



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 163 451 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.05.2004 Patentblatt 2004/21

(51) Int Cl.7: **F04C 18/16**, F04C 29/06,
F04C 29/00, F04C 29/04

(21) Anmeldenummer: **00916927.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2000/002152

(22) Anmeldetag: **10.03.2000**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2000/053930 (14.09.2000 Gazette 2000/37)

(54) **SCHRAUBENKOMPRESSOR**

ROTARY HELICAL SCREW-TYPE COMPRESSOR
COMPRESSEUR A VIS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

- **GILFERT, Karl-Heinz**
D-46145 Oberhausen (DE)
- **HEINZ, Arno**
D-46149 Oberhausen (DE)
- **MÜRMAN, Walter**
D-46149 Oberhausen (DE)

(30) Priorität: **10.03.1999 DE 29904410 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.12.2001 Patentblatt 2001/51

(74) Vertreter: **Glawe, Delfs, Moll & Partner**
Patentanwälte
Postfach 26 01 62
80058 München (DE)

(73) Patentinhaber: **GHH-RAND**
Schraubenkompressoren GmbH
46145 Oberhausen (DE)

(72) Erfinder:
• **ACHTELIK, Carsten**
D-46539 Dinslaken (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 037 559 **DE-A- 1 728 282**
DE-A- 2 733 902 **GB-A- 2 299 622**
US-A- 4 957 417 **US-A- 5 139 396**

EP 1 163 451 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schraubenkompressor von der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art. Die Erfindung ist vorzugsweise, aber nicht ausschließlich anwendbar bei einem Schraubenkompressor für die Erzeugung eines Druckluftstroms für den pneumatischen Transport von Schüttgütern, und insbesondere bei einem für die Anbringung an einem Silofahrzeug ausgebildeten Schraubenkompressor.

[0002] Schraubenkompressoren sind nach dem Verdrängerprinzip arbeitende Luftverdichter, die im Vergleich zu anderen Kompressortypen vorteilhafte Eigenschaften aufweisen, die sie besonders für den pneumatischen Transport von Schüttgütern geeignet machen. Dies gilt insbesondere für sogenannte trockenlaufende Schraubenkompressoren, bei denen die durch ein Gleichlaufgetriebe synchronisierten Schraubenrotoren keine Berührung miteinander und mit den umgebenden Gehäuseteilen haben. Im Kompressionsraum ist deshalb keine Schmierung erforderlich, so daß dieser ölfrei gehalten werden kann und somit jegliche Verunreinigung der Druckluft mit Öl vermieden wird. Durch den berührungsfreien Lauf der Rotoren findet auch in diesem Bereich kein Verschleiß statt, der die Lebensdauer reduziert, und es entsteht kein Abrieb, der die geförderte Luft verunreinigen kann. Schraubenkompressoren sind aufgrund ihrer Betriebscharakteristik vor allem zur Realisierung hoher Druckverhältnisse geeignet und sind unempfindlich gegen kurzfristige Drucksteigerungen, die durch Verstopfung der mit der Druckluft beaufschlagten Rohrleitung verursacht werden könnten. Schließlich haben sie geringeres Gewicht und geringe Abmessungen, was sie besonders für mobilen Einsatz z. B. an Silofahrzeugen geeignet macht.

[0003] Bei vielen bisher bekannten Schraubenkompressoren, insbesondere für den Einsatz von Silofahrzeugen, ist das Antriebsgetriebe für die Rotoren an dem einem Ende und das Synchronisiergetriebe am anderen Ende der Rotoren angeordnet. Ölschmierung ist deshalb sowohl am druckseitigen als auch am saugseitigen Ende der Rotoren erforderlich. Das Ansaugen der Luft erfolgt über ein Filter und/oder einen Schalldämpfer, die als vom Kompressorgehäuse separate Einheiten ausgebildet und mit dem Kompressorgehäuse über eine Ansaugleitung verbunden sind, die unter Umgehung des Synchronisiergetriebes in der Nähe des saugseitigen Endes des Rotorgehäuses in dieses mündet. Das Vorhandensein von Ölschmierung an der Saugseite des Rotorgehäuses ist unerwünscht, weil es die Gefahr der Verunreinigung der Luft mit Öl erhöht. Die Ausbildung des Ansaugfilters und/oder Schalldämpfers getrennt vom eigentlichen Kompressorgehäuse läuft der Forderung nach kompakter, robuster und gewichtssparender Bauweise entgegen.

[0004] Das Dokument GB-A-2 299 622 offenbart einen Schraubenkompressor gemäß dem Oberbegriff Anspruch 1. Durch die Anordnung sowohl des Antriebs-

als auch des Synchronisiergetriebes an der Druckseite des Rotorgehäuses dieses Schraubenkompressors kann am saugseitigen Ende des Rotorgehäuses auf Ölschmierung verzichtet werden. Ferner kann der die saugseitigen Wellenzapfen der Rotoren und deren Lageranordnung umgebende Bereich des saugseitigen Gehäusedeckels direkt für das Einströmen der Luft in den Kompressorraum genutzt werden. Ein Ansaugfilter und/oder Ansaugschalldämpfer ist jedoch nicht vorhanden.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch eine verbesserte Konstruktion des Schraubenkompressors im Bereich des saugseitigen Endes des Kompressorgehäuses eine vereinfachte und verbesserte Luftansaugung mit Filterung und/oder Schalldämpfung und eine kompakte Bauweise des Kompressors zu ermöglichen.

[0006] Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Die Unteransprüche beziehen sich auf vorteilhafte weitere Ausgestaltungen der Erfindung.

[0007] Erfindungsgemäß ist ein das Ansaugfilter und/oder den Ansaugschalldämpfer enthaltendes Ansauggehäuse direkt an das saugseitige Ende des Kompressorgehäuses angesetzt, wodurch sich eine kompakte, platzsparende und für mobilen Einsatz besonders robuste Konstruktion ergibt.

[0008] Eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kompressors wird anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht des Kompressors mit Ansaugfilter, von der Seite gesehen;

Fig. 2 einen Vertikalschnitt durch den Kompressor von Fig. 1;

Fig. 3 einen horizontalen Schnitt durch den Kompressor in der die beiden Rotorachsen enthaltenden Ebene;

Fig. 4 eine weitere perspektivische Darstellung des Kompressors in Untersicht, vom saugseitigen Ende her gesehen, bei abgenommenem Ansauggehäuse und Ölbehälter;

Fig. 5 ein Detail der perspektivischen Ansicht gemäß Fig. 1, mit einer geänderten Ausführungsform des Ansauggehäuses;

Fig. 6 ein vergrößertes Detail der Schnittdarstellung von Fig. 2 im Bereich der saugseitigen Rotorlagerung.

Fig. 7 ein vergrößertes Detail der Schnittdarstellung von Fig. 3 im Bereich der druckseitigen Rotorlagerung.

[0009] In allen Figuren sind gleiche oder einander entsprechende Teile mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0010] Das Gehäuse des in Fig. 1 - 4 dargestellten Kompressors setzt sich aus den folgenden Hauptteilen zusammen: einem Getriebegehäuse 1, einem Rotorgehäuse 3, einem Einströmgehäuse 4, einem Ansauggehäuse 5 und einem Ölbehälter 7. In dem Rotorgehäuse 3 sind zwei Rotoren, nämlich ein Hauptläufer 9 (Profilhähne) und ein Nebenläufer 11 (Profillücken) drehbar gelagert, die mit ihren schraubenförmigen Zähnen und Zahnlücken ineinandergreifen und dabei abgedichtete Kammern bilden, die sich bei der Drehung des Rotors in Axialrichtung verschieben und verkleinern und dabei die angesaugte Luft komprimieren. Bei Betrieb werden die Rotoren so angetrieben, daß ihr in den Fig. 1 - 3 rechtes Ende die Saugseite ist. Hier wird Luft durch an der Stirnseite des Rotorgehäuses 3 vorgesehene Einströmöffnungen 13 angesaugt. Die Luft wird von den ineinandergreifenden Zähnen und Zahnlücken des Rotorpaares in Axialrichtung nach links gefördert und tritt als komprimierte Luft am druckseitigen Ende der Rotoren an einem nach oben gerichteten Druckauslaß 15 aus. Das Funktionsprinzip eines Schraubenkompressors ist bekannt und wird hier nicht näher erläutert.

[0011] Das Getriebegehäuse 1 hat die Form eines scheibenartigen Ständers. In ihm ist in Lagern 16, 18 die Antriebswelle 17 des Kompressors gelagert, deren aus dem Gehäusedeckel 49 herausragender Wellenzapfen 17a an einen nicht dargestellten Drehantrieb angeschlossen ist. Das Getriebegehäuse 1 enthält ferner ein Antriebsgetriebe, bestehend aus einem auf der Antriebswelle 17 befestigten Zahnrad 19 und einem auf dem Wellenzapfen 23 des Nebenläufers 11 befestigten Zahnrad 21, durch welches die Drehung der Antriebswelle 17 mit geeignetem Übersetzungsverhältnis auf den Nebenläufer 11 übertragen wird. Ferner ist im Getriebegehäuse 1, d. h. ebenfalls auf der Druckseite der Rotoren 9, 11, das für den Synchronlauf dieser Rotoren sorgende Synchronisiergetriebe untergebracht, bestehend aus den ineinandergreifenden Zahnrädern 25, 27, die auf dem Wellenzapfen 23 des Nebenläufers bzw. auf dem Wellenzapfen 29 des Hauptläufers 9 befestigt sind. Das Synchronisiergetriebe sorgt dafür, daß die Rotoren 9, 11 mit sehr geringem Spiel, aber berührungsfrei ineinander greifen. Hierdurch ist es möglich, ohne jede Ölschmierung zwischen den Rotoren 9, 11 auszukommen, d. h. einen trockenlaufenden Kompressor zu realisieren. Dies ist besonders wichtig, wenn der Kompressor einen von Ölrückständen absolut freien Luftstrom zur pneumatischen Förderung von empfindlichem Fördergut erzeugen soll.

[0012] Das insgesamt ständer- oder scheibenförmig ausgebildete Getriebegehäuse 1 hat an seiner unteren Standfläche beiderseits vorkragende Befestigungsfüße 31 mit Löchern 33 für Befestigungsschrauben, mit denen der gesamte Kompressor an einer geeigneten Unterlage, z. B. einem Fahrzeug, befestigt werden kann.

[0013] Zum Zweck der ständigen Schmierung des Antriebsgetriebes 19, 21 und des Synchronisiergetriebes 25, 27 wird in den Bereich des Verzahnungseingriffs beider Getriebe Schmieröl eingespritzt, das durch eine Ölpumpe 45 ständig umgewälzt wird. Ein erforderlicher Vorrat an Öl wird in dem Ölbehälter 7 vorrätig gehalten, der mit dem Innenraum des Getriebegehäuses 1 kommuniziert. Mit den Wellenzapfen 23, 29 der Rotoren 9, 11 wirken Dichtungsanordnungen 35 zusammen, die den Ölzutritt zu den Rotoren 9, 11 und damit zum Verdichtungsraum des Kompressors verhindern. Diese Dichtungsanordnungen werden noch im einzelnen erläutert. Da das Antriebsgetriebe 19, 21 und das Synchronisiergetriebe 25, 27 beide auf der Druckseite der Rotoren 9, 11 angeordnet sind und die saugseitigen Lager der Rotoren fettgefüllt sind, wie noch erläutert wird, wird an der Saugseite der Rotoren (in Fig. 1 - 3 rechts) keine Ölschmierung benötigt. Es sind deshalb auch keine Ölleitungen, wie bei der üblichen Bauart von Schraubenkompressoren, erforderlich, durch die Öl von der Druckseite zur Saugseite des Rotors und zurück zirkulieren kann.

[0014] Wie aus Fig. 1 und Fig. 3 ersichtlich, ist das Rotorgehäuse 3 am Getriebegehäuse 1 mittels einer Flanschverbindung 37 so befestigt, daß es vom Getriebegehäuse 1 frei ausragt. Auch der Ölbehälter 7, der eine flache Kastenform hat, ist am Getriebegehäuse 1 so befestigt, daß er von diesem frei ausragt, und zwar etwa parallel zum Rotorgehäuse 3 und unterhalb desselben. Die Seitenwände des Ölbehälters 7 sind mit Kühlrippen 39 versehen. Zwischen dem Ölbehälter 7 und der Unterseite des Rotorgehäuses 3 befindet sich ein relativ breiter Luftzwischenraum 41. Mit dieser Anordnung des Rotorgehäuses 3 und Ölbehälters 7 relativ zueinander und zum Getriebegehäuse 1 wird erreicht, daß die Wärmeübertragung, insbesondere Wärmeleitung, vom Rotorgehäuse 3 zum Ölbehälter 7 auf ein Minimum reduziert wird. Damit wird vermieden, daß die bei Betrieb des Kompressors im Rotorgehäuse 3 durch die Luftverdichtung erzeugte Wärme zu einer unerwünschten Aufheizung des Ölvorrats im Ölbehälter 7 führt, obwohl der Ölbehälter 7 direkt mit dem Getriebegehäuse verbunden ist. Durch die direkte Befestigung (Flanschverbindung) des Ölbehälters 7 an dem Getriebegehäuse 1 kann dieser mit dem Getriebegehäuse 1 über eine große Öffnung 43 kommunizieren. Gesonderte Ölleitungen entfallen.

[0015] Für die Zirkulation des Öls im Inneren des Getriebegehäuses 1, bzw. zum Erzeugen eines Ölnebels, dient eine Ölpumpe 45, die die Antriebswelle 17 umgibt und von dieser angetrieben wird. Das Gehäuse der Ölpumpe 45 hat einen nach außen abstehenden Flansch 47, der zur Zentrierung des am Getriebegehäuse 1 befestigten Gehäusedeckels 49 dient. Die Ölpumpe 45 wird mit 4 Schrauben 51 (Fig. 3) und zugehörigen Gewindebohrungen am Getriebegehäuse 1 befestigt.

[0016] Aufgrund der Anordnung des Antriebsgetriebes 19, 21 und Synchronisiergetriebes 25, 27 auf der

Druckseite der Rotoren 9, 11 befinden sich auf deren Saugseite lediglich die Lager 53 für die saugseitigen Wellenzapfen 55, 57 in einem das Rotorgehäuse 3 saugseitig abschließenden Einströmgehäuse 4, in dem zwischen Stützrippen 14 die zum Innenraum des Rotorgehäuses 3 führenden Einströmöffnungen 13 ausgebildet sind. Den Lagern 53 sind mit den wellenzapfen 55, 57 zusammenwirkende Dichtungsanordnungen 61 vorgelagert, die noch erläutert werden.

[0017] Die über die Lager 53 vorstehenden Enden der saugseitigen Wellenzapfen 55, 57 der Rotoren 9, 11 sind mit einem Werkzeugeingriff für den Ansatz eines Drehwerkzeuges versehen. Bei dem in Fig. 6 gezeigten Ausführungsbeispiel besteht der Werkzeugeingriff aus zwei Abflachungen 63 für den Ansatz eines Maulschlüssels. Der Werkzeugeingriff kann aber auch die Form eines Vierkants, Sechskants, eines Innensechskants oder dergleichen aufweisen. Die mit dem Werkzeugeingriff versehenen Wellenzapfen 55, 57 sind durch Abnehmen eines auf dem Einströmgehäuse 4 mit Schrauben befestigten Gehäusedeckels 65 leicht zugänglich.

[0018] Durch Ansetzen eines Drehwerkzeuges an einem oder beiden saugseitigen Wellenzapfen der Rotoren 9, 11 ist es möglich, diese von Hand zu drehen und dadurch eine Blockierung der Rotoren zu beseitigen, die auftreten kann, wenn staubförmiges Gut, das durch den vom Kompressor erzeugten Druckluftstrom gefördert werden soll, in Folge eines Materialrückschlages in das Innere des Rotorgehäuses 3 und zwischen die Rotoren 9, 11 gelangt. Durch Drehen des Antriebswellenzapfens 17a kann eine solche Blockierung in der Regel nicht beseitigt werden, da das Antriebsgetriebe 19, 21 eine zu hohe Übersetzung hat.

[0019] Das das Rotorgehäuse 3 saugseitig abschließende, die Einströmöffnungen 13 aufweisende Einströmgehäuse 4 ist mit Abstand von einem großvolumigen Ansauggehäuse 5 umgeben (in Fig. 2 und Fig. 3 nur strichpunktiert angedeutet), das mittels Schrauben an einem Flansch 67 des Rotorgehäuses 3 befestigt ist. In diesem direkt am Rotorgehäuse 3 befestigten Ansauggehäuse 5 befindet sich ein Ansaugfilter zum Filtern der angesaugten Luft und/oder ein Dämpfer zur Schalldämpfung. Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform enthält das Ansauggehäuse 5 ein Filter 6 aus einem geeigneten porösen bzw. luftdurchlässigen Filtermaterial. Das Filter liegt in einem Luftströmungsweg zwischen einem äußeren Ansaugschlitz 69 und einem in einer inneren Trennwand 71 angeordneten Durchlaßschlitz 73, wobei Ansaugschlitz 69 und Durchlaßschlitz so gegeneinander versetzt sind, daß ein möglichst langer Strömungsweg für die Luft zwischen den Schlitzen 69, 73 durch das Filter 6 gebildet wird.

[0020] In Fig. 5 ist eine abgeänderte Ausführungsform des Ansauggehäuses 5 dargestellt, bei dem die durch den Ansaugschlitz 69 angesaugte und durch die Umlenk wand 71 mit Durchlaßschlitz 73 umgelenkte Luft einen z.B. aus geeigneten Lochblechen ausgebildeten Schalldämpfer 75 durchströmt, bevor sie in den den Ge-

häusedeckel 69 umgebenden Raum gelangt und durch die Einströmöffnungen 13 in den Innenraum des Rotorgehäuses 3 einströmt. Es ist auch möglich, das Ansauggehäuse 5 so auszubilden, daß es sowohl ein Filter als auch einen Schalldämpfer enthält.

[0021] Ein Vorteil der direkten Anbringung des ein Filter und/oder einen Schalldämpfer enthaltenden Ansauggehäuses 5 am Rotorgehäuse 3 derart, daß es das Einströmgehäuse 4 mit Abstand umgibt, besteht darin, daß eine separate Anordnung eines Filters und/oder Schalldämpfers, und eine Verbindungsleitung zwischen diesem und der Saugseite des Kompressors entfallen kann. Dadurch wird eine besonders einfache, kompakte und robuste Anordnung erzielt. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die in das Ansauggehäuse 5 angesaugte Luft die Außenseite des die Wellenzapfenlager enthaltenden Einströmgehäuses 4 umströmt und kühlt, bevor sie durch die Einströmöffnungen 13 in das Innere des Rotorgehäuses 3 eintritt. Hierdurch wird eine wirksame Kühlung der saugseitigen Rotorlager erzielt.

[0022] Fig. 6 zeigt in vergrößerter Schnittdarstellung die Lagerung und Abdichtung des Wellenzapfens 55 des Rotors 9 in dem Einströmgehäuse 4. Der Wellenzapfen 57 des anderen Rotors 11 ist in analoger Weise gelagert und abgedichtet. Der mit dem Werkzeugeingriff (Abflachungen 63) versehene Wellenzapfen 57 ist in dem nach Art einer Nabe ausgebildeten Mittelteil des Einströmgehäuse 4 mittels eines Wälzlagers 53 gelagert, das zwischen einer Schulter des Wellenzapfens 57 und einem in einer Ringnut des Wellenzapfens eingreifenden Sicherungsring 83 angeordnet ist. Da auf der Saugseite der Rotoren 9, 11, wie oben ausgeführt, keinerlei Ölschmierung stattfinden soll, ist das Wälzlager 53 vorzugsweise als gekapseltes Lager mit einer Lebensdauer-Fettfüllung ausgebildet, so daß es keinerlei nachträgliche Schmierung benötigt. Anschließend an das Wälzlager 53 ist auf dem Wellenzapfen 57 ein Lauf ring 85 befestigt, vorzugsweise aufgeschrunpft. Der Lauf ring 85, der z.B. ein handelsüblicher Lauf ring für ein Wälzlager sein kann, besteht aus Stahl mit speziell gehärteter Umfangsfläche. Mit dieser wirken zwei Dicht lippen eines Lippen dichtrings 87 zusammen, der den Innenraum des Rotorgehäuses 3 gegen die Wälzlager 53 abdichtet. Auf der dem Rotorgehäuse 3 zugewandten Seite des Lippendichtrings 87 ist zwischen diesem und einer Innenschulter 4a des Einströmgehäuses 4 ein Schutzring 89 angeordnet, dessen Innenumfang der Außenfläche des Lauf rings 85 mit einem sehr kleinen Spalt, aber berührungsfrei gegenübersteht. Der Schutz ring 89 und der Lippendichtring 87 sind aneinander und an der Innenschulter 4a des Einströmgehäuses 4 anliegend in der Bohrung des Gehäuses festgelegt, vorzugsweise eingeklebt.

[0023] Die Funktion des Schutzrings 89 ist die folgende: Der Kompressor erzeugt bei Betrieb durch Ansaugen von Luft auf der Saugseite und Ausblasen verdichteter Luft am Druckstutzen 15 einen Druckluftstrom, der z.B. zum pneumatischen Transport von staubförm-

gen Gut dienen kann. Bei Betriebsstörungen kann es zu einem Rückschlag von komprimierter Luft von der Druckseite zur Saugseite der Rotoren kommen, wodurch die Gefahr besteht, daß von Luftstrom getragene Partikel des staubförmigen Materials in das Rotorgehäuse 3 und aus diesem bis zu den Wellenzapfen der Rotoren gelangen. Im Fall eines solchen Materialrückschlags schützt der Schutzring 89 den Lippendichtring 87 davor, daß Staubpartikel unter die Dichtlippen des Lippendichtrings 87 gelangen und die Dichtwirkung beeinträchtigen.

[0024] Die in Fig. 6 dargestellte und vorstehend beschriebene saugseitige Lageranordnung hat den weiteren Vorteil, daß sie von dem Wellenzapfen 57 abgezogen werden kann, ohne daß dabei der Rotor 9 bzw. 11 ausgebaut oder die präzise Einstellung der Rotoren zueinander verändert werden muß. Das Abnehmen der Lager- und Dichtungsanordnung vom Wellenzapfen kann in folgender Weise durchgeführt werden:

[0025] Nach Abnehmen des Ansauggehäuses 5 wird der Gehäusedeckel 65 des Einströmgehäuses 4 abgenommen, so daß der Wellenzapfen 57 mit seinem Sicherungsring 83 zugänglich wird. Der Sicherungsring 83 wird entfernt. Anschließend werden die das Einströmgehäuse 4 mit dem Rotorgehäuse 3 verbindenden Schrauben gelöst. Nunmehr kann das gesamte Einströmgehäuse 4 mitsamt den darin enthaltenden Wälzlager 53, Lippendichtringen 87 und Schutzringen 89 abgenommen werden. Dadurch können die saugseitigen Wälzlager 53, die diejenigen Teile sind, die aufgrund der begrenzten Standzeit ihrer Fettfüllung am ehesten ausgetauscht werden müssen, leicht ausgewechselt werden, ohne daß die Rotoren 9, 11 in ihrer Justage zueinander und zum Gehäuse geändert oder gar ausgebaut werden müßten.

[0026] Fig. 7 zeigt in einer Schnittdarstellung entsprechend Fig. 3, aber in größerem Maßstab die Lagerung und Abdichtung der druckseitigen Wellenzapfen 29, 23 der Rotoren 9, 11 am druckseitigen Ende des Rotorgehäuses 3. Im Folgenden wird die Lager- und Dichtungsanordnung für den Wellenzapfen 29 des Rotors 9 beschrieben. Diejenige für den Wellenzapfen 23 des Rotors 11 ist völlig analog ausgebildet.

[0027] Der Wellenzapfen 29 ist in der druckseitigen Stirnwand des Rotorgehäuses 3 durch zwei nebeneinander geordnete Wälzlager 91, 93 gelagert, die als sogenannte Schrägkugellager ausgebildet sind. Schrägkugellager, die im Handel erhältlich sind, sind Kugellager, deren Kugeln vom äußeren und inneren Laufring nur auf der einen bzw. anderen Seite der radialen Mittelebene umgriffen werden. Die beiden Schrägkugellager 91, 93 sind spiegelsymmetrisch nebeneinander angeordnet. Eine solche Anordnung von Schrägkugellagern hat die Eigenschaft, daß sie in Axialrichtung völlig spielfrei ist. Eine auf dem Wellenzapfen 29 angeordnete Wellenmutter 95 legt die Schrägkugellager 91, 93 in Axialrichtung auf dem Wellenzapfen 29 fest. Der äußere Laufring des Schrägkugellagers 93 liegt gegen eine In-

nenschulter 97 des Rotorgehäuses 3 an.

[0028] Zwischen dem Schrägkugellager 93 und dem Rotor 9 befindet sich ein Abschnitt des Wellenzapfens 29, auf dem ein Laufring 101 befestigt, vorzugsweise aufgeschlumpft ist.

[0029] Dieser Laufring 101 besteht, ebenso wie der zuvor beschriebene Laufring 85 gemäß Fig. 6, aus Stahl mit einer speziell gehärteten Umfangsfläche. An der Oberfläche des Laufrings 101 liegen die Dichtlippen eines Lippendichtrings 103 an, der den Kompressionsraum des Rotorgehäuses 3 gegen den ölbeaufschlagten Getriebe- und Lagerungsbereich abdichtet. Die gehärtete und extrem präzise bearbeitete, z.B. polierte Außenfläche des Laufrings 25 ergibt eine besonders verschleißmindernde Anlagefläche für die Dichtlippen des Lippendichtrings 103.

[0030] Zwischen dem Lippendichtring 103 und dem Rotor 9 befindet sich ferner ein Labyrinthdichtring 105, der an seinem Innenumfang mehrere nebeneinanderliegende Ringrippen aufweist, die der Außenfläche des Laufrings 101 mit sehr geringem Spalt, aber berührungsfrei gegenüberstehen und mit dieser einen Labyrinthspalt bilden. Obwohl der Laufring 101 mit dem Labyrinthdichtring 105 normalerweise keine Berührung hat, ist es trotzdem vorteilhaft, daß sich der Laufring 101 auch über dem Bereich des Labyrinthdichtrings 105 erstreckt. Die Labyrinthspaltdichtung ist zwar im Normalfall eine berührungslose Dichtung, es kann aber unter extremen Betriebsbedingungen unter Umständen eine Berührung zwischen den Ringrippen des Labyrinthdichtrings 105 und dem Laufring 101 erfolgen. Wenn der Laufring 101 nicht vorhanden wäre, würden hierbei Rillen auf den Wellenzapfen 29 erzeugt werden, so daß dieser beschädigt wird und der Rotor 9 unbrauchbar wird. Dank des Vorhandens des Laufrings 101 braucht in einem solchen Fall nur der Laufring 101 ausgewechselt zu werden, so daß der Rotor 9, bei sonstiger Schadensfreiheit, wieder benutzt werden kann.

[0031] Zwischen dem Labyrinthdichtring 105 und dem Lippendichtring 103 befindet sich ein ringförmiger Entlastungsraum 107, der über einen Lüftungskanal 109 (s. Fig. 7 und Fig. 2) mit der Atmosphäre verbunden ist. Der im Inneren des Rotorgehäuses 3 ausgebildete Lüftungskanal 109, die sogenannte Laterne, verläuft von einem Punkt zwischen den beiden Wellenzapfen 29, 23 der Rotoren 9, 11 nach unten und mündet an der Unterseite des Rotorgehäuses 3. Der Mündung der Laterne 109 liegt mit Abstand die mit den Kühlrippen 39 versehene Oberseite des Ölbehälters 7 gegenüber. Ein geradliniger Zugangsweg zu der Mündung der Laterne 109 von unten her wird durch den Ölbehälter 7 versperrt. Fig. 4 zeigt eine perspektivische Ansicht von unten des Kompressors bei abgenommenem Ölbehälter 7, so daß in der Stirnwand des Getriebegehäuse 1 die Schraubenlöcher 44 für die Befestigung des Ölbehälters 7 und die große Verbindungsöffnung 43, über die der Ölbehälter mit dem Getriebegehäuse kommuniziert, sichtbar sind. Ferner ist in Fig. 4 das Ansauggehäuse 5 vom

saugseitigen Ende des Rotorgehäuses 3 abgenommen, so daß der Blick frei ist auf das Einströmgehäuse 4 mit seinen Stütz-Rippen 14 und den zum Inneren des Rotorgehäuses 3 führenden Einströmöffnungen 13. Die Fig. 4 zeigt auch die Mündung der Laterne (Lüftungskanal) 109 an der Unterseite des Rotorgehäuses 3. Wie aus Fig. 4 ersichtlich, sind beiderseits der Mündung der Laterne 109 Vorsprünge 111 an der Unterseite des Rotorgehäuses 3 vorgesehen, die die Mündung der Laterne 109 gegen geradlinigen Zugang von der Seite her abschirmen. Diese Vorsprünge 111 können durch Öl Ablaufkanäle gebildet sein. Die Mündung der Laterne 109 befindet sich somit an einer geschützten Stelle, zu der ein geradliniger Zugangsweg weder von unten (wegen des Ölbehälters 7), noch von der Seite (wegen der Vorsprünge 111) möglich ist. Hierdurch wird verhindert, daß z.B. bei der Reinigung des Kompressors mittels eines Hochdruckspritzgerätes der Hochdruck-Wasserstrahl direkt auf die Mündung der Laterne 109 gerichtet werden kann, wodurch Wasser in den Ringraum 107 und damit in den Bereich des Lippendichtrings 103 und des Labyrinthdichtrings 105 gelangen könnte.

[0032] Wie anhand von Fig. 7 erläutert werden kann, dient der auf dem Wellenzapfen 29 angebrachte Laufring 101 zusätzlich als Abstandselement, welches für die Einhaltung eines sehr genau bemessenen Spaltes zwischen der druckseitigen Stirnfläche des Rotors 9 oder 11 und der dieser zugewandten Stirnfläche 113 des Rotorgehäuses 3 dient. Für den Wirkungsgrad des Kompressors kommt es entscheidend auf einen möglichst kleinen und exakt definierten Spalt an der druckseitigen Stirnfläche des Rotors 9 bzw. 11 an. Erfindungsgemäß erfolgt die präzise Einstellung und Einhaltung dieses Spalts in der Weise, daß zunächst bei der Bearbeitung des Rotorgehäuses 3 der Abstand a zwischen der dem Rotor 9 zugewandten Stirnfläche 113 und der Anlageschulter 97 für das Wälzlager 93 mit sehr engen Toleranzen auf einem vorgegebenen Wert gefertigt wird. Die Länge b des Laufrings 101, der als Abstandselement zwischen dem Wälzlager 97 und der Stirnfläche des Rotors 9 eingesetzt ist, wird ebenfalls mit entsprechend genauen Toleranzen auf einem Wert eingeschliffen, der gegenüber dem Abstand a ein Übermaß hat, welches exakt der Breite des zwischen dem Rotor 9 und dem Rotorgehäuse 3 einzustellenden Spaltes entspricht. Diese Einstellung des Spaltes aufgrund der Längendifferenz der Abstände a und b ist dadurch möglich, daß erfindungsgemäß Schrägkugellager 91, 93 in symmetrischer Anordnung verwendet werden, die, wie erwähnt, eine vom Axialspiel völlig freie Lageranordnung ergeben. Da somit die Berührungsf lächen zwischen dem äußeren Lagerring und der Gehäuseschulter 97 einerseits und zwischen dem inneren Lagerring des Wälzlagers 93 und dem Laufring 101 andererseits als axial spielfreie Referenzflächen dienen, erhält man durch hinreichend genaue Bearbeitung des Abstandes a der Gehäuseschultern und der Länge b des Laufrings 101 eine entsprechend genaue Einstellung des Ro-

torstirnspaltes. Die einmal erzielte Einstellung des Rotorstirnspaltes bleibt auch bei Temperaturänderungen erhalten, da der Einfluß der unterschiedlichen Wärme- dehnung von Rotorgehäuse 3 und Laufring 101 vernachlässigbar klein ist. Es entfällt die bisher bei Kompressoren dieser Art bei der Montage erforderliche Einstellung des Rotorstirnspaltes durch Einsetzen von Beilagringen unterschiedlicher Dicke entsprechend der Fertigungstoleranzschwankungen.

Patentansprüche

1. Schraubenkompressor mit zwei in einem Rotorgehäuse (3) achsparallel gelagerten Rotoren, die mit schraubenförmigen Zähnen und Zahnücken ineinandergreifen und im Betrieb Luft von einem saugseitigen Ende in Richtung auf ein druckseitiges Ende des Rotorgehäuses (3) fördern und dabei verdichten, einem an einem Ende des Rotorgehäuses (3) angeordneten Getriebegehäuse (1), in welchem eine Antriebswelle (17) mit Antriebsgetriebe (19, 21) für die Rotoren (9, 11) gelagert ist und eine Ölschmierung für das Antriebsgetriebe vorgesehen ist, und einem Synchronisiergetriebe (25, 27), das die Rotoren (9, 11) zu synchron-gegenläufigem, berührungsfreiem Gleichlauf koppelt, wobei das Antriebsgetriebe (19, 21) und das Synchronisiergetriebe (25, 27) beide im Getriebegehäuse (1) am druckseitigen Ende des Rotorgehäuses (3) angeordnet sind, und wobei die Lager (53) für die saugseitigen Wellenzapfen (55, 57) der Rotoren (9, 11) frei von Ölschmierung sind und in einem das Rotorgehäuse (3) am saugseitigen Ende abschließenden Einströmgehäuse (4) angeordnet sind, das die Einströmöffnungen (13) für die von den Rotoren (9, 11) angesaugte Luft aufweist derart, daß der die Lager (55, 57) enthaltende Teil des Einströmgehäuses (4) von der angesaugten Luft gekühlt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Einströmgehäuse (4) mit Abstand von einem am Rotorgehäuse (3) befestigten Ansauggehäuse (5) umgeben ist, das mindestens eine Ansaugöffnung (59) aufweist und in dem im Strömungsweg der Luft von der Ansaugöffnung (69) zu den Einströmöffnungen (13) ein Filter (6) und/oder ein Schalldämpfereinsatz (75) angeordnet ist.
2. Schraubenkompressor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** jedes der Lager (53) für die saugseitigen Wellenzapfen (55, 57) der Rotoren (9, 11) ein gekapseltes Wälzlager mit Lebensdauer-Fettfüllung ist.
3. Schraubenkompressor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Einströmge-

häuse (4) Bohrungen (66) aufweist, durch die die Wellenzapfen (55, 57) der Rotoren (9, 11) zugänglich sind, und daß an jedem Wellenzapfen (53, 55) ein Werkzeugeingriff (63) für das Ansetzen eines Drehwerkzeuges angeformt ist.

4. Schraubenkompressor nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, daß das Einströmgehäuse (4) Bohrungen (66) für den Zugang zu den Wellenzapfen (53, 57) der Rotoren (9, 11) aufweist, und daß durch die Öffnung (9, 66) ein das Lager (53) auf dem Wellenzapfen (55, 57) sichernder Ring (53) zugänglich ist derart, daß der Sicherungsring (53) vom Wellenzapfen (55, 57) entfernt und dann, ggf. nach dem Lösen von Befestigungsschrauben, das Einströmgehäuse (4) einschließlich der Lager (53) und ggf. Dichtungen (87) vom Wellenzapfen (55, 57) abgezogen werden kann.

5. Schraubenkompressor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder saugseitige Wellenzapfen (55, 57) im Einströmgehäuse (4) durch einen Lippendichtring (87) abgedichtet ist, der an dem Wellenzapfen oder einem auf dem Wellenzapfen angeordneten Laufring (85) anliegt, und daß zwischen dem Lippendichtring (87) und dem Rotorgehäuse ein Schutzring (89) angeordnet ist, der der Umfangsfläche des Wellenzapfens bzw. des Laufrings (85) mit geringem Abstand berührungsfrei gegenübersteht.

Claims

1. A screw compressor comprising: two rotors mounted in a rotor housing (3) with parallel axes, that engage one another with screw-shaped teeth and tooth gaps, and that convey air during operation from a suction end toward a pressure end of the rotor housing (3) and thereby compress the air,
 a gear housing (1) located at one end of the rotor housing (3) in which a drive shaft (17) is mounted with drive gears (19, 21) for the rotors (9, 11) and in which oil lubrication is provided for the drive gears,
 and a synchronizing gear (25, 27) that couples the rotors (9, 11) to run together in opposite directions synchronously without touching,
 wherein the drive gear (19, 21) and the synchronizing gear (25, 27) are both located in the gear housing (1) on the pressure end of the rotor housing (3), and wherein the bearings (53) for suction side shaft journals (55, 57) of the rotors (9, 11) are free of oil lubrication and are located in an inlet housing (4) that closes off the rotor housing (3) at the suction end and has inlet openings (13) for the air aspirated by the rotors (9, 11) such the section of the inlet

housing (4) containing said bearings (55, 57) is cooled by means of the intake air,

characterized in that that the inlet housing (4) is surrounded in spaced relationship by an intake housing (5) attached to the rotor housing (3) that has at least one intake opening (59) and in which there is located a filter (6) and/or a muffler insert (75) in the flow path of the air from the intake opening (69) to the inlet openings (13).

2. A screw compressor according to claim 1, wherein each of the bearings (53) for the suction side shaft journal (55, 57) of the rotors (9, 11) is an encapsulated roller bearing with a lifetime grease filling.
3. A screw compressor according to claim 1, wherein the inlet housing (4) has holes (66) through which the shaft journals (55, 57) of the rotors (9, 11) can be accessed, and that a tool interface (63) is designed into each shaft journal (53, 55) for engagement by a turning tool.
4. A screw compressor according to claim 1 wherein the inlet housing (4) has holes (66) through which the shaft journals (53, 57) of the rotors (9, 11) can be accessed, and that a retaining ring (83) that secures the bearing (53) to the shaft journal (55, 57) can be accessed through the holes (66) in such a way that the retaining ring (83) can be removed from the shaft journal (55, 57) and then, after removing any attaching screws, the inlet housing (4) and the bearing (53) and any seals (87) can be removed from the shaft journal (55, 57).

5. A screw compressor according to claim 1 wherein each suction side shaft journal (55, 57) is sealed in the inlet housing (4) by means of a lip seal ring (87) that sits against the shaft journal or a race (85) located on the shaft journal, and that between the lip seal ring (87) and the rotor housing is a guard ring (89) that sits opposite the perimeter surface of the shaft journal or race (85) with a minimal separation without touching it.

Revendications

1. Compresseur à vis comportant deux rotors montés avec leurs axes parallèles dans un carter de rotor (3), lesquels s'engagent l'un dans l'autre par des dents et entredents en forme de vis et qui, pendant le fonctionnement, refoulent de l'air depuis une extrémité côté aspiration en direction d'une extrémité côté refoulement du carter de rotor (3), et le compriment ainsi, comportant un carter de transmission (1) disposé à une extrémité du carter de rotor (3), dans lequel est monté un arbre d'entraînement (17) avec transmission d'entraînement (19, 21) pour les

rotors (9, 11), et dans lequel est prévue une lubrification à huile de la transmission d'entraînement et comportant un mécanisme de synchronisation (25, 27) couplant les rotors (9, 11) pour une synchronisation sans contact et en sens contraire, le carter de transmission (1) ayant la forme d'un stator en forme de disque et étant pourvu de moyens (31, 33) pour sa fixation sur un support, le mécanisme d'entraînement (19, 21) et le mécanisme de synchronisation (25, 27) étant disposés tous deux dans le carter de transmission (1) à l'extrémité côté refoulement du carter de rotor (3) et les paliers (53) pour les tourillons des arbres (55, 57) côté aspiration des rotors (9, 11) n'étant pas lubrifiés et étant disposés dans un carter d'arrivée (4) se raccordant au carter de rotor (3) à l'extrémité côté aspiration, lequel carter d'arrivée présente des orifices d'arrivée (13) pour l'air aspiré par les rotors (9, 11), de manière que la partie du carter d'arrivée (4), contenant les paliers (55, 57) soit refroidie par l'air aspiré, **caractérisé en ce que** le carter d'arrivée (4) est entouré à distance par un carter d'aspiration (5) fixé au carter de rotor (3) et qui présente au moins un orifice d'aspiration (59) et dans lequel un filtre (6) et/ou une garniture de silencieux (75) est disposé dans le parcours d'écoulement de l'air depuis l'orifice d'aspiration (69) vers les orifices d'entrée (13).

2. Compresseur à vis selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** chacun des paliers (53) pour les tourillons des arbres (55, 57) côté aspiration des rotors (9, 11), est un palier de roulement entièrement fermé avec remplissage de graisse à vie.
3. Compresseur à vis selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le carter d'entrée (4) présente des perçages (66) à travers lesquels les tourillons des arbres (55, 57) des rotors (9, 11) sont accessibles, et **en ce que** sur chaque tourillon d'arbre (53, 55) est formée une prise d'outil (63) pour y placer un outil de vissage.
4. Compresseur à vis selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le carter d'entrée (4) présente des perçages (66) pour l'accès aux tourillons des arbres (53, 57) des rotors (9, 11), et **en ce qu'**à travers l'ouverture (9, 66) une bague (53), bloquant le palier (53) sur le tourillon d'arbre (55, 57), est accessible de manière que la bague de blocage (53) puisse être enlevée du tourillon d'arbre (55, 57) puis, éventuellement après desserrage de vis de fixation, que le carter d'entrée (4) avec les paliers (53) et éventuellement les garnitures d'étanchéité (87) puisse être retiré du tourillon d'arbre (55, 57).
5. Compresseur à vis selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** chaque tourillon d'ar-

bre (55, 57) côté aspiration est rendu étanche dans le carter d'entrée (4) par une bague d'étanchéité à lèvres (87) qui s'applique contre le tourillon d'arbre ou une bague de roulement (85) disposée sur le tourillon d'arbre, et **en ce qu'**entre la bague d'étanchéité à lèvres (87) et le carter de rotor est disposée une bague de protection (89) qui fait face sans contact et à faible distance à la surface périphérique du tourillon d'arbre ou de la bague de roulement (85).

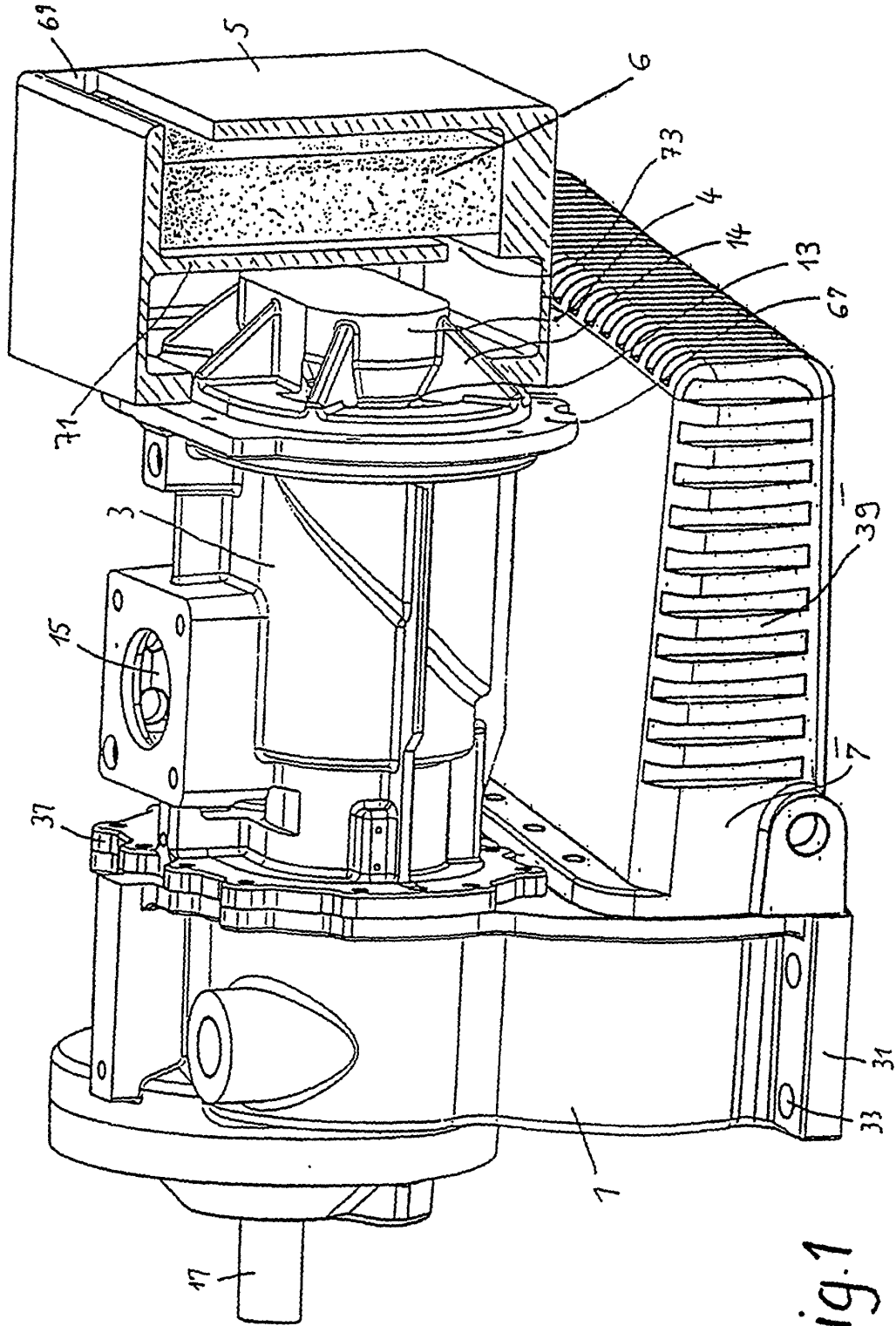


Fig. 1

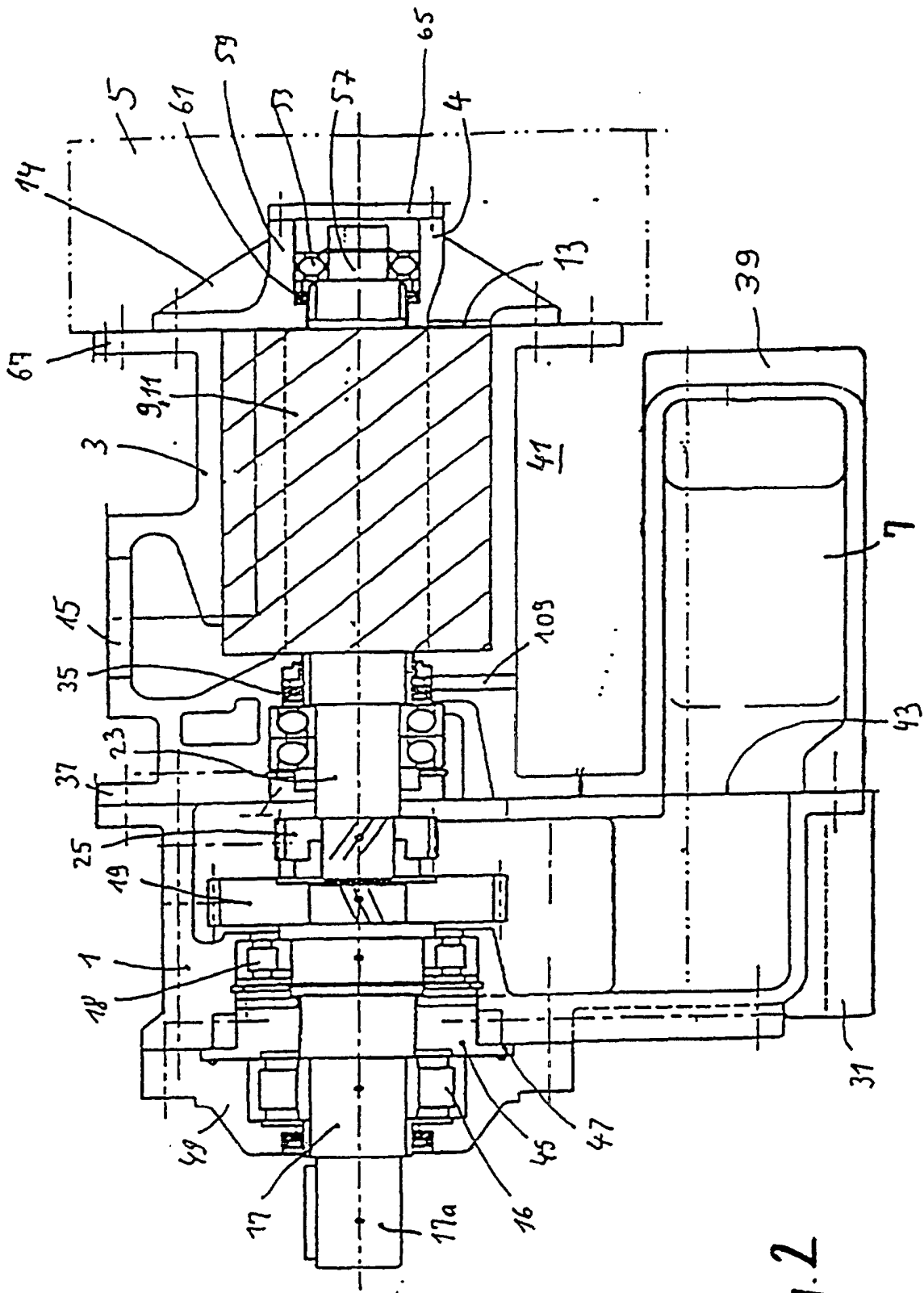


Fig. 2

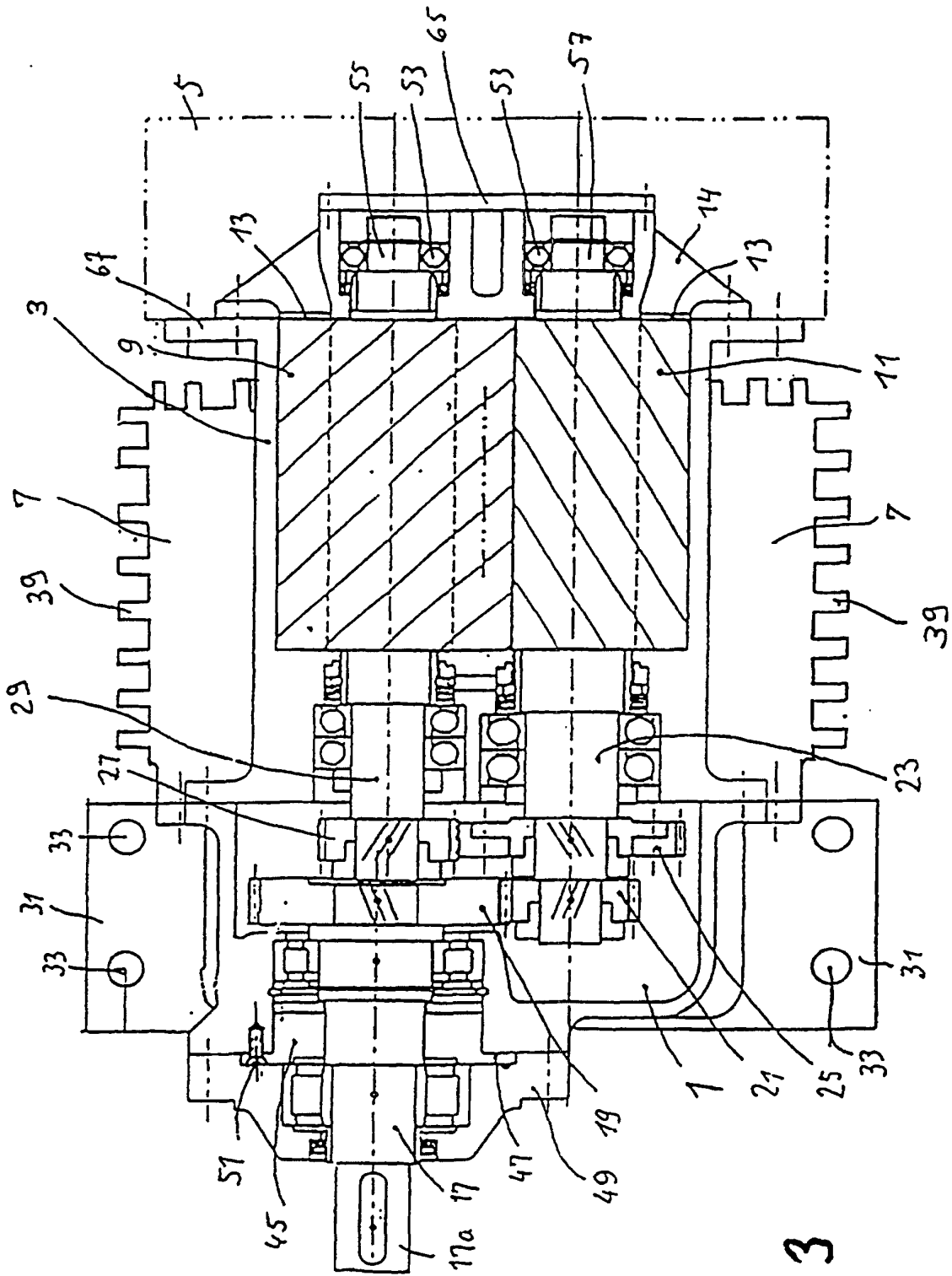


Fig. 3

Fig. 4

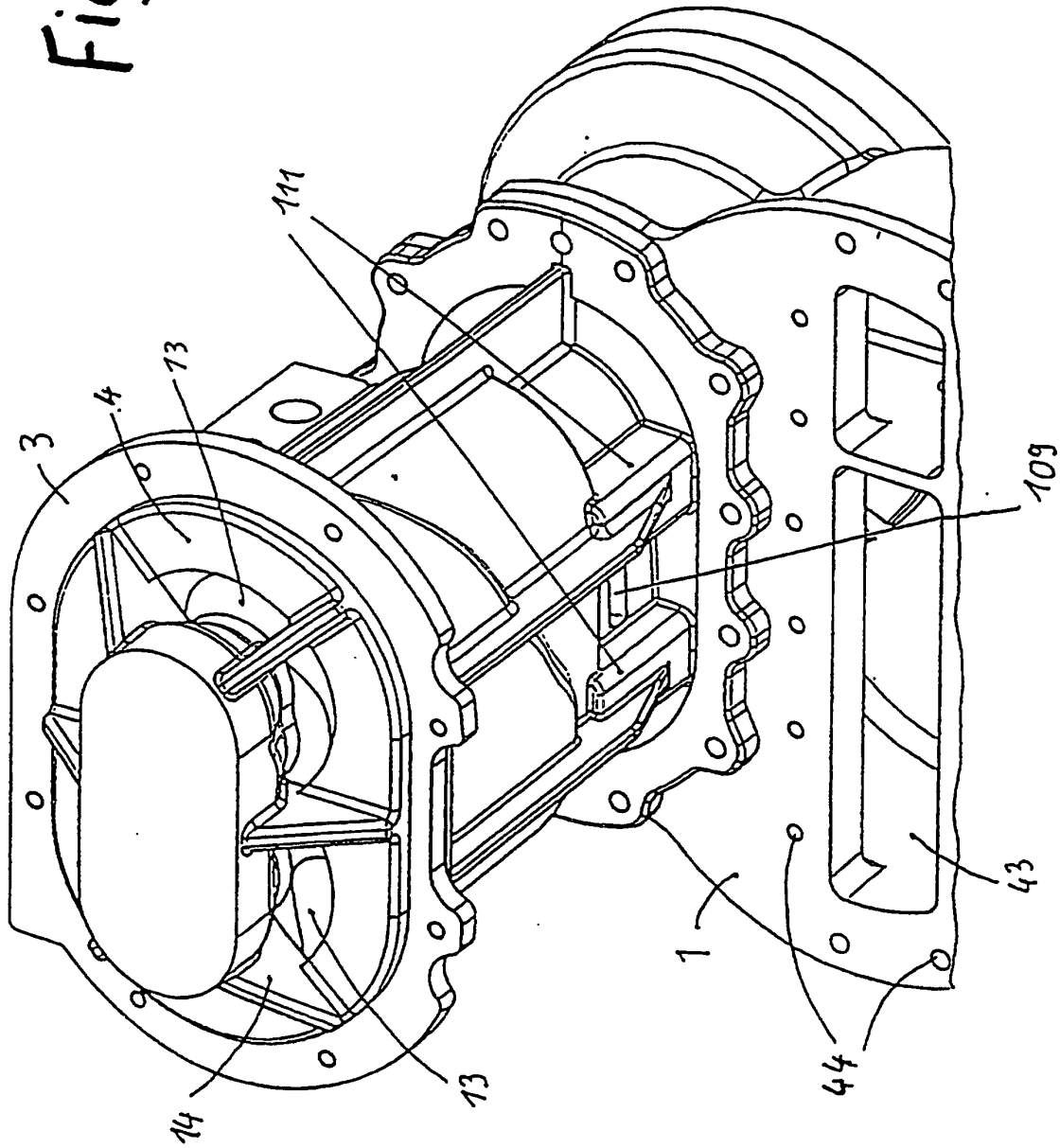


Fig. 5

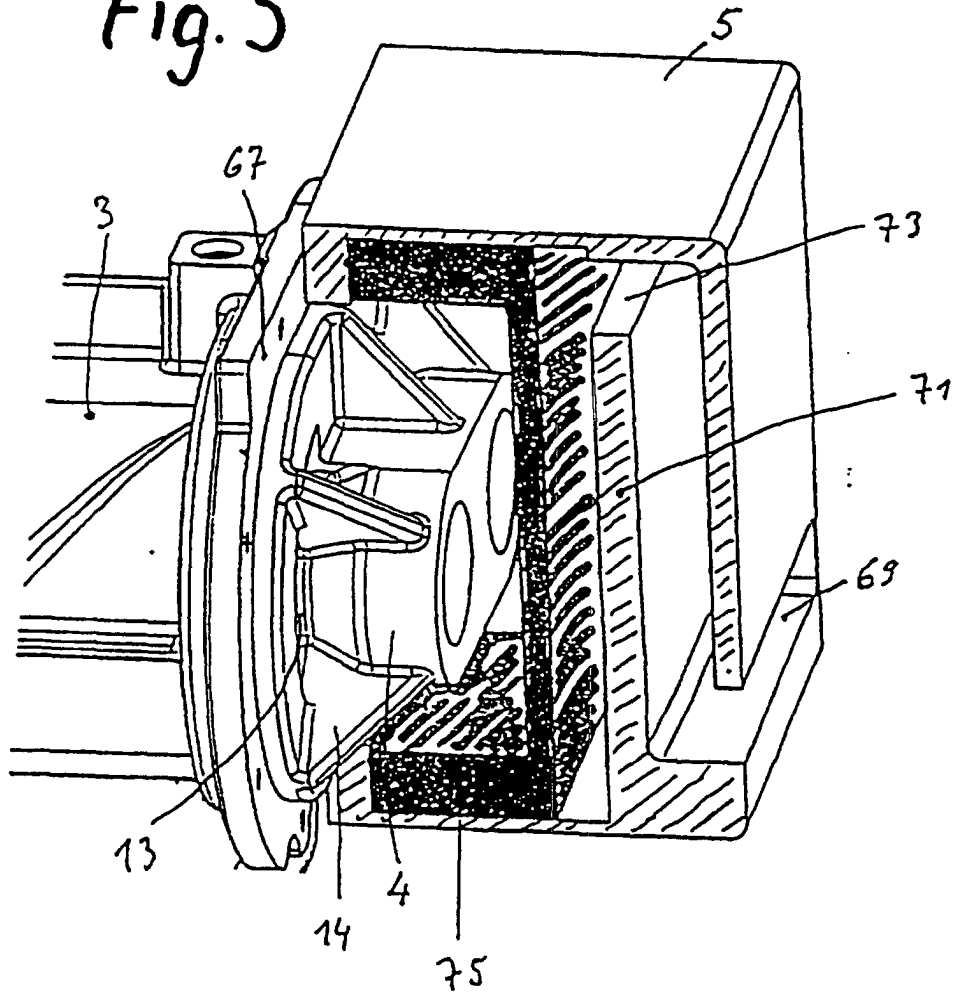


Fig. 6

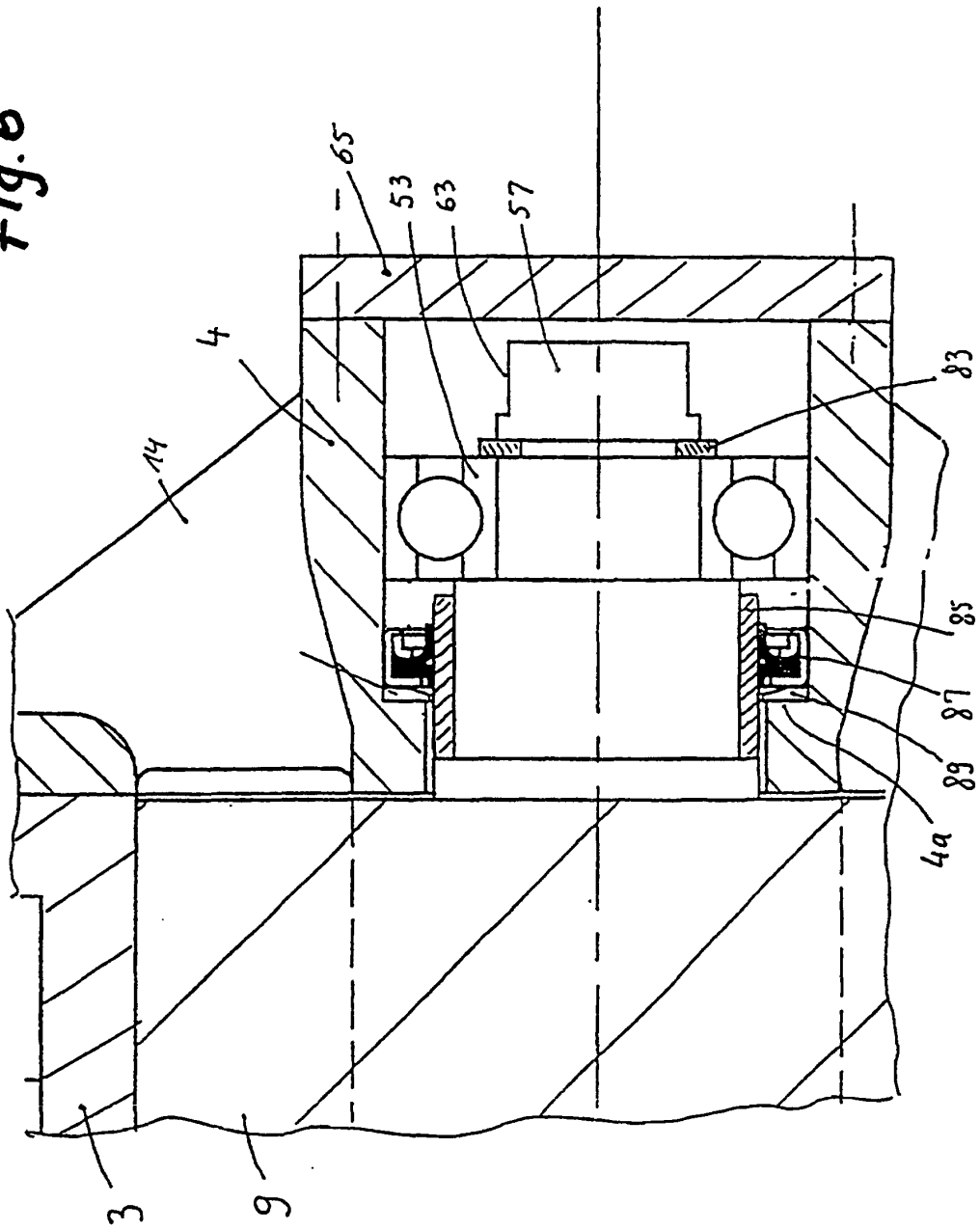


Fig. 7

