



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.09.2016 Patentblatt 2016/36**

(51) Int Cl.:  
**F04C 25/02** (2006.01) **F04C 28/28** (2006.01)  
**F04C 29/00** (2006.01) **F04C 18/16** (2006.01)  
**F04C 18/12** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15157105.6**

(22) Anmeldetag: **02.03.2015**

(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:  
**MA**

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum GmbH**  
**35614 ABlar (DE)**

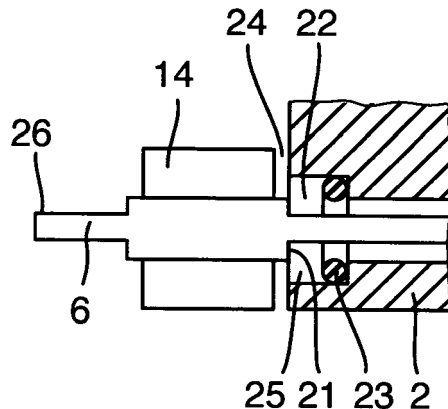
(72) Erfinder: **Huber, Peter**  
**35390 Gießen (DE)**

(74) Vertreter: **Knefel, Cordula**  
**Wertherstrasse 16**  
**35578 Wetzlar (DE)**

(54) **Vakuumpumpe sowie Verfahren zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe**

(57) Die Offenbarung betrifft eine Vakuumpumpe mit einem Stator, zwei in dem Stator angeordneten, über einen Antrieb drehbar angetriebene Wellen, bei der die wenigstens eine Welle in axialer Richtung wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche aufweist, und bei der der ringförmigen oder kreisförmigen Fläche in axialer Richtung gegenüberliegend am Stator wenigstens ein Bremsselement angeordnet ist, oder bei der zwischen einem Kolben oder Schraube und einer Innenseite des Gehäuses oder eines Stators wenigstens ein Sensor und/oder wenigstens ein Anschlagelement angeordnet ist. Die Offenbarung betrifft darüber hinaus ein Verfahren zur Detektion von Kontakten zwischen einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe.

tens ein Bremsselement angeordnet ist, oder bei der zwischen einem Kolben oder Schraube und einer Innenseite des Gehäuses oder eines Stators wenigstens ein Sensor und/oder wenigstens ein Anschlagelement angeordnet ist. Die Offenbarung betrifft darüber hinaus ein Verfahren zur Detektion von Kontakten zwischen einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe.



**Fig. 2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe sowie ein Verfahren zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe.

**[0002]** Die Entwicklung der Vakuumpumpen geht hin zu Vakuumpumpen mit einer hoher Leistungsdichte und einem kompakten Pumpengehäuse. Überschreitet die Leistungsdichte ein gewisses Maß, kann durch freie Konvektion keine gleichmäßige Temperaturverteilung über die verschiedenen Bauteile mehr gewährleistet werden. Bei einer Wärmedehnung und/oder ungleichmäßigen Temperaturverteilung kommt es bei den relativ engen Spalten, die üblicherweise zwischen einem hundertstel Millimeter bis einem Millimeter liegen, zwischen den relativ zueinander bewegten Bauteilen zu einem Anlaufen der Teile untereinander, das heißt zu einem Kontakt zwischen den Teilen mit möglichen Folgeschäden für das gesamte System.

**[0003]** Die Erfindung bezieht sich auf zweiwellige Vakuumpumpen. Eine zweiwellige Vakuumpumpe ist beispielsweise aus der DE 10 2008 060 540 A1 bekannt. Zweiwellige Vakuumpumpen sind beispielsweise Wälzkolbenvakuumpumpen oder Schraubenvakuumpumpen.

**[0004]** Die Gehäuse von Wälzkolbenvakuumpumpen und Schraubenvakuumpumpen werden über die Oberfläche ihrer Gehäuse gekühlt. Wärme wird also von der Pumpenoberfläche an die Umgebung abgegeben. Im kontinuierlichen Betrieb und für konstante Bedingungen stellt sich ein Gleichgewicht für die eingebrachte Leistung und die Abwärme ein. Die verschiedenen Komponenten, deren Längenausdehnung von der Temperatur abhängt, weisen in diesem Zustand eine gleichbleibende Spaltgröße zwischen den beweglichen Teilen und den stehenden Teilen auf. Die Spalte zwischen Kolben oder Schraube und Gehäuse, insbesondere Lagerschild, bestimmen dabei maßgeblich die Betriebssicherheit gegen so genannte Anläufer als auch die Höhe der Vakuumkennwerte wie Saugvermögen, Kompressionsvermögen und Enddruck.

**[0005]** Ein erstes Problem ist hierbei, dass wegen der verringerten Wärmeleitfähigkeit im Vakuum schnelle Änderungen der Eingangsgrößen zu Anläufern zwischen Rotor und Gehäuse beziehungsweise Lagerschild führen.

**[0006]** Ein zweites Problem ist, dass die Spaltgröße zwischen pumpwirksamem Rotor und unbewegten Gehäusebauteilen (Stator) von besonderer Bedeutung für die Betriebssicherheit dieser Pumpen ist. Ablagerungen und Verunreinigungen im Schöpfraum erschweren die direkte Messung der Spaltgröße.

**[0007]** Das der Erfindung zugrunde liegende technische Problem besteht darin, eine Vakuumpumpe anzugeben, bei der frühzeitig sogenannte Anläufer detektierbar sind, sowie ein Verfahren zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Sta-

tor einer Vakuumpumpe anzugeben, mit dem ebenfalls frühzeitig ein Kontakt detektiert werden kann, damit die Vakuumpumpe möglichst vollständig vor Folgeschäden dieser sogenannten Anläufer geschützt wird.

**[0008]** Dieses technische Problem wird durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 8 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 11 oder 12 oder 13 gelöst.

**[0009]** Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe mit einem Stator, zwei in dem Stator angeordneten, über einen Antrieb drehbar angetriebenen Welle sowie mit einem mit den Wellen gekoppelten Getriebe zeichnet sich dadurch aus, dass die wenigstens eine Welle in axialer Richtung wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche aufweist und dass der ringförmigen oder kreisförmigen Fläche in axialer Richtung gegenüberliegend am Stator wenigstens ein Bremsselement angeordnet ist.

**[0010]** Durch diese Ausgestaltung ist es möglich, die Spalte zwischen Kolben bei Wälzkolbenpumpen und Schrauben bei Schraubenvakuumpumpen enger zu gestalten als bei Ausgestaltungen, die sogenannte Anläufer zu verhindern versuchen. Hierdurch ist es möglich, die resultierenden Vakuumkennwerte deutlich zu verbessern. Der Verschleiß wird im Laufe einer Anlaufkonzentriert und kontrollierbar.

**[0011]** Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung wird bei einer temperaturbedingten Ausdehnung der Welle und der Kolben oder Schrauben ein Kontakt zwischen der ringförmigen oder kreisförmigen Fläche der Welle und dem in axialer Richtung gegenüberliegend am Stator angeordneten Bremsselement erzeugt.

**[0012]** Wenn die sich erwärmende Welle oder ein sich abkühlendes Gehäuse den Lagerspalt, vorzugsweise Loslagerspalt zwischen Kolben und Lagerschild verringert, wird die ringförmige oder kreisförmige Fläche der Welle gegen ein Bremsselement gedrückt, welches am Stator, vorzugsweise am Lagerschild angeordnet ist, bevor Kolben und Lagerschild in Kontakt gelangen. Die Reibleistung führt zu einer weiteren Ausdehnung im Bereich der Bremse und erhöht den Bremseffekt, bevor die Abwärme sich über weitere Bauteile verteilt. Auf der anderen Wellenseite nimmt ein dafür ausgelegtes Lager, vorzugsweise ein Festlager, die Axialkräfte auf. Die Abwärme konzentriert sich in einem eng begrenzten Volumen und kann leichter gehandhabt werden. In dem Volumen in direkter Nähe der wenigstens einen ringförmigen oder kreisförmigen Fläche und dem wenigstens einen zugeordneten Bremsselement sind vorteilhaft Vorrichtungen angeordnet, um die Abwärme effektiv abführen zu können, beispielsweise ein Kühlkanal, eine Heat-Pipe oder dergleichen.

**[0013]** Vorteilhaft ist das wenigstens eine Bremsselement als Verschleißteil ausgelegt. Das Bremsselement ist vorteilhaft austauschbar. Die im Vergleich zur Kolbenaußenkontur oder zur Schraubenaußenkontur geringe Umfangsgeschwindigkeit der ringförmigen oder kreisförmigen Fläche begünstigt eine zeitlich gestreckte Abbremsung.

**[0014]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche an einem Wellenende angeordnet. Die wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche kann jedoch auch an beiden Wellenenden angeordnet sein. Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann die wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche an wenigstens einem Absatz der Welle angeordnet sein. Es besteht auch die Möglichkeit, die wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche an einer auf der Welle angeordneten Scheibe anzuordnen. Hierdurch erhält man eine Ausgestaltung in der Art einer Bremsscheibe.

**[0015]** Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche auf einer Loslagerseite der Welle angeordnet ist.

**[0016]** Üblicherweise werden zur Lagerung der Wellen einer Wälzkolbenvakuumpumpe oder einer Schraubenvakuumpumpe ein Loslager und ein Festlager verwendet. Insbesondere im Bereich des Loslagers verändern sich die Größen der Spalte durch thermische Veränderung der Bauteile. Aus diesem Grunde ist es sinnvoll, die wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche auf der Loslagerseite der Welle anzuordnen.

**[0017]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass an der wenigstens einen ringförmigen oder kreisförmigen Fläche wenigstens ein weiteres Bremsselement angeordnet ist. Hierdurch wird der Bremsseffekt deutlich erhöht, was sich vorteilhaft auf die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Ausführungsform auswirkt.

**[0018]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das wenigstens eine Bremsselement austauschbar ausgebildet. Das Bremsselement ist damit als Verschleißteil ausgelegt und wird im Falle der Abnutzung ausgetauscht. Hierdurch ist es möglich, ein relativ preiswertes Bauteil, nämlich das Bremsselement regelmäßig auszutauschen, bevor ein Schaden an dem Kolben und/oder an den Schrauben der Vakuumpumpe auftritt.

**[0019]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann die ringförmige oder kreisförmige Fläche an einem oder beiden Wellenenden, vorteilhaft jedoch an dem Wellenende auf der Loslagerseite angeordnet sein. Hierdurch kann Abwärme leichter abgeführt werden. Diese Ausführungsform bietet sich auch an, wenn Absätze auf der Welle konstruktiv nicht umsetzbar sind.

**[0020]** Eine andere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass in der Welle wenigstens ein Absatz angeordnet ist, und dass eine auf dem wenigstens einen Absatz in axialer Richtung angeordnete ringförmige oder kreisförmige Fläche dem wenigstens einen Bremsselement gegenüberliegend angeordnet ist. Diese Ausführungsform ist vorteilhaft, da hierdurch eine größere Reibfläche zur Verfügung steht.

**[0021]** Ist an der ringförmigen oder kreisförmigen Fläche zusätzlich wenigstens ein weiteres Bremsselement

angeordnet, liegen sich zwei Bremsflächen gegenüber. Der Abstand kann hierbei größer sein als die Länge des Schöpfraumes. An beiden Wellenenden kann sich eine auf der Welle abgesetzte ringförmige oder kreisförmige Fläche befinden. Bei hinreichender Ausdehnung der Welle oder Schrumpfung des Gehäuses greifen sämtliche in axialer Richtung angeordneten Bremsselemente ineinander und schützen das Festlager vor resultierenden axialen Kräften.

**[0022]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Vakuumpumpe ein Gehäuse aufweist, und dass das Gehäuse im Bereich der Aufnahme der zwei Wellen symmetrisch ausgebildet ist. Diese symmetrische Ausbildung des Gehäuses unterstützt und vereinfacht die Auslegung.

**[0023]** Vorteilhaft weist das Getriebe Getriebezahnräder auf und die Getriebezahnräder sind als Zahnräder mit einer Geradverzahnung ausgebildet. Bei einer Geradverzahnung der Getriebezahnräder treten keine axialen Kräfte durch die Verzahnung auf. Hierdurch ist es möglich, mit engen axialen Spalten zu arbeiten.

**[0024]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das wenigstens eine Bremsselement und/oder die wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche eine Oberflächenstruktur aufweist. Diese Ausführungsform weist den Vorteil auf, dass bei Ineinandergreifen des Bremsselementes und der ringförmigen oder kreisförmigen Oberfläche für den Kontakt der beiden Bauteile charakteristische Schwingungen erzeugt werden, die von einem Sensor erfasst werden können, wodurch eine Auswerteeinheit die Möglichkeit hat, den Kontakt frühzeitig zu detektieren und geeignete Maßnahmen zu bewirken, beispielsweise das Abbremsen oder Ausschalten des Antriebsmotors oder eine Kühlung der Welle und des Kolbens.

**[0025]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das wenigstens eine Bremsselement eine vorgesehene Abriebsfläche aufweist. Diese Ausführungsform weist den Vorteil auf, dass bei einem Kontakt sich die Abriebsfläche abnutzt. Die Abriebsfläche ist vorteilhaft flächenmäßig geringer ausgestaltet als beispielsweise die ringförmige oder kreisförmige Fläche, so dass eine verminderte Reibungswärme entsteht.

**[0026]** Eine andere erfindungsgemäße Vakuumpumpe mit einem Gehäuse, zwei in dem Gehäuse angeordneten, über einen Antrieb drehbar angetriebenen Wellen sowie mit einem mit den Wellen gekoppelten Getriebe zeichnet sich dadurch aus, dass zwischen einem auf der Welle angeordneten Kolben oder einer auf der Welle angeordneten Schraube und einer Innenseite des Gehäuses oder einer Innenseite eines Stators wenigstens ein Sensor und/oder wenigstens ein Anschlagelement und/oder wenigstens ein Abriebsselement angeordnet ist.

**[0027]** Dehnt sich die Welle mit dem Kolben aus, oder schrumpft das Gehäuse, schlagen die Kolben oder die Schrauben an dem Anschlagelement an, was wiederum

von einem Schwingungssensor detektierbar ist. Ist ein Sensor in dem Spalt angeordnet, wird der Sensor durch den Kontakt beschädigt, was von einer Auswerteeinheit erfasst werden kann. Wird ein Kontakt entsprechend detektiert, können die vorgegebenen Maßnahmen ergriffen werden, beispielsweise kann eine zusätzliche Kühlung vorgesehen sein oder der Antriebsmotor wird abgebremst oder ausgeschaltet.

**[0028]** Ist ein Sensor vorgesehen, der zerstört oder beschädigt wird, wird der Sensor ausgetauscht. Auch hierbei handelt es sich um ein Verschleißteil, welches jedoch wesentlich günstiger ist, als wenn ein Schaden bei einem sogenannten Anläufer in der Pumpe auftritt.

**[0029]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der wenigstens eine Sensor und/oder das wenigstens eine Anschlagelement und/oder wenigstens eine Abriebsselement eine geringere Höhe als die bei Normalbetrieb vorgesehene Spalthöhe zwischen Kolben oder Schraube und Innenseite des Gehäuses oder Stators aufweist. Das bedeutet, dass im Normalbetrieb ein Anschlag des Kolbens oder der Schraube an dem Anschlagelement oder dem Sensor oder dem Abriebsselement nicht erfolgt.

**[0030]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Vakuumpumpe derart ausgebildet, dass wenigstens ein Temperatursensor und/oder wenigstens ein Beschleunigungssensor und/oder wenigstens ein Schwingungssensor vorgesehen ist.

**[0031]** Diese Sensoren dienen dazu, einen Kontakt zwischen Kolben oder Schraube und Innenseite des Gehäuses oder Stator zu detektieren.

**[0032]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens ein Beschleunigungs- und/oder wenigstens ein Schwingungssensor vorgesehen ist, der bei einem Kontakt zwischen der ringförmigen oder kreisförmigen Fläche der Welle und dem wenigstens einen Bremsselement oder bei einem Kontakt zwischen dem Kolben oder der Schraube und dem Anschlagelement oder dem Abriebsselement ein für den Kontakt charakteristisches Signal erfasst.

**[0033]** Bei einem Kontakt wird von dem wenigstens einen Beschleunigungs- und/oder wenigstens einen Schwingungssensor ein Signal erfasst. Übersteigt dieses Signal einen Schwellwert bei einer oder mehreren festen Frequenzen für die jeweilige Drehzahl, bedeutet dies, dass eine Unwucht oder ein Lagerschaden oder dergleichen vorliegt.

**[0034]** Ist eine ringförmige oder kreisförmige Fläche vorgesehen und wenigstens ein der ringförmigen oder kreisförmigen Fläche zugeordnetes Bremsselement und weist wenigstens eine der beiden Flächen eine Oberflächenstruktur auf, so erzeugt der Kontakt mit der Oberflächenstruktur ein Signal mit einer Frequenz in Abhängigkeit von der Drehzahl und der Zahl der Strukturen über dem Umfang. Die Struktur kann derart ausgebildet sein,

dass sich eine eindeutige Frequenz als Anzeige für einen Kontakt zwischen den Flächen ergibt. Diese Frequenz liegt vorteilhaft in einem anderen Frequenzbereich als die üblicherweise vorkommenden Frequenzen des Motors aufgrund einer Rotorunwucht, aufgrund einer Wälzlagerkinematik (Überrollfrequenz) oder dergleichen.

**[0035]** Eine Auswerteeinheit stellt den beginnenden Kontakt der Flächen fest, bevor die kontaktbedingte Reibleistung zu groß wird. Es werden vorteilhaft Maßnahmen getroffen, die Folgeschäden vermeiden oder zumindest verringern, wie zum Beispiel das Abbremsen oder Ausschalten des Motors, eine Rotorkühlung oder dergleichen mehr.

**[0036]** Die Oberflächenstrukturen können beispielsweise derart ausgebildet sein, dass sie im Wesentlichen radial von der Mitte der Flächen nach außen weisen. Sie können auch alternativ oder zusätzlich auf einer Seite punktförmig ausgebildet sein. Vorteilhaft ist bei dieser Ausführungsform, dass die Strukturen bei Kontakt mit der Gegenfläche eine typische Schwingung erzeugen.

**[0037]** Eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens ein Temperatursensor vorgesehen ist, der bei einem Kontakt zwischen der ringförmigen oder kreisförmigen Fläche der Welle und dem wenigstens einen Bremsselement einen für den Kontakt charakteristischen Temperaturanstieg erfasst.

**[0038]** Bei dieser Ausführungsform übersteigt das Signal einen Schwellwert oder die Steigung des Signalverlaufes übersteigt eine bestimmte Größe. Dies deutet auf einen Kontakt hin. Vorteilhaft ist ein Temperatursensor in direkter Nähe zu dem wenigstens einen Bremsselement angeordnet. Bei einem Kontakt wird sich das wenigstens eine Bremsselement als erstes und besonders schnell erwärmen, was von dem Temperatursensor frühzeitig erfasst wird, und die entsprechenden schon beschriebenen Maßnahmen können ergriffen werden.

**[0039]** Die Kontaktflächen des wenigstens einen Bremsselementes und der ringförmigen oder kreisförmigen Fläche und des wenigstens einen auf der ringförmigen oder kreisförmigen Fläche angeordneten Bremsselementes können gemäß einer anderen Ausführungsform relativ klein ausgebildet sein, so dass nur eine minimale Reibleistung auftritt. Hier erhält man eine geringe Abwärme zur Kontaktdetektion, so dass hierbei ein besonderer Schwerpunkt in der Detektion liegt und nicht in dem Abbremsseffekt der Welle.

**[0040]** Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe zeichnet sich dadurch aus, dass bei einem Kontakt des Kolbens oder der Schraube mit dem wenigstens einen Sensor eine Auswerteeinheit den Kontakt und/oder das Zerstören des Sensors detektiert.

**[0041]** Dehnt sich der Kolben und/oder die Schraube entsprechend aus, wird ein Kontakt mit dem Sensor her-

gestellt, wobei dieser beispielsweise abgesichert wird. Eine Auswerteeinheit erfasst das Zerstören des Sensors und kann die schon beschriebenen erforderlichen Maßnahmen veranlassen.

**[0042]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist eine Auswerteeinheit vorgesehen, die Signale des wenigstens einen Beschleunigungssensors und/oder des wenigstens einen Schwingungssensors und/oder des wenigstens einen Temperatursensors auswertet. Diese Auswerteeinheit ist vorteilhaft, um einen Kontakt entsprechend den verschiedenen Möglichkeiten zu detektieren und die erforderlichen Maßnahmen zur Vermeidung von Folgeschäden einzuleiten.

**[0043]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Auswerteeinheit bei Feststellen eines beginnenden Kontaktes zwischen Rotor und Stator Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden auslöst. Diese Maßnahmen können beispielsweise sein das Abbremsen oder Ausschalten des Antriebsmotors, eine Rotorkühlung oder dergleichen.

**[0044]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird bei der Detektion eines Kontaktes über Beschleunigungs- und/oder Schwingungssensoren ermittelt, ob ein Signal einen Schwellwert bei einer oder mehreren festen Frequenzen für die jeweilige Drehzahl übersteigt. Hierbei weist der Kolben und/oder die Schrauben vorteilhaft im Bereich zwischen dem größten Durchmesser des Rotors (Überdrehbereichsabstreifer) oder auch Sollkontur des Kolbens oder der Schraube und der Innenseite des Gehäuses oder Stators ein oder mehrere zusätzliche Elemente auf. Diese Elemente können sowohl in den Kolben oder in die Schraube als auch in das Gehäuse oder in den Stator eingebracht werden. Die Elemente erzeugen den engsten Spalt zwischen Rotor und Gehäuse, der bei Störungen des Temperaturgleichgewichtes schwindet und bei Kontakt ein schlagendes Signal mit einem Vielfachen der Drehfrequenz des Rotors erzeugt.

**[0045]** Eine andere Ausführungsform sieht vor, dass ein Schwingungssensor auf der dem Sensor gegenüberliegenden Seite ein besonders starkes Signal misst, das sich deutlich vom Hintergrundrauschen gleicher Frequenz abhebt.

**[0046]** Ist eine angepasste Anzahl der schlagenden Elemente auf Seite des Rotors oder auch des Gehäuses vorgesehen, kann die Schlagfrequenz in einen für die Detektion besser geeigneten Bereich verschoben werden. Hierbei kann auf aufwendige Frequenzanalysen verzichtet werden.

**[0047]** Die Erfindung bezieht sich vorteilhaft auf zweiwellige Pumpen. Es kann sich hierbei um Wälzkolbenpumpen oder Schraubenpumpen handeln.

**[0048]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich anhand der zugehörigen Zeichnungen, in denen verschiedene Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe nur beispielhaft darge-

stellt sind, ohne die Erfindung auf diese Ausführungsbeispiele zu beschränken. In den Zeichnungen zeigen:

- 5 Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch eine Vakuumpumpe mit zwei Wellen;
- Fig. 2 einen Teillängsschnitt durch eine Welle mit einem Kolben und einem axialen Bremsselement;
- 10 Fig. 3 ein geändertes Ausführungsbeispiel im Längsschnitt;
- Fig. 4 einen Querschnitt durch einen Kolben mit einem Abtriebsselement;
- Fig. 5 einen Querschnitt durch einen Sensor;
- 15 Fig. 6 ein Bremsselement in Draufsicht;
- Fig. 7 einen Querschnitt durch das Bremsselement gemäß Fig. 6;
- Fig. 8 ein geändertes Ausführungsbeispiel eines Bremsselementes in Draufsicht;
- 20 Fig. 9 einen Querschnitt durch das Bremsselement gemäß Fig. 8;
- Fig. 10 ein geändertes Ausführungsbeispiel eines Bremsselementes in Draufsicht;
- Fig. 11 einen Querschnitt durch das Bremsselement gemäß Fig. 10;
- 25 Fig. 12 ein geändertes Bremsselement in Draufsicht;
- Fig. 13 einen Teilquerschnitt durch einen Rotor einer Wälzkolbenpumpe mit einem am Gehäuse angeordneten Abtriebsselement;
- 30 Fig. 14 ein geändertes Ausführungsbeispiel;
- Fig. 15 ein geändertes Ausführungsbeispiel;
- Fig. 16 ein geändertes Ausführungsbeispiel;
- Fig. 17 ein Abtriebsselement in perspektivischer Ansicht;
- 35 Fig. 18 ein Abtriebsselement in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 19 ein Abtriebsselement in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 20 einen Querschnitt durch einen Rotor einer Wälzkolbenpumpe mit einem am Gehäuse angeordneten Abtriebsselement;
- 40 Fig. 21 einen Querschnitt durch einen Schöpfraum einer Wälzkolben- und Vakuumpumpe;
- Fig. 22 ein Temperaturdiagramm;
- Fig. 23 ein Temperaturdiagramm;
- 45 Fig. 24 ein geändertes Ausführungsbeispiel eines Abtriebsselementes in Draufsicht;
- Fig. 25 das Abtriebsselement gemäß Fig. 24 im Querschnitt.

50 **[0049]** Fig. 1 zeigt im Schnitt eine Vakuumpumpe 1, deren Gehäuse 2 im Wesentlichen zwei Gehäuseteile 3 und 4 aufweist, nämlich Schöpfräume 3 und einen mit einem Schmiermittelspeicher 5 versehenen Getrieberaum 4.

55 **[0050]** Die in Fig. 1 dargestellte Vakuumpumpe ist eine Wälzkolben- und Vakuumpumpe.

**[0051]** Im Gehäuse 2 sind zwei Wellen 6 und 7 über Wälzlager 8 horizontal drehbar gelagert angeordnet. Die

Welle 6 wird über einen Antrieb (nicht dargestellt), beispielsweise einen Asynchronmotor, angetrieben. Der nicht dargestellte Asynchronmotor wirkt auf eine Kupplung 9. Auf der vom nicht dargestellten Antrieb über die Kupplung 9 angetriebenen Welle 6 ist als Bestandteil eines Getriebes 10 im Getrieberaum 4 ein Zahnrad 11 angeordnet, das bei der dargestellten Ausführungsform einer Zweiwellen-Vakuumpumpe 1 mit einem auf der Welle 7 gelagerten zweiten Zahnrad 12 in Eingriff steht.

**[0052]** Wie weiterhin aus Fig. 1 ersichtlich, ist der das Getriebe 10 aufweisende Gehäuseteil 4 über einen am übrigen Gehäuse 2 festlegbaren Getriebedeckel 13 gegenüber der Umgebung verschließbar.

**[0053]** Auf den die Schöpfräume 3 durchsetzenden Teilen der Wellen 6 und 7 sind Kolben 14 und 15 angeordnet, die bei der Drehung der Wellen 6 und 7 den Pumpeffekt bewirken und über mindestens eine Ansaugöffnung (nicht dargestellt) Fluid in die Schöpfräume 3 ansaugen und über mindestens eine Ausstoßöffnung (nicht dargestellt) wieder aus den Schöpfräumen 3 austragen.

**[0054]** Die Kolben 14, 15 sind als zweibogige Rotoren ausgebildet.

**[0055]** Die Querschnittsform der Kolben 14, 15 hat annähernd die Form der Ziffer "8".

**[0056]** Die Kolben 14, 15 sind in einer durch das Gehäuseteil 3 gebildeten Rotorkammer angeordnet mit einem minimalen Abstand zwischen einer Umfangsfläche des Gehäuseteiles 3 und den Kolben 14, 15. Darüber hinaus haben die Kolben 14, 15, wenn sie miteinander eingreifen, einen minimalen Abstand zwischen sich ausgebildet, um zu verhindern, dass sie direkt miteinander eingreifen, beziehungsweise sich behindern. Bei dem Betrieb der Wälzkolbenvakuumpumpe 1 wird die Antriebswelle 6 durch den Antrieb, beispielsweise einen Elektromotor, gedreht. Hierdurch wird die Abtriebswelle 7 in Gegenrichtung zu der Antriebswelle 6 durch die Eingriffbeziehung zwischen einem Antriebszahnrad 11 und einem Abtriebszahnrad 12 gedreht und der Antriebsrotor mit Kolben 15 und der Abtriebsrotor mit Kolben 14 werden demzufolge gedreht.

**[0057]** Sowohl die Zahnräder 11 und 12 als auch die Wälzlager 8 müssen mit einem Schmiermittel versorgt werden, um diese zu kühlen und einen erhöhten Verschleiß zu vermeiden. Zu diesem Zweck weist der Getrieberaum 4 einen mit einem Schmiermittel befüllten Schmiermittelspeicher 5 auf. In den Schmiermittelspeicher 5 taucht eine auf der Welle 6 angeordnete Schleuderscheibe 16 ein, die das Schmiermittel in dem gesamten Getrieberaum 4 verteilt und insbesondere den Wälzlager 8 und den Zahnrädern 11 und 12 zuführt.

**[0058]** Fig. 2 zeigt die Welle 6 mit dem Kolben 14. Die Welle 6 weist einen Absatz 21 auf. Der Absatz 21 trägt eine ringförmige Fläche 22. Der ringförmigen Fläche 22 gegenüberliegend ist am Stator, welcher Teil des Gehäuses 2 ist, ein Bremsselement 23 angeordnet. Ein Spalt 24 ist größer als oder gleich groß wie ein Spalt 25. Dehnt die Welle 6 sich aus oder schrumpft das Gehäuse 2, erfolgt als Erstes ein Anschlag der ringförmigen Fläche 22

an dem Bremsselement 23, wodurch der Loslagerspalt 25 sich verringert und die ringförmige Fläche 22 in Kontakt kommt mit dem Bremsselement 23. Die Reibleistung führt zu einer weiteren Ausdehnung im Bereich des Bremsselementes 23 und erhöht den Bremsseffekt, bevor die Abwärme sich über weitere Bauteile verteilt. Auf der gegenüberliegenden Wellenseite 26 nimmt ein Festlager (nicht dargestellt), die Axialkräfte auf. Die Abwärme konzentriert sich auf ein eng begrenztes Volumen und kann leichter gehandhabt werden. Im Falle eines Kontaktes zwischen der ringförmigen Fläche 22, der Welle 6 und dem Bremsselement 23 können entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. Beispielsweise kann die Welle 6 gekühlt werden, um einen Kontakt des Kolbens 14 mit dem Gehäuse 2 zu vermeiden.

**[0059]** Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einer Welle 6, die einen Kolben 14 trägt. Lediglich schematisch angedeutet sind ein Loslager 27 sowie ein Festlager 28. Die Welle 6 weist in diesem Ausführungsbeispiel beidseitig jeweils einen Absatz 21 auf. Den Absätzen 21 gegenüberliegend sind Bremsselemente 23 angeordnet. Bei einer Ausdehnung der Welle 6 oder Schrumpfung des Gehäuses 2 gelangen die ringförmigen Flächen 22 in Kontakt mit den Bremsselementen 23. Hierdurch wird das Festlager 28 vor resultierenden axialen Kräften geschützt.

**[0060]** Es besteht auch die Möglichkeit, Wellenenden 29 mit entsprechenden ringförmigen oder kreisförmigen Flächen auszugestalten. Gestrichelt angedeutet ist ein Bremsselement 30, welches bei Ausdehnung der Welle 6 in Kontakt mit dem Wellenende 29 kommt und die Welle ebenfalls abbremst.

**[0061]** Fig. 4 zeigt ein Abriebselement 31, welches in einem Gehäuse 2 an einer Gehäuseinnenseite 32 angeordnet ist. Der Kolben 14 weist zusätzlich ein weiteres Abriebselement 33 auf. Dehnt sich der Kolben 14 in radialer Richtung aus, gelangen die Abriebselemente 31, 33 in Kontakt und erzeugen ein Schlagsignal, welches von einem Schwingungssensor (nicht dargestellt) erfasst wird.

**[0062]** Fig. 5 zeigt das Abriebselement 31, in dem beispielsweise ein Draht 34 angeordnet sein kann. Das Abriebselement 31 besteht aus einem Grundkörper 35, der beispielsweise aus Kunststoff oder Keramik besteht. Der Draht 34 ist in dem Grundkörper 35 eingebettet. Wird bei Kontakt zwischen dem Abriebselement 33 und dem Abriebselement 31 der Grundkörper 35 abgeschert, wird ein elektrischer Kontakt, der durch den Draht 34 hergestellt wurde, unterbrochen. Diese Unterbrechung wird von einer Auswerteeinheit (nicht dargestellt) erfasst und es können geeignete Maßnahmen ergriffen werden, beispielsweise wird ein Antriebsmotor verlangsamt oder abgestellt.

**[0063]** Fig. 6 zeigt ein Bremsselement 23, welches in den Ausführungsformen gemäß Fig. 2 oder Fig. 3 eingesetzt werden kann. Das Bremsselement 23 ist als ringförmiges Bremsselement ausgebildet und weist radial nach außen verlaufende Vorsprünge 36 auf.

**[0064]** Gemäß Fig. 7 sind die Vorsprünge sich radial nach außen erstreckend angeordnet. Es können jedoch auch punktförmige Vorsprünge vorgesehen sein.

**[0065]** Die Fig. 8 und 9 zeigen das Bremsselement 23 mit spiralförmigen Oberflächenstrukturen 37.

**[0066]** Wie in den Fig. 10 und 11 dargestellt, kann das Bremsselement 23 auch lediglich einen punktförmigen Vorsprung 36 aufweisen.

**[0067]** Fig. 12 zeigt ein geändertes Ausführungsbeispiel des Bremsselementes 23 mit einem einzelnen radial nach außen verlaufenden Vorsprung 36.

**[0068]** Tritt die ringförmige Fläche 22 mit dem Bremsselement 23 in Kontakt, wird eine typische Schwingung erzeugt. Die Frequenz ergibt sich in Abhängigkeit von der Drehzahl und der Zahl der Strukturen über dem Umfang des Bremsselementes 23. Im Rahmen der Konstruktion kann eine eindeutige Frequenz als Anzeige für den Kontakt zwischen der Fläche 22 und dem Bremsselement 23 ausgewählt werden.

**[0069]** Es besteht auch die Möglichkeit, die ringförmige Fläche 22 zusätzlich mit einem Bremsselement 23, wie in den Fig. 6 bis 12 dargestellt, auszustatten. Es besteht auch die Möglichkeit, unmittelbar die ringförmige Fläche 22 mit wenigstens einem Vorsprung auszugestalten. Die Oberflächenstrukturen der ringförmigen Fläche 22 und des Bremsselementes 23 kommen bei einer Ausdehnung der Gerätestrukturen miteinander in Berührung und erzeugen eine typische Schwingung. Die Frequenz dieser Schwingung liegt idealerweise apart von den üblicherweise vorkommenden Schwingungen (Motorschwingungen, Motorunwucht, Wälzlagerkinematik und dergleichen).

**[0070]** Fig. 13 zeigt den Kolben 14, der auf der Welle 6 angeordnet ist. In dem Gehäuse 2 ist an der Gehäuseinnenwand 32 ein Abriebselement 31 angeordnet.

**[0071]** Bei Kontakt des Kolbens 14 mit dem Abriebselement 31 wird ein Signal mit einem Beschleunigungs- und/oder Schwingungssensor detektiert. Übersteigt das Signal einen Schwellwert bei einer oder mehreren festen Frequenzen für die jeweilige Drehzahl, ist dies ein Zeichen dafür, dass ein Kontakt auftritt. Der Antriebsmotor kann in diesem Fall abgestellt werden. Damit wird vermieden, dass es zu einem sogenannten Anläufer zwischen Kolben 14 und Gehäuseinnenwand 32 kommt und die Vakuumpumpe Schaden nimmt.

**[0072]** Fig. 14 zeigt ein geändertes Ausführungsbeispiel, bei dem der Kolben 14 ein Abriebselement 31 trägt. In diesem Fall weist das Gehäuse 2 mit der Gehäuseinnenseite 32 kein zusätzliches Element auf.

**[0073]** Es besteht auch die Möglichkeit, wie in Fig. 15 dargestellt, das Abriebselement 31 als Sensor auszubilden, wie beispielsweise in Fig. 5 dargestellt. Zusätzlich kann ein Abriebselement 33 an den Kolben 14 angeordnet sein. Es besteht auch die Möglichkeit, das Abriebselement 31 als einfaches Abriebselement ohne Ausbildung als Sensor auszugestalten.

**[0074]** Fig. 16 zeigt den Kolben 14 mit dem Abriebselement 33. Das Abriebselement kann quaderförmig aus-

gebildet sein, wie in Fig. 17 dargestellt. Das Abriebselement 33 kann abgerundete Kanten aufweisen, wie in Fig. 18 dargestellt. Das Abriebselement 33 kann auch zylinderförmig ausgebildet sein, wie in Fig. 19 dargestellt.

**[0075]** Gemäß Fig. 20 trägt der Kolben 14, der auf der Welle 6 angeordnet ist, ein Abriebselement 33 sowie einen Sensor 38. Der Schwingungssensor 38 ist auf der dem Abriebselement 33 gegenüberliegenden Seite angeordnet und misst ein Signal, wenn ein Kontakt mit einer Gehäuseinnenwand 32 des Gehäuses 2 auftritt.

**[0076]** Fig. 21 zeigt zwei Kolben 14, 15, die auf Wellen 6, 7 gelagert sind und in dem Gehäuse 2 angeordnet sind. An einer Gehäuseinnenwand 32 sind mehrere Abriebselemente 31 angeordnet. Mit einer angepassten Anzahl der Abriebselemente 31 auf der Seite des Gehäuses 2, wie in Fig. 21 dargestellt, kann die Schlagfrequenz in einen für die Detektion guten Bereich verschoben werden. Hierbei kann auch auf aufwendige Frequenzanalysen verzichtet werden. Das Gehäuse 2 weist einen Einlass 39 und einen Auslass 40 auf.

**[0077]** Fig. 22 zeigt eine Temperaturkurve eines Temperatursensors, der beispielsweise im Bereich eines Bremsselementes 23 im Gehäuse 2 (Fig. 2) angeordnet ist. Tritt ein Kontakt zwischen der ringförmigen Fläche 22 und dem Bremsselement 23 auf, steigt lokal die Temperatur sehr stark an. Dieser Temperaturanstieg ist in Fig. 22 dargestellt. Übersteigt die Temperatur einen Schwellwert x oder nimmt die Steigung, wie in Fig. 23 dargestellt, einen bestimmten Wert an, wird ein sogenannter Anläufer detektiert, und die entsprechenden Maßnahmen zum Schutz der Vakuumpumpe werden veranlasst.

**[0078]** Die Fig. 24 und 25 zeigen das Abriebselement 33, welches beispielsweise an dem Kolben 14 angeordnet ist. Das Abriebselement 33 weist eine kleine Kontaktfläche 41 auf. Dadurch, dass die mögliche Kontaktfläche 41 mit dem Gehäuse 2 sehr klein ist, führt dies bei einem Kontakt zu einer minimalen Reibleistung und einer geringen Abwärme für die Kontaktdetektion. Besonderer Schwerpunkt ist hier also die Detektion und nicht die verbesserte Schadenstoleranz.

#### Bezugszahlen

**[0079]**

1	Vakuumpumpe
2	Gehäuse
3	Gehäuseteil des Schöpfraumes
4	Gehäuseteil des Getrieberaumes
5	Schmiermittelspeicher
6	Welle
7	Welle
8	Wälzlager
9	Kupplung
10	Getriebe
11	Zahnrad
12	Zahnrad

- 13 Getriebedeckel
- 14 Kolben
- 15 Kolben
- 16 Schleuderscheibe
- 17 Kühlrippe
- 18 Lüfter
- 19 Kühlrippe
- 20 Teilbereich
- 21 Absatz
- 22 ringförmige oder kreisförmige Fläche
- 23 Bremsselement
- 24 Spalt
- 25 Spalt
- 26 Wellenseite
- 27 Loslager
- 28 Festlager
- 29 Wellenende
- 30 Bremsselement
- 31 Abriebselement
- 32 Gehäuseinnenwand
- 33 Abriebselement
- 34 Draht
- 35 Grundkörper
- 36 Vorsprung
- 37 Oberflächenstruktur
- 38 Sensor
- 39 Einlass
- 40 Auslass
- 41 Kontaktfläche eines Abriebselementes

#### Patentansprüche

1. Vakuumpumpe mit einem Stator, zwei in dem Stator angeordneten, über einen Antrieb drehbar angetriebene Wellen sowie mit einem mit den Wellen gekoppelten Getriebe,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Welle (6, 7) in axialer Richtung wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche (22) aufweist, und dass der ringförmigen oder kreisförmigen Fläche (22) in axialer Richtung gegenüberliegend am Stator wenigstens ein Bremsselement (23) angeordnet ist.
2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche (22) an einem oder beiden Wellenenden (29) und/oder an wenigstens einem Absatz (21) der Welle (6, 7) angeordnet ist oder dass die wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche (22) an einer auf der Welle angeordneten Scheibe angeordnet ist.
3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche (22) auf einer Loslagerseite der Welle (6, 7) angeordnet ist.
4. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der wenigstens einen ringförmigen oder kreisförmigen Fläche (22) wenigstens ein weiteres Bremsselement angeordnet ist.
5. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Getriebe (10) Getriebezahnräder (11, 12) aufweist, und dass die Getriebezahnräder (11, 12) als Zahnräder mit einer Geradverzahnung ausgebildet sind.
6. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine Bremsselement (23) und/oder die wenigstens eine ringförmige oder kreisförmige Fläche (22) eine Oberflächenstruktur (36, 37) aufweist.
7. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine Bremsselement (23) eine vorgesehene Kontakt- oder Abriebsfläche (41) aufweist.
8. Vakuumpumpe mit einem Gehäuse, zwei in dem Gehäuse angeordneten, über einen Antrieb drehbar angetriebenen Wellen sowie mit einem mit den Wellen gekoppelten Getriebe,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einem auf der Welle (6, 7) angeordneten Kolben (14, 15) oder einer auf der Welle angeordneten Schraube und einer Innenseite (32) des Gehäuses (2) oder eines Stators wenigstens ein Sensor (38) und/oder wenigstens ein Anschlagelement (31, 33) und/oder ein Abriebselement (41) angeordnet ist.
9. Vakuumpumpe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Sensor (38) und/oder das wenigstens eine Anschlagelement (31, 33) und/oder das wenigstens eine Abriebselement (41) eine geringere Höhe als die bei Normalbetrieb vorgesehene Spalthöhe zwischen Kolben (14) und Innenseite (32) des Gehäuses (2) oder Stators aufweist.
10. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Temperatursensor und/oder wenigstens ein Beschleunigungssensor und/oder wenigstens ein Schwingungssensor vorgesehen ist.
11. Verfahren zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Beschleunigungs- und/oder wenigstens ein Schwingungssensor vorgesehen ist, der bei einem Kontakt zwischen der ringförmigen oder kreisförmigen Fläche



che (22) der Welle (6, 7) und dem wenigstens einen Bremsselement (23) oder bei einem Kontakt zwischen dem Kolben (14, 15) oder der Schraube und dem Anschlagselement (31, 33) und/oder dem wenigstens einen Abriebselement ein für den Kontakt charakteristisches Signal erfasst. 5

12. Verfahren zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 oder 8, 10

**dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Temperatursensor vorgesehen ist, der bei einem Kontakt zwischen der ringförmigen oder kreisförmigen Fläche (22) der Welle (6, 7) und dem wenigstens einen Bremsselement (23) einen für den Kontakt charakteristischen Temperaturanstieg erfasst. 15

13. Verfahren zur Detektion eines Kontaktes zwischen wenigstens einem Rotor und einem Stator einer Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Kontakt des Kolbens (14, 15) oder der Schraube mit dem wenigstens einen Sensor (31) eine Auswerteeinheit den Kontakt und/oder das Zerstören des Sensors (38) detektiert. 20 25

14. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Auswerteeinheit vorgesehen ist, die Signale des wenigstens einen Beschleunigungssensors und/oder des wenigstens einen Schwingungssensors und/oder des wenigstens einen Temperatursensors auswertet. 30

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit bei Feststellen eines beginnenden Kontaktes zwischen Rotor und Stator Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden auslöst. 35 40

45

50

55

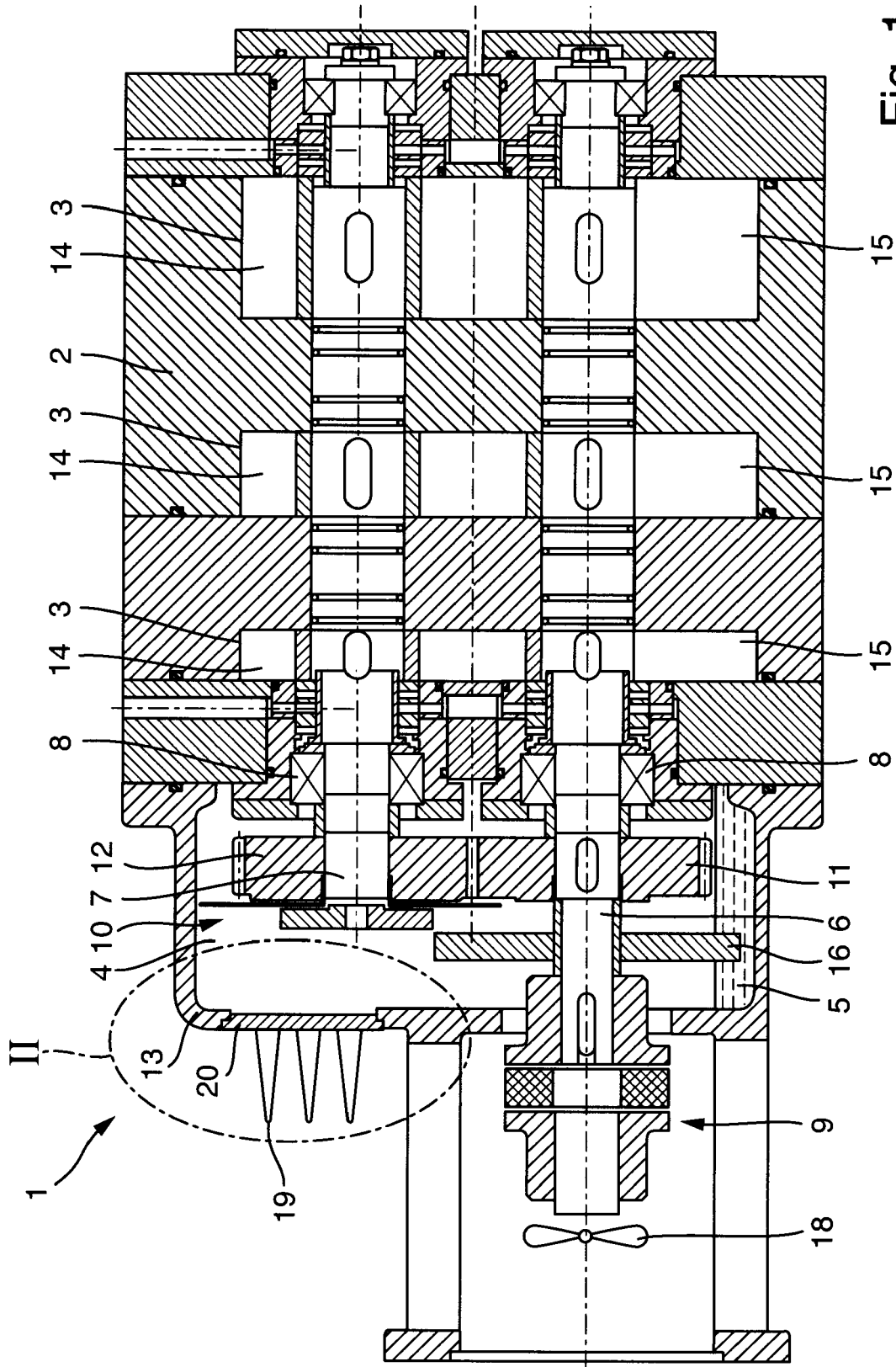


Fig. 1

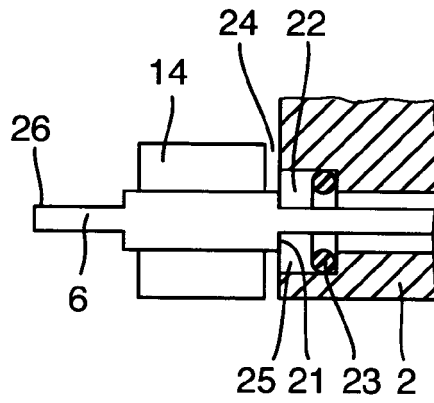


Fig. 2

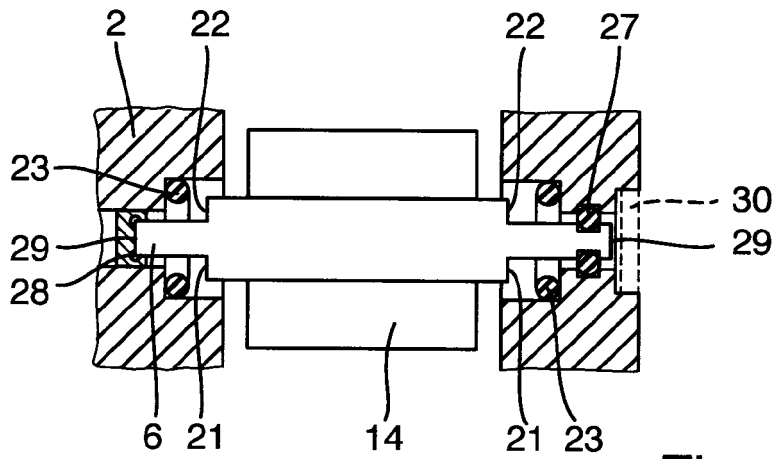


Fig. 3

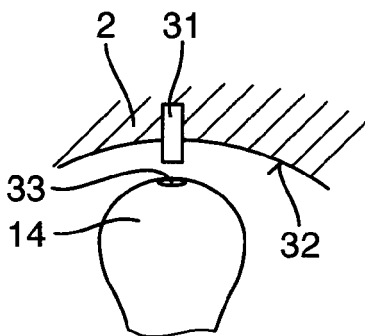


Fig. 4

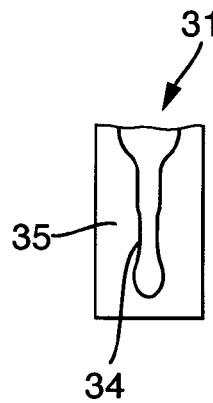


Fig. 5

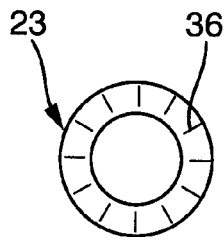


Fig. 6

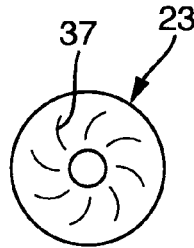


Fig. 8

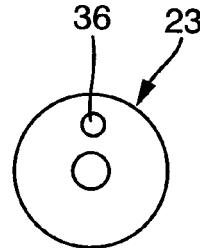


Fig. 10

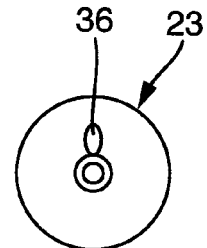


Fig. 12

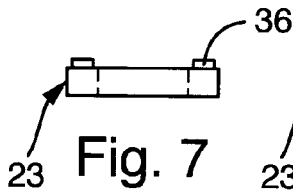


Fig. 7

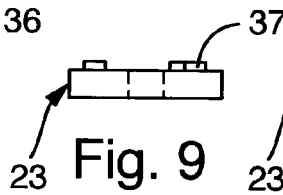


Fig. 9

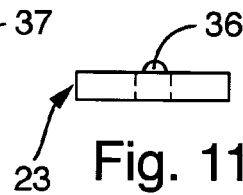


Fig. 11

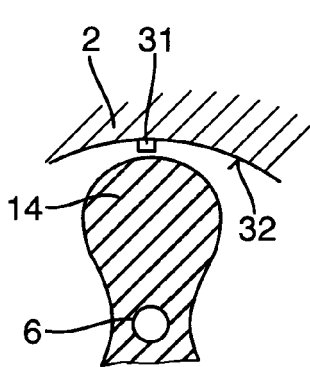


Fig. 13

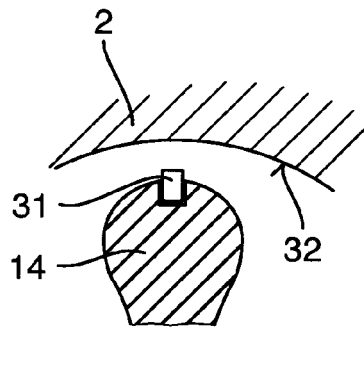


Fig. 14

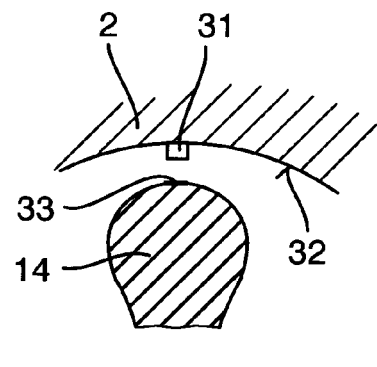


Fig. 15

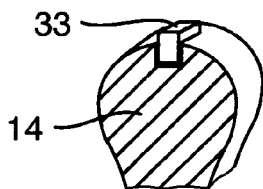


Fig. 16

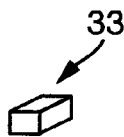


Fig. 17

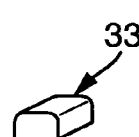


Fig. 18

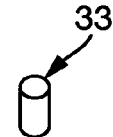


Fig. 19

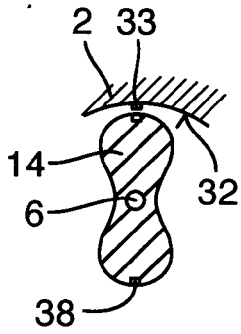


Fig. 20

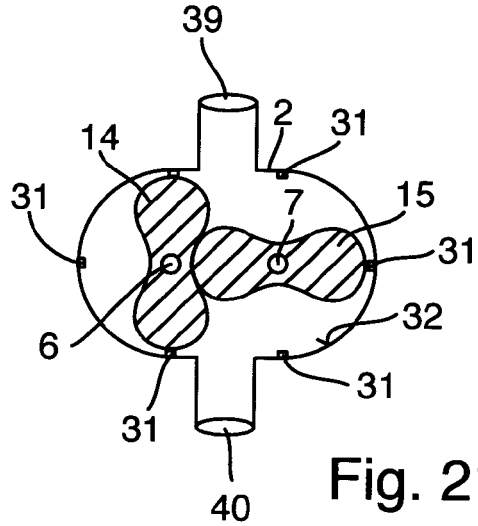


Fig. 21

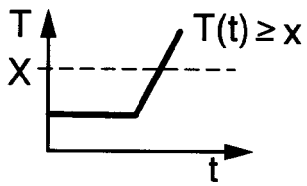


Fig. 22

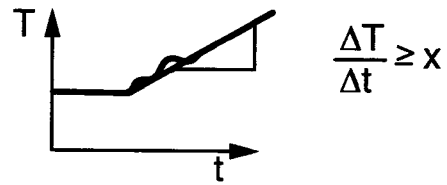


Fig. 23

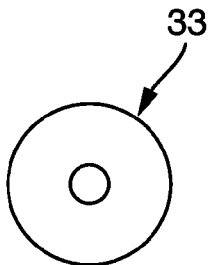


Fig. 24

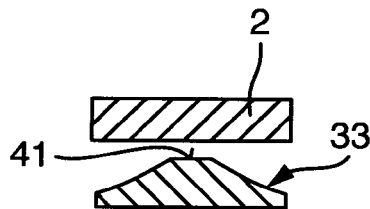


Fig. 25



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 15 15 7105

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	EP 0 136 617 A2 (AIR PROD & CHEM [US]) 10. April 1985 (1985-04-10) * Seite 8, Zeile 1 - Zeile 11; Abbildungen 1-3 *	1-7	INV. F04C25/02 F04C28/28 F04C29/00 F04C18/16 F04C18/12
X	JP S61 104187 A (HITACHI LTD) 22. Mai 1986 (1986-05-22) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1-7	
Y,D	DE 10 2008 060540 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 10. Juni 2010 (2010-06-10) * das ganze Dokument *	1-6	
Y	US 4 049 098 A (KITA YASUO ET AL) 20. September 1977 (1977-09-20) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-6	
X	US 2012/258000 A1 (PATTON KENNETH [US]) 11. Oktober 2012 (2012-10-11) * Seite 1 - Seite 2; Abbildungen 1-12 *	8,9,11, 13-15	
X	EP 2 348 218 A1 (MAEKAWA SEISAKUSHO KK [JP]) 27. Juli 2011 (2011-07-27)  * Absatz [0001] - Absatz [0026]; Abbildungen 1-6 *	1-7, 10-12, 14,15	
X	FR 2 812 041 A1 (CIT ALCATEL [FR]) 25. Januar 2002 (2002-01-25) * Seite 7, Zeile 19 - Zeile 25; Abbildung 4 *	8,9,11, 13-15	
A	US 2011/169651 A1 (MITCHELL DAVID J [US] ET AL) 14. Juli 2011 (2011-07-14) * das ganze Dokument *	8-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>24. November 2015</b>	Prüfer <b>Alquezar Getan, M</b>
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 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



5

**GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE**

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

10

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:

15

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

20

**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:

25

Siehe Ergänzungsblatt B

30

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

35

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.

40

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:

45

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:

50

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).

55



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT  
DER ERFINDUNG  
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 15 15 7105

5

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:

10

1. Ansprüche: 1-7

15

Bezogen auf eine Vakuumpumpe mit ein auf die Welle angeordnete Bremsenelement. Die durch dieses besondere technische Merkmal gelöste Aufgabe kann somit darin gesehen werden, die Welle bei bestimmten Umstände bremsen zu können.

---

20

2. Ansprüche: 8-15

Bezogen auf eine Vakuumpumpe mit einem zwischen den Rotor und den Stator angeordnete Sensor. Die durch dieses besondere technische Merkmal gelöste Aufgabe kann somit darin gesehen werden, der Radialspalt zwischen das Rotor und das Stator zu erfassen.

---

25

30

35

40

45

50

55



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

EP 15 15 7105

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.

24-11-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0136617 A2	10-04-1985	CA 1239911 A DE 3477953 D1 EP 0136617 A2 IN 160796 B JP S6354150 B2 JP S60150495 A US 4787831 A	02-08-1988 01-06-1989 10-04-1985 08-08-1987 26-10-1988 08-08-1985 29-11-1988
JP S61104187 A	22-05-1986	KEINE	
DE 102008060540 A1	10-06-2010	DE 102008060540 A1 EP 2194275 A2	10-06-2010 09-06-2010
US 4049098 A	20-09-1977	DE 2637321 A1 FR 2322280 A1 GB 1540312 A JP S5225949 A JP S5514270 B2 US 4049098 A	24-02-1977 25-03-1977 07-02-1979 26-02-1977 15-04-1980 20-09-1977
US 2012258000 A1	11-10-2012	CA 2831883 A1 CO 6791576 A2 EP 2694815 A2 US 2012258000 A1 WO 2012138522 A2	11-10-2012 14-11-2013 12-02-2014 11-10-2012 11-10-2012
EP 2348218 A1	27-07-2011	EP 2348218 A1 JP 5426565 B2 US 2011256008 A1 WO 2010046976 A1	27-07-2011 26-02-2014 20-10-2011 29-04-2010
FR 2812041 A1	25-01-2002	KEINE	
US 2011169651 A1	14-07-2011	CA 2787042 A1 CN 103180708 A EP 2526399 A2 JP 5774026 B2 JP 2013528781 A KR 20120115378 A US 2011169651 A1 WO 2011087615 A2	21-07-2011 26-06-2013 28-11-2012 02-09-2015 11-07-2013 17-10-2012 14-07-2011 21-07-2011

EPO FORM P0461

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**

- DE 102008060540 A1 [0003]