

(19)



(11)

EP 3 623 630 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.03.2020 Patentblatt 2020/12

(51) Int Cl.:
F04C 25/02 (2006.01) **F04C 29/04** (2006.01)
F04C 18/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18194308.5**

(22) Anmeldetag: **13.09.2018**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder: **Huber, Peter**
35510 Butzbach (DE)

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)
EPÜ.

(54) **VAKUUMPUMPE**

(57) Vakuumpumpe, insbesondere Schraubenvakuumpumpe, mit wenigstens einem Rotor (28), der zum Fördern eines Prozessgases in Rotation versetzbar ist, einem Ölsystem zur Schmierung und/oder Temperierung des Rotors und/oder eines Getriebes, einer oder mehreren Scheiben (54), die derart angeordnet sind, dass die jeweilige Scheibe im Betrieb der Vakuumpumpe in eine Ölfüllung des Ölsystems eingetaucht ist und mit dem Rotor und/oder einem Getriebeelement rotiert, und

einem Wärmetauscher (34) für das Ölsystem, der derart angeordnet ist, dass er im Betrieb der Vakuumpumpe zumindest teilweise in der Ölfüllung angeordnet ist, wobei die Scheibe oder die Scheiben (54) dazu ausgebildet und angeordnet sind, infolge ihrer Rotation eine zumindest im Wesentlichen unidirektionale Strömung in der Ölfüllung im Bereich des Wärmetauschers (34) zu bewirken.

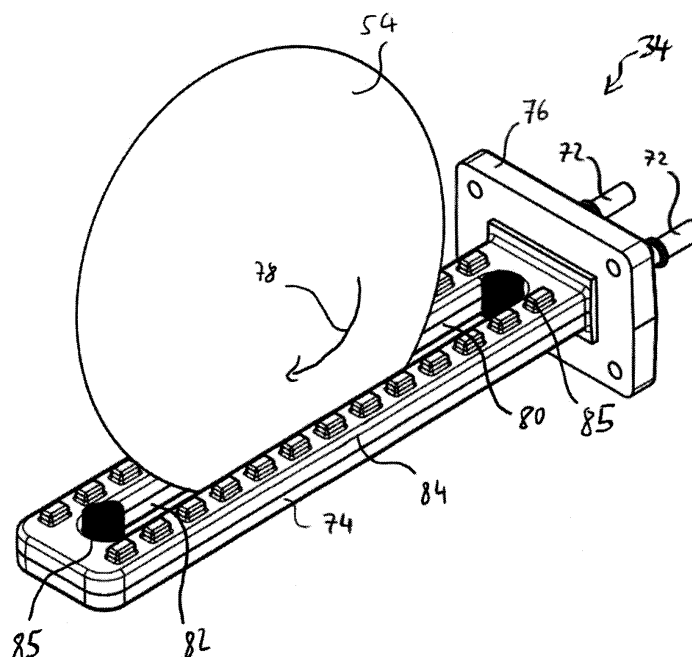


Fig. 6

EP 3 623 630 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Schraubenvakuumpumpe, mit wenigstens einem Rotor, der zum Fördern eines Prozessgases in Rotation versetzbar ist, einem Ölsystem zur Schmierung und/oder Temperierung des Rotors und/oder eines Getriebes, einer oder mehreren Scheiben, die derart angeordnet sind, dass die jeweilige Scheibe im Betrieb der Vakuumpumpe in eine Ölfüllung des Ölsystems eingetaucht ist und mit dem Rotor und/oder einem Getriebeelement rotiert, und einem Wärmetauscher für das Ölsystem, der derart angeordnet ist, dass er im Betrieb der Vakuumpumpe zumindest teilweise in der Ölfüllung angeordnet ist.

[0002] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen Vakuumpumpe.

[0003] Viele Arten von Vakuumpumpen erfordern eine wirksame Kühlung. Dies gilt insbesondere für Schraubenvakuumpumpen, da sie allgemein eine hohe Leistungsdichte und entsprechend hohe Wärmeproduktion aufweisen. Die Kühlung wird häufig durch ein Ölsystem unterstützt, welches vorteilhafter Weise zudem der Schmierung von beweglichen Komponenten, wie etwa Rotoren und Getriebeelementen, dient. Die Wärmeabfuhr erfolgt beispielsweise über ein Gehäuse oder über einen Wärmetauscher, der insbesondere in einer Ölfüllung des Ölsystems angeordnet ist.

[0004] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, die Temperierung einer Vakuumpumpe der eingangs genannten Art zu verbessern.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Vakuumpumpe mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst, und insbesondere dadurch, dass die Scheibe oder die Scheiben dazu ausgebildet und angeordnet sind, infolge ihrer Rotation eine zumindest im Wesentlichen unidirektionale Strömung in der Ölfüllung zumindest im Bereich des Wärmetauschers zu bewirken.

[0006] Hierdurch wird der Wärmeübergang zwischen Ölfüllung und Wärmetauscher verbessert. Dies gilt insbesondere im Gegensatz zu einer verwirbelten Strömung oder zu einer Situation, in der verschiedene Strömungsrichtungen im Öl ausgebildet sind, sodass der Wärmeaustausch nicht den vollen Strömungsweg entlang des Wärmetauschers ausnutzen kann.

[0007] Ein weiterer Vorteil zeigt sich insbesondere im Vergleich zu einer Vakuumpumpe, bei der die Wärme der Ölfüllung zumindest auch über einen die Ölfüllung haltenden Gehäuseabschnitt abgeführt wird. Dabei wird üblicherweise Öl durch eine rotierende Scheibe spritzend über eine Innenwand des Gehäuses verteilt. Dies erfordert jedoch eine Mindestdrehzahl, da ein Ablösen von Öltropfen erst ab einer gewissen Zentrifugalkraft erfolgt. Bei der erfindungsgemäßen Vakuumpumpe wird die Wärme auch ohne Spritzen wirksam abgeführt. Die Temperierung dieser Vakuumpumpe ist folglich im Wesentlichen drehzahlunabhängig oder zumindest auch bei niedrigen Drehzahlen relativ wirksam. Insbesondere in

Verbindung mit einem Frequenzumrichter für einen Rotormotor ist hierdurch eine besondere Drehzahlflexibilität ermöglicht, was auch die Anwendung der Pumpe deutlich flexibilisiert.

[0008] Nicht zuletzt kann durch die erfindungsgemäß verbesserte Anströmung des Wärmetauschers auch dessen Größe gegenüber einem solchen ohne verbesserte Anströmung verringert werden. Hierdurch können Bauraum und Kosten eingespart werden.

[0009] Der Begriff "unidirektional" bedeutet in diesem Zusammenhang nicht notwendigerweise, dass die Strömung nur gerade verlaufen darf. Vielmehr kann der Strömungsverlauf auch entlang einer recht komplexen, insbesondere geschwungenen und/oder kreisförmigen, Bahn verlaufen, solange sie entlang dieser Bahn zumindest im Wesentlichen nur in einer Richtung verläuft. Die Strömung kann folglich beispielsweise auch im Wesentlichen eine Kreisbahn aufweisen, welche zur Form der Scheibe korrespondiert, insbesondere zu dieser konzentrisch verläuft.

[0010] Erfindungsgemäß wird also eine Strömung erzeugt, die nur in eine Richtung verläuft. Eine gegenläufige Strömung, welche insbesondere durch andere in die Ölfüllung eingetauchte und gegenläufig rotierende Teile bewirkt wird, und große, chaotische Turbulenzen, insbesondere wenn sie durch eine gegenläufige Strömung erzeugt werden, sollen dagegen vermieden werden. Zum Erreichen der erfindungsgemäßen Vorteile muss aber nicht notwendigerweise eine laminare Strömung vorliegen, solange die Strömung insgesamt bzw. makroskopisch im Wesentlichen unidirektional im Bereich, insbesondere entlang, des Wärmetauschers verläuft. Innerhalb der unidirektionalen Strömung ist eine turbulente Strömung sogar besonders vorteilhaft für den Wärmeübergang.

[0011] Erfindungsgemäß wird also die unidirektionale Strömung im Bereich des Wärmetauschers erzeugt, wodurch die Kapazitäten des Wärmetauschers besonders gut ausgenutzt werden können. Es können grundsätzlich auch weitere Wärmetauscher, insbesondere jeweils mit eigener unidirektionaler Strömung vorgesehen sein.

[0012] So können beispielsweise eine zweite Ölfüllung und ein darin angeordneter zweiter Wärmetauscher vorgesehen sein. In diesem Fall kann beispielsweise auch durch eine weitere Scheibe eine zweite unidirektionale Strömung im Bereich des Wärmetauschers erzeugt werden, um auch dort für eine besonders gute Wärmeabfuhr zu sorgen. Erste und zweite Ölfüllung bzw. erster und zweiter Wärmetauscher können vorteilhaft an gegenüberliegenden Rotorenden vorgesehen sein.

[0013] Ferner kann beispielsweise ein dritter Wärmetauscher, wobei die Angabe "dritter" nur der Differenzierbarkeit dient und dabei kein "zweiter" Wärmetauscher erforderlich ist, in der ersten Ölfüllung vorgesehen sein und in dessen Bereich beispielsweise auch eine zweite Strömung ausgebildet werden, die zu derjenigen des ersten Wärmetauschers gegenläufig ist, solange die zweite Strömung nicht im Bereich des ersten Wärmetauschers

verläuft oder dort zumindest auf ein unwesentliches Maß reduziert ist. So kann an beiden Wärmetauschern jeweils eine unidirektionale Strömung erzeugt und ein besonders effektiver Wärmeaustausch realisiert werden.

[0014] Die erfindungsgemäße Scheibe ist allgemein durch ein in die Ölfüllung eingetauchtes und mit Rotor und/oder Getriebeelement rotierendes Bauteil gebildet, das eine gewisse radiale Erstreckung aufweist. Die Scheibe kann somit beispielsweise auch durch ein, insbesondere am Rotor angeordnetes, Zahnrad gebildet sein. Insbesondere ist die Scheibe aber kein Zahnrad, sondern insbesondere ein hiervon separates Bauteile, welches aber beispielsweise an einem Zahnrad befestigt sein kann. Bei einer vom Zahnrad separaten Scheibe ist es besonders vorteilhaft, wenn das oder die Zahnräder so angeordnet sind, dass sie im Betrieb nicht in die Ölfüllung eingetaucht sind. Grundsätzlich kann die Scheibe beispielsweise einteilig mit oder separat vom Rotor ausgebildet sein.

[0015] Die Scheibe muss nicht als geschlossenes Flächenelement ausgebildet sein. Beispielsweise kann sie auch Öffnungen aufweisen, beispielsweise sogar als Speichenrad ausgebildet sein.

[0016] Zur Erzeugung der unidirektionalen Strömung ist die Pumpe insbesondere frei von einer gegenläufig in derselben Ölfüllung rotierenden Scheibe, zumindest im Bereich des Wärmetauschers. Es können aber auch zwei oder mehrere Scheiben vorgesehen sein, die insbesondere zur gleichläufigen, insbesondere synchronen und/oder parallelen, Rotation mit der ersten Scheibe angeordnet und/oder ausgebildet sein können. Zwei oder mehrere Scheiben können beispielsweise am selben Rotor und/oder Getriebeelement vorgesehen sein, wodurch auf einfache Weise eine Gleichläufigkeit und eine Synchronität realisiert werden kann.

[0017] Grundsätzlich kann die unidirektionale Strömung beispielsweise dadurch bewirkt werden, dass alle in die Ölfüllung eingetauchten Scheiben, insbesondere alle eingetauchten, rotierenden Bauteile, zur gleichläufigen Rotation angeordnet sind.

[0018] Der Wärmetauscher kann vorteilhafter Weise als separates Teil ausgebildet sein, und insbesondere lösbar in der Ölfüllung bzw. einer hierfür vorgesehenen Kammer befestigbar sein. Eine Kammer für die Ölfüllung kann grundsätzlich beispielsweise durch einen Gehäuseabschnitt gebildet sein. Insbesondere kann der, insbesondere erste, Gehäuseabschnitt derart ausgeführt sein, dass er separat von einem zweiten Gehäuseabschnitt für einen pumpaktiven Teilbereich der Pumpe und/oder separat von einem dritten Gehäuseabschnitt für einen Antriebsmotor der Pumpe ausgebildet ist, wobei die Angaben "zweiter" und "dritter" wiederum nur der Differenzierbarkeit dienen. Der erste Gehäuseabschnitt kann bei einem vorteilhaften Beispiel zwischen einem zweiten Gehäuseabschnitt für einen pumpaktiven Teilbereich und einem dritten Gehäuseabschnitt für einen Antriebsmotor vorgesehen sein. Alternativ kann der Wärmetauscher beispielsweise als Teil eines zweiten oder

dritten Gehäuseabschnitts ausgebildet sein.

[0019] Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Vakuumpumpe einen Gehäuseabschnitt für die Ölfüllung umfasst und der Gehäuseabschnitt eine Öffnung, insbesondere Montageöffnung, aufweist, durch die der Wärmetauscher in den Gehäuseabschnitt eingebracht oder einbringbar, insbesondere eingesteckt oder einsteckbar, und/oder herausnehmbar ist.

[0020] Der Wärmetauscher kann beispielsweise an einem Umfangsbereich und/oder Flansch der Öffnung, insbesondere dichtend und/oder verschließend, befestigt oder befestigbar sein. Der Wärmetauscher kann zu diesem Zweck beispielsweise einen Befestigungsflansch aufweisen. Zur Dichtung kann beispielsweise ein O-Ring vorgesehen sein, insbesondere zwischen einem Befestigungsflansch des Wärmetauschers und dem Umfangsbereich und/oder Flansch der Öffnung.

[0021] Der Wärmetauscher kann beispielsweise wenigstens einen, insbesondere einen Zufuhr- und einen Abfuhr-, Anschluss für ein Wärmeaustauschfluid aufweisen, wobei der Anschluss insbesondere eines Gehäuseabschnitts für die Ölfüllung angeordnet sein kann. Der Anschluss kann vorteilhafter Weise abgewinkelt ausgeführt sein. Dies ermöglicht die Einsparung von Bauraum.

[0022] Gemäß einer Weiterbildung erstreckt sich der Wärmetauscher entlang einer Längsachse, und ist insbesondere länglich ausgebildet. Ein besonders guter Wärmeaustausch ergibt sich, wenn ein Wärmeübergangskörper des Wärmetauschers eine Länge aufweist, die mindestens doppelt so groß, insbesondere mindestens dreimal so groß ist wie eine Breite des Wärmeübergangskörpers. Die Scheibe kann vorteilhafter Weise parallel zu der Längsachse des Wärmetauschers angeordnet sein, insbesondere sodass die Strömung in der Ölfüllung im Wesentlichen längs des Wärmetauschers verläuft.

[0023] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umschließt der Wärmetauscher die Scheibe zumindest teilweise. Der Wärmetauscher kann dabei beispielsweise ringförmig, oval oder rechteckig ausgebildet sein. Wenn mehrere gleichläufige Scheiben vorgesehen sind, kann insbesondere wenigstens eine vom Wärmetauscher umschlossen sein und wenigstens eine neben dem Wärmetauscher angeordnet sein.

[0024] Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass ein herausnehmbarer Wärmetauscher zum Herausnehmen kippbar ist, z.B. um das vorstehend beschriebene Umschließen der Scheibe aufzuheben und den Wärmetauscher ohne Demontage der Scheibe herausnehmen zu können. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass ein Deckel und/oder Gehäuseabschnitt für die Ölfüllung kippbar ist, beispielsweise um das vorstehend beschriebene Umschließen der Scheibe aufzuheben und den Wärmetauscher mit dem Gehäuseabschnitt ohne Demontage der Scheibe herausnehmen zu können.

[0025] Bei einer weiteren Ausführungsform weist der Wärmetauscher eine Leitung für ein Wärmeaustauschfluid auf. Die Leitung kann beispielsweise um die Schei-

ben herum verlaufen und/oder diese umschließen. Alternativ oder zusätzlich kann die Leitung zumindest im Wesentlichen längs der durch die Scheibe hervorgerufenen Strömung verlaufen.

[0026] Die Pumpe kann beispielsweise auch zwei Rotoren aufweisen, wobei insbesondere lediglich einer wenigstens eine Scheibe trägt. Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Vakuumpumpe zwei parallel angeordnete und durch ein Getriebe gekoppelte Rotoren umfasst, von denen im Bereich des Wärmetauschers lediglich einer wenigstens eine Scheibe zur Rotation in der Ölfüllung trägt.

[0027] Die Vakuumpumpe kann beispielsweise als Schraubenvakuumpumpe mit zwei Schraubenrotoren oder als Wälzkolbenpumpe mit zwei Wälzkolbenrotoren ausgebildet sein, wobei insbesondere nur ein Rotor im Bereich des Wärmetauschers und/oder an einem Rotorende wenigstens eine Scheibe trägt und/oder zur Rotation antreibt.

[0028] Bei einer Weiterbildung ist der Wärmetauscher Teil eines Temperierungssystems für den Wärmetauscher. Das Temperierungssystem kann beispielsweise eine Kühleinrichtung aufweisen, beispielsweise einen weiteren Wärmetauscher zum Wärmeaustausch mit der Umgebungsluft. Das Temperierungssystem kann z.B. alternativ oder zusätzlich eine Heizeinrichtung umfassen. Hierdurch können die Pumpe, der Rotor und/oder ein Getriebe im Bereich des Wärmetauschers vorteilhaft und schnell auf eine gewünschte Betriebstemperatur aufgeheizt werden. Außerdem bedarf es keiner zusätzlichen Komponenten am Pumpengehäuse, insbesondere an einem Gehäuseabschnitt der Ölfüllung. Das Temperierungssystem kann insbesondere eine Steuerung oder eine Regelung, insbesondere in Verbindung mit einem Temperatursensor, aufweisen. Somit lassen sich gewünschte Betriebstemperaturen, insbesondere in besonderen Betriebszuständen, wie z.B. beim Anfahren der Pumpe, im Enddruckbetrieb, bei Volllast und/oder bei Förderung schwerer Gase, vorteilhaft einstellen.

[0029] Der Wärmetauscher kann beispielsweise einen, insbesondere länglichen, Wärmeübergangskörper aufweisen. Der Wärmeübergangskörper kann zwecks vorteilhaften Wärmeaustauschs einen Aluminiumwerkstoff, insbesondere Aluminiumguss-Werkstoff, umfassen. Alternativ oder zusätzlich kann beispielsweise wenigstens eine Leitung für ein Wärmeaustauschfluid vorgesehen sein, wobei die Leitung einen Edelstahl aufweist. Insbesondere kann die Leitung im Wärmeübergangskörper vergossen sein.

[0030] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass eine Öffnung für den Wärmetauscher zumindest im Wesentlichen an einer tiefsten Stelle eines Innenraums und/oder einer Ölkammer eines Gehäuseabschnitts für die Ölfüllung angeordnet ist. Die Öffnung kann somit als Ölablassöffnung verwendet werden, so dass auf eine hierfür vorgesehene, weitere Öffnung, insbesondere mit separater Ölablassschraube, verzichtet werden kann. Insbesondere ist also keine weitere Ölab-

lassöffnung an dem Gehäuseabschnitt und/oder für dessen Ölfüllung vorgesehen. Der Gehäuseabschnitt kann dabei, insbesondere leicht, asymmetrisch ausgebildet sein, insbesondere um ein Abfließen des Öls zu verbessern.

[0031] Gemäß einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass wenigstens ein Magnet am Wärmetauscher, insbesondere in der Ölfüllung, angeordnet ist. Die Verwendung von Magneten zum Sammeln von im Öl befindlichen Abriebpartikeln ist grundsätzlich bekannt. Durch die Anordnung am Wärmetauscher in Verbindung mit der hier durch die Erfindung bewirkten unidirektionalen Strömung ergibt sich allerdings eine äußerst hohe Effektivität des Magneten bei der Partikelsammlung, da er somit zumindest im Wesentlichen unmittelbar in der Strömung liegt. Es passiert folglich besonders viel Öl pro Zeit den Magneten und kann seine Abriebpartikel an ihn abgeben. Hierdurch kann das Öl deutlich sauberer gehalten und die Lebensdauer der Pumpe verbessert werden. Wenn beispielsweise der Wärmetauscher zusätzlich lösbar und/oder herausnehmbar ausgebildet ist, lässt sich der Magnet besonders einfach, insbesondere ohne weitere Demontage der Pumpe, mit dem Wärmetauscher herausnehmen und von den gesammelten Abriebpartikeln reinigen. Dies vereinfacht die Wartung der Pumpe und reduziert die hiermit verbundenen Kosten erheblich.

[0032] Z.B. zum Zwecke einer Teilanmeldung wird hier und im hierauf gerichteten, unabhängigen Vorrichtungsanspruch der vorangehende Aspekt auch als von der Erfindung des Anspruchs 1 unabhängiger Aspekt offenbart. Demnach wird eine Vakuumpumpe, insbesondere Schraubenvakuumpumpe, vorgeschlagen mit wenigstens einem Rotor, der zum Fördern eines Prozessgases in Rotation versetzbar ist, einem Ölsystem zur Schmierung und/oder Temperierung des Rotors und/oder eines Getriebes, und einem Wärmetauscher für das Ölsystem, der insbesondere derart angeordnet ist, dass er im Betrieb der Vakuumpumpe zumindest teilweise in einer Ölfüllung des Ölsystems angeordnet ist, wobei wenigstens ein Magnet am Wärmetauscher angeordnet ist. Dies ermöglicht eine besonders gute Agglomeration von im Öl befindlichen Abriebpartikeln. Außerdem wird die Wartung vereinfacht, da die Magneten zusammen mit dem Wärmetauscher gewartet werden können. Diese Vakuumpumpe lässt sich vorteilhaft im Sinne aller hierin beschriebenen Ausführungsformen und Merkmale weiterbilden, insbesondere grundsätzlich auch ohne Scheiben und/oder unidirektionale Strömung im Bereich des Wärmetauschers, wobei diese Merkmale aber zusätzlich vorgesehen sein können, um die hiermit verbundenen Vorteile zu erreichen.

[0033] Die Scheibe kann allgemein beispielsweise einen Zulaufbereich, einen Längslaufbereich und/oder einen Ablaufbereich, insbesondere zumindest einen Zu- und einen Ablaufbereich am Wärmetauscher für die Ölströmung definieren. Hierunter sind allgemein Bereiche zu verstehen, in denen die Strömung im Wesentlichen zum Wärmetauscher hin, längs des Wärmetauschers bzw.

vom Wärmetauscher wegfließt.

[0034] Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Magnet in einem dieser Bereiche, insbesondere im Zulauf- und/oder im Ablaufbereich, angeordnet ist. Hierdurch lässt sich die Partikelsammlung weiter verbessern. Bei einem besonders vorteilhaften Beispiel ist je wenigstens ein Magnet im Zu- und im Ablaufbereich und/oder bei einem länglichen Wärmetauscher an jeweiligen Endbereichen vorgesehen.

[0035] Des Weiteren kann der Wärmetauscher und/oder ein Wärmeübergangskörper eine Mehrzahl an Ausnehmungen und/oder Vorsprüngen aufweisen, die zumindest im Wesentlichen entlang eines durch die Scheibe hervorgerufenen Strömungsverlaufs ausgerichtet sind. Ausnehmungen und Vorsprünge sind grundsätzlich zu dem Zweck bekannt, die Oberfläche eines Wärmeübergangskörpers zu erhöhen, um den Wärmeübergang zu verbessern. Bei dem hier beschriebenen Beispiel übernehmen die Ausnehmungen bzw. Vorsprünge zusätzlich eine strömungsleitende Funktion, was die Qualität, insbesondere Homogenität, der Strömung im Hinblick auf den Wärmeübergang weiter verbessert. Außerdem bewirkt die hier beschriebene Ausrichtung der Ausnehmungen bzw. Vorsprünge, dass die Geometrie des Wärmetauschers oder Wärmeübergangskörpers der Strömung nur einen relativ geringen Widerstand entgegensetzt, was ebenfalls die Strömungsqualität und insbesondere die Strömungsgeschwindigkeit verbessert, sodass im Ergebnis ein besonders guter Wärmeübergang ermöglicht ist.

[0036] Derartige Vorsprünge können beispielsweise als Rippen und/oder Finnen ausgebildet sein. Die Ausnehmungen und/oder Vorsprünge können insbesondere an einem Wärmeübergangskörper des Wärmetauschers vorgesehen sein und/oder in einem Zulaufbereich und/oder einem Ablaufbereich für die Strömung. Vorteilhafterweise kann sich eine jeweilige Ausnehmung oder ein jeweiliger Vorsprung mit einer Längserstreckung entlang des Strömungsverlaufs erstrecken.

[0037] Bei einer Weiterbildung sind die Ausnehmungen und/oder Vorsprünge oben und/oder unten bzw. an einer Oberseite und/oder Unterseite des Wärmetauschers oder eines Wärmeübergangskörpers in Bezug auf eine vorgesehene Betriebslage der Vakuumpumpe am Wärmetauscher oder am Wärmeübergangskörper angeordnet. Diese Anordnung ist einerseits strömungstechnisch besonders günstig und andererseits besonders einfach, beispielsweise in einem Gießprozess, herzustellen.

[0038] Die oder ein Teil der Ausnehmungen und/oder Vorsprünge kann beispielsweise schräg in Bezug auf eine Längsachse des, insbesondere länglich ausgebildeten, Wärmetauschers angeordnet sein, beispielsweise mit einem Winkel von höchstens 45° zur Längsachse. Die schräge Anordnung wirkt sich insbesondere in einem Zu- und/oder Ablaufbereich vorteilhaft aus.

[0039] Insbesondere können mehrere Ausnehmungen und/oder Vorsprünge unterschiedlich schräg in Be-

zug auf die Längsachse ausgerichtet sein. Beispielsweise können Winkel von Ausnehmungen und/oder Vorsprüngen, welche entlang der Längsachse unterschiedlich positioniert sind, in Bezug auf die Längsachse unterschiedlich sein, insbesondere entlang der Längsachse abgestuft sein und/oder zu einer Mitte von Scheibe und/oder Wärmeübergangskörper hin abnehmen. Diese Maßnahmen verbessern strömungsleitende Funktion und Wärmeübergang weiter.

[0040] Es sind beispielsweise auch pfeilförmig und/oder zulaufend angeordnete Paare von Ausnehmungen und/oder Vorsprüngen denkbar. Beispielsweise können von zwei, insbesondere in Längsrichtung gleich positionierten, Ausnehmungen oder Vorsprüngen jeweils eines oben und unten am Wärmetauscher angeordnet sein, wobei sie insbesondere schräg zulaufend angeordnet sind.

[0041] Grundsätzlich können, insbesondere strömungsleitende und/oder -unterstützende Ausnehmungen und/oder Vorsprünge auch an anderen Bauteilen vorgesehen sein, insbesondere einem Gehäuseabschnitt für die Ölfüllung und/oder an benachbarten Gehäuseabschnitten, wie z.B. einem Lagerschild, einem Zwischenflansch und oder einem Motorgehäuse.

[0042] Ganz generell können also Geometrien von Wärmetauscher und/oder nahegelegenen Bauteilen vorteilhafterweise an eine Form der Scheibe angepasst sein und/oder dieser entsprechen, insbesondere im Wesentlichen eine zur Scheibe konzentrische Ringbahn für eine Ölströmung definieren.

[0043] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch ein Verfahren zum Betrieb einer Vakuumpumpe, insbesondere Schraubenvakuumpumpe, nach dem unabhängigen Verfahrensanspruch gelöst. Dabei umfasst die Vakuumpumpe: (i) wenigstens einen Rotor, der zum Fördern eines Prozessgases in Rotation versetzt wird, (ii) ein Ölsystem zur Schmierung und/oder Temperierung des Rotors und/oder eines Getriebes, (iii) eine oder mehrere Scheiben, die derart angeordnet sind, dass die jeweilige Scheibe in eine Ölfüllung des Ölsystems eingetaucht ist und mit dem Rotor und/oder einem Getriebelement rotiert, und (iv) einem Wärmetauscher für das Ölsystem, der derart angeordnet ist, dass er zumindest teilweise in der Ölfüllung angeordnet ist, wobei die Scheibe oder die Scheiben infolge ihrer Rotation eine zumindest im Wesentlichen unidirektionale Strömung in der Ölfüllung im Bereich des Wärmetauschers bewirken.

[0044] Die hier beschriebenen, unabhängigen Aspekte können selbstverständlich im Sinne der beschriebenen Ausführungsformen und Merkmale der jeweils anderen Aspekte vorteilhaft weitergebildet werden.

[0045] Die Erfindung wird nachfolgend lediglich beispielhaft anhand der schematischen Zeichnung erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Schraubenvakuumpumpe in perspektivischer Ansicht.

- Fig. 2 zeigt die Schraubenvakuumpumpe der Fig. 1 in einer Draufsicht.
- Fig. 3 zeigt die Schraubenvakuumpumpe der Fig. 1 und 2 in einer Seitenansicht.
- Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht der Schraubenvakuumpumpe entlang einer in Fig. 3 angedeuteten Schnittebene A-A.
- Fig. 5 zeigt einen Tauchkühler der Schraubenvakuumpumpe der Fig. 1 bis 4.
- Fig. 6 zeigt einen weiteren Wärmetauscher bzw. Tauchkühler.
- Fig. 7 zeigt schematisch eine Anordnung von Ausnehmungen und/oder Vorsprüngen an einem Wärmetauscher.
- Fig. 8 zeigt eine weitere derartige Anordnung.

[0046] In den Fig. 1 bis 3 ist eine als Schraubenvakuumpumpe 10 ausgebildete Vakuumpumpe gezeigt, die einen Motor 12, einen Getriebekasten 14, ein Gehäuse 16, einen Lagerschild 18 sowie einen Deckel 20 aufweist. Die Schraubenvakuumpumpe 10 fördert ein Prozessgas von einem Einlass 22 zu einem nach unten gerichteten, in Fig. 3 sichtbaren Auslass 24.

[0047] Für den Motor 12 ist eine aktive Flüssigkeitskühlung vorgesehen, die aus einem Gehäuse des Motors 12 austritt. Für im Inneren des Gehäuses 16 angeordnete und in Fig. 4 sichtbare Schraubenrotoren 28 und 30 ist ebenfalls eine aktive Flüssigkeitskühlung vorgesehen, die zwei Kühlleitungen aufweist, welche in Fig. 1 nicht dargestellt sind, deren Verlauf aber durch entsprechende Nuten 32 des Gehäuses 16 angedeutet ist, in die die Kühlleitungen eingepresst werden. Des Weiteren sind als aktive Flüssigkeitskühlungen ausgebildete Wärmetauscher im Getriebekasten 14 und im Deckel 20 vorgesehen und hier jeweils als Tauchkühler 34 bezeichnet, die unten anhand von Fig. 5 näher erläutert werden.

[0048] Wie es in den Fig. 1 bis 4 ersichtlich ist, weist das Gehäuse 16 der Schraubenvakuumpumpe 10 eine Taillierung 36 auf. Die Taillierung 36 ist im Bereich des Auslasses 24 angeordnet.

[0049] In Fig. 4 ist die Schraubenvakuumpumpe 10 in einer Schnittansicht gezeigt, deren Schnittebene der Linie A-A in Fig. 3 entspricht. Es sind zwei Schraubenrotoren 28 und 30 sichtbar, die jeweils zweigängige, ineinandergreifende Schraubenprofile 38 und 40 aufweisen, die mit Hilfe eines Zykloidenprofils generiert sind und eine zylindrische Hüllkontur sowie eine zylindrische Grundform des Schraubengrundes aufweisen. Die Schraubenprofile 38 und 40 bilden in Zusammenarbeit mit dem Gehäuse 16 einen pumpaktiven Bereich der Schraubenvakuumpumpe 10 und fördern wiederholt abgeschlossene Fördervolumina des Prozessgases vom

Einlass 22 zum Auslass 24, in Fig. 4 also von links nach rechts.

[0050] Die Pumpleistung der Schraubenvakuumpumpe 10 hängt von Größe und Gestalt verschiedener Spalte im pumpaktiven Bereich ab, die aufgrund der Relativbewegung von Rotoren 28, 30 und Gehäuse 16 zwar unvermeidbar sind, jedoch zwecks guter Pumpleistung klein und möglichst konstant zu halten sind. Temperaturänderungen in den beteiligten Bauteilen führen zu deren Formänderung. Die hierin beschriebenen Maßnahmen zur Vermeidung, Abführung und im Allgemeinen Beherrschung von Wärme in der Pumpe 10 bewirken somit eine möglichst geringe Formänderung und in der Folge möglichst beherrschbare Spalte. Die Spalte können also präziser ausgelegt werden, was die Pumpleistung bzw. ihre Effizienz verbessert.

[0051] Der Schraubenrotor 28 wird direkt, also ohne zwischengeschaltete Kupplung, von dem Motor 12 angetrieben. Der Schraubenrotor 30 wird dagegen über ein Synchronisierungsgetriebe 42 mit Zahnrädern 43 in einem definierten Winkelverhältnis zum Schraubenrotor 28 angetrieben. Die Rotoren 28 und 30 sind folglich miteinander gekoppelt.

[0052] Der Motor 12 umfasst ein Gehäuse 44, welches zum Beispiel aus Aluminium hergestellt ist und in welchem Kühlleitungen 26 für die aktive Flüssigkeitskühlung ausgebildet sind. Das Gehäuse 44 kann beispielsweise auch einen Aluminiumguss-Werkstoff und insbesondere hierin vergossene Kühlleitungen 26 aufweisen, welche beispielsweise einen Edelstahl aufweisen oder hieraus hergestellt sind. Der Motor 12 umfasst außerdem einen gewickelten Stator 46, der zusammen mit einem auf einem Wellenende des Schraubenrotors 28 angebrachten Magnetträger 48 einen elektrischen Motor und einen Direktantrieb für den Schraubenrotor 28 bildet. Der Schraubenrotor 28 bildet einen Läufer des Motors 12. Der Magnetträger 48 umfasst eine Mehrzahl an Permanentmagneten. Der Motor 12 bildet also eine Permanentmagnetsynchronmaschine mit innenliegenden Magneten, welche auch als IPMSM bezeichnet wird.

[0053] Der Stator 46 ist in einem Vergusskörper 50 angeordnet, welcher nicht näher dargestellte elektrische Leiter beim Stator 46 isoliert und diese isoliert zu einer Platine 52 führt. Der Vergusskörper 50 bildet hier in Verbindung mit der Platine 52 einen vakuumdichten Anschluss des Motors 12 an eine in einem Bereich atmosphärischen Drucks vorgesehene Steuerungselektronik. Es kann z.B. ein externer Frequenzumrichter für den Motor 12 vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich kann auf der Platine 52 zumindest ein Teil einer Steuerungselektronik für den Motor 12 vorgesehen sein.

[0054] In dem Getriebekasten 14 ist das Synchronisierungsgetriebe 42 angeordnet. Im Getriebekasten 14 ist außerdem Öl als Schmiermittel vorgesehen, welches durch eine auch als Spritzscheibe bezeichnete Scheibe 54 über das Synchronisierungsgetriebe 42 und benachbarte Lager 56 verteilt wird. Im Getriebekasten 14 ist im Betrieb eine Ölfüllung in die die Scheibe 54 eingetaucht

ist und in der sie mit dem Rotor 30 rotiert, an dem sie befestigt ist. Der Getriebekasten 14 bildet hier somit beispielhaft einen Gehäuseabschnitt für die Ölfüllung.

[0055] Die Taillierung 36 bildet eine Abschirmung bzw. eine Wärmebarriere, und zwar insbesondere für Wärme, die im Bereich der Schraubenrotoren 28, 30 während des Pumpbetriebs produziert wird. Dadurch, dass ein geringer Materialquerschnitt verbleibt, und dadurch, dass durch die Formänderung ein Wärmepfad verlängert ist, wird die Wärme vom Schraubenrotor, die sich ansonsten im Gehäuse 16 ausbreitet, daran gehindert, in jenseitige Bereiche zu gelangen. So werden insbesondere das Öl im Getriebekasten 14 und die Lager 56 vor zu hohen Temperaturen geschützt. Der im Getriebekasten 14 angeordnete Tauchkühler 34 trägt ebenfalls zur Temperaturreduzierung bei. Dieser ist in der nicht dargestellten Ölfüllung des Getriebekastens 14 angeordnet und kühlt somit das Öl direkt.

[0056] Für einen jeweiligen Schraubenrotor 28 bzw. 30 ist benachbart zu den Lagern 56, die hier eine Festlagerung bilden, eine als Deflektor 58 ausgebildete Schmiermittel-Abführeinrichtung vorgesehen. Ein jeweiliger Deflektor 58 bildet eine Barriere für das Öl im Getriebekasten, damit es nicht in einen pumpaktiven Bereich oder einen Vakuumbereich, hier insbesondere einen Auslassbereich, gelangt. Der Deflektor 58 umfasst eine nicht näher veranschaulichte Abschleuderkante für das Öl. Gegenüber der Abschleuderkante ist im Gehäuse 16 eine Ablaufnut ausgebildet, die abgeschleudertes Öl aufnimmt und dieses zurück in den Getriebekasten 14 bzw. in eine dortige Ölfüllung leitet. Das Öl, welches durch die Spritzscheibe 54 auf Getriebe 42 und Lager 56 gefördert bzw. verteilt wird, wird somit durch die Deflektoren 58 wieder von den Rotoren 28 bzw. 30 abgeführt.

[0057] Als, insbesondere dynamische, Fluidichtung sind Kolbenringe auf einem Kolbenringträger 60 vorgesehen. Diese bilden eine berührungslose Dichtung und vermeiden somit Reibungswärme. Die Deflektoren 58 führen möglichst viel Öl zum Getriebekasten 14 zurück, sodass bereits möglichst wenig Öl an den Kolbenringen ansteht. So wird eine insgesamt zuverlässige Dichtwirkung bei besonders geringer Wärmeproduktion erreicht.

[0058] Die Schraubenrotoren 28 und 30 weisen in ihrem jeweiligen Schraubenprofil 38 bzw. 40 drei Abschnitte unterschiedlicher Steigung auf. Ein in Pumprichtung erster Abschnitt 62, in Fig. 4 links, bildet einen Ansaugabschnitt und weist eine konstante und die größte Steigung unter den drei Abschnitten auf. Der erste Abschnitt 62 ist in Bezug auf eine Schraubenachse 63, die entlang eines jeweiligen Rotors 28 bzw. 30 verläuft, länger als ein abgeschlossenes Fördervolumen im ersten Abschnitt. Ein zweiter Abschnitt 64 weist mehrere Unterabschnitte, die nicht näher referenziert sind, mit verschiedenen aber jeweils konstanten Steigungen im Schraubenprofil 38 bzw. 40 auf, wobei die Steigungen niedriger sind, als im ersten Abschnitt. Der zweite Abschnitt 64 bildet hier den längsten Abschnitt. Ein dritter Abschnitt 66 mit noch niedrigerer Steigung bildet einen

Ausstoßabschnitt. Im dritten Abschnitt liegt wiederum eine konstante Steigung vor. Durch die entlang der Pumprichtung verminderte Steigung wird eine innere Verdichtung bewirkt, die das Prozessgas schon vor dem Ausstoßen verdichtet.

[0059] Die Rotoren 28, 30 bzw. die Schraubenprofile 38, 40 lassen sich durch das Vorsehen der konstanten Abschnitte besonders einfach auslegen und fertigen. Wie es anhand von Fig. 4 ersichtlich ist, führt ein verlängerter erster Abschnitt 62 zu entsprechend verlängerten Spalten zwischen den Schraubenprofilen 28, 30 und dem Gehäuse 16, sodass der Weg bzw. die Spalte von der inneren Verdichtung am Übergang der Abschnitte 62 und 64 hin zu einem Schöpfraum oder Ansaugbereich 67 länger ist. Entsprechend erhöht ist also die Dichtwirkung der Spalte, was insbesondere bei hohen Differenzdrücken zu einer verbesserten Abdichtung der inneren Verdichtung gegenüber dem Ansaugbereich 67 führt.

[0060] Die Schraubenvakuumpumpe 10 weist also eine innere Verdichtung auf. Die Schraubenrotoren 28, 30 der Pumpe 10 schließen in Zusammenwirkung mit dem Gehäuse 16 wiederholt abgeschlossene Fördervolumina ein. Deren Größe ist an einem einlassseitigen Ende bzw. im Abschnitt 62 größer als an einem auslassseitigen Ende bzw. im Abschnitt 62. Die Größe eines Fördervolumens wird durch einen Querschnitt eines Schraubenprofils 38, 40 und dessen Steigung bestimmt.

[0061] Die Größe eines Fördervolumens auf der Einlassseite bzw. im Abschnitt 62 bestimmt ein theoretisches Saugvermögen der Schraubenvpumpe 10. Die Steigung des Schraubenprofils 38, 40 ist einlassseitig über Abschnitt 62 konstant, damit das Fördervolumen erst nach Abschluss durch die innere Verdichtung komprimiert wird. Schließt ein jeweiliger Rotor 28, 30 ein jeweiliges Fördervolumen zu früh oder zu spät bzw. beginnt die innere Verdichtung zu früh, sinkt das theoretische Saugvermögen der Pumpe.

[0062] Die Größe eines jeweiligen Fördervolumens auf der Auslassseite bzw. im Abschnitt 66 bestimmt die Leistungsaufnahme der Pumpe im Betrieb bei einem erreichbaren Enddruck. Das Verhältnis der Größen des Fördervolumens an Einlassseite und Auslassseite bzw. in den Abschnitten 62 und 66 entspricht dem Verhältnis der inneren Verdichtung der Pumpe.

[0063] In Abschnitt 66 ist die Steigung über mehrere Umdrehungen des Schraubenprofils 38, 40 konstant. Die Steigung entspricht dabei in etwa dem Minimum der durch ein bestimmtes Bearbeitungswerkzeug erreichbaren Steigung und ist somit, insbesondere unter Kostenabwägung, fertigungstechnisch bedingt. Dadurch, dass mehrere Umdrehungen, also mehrere abgeschlossene Fördervolumina, im Abschnitt 66 vorgesehen sind, wird eine Rückströmung infolge einer Druckdifferenz zwischen den Spalten ausgeglichen. Insgesamt bestimmen insbesondere der gesamte Steigungsverlauf entlang der Rotoren 28, 30 und die Größe der sich zwischen den Rotoren 28, 30 und zwischen Rotoren 28, 30 und dem Gehäuse 16 ausbildenden Spalte die vakuumtechni-

schen Leistungsdaten der Pumpe, also insbesondere das Saugvermögen und einen erreichbaren Enddruck.

[0064] Die Schraubenprofile 38, 40 weisen durch ihre zweigängige Ausgestaltung eine besonders geringe Unwucht auf. Es sind also beispielsweise keine Ausgleichselemente, wie z.B. Ausgleichsmassen, die zusätzlichen Bauraum erfordern, und/oder Ausgleichsbohrungen, in denen sich Material ablagern kann, notwendig. Die Pumpe kann mit den zweigängigen Zykloidschraubenprofilen 38, 40 in einem weiten Drehzahlbereich, insbesondere mit Drehzahlregelung, und/oder beispielsweise in einer Stand-By-Betriebsart betrieben werden.

[0065] Die Verdichtung des Prozessgases im Allgemeinen erzeugt Wärme, die bei der Schraubenpumpe 10 vornehmlich durch eine Flüssigkeitskühlung abgeführt wird. In Fig. 4 sind die hierfür vorgesehenen Nuten 32 sichtbar. Kühlleitungen der Flüssigkeitskühlung erstrecken sich hier und vorzugsweise in Längsrichtung über einen weiten Bereich der Schraubenprofile, insbesondere über wenigstens die Hälfte der Länge der Schraubenprofile. Insbesondere ist die Flüssigkeitskühlung im Bereich oder in der Nähe einer inneren Verdichtung angeordnet.

[0066] An einem einlassseitigen Ende des Gehäuses 16 ist der Lagerschild 18 befestigt. Dieser trägt unter anderem eine weitere Lagerung mit Lagern 68, die eine Loslagerung bilden. Im Gegensatz zu einem gegenüberliegenden, an einem auslassseitigen Gehäuseende angeordneten Lagerschild 70, der integral mit dem Gehäuse 16 ausgebildet ist aber auch separat ausgebildet sein kann, ist der Lagerschild 68 als separates Bauteil ausgebildet, kann jedoch auch integral ausgebildet sein.

[0067] Einlassseitig sind ebenfalls eine Spritzscheibe 54, Deflektoren 58 und ein Kolbenringträger 60 mit mehreren Kolbenringen vorgesehen, die entsprechend der auslassseitigen Anordnung arbeiten. Einlassseitig ist eine weitere, separat ausgeführte Ölfüllung im Deckel 20 vorgesehen. Auch für diese Ölfüllung ist ein Tauchkühler 34 vorgesehen. Alternativ oder zusätzlich kann auch beispielsweise eine Kühlleitung in einer Wand des Lagerschildes 14 und/oder des Deckels 20 vorgesehen, insbesondere vergossen sein.

[0068] Am Anfang eines Abpumpvorganges durch die Pumpe 10 herrscht gewöhnlich am Einlass 22 im Wesentlichen der gleiche Druck wie am Auslass. Während des Abpumpens sinkt dagegen der Druck am Einlass 22 bis hin zu einem Enddruck, der hinsichtlich resultierender Kräfte im Wesentlichen Null ist. Somit ist die am Einlass 22 ausgeübte Kraft auf die Rotoren 28, 30 anders als am Anfang des Abpumpvorganges bzw. es wird in Längsrichtung nur noch durch den Druck am Auslass 24 eine Kraft auf die Rotoren 28, 30 ausgeübt, sodass die resultierende Kraft im jeweiligen Rotor anders ist als am Anfang des Abpumpvorganges. Um diese Kraft auszugleichen kann z.B. eine Vorspanneinrichtung, insbesondere eine Feder, vorgesehen sein, die insbesondere bei einem Loslager des Rotors und/oder einlassseitig vorgesehen ist. Die Vorspanneinrichtung kann beispielsweise auch

durch schräg verzahnte Zahnräder auf die Rotoren wirkende Kräfte aufnehmen und/oder generell eine auslegungsgerechte Vorspannung der Lager unabhängig vom Betriebszustand bei sich verändernden Drücken bzw. Druckverhältnissen gewährleisten.

[0069] In Fig. 5 ist ein Wärmetauscher oder Tauchkühler 34 dargestellt, wie er im Getriebekasten 14 bzw. im Deckel 20 der Schraubenvakuumpumpe 10 angeordnet ist. In dieser Ausführungsform sind die Tauchkühler 34 also identisch ausgebildet, was zu einer geringen Teilevielfalt und geringen Herstellungskosten führt.

[0070] Der Tauchkühler 34 weist eine Wärmeaustauschfluidleitung, insbesondere Kühlleitung 72 auf, die durch einen Wärmeübergangskörper, insbesondere Kühlkörper 74 verläuft. Die Leitung 72 ist aus einem Edelstahl hergestellt und in einem Aluminiumwerkstoff des Wärmeübergangskörpers 72 vergossen. Der Wärmeübergangskörper 74 weist eine die austauschaktive Oberfläche vergrößernde Strukturierung zur Erhöhung der Oberfläche des Kühlkörpers auf. Der Tauchkühler 34 weist außerdem einen Flansch 76 auf, mit dem der Tauchkühler 34 an einer hierfür vorgesehenen Öffnung des Getriebekastens 14 befestigt wird. Im befestigten Zustand ist der Wärmeübergangskörper 74 in der Ölfüllung angeordnet und die Leitungen 72 sind außerhalb des Getriebekastens 14 angeordnet, wie es beispielsweise in Fig. 4 sichtbar ist. Vorteilhaft können die Leitungen auch mit einem Anschlussbereich abgewinkelt ausgeführt sein, was Bauraum einspart.

[0071] In Fig. 6 ist ein weiterer Wärmetauscher 34 in perspektivischer Ansicht gezeigt, wobei eine Scheibe 54 schematisch angedeutet ist, wie sie in einer nicht dargestellten Ölfüllung, in der auch der Wärmeübergangskörper 74 angeordnet ist, rotiert. Der Wärmeübergangskörper 74 ist länglich ausgebildet und umschließt die Scheibe 54. Dabei bildet der Wärmeübergangskörper 74 im Wesentlichen einen Rechteckring um die Scheibe 54. Die Kühlleitungen 72 verlaufen hier insbesondere durch den Wärmeübergangskörper 74 hindurch, umschließen auch die Scheibe 54 und weisen in ihrem Verlauf eine U-Form auf.

[0072] Wenn die Scheibe 54 in der Ölfüllung rotiert, beispielsweise in einer Rotationsrichtung 78, beschleunigt sie das Öl in der Ölfüllung zumindest in einem der Scheibe 54 nahen Bereich in der entsprechenden Richtung. Wie in Fig. 6 gut ersichtlich ist, entspricht diese Richtung der Längsrichtung bzw. Längsachse des Wärmeübergangskörpers 74 bzw. des Wärmetauschers 34. Hierdurch fließt das Öl entlang eines großen Längenabschnitts des Wärmeübergangskörpers 74, so dass über den gesamten Längenabschnitt ein effektiver erzwungener Wärmeaustausch erreicht wird. Dabei stellt sich beidseitig der Scheibe 54 eine derartige Strömung ein, so dass auch beidseitig der Scheibe 54 der Wärmeübergangskörper 74 angeströmt wird und dieser vorteilhaft ausgenutzt werden kann.

[0073] Durch die Drehung erzeugt die Scheibe 54 also eine unidirektionale Strömung im Bereich des Wärme-

tauschers 34 und definiert dabei einen Zulaufbereich 80, einen Ablaufbereich 82 sowie einen dazwischenliegenden Längslaufbereich 84 für das Öl. Im Zulaufbereich 80 wird Öl im Wesentlichen beschleunigt und/oder angesaugt und strömt den Wärmeübergangskörper 74 an. Im Längslaufbereich 84 verläuft die Strömung im Wesentlichen längs des Wärmeübergangskörpers 74. Im Ablaufbereich 82 löst sich das Öl im Wesentlichen vom Einfluss der Scheibe 54, welche auch in der Nähe des Ablaufbereichs 82 aus der Ölfüllung auftaucht. Das Öl fließt im Ablaufbereich 82 weg vom Wärmeübergangskörper 74. Dabei nimmt die Scheibe 54 mit ihrer Drehung 78 einen Teil des Öls mit und verteilt ihn beispielsweise auf Getriebeelemente der Pumpe, zum Beispiel Zahnräder 43. Ein anderer Teil des Öls wird allmählich durch die übrige Ölfüllung abgebremst. Der Teil des Öls, der von der Scheibe 54 bei ihrer Rotation aus der Ölfüllung mitgenommen wird, fließt aufgrund der Schwerkraft allmählich zurück in die Ölfüllung, so dass im Wesentlichen ein im Betrieb konstanter Ölstand beibehalten wird.

[0074] Die Scheibe 54 bildet im Bereich des Wärmetauschers 34 bzw. des Wärmeübergangskörpers 74 eine im Wesentlichen unidirektionale Strömung aus. Diese hat einen im Wesentlichen kreisförmigen Verlauf, der der Form der Scheibe 54 entspricht. In Abwesenheit weiterer, insbesondere gegenläufiger Scheiben ist diese Strömung unidirektional, verläuft also entlang ihrer Bahn nur in eine Richtung. Hierdurch kann ein großer Teilabschnitt, insbesondere im Wesentlichen der gesamte Wärmeübergangskörper 74, effektiv zur Wärmeübertragung ausgenutzt werden.

[0075] Es können beispielsweise auch weitere, insbesondere zur Scheibe 54 parallel angeordnete, Scheiben vorgesehen sein, die mit der Scheibe 54 gleichläufig rotieren. So kann die unidirektionale Strömung zusätzlich verstärkt und die Wärmeübertragung weiter verbessert werden. Eine weitere Scheibe kann zum Beispiel außerhalb des vom Wärmeübergangskörper 74 beschriebenen Rings angeordnet sein.

[0076] Am Wärmeübergangskörper 74 sind zwei Magneten 85 vorgesehen, die im Zulaufbereich 80 bzw. im Ablaufbereich 82 angeordnet sind. Sie sind somit in einem Bereich relativ starker Strömung angeordnet, versperren aber andererseits der Scheibe 54 nicht den Rotationsweg. Die Magneten 85 werden wegen ihrer Nähe zur Scheibe und ihrer Anordnung im Strömungsverlauf von einer relativ großen Ölmenge passiert, so dass im Öl befindliche, ferromagnetische Abriebpartikel an dem jeweiligen Magneten 85 besonders effektiv gesammelt werden und im Wesentlichen bis zu einer manuellen Reinigung daran verbleiben. Die Reinigung kann beispielsweise durch Herausnehmen des Wärmetauschers 34 aus einem betreffenden Gehäuseabschnitt erfolgen. Damit keine Demontage der Scheibe 54 erfolgen muss, kann es generell vorgesehen sein, dass der Wärmetauscher 34 leicht nach unten kippbar angeordnet ist, so dass ein Herausnehmen einfach möglich ist. Es zeigt sich, dass diese Anordnung der Magneten 85 am Wär-

metauscher 34 äußerst vorteilhaft im Hinblick auf Wartung und Reinigung der Pumpe ist. Dadurch, dass sich nun die Magneten 85 so einfach reinigen lassen, kann auch insgesamt die im Betrieb übliche Konzentration von Abriebpartikeln verringert werden und somit die Lebensdauer der Pumpe insgesamt und insbesondere die Lebensdauer von Rotorlagerung, Zahnrädern und/oder Öl als Betriebsmittel erhöht werden.

[0077] In Fig. 7 ist schematisch eine Anordnung von Ausnehmungen und/oder Vorsprüngen 86 gezeigt, wie sie vorteilhaft am Wärmeübergangskörper eines Wärmetauschers, beispielsweise einem solchen gemäß Fig. 6, angeordnet sein können. Im Folgenden werden für die Ausnehmungen und/oder Vorsprünge beispielhaft Rippen betrachtet, wobei die Ausführungen auch für Ausnehmungen und/oder Vorsprünge im allgemeineren Sinne gelten.

[0078] In Fig. 7 sind Rippen 86.1, 86.2 und 86.3 gezeigt, die entlang eines durch die hier nicht dargestellte Scheibe hervorgerufenen Strömungsverlaufs 88 ausgerichtet sind. Eine erste Rippe 86.1 ist schräg, hier etwa in einem Winkel von 45°, angeordnet, so dass sie in einem Zulaufbereich 80 in etwa parallel zum Strömungsverlauf 88 ausgerichtet ist. Der im Zulaufbereich 80 in den Bereich des Wärmetauschers eintretenden Strömung wird somit ein geringer Widerstand durch die Geometrie des Wärmetauschers entgegengesetzt und gleichzeitig weist die Rippe 86.1 eine strömungsleitende Funktion auf.

[0079] In einem Längslaufbereich 84 ist eine Rippe 86.2 angeordnet, welche sich im Wesentlichen entlang der Längsachse des Wärmetauschers erstreckt. Die Rippe 86.2 begünstigt hierdurch, dass im Längslaufbereich 84 die Strömung auch längs des Wärmetauschers verläuft, insbesondere über einen möglichst langen Längenabschnitt.

[0080] Eine weitere, ebenfalls schräg angeordnete Rippe 86.3 ist in einem Ablaufbereich 82 vorgesehen. Diese unterstützt den gerichteten Ablauf des Öls.

[0081] Insgesamt bilden die Rippen 86.1, 86.2 und 86.3 eine Geometrie, die im Wesentlichen eine zur Scheibe konzentrische Ringbahn für die Ölströmung definiert. Hierdurch wird eine besonders gleichmäßige und starke Strömung entlang des Wärmetauschers erreicht. Die Wärmeübertragung ist folglich besonders stark.

[0082] Insbesondere kann auf einer Rippe 86.2 im Längslaufbereich 84 verzichtet werden, da ein länglicher Wärmetauscher häufig bereits eine strömungsgünstige Geometrie, insbesondere im Längslaufbereich 84, aufweist. Es ist natürlich auch möglich nur eine der Rippen oder nur Rippen in einem der Bereiche vorzusehen.

[0083] In Fig. 8 ist eine weitere Anordnung von Rippen 86 gezeigt, welche entlang eines durch eine nicht dargestellte Scheibe hervorgerufenen Strömungsverlaufs 88 ausgerichtet sind. Die Ausführungsform der Fig. 8 unterscheidet sich von derjenigen der Fig. 7 im Wesentlichen dadurch, dass im Zu- und Ablaufbereich 80 bzw. 82 jeweils mehrere schräge Rippen 86.4, 86.5 bzw. 86.7,

86.8 mit unterschiedlichem Winkel vorgesehen sind. In Strömungsrichtung dazwischen ist in einem Längslaufbereich 84 eine entlang der Längsachse ausgerichtete Rippe 86.6 vorgesehen.

[0084] Die Rippen 86.4 bis 86.8 sind jeweils in etwa parallel zum Strömungsverlauf 88 angeordnet, wobei durch eine abgestufte Anordnung der Strömungsverlauf 88 noch besser abgebildet werden kann, als in Fig. 7. Gleichwohl kann deren Ausführungsform vorzugswürdig sein, beispielsweise durch einen geringeren Fertigungsaufwand.

[0085] Auch die in Fig. 8 gezeigten Rippen bilden eine Geometrie, die eine zum Strömungsverlauf 88 und zur nicht dargestellten Scheibe eine im Wesentlichen konzentrische Ringbahn für die Ölströmung 88 definiert. Die Rippen können beispielsweise an einer Oberseite und/oder Unterseite eines Wärmeübergangskörpers angeordnet sein. Sie können aber beispielsweise auch an einer Außenseite und/oder einer Innenseite eines zum Beispiel ringförmigen Wärmeübergangskörpers vorgesehen sein. Vorteilhaft können also allgemein strömungsleitende, strömungsunterstützende und/oder solche Geometrien vorgesehen sein, welche der Strömung einen besonders geringen Widerstand entgegensetzen. Hierdurch werden Strömungsgeschwindigkeit und Wärmeübergang verbessert. Grundsätzlich ist es beispielsweise auch denkbar, eine tatsächlich kreisförmige Rippe bzw. Ausnehmung und/oder Vorsprung vorzusehen.

Bezugszeichenliste

[0086]

10	Schraubenvakuumpumpe
12	Motor
14	Getriebekasten
16	Gehäuse
18	Lagerschild
20	Deckel
22	Einlass
24	Auslass
26	Kühlleitung
28	Schraubenrotor
30	Schraubenrotor
32	Nut
34	Tauchkühler
36	Taillierung
38	Schraubenprofil
40	Schraubenprofil
42	Synchronisierungsgetriebe
43	Zahnrad
44	Gehäuse
46	Stator
48	Magnetträger
50	Vergusskörper
52	Platine
54	Spritzscheibe
56	Lager

58	Deflektor
60	Kolbenringträger
62	erster Abschnitt
63	Schraubenachse
5 64	zweiter Abschnitt
66	dritter Abschnitt
67	Ansaugbereich
68	Lager
70	Lagerschild
10 72	Kühlleitung
74	Kühlkörper
76	Flansch
78	Drehrichtung
80	Zulaufbereich
15 82	Ablaufbereich
84	Längslaufbereich
85	Magnet
86	Rippe
88	Ölströmung

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (10), insbesondere Schraubenvakuumpumpe, mit wenigstens einem Rotor (28), der zum Fördern eines Prozessgases in Rotation versetzbar ist, einem Ölsystem zur Schmierung und/oder Temperierung des Rotors (28) und/oder eines Getriebes (42), einer oder mehreren Scheiben (54), die derart angeordnet sind, dass die jeweilige Scheibe (54) im Betrieb der Vakuumpumpe in eine Ölfüllung des Ölsystems eingetaucht ist und mit dem Rotor (28) und/oder einem Getriebeelement (43) rotiert, und einem Wärmetauscher (34) für das Ölsystem, der derart angeordnet ist, dass er im Betrieb der Vakuumpumpe (10) zumindest teilweise in der Ölfüllung angeordnet ist, wobei die Scheibe oder die Scheiben (54) dazu ausgebildet und angeordnet sind, infolge ihrer Rotation eine zumindest im Wesentlichen unidirektionale Strömung (88) in der Ölfüllung zumindest im Bereich des Wärmetauschers (34) zu bewirken.
2. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vakuumpumpe (10) einen Gehäuseabschnitt (14) für die Ölfüllung umfasst und der Gehäuseabschnitt (14) eine Öffnung aufweist, durch die der Wärmetauscher (34) in den Gehäuseabschnitt (14) eingebracht oder einbringbar und/oder herausnehmbar ist.
3. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Wärmetauscher (34) entlang einer Längsachse erstreckt und die Scheibe (54) parallel

- zu der Längsachse angeordnet ist, sodass die Strömung in der Ölfüllung im Wesentlichen längs des Wärmetauschers (34) verläuft.
4. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vor-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wärmetauscher (34) die Scheibe (54) zu-
mindest teilweise umschließt.
 5. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vor-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vakuumpumpe (10) zwei parallel angeord-
nete und durch ein Getriebe gekoppelte Rotoren (28,
30) umfasst, von denen im Bereich des Wärmetau-
schers (34) lediglich einer wenigstens eine Scheibe
(54) zur Rotation in der Ölfüllung trägt.
 6. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vor-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wärmetauscher (34) Teil eines Temperie-
rungssystems ist, welches eine Heizeinrichtung
und/oder eine Kühleinrichtung für den Wärmetau-
scher (34) umfasst.
 7. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vor-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wärmetauscher (34) einen Wärmeüber-
gangskörper (74) umfassend einen Aluminiumwerk-
stoff und/oder wenigstens eine Leitung (72) umfas-
send einen Edelstahl für ein Wärmeaustauschfluid
aufweist.
 8. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vor-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Öffnung für den Wärmetauscher (34) zu-
mindest im Wesentlichen an einer tiefsten Stelle ei-
nes Innenraums eines Gehäuseabschnitts (14) an-
geordnet ist.
 9. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vor-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens ein Magnet (85) am Wärmetau-
scher (34) angeordnet ist.
 10. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Scheibe (54) einen Zulaufbereich (80), ei-
nen Längslaufbereich (84) und/oder einen Ablauf-
bereich (82) am Wärmetauscher (34) für die Ölströ-
mung (88) definiert, wobei der Magnet (85) in einem
dieser Bereiche angeordnet ist.
 11. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vor-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wärmetauscher (34) eine Mehrzahl an
Ausnehmungen und/oder Vorsprüngen (86) auf-
weist, die zumindest im Wesentlichen entlang eines
durch die Scheibe (54) hervorgerufenen Strömungs-
verlaufs (88) ausgerichtet sind.
 12. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die oder ein Teil der Ausnehmungen und/oder
Vorsprünge (86) schräg in Bezug auf eine Längs-
achse des Wärmetauschers (34) angeordnet ist.
 13. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vor-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wärmetauscher (34) und/oder ein Wärme-
übergangskörper (74) des Wärmetauschers (34) mit
seiner Geometrie im Wesentlichen eine zur Scheibe
(54) konzentrische Ringbahn für die Ölströmung de-
finiert.
 14. Verfahren zum Betrieb einer Vakuumpumpe (10),
insbesondere Schraubenvakuumpumpe, mit
wenigstens einem Rotor (28), der zum Fördern eines
Prozessgases in Rotation versetzt wird,
einem Ölsystem zur Schmierung und/oder Tempe-
rierung des Rotors (28) und/oder eines Getriebes
(42),
einer oder mehreren Scheiben (54), die derart an-
geordnet sind, dass die jeweilige Scheibe (54) in eine
Ölfüllung des Ölsystems eingetaucht ist und mit dem
Rotor (28) und/oder einem Getriebeelement (43) ro-
tiert, und einem Wärmetauscher (34) für das Ölsys-
tem, der derart angeordnet ist, dass er zumindest
teilweise in der Ölfüllung angeordnet ist,
wobei die Scheibe oder die Scheiben (54) infolge
ihrer Rotation eine zumindest im Wesentlichen uni-
direktionale Strömung (88) in der Ölfüllung zumin-
dest im Bereich des Wärmetauschers (34) bewirken.
 15. Vakuumpumpe (10), insbesondere Schraubenvaku-
umpumpe, insbesondere nach einem der Ansprüche
1 bis 13, mit
wenigstens einem Rotor (28), der zum Fördern eines
Prozessgases in Rotation versetzbar ist,
einem Ölsystem zur Schmierung und/oder Tempe-
rierung des Rotors (28) und/oder eines Getriebes
(42), und
einem Wärmetauscher (34) für das Ölsystem, der
insbesondere derart angeordnet ist, dass er im Be-
trieb der Vakuumpumpe (10) zumindest teilweise in
einer Ölfüllung des Ölsystems angeordnet ist, wobei
wenigstens ein Magnet (85) am Wärmetauscher (34)
angeordnet ist.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Vakuumpumpe (10), insbesondere Schraubenvakuumpumpe, mit wenigstens einem Rotor (28), der zum Fördern eines Prozessgases in Rotation versetzbar ist, einem Ölsystem zur Schmierung und/oder Temperierung des Rotors (28) und/oder eines Getriebes (42), einer oder mehreren Scheiben (54), die derart angeordnet sind, dass die jeweilige Scheibe (54) im Betrieb der Vakuumpumpe in eine Ölfüllung des Ölsystems eingetaucht ist und mit dem Rotor (28) und/oder einem Getriebeelement (43) rotiert, und einem Wärmetauscher (34) für das Ölsystem, der derart angeordnet ist, dass er im Betrieb der Vakuumpumpe (10) zumindest teilweise in der Ölfüllung angeordnet ist, wobei die Scheibe oder die Scheiben (54) dazu ausgebildet und angeordnet sind, infolge ihrer Rotation eine zumindest im Wesentlichen unidirektionale Strömung (88) in der Ölfüllung zumindest im Bereich des Wärmetauschers (34) zu bewirken,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vakuumpumpe (10) einen Gehäuseabschnitt (14) für die Ölfüllung umfasst und der Gehäuseabschnitt (14) eine Öffnung aufweist, durch die der Wärmetauscher (34) in den Gehäuseabschnitt (14) eingebracht oder einbringbar und/oder herausnehmbar ist.
2. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich der Wärmetauscher (34) entlang einer Längsachse erstreckt und die Scheibe (54) parallel zu der Längsachse angeordnet ist, sodass die Strömung in der Ölfüllung im Wesentlichen längs des Wärmetauschers (34) verläuft.
3. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vorgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wärmetauscher (34) die Scheibe (54) zumindest teilweise umschließt.
4. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vorgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vakuumpumpe (10) zwei parallel angeordnete und durch ein Getriebe gekoppelte Rotoren (28, 30) umfasst, von denen im Bereich des Wärmetauschers (34) lediglich einer wenigstens eine Scheibe (54) zur Rotation in der Ölfüllung trägt.
5. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vorgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wärmetauscher (34) Teil eines Temperierungssystems ist, welches eine Heizeinrichtung und/oder eine Kühleinrichtung für den Wärmetauscher (34) umfasst.
6. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vorgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wärmetauscher (34) einen Wärmeübergangskörper (74) umfassend einen Aluminiumwerkstoff und/oder wenigstens eine Leitung (72) umfassend einen Edelstahl für ein Wärmeaustauschfluid aufweist.
7. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vorgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Öffnung für den Wärmetauscher (34) zumindest im Wesentlichen an einer tiefsten Stelle eines Innenraums eines Gehäuseabschnitts (14) angeordnet ist.
8. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vorgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens ein Magnet (85) am Wärmetauscher (34) angeordnet ist.
9. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Scheibe (54) einen Zulaufbereich (80), einen Längslaufbereich (84) und/oder einen Ablaufbereich (82) am Wärmetauscher (34) für die Ölströmung (88) definiert, wobei der Magnet (85) in einem dieser Bereiche angeordnet ist.
10. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vorgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wärmetauscher (34) eine Mehrzahl an Ausnehmungen und/oder Vorsprüngen (86) aufweist, die zumindest im Wesentlichen entlang eines durch die Scheibe (54) hervorgerufenen Strömungsverlaufs (88) ausgerichtet sind.
11. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die oder ein Teil der Ausnehmungen und/oder Vorsprünge (86) schräg in Bezug auf eine Längsachse des Wärmetauschers (34) angeordnet ist.
12. Vakuumpumpe (10) nach wenigstens einem der vorgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wärmetauscher (34) und/oder ein Wärmeübergangskörper (74) des Wärmetauschers (34) mit seiner Geometrie im Wesentlichen eine zur Scheibe (54) konzentrische Ringbahn für die Ölströmung de-

finiert.

13. Verfahren zum Betrieb einer Vakuumpumpe (10), insbesondere Schraubenvakuumpumpe, mit wenigstens einem Rotor (28), der zum Fördern eines Prozessgases in Rotation versetzt wird, einem Ölsystem zur Schmierung und/oder Temperierung des Rotors (28) und/oder eines Getriebes (42), einer oder mehreren Scheiben (54), die derart angeordnet sind, dass die jeweilige Scheibe (54) in eine Ölfüllung des Ölsystems eingetaucht ist und mit dem Rotor (28) und/oder einem Getriebeelement (43) rotiert, einem Wärmetauscher (34) für das Ölsystem, der derart angeordnet ist, dass er zumindest teilweise in der Ölfüllung angeordnet ist, und einem Gehäuseabschnitt (14) für die Ölfüllung, der eine Öffnung aufweist, durch die der Wärmetauscher (34) in den Gehäuseabschnitt (14) eingebracht oder einbringbar und/oder herausnehmbar ist, wobei die Scheibe oder die Scheiben (54) infolge ihrer Rotation eine zumindest im Wesentlichen unidirektionale Strömung (88) in der Ölfüllung zumindest im Bereich des Wärmetauschers (34) bewirken.

30

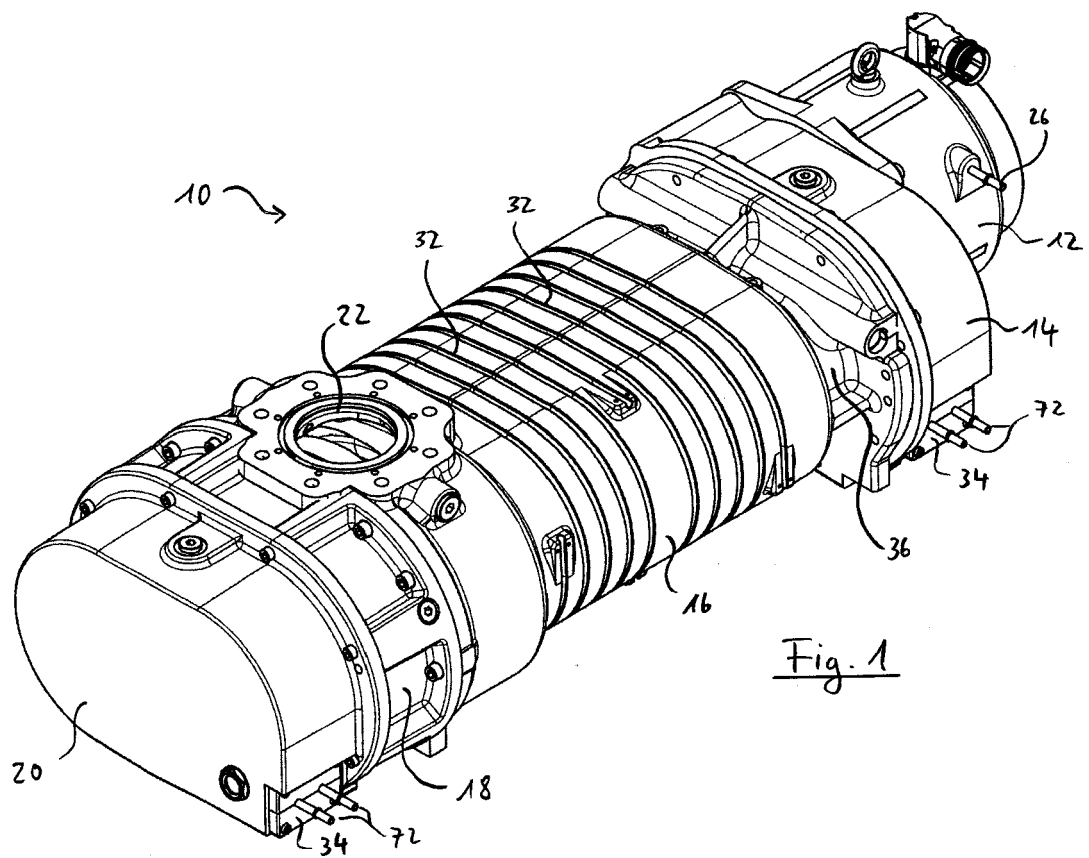
35

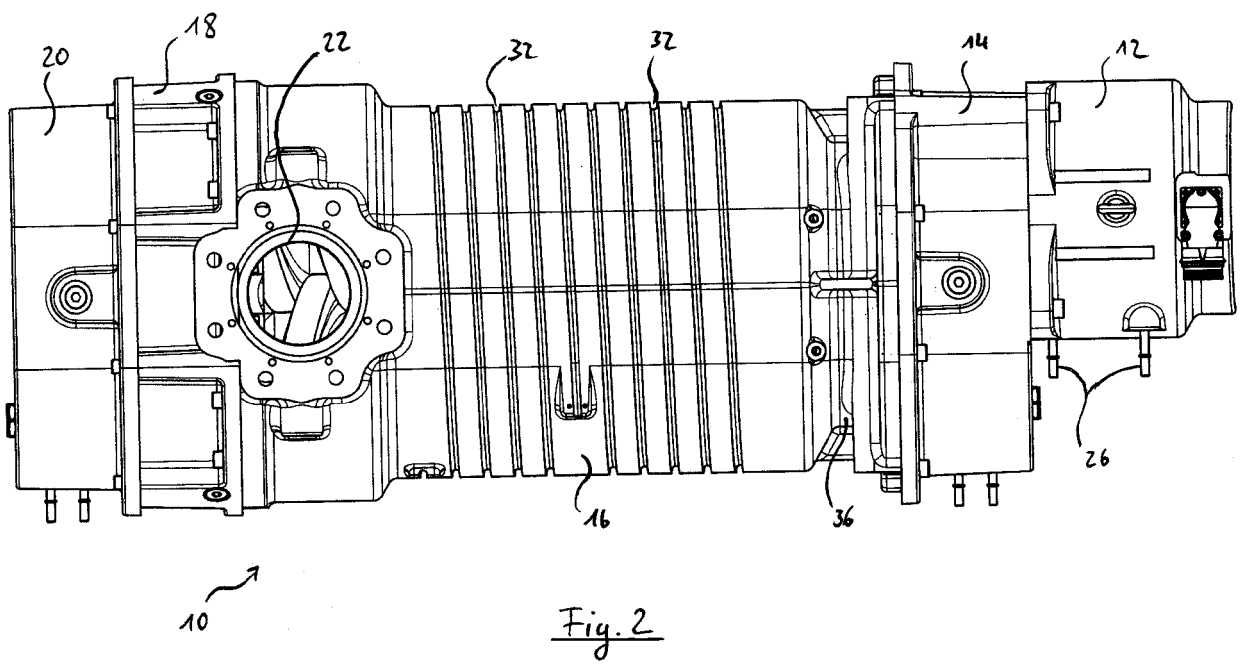
40

45

50

55





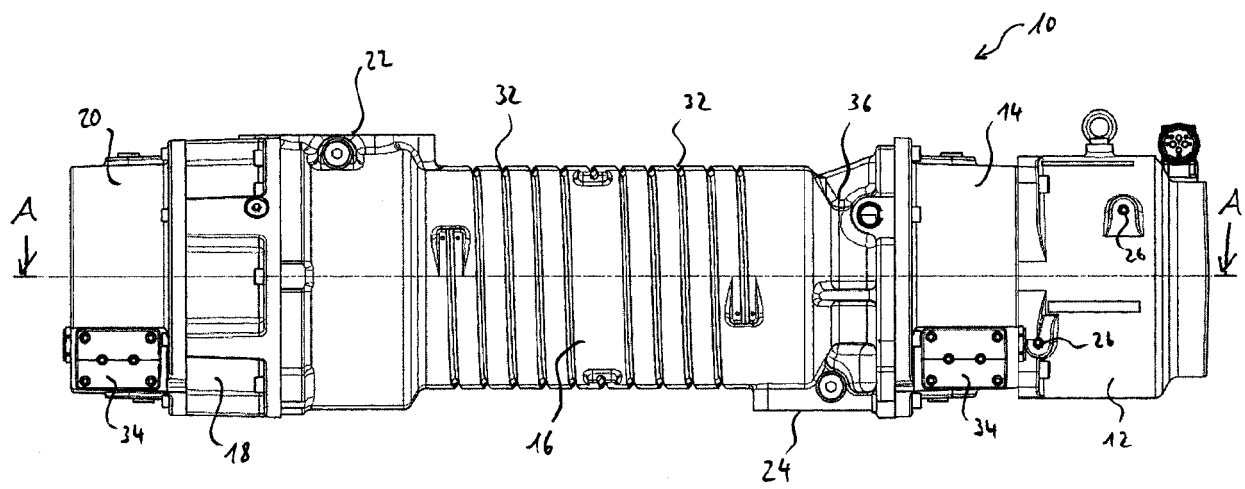


Fig. 3

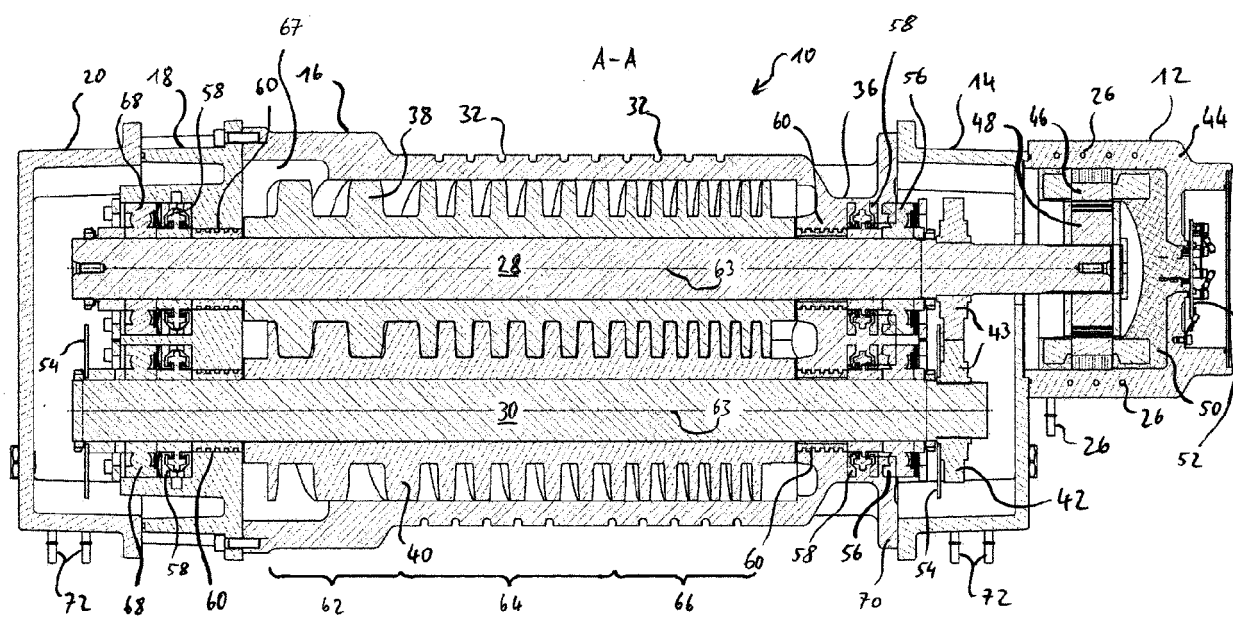


Fig. 4

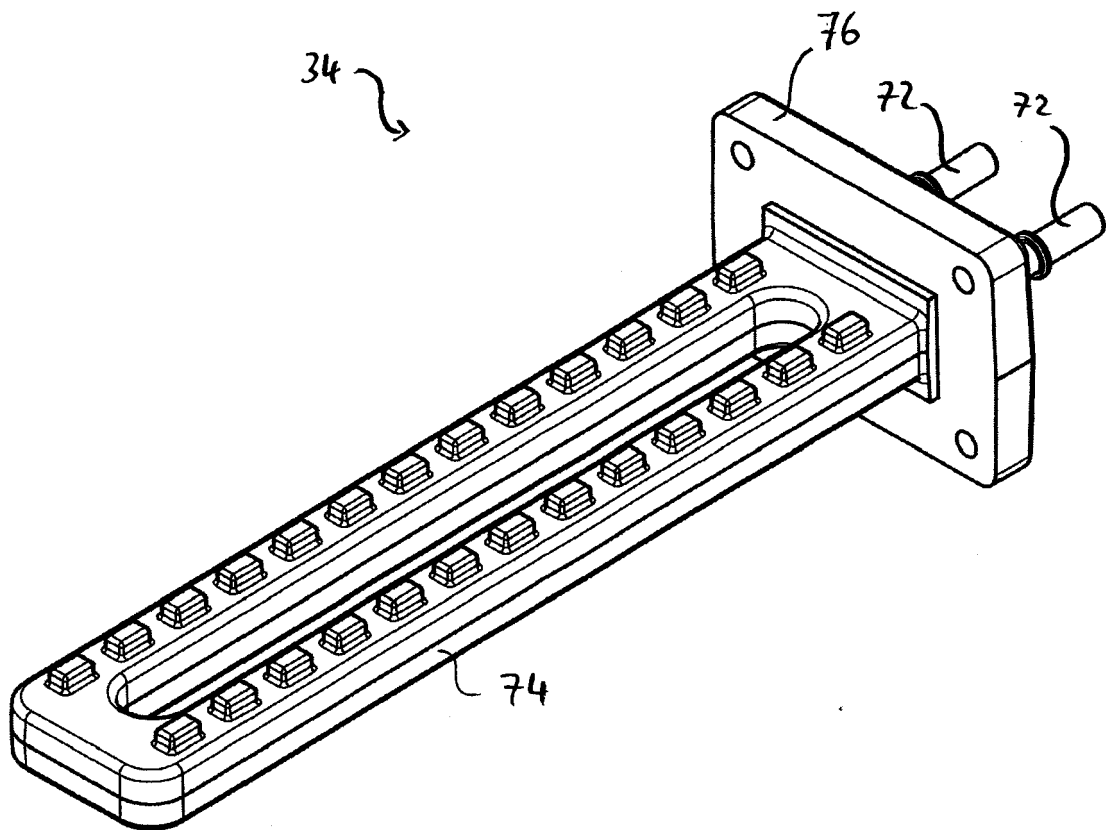


Fig. 5

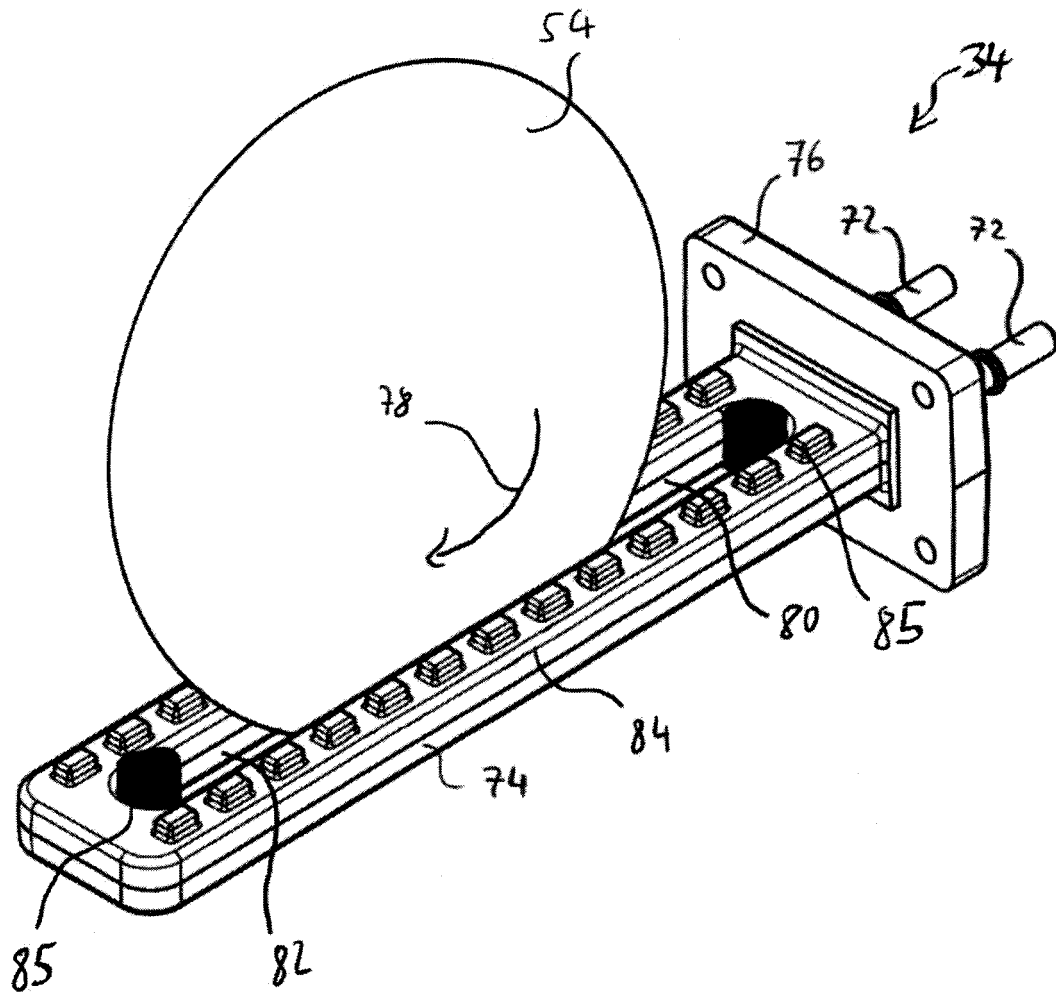


Fig. 6

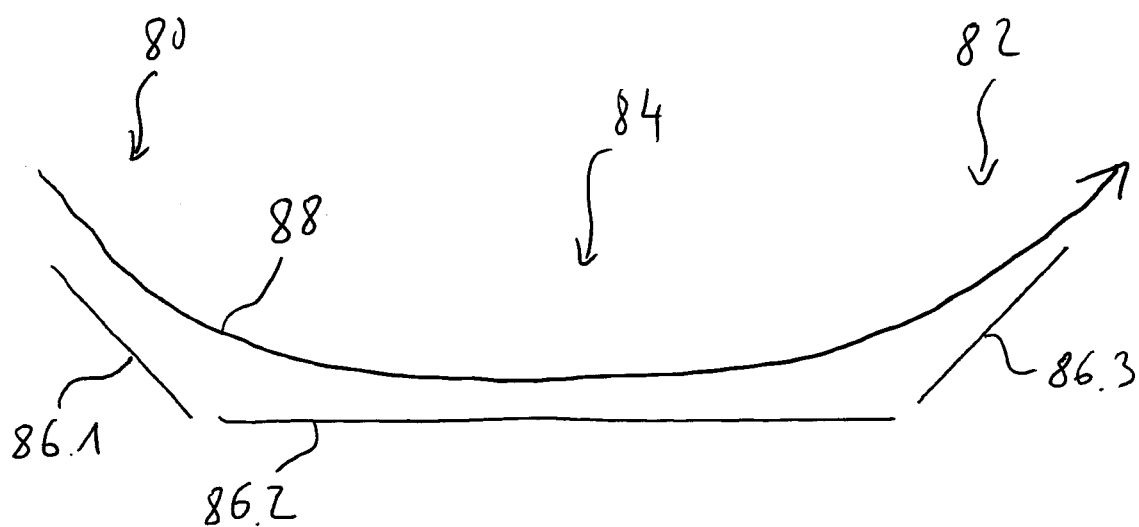


Fig. 7

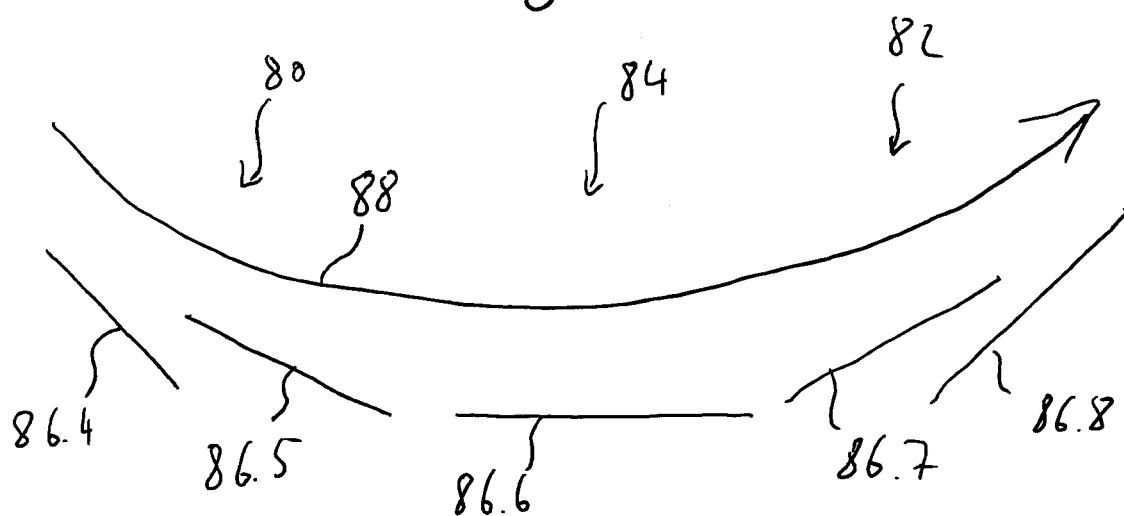


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 18 19 4308

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 2 167 495 A (BOC GROUP PLC) 29. Mai 1986 (1986-05-29)	1,3,5-8, 14	INV. F04C25/02
Y	* Seite 1, rechte Spalte, Zeile 103 - Zeile 111; Abbildungen * * Seite 2, linke Spalte, Zeile 11 - Zeile 51 *	9,10,15	F04C29/04 F04C18/16
X	EP 2 957 772 A2 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 23. Dezember 2015 (2015-12-23) * Absätze [0001], [0026]; Abbildung 1 *	1,6-8,14	
Y	JP S61 212688 A (HITACHI LTD) 20. September 1986 (1986-09-20) * Seite 560, rechte Spalte, Absatz 1; Abbildung 4 *	9,10,15	
A	DE 10 2016 011395 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME FUER NUTZFAHRZEUGE GMBH [DE]) 22. März 2018 (2018-03-22) * Absätze [0010], [0061]; Anspruch 1; Abbildung 2 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. März 2019	Prüfer Descoubes, Pierre
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)



5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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 18 19 4308

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: 1-15

Vakuumpumpe mit einem Wärmetauscher im Ölsumpf.

1.1. Ansprüche: 1-14

Vakuumpumpe mit einem Wärmetauscher und einer rotierenden Scheibe im Ölsumpf.

1.2. Anspruch: 15

Vakuumpumpe mit einem Wärmetauscher im Ölsumpf und einem Magnet am Wärmetauscher.

Bitte zu beachten dass für alle unter Punkt 1 aufgeführten Erfindungen, obwohl diese nicht unbedingt durch ein gemeinsames erfinderisches Konzept verbunden sind, ohne Mehraufwand der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, eine vollständige Recherche durchgeführt werden konnte.

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

EP 18 19 4308

5 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.

13-03-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2167495 A	29-05-1986	KEINE	
EP 2957772 A2	23-12-2015	DE 102014107709 A1 EP 2957772 A2	03-12-2015 23-12-2015
JP S61212688 A	20-09-1986	KEINE	
DE 102016011395 A1	22-03-2018	DE 102016011395 A1 WO 2018054866 A1	22-03-2018 29-03-2018

EPO FORM P0461

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