



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 703 365 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
27.03.1996 Patentblatt 1996/13

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F04C 18/16**

(21) Anmeldenummer: 95111798.5

(22) Anmeldetag: 27.07.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR IT SE**

(30) Priorität: 13.09.1994 DE 4432518

(71) Anmelder: **MAHLE GMBH**  
**D-70376 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Weiss, Stefan**  
**D-74363 Güglingen (DE)**  
• **Weisz, Rafael, Dr.**  
**D-71332 Waiblingen (DE)**

(54) **Schraubenverdichter**

(57) Bei einem Schraubenverdichter mit zwei in einem Gehäuse an ihren Enden radial und axial gelagerten ineinander greifenden, ein Paar bildenden, im Verdichterbetrieb insbesondere ölgeschmierten Schrauben-Läufern, deren Schraubengänge zumindest auf der druckseitigen Stirnfläche flächenschlüssig möglichst dicht mit einem voreinstellbaren Stirnkantenspaltmaß an einer die druckseitige Gehäuseauslaßöffnung enthaltenden Gehäusestirnwand anliegen, sollen Drucküberlastungen an der axialen Gehäuseabstützung vermieden werden.

Zu diesem Zweck ist im Auslaßbereich des Verdichters eine Druckbegrenzungseinrichtung vorgesehen.

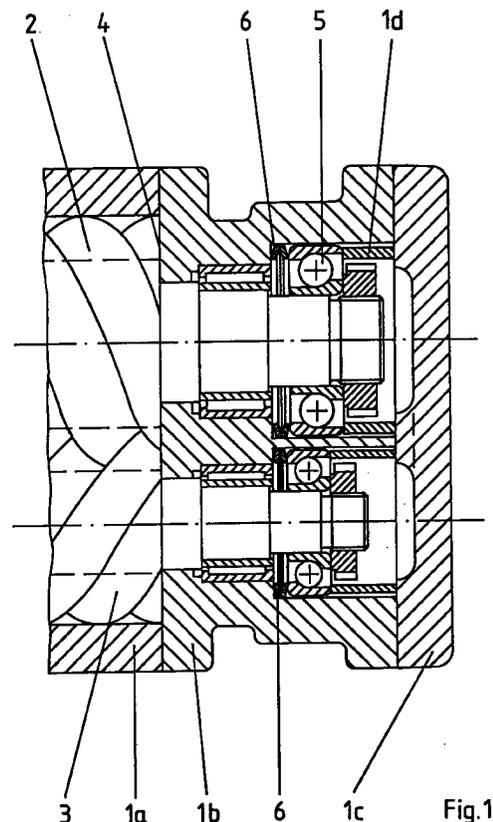


Fig.1

EP 0 703 365 A2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Schraubenverdichter nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei solchen Schraubenverdichtern kann es in Fällen, in denen dieser Verdichter sofort nach einem Abstellen wieder in Betrieb genommen wird, zu einer Drucküberbelastung innerhalb des Verdichtergehäuses, bestehend aus Läufergehäuse, Ausströmgehäuse und Deckel, kommen. Ursache hierfür ist eine bei extrem kurzer Stillstandszeit des Verdichters beim Wiederanlauf noch nicht erfolgte Druckentlastung auf der Verdichterdrukseite. Eine solche Drucküberlastung kann zu einer Zerstörung des Verdichters und/oder seiner Antriebselemente führen. Die Druckspitzen können noch durch die Ansammlung von Öl begünstigt werden. Des kann bei öleingespritzten Kompressoren vorkommen. Auch öllöse Kompressoren können jedoch gefährdet sein.

Hier eine Abhilfe zu schaffen, ist das Problem, mit dem sich die Erfindung beschäftigt.

Ein weiteres Ziel ist die Kompressorregelung bei Teillast und Leerlauf.

Eine grundsätzliche Lösung dieser Probleme zeigt das kennzeichnende Merkmal des Patentanspruchs 1 auf.

Diese Lösung beruht auf dem Gedanken, den maximal erreichbaren Verdichterenddruck durch eine auf einen entsprechenden Maximaldruckgrenzwert festgelegte Druckentlastungsmaßnahme von vornherein zu begrenzen.

Eine zweckmäßige Maßnahme in diesem Sinne ist in dem Anspruch 2 angegeben. Deren Wirkung läßt sich folgendermaßen erklären.

Die druckseitige axiale Abdichtung des von den Schraubenflanken der Läufer gebildeten Verdichtungsraumes erfolgt dadurch, daß die betreffenden Stirnflächen der Läufer einen möglichst kleinen und damit dichten Stirnflächenspalt mit der zugeordneten Stirnwand des Verdichtergehäuses, in der die Auslaßöffnung für das von den Läufern verdichtete Gas vorgesehen ist, aufweisen. Die Maßnahme nach Anspruch 2 ermöglicht es, den erreichbaren Verdichtungsdruck durch eine gezielte temporäre Vergrößerung des Stirnflächenspaltes zu begrenzen. Konkret erreicht wird dies nach der Lehre dieses Anspruchs dadurch, daß die axiale Lagerung zumindest eines der Läufer verschiebbar ausgestaltet ist und zwar derart, daß eine Vergrößerung des Stirnflächenspaltes bei Überschreitung eines vorgegebenen Endverdichtungsgrenzdruckes durch eine axiale Verschiebung zumindest eines der Läufer ausgelöst wird. Bei vergrößertem Stirnflächenspalt fördert der Verdichter praktisch im Kurzschluß, wodurch der maximal erzielbare Verdichtungsdruck zwangsläufig gering bleiben muß.

Die maximal mögliche Stirnflächenspalterweiterung hängt von dem auf der Verdichtersaugseite zwischen der dortigen Gehäusestirnwand und dem angrenzenden Stirnflächen der Läufer ab. Denn nur um das Maß dieses Spieles ist eine Verschiebung des Hauptläufers und

damit eine Vergrößerung des druckseitigen Stirnflächenspaltes möglich. Im Gegensatz zu dem druckseitigen Stirnflächenspalt kommt es bei dem ansaugseitigen Spalt im Verdichterbetrieb nicht auf ein besonders enges Maß an, da dort über den Umfang der Läufer betrachtet keine nennenswerten Druckunterschiede gegeben sind.

Tritt im Verdichterbetrieb eine unerwünscht hohe Druckerhöhung zwischen Ein- und Austrittsseite auf, so erhöht sich damit automatisch die auf die Läufer wirkende Axialkraft, die von den zwischen den Läufern und dem Verdichtergehäuse angeordneten Axiallagern aufgenommen werden muß. Ist beispielsweise nur ein Axiallager an einem der Läuferenden vorgesehen, ist dieses Axiallager auf der Welle des Läufers radial fest aufgesetzt und mit Bezug auf die in dem Verdichter während des Betriebes auftretenden Kräfte axial unverrückbar fixiert. In dem Verdichtergehäuse liegt dieses Lager radial frei und axial fixiert.

Durch Vorsehen eines axial elastisch nachgiebigen Teiles zwischen dem in dem Verdichtergehäuse liegenden Teil des Axiallagers und dem Gehäuse auf der den Axialdruck des Läufers aufnehmenden Seite des Axiallagers läßt sich bei Überschreiten einer von dem Läufer ausgeübten Axialkraft eine axiale Verschiebung des Axiallagers in Richtung einer Vergrößerung des druckseitigen Stirnflächenspaltes zumindest des Läufers erreichen.

Das axial nachgiebige Zwischenstück muß bei Unterschreiten des vorgegebenen Axialkraftgrenzwertes des Läufers wieder in denjenigen Zustand durch axiale Vergrößerung zurückgehen, in dem das druckseitige Stirnflächenspiel seinen für den Normalbetrieb des Verdichters eingestellten minimalen Wert besitzt.

Das die axiale Verschiebbarkeit des Axiallagers der Läufer des Verdichters bewirkende nachgiebige Teil kann nach Anspruch 3 eine Feder und zwar insbesondere eine Tellerfeder sein.

Ist das in seiner axialen Ausdehnung veränderbare zwischen dem Axiallager und dem Verdichtergehäuse axial eingebrachte Teil eine Feder, so wird die druckseitige stirnflächenspalterhöhende Axialverschiebung des Läufers bei Überschreiten einer bestimmten vorgegebenen Axialkraft des Läufers automatisch ausgelöst. Bei Zurückgehen der Axialkraft des Läufers unter den vorgegebenen Axialkraftgrenzwert nimmt der Läufer sodann wieder seine normale axiale Betriebslage mit möglichst geringem druckseitigem Stirnflächenspalt ein.

Anstelle einer Feder ist nach Anspruch 4 auch ein in seiner Axialausdehnung von außen steuerbares Teil einsetzbar. In diesem Fall kann die Axialverschiebung mindestens eines der Läufer über dieses Einbauteil beliebig von außen gesteuert werden. Das steuerbare Teil kann zum Beispiel ein in seiner axialen Länge hydraulisch veränderbarer Ring sein.

Alternativ zum federnden Element zwischen Axiallager und Gehäuse kann auch ein federndes Element am Läufer, zwischen dem Axiallager und der axialen Begrenzung des Lagers vorgesehen werden, wie in Fig. 1a dargestellt.

Bei einer alternativen erfindungsgemäßen Lösung nach Anspruch 5 wird ein bauteilgefährdender Überdruck innerhalb des Verdichtergehäuses dadurch verhindert, daß in der druckseitig gelegenen Gehäusestirnwand an einer der Auslaßöffnung für das verdichtete Gas benachbarten Stelle, an der die Endverdichtung noch nicht erreicht ist, ein Druckbegrenzungs-Ventil vorgesehen ist. Dieses kann nach Anspruch 6 so ausgebildet sein, daß es mittels Hilfsenergie von außen steuerbar ist. In Kombination mit der üblichen Entlastung durch Schließen einer drosselseitigen Drosselklappe bei Regelvorgängen wird eine zusätzliche Entlastung erreicht, besonders dann, wenn dadurch eine Verbindung mit der Saugseite hergestellt werden kann. Die innere Verdichtung des Kompressors kann dadurch reduziert werden oder ganz aufgehoben werden.

Die Anbringung des Ventils an der Stirnfläche des Gehäuses ermöglicht bei breiten Rotorenzähnen, wie sie üblicherweise beim Hauptläufer vorkommen, sowohl Schadraum als auch eine Verbindung zwischen den Zahnlücken effektiv zu vermeiden .

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen

Fig. 1

einen Längsschnitt durch einen Schraubenverdichter mit axialverschiebbaren Läufern längs der Läuferachsen,

Fig. 1a

einen Längsschnitt durch einen Schraubenverdichter mit axialverschiebbaren Läufern und ein federndes Element zwischen Axiallager und Läufer bzw. Läufermutter,

Fig. 2

eine Ansicht auf einen Schraubenverdichter mit einem druckbegrenzenden Ventil mit einem geschnittenen Bereich,

Fig. 3

eine Ansicht auf die druckseitige Stirnfläche des Verdichtergehäuses nach der Linie III - III.

In einem Verdichtergehäuse 1 bestehend aus Läufergehäuse 1a, Anströmgehäuse 1b, Deckel 1c, Distanzring 1d sind als Läuferpaar ein Hauptläufer 2 und ein Nebenläufer 3 parallel zueinander axial und radial fixiert gelagert.

Die Stirnseiten der Schraubengänge der beiden Läufer 2 und 3 grenzen druckseitig an eine druckseitige Stirnwand 4 des Verdichtergehäuses 1 an. Im normalen Verdichterbetrieb ist zwischen der Gehäuse-Stirnwand 4 und den Stirnseiten der Schraubengänge der beiden Läufer 2 und 3 ein möglichst geringer Stirnflächenspalt eingestellt.

Bei einer unerwünscht hohen Drucküberlastung innerhalb des Verdichtergehäuses 1 geschieht folgendes.

Das Axiallager 5, das die in Richtung zur Ansaugseite des Verdichters auf den Hauptläufer 2 wirkende Druckkraft aufzunehmen hat, stützt sich in Richtung dieser Druckkraft über eine Tellerfeder 6 an dem Verdichtergehäuse 1 ab. Diese Tellerfeder 6 ist bezüglich ihrer Federkraft so ausgelegt, daß sie das Axiallager 5 mit seiner dem Läufer 2 und 3 abgewandten Axialseite an die betreffende Abstützfläche des Verdichtergehäuses 1 andrückt. Radial außen ist das Axiallager 5 in dem Verdichtergehäuse 1 nicht fixiert. Übersteigt die den Hauptläufer 2 belastende Axialkraft einen vorgegebenen Grenzwert, so gibt die Tellerfeder 6 unter dieser Kraft nach, wodurch sich gleichzeitig der Hauptläufer 2 in Richtung zur Einlaßseite des Verdichtergehäuses 1 verschiebt. Dadurch vergrößert sich der Stirnflächenspalt auf der Druckseite des Verdichtergehäuses 1 zwischen dem Hauptläufer 2 und der gehäuseseitigen Stirnwand 4. Hierdurch kommt es über diesen vergrößerten Spalt zu einem Kurzschluß zwischen den Lücken der Flanken des Läufer 2, so daß eine Begrenzung des Verdichtersenddruckes gegeben ist.

Falls auch der Nebenläufer 3 im Sinne des Hauptläufers 2 axial verschiebbar gelagert sein soll, so kann hier wiederum an der sinngemäß gleichen Stelle des dortigen Axiallagers 5 ein zusätzliches federndes Element, z.B. eine Tellerfeder 6 vorgesehen werden. Da eine Axialkraftbelastung durch den Nebenläufer 3 im Verdichterbetrieb niedriger ist als bei dem Hauptläufer 2, müssen bei dem Wunsch nach einer gleich großen Stirnkantenabstandsvergrößerung die beiden federnden Elemente , z. B. Tellerfedern 6 kraftmäßig entsprechend unterschiedlich ausgelegt sein. Falls das Ansprechverhalten der beiden Federn 6 auf eine Auslösung einer Axialverschiebung des jeweiligen Läufers 2, 3 tatsächlich unterschiedlich wäre, wäre dies für die Funktion der Erfindung im Prinzip unerheblich. Denn hierfür reicht es bereits aus, wenn bei einer Überschreitung eines vorgegebenen Verdichtungsenddruckes wenigstens eines der Läufer 2 axial verschoben wird. Denn dann kommt der angestrebte Verdichtungskurzschluß bereits zustande. Durch entsprechende Verschiebung des anderen Läufers 3 wird dieser nur noch vergrößert.

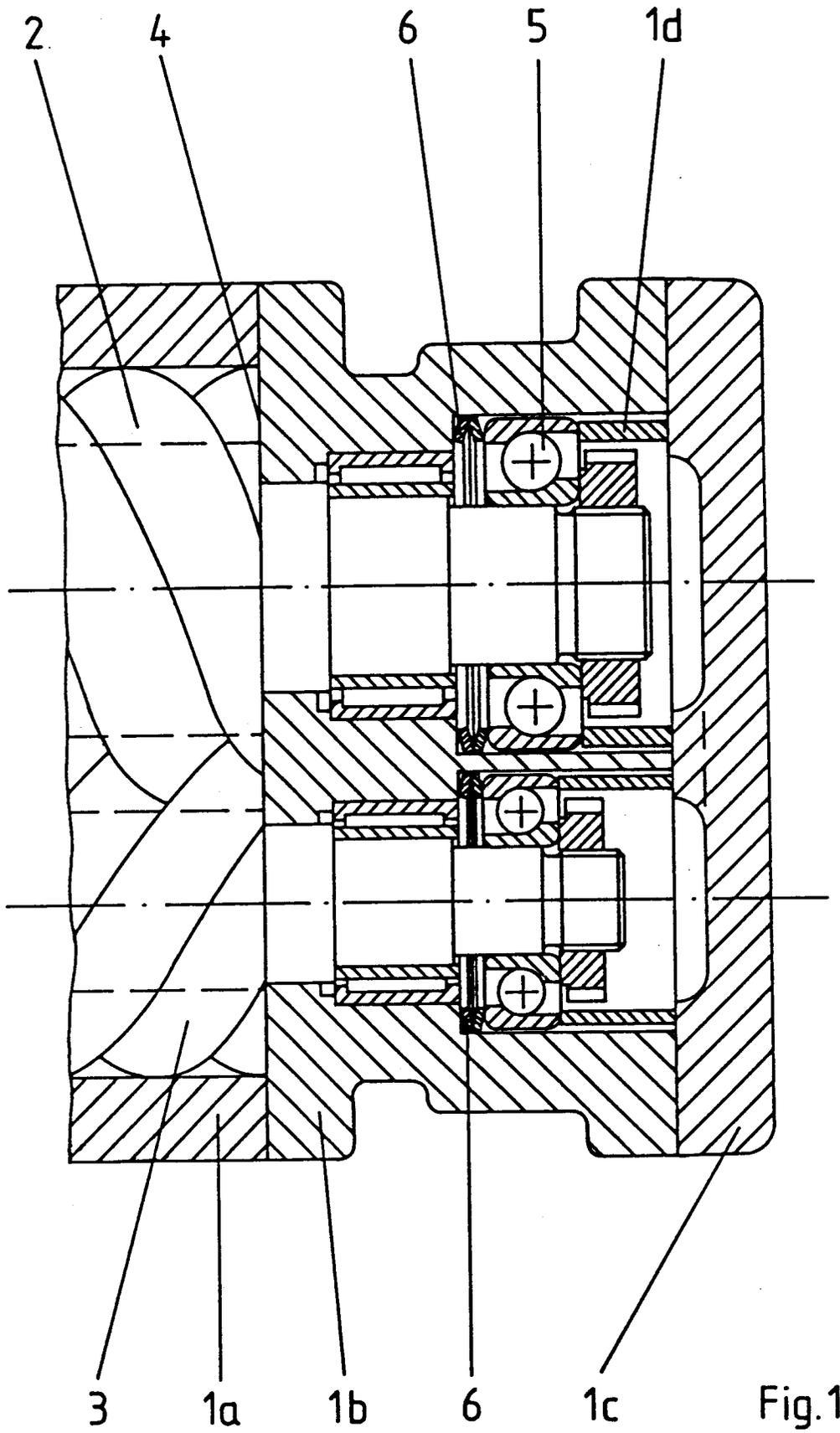
Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1b wird die Druckbegrenzung in ähnlicher Weise erreicht wie beim beschriebenen Ausführungsbeispiel nach Fig. 1. Bei Überschreitung einer vorgegebenen Druckgrenze werden die Läufer - beide oder nur einer - dadurch axial verschoben, daß das federnde Element 6 zwischen Lager und Läuferende seine Elastizität so verformt wird, daß sich seine Länge ändert. Sobald der Druck den Grenzwert wieder unterschreitet, führt das federnde Element 6 die Läufer wieder in die Ursprungsposition zurück. Dadurch nimmt der Stirnflächenspalt wieder die geringe Größe an, die für den Verdichtungs Vorgang notwendig ist. In dem hier ausgeführten Beispiel ist die Feder Scheibe zwischen den Ringen 7b und 7c vorgespannt.

Damit wird eine axiale Bewegung der Läufer solange vermieden, wie der Druck und damit die axiale Kraft kleiner sind als die vorgegebenen Grenzwerte.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 und 3 wird die Begrenzung des Verdichterenddruckes auf einen bestimmten Grenzwert durch das Vorsehen eines Druckbegrenzungsventiles 7 in der Stirnwand 4 des Verdichtergehäuses 1 erzielt. Die Lage der Öffnung dieses Ventiles 7 ist in der Stirnwand 4 mit Bezug auf die Verdichter-Auslaßöffnung 8 so ausgelegt, daß an der Ventil 7-Öffnung die volle Druckspitze noch nicht ansteht. Durch Öffnen des Ventils 7 kann damit ein vorgegebener Druckgrenzwert insgesamt nicht überschritten werden. Die Drehrichtung der beiden Läufer 2 und 3 ist in der Fig. 2 mit den Pfeilen A2 und A3 angedeutet und zwar jeweils mit Bezug auf die Mittelachse des jeweiligen Läufers 2, 3.

### Patentansprüche

1. Schraubenverdichter mit zwei in einem Gehäuse an ihren Enden radial und axial gelagerten ineinander greifenden, ein Paar bildenden, im Verdichterbetrieb insbesondere ölgeschmierten Schrauben-Läufern, deren Schraubengänge zumindest auf der druckseitigen Stirnfläche flächenschlüssig möglichst dicht mit einem voreinstellbaren Stirnkantenspaltmaß an einer die druckseitige Gehäuseauslaßöffnung enthaltenden Gehäusestirnwand anliegen, dadurch **gekennzeichnet**, daß im Auslaßbereich des Verdichters eine Druckbegrenzungseinrichtung (6, 7) vorgesehen ist. 20 25 30
2. Schraubenverdichter nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Druckbegrenzungseinrichtung (6) eine axial in Richtung der Ansaugseite des Verdichters elastisch nachgiebige oder reversibel verstellbare Abstützung der Axiallagerung (5) zumindest eines der Läufer (2) in dem Verdichtergehäuse (1) ist. 35 40
3. Schraubenverdichter nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß für die axial nachgiebige elastische Lagerung des Hauptläufers (2) und/oder Nebenläufers (3) ein Axiallager (5) den Hauptläufer (2) und/oder Nebenläufers (3) in dem Verdichtergehäuse (1) abstützt, dessen axial in dem Verdichtergehäuse (1) fixierter Teil an der durch den Hauptläufer (2) durch dessen im Verdichterbetrieb wirkende Axialkraft beaufschlagten Stirnseite über ein federndes Element, insbesondere Tellerfeder (6), in dem Verdichtergehäuse (1) abgestützt ist, deren Federkraft auf diejenige Axialkraft des Hauptläufers (2) und/oder Nebenläufers (3) unter der sich der Hauptläufer (2) und/oder Nebenläufer (3) zur Vergrößerung des Stirnkantenabstandes gegenüber der druckseitigen Verdichterstirnwand (4) vergrößern soll, abgestimmt ist. 45 50 55
4. Schraubenverdichter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die axiale reversible Verstellbarkeit der Axiallagerung(5) des Hauptläufers (2) in dem Verdichtergehäuse (1) über ein in seiner axialen Ausdehnung veränderbares in dem Verdichtergehäuse (1) zwischen dem an dem Verdichtergehäuse (1) anliegendem Teil des Axialagers (5) und dem Gehäuse selbst vorgesehene Teil bewirkt wird, wobei diese Steuerbarkeit von außen mittels Hilfsenergie bewerkstelligt wird zwecks Regelung des Kompressors. 5
5. Schraubenverdichter nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß in der die Auslaßöffnung (8) enthaltenden Verdichtergehäusestirnwand (4) außerhalb der Druckauslaßöffnung (8) ein federbelastetes Druckbegrenzungsventil (7) in einem Bereich vorgesehen ist, in dem der Verdichtungsdruck in dem die Druckkammer des Verdichters bildenden Lückenbereich der einzelnen Schraubenflanken der Läufer (2, 3) noch nicht seinen maximalen Druck erreicht hat und daß dieses Ventil (7) bei Überschreiten eines vorgegebenen Öffnungsdruckes öffnet und den Druckabbau bewirkt. 10 15
6. Schraubenverdichter nach Anspruch 1 und 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß im Gegensatz zu Anspruch 5 das Ventil nicht durch den Druck im Verdichtungsraum geöffnet wird, d.h. nicht als Druckbegrenzungsventil arbeitet, sondern mittels Hilfsenergie von außen gesteuert wird, wodurch diese Vorrichtung für die Kompressorregelung verwendet werden kann, da die innere Verdichtung vermindert oder gar aufgehoben werden kann. 20 25 30 35 40
7. Schraubenverdichter nach Anspruch 1, 5 und 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß durch das Öffnen des Ventils (7) eine Verbindung zur Saugseite des Schraubenverdichters hergestellt wird. 45 50 55





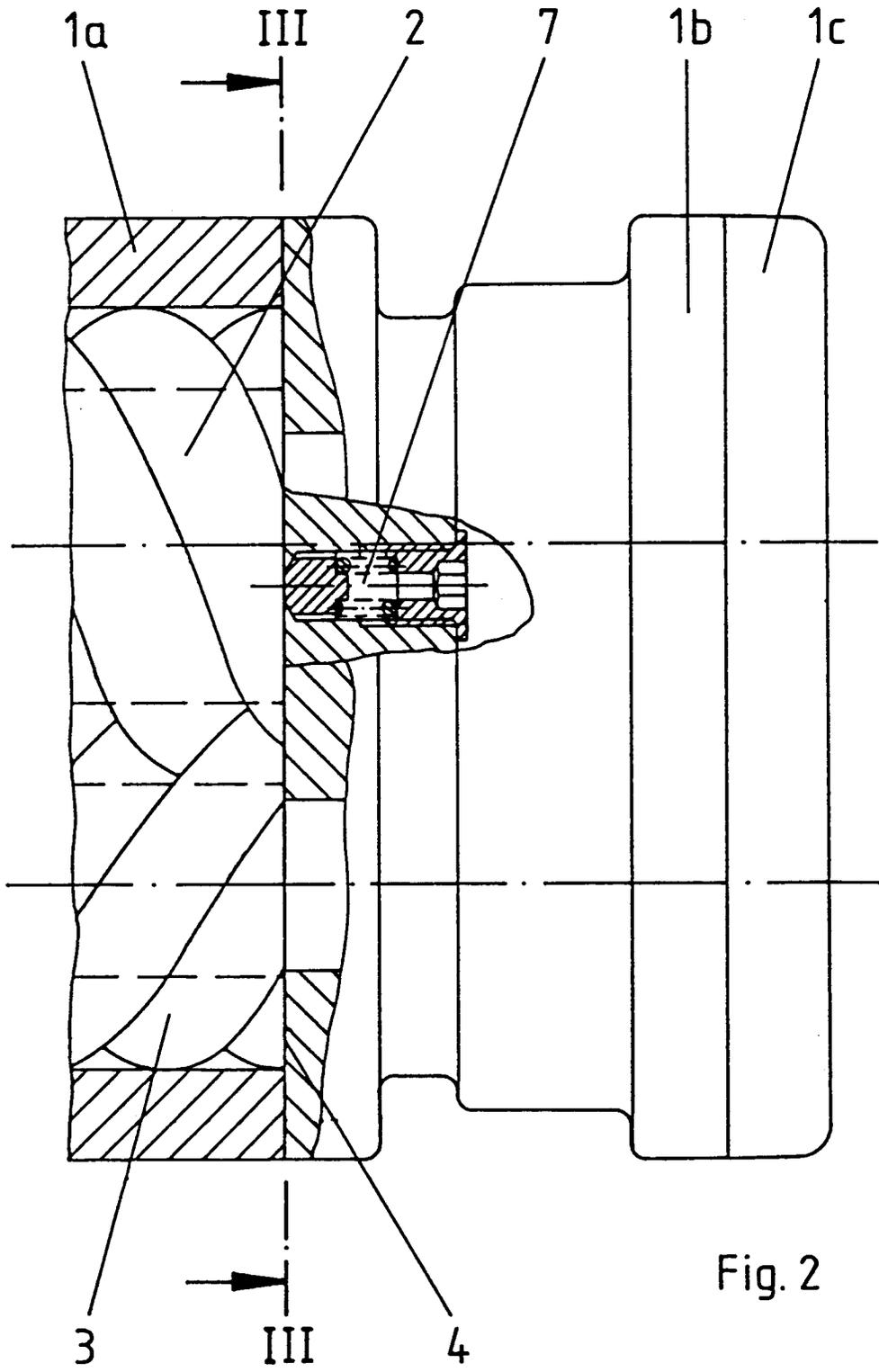


Fig. 2

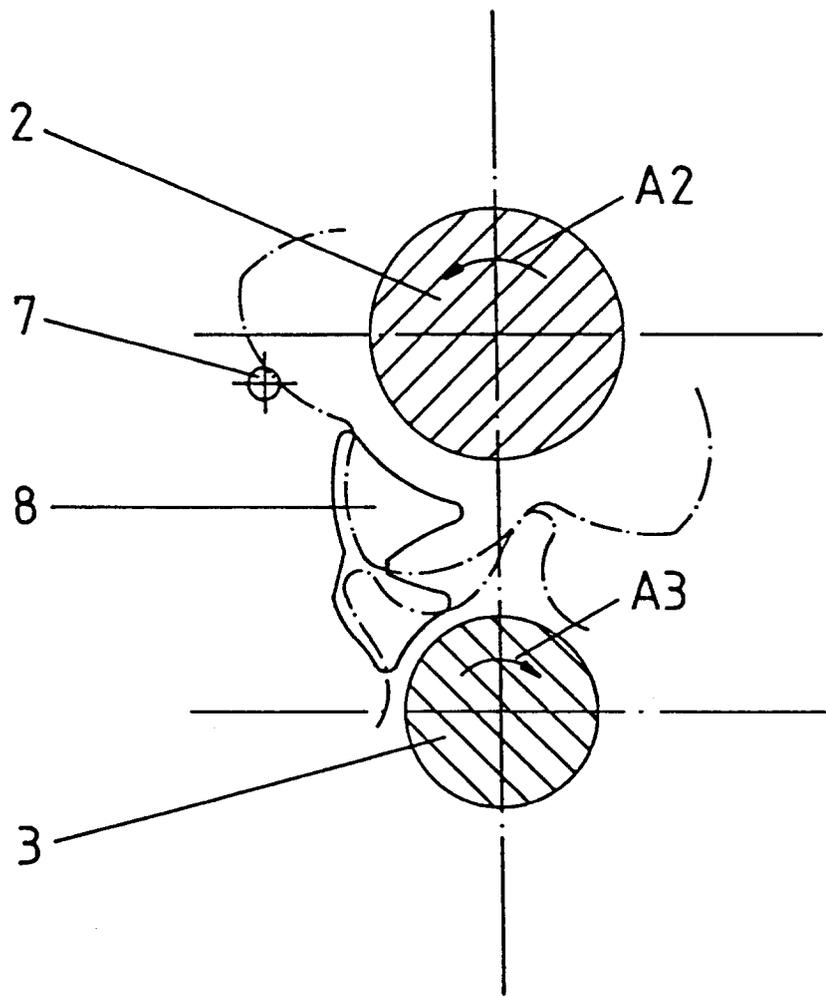


Fig. 3