

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Flügelzellenpumpe gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige Flügelzellenpumpen sind allgemein bekannt. Sie umfassen üblicherweise einen Rotor, in dessen Umfangswandung Flügel aufnehmende Schlitze eingebracht sind. Der Rotor dreht sich innerhalb eines Konturrings, der bei einer doppelhubigen Flügelzellenpumpe zwei sichelförmige Förderräume bildet, die von den Flügeln durchlaufen werden. Jedem dieser Förderräume ist eine Einlaßöffnung und eine Auslaßöffnung zugeordnet. Durch die Einlaßöffnung wird das zu fördernde Fluid in eine zwischen zwei Flügeln ausgebildete Förderzelle eingesaugt und durch die Auslaßöffnung hindurch wieder ausgestoßen.

Das Fördern des Fluids wird dadurch erreicht, daß sich aufgrund der Geometrie des Konturrings die Flügelzellenvolumina im Ansaugbereich vergrößern und im Druckbereich verkleinern.

Insbesondere beim Einsatz derartiger Flügelzellenpumpen im Zusammenspiel mit Automatikgetrieben ergibt sich der Nachteil, daß die im Fluid, insbesondere Hydrauliköl, enthaltene Luft sehr schnell stark komprimiert wird, was zu sehr störenden Kavitationsgeräuschen führt.

Zur Vermeidung dieser Geräusche wurde vorgeschlagen, den Konturring so auszubilden, daß ein sanfter Druckanstieg erzielt wird. Es ergibt sich dadurch jedoch der Nachteil, daß der Druckanstieg stark toleranzabhängig bezüglich der Form des Konturrings wird. Kleine herstellungsbedingte Schwankungen im Konturring-Verlauf führen folglich schon zu spürbaren Änderungen beim Druckanstieg. Steigt der Druck infolgedessen zu stark, führt dies wieder zu Kavitationsgeräuschen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht deshalb darin, eine Flügelzellenpumpe zu schaffen, bei der keine beziehungsweise nur geringe Kavitationsgeräusche auftreten.

Diese Aufgabe wird durch eine Flügelzellenpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dadurch, daß der Konturring so ausgebildet wird, daß eine starke kinematische Vorkompression erzielt wird, läßt sich die Toleranzempfindlichkeit senken. Unter kinematischer Vorkompression ist diejenige Kompression gemeint, die alleine durch die Geometrie des Konturrings, das heißt die Verkleinerung des Zellvolumens bewirkt wird. Herstellungsbedingte Schwankungen im Konturring-Verlauf beeinflussen die Vorkompression nur unwesentlich. Der sich daraus ergebende an sich ungewünschte starke Druckanstieg wird dadurch abgeschwächt, daß die Einlaßöffnung eine in Drehrichtung des Rotors sich erstreckende Öffnungserweiterung, vorzugsweise eine Kerbe, aufweist. Durch entsprechende Ausgestaltung dieser Öffnungserweiterung ist die aus einem Vorkompressionsbereich in den Ansaugbereich zurückströmende Volumenmenge einstellbar, und damit auch der

Grad des Druckanstiegs.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 schematisch einen Ausschnitt, nämlich einen Pumpenabschnitt, einer doppelhubigen Flügelzellenpumpe im Querschnitt, und

Figur 2 ein Diagramm des Konturverlaufs und des Volumenverlaufs einer Förderzelle.

Eine Flügelzellenpumpe 1 weist ein Gehäuse 3 auf, in dem ein Rotor 5 im Uhrzeigersinn drehbar gelagert ist.

In eine Umfangswandung 7 des Rotors 5 sind mehrere, im vorliegenden Ausführungsbeispiel zehn radial verlaufende Schlitze 9 eingebracht. Die Schlitze 9 dienen der Aufnahme von radial verschiebbaren Flügeln 11, die mit ihren vom Rotor abgewandten Ende während der Drehung des Rotors 5 an einer Innenwandung 13 eines Konturrings 15 anliegen.

Der Konturring 15 ist so ausgebildet, daß sich bei einer Drehung des Rotors 5 der in Figur 2 dargestellte Hubverlauf der Flügel bei einer doppelhubigen Pumpe ergibt. Deutlich zu erkennen sind dabei zwei Winkelbereiche 101, in denen der Hub -also eine Bewegung der Flügel in anderer Richtung- im wesentlichen konstant bleibt. Diesen Winkelbereichen folgt jeweils ein weiterer Winkelbereich, in dem der Flügel radial nach außen fährt und damit einen zunehmenden Hub erfährt. Bei einer weiteren Drehung des Rotors 5 drückt der Konturring den Flügel wieder radial nach innen, wobei die Hubverkleinerung in einem Bereich 105 zunächst flach, das heißt relativ langsam, und in einem anschließenden Winkelbereich 107 steiler, also schneller, ausfällt. Im Bereich 105 ist die Veränderung des Hubs größer $3,5\mu\text{m}/\text{Grad}$ über einen Winkel von mindestens 30° (bei acht Flügeln $>3\mu\text{m}/\text{Grad}$ über mindestens 40° , bei sechs Flügeln $>2,5\mu\text{m}$ über mindestens 55°). Dem Winkelbereich 107 folgt dann der bereits angegebene Winkelbereich 101.

Im selben Diagramm ist auch der Verlauf des von zwei Flügeln begrenzten Zellvolumens mit gestrichelter Linie gezeigt, wobei der erste Flügel, also der in Drehrichtung vorausseilende Flügel, den auf der Abszisse aufgetragenen Winkel bestimmt. Deutlich zu erkennen ist, daß der Verlauf des Volumens gegenüber dem Verlauf des Hubs winkelfersetzt ist. Grundsätzlich läßt sich der Volumenverlauf in drei Bereiche untergliedern, nämlich einen Ansaugbereich 119, einen Vorkompressionsbereich 125 und einen Druckbereich 131.

In Figur 1 ist teilweise eine als Dichtfläche wirkende Druckplatte 20 zu erkennen, die -bezüglich der Zeichnungsebene- an der unteren Stirnseite des Rotors 5 und des Konturrings 15 dichtend anliegt. Eine weitere

an der oberen Stirnseite des Rotors 5 anliegende ebenfalls als Dichtfläche wirkende Druckplatte ist nicht gezeigt. Zwischen der Umfangswandung 7 des Rotors 5, der Innenwandung 13 des Konturrings 15, den beiden Druckplatten und benachbarten Flügeln 11 bilden sich Förderzellen 17 mit einem variablen Zellvolumen aus. Im Ansaugbereich 119 vergrößert sich das Volumen der jeweiligen Förderzelle 17, so daß durch eine in der unteren Druckplatte 20 vorgesehene Ansaugöffnung 21 Fluid in die Zelle angesaugt wird.

Sobald der in Drehrichtung hinten liegende Flügel der jeweiligen Förderzelle 17 die in Drehrichtung vordere Kante 23 der Ansaugöffnung 21 überschritten hat, ist die Verbindung zwischen Förderzelle 17 und Ansaugbereich 21 weitgehend unterbrochen. Die Förderzelle 17 hat nun auf jeden Fall den Vorkompressionsbereich 125 erreicht. Durch entsprechende Ausgestaltung des Konturrings 15 wird in diesem Bereich das Förderzellenvolumen um ein bestimmtes Maß verkleinert. Im weiteren Verlauf der Drehung des Rotors erreicht dann der vordere Flügel der Förderzelle 17 eine Kante 27 einer Förderöffnung 29, die in Verbindung mit dem Druckbereich der Flügelzellenpumpe 1 steht. Durch weitere Verkleinerung des Förderzellenvolumens wird das darin vorhandene Fluid beim Durchlaufen des Druckbereichs 131 durch die Förderöffnung 29 hindurch in den Druckbereich gefördert.

In der Figur ist darüber hinaus im Vorkompressionsbereich 125 ein beispielsweise als Vertiefung in der dem Rotor zugewandten Oberfläche der Druckplatte 20 ausgebildeter Durchbruch 33 zu erkennen, der von der Kante 23 der Ansaugöffnung 21 ausgeht und sich in Drehrichtung erstreckt. Dieser Durchbruch 33 dient als Öffnungserweiterung der Ansaugöffnung 21 in den Vorkompressionsbereich 125 hinein. Im Bereich des Durchbruchs liegt die seitliche Fläche eines den Durchbruch überfahrenden Flügels nicht direkt an der Druckplatte an, so daß in der Förderzelle 17 vorhandenes Fluid während der Vorkompression in den Ansaugbereich 21 zurückströmen kann.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist diese Erweiterung der Ansaugöffnung 21 als Kerbe 33' ausgebildet, deren Spitze in Drehrichtung des Rotors 5 zeigt, das heißt in Richtung des nachfolgenden Druckbereichs. Damit ergibt sich -in Drehrichtung gesehen- eine stark abnehmende durchströmbare Fläche der Kerbe 33'.

Im folgenden soll nun die Funktionsweise der Pumpe und insbesondere der Kerbe 33' beschrieben werden:

Während der Drehung des Rotors 5 erreicht eine Förderzelle 17, das heißt der vorseilende Flügel dieser Zelle, den Ansaugbereich 119 und saugt, bedingt durch das sich vergrößernde Zellvolumen, Fluid durch die Ansaugöffnung 21, beispielsweise aus einem Ölsumpf, an. Sehr häufig ist im angesaugten Öl Luft enthalten, die zuvor beispielsweise durch die Zahnräder eines Automatikgetriebes eingebracht wurde. Unmittel-

bar nachdem die Förderzelle 17, das heißt der nacheilende Flügel, die Bereichsgrenze zwischen Ansaugbereich 119 und Vorkompressionsbereich 125 überschritten hat, ist die Verbindung zwischen Förderzelle 17 und Ansaugöffnung 21 im wesentlichen unterbrochen. Innerhalb des Vorkompressionsbereichs erfährt das Zellvolumen eine Verkleinerung, so daß der Druck innerhalb der Förderzelle 17 bedingt durch die Kontur des Konturrings 15 stark ansteigt. Dieser Druckanstieg wird jedoch abgeflacht dadurch, daß während des Druckaufbaus Öl aus der Förderzelle 17 über die Kerbe 33' zurück in den Ansaugbereich strömt. Da die durchströmte Querschnittsfläche der Kerbe 33 in Drehrichtung abnimmt, verringert sich dadurch auch die zurückfließende Ölmenge bis der hinten liegende Flügel die Spitze der Kerbe 33' erreicht hat. Die Verbindung in den Ansaugbereich ist damit geschlossen.

Mit Hilfe des flacheren Druckanstiegs im Vorkompressionsbereich 125 läßt sich verhindern, daß die im Öl vorhandene ungelöste Luft zu stark komprimiert wird und damit Kavitationsgeräusche verursacht. Darüber hinaus läßt sich das Zellvolumen im Vorkompressionsbereich 125 stärker verringern, wobei der sich daraus ergebende starke Druckanstieg durch die Wirkung der Kerbe abgeschwächt wird. Der Vorteil dabei liegt darin, daß toleranzbedingte Abweichungen der Innenwandung des Konturrings 15 nicht mehr so stark ins Gewicht fallen.

Sobald der nacheilende Flügel einer Förderzelle 17 die Kerbe 33' überlaufen hat, erreicht der vorseilende Flügel 11 die in Drehrichtung gesehen hintere, Kante 27 der Förderöffnung 29. Die Förderzelle 17 steht somit in Verbindung mit dem Druckbereich und das kleiner werdende Volumen der Förderzelle 17 führt zu einem Ausstoß des in dieser Förderzelle eingeschlossenen Öls durch die Förderöffnung 29 hindurch.

Es ist je nach Anwendungsfall möglich, die Förderzelle 17 erst dann zum Druckbereich hin zu öffnen, wenn der hintere Flügel die Kerbe 33' überschritten hat. Es ist jedoch auch möglich, eine Überschneidung zuzulassen, so daß zumindest kurzfristig eine Verbindung zwischen Druckbereich und Ansaugbereich über die Förderzelle 17 und die Kerbe 33' besteht. Aufgrund des sehr geringen Strömungsquerschnitts der Kerbe 33' führt dies jedoch nicht zu einem nennenswerten Kurzschluß.

Selbstverständlich kann neben der beschriebenen Kerbenform jede andere geometrische Form für den Durchbruch 33 eingesetzt werden.

Die Kerbengeometrie bewirkt einen nahezu betriebsdruckunabhängigen Druckanstieg in den Vorkompressionsbereich, solange keine Verbindung mit dem Betriebsdruck über die Förderöffnung 29 besteht.

Patentansprüche

1. Flügelzellenpumpe mit einem Rotor (5), der zur verschieblichen Aufnahme von Flügeln (11) radial ver-

laufende Schlitze (9) aufweist und der mit seinen Stirnflächen an Dichtflächen anliegt, die mit Saug- und Druckbereichen zugeordneten Ansaug- und Förderöffnungen versehen sind, und mit einem die Flügel (11) umgebenden, Saug-, Vorkompressions- und Druckbereiche bildenden Konturring (15), **dadurch gekennzeichnet**, daß der Konturring (15) so ausgebildet ist, daß die kinematische Vorkompression in einer Förderzelle größer als die gewünschte Vorkompression ist, und daß die Ansaugöffnung (21) eine in Drehrichtung verlaufende Öffnungserweiterung (33) aufweist, die einen steilen Druckanstieg im Vorkompressionsbereich (125) auf den gewünschten Wert abschwächt.

2. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Öffnungserweiterung (33) als Kerbe (33') ausgebildet ist, deren Spitze in Drehrichtung zeigt.
3. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Öffnungserweiterung (33) maximal soweit erstreckt, daß eine Trennung zwischen Ansaugöffnung (21) und Förderöffnung (29) über eine Förderzelle (17) gewährleistet ist.
4. Flügelzellenpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Öffnungserweiterung (33) sich mindestens soweit in Drehrichtung erstreckt, daß eine Verbindung zwischen Förderöffnung (29) und Ansaugöffnung (21) über eine Förderzelle (17) gerade noch nicht besteht.
5. Flügelzellenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Konturring (15) so ausgebildet ist, daß sich das Volumen einer Förderzelle (17) im Vorkompressionsbereich (125) verringert.
6. Flügelzellenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwei Saug-, Vorkompressions- und Druckbereiche ausgebildet sind.
7. Flügelzellenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Hub eines Flügels bei insgesamt zehn Flügeln im Vorkompressionsbereich über einen Winkelbereich von mindestens 30° größer 3,5µm/Grad ist.
8. Flügelzellenpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dichtflächen als Druckplatte (20) ausgebildet sind, und daß die Öffnungserweiterung (33) als Nut in eine den Rotor (5) zugewandte Fläche der Druckplatte (20) eingebracht ist, die zur Ansaugöffnung randoffen ausgebildet ist.

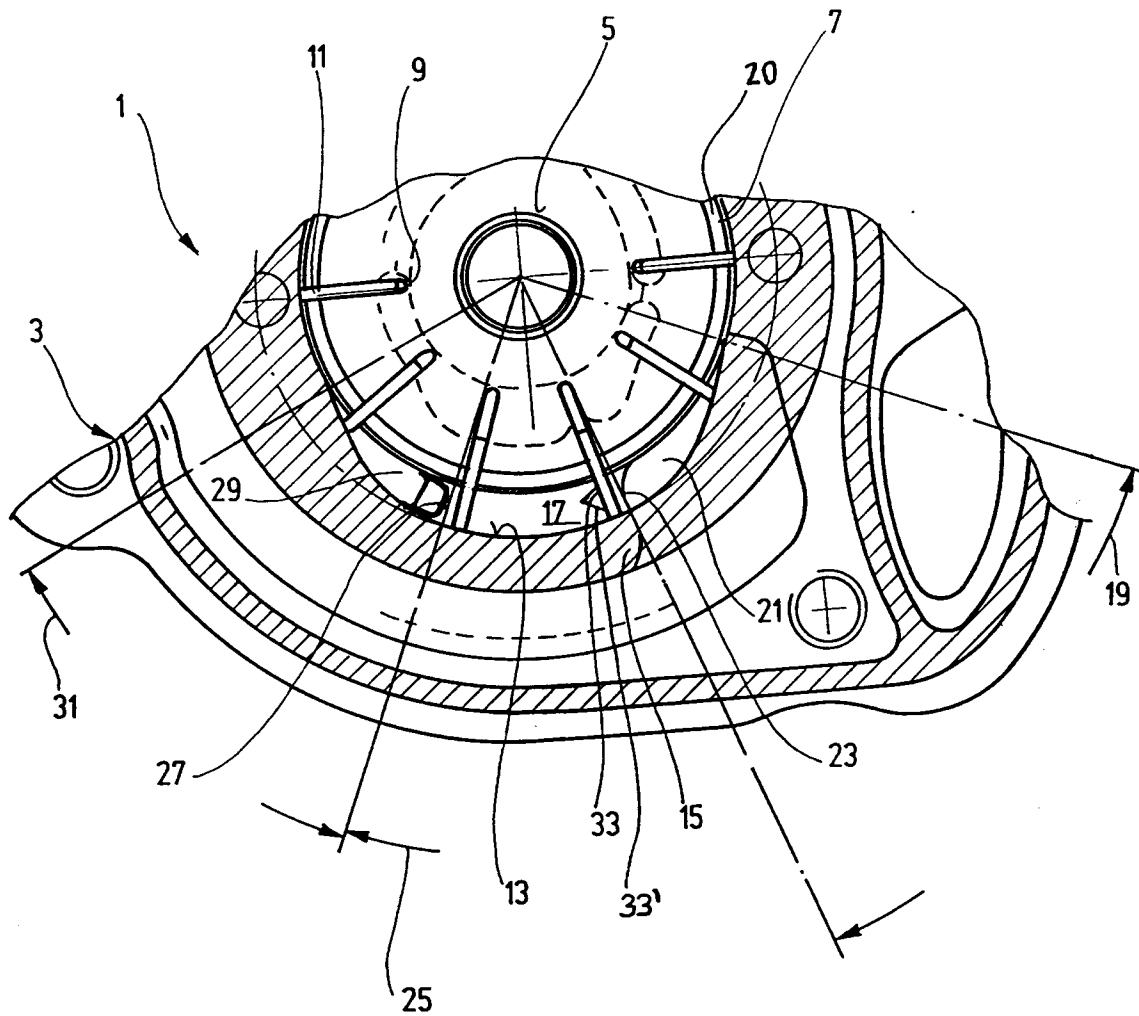


Fig. 1

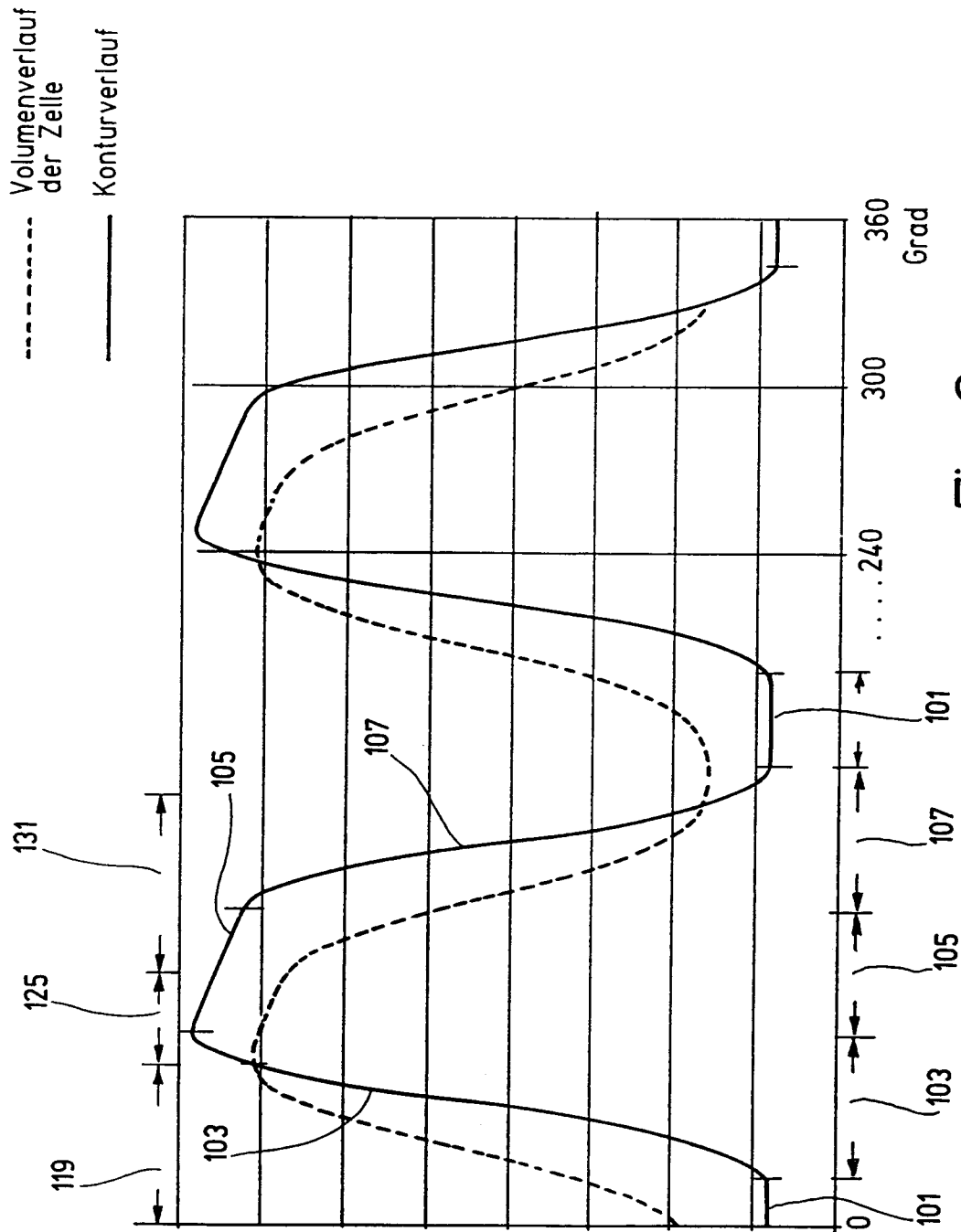


Fig. 2