Bohrungen dann herstellen, wenn die Achsen der Bohrungen in einer Ebene liegen, so daß die Vielzahl der Bohrungen in einem einzigen Fertigungsgang eingebracht werden kann.

Vorteilhafterweise sind die Steuerkolben so ausgebildet, daß sie mit ihrer dem Steuerkörper abgewandten Seite eine vom Steuerdruck beaufschlagbare und eine Steuerzylinderkammer begrenzende Kolbenfläche aufweisen.

Zur Ansteuerung der einzelnen Antriebselemente und damit auch der einzelnen Steuerkörper ist vorteilhafterweise eine Leistungssteuereinrichtung vorgesehen, mit welcher festlegbar ist, welche Leistungssteueröffnungen geschlossen oder mit dem Rückströmkanal verbunden sein sollen.

Eine Leistungssteuerung wäre bereits dadurch möglich, daß die Leistungssteueröffnung geöffnet wird, deren Verdichtungsverhältnis am nächsten unterhalb des ausgewählten Verdichtungsverhältnisses liegt, ab welchem eine Verdichtung bis zum Auslaß erfolgen soll. In diesem Fall würde das Medium von Einlaß bis zum der offenen Leistungssteueröffnung entsprechenden Verdichtungsverhältnis verdichtet und dann wieder durch die Leistungssteueröffnung und den Rückströmkanal zum Einlaß zurückströmen.

Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn die Leistungssteuereinrichtung sämtliche Verdichtungsverhältnisse unterhalb des ausgewählten Verdichtungs-

verhältnisses entsprechenden Leistungssteueröffnungen öffnet, da dann bis zum ausgewählten Verdichtungsverhältnis im wesentlichen keine Verdichtung erfolgt und somit die zum Antrieb des Schraubenverdichters erforderliche Wellenleistung ungefähr proportional zur Kälte- oder Nutzleistung des Schraubenverdichters reduzierbar ist.

Um bei einzelnen Steuerzylinderkammern in geeigneter Weise einzeln ansteuern und mit Steuerdruck beaufschlagen zu können, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß die Steuerzylinderkammern unterschiedlicher Steuerkörper mit unterschiedlichen Ausgängen einer an den Ausgängen Steuerdrucke vorgehenden Leistungssteuereinrichtung verbunden sind.

Die Leistungssteuereinrichtung könnte dabei grundsätzlich so ausgebildet sein, daß sie einen Ventilblock mit einer Vielzahl von Ventilen umfaßt. Konstruktiv weit einfacher ist es jedoch, wenn die Leistungssteuereinrichtung einen bewegbaren Steuerschieber aufweist, durch welchen ausgewählte Ausgänge der Leistungssteuereinrichtung mit unterschiedlichem Steuerdruck beaufschlagbar sind.

Eine konstruktiv zweckmäßige Lösung sieht dabei vor, daß der Steuerschieber in einem Steuerkanal angeordnet ist und durch den Steuerschieber der Steuerkanal in einen Abschnitt unterteilt wird, in welchem der zum auslaßseitigen Druck proportionale Druck als Steuerdruck vorliegt, und einen anderen Abschnitt, in welchem ein maximal zum einlaßseitigen Druck proportionaler Druck als Steuerdruck vorliegt, und daß die einzelnen Steuerzylinderkammern über an unterschiedlichen Stellen des Steuerkanals abzweigende Zweigleitungen mit diesem verbunden sind, so daß je nachdem, in welchen Abschnitt des Steuerkanals die Zweigleitungen münden, in den Steuerzylinderkammern der jeweilige Steuerdruck vorliegt.

Vorzugsweise ist dabei der Steuerkanal so ausgerichtet, daß er sich in Axialrichtung der Schraubenkörper in dem Verdichtergehäuse erstreckt und auch der Steuerschieber in diesem in Axialrichtung verschiebbar ist.

Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung dieser Lösung mit dem Steuerkanal sieht vor, daß zwischen dem einlaßseitigen Abschnitt des Steuerkanals und dem Einlaß ein einen Gasstrom vom Einlaß in den einlaßseitigen Abschnitt blockierendes Rückschlagventil angeordnet ist. Ein derartiges Rückschlagventil ermöglicht es, in dem einlaßseitigen Abschnitt des Steuerkanals einen Druck zu erzeugen, der noch unter dem einlaßseitigen Druck ist, um damit - beispielsweise beim Anlaufen des Verdichters - alle Steuerkolben in ihre die Leistungssteueröffnungen freigebenden Stellungen zu bringen, was beispielsweise durch Verfahren des Steuerschiebers unter Vergrößerung des einlaßseitigen Abschnitts des Steuerkanals möglich ist.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung sieht vor, daß die Steuerkörper mit einer Einspritzöffnung zum Einspritzen eines Mediums in einen der sich bildenden Verdichtungsräume versehen

sind und daß die Einspritzöffnung eines die jeweilige Leistungssteueröffnung verschließenden Steuerkörpers mit einem Einspritzkanal verbindbar ist, so daß die Steuerkörper dazu eingesetzt werden können, in ihrer die Leistungssteueröffnung verschließenden Stellung, auch zum Einspritzen eines Mediums in einen der sich bildenden Verdichtungsräume zu dienen.

Diese erfindungsgemäße Lösung hat den großen Vorteil, daß mit ihr die Möglichkeit eröffnet wird, trotz einer Leistungssteuerung des Schraubenverdichters eine Möglichkeit zum Einspritzen eines Mediums in einen sich bildenden geschlossenen Verdichtungsraum vorzusehen, ohne daß der Fall eintreten kann, daß - beispielsweise bei sehr niedriger Leistung des Schraubenverdichters - eine Einspritzung des Mediums vor Ausbildung geschlossener Verdichtungsräume erfolgt.

Eine besonders vorteilhafte Lösung sieht dabei vor, daß die Einspritzöffnung des mit seinem Verdichtungsverhältnis dem ausgewählten Verdichtungsverhältnis nächstkommenden und in seiner die Leistungssteueröffnung verschließenden Stellung stehenden Steuerkörpers mit dem Einspritzkanal verbunden ist. Damit ist einerseits sichergestellt, daß das Einspritzen des Mediums nicht vor der Ausbildung geschlossener Verdichtungsräume erfolgt und andererseits sichergestellt, daß in den sich soeben gebildeten geschlossenen Verdichtungsräumen über den Steuerkörper eine Einspritzung des Mediums möglich ist.

Um in einfacher Weise sicherzustellen, daß eine Verbindung zwischen dem Einspritzkanal und der Einspritzöffnung nur dann möglich ist, wenn der Steuerkörper in seiner die Leistungssteueröffnung verschließenden Stellung steht, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß die Verbindung zwischen der Einspritzöffnung und dem Einspritzkanal durch die Stellung des Steuerkörpers relativ zur Leistungssteueröffnung steuerbar ist. Hierbei ist insbesondere die konstruktive Einfachheit dieser Lösung von großem Vorteil.

Um ferner sicherzustellen, daß der mit seinem Verdichtungsverhältnis dem ausgewählten Verdichtungsverhältnis nächstkommenden und die Leistungssteueröffnung verschließende Steuerkörper eine mit dem Einspritzkanal verbundene Einspritzöffnung aufweist, ist vorzugsweise vorgesehen, daß jeder Steuerkörper in seiner die Leistungssteueröffnung mit dem Einlaß verbindenden Stellung den jeweils nächstfolgenden einem höheren Verdichtungsverhältnis entsprechenden Steuerkörper mit dem Einspritzkanal verbindet. Damit dienen alle nicht die jeweilige Leistungssteueröffnung verschließenden Steuerkörper dazu, eine Verbindung zwischen dem mit seinem Verdichtungsverhältnis dem ausgewählten Verdichtungsverhältnis nächstkommenden und die Leistungssteueröffnung verschließenden Steuerkörper und dem Einspritzkanal herzustellen.

Um ferner zu erreichen, daß nur die Einspritzöffnung des mit seinem Verdichtungsverhältnis dem ausgewählten Verdichtungsverhältnis nächstkommenden Steuerkörpers mit dem Einspritzkanal verbunden ist

und nicht die Einspritzöffnungen der weiteren höheren Verdichtungsverhältnissen entsprechenden Steuerkörper, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß jeder Steuerkörper in seiner die Leistungssteueröffnung verschließenden Stellung eine Verbindung der Einspritzöffnung des nächstfolgenden einem höheren Verdichtungsverhältnis entsprechenden Steuerkörpers mit dem Einspritzkanal unterbricht.

Alternativ oder ergänzend zu den bislang beschriebenen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen, umfassend mit Steuerkörpern verschließbare Leistungssteueröffnungen, sieht ein weiteres Beispiel einer erfindungsgemäßen Lösung vor, daß in einem Verdichtungsraum mit hohen Verdichtungsverhältnissen begrenzenden Wandbereich der Schraubenkammer eine Überverdichtungsregelöffnung vorgesehen ist, welche mit einem Regelkörper in einer ersten Stellung desselben verschließbar und einer zweiten Stellung desselben mit dem Auslaß verbindbar ist, wobei der Regelkörper mit einer dem auslaßseitigen Druck proportionalen Kraft elastisch beaufschlagt ist.

Diese erfindungsgemäße Lösung hat den großen Vorteil, daß bei dieser die Möglichkeit besteht, den Schraubenverdichter so auszulegen, daß das gewünschte maximale Verdichtungsverhältnis erreichbar ist, wobei dann aber trotzdem der Schraubenverdichter mit einem geringeren Verdichtungsverhältnis betreibbar ist ohne daß Überverdichtung eintritt, nämlich dadurch, daß der Regelkörper in diesem Fall die Überverdichtungsregelöffnung öffnet und mit dem Auslaß verbindet, so daß bereits dadurch das die gewünschte maximale Verdichtung aufweisende Medium zum Auslaß strömen kann.

Bei dieser erfindungsgemäßen Lösung wird also bereits lediglich durch Veränderung des Drucks im Auslaß die Möglichkeit geschaffen, das Verdichtungsverhältnis so weit zu reduzieren, daß die maximale Verdichtung nur auf ungefähr den im Auslaß gewünschten Druck erfolgt.

Um bei den von beiden Schraubenkörpern gebildeten Verdichtungsräumen auslaßnah die Überverdichtung zu vermeiden, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß jedem Schraubenkörper mindestens eine Überverdichtungsregelöffnung zugeordnet ist.

Die Überverdichtungsregelöffnung kann dabei prinzipiell entweder stirnseitig der Schraubenkörper im Bereich der auslaßseitigen Stirnseite des Verdichtergehäuses angeordnet sein oder auch mantelseitig der Schraubenkörper ebenfalls im auslaßnahen Bereich des Verdichtergehäuses.

Insbesondere im letztgenannten Fall besteht die Möglichkeit, vorteilhafterweise mehrere an unterschiedlichen Verdichtungsverhältnissen entsprechenden Orten vor dem Auslaß liegende Überverdichtungsregelöffnungen vorzusehen.

Zweckmäßigerweise ist der die Überverdichtungsregelöffnungen verschließende Regelkörper so ausgebildet, daß er in seiner ersten Stellung die Überverdichtungsregelöffnung im wesentlichen ausfüllt, um eben-

falls im Inneren des Verdichtergehäuses, also im Bereich der Schraubenkammer, keine Toträume in dieser ersten Stellung zu schaffen.

Vorzugsweise ist der Regelkörper so ausgebildet, daß er eine Stirnfläche aufweist, mit welcher die jeweilige Überverdichtungsregelöffnung in der ersten Stellung desselben mit einer mit der Wandfläche der Schraubenkammer in diesem Bereich entsprechenden Fläche verschließbar ist.

In vielen Fällen ist das Anordnen einer Überverdichtungsregelöffnung pro Schraubenkörper ausreichend. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn mehrere Überverdichtungsregelöffnungen vorgesehen sind, wobei vorzugsweise die mehreren Überverdichtungsregelöffnungen entweder stirn- oder mantelseitig der Schraubenkörper angeordnet sind.

Hinsichtlich der Bewegbarkeit des Regelkörpers relativ zur Überverdichtungsregelöffnung wurde im Zusammenhang mit der bisherigen Erläuterung der einzelnen Ausführungsbeispiele keine näheren Angaben gemacht.

So sieht beispielsweise ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß der Regelkörper quer zur Stirnfläche der Überverdichtungsregelöffnung bewegbar ist.

Aus fertigungstechnischen Gründen ist es besonders zweckmäßig, wenn alle Regelkörper identisch ausgebildet sind.

Vorzugsweise ist der Regelkörper Teil eines Regelkolbens, auf welchen einerseits der lokale Druck in der Schraubenkammer am Ort der Überverdichtungsregelöffnung und andererseits die dem auslaßseitigen Druck proportionale Kraft wirkt.

Im einfachsten Fall kann die dem auslaßseitigen Druck proportionale Kraft dadurch erhalten werden, daß der Regelkolben auf seiner dem Regelkörper gegenüberliegenden Seite eine Kolbenfläche aufweist, welche mit einem dem auslaßseitigen Druck proportionalen Druck beaufschlagt ist.

Bei Verwendung von Regelkolben hat es sich aus Gründen einer möglichst einfachen und zweckmäßigen Fertigung als günstig erwiesen, wenn alle Regelkolben identisch ausgebildet sind.

Die Anordnung des Regelkolbens selbst kann in unterschiedlichster Art und Weise erfolgen. Ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel sieht vor, daß der Regelkolben in einer Kolbenbohrung im Verdichtergehäuse angeordnet ist.

Diese Bohrung kann entweder parallel oder quer zur Axialrichtung der Schraubenkörper verlaufen, wobei im Fall mehrerer mantelseitig der Schraubenkörper angeordneter Regelkolben vorzugsweise die Bohrungen quer zur Axialrichtung der Schraubenkörper ausgerichtet sind.

Vorzugsweise sind im Hinblick auf eine besonders kostengünstige Fertigung die Kolbenbohrungen mit ihren Achsen parallel zueinander verlaufend angeordnet.

Besonders zweckmäßig ist es, wenn die Achsen der Kolbenbohrungen in einer Ebene liegen. Ein im Hin-

blick auf eine vorteilhafte Fertigung besonders günstige Lösung sieht vor, daß die Regelkolben und die Steuerkolben identisch ausgebildet sind, so daß diese identisch gefertigt werden können und auch die entsprechenden Bohrungen zur Aufnahme derselben identisch gefertigt werden können.

Diese Fertigung der einzelnen Bohrungen ist besonders dann vorteilhaft durchführbar, wenn die Achsen der Kolbenbohrungen und der Bohrungen in einer Ebene liegen, so daß diese beispielsweise mit mehreren Werkzeugen in einem Arbeitsgang oder mit ein- und demselben Werkzeug in aufeinanderfolgenden, aber jeweils in derselben Ebene erfolgenden Arbeitsgängen herstellbar sind.

Weitere Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele.

In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Schraubenverdichter;
- Fig. 2 einen Schnitt längs Linie 2-2 in Fig. 1;
- Fig. 3 einen teilweisen Längsschnitt längs Linie 3-3 in Fig. 1;
- Fig. 4 einen Schnitt ähnlich Fig. 3 durch eine Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3;
- Fig. 5 einen vergrößerten Schnitt längs Linie 5-5 in Fig. 3;
- Fig. 6 einen Schnitt ähnlich Fig. 5 durch eine zweite Variante.

Ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schraubenverdichters, dargestellt in Fig. 1, umfaßt ein als Ganzes mit 10 bezeichnetes Verdichtergehäuse mit einer Schraubenkammer 12, in welcher zwei Schraubenkörper 14 und 16 drehbar gelagert sind. Die beiden Schraubenkörper 14 und 16 sind dabei Teil von als Ganzes mit 18 und 20 bezeichneten Rotoren, welche zusätzlich zu den Schraubenkörpern 14 und 16 noch Wellenstummel 22 und 24 bzw. 26 und 28 umfassen, mit welchen die Rotoren 18 und 20 beiderseits der Schraubenkammer 12 in dem Gehäuse 10 drehbar gelagert sind. Der Wellenstummel 22 des einen Hauptrotor darstellenden Rotors 18 ist aus dem Gehäuse 10 herausgeführt und an seinem dem Schraubenkörper 14 abgewandten Ende mittels eines Antriebs antreibbar.

Wie in Fig. 2 dargestellt, sind die Schraubenkörper 14 und 16 jeweils um zueinander parallele Achsen 30 und 32 drehbar in der Schraubenkammer 12 angeordnet und zwar so, daß eine Außenkontur 34 bzw. 36 eines Schraubenkamms 15 bzw. 17 jedes Schrauben-

körpers 14, 16 dichtend an einer Wandfläche 38 der Schraubenkammer 12 anliegt. Ferner greifen die Schraubenkämme 15 und 17 der Schraubenkörper 14 bzw. 16 noch zusätzlich ineinander, so daß sich zwischen den Schraubenkämmen 15, 17 und der Wandfläche 38 der Schraubenkammer 12 in Abwicklung V-förmige Verdichtungsräume 40 bzw. 42 bilden, deren Volumen sich bei Drehung der Schraubenkörper 14 und 16 um die Achsen 30 bzw. 32 verkleinert, so daß in dieser Verdichtungsräumen 40 bzw. 42 eine Verdichtung des in diesen eingeschlossenen Mediums erfolgt.

Das zu verdichtende Medium wird, wie in Fig. 1 dargestellt, über einen Einlaß 50 zugeführt und tritt, wie in Fig. 3 und 4 dargestellt, durch einen Auslaß 52 aus, wobei der Auslaß 52 eine in die Schraubenkammer 12 mündende Auslaßöffnung 54 aufweist, die stirnseitig der Schraubenkammer 12 in einer zu der jeweiligen Achse 30 oder 32 senkrechten Ebene angeordnet ist, während der Einlaß 50 eine die Schraubenkörper 14 und 16 einlaßseitig azimuthal umgebende Ausnehmung 56 umfaßt.

Wie in Fig. 2 dargestellt, reicht die Ausnehmung 56 des Einlasses 50 über ungefähr die obere Hälfte der Schraubenkörper 14 und 16, so daß nach Vorbeilaufen eines Schraubenkammes 60 oder 62 an einer durch ein unteres Ende der Ausnehmung 56 definierten Einlaßkante 64 zwischen den Schraubenkämmen 15 und 17 die geschlossenen Verdichtungsräume 40 und 42 gebildet werden.

In einem die geschlossenen Verdichtungsräume 40 und 42 begrenzenden Wandbereich 66 der Schraubenkammer 12 sind, wie in Fig. 3 und 4 dargestellt, in Axialrichtung 68 von einer Einlaßseite ausgehend mehrere aufeinanderfolgende Leistungssteueröffnungen 70a bis 70h vorgesehen, welche im dargestellten Fall gemeinsam eine Reihe bilden und in ungefähr gleichen Abständen A aufeinanderfolgen.

Vorzugsweise haben alle Leistungssteueröffnungen 70a bis 70h dieselbe Form und dieselbe Querschnittsfläche.

Jede dieser Leistungssteueröffnungen 70 mündet, wie in Fig. 5 dargestellt, in die Schraubenkammer 12, wobei jeder der Leistungssteueröffnungen 70a bis 70h ein Verdichtungsverhältnis dadurch zugeordnet werden kann, daß ein über dieser stehender Verdichtungsraum 40, 42 das zu verdichtende Medium stets mit demselben Verdichtungsverhältnis aufweist. Je größer der Abstand der jeweiligen Leistungssteueröffnung 70 in Axialrichtung 30, 32 von der Einlaßseite ist, um so größer ist das dieser Leistungssteueröffnung zugeordnete Verdichtungsverhältnis, da das Volumen der über dieser stehenden Verdichtungsräume 40, 42 immer kleiner wird.

Der Schraubenkammer 12 gegenüberliegend mündet jede der Leistungssteueröffnungen 70a bis 70h in einen mit dem Einlaß 50 verbundenen Rückströmkanal 72, welcher sich beispielsweise ebenfalls in Axialrichtung 68 vom Einlaß 50 ausgehend erstreckt.

Ferner ist in Fortsetzung einer jeden Leistungssteu-

eröffnung 70 in dem Gehäuse 10 eine sich in einen Gehäusekörper 74 hinein erstreckende Kolbenbohrung 76 vorgesehen, welche sich an die Leistungssteueröffnung 70 unmittelbar anschließt, den Rückströmkanal 72 durchsetzt und dann noch tiefer in den Gehäusekörper 74 eindringt bis zu einer Bodenfläche 78. In die Bodenfläche 58 mündet ein Zweigkanal 80, welcher einen Ausgang eines als Ganzes mit 82 bezeichneten Steuerkanals darstellt. Der Steuerkanal 82 ist, wie in Fig. 3 und 4 dargestellt, mit dem Auslaß 52 verbunden.

In der Kolbenbohrung 76 ist ein als Ganzes mit 84 bezeichneter Steuerkolben angeordnet, welcher eine der Bodenfläche 78 zugewandte Kolbenfläche 86 und dieser gegenüberliegend einen Steuerkörper 88 umfaßt, der seinerseits in die jeweilige Leistungssteueröffnung 70 und mit dieser dichtend abschließend einführbar ist, wobei eine der Schraubenkammer 12 zugewandte Stirnfläche 90 des Steuerkörpers 88 in ihrer Form der Form der Wandfläche 38 im Wandbereich 66 angepaßt ist, so daß durch einen die Leistungssteueröffnung 70 dichtend abschließenden Steuerkörper 88 im Bereich der Leistungssteueröffnung 70 gegenüber der Schraubenkammer 12 ein gegen Null konvergierendes Schadraumvolumen verbleibt.

Vorzugsweise ist die Leistungssteueröffnung 70 als Bohrung mit zylindrischen Wandflächen 92 ausgeführt, welche coaxial zu einer Zylinderachse 94 der Kolbenbohrung 76 angeordnet sind, jedoch einen geringeren Radius als die Kolbenbohrung 76 aufweisen, so daß sich auf der der Schraubenkammer 12 gegenüberliegenden Seite der Leistungssteueröffnung 70 ein Ringflansch 96 bildet, gegen welchen der Steuerkolben 84 in seiner mit dem Steuerkörper 88 die Leistungssteueröffnung 70 verschließenden Stellung seinerseits mit einer Ringfläche 98 anlegbar ist. Dabei erhebt sich vorzugsweise der Steuerkörper 88 über die Ringfläche 98 mit Zylinderflächen 100, so daß der Steuerkörper 88 mit seinen Zylinderflächen 100 passend in die zylindrischen Wandflächen 92 der Leistungssteueröffnung 70 einführbar ist und durch den Ringflansch 96 und die Ringfläche 98 mit seiner Stirnfläche 90 exakt in Höhe der Wandfläche 38 im Bereich der Leistungssteueröffnung 70 positionierbar ist.

Die Kolbenfläche 86 begrenzt ihrerseits gemeinsam mit dem zwischen dieser und der Bodenfläche 78 liegenden Bereich der Kolbenbohrung 76 einer Steuerzylinderkammer 110, welche über den Zweigkanal 80 mit dem Steuerkanal 82 verbunden ist.

Ist die jeweilige Steuerzylinderkammer 110 des entsprechenden Steuerkolbens 84 mit einem dem Druck im Auslaß 52 entsprechenden Steuerdruck beaufschlagt, so bewegt sich der Steuerkolben 84 von der Bodenfläche 78 weg und verschließt mit dem Steuerkörper 88 die jeweilige Leistungssteueröffnung 70, so daß über diese Leistungssteueröffnung 70 keinerlei Verbindung zwischen den über der jeweiligen Leistungssteueröffnung gebildeten Druckräumen 40 oder 42 mit dem mit dem Einlaß 50 verbundenen Rückströmkanal 72 besteht.

Allerdings hat der Steuerkolben 84 gleichzeitig noch eine Regelfunktion, insbesondere eine Überlastschutzfunktion, da beim Auftreten eines Überdrucks - beispielsweise durch Ansaugen von Flüssigkeit - in dem über der jeweiligen Leistungssteueröffnung stehenden Verdichtungsraum 40 oder 42 dieser auf die Stirnfläche wirkenden Überdruck zu einer Kraft führt, die die Kraft übersteigt, welche von dem auslaßseitigen Druck erzeugt wird, wenn dieser auf die Kolbenfläche 86 wirkt.

Damit bewegt sich der Steuerkolben 84 so weit in Richtung der Bodenfläche 78, bis der Steuerkörper 88 die Leistungssteueröffnung 70 freigibt und der Überdruck über den Rückströmkanal 72 abgebaut werden kann. Anschließend ist die vom auslaßseitigen und auf die Kolbenfläche 86 wirkenden Druck erzeugte Kraft wieder größer, so daß der Steuerkörper 88 die Leistungssteueröffnung 70 wieder verschließt.

Entspricht der Steuerdruck in der jeweiligen Steuerzylinderkammer 110 ungefähr dem einlaßseitigen Druck oder ist er kleiner als dieser, so führt der auf den Steuerkolben 84 im Bereich der Stirnfläche 90 des Steuerkörpers 88 und der Ringfläche 98 wirkende Druck in dem jeweiligen Verdichterraum 40, 42 dazu, daß sich der Steuerkolben 84 in Richtung der Bodenfläche 78 so weit bewegt, bis die Kolbenfläche 86 auf der Bodenfläche 78 aufliegt. In diesem Fall gibt der Steuerkörper 88 die jeweilige Leistungssteueröffnung 70 frei, so daß der über dieser Leistungssteueröffnung 70 liegende Verdichterraum 40 oder 42 durch die Leistungssteueröffnung 70 hindurch mit dem mit dem Einlaß 50 in Verbindung stehenden Rückströmkanal 72 verbunden ist. In dem Rückströmkanal 72 bildet sich durch das zum Einlaß 50 zurückströmende Medium ein Druck aus, der geringfügig über dem einlaßseitigen Druck liegt und ausreicht, um die Steuerkolben 84 gegen die Wirkung eines dem einlaßseitigen Druck entsprechenden Steuerdrucks auf die Kolbenfläche 86 in der die Leistungssteueröffnung freigebenden Stellung zu halten.

Eine Ansteuerung der jeweiligen Steuerkolben 84 ist dadurch möglich, daß die zu den unterschiedlichen Kolbenbohrungen 76a bis h führenden Zweigkanäle 80a bis 80h in unterschiedlichen axialen Abständen von einem einlaßseitigen Ende 112 des Steuerkanals 82 angeordnet sind. Ferner ist das einlaßseitige Ende 112 des Steuerkanals 82 über einen Verbindungskanal 114 mit dem Einlaß 50 verbunden, während ein auslaßseitiges Ende 116 mit dem Auslaß 52 über einen Verbindungskanal 118 verbunden ist. Durch einen in dem Steuerkanal 82 vorgesehenen Schieber 120 ist der Steuerkanal 82 in einen einlaßseitigen Abschnitt 122 und einen auslaßseitigen 124 aufteilbar, wobei im auslaßseitigen Abschnitt 124 bedingt durch den Verbindungskanal 118 ein Druck vorliegt, welcher dem Druck im Auslaß 52 entspricht, während im einlaßseitigen Abschnitt 122 bedingt durch den Verbindungskanal 114 ein Druck herrscht, welcher dem Druck im Einlaß 50 entspricht.

Je nachdem, ob die Zweigkanäle 80 in den einlaßseitigen Abschnitt 122 oder den auslaßseitigen

Abschnitt 124 münden, werden die Steuerkolben 84 mit einem dem einlaßseitigen Druck oder dem auslaßseitigen Druck entsprechenden Steuerdruck beaufschlagt und folglich in eine Stellung verfahren, in welcher die Steuerkörper 88 die jeweilige Leistungssteueröffnung 70 freigeben oder verschließen.

Ferner ist durch die Anordnung des Steuerkanals 82 und die Aufteilung desselben in einen einlaßseitigen Abschnitt 122 und einen auslaßseitigen Abschnitt 124 sichergestellt, daß stets alle von der Einlaßseite her aufeinanderfolgend angeordneten Steuerkolben 84a bis 84d in der ihre Leistungssteueröffnungen 70a bis 70d mit dem Rückströmkanal 72 verbindenden Stellung stehen, da deren sämtliche Zweigkanäle 80a bis 80d in dem einlaßseitigen Abschnitt 122 münden.

Ferner ist sichergestellt, daß sämtliche, in Richtung des Auslasses angeordneten Steuerkolben 84e bis 84h in ihrer die jeweiligen Leistungssteueröffnungen 70e bis 70h verschließenden Stellung stehen, da deren Zweigkanäle 80e bis 80h in den auslaßseitigen Abschnitt 124 des Steuerkanals 82 münden.

Dadurch daß die Leistungssteueröffnungen 70a bis 70d, wie beispielsweise in Fig. 3 dargestellt, einerseits mit dem Rückströmkanal 72 und somit über diesen mit dem Einlaß 50 verbunden sind und andererseits die Leistungssteueröffnungen 70a bis 70d in die Schraubenkammer 12 münden, wirken die Leistungssteueröffnungen 70a bis 70d so, wie wenn die Ausnehmung 56 des Einlasses 50 bis zur Leistungssteueröffnung 70d reichen würde, so daß der Verdichter eine geringere Leistung aufweist.

Je nachdem wie viele der Steuerkolben 84a bis 84h in einer Stellung stehen, in der die entsprechenden Steuerkörper 88 die entsprechenden Leistungssteueröffnungen 70 freigeben, läßt sich die Leistung des erfindungsgemäßen Schraubenverdichters steuern, wobei insbesondere dann eine im wesentlichen stufenlose Steuerung der Leistung möglich ist, wenn die Leistungssteueröffnungen 70a bis 70h eine Erstreckung in der Axialrichtung 68 aufweisen, welche maximal einen Abstand der Schraubenkämme 15 und 17 entspricht und der Abstand aufeinanderfolgender Leistungssteueröffnungen 70a bis 70h ungefähr dem Abstand aufeinanderfolgender Schraubenkämme 15, 17 bis maximal dem 2fachen Abstand derselben entspricht.

Dabei werden die noch vorhandenen Inkremente durch die Erstreckung der Leistungssteueröffnungen 70a bis 70h in der Axialrichtung 68 festgelegt, so daß eine Reduzierung dieser Erstreckung auch noch diese Inkremente verkleinert.

Die Steuerung erfolgt durch Verschieben des Schiebers 120 in dem Steuerkanal 82 mittels einer Stalleinrichtung 130, die über eine Schubstange 132 auf den Schieber 120 wirkt.

In der in Fig. 4 dargestellten Stellung des Schiebers 120 stehen alle Steuerkolben 84a bis 84h in einer Stellung, in welcher die entsprechenden Steuerkörper 88 die Leistungssteueröffnungen 70a bis 70h freigeben und mit dem Kanal 72 verbinden.

Bei einer bevorzugten Variante der erfindungsgemäßen Lösung ist zusätzlich in dem Verbindungskanal 114 ein Rückschlagventil 134 vorgesehen, welches stets eine Druckentlastung des einlaßseitigen Abschnitts 122 des Steuerkanals 82 zuläßt, jedoch keine Druckrückwirkung vom Einlaß 50 auf den einlaßseitigen Abschnitt 122 des Steuerkanals 82. Damit besteht die Möglichkeit, daß ein Bewegen des Schiebers 120 zur Vergrößerung des einlaßseitigen Abschnitts 122 in diesem den Steuerdruck noch unter den einlaßseitigen Druck absenken kann und damit mit einer derartigen Bewegung des Schiebers 120 vor dem Anlaufen des Verdichters sicherstellt, daß alle Steuerkolben 84 so stehen, daß die Steuerkörper die Leistungssteueröffnungen freigeben und somit der Schraubenverdichter nur ein geringes Anlaufdrehmoment benötigt.

Jeder der Steuerkolben 84 ist ferner mit einer Ringnut 140 versehen, welche in der Stellung des Steuerkolbens 84, in welcher der Steuerkörper 88 die entsprechende Leistungssteueröffnung 70 nicht verschließt, mit einem Durchbruch 142 zur Ringnut 140 des nächstfolgenden Steuerkolbens 70 fluchtet und außerdem fluchtet die Ringnut 140a des dem Einlaß 50 nächstliegenden Steuerkolbens 84a mit einem Einspritzkanal 144 zum Einspritzen eines Mediums oder Öls.

Zusätzlich ist jeder der Steuerkolben 84 mit einer Einspritzöffnung 146 versehen, an welche sich eine den Kolben 84 axial durchsetzende Bohrung 148 anschließt, die ihrerseits in einer Querbohrung 150 mündet, deren Mündungsöffnung 152 in der Stellung des Kolbens 84, in welcher der Steuerkörper 88 die Leistungssteueröffnung 70 verschließt, mit dem Durchbruch 142 zum vorangehenden Kolben 84 fluchtet, so daß von dem Durchbruch 142 ein einzuspritzendes Medium durch die Bohrungen 150 und 148 zur Einspritzöffnung 146 strömen und aus dieser austreten kann.

Wie in Fig. 3 dargestellt, bilden die Ringkanäle 140a, 140b, 140c und 140d zusammen mit den Durchbrüchen 142 zwischen dem Ringkanal 140a, dem Ringkanal 140b, dem Ringkanal 140c und dem Ringkanal 140d ein Kanalsystem in Fortsetzung des Einspritzkanals 144, so daß letztlich von dem Ringkanal 140d das einzuspritzende Medium durch den Durchbruch 142 zwischen dem Ringkanal 140d und der Mündungsöffnung 152 im Steuerkolben 84e hindurchtreten sowie durch die Bohrungen 150 und 148 in diesem Steuerkolben 84e bis zur Einspritzöffnung 146 strömen kann, wobei der Steuerkolben 84e in seiner die Leistungssteueröffnung 70 verschließenden Stellung gleichzeitig dafür sorgt, daß eine Verbindung zum Durchbruch 142 zwischen der Kolbenbohrung 76e und der Kolbenbohrung 76f unterbrochen wird.

Durch die Ringkanäle 140 und die Durchbrüche 142 wird somit ein Kanalsystem geschaffen, welches jeweils dem von Einlaß aus gesehen ersten die Leistungssteueröffnung 70e verschließenden Steuerkolben 84e gleichzeitig dazu verwendet, um in die sich

über der Einspritzöffnung 146 gebildeten Verdichterräume 40 oder 42 ein Medium einzuspritzen.

Ein derartiges Medium kann beispielsweise ECO-Gas eines Economizer Systems oder auch Öl sein.

Der erfindungsgemäße Schraubenverdichter weist ferner noch eine der Auslaßöffnung 54 naheliegende und in dem Wandbereich 66 angeordnete Überverdichtungsregelöffnung 170 auf, welche einerseits in die Schraubenkammer 12 mündet und andererseits in einen zum Auslaß 52 führenden Auslaßkanal 172.

An die Überverdichtungsregelöffnung 170 schließt sich ebenfalls eine von dieser ausgehend in den Gehäusekörper 74 hineinragende Kolbenbohrung 176 an, welche bis zu einer Bodenfläche 178 reicht, wobei in diese Bodenfläche 178 ein ebenfalls vom auslaßseitigen Abschnitt 124 des Steuerkanals 82 ausgehender Zweigkanal 180 mündet. Ein in der Kolbenbohrung 176 angeordneter Regelkolben 184 umfaßt ebenfalls einen Regelkörper 188, welcher in die Überverdichtungsregelöffnung 170 zum Verschließen derselben einführbar ist. Dabei weist der Regelkörper 188 ebenfalls eine der Schraubenkammer 12 zugewandte Stirnfläche 190 auf, welche der Wandfläche 38 im Bereich der Überverdichtungsregelöffnung 170 angepaßt ist, so daß sich bei der Überverdichtungsregelöffnung 170 verschließender Stellung des Regelkörpers 188 über der Stirnfläche 190 ein gegen Null gehendes Schadraumvolumen bildet.

Der Regelkolben 184 weist ferner noch eine Kolbenfläche 186 auf, wobei in gleicher Weise wie bei den Steuerkolben 84 zwischen der Kolbenfläche 186, der Bodenfläche 178 und dem zwischen diesen liegenden Abschnitt der Kolbenbohrung 176 eine Regelzylinderkammer 200 gebildet wird, welche stets mit Regeldruck beaufschlagt ist, welcher einem Druck im Auslaß 52 entspricht.

In gleicher Weise wie im Fall der Steuerkolben 84 weist auch der Regelkolben 184 noch eine den Regelkörper 188 umgebende Ringfläche 198 auf, welche bis zu einer Mantelfläche 202 des Regelkörpers 188 reicht, die so ausgeführt ist, daß sie passend in eine zylindrische Fläche 192 der Überverdichtungsregelöffnung 170 einführbar ist, um diese mit dem Regelkörper 188 zu verschließen.

Der Regelkolben arbeitet nun so, daß der auf die Kolbenfläche 186 wirkende dem auslaßseitigen Druck entsprechende Regeldruck zu einer Kraft führt, die den Regelkörper 188 in seiner die Überverdichtungsregelöffnung 170 verschließenden Stellung hält, da im Normalfall ohne Überverdichtung auf die Stirnfläche 190 desselben maximal ein Druck wirkt, der höchstens gleich dem auslaßseitigen Druck sein kann. Die daraus resultierende Kraft ist aufgrund der kleiner als die Kolbenfläche 186 ausgebildeten Stirnfläche 190 stets kleiner als die vom Regeldruck erzeugte Kraft.

Sinkt jedoch der auslaßseitige Druck ab und wird kleiner als der ursprünglich durch das maximale Verdichtungsverhältnis vorgegebene Druck, so würde eine Überverdichtung eintreten. In diesem Fall kann jedoch der Regeldruck kleiner werden als der durch die Ver-

dichtungsräume 40, 42 auf die Stirnfläche 190 wirkende Druck und folglich bewegt sich der Regelkolben 184 unter freigeiben der Überverdichtungsregelöffnung durch den Regelkörper 188 in Richtung von der Schraubenkammer 12 weg, so daß das nicht bis zum maximalen Verdichtungsverhältnis verdichtete Medium zum Auslaß 52 durch den Auslaßkanal 172 strömen kann und dadurch eine Überverdichtung vermieden wird.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel ist jedem der Schraubenkörper 14 bzw. 16 eine Reihe von Leistungssteueröffnungen 70a bis 70h sowie eine Überverdichtungsregelöffnung 170 zugeordnet, wie in Fig. 5 dargestellt.

Vorzugsweise ist dabei in allen Fällen die Mittelachse 94 oder 194 der jeweiligen Kolbenbohrung 76 bzw. 176 radial zur entsprechenden Drehachse 30 oder 32 angeordnet.

Bei einer Variante der erfindungsgemäßen Lösung, dargestellt in Fig. 6, ist dagegen vorgesehen, daß jedem Schraubenkörper 14 oder 16 zwei Reihen von Leistungssteueröffnungen 70' bzw. 70'' zugeordnet sind, um den Strömungsquerschnitt der Leistungssteueröffnungen zu vergrößern.

Im übrigen sind die Steuerkörper 88' und 88'' sowie die Steuerkolben 84' bzw. 84'' in gleicher Weise ausgebildet, wie im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben, allerdings sind in diesem Falle die Mittelachsen 94' bzw. 94'' der Kolbenbohrungen 76' bzw. 76'' nicht mehr radial zum jeweiligen Schraubenkörper 14 ausgebildet, sondern parallel zueinander, die Mittelachsen 94' der einen Reihe 70' und die Mittelachsen 94'' der anderen Reihe 70'' liegen jedoch jeweils in einer Ebene.

Patentansprüche

1. Schraubenverdichter für Gaskreisläufe, insbesondere für Kälteanlagen, umfassend ein Verdichtergehäuse mit einem Einlaß und einem Auslaß für das zu verdichtende Medium, zwei in einer Schraubenkammer des Verdichtergehäuses angeordnete und sich zwischen dem Einlaß und dem Auslaß erstreckende Schraubenkörper, welche unter Bildung von zwischen dem Einlaß und dem Auslaß liegenden geschlossenen Verdichtungsräumen ineinandergreifen, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem bei Maximalleistung geschlossene Verdichtungsräume (40, 42) begrenzenden Wandbereich (66) der Schraubenkammer (12) mehrere jeweils an unterschiedlichen Verdichtungsverhältnissen entsprechenden Orten dieses Wandbereichs (66) angeordnete Leistungssteueröffnungen (70) vorgesehen sind, von denen jede mit einem von mehreren separat betätigbaren Steuerkörpern (88) entweder dadurch verschließbar ist, daß der Steuerkörper (88) die Leistungssteueröffnung (70) im wesentlichen ausfüllt, oder mit einem mit dem Einlaß (50) verbundenen Rückströmkanal (72) dadurch verbindbar ist,

daß der Steuerkörper (88) im Abstand von der Leistungssteueröffnung (70) steht.

2. Schraubenverdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerkörper (88) quer zu einer Querschnittsfläche der jeweiligen Leistungssteueröffnung (70) in Richtung von der Schraubenkammer (12) weg bewegbar sind.
3. Schraubenverdichter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerkörper (88) eine Stirnfläche (90) aufweisen, mit welcher die jeweilige Leistungssteueröffnung (70) in der diese verschließenden Stellung der Steuerkörper (88) der Wandfläche (38) der Schraubenkammer (12) in diesem Bereich entsprechend verschließbar ist.
4. Schraubenverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Schraubenkörper (14, 16) eine Vielzahl von Leistungssteueröffnungen (70) zugeordnet ist.
5. Schraubenverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungssteueröffnungen längs einer in der Wandfläche (66) der Schraubenkammer (12) liegenden Linie angeordnet sind.
6. Schraubenverdichter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungssteueröffnungen (70) in einer zur Axialrichtung (30, 32) parallelen Reihe angeordnet sind.
7. Schraubenverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß alle Steuerkörper (88) identisch ausgebildet sind.
8. Schraubenverdichter nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß Mittenabstände aufeinanderfolgender Leistungssteueröffnungen (70) kleiner als ein zweifacher Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Schraubenkammern (60) ist.
9. Schraubenverdichter nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungssteueröffnungen (70) sich in Richtung der Linie über mindestens die Hälfte des Abstandes aufeinanderfolgender Schraubenkammern (60) der Schraubenkörper (14, 16) erstrecken.
10. Schraubenverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Steuerkörper (88) ein Antriebselement (84) zugeordnet ist.
11. Schraubenverdichter nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebselement (84)

zum Verschließen der Leistungssteueröffnung (70) durch den Steuerkörper (88) diesen mit einer dem auslaßseitigen Druck proportionalen Kraft beaufschlagt.

12. Schraubenverdichter nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebselement (84) druckmediumbetätigt ist.

13. Schraubenverdichter nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebselement (84) zum Überführen und/oder Halten des Steuerkörpers (88) in seiner die Leistungssteueröffnung (70) verschließenden Stellung mit einem unter einem zum auslaßseitigen Druck proportionalen Steuerdruck stehenden Medium betätigbar ist.

14. Schraubenverdichter nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebselement (84) in der die jeweilige Leistungssteueröffnung (70) mit dem Rückströmkanal (72) verbindenden Stellung des Steuerkörpers (88) maximal mit einem zum einlaßseitigen Druck proportionalen Steuerdruck beaufschlagbar ist.

15. Schraubenverdichter nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Antriebselement einen Steuerkolben (84) aufweist, auf welchen einerseits der lokale Druck in der Schraubenkammer (12) am Ort der jeweiligen Leistungssteueröffnung und andererseits der Steuerdruck wirkt.

16. Schraubenverdichter nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Steuerkörper (88) Teil des jeweiligen Steuerkolbens (84) ist.

17. Schraubenverdichter nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß alle Steuerkolben (84) identisch ausgebildet sind.

18. Schraubenverdichter nach Anspruch 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerkolben (84) in quer zur Axialrichtung (30, 32) der Schraubenkörper (14, 16) verlaufenden Bohrungen (76) im Verdichtergehäuse (10) angeordnet sind.

19. Schraubenverdichter nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrungen (76) mit ihren Achsen (94) parallel zueinander verlaufen.

20. Schraubenverdichter nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen (94) der Bohrungen (74) in einer Ebene liegen.

21. Schraubenverdichter nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerkolben (84) so ausgebildet sind, daß sie mit ihrer dem Steuerkörper (88) abgewandten Seite eine vom

Steuerdruck beaufschlagbare und eine Steuerzylinderkammer (110) begrenzende Kolbenfläche (86) aufweisen.

22. Schraubenverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Leistungssteuereinrichtung vorgesehen ist, welche sämtliche Verdichtungsverhältnissen unterhalb eines ausgewählten Verdichtungsverhältnisses entsprechenden Leistungssteueröffnungen öffnet und sämtliche Verdichtungsverhältnissen beim oder oberhalb des ausgewählten Verdichtungsverhältnisses entsprechenden Leistungssteueröffnungen verschließt.

23. Schraubenverdichter nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerzylinderkammern (110) unterschiedlicher Steuerkörper (88) mit unterschiedlichen Ausgängen (80) einer an den Ausgängen (80) Steuerdrucke vorgebenden Leistungssteuereinrichtung (82, 120) verbunden sind.

24. Schraubenverdichter nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungssteuereinrichtung einen bewegbaren Steuerschieber (120) aufweist, mit welchem ausgewählte Ausgänge (80) der Leistungssteuereinrichtung mit unterschiedlichem Steuerdruck beaufschlagbar sind.

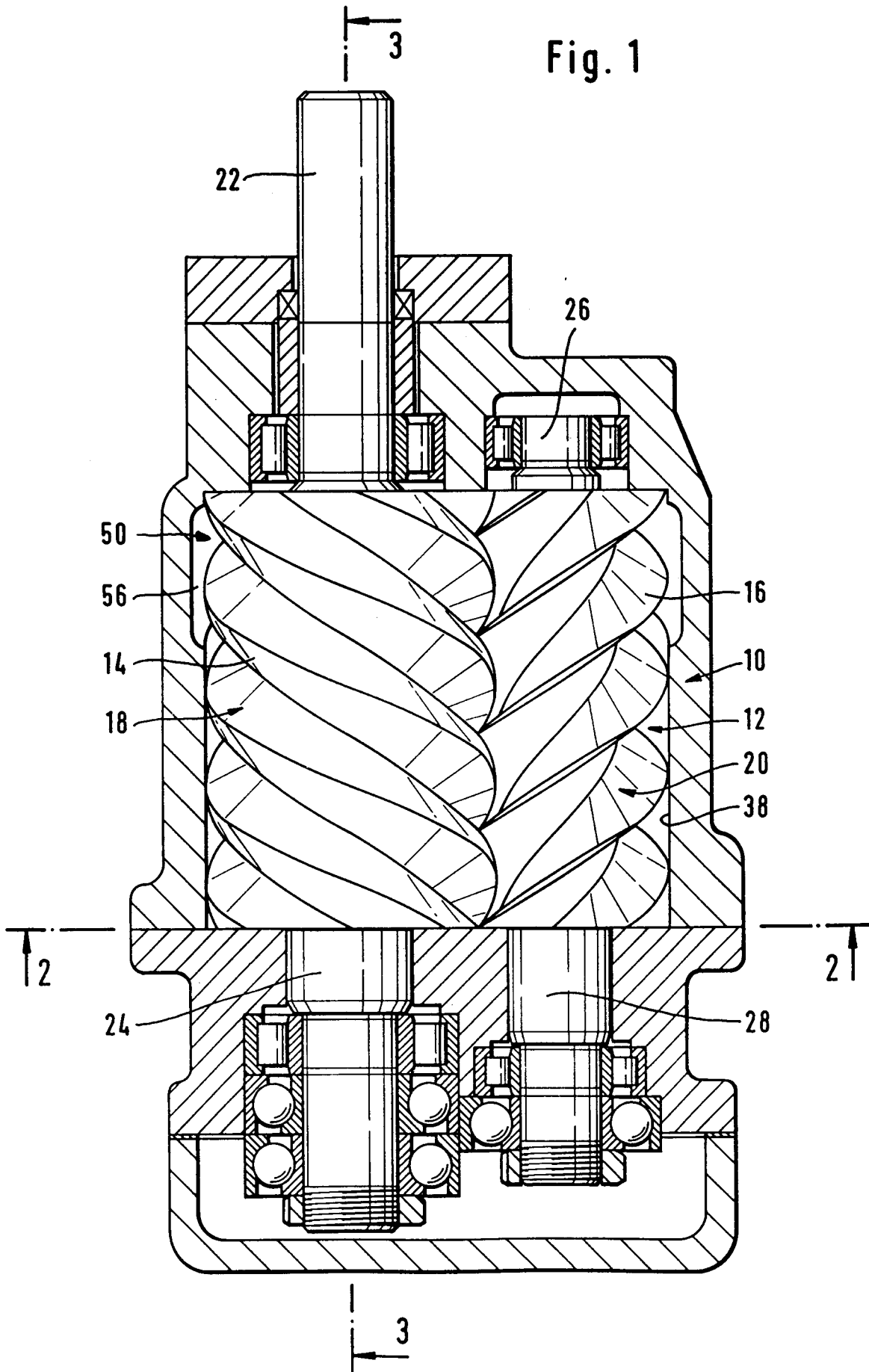
25. Schraubenverdichter nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerschieber (120) in einem Steuerkanal (82) angeordnet ist und durch den Steuerschieber (120) der Steuerkanal in einen auslaßseitigen Abschnitt (124) unterteilt ist, in welchem der zum auslaßseitigen Druck proportionale Druck als Steuerdruck vorliegt, und einen einlaßseitigen Abschnitt (122), in welchem ein maximal zum einlaßseitigen Druck proportionaler Druck als Steuerdruck vorliegt, und daß die einzelnen Steuerzylinderkammern (110) über von unterschiedlichen Stellen des Steuerkanals (82) abzweigenden Ausgängen (80) mit diesem verbunden sind.

26. Schraubenverdichter nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem einlaßseitigen Abschnitt (122) des Steuerkanals (82) und dem Einlaß (50) ein Gasstrom vom Einlaß (50) in den einlaßseitigen Abschnitt (122) blockierendes Rückschlagventil angeordnet ist.

27. Schraubenverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerkörper (88) mit einer Einspritzöffnung (146) zum Einspritzen eines Mediums in einen der sich bildenden Verdichtungsräumen (40, 42) versehen sind und daß die Einspritzöffnung (146) eines die jeweilige Leistungssteueröffnung (70) verschließenden Steuerkörpers (88) mit einem Einspritzkanal (144) verbindbar ist.

28. Schraubenverdichter nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzöffnung (146) des mit seinem Verdichtungsverhältnis dem ausgewählten Verdichtungsverhältnis nächstkommenden und in seiner die Leistungssteueröffnung (70) verschließenden Stellung stehenden Steuerkörpers (88) mit dem Einspritzkanal (144) verbunden ist. 5
29. Schraubenverdichter nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung zwischen der Einspritzöffnung (146) und dem Einspritzkanal (144) durch die Stellung des Steuerkörpers (88) relativ zur Leistungssteueröffnung (70) steuerbar ist. 10
30. Schraubenverdichter nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Steuerkörper (88) in seiner die Leistungssteueröffnung (70) mit dem Einlaß (50) verbindenden Stellung den jeweils nächstfolgenden, einem höheren Verdichtungsverhältnis entsprechenden Steuerkörper (88) mit dem Einspritzkanal (144) verbindet. 20
31. Schraubenverdichter nach einem der Ansprüche 27 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Steuerkörper (88) in seiner die Leistungssteueröffnung (70) verschließenden Stellung eine Verbindung der Einspritzöffnung (146) des nächstfolgenden, einem höheren Verdichtungsverhältnis entsprechenden Steuerkörpers (88) mit dem Einspritzkanal (144) unterbricht. 25 30
32. Schraubenverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Verdichtungsraum mit hohen Verdichtungsverhältnissen begrenzenden Wandbereich (66) der Schraubenkammer (12) eine Überverdichtungsregelöffnung (170) vorgesehen ist, welche mit einem Regelkörper (188) in einer ersten Stellung desselben verschließbar und in einer zweiten Stellung desselben mit dem Auslaß (52) verbindbar ist und daß der Regelkörper (188) mit einer dem auslaßseitigen Druck proportionalen Kraft elastisch beaufschlagt ist. 35 40
33. Schraubenverdichter nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Schraubenkörper (14, 16) mindestens eine Überverdichtungsregelöffnung (170) zugeordnet ist. 45
34. Schraubenverdichter nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkörper (188) so ausgebildet ist, daß er in seiner ersten Stellung die Überverdichtungsregelöffnung (170) im wesentlichen ausfüllt. 50
35. Schraubenverdichter nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkörper (188) so ausgebildet ist, daß seine Stirnfläche (190) die jeweilige Überverdichtungsregelöffnung (170) in der ersten Stellung desselben mit einer der Wandfläche (38) der Schraubenkammer (12) in diesem Bereich entsprechenden Fläche verschließt.
36. Schraubenverdichter nach einem der Ansprüche 32 bis 35 dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkörper (188) quer zur Stirnfläche (190) der Überverdichtungsregelöffnung (170) bewegbar ist.
37. Schraubenverdichter nach einem der Ansprüche 32 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß alle Regelkörper (188) identisch ausgebildet sind.
38. Schraubenverdichter nach einem der Ansprüche 32 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkörper (188) Teil eines Regelkolbens (184) ist, auf welchen einerseits der lokale Druck in der Schraubenkammer (12) am Ort der Überverdichtungsregelöffnung (170) und andererseits die dem auslaßseitigen Druck proportionale Kraft wirkt. 15 20
39. Schraubenverdichter nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß alle Regelkolben (184) identisch ausgebildet sind.
40. Schraubenverdichter nach Anspruch 37 oder 38, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkolben (184) auf seiner dem Regelkörper (188) gegenüberliegenden Seite eine Kolbenfläche (186) aufweist, welche mit einem dem auslaßseitigen Druck proportionalen Druck beaufschlagt ist.
41. Schraubenverdichter nach Anspruch 37 oder 39, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkolben (184) in einer Kolbenbohrung (176) im Verdichtergehäuse (10) angeordnet ist.
42. Schraubenverdichter nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbenbohrungen (176) mit ihren Achsen (194) parallel zueinander verlaufen.
43. Schraubenverdichter nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen der Kolbenbohrungen (176) in einer Ebene liegen.
44. Schraubenverdichter nach einem der Ansprüche 39 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelkolben (184) und die Steuerkolben (84) identisch ausgebildet sind.
45. Schraubenverdichter nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen der Kolbenbohrungen (176) und der Bohrungen (76) in einer Ebene liegen. 55

Fig. 1



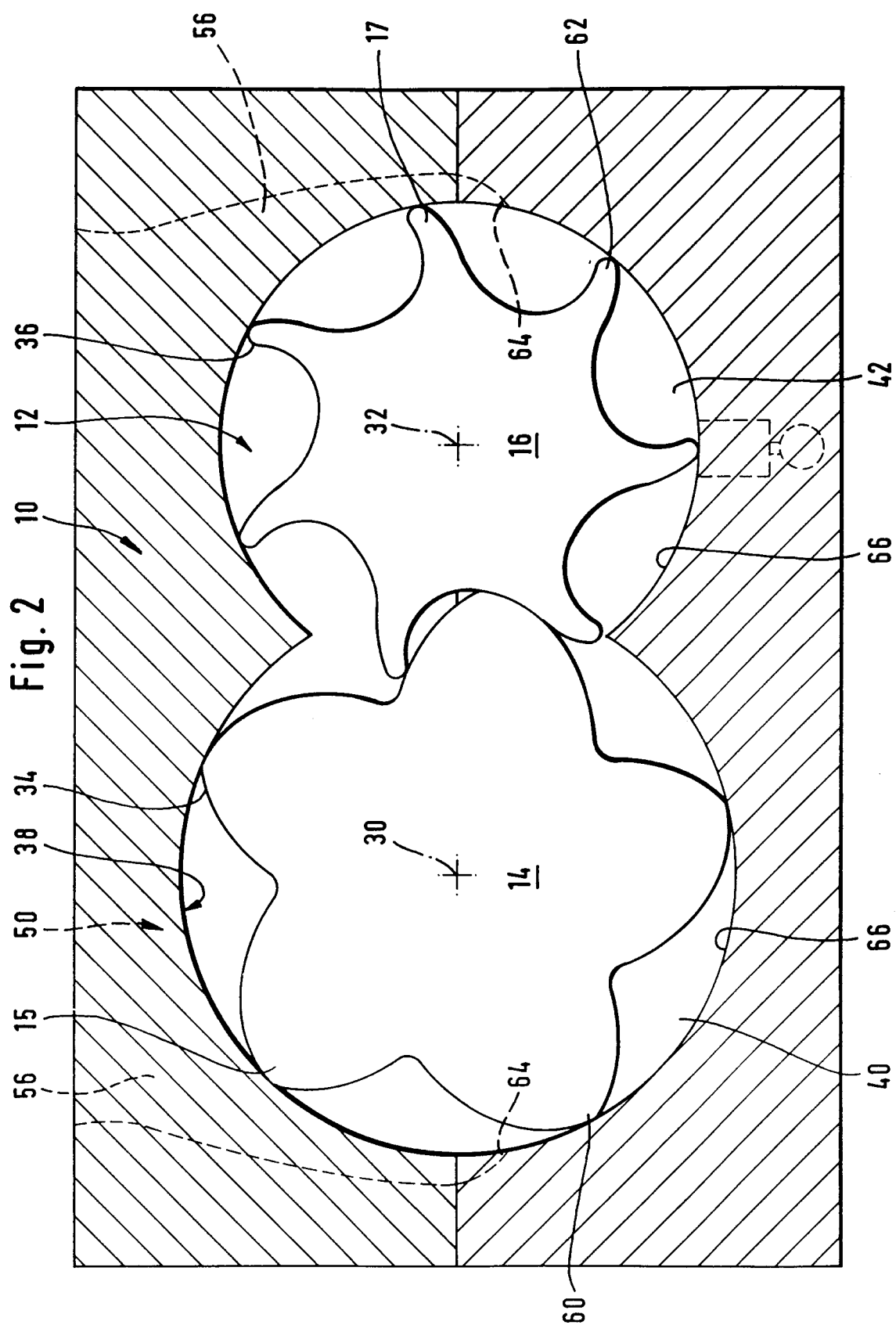


Fig. 3

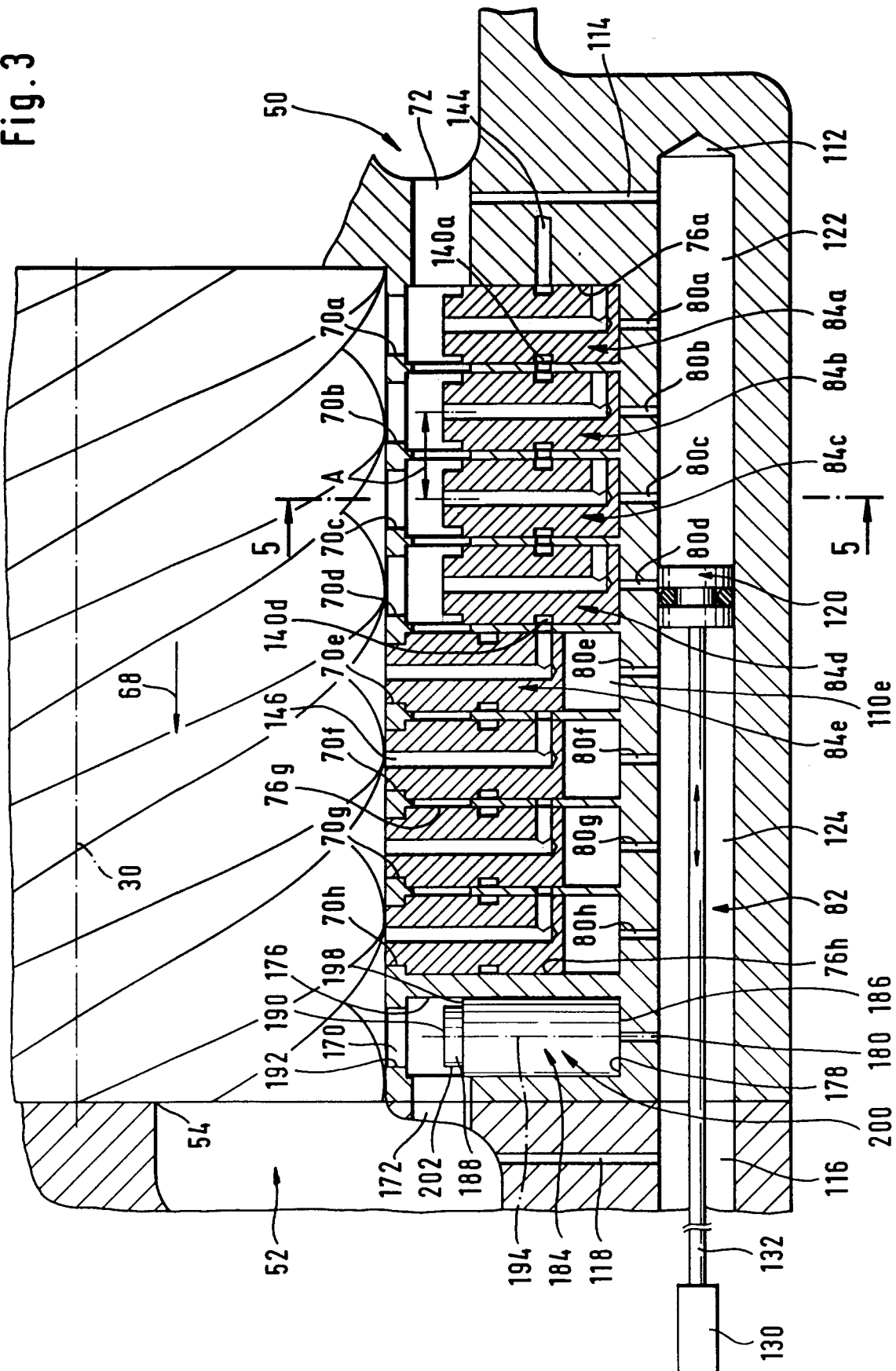


Fig. 4

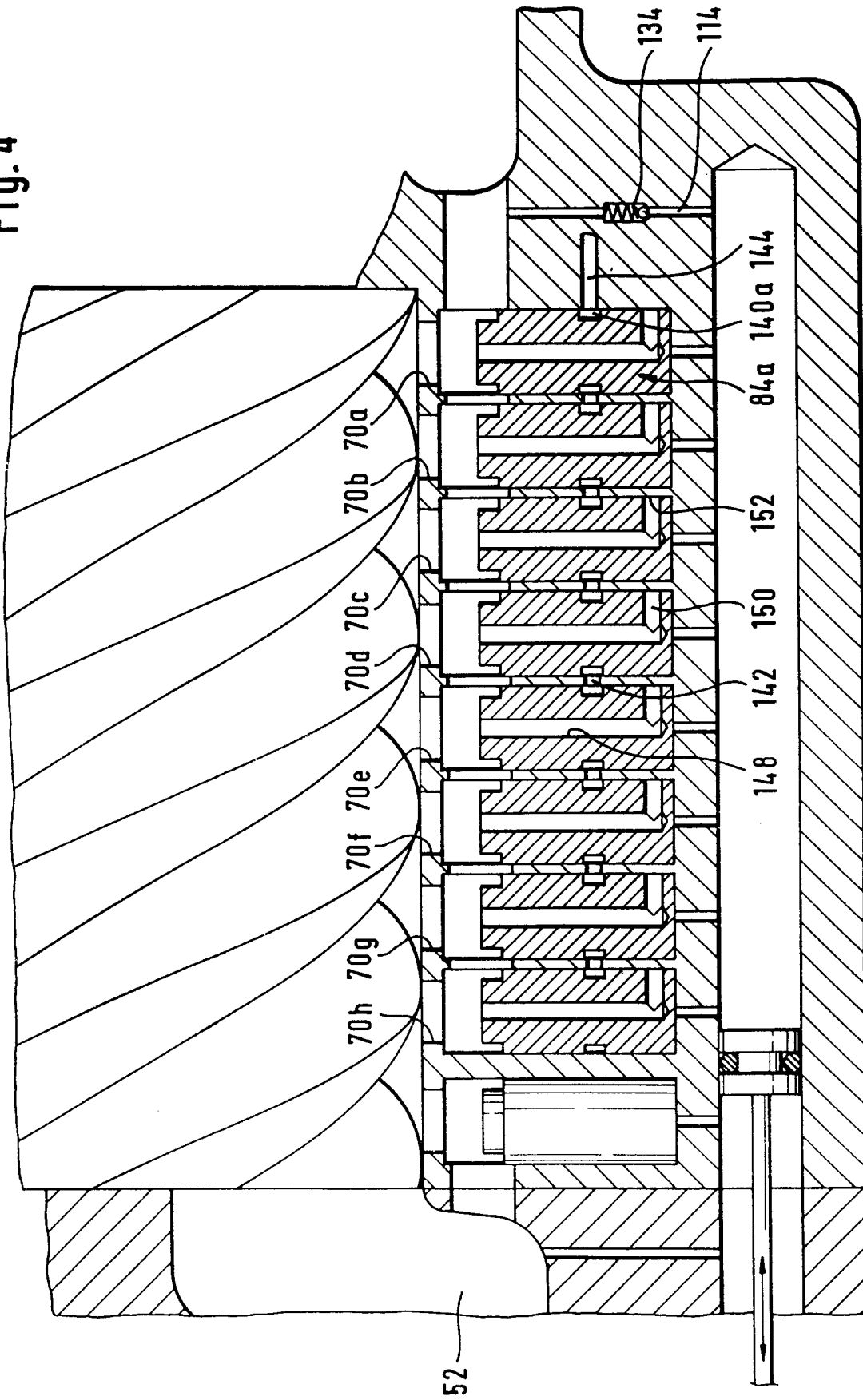
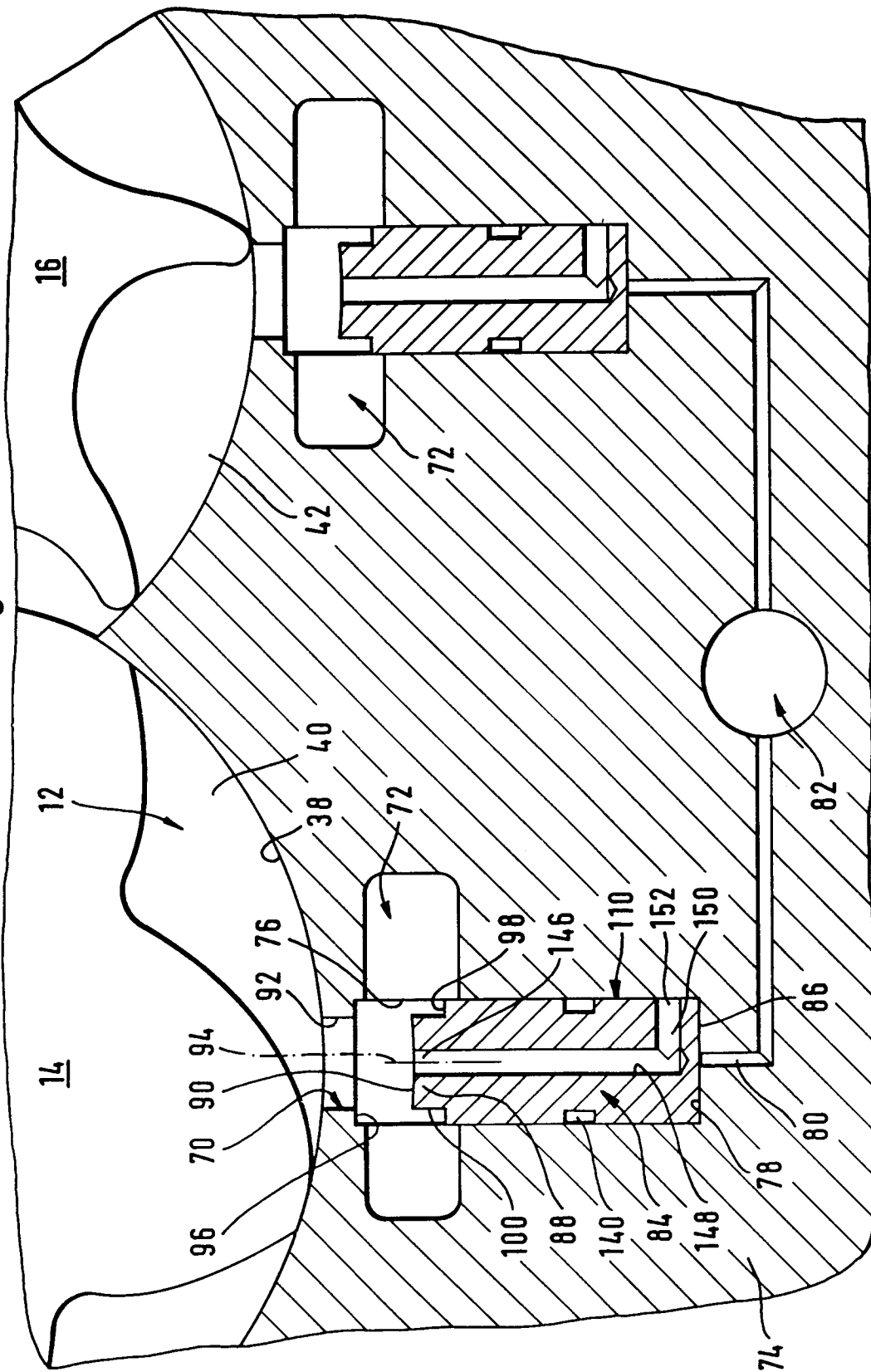
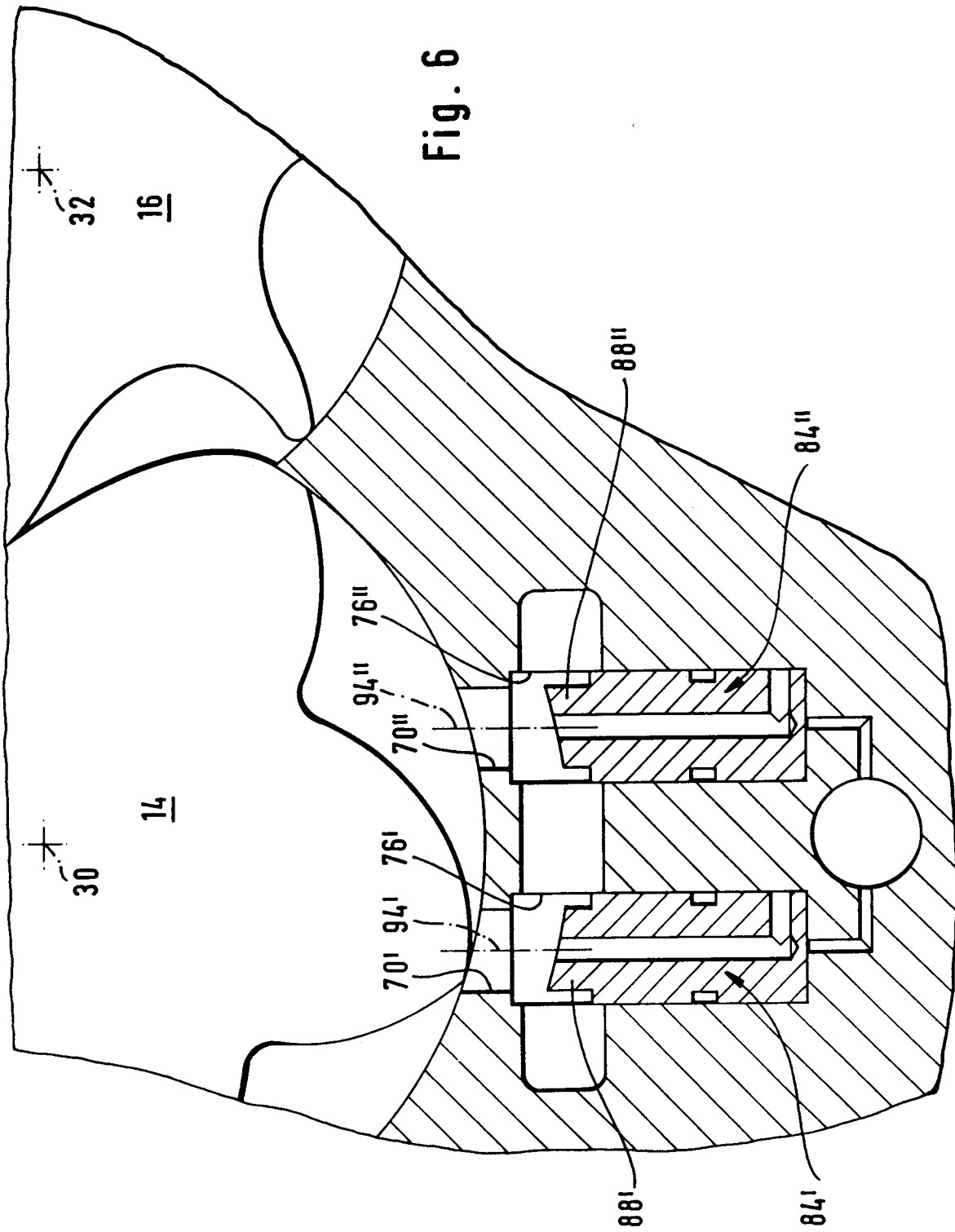


Fig. 5







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 11 8383

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 262 (M-341) [1699] , 30.November 1984 & JP 59 131791 A (TOYODA JIDO SHOKKI SEISAKUSHO), 28.Juli 1984, * Zusammenfassung * & JP 59 131 791 A siehe insbesondere Fig. 5 - 11 ---	1-8, 10-24	F04C18/16 F04C29/10
Y	US 3 151 806 A (WHITFIELD) * Spalte 2, Zeile 26 - Spalte 3, Zeile 35 * * Spalte 4, Zeile 14 - Spalte 5, Zeile 72; Abbildungen 1-3 * * Spalte 6, Zeile 55 - Spalte 10, Zeile 25; Abbildungen 2-9,11 * ---	1-8, 10-24, 32-45	
Y	EP 0 350 426 A (CARRIER CORP.) * das ganze Dokument * ---	1,32-45	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	US 5 127 386 A (SOWARDS) * das ganze Dokument * -----	1,22	F04C F01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 6.März 1997	Prüfer KAPOULAS, T
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 : nichtschriftliche 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)