

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 532 895 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.12.2012 Patentblatt 2012/50

(21) Anmeldenummer: **11004566.3**

(22) Anmeldetag: **06.06.2011**

(51) Int Cl.:

F04C 18/16 (2006.01)	F04C 23/02 (2006.01)
F04C 25/02 (2006.01)	F01C 21/02 (2006.01)
F01C 17/00 (2006.01)	F01C 21/10 (2006.01)
F04C 27/02 (2006.01)	F04C 29/00 (2006.01)
F04C 29/04 (2006.01)	H02K 9/02 (2006.01)
H02K 15/03 (2006.01)	H02K 21/14 (2006.01)

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

(71) Anmelder: **VACUUBRAND GMBH + CO KG**
97877 Wertheim (DE)

(72) Erfinder:

• **Dirscherl, Jürgen Dr.**
97892 Kreuzwertheim (DE)

• **Gitmans, Frank Dr.**
30900 Wedemark (DE)
• **Rüster, Gerhard**
97907 Hasloch (DE)
• **Prasse, Markus**
97907 Stadtprozelten (DE)

(74) Vertreter: **von Rohr, Hans Wilhelm**
Huyssenallee 100
45128 Essen (DE)

(54) **Vakuumpumpe mit einseitiger Lagerung der Pumpenrotoren**

(57) Offenbart wird eine Vakuumpumpe vorzugsweise mit einem Saugvermögen unter 50 m³/h, mit einem Schraubenpumpenaggregat mit zwei schraubenförmigen, in gegenseitigem Eingriff stehenden Rotoren in einem geeignet geformten Schöpfraum eines Schraubenpumpenstators, der eine Saugseite mit einem Einlass und eine Druckseite mit einem Auslass aufweist, und mit einem Zwei-Wellen-Synchronantrieb mit zwei magnetisierten, sich nicht berührenden Zylindern, die auf die Rotoren tragenden Rotorwellen befestigt sind und diese infolge ihrer gegenseitigen magnetischen Wechselwirkung gegenläufig synchronisieren, und einer oder mehreren, die beiden magnetisierten Zylinder umgebenden Wicklungen eines Motorstators, die durch geeignete Bestromung wandernde Magnetfelder erzeugen dergestalt, dass sich die beiden Magnetisierten Zylinder und damit die Rotorwellen gegenläufig synchron drehen, wobei die Lagerung der beiden Rotorwellen nur am Antrieb vorgesehen ist, insbesondere also keine Lagerung auf der vom Antrieb fernen Seite des Schöpfraum vorhanden ist. Diese kann besonders kompakt und präzise gebaut werden, da die Druckseite des Schraubenpumpenaggregates auf der dem Antrieb zugewandten Seite des Schöpfraums liegt und die Lagerung der Rotorwellen und der Antrieb unter Atmosphärendruck stehen.

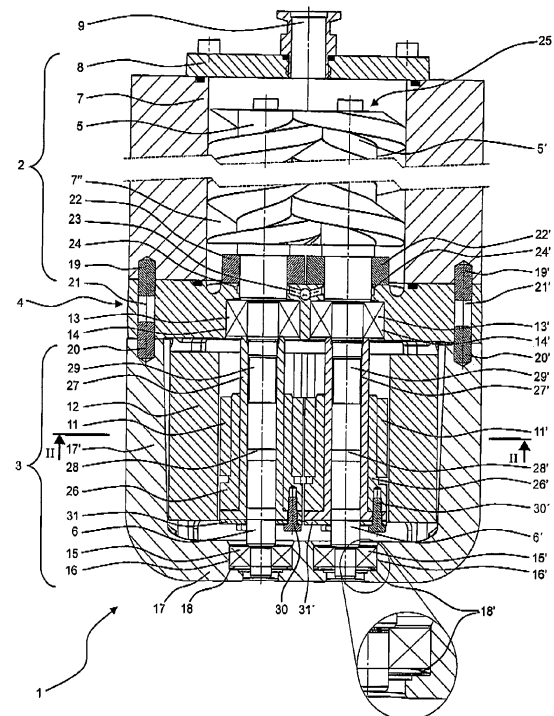


Fig. 1

EP 2 532 895 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, vorzugsweise mit einem Saugvermögen unter $50 \text{ m}^3/\text{h}$, mit einem Schraubenpumpenaggregat mit zwei schraubenförmigen, in gegenseitigem Eingriff stehenden Rotoren in einem geeignet geformten Schöpfraum eines Schraubenpumpenstators, der eine Saugseite mit einem Einlass und eine Druckseite mit einem Auslass aufweist, und mit einem Zwei-Wellen-Synchronantrieb mit zwei magnetisierten, sich nicht berührenden Zylindern, die auf die Rotoren tragenden Rotorwellen befestigt sind und diese infolge ihrer gegenseitigen magnetischen Wechselwirkung gegenläufig synchronisieren, und einer oder mehreren, die beiden magnetisierten Zylinder umgebenden Wicklungen eines Motorstators, die durch geeignete Bestromung wandernde Magnetfelder erzeugen dergestalt, dass sich die beiden magnetisierten Zylinder und damit die Rotorwellen gegenläufig synchron drehen, wobei die Lagerung der beiden Rotorwellen nur am Antrieb vorgesehen ist, insbesondere also keine Lagerung auf der vom Antrieb fernen Seite des Schöpfraum vorhanden ist.

[0002] Die Erfindung betrifft damit also eine Vakuumpumpe mit einem Schraubenpumpenaggregat, das im Schöpfraum ölfrei und berührungslos läuft. Eine solche Vakuumpumpe ist regelmäßig für ein Endvakuumbereich 10^2 Pa bis 10^{-2} Pa vorgesehen (Feinvakuum).

[0003] Zahlreiche Prozesse in Forschung und Industrie erfordern ein Vakuum im Bereich 10^2 Pa bis 10^{-2} Pa , wobei häufig auch kondensierende und/oder aggressive Dämpfe oder Gase gefördert werden müssen. Zur Erzeugung eines Unterdrucks in diesem Bereich werden oft flüssigkeitsgedichtete oder -geschmierte Vakuumpumpen wie beispielsweise ölgedichtete Drehschieberpumpen eingesetzt. Die Verwendung von solchen Pumpen, bei denen das gepumpte Medium mit Öl oder anderen Flüssigkeiten in Berührung kommt, hat zahlreiche Nachteile. So können die gepumpten Medien den Schmierstoff verunreinigen oder mit ihm reagieren, was die Schmier- und Dichtwirkung herabsetzt. Rückströmung von gasförmigen Komponenten oder Zersetzungsprodukten des Schmierstoffes in die Prozessanlage kann die dortigen Prozesse empfindlich stören.

[0004] Aus diesem Grund wird seit langem an der Entwicklung sogenannter "trockener" Vakuumpumpen gearbeitet, also von Pumpen, bei denen die gepumpten Medien nicht mit einer Flüssigkeit in Berührung kommen.

[0005] Bei höheren Drücken, d.h., im Bereich 10^5 Pa bis 10^2 Pa , sind Membranvakuumpumpen sehr vorteilhaft, da der Schöpfraum durch die gasdicht eingespannte Membran hermetisch vom Antriebsbereich abgetrennt ist. Durch das begrenzte Verdichtungsverhältnis und die normalerweise nur durch die Gasströmung betätigten Ventile lassen sich jedoch Drücke unterhalb 50 Pa nur schwer erreichen.

[0006] Neben Feinvakuumpumpen wie Kolbenpumpen, Scrollpumpen, Klauenpumpen und Rootspumpen

sind auch Schraubenvakuumpumpen bekannt,

[0007] Bei Schraubenvakuumpumpen (kurz: Schraubenpumpen) kämmen zwei schraubenförmige Rotoren berührungslos in einem geeignet geformten Schöpfraum eines Schraubenpumpenstators miteinander, so dass durch ihre gegenläufige Drehung Gas von einem Einlass zu einem Auslass gefordert wird.

[0008] Ein Vorteil von Schraubenpumpen ist eine hohe mögliche Verdichtung, da Schraubenpumpen intrinsisch vielstufig aufgebaut werden können, weil jeder Schraubengang als Stufe wirkt. Damit bieten Schraubenpumpen die Möglichkeit, mit nur einem Rotorpaar ein gutes Endvakuum zu erzielen.

[0009] Bei Schraubenpumpen ist eine sogenannte fliegende Lagerung des Rotorpaars möglich. Bei einer fliegenden Lagerung erfolgt die Lagerung nur von einer Seite des Rotorpaars aus. Der Schraubenpumpenstator selbst hat keine Lagerung des Rotorpaars. Das erlaubt eine einfache Demontage, des Schraubenpumpenstators z.B. für Wartungs- und Reinigungszwecke.

[0010] Die Vakuumpumpe mit einem Schraubenpumpenaggregat, von der die vorliegende Erfindung ausgeht (EP 0 811 766 B1), zeigt zwei Schraubenpumpenaggregate und dazwischen den Antrieb der Rotorwellen, die für beide Schraubenpumpenaggregate als Träger der schraubenförmigen, miteinander im Eingriff laufenden Rotoren dienen. Beide Rotorpaare sind jeweils fliegend gelagert.

[0011] Nachteile einer fliegenden Lagerung der Rotoren sind ein höherer baulicher Aufwand sowie höhere Anforderungen bezüglich Stabilität und Genauigkeit der einzelnen Bauteile. Für Anwendungen mit kondensierenden oder korrosiven Medien überwiegen jedoch die Vorteile einer fliegenden Lagerung der Rotoren.

[0012] Bisher bekannte Schraubenpumpen mit fliegend gelagerten Rotoren weisen meist ein Saugvermögen von über $100 \text{ m}^3/\text{h}$ auf und sind daher deutlich größer als für Laboranwendungen einsetzbar. Bei derartigen Pumpen ist die Lagerung mitunter in den Rotoren untergebracht. Für kompakte Schraubenpumpen mit einem Saugvermögen von deutlich unter $50 \text{ m}^3/\text{h}$ lässt sich dies kaum anwenden, da die Rotoren dafür zu klein sind. Kompakte Schraubenpumpen erfordern also andere technologische Ansätze.

[0013] Andere bekannte Bauformen von Schraubenpumpen mit fliegend gelagerten Rotoren sehen konventionelle Zahnrad-Getriebe mit Lagerung außerhalb der Rotoren und des Schöpfraums vor. Mitunter befindet sich zwischen diesen Lagern und dem Schöpfraum noch eine Abdichtung mit schleifenden Dichtungen, z.B. Wellendichtringen, oder mit Spaltdichtungen, oft mit Labyrinth und externer Spülgaszuführung.

[0014] Schleifende Dichtungen sind nachteilig, da verschleißend. Spaltdichtungen mit Labyrinth und externer Spülgaszuführung sind aufwendig, benötigen viel Platz und erfordern eine externe Spülgasversorgung. Für den typischen Einsatz herkömmlicher, groß bauender Schraubenpumpen, beispielsweise in Produktionsanla-

gen, stellt dies kein nennenswertes Problem dar. Auch durch diesen Aspekt ergeben sich aber für kompakte Schraubenpumpen mit einem Saugvermögen unter 50 m³/h andere Anforderungen.

[0015] Der Antrieb der Rotoren bei Zwei-Wellen-Pumpen (wie Roots-, Klauen- und Schraubenpumpen) erfolgt beispielsweise durch zwei synchron laufende Motoren oder durch ein Mittel zum Antrieb und zur Synchronisation der Rotoren ausgehend von einer einzelnen Antriebswelle wie beispielsweise ein Getriebe. Mechanische Getriebe sind groß, laut, teuer und schwer und erfordern eine Abdichtung des Zahnrad-Schmiermittels nach außen und zum Schöpfraum. Herkömmliche bekannte Antriebe mit zwei Motoren, die elektronisch synchronisiert sind, sind aufgrund der notwendigen präzisen Drehwinkelmessung und Steuerungselektronik aufwändig und lohnen sich bestenfalls für sehr groß bauende Schraubenpumpen,

[0016] Alternativ kann ein Getriebe auch als sogenanntes magnetisches Getriebe ausgebildet sein. Hier erfolgt die Synchronisation der beiden Rotorwellen durch berührungslos aneinander vorbeilaufende Zylinder, Scheiben o.ä., Durch entsprechende Magnetisierung oder aufgebrachte Magnete werden die zugeordneten Zylinder in Synchronisation gehalten, Da sich die Zylinder nicht berühren, läuft ein magnetisches Getriebe leise, verschleiß- und schmiermittelfrei, Nachteilig ist, dass zwischen den Zylindern hohe magnetische Anziehungskräfte wirken müssen,

[0017] Umgibt man ein solches magnetisches Getriebe mit geeignet angeordneten Spulen zur Erzeugung wandernder Magnetfelder und bestromt diese geeignet und ggf. entsprechend der Stellung der magnetisierten Zylinder, so erhält man einen synchronen Zwei-Wellen-Antrieb analog zu einem bürstenlosen DC-Antrieb oder Synchronmotor. Die magnetisierten Zylinder des Getriebes dienen dabei als Motor-Rotoren (JP-A-04-178143).

[0018] Die bekannte Vakuumpumpe mit einem Schraubenpumpenaggregat, von der die Erfindung (EP 0 811 766 B1) ausgeht, wendet einen magnetischen Synchronantrieb der zuvor erläuterten Art zum Antrieb der Schraubenpumpenaggregate an. Bei dieser Vakuumpumpe mit zwei Schraubenpumpenaggregaten und dem dazwischen sitzenden synchronen Zwei-Wellen-Antrieb befinden sich in den Schöpfräumen an den antriebsseitigen Rändern der Rotoren Dichtringe, die am Antrieb ortsfest gehalten sind und in Nuten in den Rotoren eingreifen. Sie bilden dort Spaltdichtungen oder schleifende Dichtungen ebenso wie an den Durchtrittsstellen der Rotorwellen.

[0019] Eine ähnliche Konstruktion einer Vakuumpumpe ergibt sich aus der WO 2004/031585 A1),

[0020] Grundsätzlich ist ein synchroner Zwei-Wellen-Antrieb mit magnetisierten Zylindern auf den die Rotoren tragenden Rotorwellen sehr kompakt und daher für Vakuumpumpen mit geringer Förderleistung von unter 50 m³/h sehr geeignet. Nachteilig ist es, wenn sich der Antrieb und die Lager im vom geförderten Gas berührten

Bereich befinden. Eine solche Konstruktion ist für viele Anwendungen nachteilig, da häufig Gase mit gewissem Staub- oder Dampfanteil oder sogar korrosive Gase und Dämpfe gefördert werden müssen. Selbst wenn die Dämpfe an sich nicht korrosiv sind, können sie in kondensierter Form z.B. die Lager schädigen, indem die Lagerfette ausgewaschen werden oder ein Rosten der Lager verursacht wird. Sogar das Abpumpen von Behältern, die mit Umgebungsluft gefüllt waren, kann in der Vakuumpumpe zu Kondensation der Luftfeuchtigkeit führen, die weitere Folgeschäden verursacht.

[0021] Bei korrosiven Medien lassen sich Anordnungen wie oben offenbart nicht verwenden. Auch für Anwendungen, bei denen die geförderten Medien Partikel enthalten, sind solche Anordnungen nicht geeignet.

[0022] Die für die leichte Demontierbarkeit des Schraubenpumpenstators vorteilhafte fliegende Lagerung der Rotoren bedingt, dass die Lagerung auf der Antriebsseite erfolgt und zwar außerhalb der Rotoren, da - wie oben erläutert - diese bei kompakten Pumpen, insbesondere solche mit einem Saugvermögen kleiner als 50 m³/h, zu klein sind für eine Lagerung innerhalb der Rotoren. Ein wesentlicher Parameter für die Größe einer Vakuumpumpe mit einem Schraubenpumpenaggregat ist der seitliche Abstand der Rotorwellen. Bei den hier im Fokus stehenden kompakten Pumpen liegt dieser bevorzugt zwischen 20 mm und 100 mm. Die weiteren Abmessungen einer solchen Vakuumpumpe ergeben sich dann konstruktiv aus diesem grundlegenden Abstandsmaß.

[0023] Ein kompakter Aufbau der zuvor beschriebenen Art stellt an die Präzision der Lagerung und an die Ausrichtung der Rotoren erhebliche Anforderungen. Die Dimensionen der Gesamtpumpe sind entsprechend klein. Damit sind die zulässigen Spalte zwischen den Rotoren und zum Gehäuse extrem eng. Sie liegen typischerweise nur im Bereich 0,02 mm bis 0,07 mm. Dementsprechend müssen die Rotoren außerordentlich präzise geführt sein, der Schraubenpumpenstator relativ zu den Rotoren korrekt ausgerichtet und auch die Winkelausrichtung der Rotoren zueinander exakt einstellbar sein.

[0024] Bei einer kompakten Vakuumpumpe der in Rede stehenden Art ist auch die Wärmeausdehnung der einzelnen Teile der Vakuumpumpe kritisch. Die Kompressionswärme und die Abwärme des Antriebs lässt die einzelnen Bauteile der Vakuumpumpe sehr heiß werden. Dies stellt hohe Anforderungen an die Maßgenauigkeit der Teile und insbesondere an die Lagerung der Rotorwellen. Hier muss man gegebenenfalls mit besonders aufwändigen Fertigungsmethoden arbeiten, um bei derart kompakten Vakuumpumpen die Anforderungen erfüllen zu können.

[0025] Etwas Erleichterung schafft die Verwendung von Spülgaszuführungen (wie oben beschrieben). Diese ist auf der Antriebsseite nicht nur für den Schutz des Antriebs- und Lagerungsbereichs der Pumpe vor gepumpten Medien hilfreich, sondern auch zur Kühlung des Gases und der Schrauben im Bereich des druckseitigen

Schraubenendes. In diesem Bereich wird ein Großteil der Kompressionswärme freigesetzt, Durch die Gasförderungs-
vorrichtung wird permanent kühles Spülgas an diesem Bereich vorbei gefördert, so dass heißes Gas abgeführt und der Bereich gekühlt wird.

[0026] Der Lehre der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zugrunde, die bekannte Vakuumpumpe mit einem Schraubenpumpenaggregat so auszugestalten und weiterzubilden, dass sie kompakt gebaut werden kann, mit ihr kondensierende und/oder korrosive Medien gepumpt werden können, sie aber trotz der daraus resultierenden hohen Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit der Bauteile mit üblichen Fertigungsmethoden hergestellt und montiert werden kann.

[0027] Das zuvor aufgezeichnete Problem wird bei einer Vakuumpumpe in einer ersten Variante mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um eine Vakuumpumpe mit einem Saugvermögen unter 50 m³/h.

[0028] Für die Gestaltung einer kompakten Vakuumpumpe beispielsweise für den Einsatz in Laboranwendungen, bei denen es auf kompakten Aufbau, flexiblen Einsatz und möglichst universelle Chemikalien- und/oder hohe Kondensatverträglichkeit ankommt, ergibt sich erfindungsgemäß als optimale Bauweise eine Schraubenpumpe mit fliegenden Rotoren, mit Synchronisation und Antrieb der beiden Wellen durch ein magnetisches Getriebe mit integriertem Synchronantrieb in Form von Spulen, die die magnetisierten Zylinder des Magnetgetriebes mittels geeigneter Bestromung direkt antreiben.

[0029] Gemäß Anspruch 1 ist erfindungsgemäß vorgesehen, die Druckseite der Schraubenpumpe - auf der Atmosphärendruck herrscht - auf die Antriebsseite zu legen, und den Lagerungs-/Antriebsbereich auf Atmosphärendruck zu halten, so dass auf der Antriebsseite keine schleifenden Dichtungen - abgesehen von Schmiermittelabdichtungen innerhalb der Lager - erforderlich sind und eine gute Kühlung des Zwei-Wellen-Synchronmotors möglich ist. Da aber aufgrund der fliegenden Lagerung der Rotoren auch auf der Craseinlassseite keine Drehdurchführungen und damit keine schleifenden Dichtungen erforderlich sind, ist es möglich, die gesamte Pumpe für praktisch berührungslosen Betrieb der Rotoren auszuliegen. Eine solche Pumpe enthält an sich keine Verschleissteile. Sie kann praktisch als wartungsfrei bezeichnet werden.

[0030] Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der hier beschriebenen Lehre der Erfindung sind die magnetisierten Zylinder des Antriebs auf den Rotorwellen jeweils zwischen voneinander beabstandeten Rotorwellenlagern angeordnet.

[0031] Nach weiter bevorzugter Lehre der Erfindung wird eine weitgehend spielfreie und exakte Lagerung der Schraubenrotoren realisiert. Dazu weist die erfindungsgemäße Schraubenpumpe eine Lagerung der beiden Rotorwellen beispielsweise in Radial- oder Axialkugellager auf. Die Rotorwellen haben je ein sogenanntes Festlager, bei dem ein Außenring fest im Gehäuse und ein

Innenring fest auf der Rotorwelle montiert ist, sowie je ein sogenanntes Loslager, bei dem ein Außenring und/oder Innenring axial zum Gehäuse bzw. zur Rotorwelle verschiebbar montiert ist. Eine derartige Anordnung ist vorteilhaft, um u.a. die unterschiedlichen Wärmeausdehnungen von Rotorwellen und Gehäuseteilen zu kompensieren.

[0032] Bei der erfindungsgemäßen Schraubenpumpe sind die beiden Festlager näher am Schöpfraum angeordnet, so dass die Rotorwellen hier mit möglichst geringem Spiel geführt sind. Die beiden Loslager sind erfindungsgemäß an der vom Schöpfraum abgewandten Seite der Pumpe untergebracht, wobei die Loslager eine axiale Vorspannung mittels federnder Elemente aufweisen, um einen spielfreien Betrieb zu erreichen. Bevorzugt wirkt die Federkraft dabei parallel und in der gleichen Richtung wie die Gaskraft auf die Rotoren bei Endvakuum, so dass bei wechselnden Ansaugdrücken - und damit wechselnden Gaskräften auf die Rotoren - die Rotoren keinesfalls innerhalb des Lagerspiels axial verschoben werden können.

[0033] Diese Anordnung gewährleistet eine exakte und spielfreie Führung der Rotorwellen, eine Kompensation der thermischen Ausdehnung der Rotorwellen und Gehäuseteile, eine preiswerte und einfache Montage sowie die Möglichkeit, beispielsweise für eine Reparatur die antriebsseitige Lagerung ohne großen Aufwand wieder zu zerlegen.

[0034] Nach bevorzugter Lehre ist die Vakuumpumpe so konstruiert, dass zwischen dem Antrieb und dem Schöpfraum ein einteiliges oder mehrteiliges Gehäuse-lagerschild vorgesehen ist, das jeweils ein Lager der beiden Rotorwellen aufnimmt. Bevorzugt ist das jeweilige Festlager. Die Lager der Rotorwellen in diesem Gehäuse-lagerschild sind erfindungsgemäß bevorzugt auf der vom Schöpfraum abgewandten Seite des Gehäuselagerschildes angeordnet. Ferner findet man antriebsseitig ein einteiliges oder mehrteiliges Motorlagerschild, das jeweils ein weiteres Lager der beiden Rotorwellen aufnimmt, bevorzugt das jeweilige Loslager mit der zuvor beschriebenen Vorspannungsanordnung mittels federnder Elemente, Zwischen beiden befindet sich der Schraubenpumpenstator, also das Bauteil des Pumpengehäuses, das den Schöpfraum ausbildet. Die Zylinder des Zwei-Wellen-Synchronantriebes sind vorteilhaft zwischen den Lagern der beiden Rotorwellen angeordnet, so dass die auftretenden magnetischen Kräfte mit kurzem Weg in die Lager übertragen werden können.

[0035] Weiter oben ist schon darauf hingewiesen worden, dass die erfindungsgemäße Konstruktion der Vakuumpumpe es erlaubt, auf schleifende Dichtungen weitestgehend oder vollständig zu verzichten. Insbesondere ist es nicht erforderlich, zwischen den Rotorwellenlagern im zentralen Gehäuselagerschild und dem Schöpfraum schleifende Dichtungen vorzusehen, da hier ohnehin Atmosphärendruck herrscht.

[0036] Nach einer weiteren, für sich unabhängigen Lehre der Erfindung, die Gegenstand des Anspruchs 5

ist, weist das Gehäuselagerschild Mittel zur exakten Ausrichtung von Schraubenpumpenstator auf der einen Seite sowie Motorlagerschild auf der anderen Seite auf. Die Position des Motorlagerschildes zum Gehäuselagerschild bestimmt die Ausrichtung der beiden Rotoren, da in diesen Elementen die Lagerung der Rotorwellen erfolgt. Diese müssen exakt parallel zueinander und mittig im Schraubenpumpenstator laufen. Der Schraubenpumpenstator muß daher exakt zentrisch und parallel zur Flucht aus Gehäuselagerschild und Motorlagerschild ausgerichtet sein.

[0037] Um eine exakte Ausrichtung von Schraubenpumpenstator zu Motorlagerschild zu gewährleisten, ist das Gehäuselagerschild erfindungsgemäß so ausgelegt, dass zumindest ein Teil der diese Ausrichtung bestimmenden mechanischen Mittel gleichzeitig zur exakten Positionierung des Schraubenpumpenstators und des Motorlagerschildes dient.

[0038] In einer bevorzugten Ausführung ist zumindest ein Teil dieser mechanischen Elemente so ausgeführt, daß deren Ausformung - beispielsweise durch mechanische Bearbeitung des Gehäuselagerschildes - von einer Seite, d.h. ohne Drehung des Gehäuselagerschildes während der Ausformung dieser mechanischen Elemente, erfolgen kann,

[0039] Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass Schraubenpumpenstator und Motorlagerschild mit Hilfe von Stiften relativ zum Gehäuselagerschild ausgerichtet werden, wobei die entscheidenden Elemente im Gehäuselagerschild - die Bohrungen für die Stifte - durchgehend sind und somit von einer Seite in das Gehäuselagerschild eingebracht werden können. Somit muss das Gehäuselagerschild während der Bearbeitung dieser mechanischen Elemente nicht umgedreht werden, was sich sehr positiv auf die Präzision dieser mechanischen Elemente auswirkt. Dadurch kann eine aufwendige Spezialbearbeitung entfallen.

[0040] Eine weitere Möglichkeit für solche mechanischen Elemente, die sowohl Schraubenpumpenstator als auch Motorlagerschild positionieren, wäre ein Zentrierrand am Gehäuselagerschild, doch sind auch andere Ausführungsformen denkbar.

[0041] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform dieser Variante liegt zumindest ein Teil dieser mechanischen Mittel auf einer Linie mit den Aufnahmebohrungen für die Rotorwellenlager. In der bevorzugten Ausführung dieser mechanischen Elemente in Form einer Verstiftung sind somit die Bohrungen für die Stifte in einer Linie mit den beiden Wellenlagerbohrungen angeordnet, so dass die Bearbeitungsvorrichtung von einer Bohrung zur nächsten nur in einer Richtung bewegt werden muss. Die Präzision wird weiter verbessert und die Anforderung an die Bearbeitungsmaschine sind verringert. Gleichzeitig werden die Verfahrenswege der Bearbeitungsmaschine bei dieser Anordnung minimiert.

[0042] Eine derartige Anordnung beinhaltet auch, daß die entsprechenden Elemente, wie beispielsweise Stiftbohrungen, in den Gegenstücken des Gehäuselager-

schildes, dies sind das Motorlagerschild und der Schraubenpumpenstator, auf einer Linie mit den Lagerbohrungen im Motorlagerschild bzw. mit der Hauptachse des Schöpfraums liegen, mit entsprechenden Vorteilen für der Fertigung dieser Komponenten.

[0043] Das Gehäuselagerschild dient auch als Trennung zwischen Schöpfraum und Antriebsraum, Nach einer weiteren, für sich eigenständigen Lehre der Erfindung sind im Gehäuselagerschild Zuführungen für Spülgas angeordnet, die in dem Bereich zwischen den Lagern der Rotorwellen und dem Schöpfraum münden. Vorzugsweise münden die Zuführungen in mindestens einen Hohlraum um mindestens eine der Rotorwellen. Weiter vorzugsweise ist der Durchflussquerschnitt vom Hohlraum zum Schöpfraum größer oder gleich dem Durchflussquerschnitt vom Hohlraum zum Lager der Rotorwellen. Dadurch wird erreicht, dass das Spülgas sich in einem Hohlraum um jede der beiden Rotorwellen verteilen kann, bevor es in Richtung des Schöpfraums austritt. Die Bemessung der Öffnungsquerschnitte dient der Richtung der Spülgasströmung. Das Spülgas kann entweder extern mit Überdruck eingespeist oder mittels einer integrierten Gasfördervorrichtung von der anderen Seite her angesaugt werden.

[0044] Nach einer weiteren, für sich unabhängigen Lehre der Erfindung, die Gegenstand des Anspruchs 8 ist, ist das Motorgehäuse - bevorzugt nur aus einem topfförmig ausgebildeten Motorlagerschild sowie Befestigungselementen bestehend - offen ausgeführt und der Antrieb wird mittels Kühlluftzufuhr direkt von außen gekühlt. Bei geeigneter Ausformung der Kühlluftöffnungen und der Kühlluftzufuhr lassen sich der Motorstator, bestehend aus Blechpaketen und der Wicklung (ggf. vergossen), sowie die beiden Magnetzylinder direkt anblasen, wobei die Kühlluft sogar durch den Spalt zwischen den Magnetzylindern und dem Motorstator sowie zwischen Motorstator und Motorlagerschild geführt werden kann. Zudem erlauben derartige, geeignet ausgeführte Öffnungen im Motorlagerschild den Zugriff auf ggf. vorhandene Befestigungselemente für die magnetisierten Zylinder, so dass bei Bedarf die Winkelausrichtung dieser Zylinder auch bei montiertem Motorlagerschild erfolgen kann.

[0045] Bei einer weiteren eigenständigen Variante der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe ist vorgesehen, dass der Schraubenpumpenstator als Strangpressprofil aus einer Aluminiumlegierung ausgeführt ist. Der Schraubenpumpenstator mit seiner der Ziffer 8 ähnlichen Innenform zur Ausbildung des Schöpfraums und bevorzugt auch mit weiteren Mitteln zur Wärmeabgabe an der Außenseite wie z.B. Kühlrippen oder Kühlluftkanäle kann so einstückig ausgeführt sein. Der stirnseitige Abschluss des Schöpfraums erfolgt dann durch einen zusätzlichen Deckel.

[0046] Für eine korrosionsbeständige Ausführung kann die Innenwandung beschichtet oder mit chemisch beständigen Kunststoffen wie Fluorkunststoffen oder PEEK - ggf. mit Füllstoffen wie Kohlefasern verstärkt -

ausgekleidet oder thermoplastisch ausgespritzt werden. Die Verankerung der Auskleidung bzw. Ausspritzung entlang des Schöpfraums erfolgt dabei bevorzugt durch Längsnuten im Strangpressprofil, die auch einen Hinterschnitt aufweisen können. Solche Längsnuten lassen sich bei dem erfindungsgemäßen Strangpressprofil problemlos und nahezu kostenneutral integrieren. Auch der stirnseitige Deckel kann mit entsprechenden Verankerungen für eine Beschichtung, Auskleidung oder Umspritzung versehen sein, oder per se aus einem chemisch beständigen Material bestehen.

[0047] Die Anforderungen an das Material der Rotoren und der Rotorwellen sind sehr hoch, da diese Bauteile beständig gegen die geförderten Medien sowie thermisch und mechanisch sehr stabil sein müssen, wobei gleichzeitig die thermische Ausdehnung möglichst gering und die Wärmeleitfähigkeit möglichst hoch sein sollte.

[0048] Nach einer weiteren für sich erfindungsgemäßen Variante der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe ist insoweit vorgesehen, dass die Rotoren einstückig mit den Rotorwellen ausgeführt sind und die Rotorwellen einteilig oder mehrteilig ausgeführt sind und vorzugsweise aus einem Hochleistungskunststoff wie PEEK, bevorzugt verstärkt mit Fasern, insbesondere Kohlefasern, oder aus einer Aluminium-, Nickel- oder Titanlegierung bestehen. Als Alternative dazu kann man auch vorsehen, dass die Rotoren von den Rotorwellen getrennt ausgeführt, aber unlösbar mit den Rotorwellen verbunden sind, wobei die Rotorwellen einteilig oder mehrteilig ausgeführt sind und bevorzugt aus einer Aluminium-, Nickel- oder Titanlegierung bestehen und wobei schließlich die Rotoren vorzugsweise aus Kunststoff bestehen und, weiter vorzugsweise, in einem Kunststoffspritzgussverfahren auf die Rotorwellen aufgebracht sind.

[0049] Auf diese Weise kann man auf aufwändige Verbindungselemente und mechanische Führungen weitgehend verzichten. Die unlösbare Verbindung der jeweiligen Teile miteinander kann durch Aufschrupfen, Aufkleben oder Umspritzen mit Kunststoff erfolgen. Dieser Verbindungsvorgang erfolgt natürlich vor der Endbearbeitung der fertigen Einheit aus Rotor und Rotorwellen.

[0050] Bei einstückiger Ausführung von Rotorwelle und Rotor sind Hochleistungskunststoffe wie PEEK - bevorzugt beispielsweise mit Kohlefaser verstärkt - oder Nickel-basierte hochkorrosionsfeste Legierungen wie Hastelloy oder Aluminium- oder Titanlegierungen mögliche Alternativen zu den bekannten Stahllegierungen. Bei mehrteiliger Ausführung sind für die Rotorwellen hochfeste Materialien wie Aluminium-, Titan- oder Nickellegierungen wie Hastelloy mögliche Alternativen zu den bekannten Stahllegierungen. Der Schraubenrotor selbst besteht in diesem Fall bevorzugt aus einem Kunststoff wie PPS oder PEEK - bevorzugt beispielsweise mit Kohlefaser verstärkt - der bevorzugt thermoplastisch um die Rotorwelle gespritzt wird, so daß sich eine feste und - abgesehen von zerstörenden Verfahren - unlösbare Verbindung ergibt.

[0051] Die Kombination einer Rotorwelle aus einer hochfesten Aluminiumlegierung mit einem umspritzten Kunststoffrotor bietet besondere Vorteile, da die thermischen Ausdehnungskoeffizienten dieser Materialien einander ähnlicher sind als bei einer Stahlwelle, so dass auch bei hohen Betriebstemperaturen eine Ablösung des Rotors von der Rotorwelle vermieden werden kann. Vorteilhaft ist zudem die höhere Wärmeleitfähigkeit einer Aluminiumlegierung im Vergleich zu Stahl. Die Kunststoffumspritzung bietet zudem den Vorteil außerordentlich günstiger Herstellungskosten des Rotors, insbesondere dadurch, dass die Schraubenkontur zumindest grob vorgeformt werden kann, so dass bei der anschließenden Endbearbeitung der kompletten Einheit aus Rotor und Rotorwelle, beispielsweise durch Drehen, Fräsen oder Schleifen, ein geringerer Materialabtrag erforderlich ist als beispielsweise bei Verwendung von Kunststoff-Vollmaterial.

[0052] Zur Erhöhung der Steifigkeit der Welle kann die Aluminiumlegierung beispielsweise von einem Rohr aus einem anderen Material wie Stahl oder einer Nickellegierung umgeben sein, wobei auch andere Geometrien und Materialkombinationen denkbar sind. Vorteil einer Rotorwelle aus einer Legierung wie Hastelloy wäre die hohe Korrosionsfestigkeit.

[0053] Für kollisionsfreien Betrieb der beiden Schraubenrotoren muss ihre relative Winkellage sehr exakt ausgerichtet sein. Dazu müssen die Magnetzyylinder in der korrekten relativen Position auf den zueinander ausgerichteten Schraubenrotoren und damit Rotorwellen befestigt werden.

[0054] Für die korrekte Ausrichtung der Schraubenrotoren zueinander gibt es verschiedene Möglichkeiten. Falls die Schraubenrotoren nicht einstückig mit den Rotorwellen ausgeformt sind, werden diese vorteilhaft vorab miteinander verbunden. Auch Auswuchtgewichte, beispielsweise in Form exzentrisch geformter Scheiben, können vorab montiert werden. Nach Montage der Schraubenrotor-Wellen-Einheiten im Gehäuselagerschild - noch ohne Magnetzyylinder - müssen diese exakt zueinander ausgerichtet werden. Die Rotoren können beispielsweise durch eine geeignete Montagevorrichtung mit Abstandshaltern zwischen den einzelnen Schraubengängen zueinander ausgerichtet werden. Bevorzugt erfolgt die Ausrichtung gemäß einer weiteren Variante der Erfindung mit Hilfe von bei der Rotorfertigung - bevorzugt auf der Rotorstirnseite - angebrachten Markierungen zur exakten Winkelausrichtung der Rotoren zueinander.

[0055] Die Ausrichtung der magnetisierten Zylinder relativ zueinander kann erfindungsgemäß entweder durch Halterungen erfolgen, die den Magnetzylinder erlauben sich selbst auszurichten, bevor sie auf den Wellen fixiert werden. Aufgrund ihrer magnetischen Wechselwirkung tendieren diese dazu, sich von selbst zueinander richtig auszurichten (jeweils Nord- zu Südpol). Falls also die Schraubenrotoren in der korrekten Winkellage eingestellt sind, erfolgt die korrekte Ausrichtung der Magnet-

zylinder zueinander von selbst. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass zumindest einer der magnetisierten Zylinder gegenüber der zugeordneten Rotorwelle drehbar ist und dass dazu Mittel vorgesehen sind, um den magnetisierten Zylinder in der gewünschten Winkelposition auf der zugeordneten Rotorwelle zu fixieren. Die Mittel zur Fixierung müssen natürlich so gestaltet sein, dass durch die Fixierung dann keine erneute Bewegung aus der korrekten Lage heraus verursacht wird.

[0056] Häufig werden für ähnliche Anwendungen sogenannte Ringspannelemente eingesetzt, die jedoch teuer und aufwendig sind, und zudem beim Festziehen der Elemente zum Verdrehen aus der optimalen Position heraus sowie zu einer axialen Verschiebung neigen.

[0057] In einer ersten Ausführung der erfindungsgemäßen Schraubenpumpe ist mindestens einer der magnetisierten Zylinder auf einer ersten Halterung befestigt, beispielsweise durch Klebung. Diese sitzt, beispielsweise durch geeignete Passungen, drehbar aber spielfrei auf einer zweiten Halterung, welche fest mit der Rotorwelle verbunden ist. Die feste Verbindung der zweiten Halterung mit der Rotorwelle besteht beispielsweise aus Passungen zwischen Welle und Nabe, die eine exakte Ausrichtung sicherstellen, sowie einem oder mehreren Toleranzringen, die eine zuverlässige Kraftübertragung gewährleisten, Erfindungsgemäß sind Mittel vorhanden, um die erste Halterung (mit dem magnetisierten Zylinder) in einer geeigneten Winkelposition auf der zweiten Halterung (auf der Rotorwelle) zu fixieren, sobald sich die beiden magnetisierten Zylinder relativ zueinander korrekt ausgerichtet haben.

[0058] Diese Anordnung ist preiswert herstellbar, benötigt nur geringen Bauraum und erlaubt eine exakte Ausrichtung der beiden Zylinder zueinander. Der Zylinder und die erste Halterung lassen sich auch einstückig ausführen. Auch die zweite Halterung und die Rotorwelle lassen sich alternativ einstückig ausführen.

[0059] In einer weiteren eigenständigen erfindungsgemäßen Ausführung verfügt mindestens einer der Magnetzylinder über mindestens eine Markierung, die die Pollage exakt anzeigt, beispielsweise in Form von mindestens einer Kerbe auf mindestens einer Stirnseite. Solche Kerben - oder auch andere Vertiefungen oder Erhebungen - können beispielsweise bereits bei der Magnetfertigung, meist wird dies ein Sinterprozess sein, mit angebracht werden, und bei der nachfolgenden Magnetisierung als Ausrichtmarkierung verwendet werden, so dass die Markierungen exakt die Pollage der magnetisierten Zylinder anzeigen.

[0060] Die Markierungen der Pollage können dazu benutzt werden, die beiden Zylinder auf ihren Halterungen exakt und korrekt ausgerichtet auf die jeweiligen Rotorwellen aufzubringen, ohne dass eine weitere Einstellung oder eine selbständige Ausrichtung der Magnete in drehbaren Halterungen mit nachfolgender Fixierung erforderlich wäre. Zur Befestigung der Halterungen auf den Rotorwellen kann eine Klebung oder - wie oben erläutert - eine Anordnung mit Passungen und Toleranzringen ein-

gesetzt werden. Eine solche Anordnung besteht aus noch weniger Teilen als die oben geschilderte Ausführung und vermeidet lösbare Verbindungen wie Schrauben gänzlich.

[0061] Die zuvor beschriebenen, eigenständigen Varianten der Lehre der Erfindung können in beliebigen Kombinationen, auch alle gemeinsam, bei einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe realisiert werden.

[0062] Weiter ist es zweckmäßig, dass dann, wenn beide Rotorwellen jeweils zwei axial voneinander beabstandete Lager aufweisen, der axiale Abstand dieser Rotorwellenlager das 0,3-fache bis 2-fache, vorzugsweise das 0,5-fache bis 1,5-fache, der freien Länge der Rotorwellen im Schöpfraum beträgt.

[0063] Die zuvor geschilderten Verhältnisse schaffen eine Voraussetzung für eine exakte Lagerung der Rotorwellen bei einem kompakten Aufbau der Vakuumpumpen.

[0064] Weiter oben ist bereits darauf hingewiesen worden, dass der seitliche Abstand der Rotationsachsen der Rotorwellen ein Maß für die kompakte Bauweise der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe ist. Nach bevorzugter Lehre ist vorgesehen, dass die erfindungsgemäße Vakuumpumpe ein sehr kompakt bauendes Schraubenpumpenaggregat hat. Dafür ist vorgesehen, dass der seitliche Abstand der Rotationsachsen der Rotorwellen 20 mm bis 100 mm, vorzugsweise 25 mm bis 60 mm, beträgt.

[0065] Die Obergrenze der seitlichen Abstände der Rotorwellen ist der Obergrenze des Saugvermögens für die erfindungsgemäßen Vakuumpumpen zugeordnet, Ein typischer Wert für eine beispielhafte Vakuumpumpe gemäß der Erfindung hat einen seitlichen Abstand der Rotationsachsen der Rotorwellen von etwa 40 mm bei einem Saugvermögen von etwa 10 m³/h.

[0066] Nach weiter bevorzugter Lehre der Erfindung kann man die Vakuumpumpe antriebsseitig noch weiter vereinfachen und in ihrer Maßhaltigkeit optimieren, dass man ein den Motorstator umfassendes Motorgehäuse mit dem Gehäuselagerschild zusammen topfförmig einstückig ausführt und nur das Motorlagerschild separat anbringt. Als weiter bevorzugte Alternative wird man das Motorlagerschild mit dem den Motorstator umfassenden Motorgehäuse zusammen topfförmig einstückig ausführen und dieses topfförmige Einheit dann mit dem Gehäuselagerschild verbinden, insbesondere verzapfen (siehe die obigen Erläuterungen einer bevorzugten Variante der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe),

[0067] Im Folgenden wird die Erfindung nun anhand einer lediglich Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe im Schnitt,

Fig. 2a in perspektivischer Ansicht die Vakuumpumpe aus Fig. 1, das Motorgehäuse abgenom-

men, in einer Ausführung mit einer einteiligen Magnethalterung auf jeder Rotorwelle,

Fig. 2b einen Schnitt durch die Vakuumpumpe gemäß Fig. 1 entlang der dortigen Schnitlinie II - II,

Fig. 3a in perspektivischer Ansicht die Vakuumpumpe aus Fig. 1 von der Antriebsseite her,

Fig. 3b in perspektivischer Ansicht die Vakuumpumpe aus Fig. 1 von der Seite des Schöpfraums her,

Fig. 4 in einer Stirnansicht die Vakuumpumpe aus Fig. 1 und 3, Ansicht von der Antriebsseite her bei abgenommenem Motorgehäuse.

[0068] Die im Folgenden beschriebenen Abbildungen zeigen schematisch und beispielhaft mögliche Ausführungen und Details der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe,

[0069] Fig. 1 zeigt eine teilweise Schnittansicht durch die erfindungsgemäße Schraubenpumpe 1, Diese besteht im Wesentlichen aus einem Schraubenpumpenaggregat 2, einem Antriebsteil 3 sowie einem dazwischen liegenden Gehäuselagerschild 4. Das Schraubenpumpenaggregat 2 hat hier zwei in gegenseitigem Eingriff stehende schraubenförmige Rotoren 5, 5', in diesem Fall einstückig mit den Rotorwellen 6, 6' dargestellt. Die Rotoren 5, 5' laufen berührungslos in einem Schraubenpumpenstator 7 mit einem im wesentlich 8-förmigen Schöpfraum 7'' und Kühlrippen 36 nach außen. In dem hier dargestellten Beispiel wird der Schöpfraum 7'' durch einen Abschlussdeckel 8 mit einem Einlass 9 abgeschlossen. Durch die gegenläufig synchrone Rotation der beiden Rotoren 5, 5' wird Gas vom Einlass 9 zu einem Auslass 10 (hier nicht dargestellt) auf der Antriebsseite der Rotoren 5, 5' gefördert.

[0070] Der Antriebsteil 3 weist berührungslos laufende magnetisierte Zylinder 11, 11' auf. Ein Motorstator 12 umgibt die magnetisierten Zylinder 11, 11' im wesentlich 8-förmig. Die aus einem Permanentmagnet-Material mit geeigneten Eigenschaften bestehenden Zylinder 11, 11' sind geeignet magnetisiert, so dass ihre magnetische Wechselwirkung die Synchronisation der beiden Rotorwellen 6, 6' in Form eines magnetischen Getriebes bewirkt. Die im Motorstator 12 enthaltene Wicklung (nicht separat dargestellt) kann durch eine geeignete Steuerung (nicht dargestellt) bestromt werden, so dass die magnetisierten Zylinder 11, 11' - und somit die Rotorwellen 6, 6' sowie die Rotoren 5, 5' - in gegenläufige synchrone Rotation versetzt werden.

[0071] Die Rotorwellen 6, 6' weisen keine Lagerungen im Bereich des Schöpfraums 7'' auf. Vielmehr ist ein erstes Lagerpaar 13, 13' im Gehäuselagerschild 4 untergebracht. Diese Lager 13, 13' sitzen in Lagerbohrungen 14, 14'. Sie sind bevorzugt als Festlager ausgeführt, d.h.

Außenringe der Lager 13, 13' sind fest in den Lagerbohrungen 14, 14', und Innenringe sind fest auf den Rotorwellen 6, 6' montiert. Ein zweites Lagerpaar 15, 15' ist in Lagerbohrungen 16, 16' montiert, welche in einem hier einstückig dargestellten Motorlagerschild 17 angeordnet sind.

[0072] Im hier dargestellten Beispiel ist der axiale Abstand zwischen den einer Rotorwelle 6 bzw. 6' zugeordneten Lagern 13, 15 bzw. 13', 15' ähnlich groß wie die freie Rotorwellenlänge (ab den Lagern 13, 13' in den Schöpfraum 7'' ragend).

[0073] Die zweiten Lager 15, 15' sind bevorzugt als Loslager ausgelegt. In dem hier dargestellten Fall sitzen jeweilige Außenringe der Lager 15, 15' axial verschiebbar aber mit geringem Spiel in den Lagerbohrungen 16, 16', wobei Federn 18, 18' die Lager 15, 15' geeignet Vorspannen, so dass die Lagerung und damit die Rotorwellen 6, 6' spielfrei laufen. Die Federn 18, 18' drücken die Lager 15, 15' und damit die Rotorwellen 6, 6' mit den Rotoren 5, 5' in Richtung des Einlasses 9. Bei Unterdruck am Einlass 9 - also dem üblichen Betriebszustand - wirkt die Gaskraft auf die Rotoren 5, 5' infolge der Druckdifferenz vom Einlass 9 zum Auslass 10 in der selben Richtung wie die Federkraft.

[0074] In der hier dargestellten bevorzugten Ausführungsform sind die Lager 13, 13' auf der vom Schöpfraum 7'' abgewandten Seite des Gehäuselagerschildes 4 vorgesehen, und zwischen diesen Lagern 13, 13' und dem Schöpfraum 7'' sind keine schleifenden Dichtungen vorhanden.

[0075] Erfindungsgemäß weist das Gehäuselagerschild 4 auf der einen Seite Mittel 19 zur exakten Positionierung des Schraubenpumpenstators 7 und auf der anderen Seite Mittel 20 zur exakten Positionierung des Motorlagerschildes 17 auf, wobei zumindest ein Teil dieser Mittel 19, 20 gleichzeitig zur exakten Positionierung für beide Hauptkomponenten dient. In diesem Beispiel sind diese Mittel in Form von Stiften 19, 19' sowie 20, 20', die in exakt angebrachten Bohrungen 21, 21' sitzen, ausgeführt.

[0076] Das dargestellte und bevorzugte Ausführungsbeispiel zeigt in Fig. 1, dass hier der Antrieb 3 ein den Motorstator 12 umfassendes Motorgehäuse 17' aufweist, das in diesem Fall mit dem Motorlagerschild 17 zusammen topfförmig einstückig ausgeführt ist. Das ergibt eine besonders präzise Positionierung des Motorlagerschildes 17, Neben den genau bearbeiteten Anlageflächen für Schraubenpumpenstator 7 und Motorlagerschild 17 am Gehäuselagerschild 4 gewährleisten die Verstiftungen 19, 20, 21 die exakte Ausrichtung des Motorlagerschildes 17 - und damit über die Lagerung der Rotorwellen 6, 6' auch der Rotoren 5, 5' - zum Schraubenpumpenstator 7. Erfindungsgemäß bevorzugt sind die Bohrungen 21, 21' durchgehend und somit von einer Seite in das Gehäuselagerschild 4 einbringbar angeordnet. Zudem bevorzugt sind diese Bohrungen 21, 21' auf einer Linie mit den Lagerbohrungen 14, 14' ausgeführt (bei Blickrichtung parallel zu den Rotorwellen, siehe auch

Fig. 2 und 4), so dass bei der Fertigung des Gehäuselagerschildes 4 die Bearbeitungsvorrichtung zur Anbringung dieser für die Ausrichtung der Rotorwellen 6, 6' des Schraubenpumpenstators 7 sowie des Motorlagerschildes 17 entscheidenden Elemente nur in einer Dimension verfahren werden muß.

[0077] Durch die erfindungsgemäße Ausführung des Gehäuselagerschildes 4 und der damit verbundenen Teile lässt sich die Vakuumpumpe sehr kompakt, mit wenigen Teilen und vergleichsweise einfach herstellen und montieren.

[0078] In Fig. 1 ebenfalls dargestellt sind Gasförderungsanordnungen 22, 22', die auf den Rotorwellen 6, 6' montiert sind und durch ihre Rotation Gas aus Zuführungen 23 für Spülgas ansaugen und in Richtung des Schöpfraums 7" blasen. Dadurch soll gefördert Medium vom Lagerungs-/Antriebsbereich ferngehalten werden. Zudem wird durch den Spülgasstrom ständig kühles Gas an den im Betrieb heißen Bereich am druckseitigen Ende der Rotoren 5, 5' gebracht. Das durch die Kompression dort besonders erhitzte Gas wird permanent ausgetauscht und der Schöpfraum 7" von innen gekühlt. Die Verteilung der Spülluft rings um die Rotorwellen 6, 6' erfolgt durch Hohlräume 24, 24' um jede Rotorwelle 6, 6', wobei erfindungsgemäß der Querschnitt der Öffnungen aus diesen Hohlräumen 24, 24' zum Schöpfraum 7" größer oder gleich ist wie der Querschnitt der Öffnungen zu den Lagern 13, 13'.

[0079] Erfindungsgemäß bevorzugt sind auf den Stirnseiten der Rotoren 5, 5' Markierungen (nicht explizit dargestellt) angebracht, die die exakte Ausrichtung der Rotoren 5, 5' bei der Pumpenmontage ohne manuelle Ausrichtung erlauben.

[0080] In der hier dargestellten Ausführungsform bestehen die erfindungsgemäßen Halterungen der magnetisierten Zylinder 11, 11' jeweils aus einem ersten weichmagnetischen, im wesentlichen zylinderförmigen Teil 26, 26', auf dem die magnetisierten Zylinder 11, 11' befestigt sind, beispielsweise durch Klebung. Diese äußeren Teile 26, 26' sitzen passgenau, aber an sich leicht drehbar, auf inneren, im wesentlichen zylinderförmigen Teilen 27, 27', welche beispielsweise mittels Passungen 28, 28' zur Rotorwelle 6, 6' exakt geführt sind. Die Kraftübertragung von den inneren Teilen 27, 27' der Halterungen für die magnetisierten Zylinder 11, 11' auf die Rotorwellen 6, 6' erfolgt im dargestellten und bevorzugten Ausführungsbeispiels mittels mindestens jeweils eines Toleranzringes 29, 29', der jeweils in einem geeigneten Einstich auf der zugeordneten Rotorwelle 6, 6' angeordnet ist. Durch den Toleranzring 29, 29' ergibt sich eine Presspassung der inneren Teile 27, 27' auf der Rotorwelle 6, 6' und somit eine drehfeste Verbindung.

[0081] Für die Montage werden die beiden Rotoren 5, 5' mit ihren Rotorwellen 6, 6' exakt passend zueinander ausgerichtet, fixiert und im Gehäuselagerschild 4 montiert. Dies kann mittels einer geeigneten Vorrichtung erfolgen, beispielsweise unter Zuhilfenahme von Markierungen auf den Rotoren 5, 5', die die exakte Ausrichtung

der Schraubengänge anzeigen. Zur Montage der Zylinder 11, 11' werden die vormontierten Einheiten aus den äußeren Teilen 26, 26' mit den Zylindern 11, 11' und den inneren Teilen 27, 27' auf den Rotorwellen 6, 6' montiert. Die äußeren Teile 26, 26' können zu diesem Zeitpunkt noch leicht auf den inneren Teilen 27, 27' gedreht werden, so dass sich die magnetisierten Zylinder 11, 11' relativ zueinander ausrichten können (Nord- zu Südpol). In dieser Lage werden die Zylinder 11, 11' mit ihren eigenen Halterungen, nämlich den äußeren Teilen 26, 26', beispielsweise durch Verschraubungen an den inneren Teilen 27, 27', fixiert.

[0082] In Fig. 1 sieht man von den Verschraubungen an den beiden Rotorwellen 6, 6' nur jeweils eine Fixierschraube 30, 30'. Genauer sieht man dazu in Fig. 4, der Stirnansicht von der Antriebsseite her bei abgenommenem Motorgehäuse 17, 17' und Motorlagerschild 17. Die Fixierschrauben 30, 30' sind mit scheibenförmigen Plättchen 31, 31' (Unterlegscheiben) zur Kraftverteilung versehen.

[0083] Fig. 2b zeigt einen Schnitt, der in Fig. 1 mit II-II identifiziert ist. Man erkennt hier den Aufbau der Halterungen für die magnetisierten Zylinder 11, 11' sehr gut. Innen liegen die Rotorwellen 6, 6'. Auf diesen befinden sich die dort fest angeordneten inneren zylinderförmigen Teile 27, 27' der Halterung. Darauf befinden sich koaxial angeordnet die äußeren Teile 26, 26', die dann ihrerseits die magnetisierten Zylinder 11, 11' tragen.

[0084] In einer alternativen Ausführungsform, die hier nicht dargestellt ist, kann man die relative Einstellbarkeit auch auf eine der beiden Halterungen beschränken. In einem solchen Fall wird man zuerst den magnetisierten Zylinder mit einer einteiligen festen Halterung auf seiner Rotorwelle montieren.

[0085] Anschließend kann dann der zweite magnetisierte Zylinder relativ zu dem ersten magnetisierten Zylinder mittels seiner einstellbaren Halterung ausgerichtet und fixiert werden.

[0086] Fig. 2a zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, das gegenüber dem in Fig. 1 und Fig. 2b dargestellten Ausführungsbeispiel hinsichtlich der Halterung der magnetisierten Zylinder 11, 11' modifiziert ist. Hier erkennt man nicht einstellbare, einteilige Halterungen 32, 32' der magnetisierten Zylinder 11, 11', die jedoch zum Zwecke der richtigen Montage bereits von vorneherein mit Markierungen 33, 33' in Form von quer verlaufenden Kerben versehen sind. Somit kann man hier die Zylinder 11, 11' direkt und ohne weitere Einstellung in ihrer korrekten Ausrichtung auf den Rotorwellen 6, 6' montieren. Der Vorteil einer solchen Konstruktion liegt in der geringeren Anzahl einzelner Bauteile der Halterungen. Die Montage nur mit Ausrichtung der Kerben 33, 33' ist dafür allerdings etwas schwieriger.

[0087] Die in Fig. 2a gegebene Darstellung der Schraubenpumpe 1, bei der das Motorgehäuse 17' mit dem Motorlagerschild 17 abgenommen ist, lässt auch noch die Stiftbohrungen 21, 21' für die Positionierungsmittel 20, 20' erkennen. Dabei sieht man gut, dass die Bohrun-

gen 21, 21' auf einer Linie mit den Lagerbohrungen 14, 14' für die Lager 13, 13' der Rotorwellen 6, 6' im Gehäuselagerschild 4 liegen. Über die herstellungstechnischen Vorteile einer solchen Ausrichtung haben wir oben gesprochen.

[0088] Fig. 3a und 3b zeigen schematische Außenansichten der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe 1 mit den äußeren Hauptkomponenten Gehäuselagerschild 4, Motorlagerschild 17 und Motorgehäuse 17' und Schraubenpumpenstator 7, einmal von der Antriebsseite (Fig. 3a) und einmal von der Schöpfraumseite (Fig. 3b, Rippen 36 teilweise abgeschnitten) her. Man erkennt in Fig. 3a im Übrigen Stehbolzen 17'', mit denen das mit dem Motorlagerschild 17 einstückige, topfförmige Motorgehäuse 17' am Gehäuselagerschild 4 befestigt ist.

[0089] Erfindungsgemäß weist das hier mit dem Motorgehäuse 17' einstückig dargestellte Motorlagerschild 17 Öffnungen 34 für einen Kühlluftaustritt sowie Öffnungen 35 für einen Kühlluftaustritt auf. Durch einen geeigneten Kühlluftstrom, erzeugt beispielsweise durch ein Gebläse (nicht dargestellt), das achsparallel in der Verlängerung der Rotorwellen 6, 6' am Motorlagerschild 17 angeordnet ist und auf das Motorlagerschild 17 bläst, strömt Luft durch die Öffnungen 34 in das Motorgehäuse 17' und kühlt dort die magnetisierten Zylinder 11, 11' auf den Rotorwellen 6, 6' sowie den Motorstator 12, wobei die Kühlluft auch durch den Spalt zwischen den magnetisierten Zylindern 11, 11' und den Motorstator 12 strömen kann. Zudem strömt Luft außen am Motorstator 12 im Spalt zum Motorgehäuse 17' vorbei. Die erwärmte Kühlluft tritt an den Öffnungen 35 wieder aus.

[0090] Im hier gezeigten Beispiel weist auch das Gehäuselagerschild 4 zum Motorlagerschild 17 passende Öffnungen 35 auf, so dass die Kühlluft dort hindurchströmen kann. Durch die Kühlluft werden somit der Antrieb 3 und das Gehäuselagerschild 4 effektiv gekühlt. Praktischerweise wird der Kühlluftstrom so dimensioniert, daß ein Teil davon außen am Motorlagerschild 17, am Gehäuselagerschild 4 sowie am Schraubenpumpenstator 7 vorbeistreicht und somit auch diese Komponenten kühlt. Ggf. sind Mittel vorgesehen, um den Kühlluftstrom an der Pumpe entlang zu leiten.

[0091] Die Öffnungen 34 im Motorlagerschild 17 erlauben gleichzeitig einen Zugriff auf die Halterungen der Zylinder 11, 11' sowie deren Befestigungselemente 30, 30', so vorhanden.

[0092] Wie bereits oben ausgeführt worden ist und wie sich insbesondere aus Fig. 1 ergibt, kann man vorsehen, dass der Schraubenpumpenstator 7 als Strangpressprofil aus einer Aluminiumlegierung ausgeführt ist und dass das den Schraubenpumpenstator 7 bildende Strangpressprofil vorzugsweise im Innenbereich Längsnuten und/oder außen Mittel 36 zur verbesserten Wärmeübertragung an die Umgebungsluft aufweist. Bei den hier genannten Mitteln 36 zur verbesserten Wärmeübertragung an die Umgebungsluft handelt es sich im dargestellten Ausführungsbeispiel um in Längsrichtung des Schraubenpumpenstators 7 verlaufende Kühlrippen 36.

[0093] Bei dem dargestellten und bevorzugten Ausführungsbeispiel handelt es sich bevorzugt um eine Vakuumpumpe mit einer Förderleistung von etwa 10 m³/h. Bei dieser ist vorgesehen, dass der seitliche Abstand der Rotationsachsen der Rotorwellen 6, 6' etwa 40 mm beträgt.

[0094] Typischerweise ist für Vakuumpumpen mit einer Förderleistung von weniger als 50 m³/h der seitliche Abstand der Rotationsachsen der Rotorwellen 6, 6' maxima 100 mm. Werte unter 20 mm für diesen seitlichen Abstand sind kaum zu realisieren.

[0095] Insgesamt baut die erfindungsgemäße Vakuumpumpe sehr kompakt, Sie ist für Laboranwendungen ganz besonders geeignet.

Bezugszeichenliste

[0096]

20	1	Schraubenpumpe
	2	Schraubenpumpenaggregat
	3.	Antriebsteil
25	4	Gehäuselagerschild
	5,5'	Rotor (schraubenförmig, gegenläufig)
30	6,6'	Rotorwelle
	7	Stator = Pumpenstator
	7''	Schöpfraum
35	8	Abschlussdeckel
	9	Einlass
40	10	Auslass
	11, 11'	magnetisierter Zylinder
	12	Motorstator
45	13, 13'	1. Lager von 6, 6'
	14, 14'	1. Lagerbohrung
50	15, 15'	2. Lager von 6, 6'
	16,16'	2. Lagerbohrung
	17	Motorlagerschild
55	17'	Motorgehäuse
	17''	Stehbolzen

18, 18'	Feder
19, 19'	Positioniermittel = Stifte
20, 20'	Positioniermittel = Stifte
21, 21'	Stiftbohrung
22, 22'	Gasförderungs Vorrichtung
23	Zuführung für Spülgas
24, 24'	Hohlraum
26, 26'	zylinderförmiges Teil, außen
27, 27'	zylinderförmiges Teil, innen
28, 28'	Passung
29, 29'	Toleranzring
30, 30'	Fixierschraube
31, 31'	Platte
32, 32'	einteilige Halterung
33, 33'	Kerbe
34	Kühlufteintritt/Öffnung
35	Kühluftaustritt/Öffnung
36	Längsrippe=Kühlrippen

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe, vorzugsweise mit einem Saugvermögen unter 50 m³/h, mit einem Schraubenpumpenaggregat (2) mit zwei schraubenförmigen, in gegenseitigem Eingriff stehenden Rotoren (5; 5') in einem geeignet geformten Schöpfraum (7'') eines Schraubenpumpenstators (7), der eine Saugseite mit einem Einlass (9) und eine Druckseite mit einem Auslass (10) aufweist, und mit einem Zwei-Wellen-Synchronantrieb (3) mit zwei magnetisierten, sich nicht berührenden Zylindern (11, 11'), die auf die Rotoren (5, 5') tragenden Rotorwellen (6, 6') befestigt sind und diese infolge ihrer gegenseitigen magnetischen Wechselwirkung gegenläufig synchronisieren, und einer oder mehreren, die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') umgebenden Wicklungen eines Motorstators (12), die durch geeignete Bestromung wandernde Magnetfelder erzeugen dergestalt, dass sich die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') und damit die Rotor-

wellen (6, 6') gegenläufig synchron drehen, wobei die Lagerung der beiden Rotorwellen (6, 6') nur am Antrieb (3) vorgesehen ist, insbesondere also keine Lagerung auf der vom Antrieb (3) fernen Seite des Schöpfraums (7'') vorhanden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckseite des Schraubenpumpenaggregates (2) auf der dem Antrieb (3) zugewandten Seite des Schöpfraums (7'') liegt und die Lagerung der Rotorwellen (6, 6') und der Antrieb (3) unter Atmosphärendruck stehen.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die magnetisierten Zylinder (11, 11') auf den Rotorwellen (6, 6') jeweils zwischen voneinander axial beabstandeten Rotorwellenlagern (13, 13'; 15, 15') angeordnet sind.

3. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Rotorwellen (6, 6') je ein Festlager (13, 13'), bei dem ein Außenring fest im Gehäuse (4) und ein Innenring fest auf der Rotorwelle (6, 6') montiert ist, sowie je ein Loslager (15, 15'), bei dem ein Außenring und/oder Innenring axial zum Gehäuse (4) bzw. zur Rotorwelle (6, 6') verschiebbar montiert ist, aufweisen, **dass** die Festlager (13, 13') näher am Schöpfraum (7'') als die Loslager (15, 15') angeordnet sind, **dass** die Loslager (15, 15') eine axiale Vorspannung mittels federnder Elemente (18, 18') aufweisen und **dass** die Federkraft bevorzugt parallel und in der gleichen Richtung wie die Gaskraft auf die Rotoren (5, 5') bei Endvakuum wirkt.

4. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Antrieb (3) und dem Schöpfraum (7'') ein einteiliges oder mehrteiliges Gehäuse-lagerschild (4) vorgesehen ist, das jeweils ein Lager (13, 13') der beiden Rotorwellen (6, 6') aufnimmt, **dass** antriebsseitig ein einteiliges oder mehrteiliges Motorlagerschild (17) vorgesehen ist, das jeweils ein weiteres Lager (15, 15') der beiden Rotorwellen (6, 6') aufnimmt, und **dass**, vorzugsweise, die Lager (13, 13') der Rotorwellen (6, 6') im Gehäuse-lagerschild (4) auf der vom Schöpfraum (7'') abgewandten Seite des Gehäuse-lagerschildes (4) angeordnet sind.

5. Vakuumpumpe, vorzugsweise mit einem Saugvermögen unter 50 m³/h, mit einem Schraubenpumpenaggregat (2) mit zwei schraubenförmigen, in gegenseitigem Eingriff stehenden Rotoren (5; 5') in einem geeignet geformten Schöpfraum (7'') eines Schraubenpumpenstators (7), der eine Saugseite mit einem Einlass (9) und

eine Druckseite mit einem Auslass (10) aufweist, und mit einem Zwei-Wellen-Synchronantrieb (3) mit zwei magnetisierten, sich nicht berührenden Zylindern (11, 11'), die auf die Rotoren (5, 5') tragenden Rotorwellen (6, 6') befestigt sind und diese infolge ihrer gegenseitigen magnetischen Wechselwirkung gegenläufig synchronisieren, und einer oder mehreren, die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') umgebenden Wicklungen eines Motorstators (12), die durch geeignete Bestromung wandernde Magnetfelder erzeugen dergestalt, dass sich die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') und damit die Rotorwellen (6, 6') gegenläufig synchron drehen, wobei die Lagerung der beiden Rotorwellen (6, 6') nur am Antrieb (3) vorgesehen ist, insbesondere also keine Lagerung auf der vom Antrieb (3) fernen Seite des Schöpfraums (7'') vorhanden ist, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** zwischen dem Antrieb (3) und dem Schöpfraum (7'') ein einteiliges oder mehrteiliges Gehäuse-lagerschild (4) und antriebsseitig ein einteiliges oder mehrteiliges Motorlagerschild (17) angeordnet ist, **dass** am Gehäuse-lagerschild (4) Mittel (19) zur Positionierung des Schraubenpumpenstators (7) und Mittel (20) zur Positionierung des Motorlagerschildes (17) vorgesehen sind und **dass** zumindest ein Teil dieser Mittel (19, 20) gleichzeitig zur Positionierung des Schraubenpumpenstators (7) und des Motorlagerschildes (17) dient.

6. Vakuumpumpe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,**

dass zumindest ein Teil der Mittel (19, 20) zur gleichzeitigen Positionierung des Schraubenpumpenstators (7) und des Motorlagerschildes (17) so angeordnet ist, dass ihre Ausformung auf dem Gehäuse-lagerschild (4) von einer Seite aus erfolgen kann und/oder auf einer Linie mit den Lagern (13, 13') der Rotorwellen (6, 6') im Gehäuse-lagerschild (4) angeordnet ist und/oder aus Stiften (19, 20) besteht, die in Bohrungen (21) eingreifen, wobei die Bohrungen (21) vorzugsweise im Gehäuse-lagerschild (4) angeordnet sind und weiter vorzugsweise als Durchgangsbohrungen ausgeführt sind.

7. Vakuumpumpe, vorzugsweise mit einem Saugvermögen unter 50 m³/h,

mit einem Schraubenpumpenaggregat (2) mit zwei schraubenförmigen, in gegenseitigem Eingriff stehenden Rotoren (5; 5') in einem geeignet geformten Schöpfraum (7'') eines Schraubenpumpenstators (7), der eine Saugseite mit einem Einlass (9) und eine Druckseite mit einem Auslass (10) aufweist, und mit einem Zwei-Wellen-Synchronantrieb (3) mit zwei

magnetisierten, sich nicht berührenden Zylindern (11, 11'), die auf die Rotoren (5, 5') tragenden Rotorwellen (6, 6') befestigt sind und diese infolge ihrer gegenseitigen magnetischen Wechselwirkung gegenläufig synchronisieren, und einer oder mehreren, die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') umgebenden Wicklungen eines Motorstators (12), die durch geeignete Bestromung wandernde Magnetfelder erzeugen dergestalt, dass sich die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') und damit die Rotorwellen (6, 6') gegenläufig synchron drehen, wobei die Lagerung der beiden Rotorwellen (6, 6') nur am Antrieb (3) vorgesehen ist, insbesondere also keine Lagerung auf der vom Antrieb (3) fernen Seite des Schöpfraums (7'') vorhanden ist, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** zwischen dem Antrieb (3) und dem Schöpfraum (7'') ein einteiliges oder mehrteiliges Gehäuse-lagerschild (4) vorgesehen ist, **dass** im Gehäuse-lagerschild (4) Zuführungen (23) für Spülgas angeordnet sind, die in dem Bereich zwischen den Lagern (13, 13') der Rotorwellen (6, 6') und dem Schöpfraum (7'') münden, **dass**, vorzugsweise, die Zuführungen (23) in mindestens einen Hohlraum (24, 24') um mindestens eine der Rotorwellen (6, 6') münden und **dass**, vorzugsweise, der Durchflussquerschnitt vom Hohlraum (24, 24') zum Schöpfraum (7'') größer oder gleich dem Durchflussquerschnitt vom Hohlraum (24, 24') zum Lager (13, 13') der Rotorwellen (6, 6') ist.

8. Vakuumpumpe, vorzugsweise mit einem Saugvermögen unter 50 m³/h, mit einem Schraubenpumpenaggregat (2) mit zwei schraubenförmigen, in gegenseitigem Eingriff stehenden Rotoren (5; 5') in einem geeignet geformten Schöpfraum (7'') eines Schraubenpumpenstators (7), der eine Saugseite mit einem Einlass (9) und eine Druckseite mit einem Auslass (10) aufweist, und mit einem Zwei-Wellen-Synchronantrieb (3) mit zwei magnetisierten, sich nicht berührenden Zylindern (11, 11'), die auf die Rotoren (5, 5') tragenden Rotorwellen (6, 6') befestigt sind und diese infolge ihrer gegenseitigen magnetischen Wechselwirkung gegenläufig synchronisieren, und einer oder mehreren, die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') umgebenden Wicklungen eines Motorstators (12), die durch geeignete Bestromung wandernde Magnetfelder erzeugen dergestalt, dass sich die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') und damit die Rotorwellen (6, 6') gegenläufig synchron drehen, wobei die Lagerung der beiden Rotorwellen (6, 6') nur am Antrieb (3) vorgesehen ist, insbesondere also keine Lagerung auf der vom Antrieb (3) fernen Seite des Schöpfraums (7'') vorhanden ist, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass am Antrieb (3) ein einteiliges oder mehrteiliges Motorlagerschild (17) vorgesehen ist und

dass das Motorlagerschild (17) Öffnungen (34) aufweist, die eine direkte Luftkühlung des Antriebs (3) durch eine von außen eintretende Kühlluftströmung erlauben.

9. Vakuumpumpe, vorzugsweise mit einem Saugvermögen unter 50 m³/h,

mit einem Schraubenpumpenaggregat (2) mit zwei schraubenförmigen, in gegenseitigem Eingriff stehenden Rotoren (5; 5') in einem geeignet geformten Schöpfraum (7'') eines Schraubenpumpenstators (7), der eine Saugseite mit einem Einlass (9) und eine Druckseite mit einem Auslass (10) aufweist, und mit einem Zwei-Wellen-Synchronantrieb (3) mit zwei magnetisierten, sich nicht berührenden Zylindern (11, 11'), die auf die Rotoren (5, 5') tragenden Rotorwellen (6, 6') befestigt sind und diese infolge ihrer gegenseitigen magnetischen Wechselwirkung gegenläufig synchronisieren, und einer oder mehreren, die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') umgebenden Wicklungen eines Motorstators (12), die durch geeignete Bestromung wandernde Magnetfelder erzeugen dergestalt, dass sich die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') und damit die Rotorwellen (6, 6') gegenläufig synchron drehen, wobei die Lagerung der beiden Rotorwellen (6, 6') nur am Antrieb (3) vorgesehen ist, insbesondere also keine Lagerung auf der vom Antrieb (3) fernen Seite des Schöpfraums (7'') vorhanden ist, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Schraubenpumpenstator (7) als Strangpressprofil aus einer Aluminiumlegierung ausgeführt ist und dass das den Schraubenpumpenstator (7) bildende Strangpressprofil vorzugsweise im Innenbereich Längsnuten und/oder außen Mittel (36) zur verbesserten Wärmeübertragung an die Umgebungsluft aufweist.

10. Vakuumpumpe, vorzugsweise mit einem Saugvermögen unter 50 m³/h,

mit einem Schraubenpumpenaggregat (2) mit zwei schraubenförmigen, in gegenseitigem Eingriff stehenden Rotoren (5; 5') in einem geeignet geformten Schöpfraum (7'') eines Schraubenpumpenstators (7), der eine Saugseite mit einem Einlass (9) und eine Druckseite mit einem Auslass (10) aufweist, und mit einem Zwei-Wellen-Synchronantrieb (3) mit zwei magnetisierten, sich nicht berührenden Zylindern (11, 11'), die auf die Rotoren (5, 5') tragenden Rotorwellen (6, 6') befestigt sind und diese infolge ihrer gegenseitigen magnetischen Wechselwirkung gegenläufig synchronisieren, und einer oder mehreren, die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') umgebenden Wicklungen eines Motorstators (12), die

durch geeignete Bestromung wandernde Magnetfelder erzeugen dergestalt, dass sich die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') und damit die Rotorwellen (6, 6') gegenläufig synchron drehen, wobei die Lagerung der beiden Rotorwellen (6, 6') nur am Antrieb (3) vorgesehen ist, insbesondere also keine Lagerung auf der vom Antrieb (3) fernen Seite des Schöpfraums (7'') vorhanden ist,

insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Rotoren (5, 5') einstückig mit den Rotorwellen (6, 6') ausgeführt sind und die Rotorwellen (6, 6') einteilig oder mehrteilig ausgeführt sind und vorzugsweise aus einem Hochleistungskunststoff wie PEEK, bevorzugt verstärkt mit Fasern, insbesondere Kohlefasern, oder aus einer Aluminium-, Nickel- oder Titanlegierung bestehen oder

dass die Rotoren (5, 5') von den Rotorwellen (6, 6') getrennt ausgeführt, aber unlösbar mit den Rotorwellen (6, 6') verbunden sind, wobei die Rotorwellen (6, 6') einteilig oder mehrteilig ausgeführt sind und bevorzugt aus einer Aluminium-, Nickel- oder Titanlegierung bestehen und wobei schließlich die Rotoren (5, 5') vorzugsweise aus Kunststoff bestehen und, weiter vorzugsweise, in einem Kunststoffspritzgussverfahren auf die Rotorwellen (6, 6') aufgebracht sind.

11. Vakuumpumpe, vorzugsweise mit einem Saugvermögen unter 50 m³/h,

mit einem Schraubenpumpenaggregat (2) mit zwei schraubenförmigen, in gegenseitigem Eingriff stehenden Rotoren (5; 5') in einem geeignet geformten Schöpfraum (7'') eines Schraubenpumpenstators (7), der eine Saugseite mit einem Einlass (9) und eine Druckseite mit einem Auslass (10) aufweist, und mit einem Zwei-Wellen-Synchronantrieb (3) mit zwei magnetisierten, sich nicht berührenden Zylindern (11, 11'), die auf die Rotoren (5, 5') tragenden Rotorwellen (6, 6') befestigt sind und diese infolge ihrer gegenseitigen magnetischen Wechselwirkung gegenläufig synchronisieren, und einer oder mehreren, die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') umgebenden Wicklungen eines Motorstators (12), die durch geeignete Bestromung wandernde Magnetfelder erzeugen dergestalt, dass sich die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') und damit die Rotorwellen (6, 6') gegenläufig synchron drehen, wobei die Lagerung der beiden Rotorwellen (6, 6') nur am Antrieb (3) vorgesehen ist, insbesondere also keine Lagerung auf der vom Antrieb (3) fernen Seite des Schöpfraums (7'') vorhanden ist, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass auf den Rotoren (5, 5') Markierungen mit einer festen Winkelbeziehung zum Schraubenprofil der Rotoren (5, 5') vorgesehen sind und dass, vorzugsweise, die Markierungen stirnseitig an den Rotoren

(5, 5') angebracht sind.

12. Vakuumpumpe, vorzugsweise mit einem Saugvermögen unter 50 m³/h, mit einem Schraubenpumpenaggregat (2) mit zwei schraubenförmigen, in gegenseitigem Eingriff stehenden Rotoren (5; 5') in einem geeignet geformten Schöpfraum (7'') eines Schraubenpumpenstators (7), der eine Saugseite mit einem Einlass (9) und eine Druckseite mit einem Auslass (10) aufweist, und mit einem Zwei-Wellen-Synchronantrieb (3) mit zwei magnetisierten, sich nicht berührenden Zylindern (11, 11'), die auf die Rotoren (5, 5') tragenden Rotorwellen (6, 6') befestigt sind und diese infolge ihrer gegenseitigen magnetischen Wechselwirkung gegenläufig synchronisieren, und einer oder mehreren, die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') umgebenden Wicklungen eines Motorstators (12), die durch geeignete Bestromung wandernde Magnetfelder erzeugen dergestalt, dass sich die beiden magnetisierten Zylinder (11, 11') und damit die Rotorwellen (6, 6') gegenläufig synchron drehen, wobei die Lagerung der beiden Rotorwellen (6, 6') nur am Antrieb (3) vorgesehen ist, insbesondere also keine Lagerung auf der vom Antrieb (3) fernen Seite des Schöpfraum (7'') vorhanden ist, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** zumindest einer der magnetisierten Zylinder (11, 11') gegenüber der zugeordneten Rotorwelle (6, 6') drehbar ist und dass dazu Mittel (26, 27, 30 bzw. 26', 27', 30') vorgesehen sind, um den magnetisierten Zylinder (11, 11') in der gewünschten Winkelposition auf der zugeordneten Rotorwelle (6, 6') zu fixieren und/oder **dass** an mindestens einem magnetisierten Zylinder (11, 11') mindestens eine Markierung mit einer festen Winkelbeziehung zur Magnetpollage auf dem Zylinder (11, 11') vorgesehen ist.
13. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** beide Rotorwellen (6, 6') jeweils zwei axial voneinander beabstandete Lager (13, 13'; 15, 15') aufweisen und **dass** der axiale Abstand der Rotorwellenlager (13, 13'; 15, 15') das 0,3-fache bis 2-fache, vorzugsweise das 0,5-fache bis 1,5-fache, der freien Länge der Rotorwellen (6, 6') im Schöpfraum (7'') beträgt.
14. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der seitliche Abstand der Rotationsachsen der Rotorwellen (6, 6') 20 mm bis 100 mm, vorzugsweise 25 mm bis 60 mm, beträgt.
15. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Antrieb (3) ein den Motorstator (12) umfassendes Motorgehäuse (17') aufweist und dass das Motorgehäuse (17') mit dem Gehäuselagerschild (4) oder, vorzugsweise, mit dem Motorlagerschild (17) zusammen topfförmig einstückig ausgeführt ist.

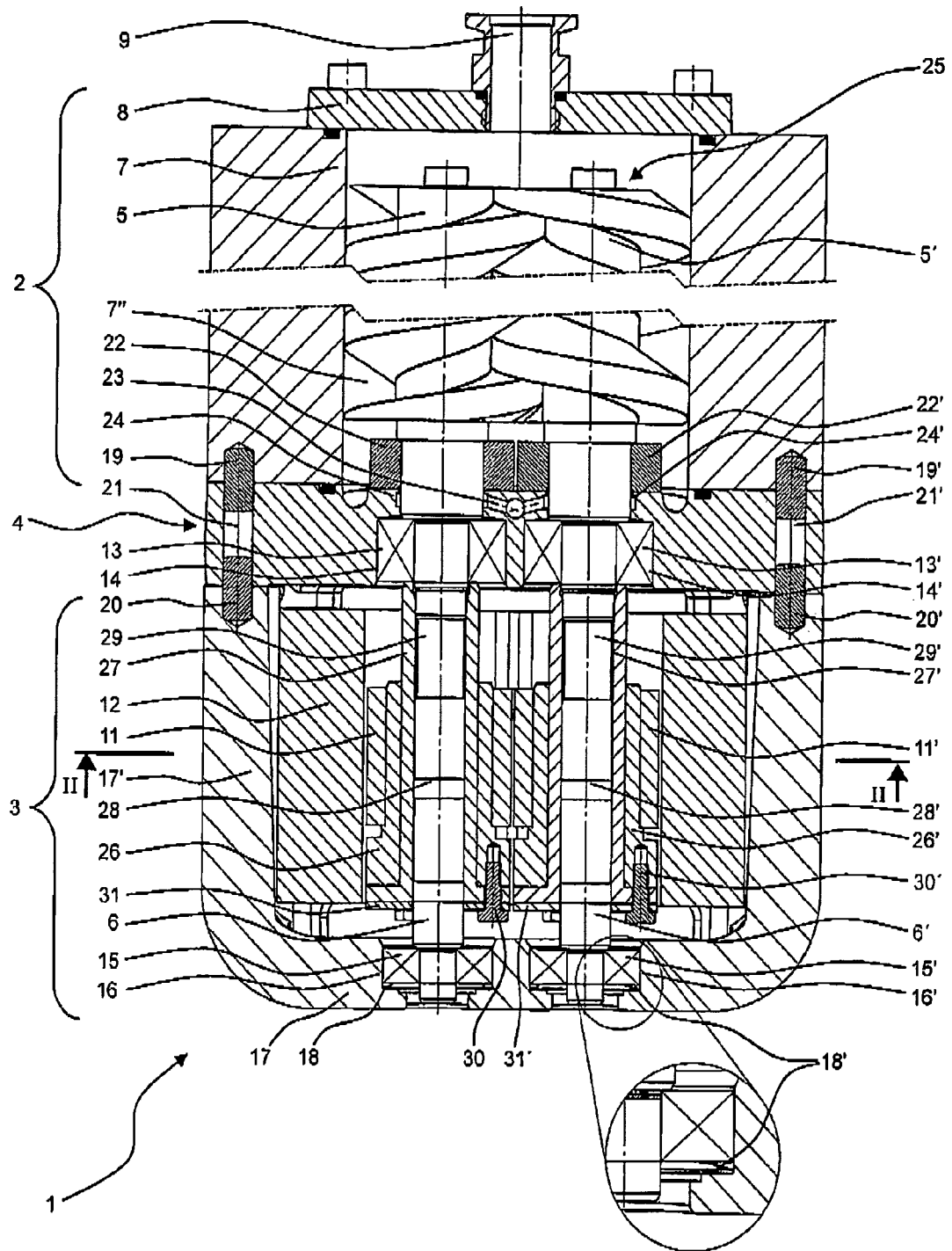


Fig. 1

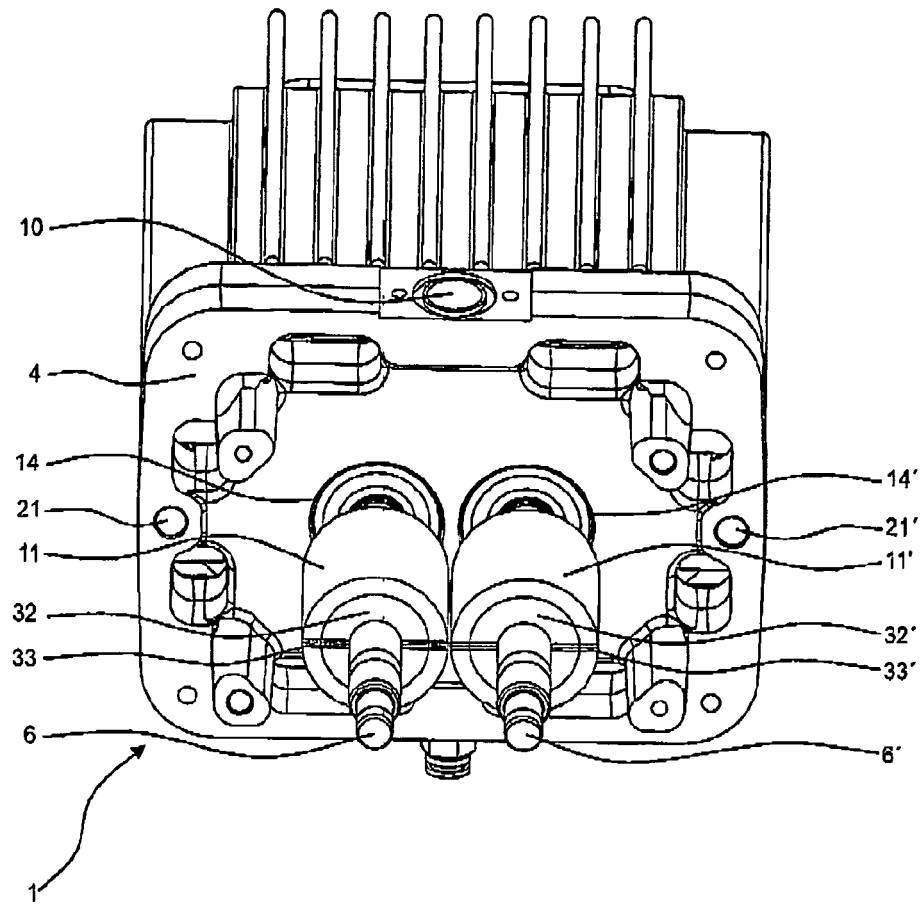


Fig. 2a

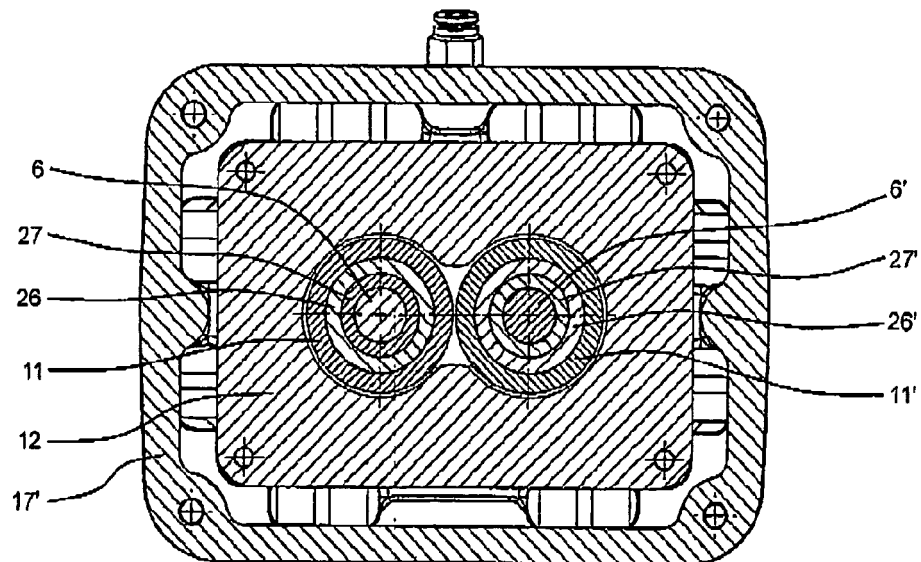


Fig. 2b

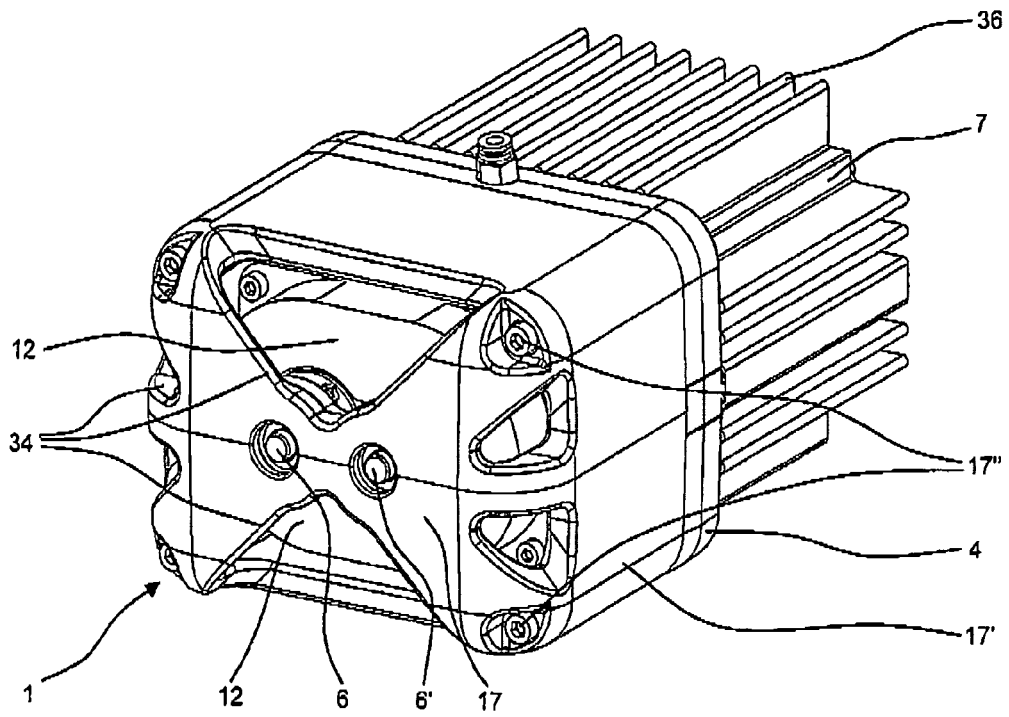


Fig. 3A

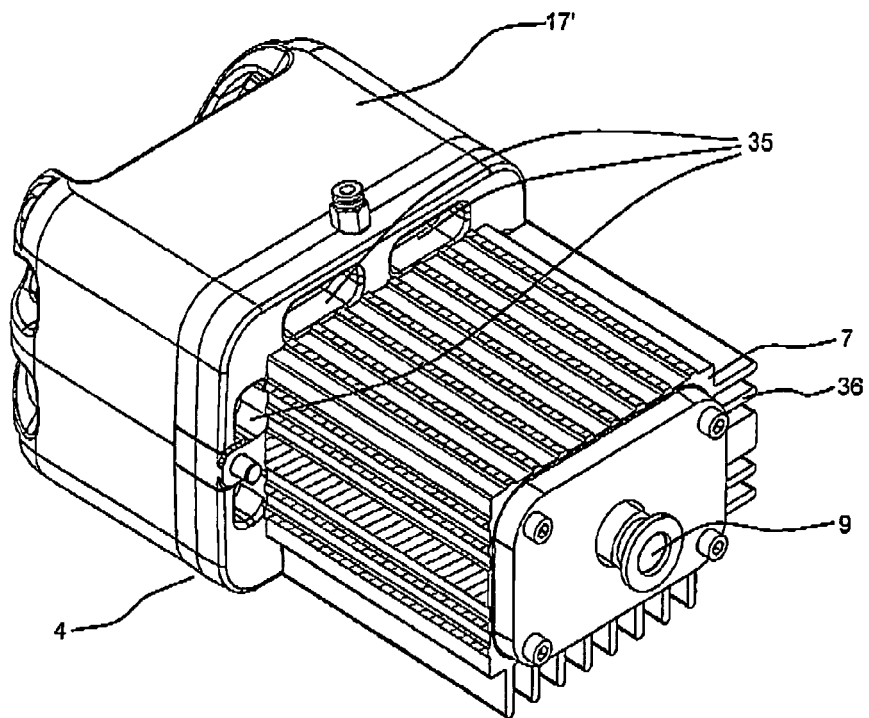


Fig. 3b

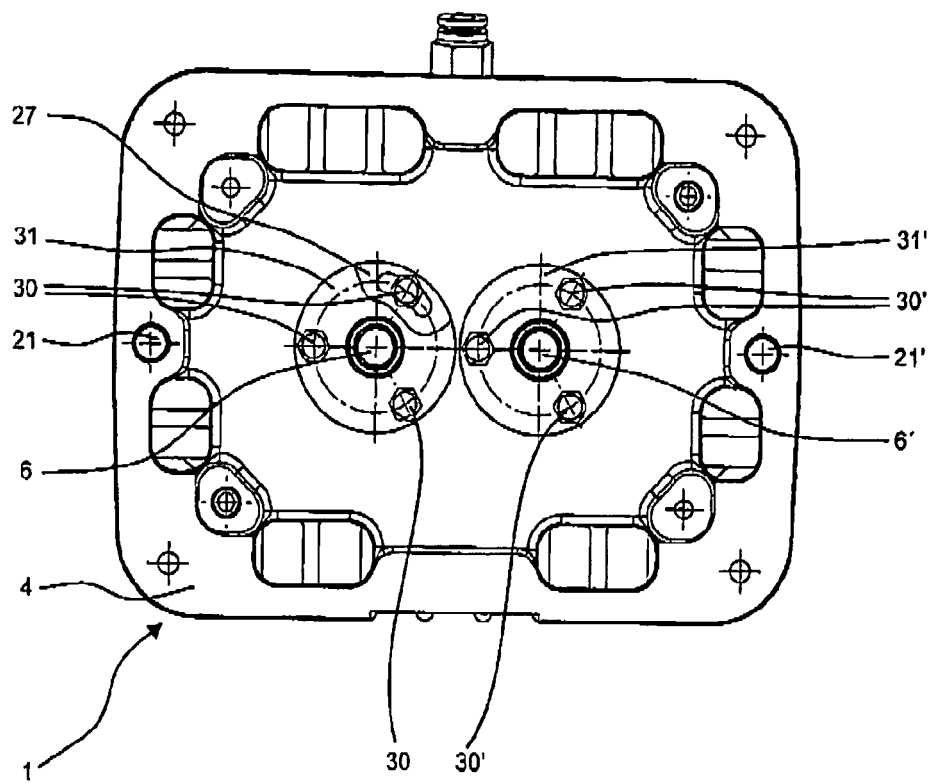


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 00 4566

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 195 22 560 A1 (SIHI IND CONSULT GMBH [DE]) 2. Januar 1997 (1997-01-02)	1,2,4, 13-15	INV. F04C18/16
Y	* das ganze Dokument *	5-15	F04C23/02 F04C25/02
	-----		F01C21/02
X,D	EP 0 811 766 A2 (EBARA CORP [JP]) 10. Dezember 1997 (1997-12-10)	1,2,4, 13-15	F01C17/00 F01C21/10
	* das ganze Dokument *		F04C27/02
	-----		F04C29/00
X	EP 1 059 454 A1 (STERLING FLUID SYS GMBH [DE]) 13. Dezember 2000 (2000-12-13)	1,2,4, 13-15	F04C29/04 H02K9/02
	* das ganze Dokument *		H02K15/03 H02K21/14

X	WO 2007/088989 A1 (EBARA DENSAN LTD [JP]; EBARA CORP [JP]; HOZUMI TAKASHI [JP]; MIYASHITA) 9. August 2007 (2007-08-09)	1,2,4, 13-15	
	* das ganze Dokument *		
	* Abbildungen 5,6 *		
	* Seite 15, Zeile 16 - Seite 16, Zeile 17 *		

Y	DE 199 45 871 A1 (LEYBOLD VAKUUM GMBH [DE]) 29. März 2001 (2001-03-29)	5,6, 13-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* das ganze Dokument *		F04C
	* Abbildung 4 *		F01C
	-----		H02K
Y	EP 1 643 129 A1 (LOT VACUUM CO LTD [KR]) 5. April 2006 (2006-04-05)	7	
	* das ganze Dokument *		
	* Abbildung 1 *		

Y	GB 2 336 038 A (BROOK MOTORS LIMITED [GB]) 6. Oktober 1999 (1999-10-06)	8	
	* das ganze Dokument *		

	-/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
4	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 10. Mai 2012	Prüfer Sbresny, Heiko
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 00 4566

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)	
Y	DE 25 03 020 A1 (WIKOTOOL SYST TECH MASCHBAU) 29. Juli 1976 (1976-07-29) * das ganze Dokument * * Seite 3, Zeile 8 - Zeile 13 * * Seite 3, Zeile 26 - Zeile 28 * * Seite 4, Absatz 5 * * Seite 5, Absatz 3 * -----	9		
Y	WO 91/10045 A1 (OPCON AUTOROTOR AB [SE]) 11. Juli 1991 (1991-07-11) * das ganze Dokument * * Abbildungen 1-3 * * Seite 4, Zeile 36 - Seite 5, Zeile 8 * -----	9		
Y	WO 2007/030898 A1 (ATLAS COPCO AIRPOWER NV [BE]; PEETERS GUIDO JOZEF CHRISTIAN [BE]; SEG) 22. März 2007 (2007-03-22) * das ganze Dokument * -----	10		
Y	US 6 139 298 A (KOJIMA YUKIHIRO [JP] ET AL) 31. Oktober 2000 (2000-10-31) * das ganze Dokument * -----	10		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	EP 0 171 180 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 12. Februar 1986 (1986-02-12) * das ganze Dokument * -----	10		
Y	DE 689 05 027 T2 (CIT ALCATEL [FR]) 17. Juni 1993 (1993-06-17) * Abbildung 1 * * Seite 5, Zeile 26 - Zeile 28 * -----	11		
Y	DE 199 41 107 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 27. April 2000 (2000-04-27) * das ganze Dokument * * Abbildungen 10,11 * * Spalte 6, Zeile 32 - Zeile 48 * -----	12		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		-/--		
4	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 10. Mai 2012	Prüfer Sbresny, Heiko	
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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 00 4566

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	JP 2007 049803 A (HONDA MOTOR CO LTD) 22. Februar 2007 (2007-02-22) * Abbildungen 1-11 * * Zusammenfassung * -----	12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. Mai 2012	Prüfer Sbresny, Heiko
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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

4
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Nummer der Anmeldung

EP 11 00 4566

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

☒ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 11 00 4566

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-4, 13-15

Vakuumpumpe mit Schraubenpumpenaggregat,
Zwei-Wellen-Synchronantrieb, antriebsseitiger Wellenlagerung
und einer Lageranordnung, bei der Fest- und Loslager so
angeordnet sind, dass die axiale Vorspannung des Loslagers
in die Richtung der auf die Rotoren der Pumpe wirkende
Gaskraft wirkt.

2. Ansprüche: 5, 6, 13-15

Vakuumpumpe mit Schraubenpumpenaggregat,
Zwei-Wellen-Synchronantrieb, antriebsseitiger Wellenlagerung
und Gehäuseteilen mit Mitteln zur gegenseitigen
Positionierung.

3. Ansprüche: 7, 13-15

Vakuumpumpe mit Schraubenpumpenaggregat,
Zwei-Wellen-Synchronantrieb, antriebsseitiger Wellenlagerung
und Spülgaszuführungen.

4. Ansprüche: 8, 13-15

Vakuumpumpe mit Schraubenpumpenaggregat,
Zwei-Wellen-Synchronantrieb, antriebsseitiger Wellenlagerung
und Motorkühlung.

5. Ansprüche: 9, 13-15

Vakuumpumpe mit Schraubenpumpenaggregat,
Zwei-Wellen-Synchronantrieb, antriebsseitiger Wellenlagerung
und Längsnuten im Schraubenpumpenstator.

6. Ansprüche: 10, 13-15

Verbindung von Rotoren und Rotorwellen aus bestimmten
Materialien für eine Vakuumpumpe mit Schraubenpumpenaggregat,
Zwei-Wellen-Synchronantrieb und antriebsseitiger
Wellenlagerung.

7. Ansprüche: 11, 13-15

Vakuumpumpe mit Schraubenpumpenaggregat,
Zwei-Wellen-Synchronantrieb, antriebsseitiger Wellenlagerung



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 11 00 4566

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

und Rotoren mit Markierungen.

8. Ansprüche: 12-15

Vakuumpumpe mit Schraubenpumpenaggregat,
Zwei-Wellen-Synchronantrieb, antriebsseitiger Wellenlagerung
und magnetisierten Zylindern des Synchronantriebs mit
Mitteln zur Fixierung.

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 00 4566

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-05-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19522560	A1	02-01-1997	KEINE		
EP 0811766	A2	10-12-1997	DE	69727514 D1	18-03-2004
			DE	69727514 T2	23-12-2004
			EP	0811766 A2	10-12-1997
			JP	3432679 B2	04-08-2003
			JP	9324780 A	16-12-1997
			US	5846062 A	08-12-1998
EP 1059454	A1	13-12-2000	AT	248295 T	15-09-2003
			AU	763843 B2	31-07-2003
			AU	3792600 A	14-12-2000
			CA	2310995 A1	09-12-2000
			DE	59906772 D1	02-10-2003
			DK	1059454 T3	22-12-2003
			EP	1059454 A1	13-12-2000
			ES	2205640 T3	01-05-2004
			JP	4209581 B2	14-01-2009
			JP	2001012376 A	16-01-2001
			KR	20010007265 A	26-01-2001
			PT	1059454 E	31-12-2003
			SG	85187 A1	19-12-2001
			US	6328540 B1	11-12-2001
			ZA	200002736 A	11-12-2000
WO 2007088989	A1	09-08-2007	CN	101375063 A	25-02-2009
			EP	1979619 A1	15-10-2008
			KR	20080092461 A	15-10-2008
			US	2009047142 A1	19-02-2009
			WO	2007088989 A1	09-08-2007
DE 19945871	A1	29-03-2001	DE	19945871 A1	29-03-2001
			WO	0123762 A1	05-04-2001
EP 1643129	A1	05-04-2006	AT	395515 T	15-05-2008
			EP	1643129 A1	05-04-2006
			US	2006083651 A1	20-04-2006
GB 2336038	A	06-10-1999	AU	748375 B2	06-06-2002
			AU	3429599 A	14-02-2000
			CA	2326591 A1	03-02-2000
			CN	1302470 A	04-07-2001
			EP	1070379 A1	24-01-2001
			GB	2336038 A	06-10-1999
			HK	1020238 A1	18-10-2002
			JP	2002521994 A	16-07-2002

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 00 4566

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-05-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
		WO 0005800 A1	03-02-2000
DE 2503020	A1	29-07-1976	KEINE
WO 9110045	A1	11-07-1991	AT 105605 T 15-05-1994 DE 69008867 D1 16-06-1994 DE 69008867 T2 08-12-1994 EP 0506816 A1 07-10-1992 JP 3101630 B2 23-10-2000 JP H05502922 A 20-05-1993 SE 8904359 A 23-06-1991 US 5332376 A 26-07-1994 WO 9110045 A1 11-07-1991
WO 2007030898	A1	22-03-2007	BE 1016762 A3 05-06-2007 WO 2007030898 A1 22-03-2007
US 6139298	A	31-10-2000	US 6139298 A 31-10-2000 US 6186756 B1 13-02-2001
EP 0171180	A1	12-02-1986	EP 0171180 A1 12-02-1986 JP 61017191 U 31-01-1986 US 4671749 A 09-06-1987
DE 68905027	T2	17-06-1993	DE 68905027 D1 01-04-1993 DE 68905027 T2 17-06-1993 EP 0368124 A1 16-05-1990 ES 2039805 T3 01-10-1993 FR 2638786 A1 11-05-1990 JP 2157489 A 18-06-1990 JP 6031626 B 27-04-1994 SU 1834986 A3 15-08-1993 US 5013227 A 07-05-1991
DE 19941107	A1	27-04-2000	DE 19941107 A1 27-04-2000 FR 2785105 A1 28-04-2000 JP 4089072 B2 21-05-2008 JP 2000197320 A 14-07-2000 KR 20000028626 A 25-05-2000 TW 434973 B 16-05-2001 US 6225724 B1 01-05-2001
JP 2007049803	A	22-02-2007	JP 4642589 B2 02-03-2011 JP 2007049803 A 22-02-2007

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0811766 B1 [0010] [0018]
- JP 4178143 A [0017]
- WO 2004031585 A1 [0019]