

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 82104036.7

51 Int. Cl.³: **F 04 C 18/344**

22 Anmeldetag: 10.05.82

30 Priorität: 12.06.81 DE 3123262

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.12.82 Patentblatt 82/51

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

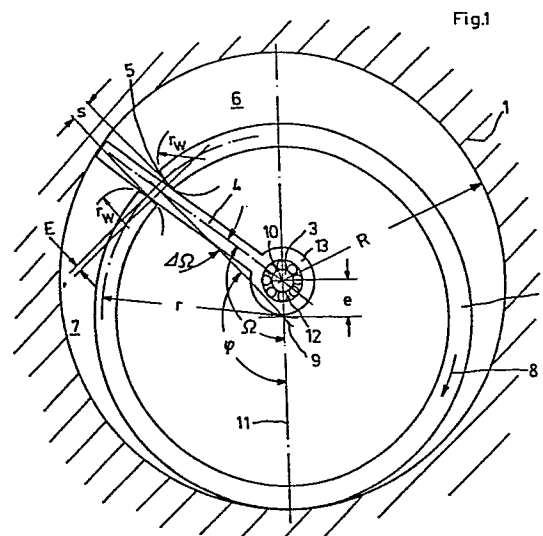
71 Anmelder: **VOLKSWAGENWERK Aktiengesellschaft**
D-3180 Wolfsburg(DE)

72 Erfinder: **Distler, Dietrich, Dipl.-Ing.**
von Langen-Strasse 16
D-3180 Wolfsburg 28(DE)

72 Erfinder: **Meier-Grottrian, Joachim, Dr. Ing.**
Külzenberg 2
D-3320 Salzgitter 1(DE)

54 **Flügelzellenverdichter.**

57 Die Erfindung bezieht sich auf einen Flügelzellenverdichter mit einem in einem zylindrischen Gehäuse konzentrisch gehaltenen Bolzen mit darauf gelagerten, radial gerichteten Flügeln und mit einem exzentrisch im Gehäuse gelagerten, als Hohlwelle ausgebildeten Rotor mit am Umfang vorgesehenen, achsparallel verlaufenden Schlitzten zum Durchgriff der Flügel. Um einen Flügelzellenverdichter dieser Bauart zu schaffen, bei dem die Dichtungs- und Führungsprobleme des Flügels in den Rotorschlitzten auf einfache und wenig bauaufwendige Weise gelöst werden, und bei dem die Reibungsverluste möglichst klein gehalten werden, sollen die Flügel (4) eine mit dem Radius sich ändernde Dicke aufweisen, die jeweils gerade so groß ist, daß die Flügel bei jeder sich im Betrieb ergebenden Rotorstellung im Bereich des Durchgriffs durch die frei von beweglichen Dichtleisten gehaltenen Schlitzte (5) des Rotors (2) die Schlitzränder auf beiden Seiten leicht berühren.





0067307

VOLKSWAGEN WERK

AKTIENGESELLSCHAFT
3180 Wolfsburg

- / -

Unsere Zeichen: K 3008
1702pt-we-sch

Flügelzellenverdichter

Die Erfindung bezieht sich auf einen Flügelzellenverdichter gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei Flügelzellenverdichtern können im wesentlichen zwei im Prinzip unterschiedliche Konstruktionsarten festgestellt werden. Bei der einen Ausführung werden die Flügel in planparallelen Schlitten eines exzentrisch in einem Gehäuse gelagerten Rotors geführt und beim Betrieb durch die Fliehkraft gegen die zylindrische Gehäusewand gedrückt, wodurch einzelne Kammern gebildet werden, deren Trennwände durch die Flügel gebildet werden. Durch das Andrücken der Flügel gegen die zylindrische Gehäusewand entstehen beim Betrieb beträchtliche Reibungsverluste, die zudem mit wachsender Drehzahl stark ansteigen. Die Flügel führen bei dieser Ausführung gegenüber dem Rotor ständig eine periodische Translationsbewegung aus.

Bei der anderen Bauart werden die Flügel von einem zentrisch in dem zylindrischen Gehäuse befestigten Bolzen gehalten, wobei sie von diesem radial abstehen und durch achsparallele Schlitzte eines als Hohlwelle ausgebildeten, exzentrisch in dem Gehäuse gelagerten Rotors hindurchgreifen. Hierbei kann durch entsprechende Toleranzfestlegung dafür gesorgt werden, daß ohne eine direkte Berührung

der Flügel an der zylindrischen Gehäusewand ein im Betrieb nur noch geringer Leckagevolumenstrom zwischen den einzelnen durch Rotor, Gehäuse und Flügel gebildeten Kammern ermöglicht wird. Jedoch ergibt sich infolge der periodischen Schwenkbewegungen, die zusätzlich zu den Translationsbewegungen zwischen den Flügeln und dem Rotor vorhanden sind, im Bereich des Durchtritts der Flügel durch die Rotorschlitze ein Führungs- und Abdichtungsproblem, das bisher im wesentlichen auf zwei verschiedene Arten zu lösen versucht wurde.

Dazu wurden entweder in dem Rotor beiderseits des Flügels beispielsweise federbelastete, bewegliche Dichtleisten angeordnet, die die eigentliche Abdichtung zwischen dem Flügel und dem Rotor übernehmen. Die beispielsweise als Blattfedern ausgebildeten Federelemente müssen dabei so stark dimensioniert sein, daß auch bei sehr schnellen periodischen Bewegungen der Kontakt zwischen dem Flügel und den Dichtleisten erhalten bleibt. Diese Anpreßkraft zusammen mit der Translationsbewegung des Flügels führt ebenfalls zu Reibungsverlusten; außerdem ergibt sich ein nicht zu vernachlässigender Fertigungsaufwand.

Bei einer anderen Konstruktion ist in dem ringzylindrischen Rotor an jeder Durchdringungsstelle der Flügel eine drehbar angeordnete zylindrische Dichtleiste vorgesehen, die jeweils einen Schlitz zum Durchtritt eines Flügels aufweist und der gegenüber der Flügel beim Betrieb der Maschine eine reine Translationsbewegung ausführt. Die zylindrische Dichtleiste führt dagegen gegenüber dem Rotor eine periodisch hin- und zurückgehende Drehbewegung aus, wobei allerdings Reibungs- und Leckageverluste sowohl zwischen dem Flügel und der zylindrischen Dichtleiste als auch zwischen der zylindrischen Dichtleiste und dem Rotor entstehen. Darüberhinaus ergibt sich auch hier ein erheblicher Bauaufwand.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe ist daher darin zu sehen, einen Flügelzellenverdichter der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art zu schaffen, bei dem die Dichtungs- und Führungsprobleme des Flügels in den Rotorschlitzen auf einfache und wenig bau-

aufwendige Weise gelöst werden und bei dem die Reibungsverluste möglichst klein gehalten werden.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich gemäß dem Kennzeichen des Patentanspruchs 1. Erfindungsgemäß werden also nicht Flügel mit konstanter Dicke, sondern mit einer mit dem Radius sich ändernden Dicke verwendet, wobei diese jeweils gerade so groß bemessen ist, daß die Flügel die beiden Schlitzwände in jeder Rotorstellung leicht berühren. Dabei ist für jeden im Betrieb möglichen Winkel, unter dem der Flügel durch den Rotor hindurchtritt, ein ganz bestimmter Abstand der Berührungspunkte des Flügels von der Gehäuseachse feststellbar, für den sich dann eine ganz bestimmte Flügeldicke ergibt. Für Abstand Q und Dicke δ ergeben sich die im Anspruch 4 angegebenen Beziehungen, in denen beide Werte als Funktion des Flügelwinkels Ω und des Rotorwinkels φ darstellbar sind.

In der Zeichnung ist anhand einer schematischen Darstellung die Erfindung gezeigt, die im folgenden näher erläutert wird. Dabei zeigen

Figur 1 einen Querschnitt durch einen Flügelzellenverdichter gemäß der Erfindung und

Figur 2 den Querschnitt eines Flügels mit veränderlicher Dicke gemäß der Erfindung.

In der Zeichnung ist mit 1 das zylindrische, feststehende Verdichtergehäuse bezeichnet, das selbstverständlich, wie hier nicht weiter dargestellt ist, einen jeweils am Umfang angeordneten Ein- und einen Auslaß aufweist. 2 stellt einen exzentrisch in dem Gehäuse um eine Achse 9 drehbar gelagerten, als Hohlwelle ausgebildeten Rotor dar, der beispielsweise in Richtung des Pfeiles 8 antreibbar ist. Mit 3 ist schließlich ein zentrisch in dem Gehäuse 1 gehaltener Bolzen angegeben, auf dem radial ausgerichtete Flügel 4, von denen der Einfachheit halber hier nur einer dargestellt ist, dadurch drehbar gelagert sind, daß jeweils mit den Flügeln verbundene Naben 13 unter Zwischenschaltung eines Lagers 12 den Bolzen 3 umgreifen. Prinzipiell ist es zwar möglich, nur einen Flügel vorzusehen, jedoch werden in Abhängigkeit von der Druckerhöhung der Pumpenförderung im allgemeinen

zwei, (bei nur geringem Druckverhältnis) vorzugsweise aber drei oder mehr Flügel (bei größerem Druckverhältnis) vorgesehen.

Die Flügel greifen durch am Umfang des Rotors 2 angeordnete achsparallele Schlitze 5 hindurch und haben an ihrem größten Radius einen entsprechend den Fertigungstoleranzen nur noch geringen Abstand zum Gehäuse, so daß zwischen den beiden beiderseits des Flügels in dem sichelförmigen Raum zwischen dem Verdichtergehäuse 1 und dem Rotor 2 gebildeten Kammern 6 und 7 ein nur noch geringer Leckagevolumenstrom ermöglicht wird.

Bei der Drehung des Rotors 2 werden die Flügel 4 in der gleichen Drehrichtung mitgenommen, wobei sie gegenüber dem Rotor 2 aufgrund der Exzentrizität des Rotors 2 nicht nur eine Translationsbewegung, sondern zusätzlich auch noch eine Schwenkbewegung ausführen. Um eine frei von beweglichen Dichtleisten gehaltene Durchführung der Flügel 4 durch die Schlitze 5 des Rotors 2 zu ermöglichen, soll nun die Dicke des Flügels als Funktion des Abstandes vom Gehäusemittelpunkt 10 variiert werden und zwar im wesentlichen so, daß bei jeder im Betrieb möglichen Rotorstellung beide Flügelseiten die Ränder des Schlitzes 5 gerade leicht berühren.

Die Form der Schlitzränder kann nun unterschiedlich sein. So ist es möglich, die Ränder beidseitig als scharfkantig zulaufende Schneiden oder aber auch, wie in der Zeichnung angedeutet, kreisbogenförmig abgerundet auszuführen. Bei der in der Zeichnung gezeigten Ausführung ergeben sich im 1. Iterationsschritt unter Vernachlässigung der Tatsache, daß die Berührungspunkte an den beiden Flügelseiten für unterschiedliche Rotorstellungen nicht exakt auf gleicher Höhe liegen, für die Profilierung der Flügel folgende geometrische Beziehungen für den Abstand der Berührungspunkte von der Gehäusemitte ϱ und für die Flügeldicke δ an dieser Stelle, wobei beides Funktionen der Winkelstellung des Flügels bzw. des Rotors sind:

$$\begin{aligned} \varrho &= \sqrt{r^2 + e^2 + 2 \cdot e \cdot r \cdot \cos \varphi} - E \cdot \cos (\Omega - \varphi) \\ \text{und} \quad \delta &= \cos (\Omega - \varphi) \cdot (s + 2 \cdot r_w) - 2r_w. \end{aligned}$$

In diesen Beziehungen bedeuten: Ω der in der Figur 1 eingetragene, beim Umlauf des Rotors 2 sich ändernde Winkel zwischen dem Flügel 4 und der Mittellinie 11, und zwar gemessen von jenem Punkt, in dem der Rotor 2 nahezu das Verdichtergehäuse 1 berührt; φ der beim Umlauf des Rotors sich ändernde Winkel zwischen dem dem Flügel 4 zugeordneten Schlitz 5 und der Mittellinie 11, und zwar ebenfalls von der zuvor beschriebenen Anfangsstellung aus gemessen; e die Exzentrizität der Rotorachse 9 bezüglich der Gehäuseachse 10; s die Breite des Schlitzes 5; r_w der Radius der Schlitzwandabrundung; r der Radius des Kreisbogens auf dem die Mittelpunkte für die Schlitzwandabrundungsradien r_w liegen und E die Bogenhöhe des durch den Kreisbogen mit dem Radius r und durch die Verbindungslinie der beiden Mittelpunkte der Kreise mit dem Radius r_w gebildeten kleinen Kreisabschnitts bedeutet, für die die folgende Beziehung gilt:

$$E = r \sqrt{r^2 - s^2/4 - sr_w - r_w^2} \text{ und}$$

$$\operatorname{tg} \Omega = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi + e/r}.$$

In der Figur 2 ist noch in vergrößertem Maßstab und in stark übertriebener Weise ein Flügel 4 dargestellt, wobei die Konstruktionsgrößen φ und δ für eine Stelle der Kontur eingetragen sind. Es ist selbstverständlich, daß bei Winkelwerten von 0° und 180° (in diesen Fällen sind φ und Ω gleich) die Flügeldicke δ gleich sein muß der Spaltbreite s , wie sich auch aus den Beziehungen ergibt.

Es sei dabei noch einmal angemerkt, daß die angegebenen Beziehungen für die beiden Konstruktionsgrößen φ und δ der Flügel 4, zumindest für abgerundete Schlitzränder nicht genau, sondern nur näherungsweise zutreffen. Als Konsequenz aus der Symmetrieforderung, gemäß der für die symmetrischen Rotorschlitzwinkel φ und $(360^\circ - \varphi)$ die gleichen Berührungspunkte für den Flügel vorhanden sein sollen, ergibt sich, daß auch der ausgeführte Flügel ein symmetrisches Aussehen hat, wobei

die Flügekontur eine schwach konkave Krümmung aufweist. Infolge dieser Krümmung verschieben sich die Berührungspunkte der Flügelseiten mit den kreisbogenförmig abgerundeten Schlitzrändern des Rotors tatsächlich geringfügig. Die Abweichungen liegen jedoch innerhalb der möglichen Bearbeitungstoleranzen und können deshalb auch vernachlässigt werden.

Für Rotorschlitze anderer Gestaltung ergeben sich andere Verhältnisse. Bei schneidenartig zugespitzten Schlitzrändern besteht z.B. nicht die Schwierigkeit, daß die Berührungspunkte an den beiden Flügelseiten einen unterschiedlichen Abstand zum Flügelmittelpunkt aufweisen. Für diesen Fall treffen die oben genannten Beziehungen für ϱ und δ deshalb genau zu mit der Vereinfachung, daß wegen $r_w = 0$ (Radius der Schlitzrandabrundung ist 0)

$$\delta = s \cdot \cos (\Omega - \varphi) \quad \text{wird.}$$

Der wesentliche Vorteil der Erfindung besteht darin, daß bei einer Berücksichtigung der in der Erfindung angegebenen Bemessungsregeln für die Profilierung der Flügel eines Flügelzellenverdichters eine dichteleistenfreie Durchführung der Flügel durch die Rotorschlitze gewährleistet wird, was zum einen den Bauaufwand wegen des Fehlens solcher Dichtleisten verringert, zum andern aber auch die Abdichtwirkung und damit den Wirkungsgrad der Maschine wesentlich verbessert, da durch Festlegung der Toleranzen dafür gesorgt werden kann, daß nur sehr geringe mechanische Reibungsverluste auftreten und trotzdem eine verhältnismäßig gute Abdichtwirkung erzielt wird. So kann die Flügellänge so bemessen werden, daß praktisch keine Berührung des Außenumfangs der Flügel an der zylindrischen Gehäusewand auftritt. Zum anderen findet eine Berührung und damit das Entstehen von Verlusten nur einmal auf jeder Seite beim Durchtritt der Flügel durch den Rotorschlitz auf, wobei abhängig von den Fertigungstoleranzen eine tatsächliche Berührung auch nur an einer Seite auftreten kann, ohne daß die Abdichtwirkung wesentlich verschlechtert wird.



VOLKSWAGEN WERK

AKTIENGESELLSCHAFT
3180 Wolfsburg

Unsere Zeichen: K 3008
1702pt-we-sch

A N S P R Ü C H E

1. Flügelzellenverdichter mit einem in einem zylindrischen Gehäuse konzentrisch gehaltenen Bolzen mit darauf gelagerten, radial gerichteten Flügeln und mit einem exzentrisch im Gehäuse gelagerten, als Hohlwelle ausgebildeten Rotor mit am Umfang vorgesehenen, achsparallel verlaufenden Schlitzern zum Durchgriff der Flügel, dadurch gekennzeichnet, daß die Flügel (4) eine mit dem Radius sich ändernde Dicke aufweisen, die jeweils gerade so groß ist, daß die Flügel bei jeder sich im Betrieb ergebenden Rotorstellung im Bereich des Durchgriffs durch die frei von beweglichen Dichtleisten gehaltenen Schlitz (5) des Rotors (2) die Schlitzränder auf beiden Seiten leicht berühren.
2. Flügelzellenverdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ränder der Schlitz (5) schneidenartig geformt sind.
3. Flügelzellenverdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ränder der Schlitz (5) kreisbogenförmig sind.
4. Flügelzellenverdichter nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß für den von der Mitte des Gehäusebolzens (10) gemessenen radialen Abstand ρ und für die dort vorhandene Dicke δ des die beiden Schlitzränder gerade leicht berührenden Flügels näherungsweise folgende Beziehung gilt:

- 8 -

$$\varphi = \sqrt{r^2 + e^2 + 2er \cdot \cos \varphi} - E \cdot \cos (\Omega - \varphi)$$

$$\text{und } \delta = \cos (\Omega - \varphi) \cdot (s + 2r_w) - 2r_w,$$

worin Ω der beim Umlauf des Rotors (2) sich ändernde Winkel zwischen dem Flügel (4) und der Mittellinie (11), φ der beim Umlauf des Rotors (2) sich ändernde Winkel zwischen dem dem Flügel (4) zugeordneten Schlitz (5) und der Mittellinie (11), e die Exzentrizität der Rotorachse (9) bezüglich der Gehäuseachse (10), s die Breite des Schlitzes (5), r_w der Radius der Schlitzwandabrundung, r der Radius des Kreisbogens, auf dem die Mittelpunkte für die Schlitzwandabrundungsradien r_w liegen und E die Bogenhöhe des durch den Kreisbogen mit dem Radius r und durch die Verbindungslinie der beiden Mittelpunkte der Kreise mit dem Radius r_w gebildeten kleinen Kreisabschnitts bedeutet, für die die folgende Beziehung gilt:

$$E = r - \sqrt{r^2 - \frac{s^2}{4} - s \cdot r_w - r_w^2} \quad \text{und}$$

$$\operatorname{tg} \Omega = \frac{\sin \varphi}{\frac{e}{r} + \cos \varphi}$$

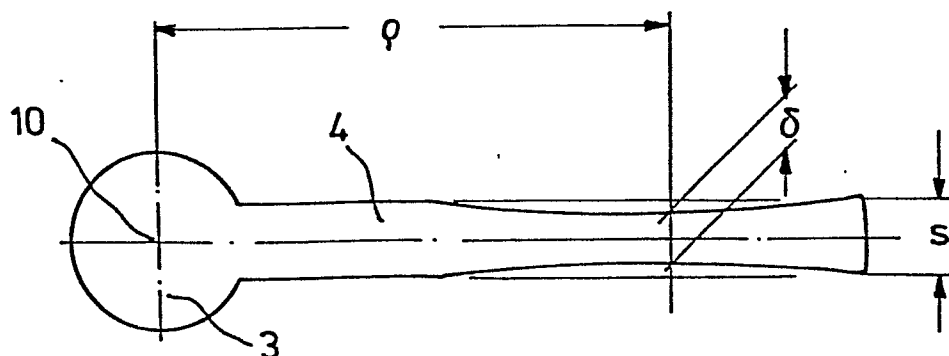


Fig.2