



EP 1 795 758 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
13.06.2007 Patentblatt 2007/24

(51) Int Cl.:  
**F04D 29/22** (2006.01)  
**F04D 7/04** (2006.01)

**F04D 1/12** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 05026945.5

(22) Anmeldetag: 09.12.2005

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(71) Anmelder: **Grundfos Management A/S  
8850 Bjerringbro (DK)**

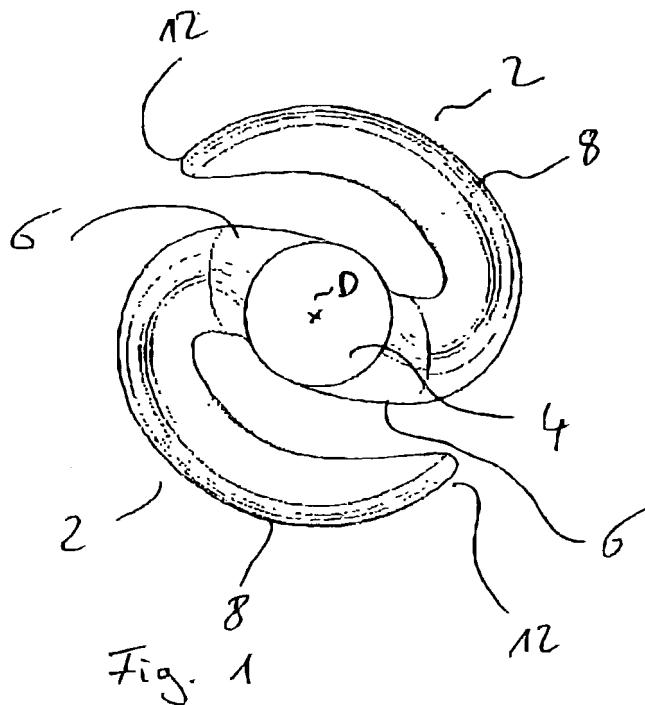
(72) Erfinder: **Lykholt, Flemming  
9000 Aalborg (DK)**

(74) Vertreter: **Hemmer, Arnd  
Patentanwälte Wilcken & Vollmann,  
Bei der Lohmühle 23  
23554 Lübeck (DE)**

### (54) Laufrad für ein Pumpenaggregat und Pumpenaggregat

(57) Die Erfindung betrifft ein Laufrad für ein Pumpenaggregat mit zumindest einem Strömungskanal (2), welcher eine Eintrittsöffnung (4) und eine Austrittsöffnung (10) aufweist, wobei die Eintrittsöffnung (4) im Zentralbereich der Drehachse des Laufrades angeordnet ist und der Strömungskanal einen ersten Abschnitt (6) auf-

weist, welcher sich radial von der Eintrittsöffnung (4) entfernt, und einen sich anschließenden zweiten Abschnitt (8) aufweist, welcher an der Austrittsöffnung (10) endet, wobei die Eintrittsöffnung (4) und die Austrittsöffnung (10) zu bezüglich der Drehachse axial entgegengesetzten Stirnseiten des Laufrades hin geöffnet sind, sowie ein Pumpenaggregat mit einem solchen Laufrad.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Laufrad für ein Pumpenaggregat sowie ein Pumpenaggregat, welches mit einem solchen Laufrad versehen ist.

**[0002]** Insbesondere im Bereich der Abwassertechnik und in sonstigen Bereichen, in welchen verunreinigte Fluide gefördert werden sollen, sind Pumpen mit Laufrädern bekannt, welche einen oder mehrere im Wesentlichen rohrförmige Strömungskanäle aufweisen. Ein solches Laufrad ist beispielsweise aus US 6, 837, 684 B2 bekannt. Das dort gezeigte Laufrad weist eine zentrale Eintrittsöffnung an einer axialen Seite auf, von welcher ausgehend sich ein oder mehrere Strömungskanäle zunächst radial nach außen erstrecken. Im Anschluss sind die Strömungskanäle derart gekrümmmt, dass sie sich in ihrem einer Austrittöffnung zugewandten Endbereich im Wesentlichen in Umfangsrichtung des Laufrades erstrecken. Die Austrittsöffnung ist so angeordnet, dass das geförderte Fluid aus dem Strömungskanal im Wesentlichen in tangentialer Richtung aus dem Laufrad austritt.

**[0003]** Derartige Laufräder haben insbesondere bei Verwendung im mehrstufigen Pumpen den Nachteil, dass im Pumpenaggregat ein das Laufrad umgebender Leitapparat bzw. das Laufrad umgebende Strömungskanäle angeordnet werden müssen, welche die tangential aus dem Laufrad austretende Strömung umlenken. Insbesondere ist ein Umlenken in axialer Richtung erforderlich, um in einem mehrstufigen Pumpenaggregat das Fluid der Axialseite des nächsten Laufrades zuzuführen. Die Anordnung dieser feststehenden Strömungskanäle bzw. Leitapparate im Umfang des Laufrades führt zu einem vergrößerten Durchmesser des gesamten Pumpenaggregates. Ferner hat eine solche starke Strömungslenkung bei der Förderung verunreinigte Fluide den Nachteil, dass sich Verunreinigungen leicht in den Strömungskanälen festsetzen können.

**[0004]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Laufrad sowie ein verbessertes Pumpenaggregat mit einem solchen Laufrad zu schaffen, welche eine optimierte Strömungsführung aufweisen, so dass die Gefahr von Zusetzungen durch Verunreinigungen minimiert sowie der Aufbau des Pumpenaggregats verkleinert werden.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch ein Laufrad mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie durch ein Pumpenaggregat mit dem in Anspruch 13 angegebenen Merkmalen gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den zugehörigen Unteransprüchen.

**[0006]** Das erfindungsgemäße Laufrad weist zumindest einen Strömungskanal auf, welcher eine Eintrittsöffnung und eine Austrittsöffnung aufweist. Die Eintrittsöffnung ist dabei der Saugseite des Laufrades und die Austrittsöffnung der Druckseite zugewandt, so dass das Fluid durch die Eintrittsöffnung angesaugt und aus der Austrittsöffnung des Laufrades hinausgefördert wird, wenn das Laufrad um seine Drehachse rotiert. Die Ein-

trittsöffnung ist dabei im Zentralbereich der Drehachse des Laufrades angeordnet und bildet dort einen Saugmund. Der Strömungskanal weist ausgehend von der Eintrittsöffnung einen ersten Abschnitt auf, welcher sich

5 radial von der Eintrittsöffnung entfernt. Dies ist der Abschnitt des Strömungskanals, in welchem das zu fördern-  
de Fluid seine größte Beschleunigung aufgrund des Zentri-  
fugalkraft erfährt. An diesen ersten Abschnitt schließt  
10 sich ein zweiter Abschnitt des Strömungskanals an, wel-  
cher der Austrittsöffnung zugewandt ist, bzw. an dieser  
endet.

**[0007]** Durch diesen zweiten Abschnitt des Strö-  
mungskanals und die Austrittsöffnung wird das be-  
schleunigte Fluid aus dem Laufrad hinausgedrückt.

**[0008]** Erfindungsgemäß sind die Eintrittsöffnung und  
15 die Austrittsöffnung zu bezüglich der Drehachse axial  
entgegengesetzten Stirnseiten des Laufrades hin geöff-  
net. Das heißt, dass von dem Laufrad gefördert Fluid  
strömt in axialer Richtung in das Laufrad ein und aus der

**20** Austrittsöffnung auch in axialer Richtung aus dem Lau-  
rad aus. Das heißt, es erfolgt bereits im Laufrad eine  
Umlenkung von dem ersten Abschnitt des Strömungs-  
kanals, in welchem das Fluid zunächst im Wesentlichen  
25 in radialer Richtung beschleunigt wird, in die axiale Rich-  
tung. Der axiale Austritt des Fluids aus dem Laufrad hat  
den Vorteil, dass im Außenumfang des Laufrades im  
Pumpenaggregat im Wesentlichen keine Elemente zur  
30 Umlenkung der Strömung angeordnet werden müssen.  
Gerade bei mehrstufigen Pumpenaggregaten kann die  
axial aus dem Laufrad austretende Fluidströmung leicht  
35 dem nächsten Laufrad zugeführt werden, in welchem die  
Strömung wieder in axialer Richtung in den zentralen  
Saugmund eintritt. Es ist dann lediglich zwischen den  
beiden Laufrädern ein Leitapparat oder eine andere ge-  
eignete Strömungsführung erforderlich, welche die Strö-  
40 mung radial wieder nach innen zur Eintrittsöffnung des  
nächsten Laufrades lenkt, da die Eintrittsöffnung radial  
weiter innen als die Austrittsöffnung gelegen ist. Es ist  
jedoch keine Umlenkung von radialer bzw. tangentialer  
Richtung in die axiale Richtung erforderlich. Insofern wird  
45 die Strömungsführung in dem feststehenden Teilen des  
Pumpenaggregates deutlich vereinfacht.

**[0009]** Die Umlenkung innerhalb des Laufrades in der  
Weise, dass das Fluid in axialer Richtung aus dem Lau-  
50 rad austritt, hat darüber hinaus den Vorteil, dass auch in  
dem Bereich, in welchem die Fluidströmung von radialer  
in axiale Richtung umgelenkt wird, bei Rotation des Lau-  
rades noch eine Energieübertragung von dem Laufrad  
auf das Fluid erfolgt. Auf diese Weise kann der Wirkungs-  
grad des Pumpenaggregates gegenüber Pumpenaggrega-  
55 ten, bei welchen die Umlenkung von radialer in axiale  
Richtung im feststehenden Teil des Pumpenaggregates  
erfolgt, erhöht werden.

**[0010]** Der zweite Abschnitt des Strömungskanals er-  
streckt sich bezüglich der Drehachse des Laufrades be-  
vorzugt in umfänglicher Richtung und endet an der Aus-  
trittsöffnung. Das heißt, im Übergang von dem ersten  
zum zweiten Abschnitt des Strömungskanals, welcher

vorzugsweise kontinuierlich gekrümmmt erfolgt, wird die Strömung von radialer Richtung in eine umfängliche Richtung des Laufrades umgelenkt, um dann am Ende des zweiten Abschnittes des Strömungskanals durch die Austrittsöffnung in axialer Richtung aus dem Laufrad auszutreten. Die Umlenkung der Strömung in umfängliche Richtung hat den Vorteil, dass dabei bei Rotation des Laufrades zusätzliche Energie auf die Strömung übertragen werden kann, um die Fließgeschwindigkeit der Strömung bzw. deren Druck zu erhöhen.

**[0011]** Der zweite Abschnitt des Strömungskanals erstreckt sich weiter bevorzugt in umfänglicher Richtung soweit, dass sein Ende den Bereich seines Anfangs oder den Bereich des Anfangs eines zweiten Abschnittes eines benachbarten weiteren Strömungskanals erreicht. Das heißt, im Falle, dass ein Strömungskanal vorgesehen ist, erstreckt sich der zweite Abschnitt des Strömungskanals vorzugsweise im Wesentlichen über den gesamten Umfang des Laufrades, so dass das Ende des Strömungskanals, an dem die Austrittsöffnung angeordnet ist, nahe dem Übergangsbereich vom ersten Abschnitt zum zweiten Abschnitt des Strömungskanals angeordnet ist. Für den Fall, dass mehrere Strömungskanäle angeordnet sind, erstrecken sich die zweiten Abschnitte der Strömungskanäle jeweils nur um einen Teilabschnitt des Umfangs des Laufrades. Bei Anordnung von zwei Strömungskanälen erstrecken sich deren zweiten Abschnitte so im Wesentlichen über den halben Umfang des Laufrades. Bei Anordnung von drei Strömungskanälen erstrecken sich die zweiten Abschnitte im Wesentlichen über ein Drittel des Umfangs des Laufrades immer soweit, dass das Ende des Strömungskanals, an dem die Austrittsöffnung gelegen ist, nahe dem Übergangsbereich von erstem zu zweiten Abschnitt des Strömungskanals eines benachbarten Strömungskanals gelegen ist. Auf diese Weise wird der zweite Abschnitt des Strömungskanals möglichst lang ausgebildet.

**[0012]** Die Austrittsöffnung des Strömungskanals ist vorzugsweise in einer Ebene gelegen, welche sich normal zur Drehachse des Laufrades erstreckt. Der Austritt des Fluids erfolgt dabei im Wesentlichen parallel zur Drehachse in axialer Richtung, d. h. normal zu der Ebene der Austrittsöffnung.

**[0013]** Weiter bevorzugt ist die Austrittsöffnung bogenförmig ausgebildet. Das bedeutet die Austrittsöffnung erstreckt sich über einen längeren Teilbereich des zweiten Abschnittes des Strömungskanals mit diesem in umfänglicher Richtung. Dabei erstreckt sich die bogenförmig ausgebildete Austrittsöffnung in umfänglicher Richtung bezüglich der Drehachse vorzugsweise auf im Wesentlichen konstanten Durchmesser zu der Drehachse. Die Austrittsöffnung schneidet den zweiten Abschnitt des Strömungskanals im Bereich dessen Umfangswandung und erstreckt sich entlang eines Teilbereiches der Umfangswandung des Strömungskanals. Besonders bevorzugt liegt die Austrittsöffnung in einer Ebene, welche schräg und vorzugsweise in einem spitzen Winkel zur Mittelachse des zweiten Abschnittes des Strömungskanals gelegen ist.

nals gelegen ist.

**[0014]** Besonders bevorzugt erstreckt sich der zweite Abschnitt des Strömungskanals wendelförmig, das bedeutet in umfänglicher und axialer Richtung bezüglich der Drehachse des Laufrades. Das heißt, der zweite Abschnitt des Strömungskanals erstreckt sich schraubenförmig ausgehend von dem ersten Abschnitt des Strömungskanals zu der Austrittsöffnung an der axialen Stirnseite des Laufrades. So wird eine Strömungsführung in umfänglicher Richtung und gleichzeitig in axialer Richtung erreicht, so dass die Strömung am Ende des Strömungskanals im Wesentlichen in axialer Richtung erfolgt und aus der Austrittsöffnung austritt.

**[0015]** Der zweite Abschnitt des Strömungskanals ist an seinem der Austrittsöffnung zugewandten Enden ferner vorzugsweise in axialer Richtung gekrümmmt zu der Austrittsöffnung ausgebildet. Dies bewirkt, dass eine möglichst verlustfreie Umlenkung der Strömung am Ende des Strömungskanals in axialer Richtung erfolgen kann. Insbesondere ist dazu die Stirnfläche des Strömungskanals gekrümmmt ausgebildet und verläuft gerundet zu dem in Strömungsrichtung hinteren Ende der Austrittsöffnung.

**[0016]** Der erste Abschnitt des Strömungskanals weist vorzugsweise eine im Wesentlichen konstante Querschnittsfläche auf und ist weiter bevorzugt in Drehrichtung des Laufrades leicht gekrümmmt ausgebildet. Durch die konstante Querschnittsfläche wird die Gefahr von Verstopfungen des Strömungskanals minimiert. Ferner werden Strömungsverluste minimiert. Eine Optimierung des Strömungsverlaufes erfolgt zusätzlich durch die Krümmung in Drehrichtung.

**[0017]** Gemäß einer besonderen Ausführungsform können zwei oder mehr, vorzugsweise identisch ausgebildete Strömungskanäle gemäß der vorangehenden Beschreibung in dem Laufrad ausgebildet sein. Die Anordnung von zwei oder mehr Strömungskanälen erhöht den Wirkungsgrad und hat ferner den Vorteil, dass durch die identische Ausbildung der Strömungskanäle ein symmetrischer Aufbau des Laufrades ermöglicht wird. Dieser vermeidet Unwuchten.

**[0018]** Weiter bevorzugt ist die axiale Stirnseite des Laufrades, an welcher die Austrittsöffnung gelegen ist und welche die Druckseite bildet, scheibenförmig ausgebildet, wobei die Austrittsöffnung des zumindest einen Strömungskanals sich in der Scheibenebene erstreckt. Die scheibenförmige Ausgestaltung des Laufrades erhöht die Stabilität und bietet ferner, wie nachfolgend beschrieben werden wird, Vorteile hinsichtlich Lagerung und Abdichtung des Laufrades. Die Austrittsöffnung erstreckt sich in der Ebene der Laufradoberfläche an der Druckseite und ermöglicht den axialen Strömungsaustritt.

**[0019]** Der axiale und/oder radiale Umfangsbereich der scheibenförmigen Stirnseite des Laufrades an dessen Druckseite bildet vorzugsweise eine Dicht- und/oder Lagerfläche des Laufrades. So kann die Axialseite der scheibenförmigen Stirnseite nahe dem Außenumfang

mit einer feststehenden korrespondierenden Dicht- und/oder Lagerfläche im Pumpenaggregat zur Abdichtung der Druckseite gegenüber der Saugseite des Laufrades zusammenwirken. Alternativ oder gleichzeitig kann hier eine Axiallagerung geschaffen werden. Entsprechend kann die Umfangsfläche der scheibenförmigen Stirnseite, welche im Wesentlichen eine Kreiszylinderfläche bildet mit einer feststehenden kreiszylindrischen Dicht- und/oder Lagerfläche im Pumpenaggregat zusammenwirken, um eine Abdichtung der Druck- gegenüber der Saugseite des Laufrades und/oder eine Radiallagerung zu ermöglichen.

**[0020]** Alternativ oder zusätzlich kann eine Abdichtung an der Saugseite des Laufrades erfolgen. Dazu ist die Eintrittsöffnung vorzugsweise zu einem zentrisch angeordneten Saugmund geöffnet, wobei im Umfangsbereich des Saugmundes eine axiale und/oder radiale Dichtfläche des Laufrades ausgebildet ist. Diese radiale und/oder axiale Dichtfläche liegt wiederum einer korrespondierenden axialen oder radialen Dichtfläche im Pumpengehäuse gegenüber, um die Saugseite des Laufrades gegenüber der Druckseite abzudichten.

**[0021]** Besonders bevorzugt sind sowohl eine Dichtung im Bereich des Saugmundes als auch eine Dichtung an der scheibenförmigen Stirnseite an der Druckseite des Laufrades vorgesehen. Hierdurch wird eine besonders gute Abdichtung der Druckseite gegenüber der Saugseite des Laufrades erreicht. Der zwischen den beiden Dichtungen liegende Raum, d. h. im Wesentlichen die der Saugseite zugewandte Oberfläche des Laufrades kann zusätzlich dazu genutzt werden, einen eventuellen Leckstrom durch die erste Dichtung am Umfang der Druckseite des Laufrades durch entsprechende Ausgestaltung des Laufrades zur Druckseite des Laufrades zurückzufördern und so die zweite Dichtung an der Saugseite zu entlasten.

**[0022]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Laufrad an seiner axialen Stirnseite, welche der Saugseite zugewandt ist, mit einem Verkleidungselement verkleidet, wobei an dem Verkleidungselement vorzugsweise zumindest eine radiale und/oder axiale Dicht- und/oder Lagerfläche des Laufrades ausgebildet ist. Die Verkleidung des Laufrades hat insbesondere bei Ausbildung des Laufrades als Gussteil, beispielsweise aus Gusseisen oder Gussstahl erhebliche Vorteile, da sie aus einem anderen Material als das übrige Laufrad gefertigt sein kann. Beim Metallguss ist man bestrebt, die Materialstärke im Wesentlichen überall gleich zu halten, um eine Lunkerbildung beim Gießen zu vermeiden. Dies führt dazu, dass bei Ausbildung der Strömungskanäle im Inneren des Laufrades die der Saugseite des Laufrades zugewandte Außenseite des Laufrades entsprechend dem Verlauf der Strömungskanäle im Inneren des Laufrades profiliert ist. Das heißt, bei Rotation des Laufrades hat auch diese Profilierung an der Außenseite des Laufrades eine Pumpwirkung. Im Hinblick auf die damit einhergehenden Verlustleistung kann es gewünscht sein, diese Pumpwirkung zu vermeiden

oder zumindest zu reduzieren. Dies kann durch eine Verkleidung des Laufrades an dieser Seite geschehen. Diese Verkleidung kann entsprechend schwächer profiliert oder glatt ausgebildet sein, so dass hier die Reibung zwischen Laufrad und Fluid bei Rotation des Laufrades verringert wird. Das Verkleidungselement kann beispielsweise als Blechteil aus rostfreiem Stahl jedoch auch aus anderen Materialien, beispielsweise Kunststoff ausgebildet sein. Darüber hinaus besteht vorteilhafter Weise die

5 Möglichkeit Lager- und/oder Dichtflächen an dem Verkleidungselement auszubilden. Insofern wird es möglich, die Dichtflächen an einem austauschbaren Verschleißteil vorzusehen. Bei Verschleiß der Dicht- oder Lagerflächen kann das gesamte Verkleidungselement ausgetauscht werden, so dass mit einem neuen Verkleidungselement auch neue Dicht- und/oder Lagerflächen zum Einsatz kommen. Falls gewünscht können an dem Verkleidungselement die Dicht- oder Lagerflächen auch aus besonders geeigneten Werkstoffen, beispielsweise Lagerwerkstoffen, auch in Form von Beschichtungen ausgebildet sein. Um zu verhindern, dass sich Luft zwischen dem eigentlichen Laufrad und dem Verkleidungselement ansammelt, ist das Verkleidungselement vorzugsweise mit Entlüftungsöffnungen versehen, welche bewirken, dass der Zwischenraum zwischen Laufrad und Verkleidungselement bei Inbetriebnahme des Pumpenaggregates schnell mit Fluid gefüllt wird. So mit werden Unwuchten aufgrund von Luftblasen vermieden.

10 **[0023]** Die Erfindung betrifft ferner ein Pumpenaggregat mit zumindest einem Laufrad gemäß der vorangehenden Beschreibung. Um die aus dem Laufrad austretende Strömung im Pumpenaggregat weiterzuführen, ist in dem Pumpenaggregat ein Leitapparat oder ein Spiralgehäuse angeordnet, welches dem Laufrad axial zugewandt ist und feststehend ausgebildet ist, so dass sich das Laufrad relativ zu dem Leitapparat bzw. Spiralgehäuse dreht. Der Leitapparat bzw. das Spiralgehäuse weisen eine oder mehrere axiale Eintrittsöffnungen auf, durch welche das Fluid, welches in axialer Richtung aus dem Laufrad austritt, in den Leitapparat oder das Spiralgehäuse eintreten kann. Der Leitapparat oder das Spiralgehäuse leiten die Fluidströmung zu einem Austrittskanal, welcher den Druckstutzen bildet, durch den das

15 Fluid aus dem gesamten Pumpenaggregat austritt. Hierzu ist vorzugsweise ein Druckkanal vorgesehen, welcher sich von dem Spiralgehäuse oder Leitapparat in axialer Richtung parallel zu der Drehachse durch das Pumpenaggregat erstreckt, so dass der Druckanschluss der

20 Pumpe an deren oberen Ende gelegen ist. Im Falle einer mehrstufig ausgebildeten Pumpe dienen Leitapparat bzw. Spiralgehäuse dazu, dass aus dem Laufrad in axialer Richtung austretende Fluid dem Laufrad der nächsten Stufe zuzuführen. Erfnungsgemäß erfolgt auch hier der

25 Strömungseintritt in axialer Richtung bezüglich der Drehachse, jedoch muss das Fluid, welches radial weiter außen liegend bezüglich der Drehachse aus dem Laufrad austritt wieder radial nach innen geführt werden, um in

30

35

40

45

50

55

die zentrale Eintrittsöffnung des nächsten Laufrades eintreten zu können. Dabei ist eine schräge Strömungsführung von radial außen nach radial innen möglich, welche nur eine geringe Strömungsumlenkung erfordert, so dass Strömungsverluste gering gehalten werden.

**[0024]** Derart mehrstufig ausgebildete Pumpenaggregate mit zumindest zwei axial hintereinander liegenden Laufrädern weisen vorzugsweise zwischen den Laufrädern einen Leitapparat oder ein Spiralgehäuse auf, welche axiale Ein- und Austrittsöffnungen aufweisen, wobei die Eintrittsöffnungen radial weiter außen liegen als die Austrittsöffnungen. Das heißt, die Austrittsöffnungen des Leitapparates bzw. Spiralgehäuses sind der Eintrittsöffnung eines nächsten Laufrades zugewandt, d. h. vorzugsweise zentral bezüglich der Drehachse angeordnet. Entsprechend sind die Eintrittsöffnungen von Leitapparat bzw. Spiralgehäuse radial weiter außen gelegen und den axialen Austrittsöffnungen des Laufrades zugewandt. Im Anschluss an das letzte Laufrad einer mehrstufigen Pumpe ist eine Umlenkung der Strömung zum Zentrum des Pumpenaggregates nicht mehr erforderlich. Hier kann die Strömungsführung vorzugsweise in axialer Richtung auch parallel zur Drehachse radial weiter außen liegend erfolgen.

**[0025]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist ein dem Laufrad zugewandter Leitapparat Schaufeln auf, welche nur an ihrem radial inneren oder ihrem radial äußeren Ende in dem Leitapparat befestigt sind. Üblicherweise besteht der Leitapparat aus zwei konzentrischen Ringen, zwischen denen die Schaufeln zur Strömungsführung über den Umfang verteilt angeordnet sind. Erfindungsgemäß sind die Schaufeln nun so angeordnet, dass sie jeweils nicht sowohl an dem inneren als auch an dem äußeren Ring sondern jeweils entweder nur an dem inneren oder an dem äußeren Ring befestigt sind. Zu dem jeweils anderen Ring verbleibt zwischen der Schaufel und der Außen- bzw. Innenwandung der umgebenden Leitapparateile ein Spalt. Weiter bevorzugt ist ferner die Stirnkante der Schaufeln in Strömungsrichtung zu dem Spalt geneigt ausgebildet. Diese Ausgestaltungen haben den Vorteil, dass sich Verunreinigungen nur schwer an den Schaufeln ablagern können. Die Verunreinigungen werden durch die Strömung entlang der Schaufellängskanten zu dem Spalt zwischen der Schaufel und dem angrenzenden Leitapparateil bewegt, so dass die Verunreinigungen durch den Spalt mit der Strömung weggefördert werden können.

**[0026]** Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform ist in einer der Saugseite des Laufrades zugewandten Gehäusefläche des Pumpenaggregates zumindest eine sich zur Drehachse hin erstreckende Nut und/oder zumindest ein sich zur Drehachse hin erstreckende Vorsprung ausgebildet, welche vorzugsweise gekrümmmt, d. h. insbesondere in Drehrichtung des Laufrades gekrümmt verlaufen. Diese Nuten und/oder Vorsprünge sind insbesondere bei Förderung von verunreinigten Fluid von vorteil. Sollte hier Fluid als Leckstrom durch die Dichtung an der Druckseite des Laufrades in

den Bereich zwischen Druckseite und Saugmund des Laufrades eindringen, besteht die Gefahr, dass auch feine Verunreinigungen beispielsweise Sand in diesen Bereich eindringt. Damit sich diese Verunreinigung nicht

5 dauerhaft in der Kammer, welche das Laufrad an der Saugseite im Umfang des Saugmundes umgibt, ablagern, sind in der dem Laufrad zugewandten Wandung der Kammer bzw. des umgebenden Gehäuses Vorsprünge oder Vertiefungen ausgebildet, an welcher die 10 mit der Strömung um die Drehachse rotierenden Verunreinigungen sich ablagern. Aufgrund des sich zum Zentrum hin erstreckenden Verlaufes der Vorsprünge oder Vertiefungen werden die Verunreinigungen an diesen entlang zum Zentrum, d. h. zum Saugmund der Pumpe 15 geführt. Auf diese Weise werden die Verunreinigungen im Leckstrom, welcher von der Druckseite zum Saugmund hin verläuft gehalten und können durch den den Saugmund umgebenden Spalt, insbesondere die dem Saugmund umgebende Dichtung wieder zurück in den 20 Pumpen- bzw. Hauptstrom gefördert werden,

**[0027]** Das erfindungsgemäße Pumpenaggregat bzw. ein Pumpenaggregat mit dem erfindungsgemäßen Laufrad wird vorzugsweise als ein- oder mehrstufige Tankeinhängepumpe verwendet. Eine solche Tankeinhängepumpe kann vorzugsweise in Werkzeugmaschinen zur Förderung von Kühl- und/oder Schmierflüssigkeiten bzw. Kühlenschmierstoffen verwendet werden. Dabei eignet sich die Pumpe mit dem erfindungsgemäßen Laufrad insbesondere zum Einsatz in dem Bereich des Kreislaufes 30 von Kühlenschmierstoff, in welchem der Kühlenschmierstoff verunreinigt ist, beispielsweise Späne enthält.

**[0028]** Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand der beigefügten Figuren beschrieben. In diesem zeigt:

- 35 Fig. 1 eine Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes Laufrad von der Saugseite her gesehen,
- 40 Fig. 2 eine perspektivische Ansicht des Laufrades gemäß Fig. 1 von der Druckseite her gesehen.
- 45 Fig. 3 eine perspektivische Ansicht auf ein Laufrad gemäß einer zweiten Ausführungsform von der Druckseite her gesehen,
- 50 Fig. 4 eine Seitenansicht des Laufrades gemäß Fig. 3.
- 55 Fig. 5 eine Draufsicht auf das Laufrad gemäß Figuren 3 und 4 von der Saugseite her gesehen,
- Fig. 6 eine Schnittansicht eines Pumpenaggregates,
- Fig. 7 eine geschnittene Teilansicht eines Pumpenaggregates,

- Fig. 8 eine geschnittene Teilansicht eines Pumpenaggregates,
- Fig. 9. eine geschnittene Teilansicht eines mehrstufigen Pumpenaggregates,
- Fig. 10 eine Schnittansicht eines Leitapparates,
- Fig. 11 eine perspektivische Ansicht des Leitapparates gemäß Fig. 10.
- Fig. 12, eine Draufsicht auf den Leitapparat gemäß Figuren 10 und 11 von der Eintrittsseite her gesehen,
- Fig. 13 eine perspektivische Ansicht eines Leitapparates gemäß einer weiteren Ausführungsform von der Eintrittsseite her gesehen,
- Fig. 14 eine perspektivische Ansicht eines Spiralgehäuses,
- Fig. 15 eine perspektivische Ansicht eines Spiralgehäuses für den endseitigen Anschluss,
- Fig. 16 eine geschnittene Teilansicht eines Pumpenaggregates,
- Fig. 17 eine geschnittene Teilansicht eines Pumpenaggregates,
- Fig. 18 eine perspektivische Ansicht eines Leitapparates von der Austrittsseite her gesehen und
- Fig. 19 eine perspektivische Ansicht des Leitapparates gemäß Fig. 18 von der Eintrittsseite her gesehen.

**[0029]** Anhand der Figuren 1 und 2 wird der prinzipielle Aufbau des erfindungsgemäßen Laufrades und insbesondere der Ausgestaltung der Strömungskanäle 2 in dem Laufrad beschrieben. Das Laufrad besteht aus zwei symmetrisch zueinander aufgebauten Strömungskanälen 2, welche prinzipiell identisch ausgebildet sind. Die Anordnung von zwei Strömungskanäle punktsymmetrisch zueinander hat den Vorteil, dass das Laufrad auf diese Weise ausgewuchtet ist. Die Strömungskanäle 2 erstrecken sich ausgehend von einer zentralen Eintrittsöffnung 4, welche einen kreisförmigen Saugmund bildet, der konzentrisch zur Drehachse des Laufrades angeordnet ist. Da die beiden Strömungskanäle 2 identisch ausgebildet sind, wird nachfolgend nur der Aufbau eines der Strömungskanäle beschrieben. Der Aufbau des anderen Strömungskanals ist entsprechend lediglich punktsymmetrisch zu dem ersten Strömungskanal 2.

**[0030]** Ausgehend von dem Saugmund 4 erstreckt sich ein erster Abschnitt 6 des Strömungskanals bezüglich der Drehachse D des Laufrades im Wesentlichen in

radialer Richtung und leicht geneigt in axialer Richtung. Dabei ist dieser erste Abschnitt 6 in Drehrichtung des Laufrades leicht gekrümmt ausgebildet. In diesem Abschnitt 6 erfolgt eine Beschleunigung des Fluids in radialer Richtung. An den ersten Abschnitt 6 schließt sich in Strömungsrichtung ein zweiter Abschnitt 8 des Strömungskanals 2 an. Der Übergang von dem ersten Abschnitt 6 in den zweiten Abschnitt 8 ist kontinuierlich strömungsoptimiert gerundet ausgebildet. Der zweite Abschnitt 8 des Strömungskanals erstreckt sich im wesentlichen in umfänglicher Richtung bezüglich der Drehachse D. Da hier zwei Strömungskanäle 2 vorgesehen sind, erstreckt sich jeder zweite Abschnitt 8 im Wesentlichen über den halben Umfang des Laufrades, so dass sein Ende an bzw. nahe dem Übergangsbereich zwischen erstem Abschnitt 6 und zweiten Abschnitt 8 des anderen Strömungskanals 2 gelegen ist.

**[0031]** In dem zweiten Abschnitt 8 sind in den Strömungskanälen 2 die Austrittsöffnungen 10 ausgebildet. Die Austrittsöffnungen 10 liegen in einer Ebene normal zu der Drehachse D, welche den Verlauf der zweiten Abschnitte 8 der Strömungskanäle 2 schneidet. Da die zweiten Abschnitte 8 der Strömungskanäle 2 sich leicht wendelförmig erstrecken schneiden die Ebenen der Austrittsöffnungen 10 die Mittelachsen der Strömungskanäle 2 im Wesentlichen in einem spitzen Winkel. Auf diese Weise werden bogenförmige Austrittsöffnungen 10 gebildet, welche einen Austritt des Fluids in axialer Richtung, d. h. parallel zur Drehachse D aus dem Laufrad bewirken. Die der Austrittsöffnung 10 gegenüberliegende Wandung des zweiten Abschnittes 8 verläuft zum Ende des Strömungskanals 2 in einem spitzen Winkel zu der Ebene, in welcher die Austrittsöffnungen 10 gelegen sind. Vorzugsweise sind die Endbereiche 12 der Strömungskanäle 2 zusätzlich gerundet ausgebildet, so dass hier die Strömung ebenfalls in axialer Richtung aus der Austrittsöffnung 10 hinausgelenkt wird.

**[0032]** Figuren 3 bis 5 zeigen ein Laufrad, welches prinzipiell entsprechend dem Laufrad gemäß Figuren 1 und 2 ausgebildet ist. Insbesondere ist die Form der Strömungskanäle 2 in dem Laufrad gemäß Figuren 3 bis 5 identisch zu der anhand der Figuren 1 und 2 beschriebenen Form. Im Unterschied zu dem Laufrad gemäß Figuren 1 und 2 ist bei dem Laufrad gemäß Figuren 3 bis 5 die Druckseite als scheibenförmige Stirnseite 14 ausgebildet. Die Druckseite bildet somit eine kreisförmige Scheibe 14 in welcher die Austrittsöffnungen 10 als bogenförmige Ausnehmungen ausgebildet sind. Zentral ist ferner eine Ausnehmung 16 zur Aufnahme der Rotorwelle ausgebildet.

**[0033]** Die Laufräder gemäß Figuren 1 bis 5 sind als Gussteile ausgebildet. Insofern entspricht ihre äußere Form im Wesentlichen der Innenkontur der Strömungskanäle 2, da die Bauteile vorzugsweise im Wesentlichen mit konstanter Materialdicke zur Vermeidung von Lunkern ausgebildet sind. Dies bewirkt, dass die der Druckseite 18 abgewandte Seite des Laufrades, welche den Saugmund 4 umgibt, eine schaufelförmige Außenkontur

aufweist, welche sich aus dem Verlauf der Strömungskanäle 2 im Inneren des Laufrades ergibt,

**[0034]** Figur 6 zeigt eine Schnittansicht eines vierstufigen Pumpenaggregates unter Verwendung des beschriebenen Laufrades. Am oberen Ende des Pumpenaggregates ist ein Antriebsmotor 20 angeordnet, von welchem sich in bekannter Weise eine Rotorwelle 22 zu den Laufrädern 24 nach unten erstreckt. Es sind vier Laufräder 24, welche dem anhand der Figuren 3 bis 5 beschriebenen Laufrad entsprechen, hintereinander angeordnet. Dabei ist zwischen den Laufrädern 24 jeweils ein Leitapparat 26 angeordnet, wie er später näher beschrieben werden wird. Die Eintrittsöffnung 4 des untersten Laufrades 24 bildet den Saugmund der Pumpe, durch den das Fluid in das gesamte Pumpenaggregat angesaugt wird. Die Leitapparate 26 haben jeweils die Aufgabe, dass axial, d. h. parallel zur Drehachse D aus den Austrittsöffnungen 10 der Laufräder 24 austretende Fluid nach innen zur Drehachse D hin umzulenken, so dass es in die zentrale Eintrittsöffnung 4 des nachfolgenden Laufrades 24 eintreten kann. Wie in den Figuren 1 bis 5 zu erkennen ist, liegt die Austrittsöffnung 10 radial weiter außen als die Eintrittsöffnung 4. Aufgrund des axialen Austritts des Fluids aus den Laufrädern 24 durch die Austrittsöffnungen 10 entfällt jedoch eine aufwändige Strömungsumlenkung am Außenumfang der Laufräder 24. So kann der Gesamtdurchmesser des Pumpenaggregates verkleinert werden. Ferner werden die Strömungswege im Inneren des Pumpenaggregates optimiert, da die Leitapparate 26 die Strömung im Wesentlichen nur schräg zur Drehachse D, d. h. in einer kombiniert axial-radialen Richtung nach innen umlenken, müssen um sie der Eintrittsöffnung 4 des nachfolgenden Laufrades 24 zuzuführen. Hinter dem letzten Laufrad 24 der mehrstufigen Pumpe schließt sich ein Leitapparat bzw. Spiralgehäuse 28 an, durch welches das Fluid einer Druckleitung 30, welche sich axial versetzt parallel zur Drehachse D erstreckt, zugeführt wird. Durch die Druckleitung 30 wird das Fluid zum oberen Ende des Pumpenaggregates geführt.

**[0035]** Fig. 7 zeigt eine geschnittene Detailansicht des unteren Endes eines Pumpenaggregates gemäß Fig. 6, wobei hier lediglich ein einstufiger Aufbau gezeigt ist. Das Laufrad 24 ist am Ende der Rotorwelle 22 mit dieser drehfest verbunden. Das Laufrad 24 läuft in einem Gehäuse 32. Die Eintrittsöffnung 4 des Laufrades 24 umgibt ein Kragen 33, welcher in einer kreisförmigen Ausnehmung 34 des Gehäuses 32 gelegen ist. Die äußere Umfangswandung des Kragens 33 und Innenumfangswandung der Ausnehmung 34, welche passend zueinander angeordnet sind, bilden an der Saugseite des Laufrades 24 eine erste Dichtung. Darüber hinaus bildet die scheibenförmige Stirnseite 14 an ihrem Außenumfang eine zusätzlich Radialdichtung an der Druckseite des Laufrades. So ist dieses Laufrad zweifach abgedichtet, wodurch der Wirkungsgrad erhöht werden kann. Im Bereich zwischen der Stirnseite 14 und dem Kragen 33, d. h. zwischen den beiden Dichtungen kann in der Kammer 36, welche durch

die beschriebenen Dichtungen begrenzt ist, ein Leckstrom auftreten, beispielsweise wenn die Dichtung im Umfang der scheibenförmigen Stirnseite 14 nicht ausreichend dicht ist. Dadurch, dass an der Außenseite des Laufrades eine Kontur ausgebildet ist, welche die Kontur der Strömungskanäle 2 widerspiegelt, wie in den Figuren 4 und 5 gezeigt ist, haben die Außenseiten der Strömungskanäle 2 ebenfalls eine Pumpwirkung, welche das Fluid aus der Kammer 36 in Richtung der Stirnseite 14, d. h. zu der Druckseite fördert. Hierdurch wird eine dynamische Abdichtung geschaffen, welche den Wirkungsgrad des Pumpenaggregates erhöht.

**[0036]** Auf die Dichtung zwischen dem Kragen 33 und dem Gehäuse 32 an dessen Ausnehmung 34 kann gegebenenfalls verzichtet werden. Dann übernimmt die Dichtung im Umfangsbereich der scheibenförmigen Stirnseite 14 die alleinige Abdichtung zwischen Druck- und Saugseite des Laufrades 24. Dies ist in Fig. 8 gezeigt. Die hier gezeigte Anordnung entspricht im Wesentlichen der anhand von Fig. 7 beschriebenen Anordnung mit dem Unterschied, dass das Gehäuse 32 weggelassen wurde. Dementsprechend ist das Laufrad zwischen Saug- und Druckseite nur im Umfangsbereich der scheibenförmigen Stirnseite 14 abgedichtet. Hier bildet der Außenumfang der scheibenförmigen Stirnseite 14 mit der gegenüberliegenden Innenumfangsfläche des Gehäuseringes 40 eine Spaltdichtung 38, wie schon bereits anhand von Fig. 7 beschrieben wurde.

**[0037]** In den Figuren 7 und 8 ist die Spaltlösung 38 als umfängliche Dichtung ausgebildet. Die Dichtung könnte auch in axialer Richtung ausgebildet sein, indem die den Strömungskanälen 2 abgewandte plane Fläche der scheibenförmigen Stirnseite 14 passend an einer gegenüberliegenden planen Ringfläche läuft, so dass hier eine Axialdichtung nahe dem Außenumfang der scheibenförmigen Stirnseite 14 gebildet wird.

**[0038]** Ferner kann neben der Dichtfunktion die scheibenförmige Stirnseite 14 bzw. deren Außenumfang und deren plane der Druckseite 18 zugewandte Fläche Lagerfunktionen übernommen. Dies können insbesondere Funktionen eines Notlagers sein, wenn die Rotorwelle bzw. das Laufrad 24 beispielsweise aufgrund großer Verunreinigungen etwas unrund läuft. Dann kann die Außenumfangsfläche der scheibenförmigen Stirnseite 14 mit der gegenüberliegenden Umfangsfläche des Gehäuses 32 bzw. in Fig. 8 mit dem Gehäusering 40 zur Kraftübertragung zur Anlage kommen. Entsprechend könnte auch ein axiales Lager durch die plane der Druckseite 18 zugewandte Fläche der Stirnseite 14 gebildet werden.

**[0039]** Fig. 9 zeigt eine Detailansicht des mehrstufigen Aufbaus des Pumpenaggregates, welcher anhand von Fig. 6 bereits beschrieben wurde. Die untere Stufe mit dem Laufrad 24 entspricht dem anhand von Fig. 7 beschriebenen Aufbau einschließlich der Dichtungen an dem Kragen 33 sowie der scheibenförmigen Stirnseite 14, d. h. dem Dichtspalt 38. In Strömungsrichtung S hinter dem Laufrad 24, d. h. an der Druckseite 18 schließt sich jeweils ein Leitapparat 26 an, welcher die Strömung der

Eintrittsöffnung 4 des nächsten Laufrades 24 zuführt. Dabei sind der Leitapparat 26 und der Gehäuseteil, welcher dem Gehäuse 32 der ersten Stufe entspricht, in ein Gehäuseteil 42 integriert. Die der Stirnseite 14 zugewandte Seite des Gehäuseteiles 42 beinhaltet dabei den Leitapparat 26 die der Saugseite des nächsten Laufrades 24 zugewandte Seite des Gehäuses 32 bildet dabei die Kammer 36 zwischen der Dichtung 33, 34 an der Eintrittsöffnung 4 und der scheibenförmigen Stirnseite 14 des Laufrades 24,

**[0040]** Figuren 10 bis 12 zeigen den Aufbau des Leitapparates 26. Der Leitapparat 26 weist eine ringförmige Eintrittsöffnung 24 auf, welche an einer ersten Stirnseite des Leitapparates ausgebildet ist, welche der Druckseite 18 des vorgeschalteten Laufrades 24 zugewandt ist. Die Eintrittsöffnung 24 liegt dabei nahe dem Außenumfang, d. h. radial beabstandet von der Drehachse D, im Inneren des Leitapparates bzw. der ringförmigen Eintrittsöffnung 24 sind mehrere Schaufeln 46 angeordnet, welche die Strömung von der ringförmigen Eintrittsöffnung 44 zu einer zentralen Austrittsöffnung 48 an der entgegengesetzten Stirnseite lenken. Auf diese Weise erfolgt eine Strömungslenkung in radialer und axialer Richtung bezüglich der Drehachse D von der ringförmigen Eintrittsöffnung 44 zu der Austrittsöffnung 48, welche, wie in Fig. 9 gezeigt, der Eintrittsöffnung 4 des nächsten Laufrades 24 gegenüberliegt. So wird die Strömung, welche in axialer Richtung aus dem Laufrad 24 austritt von dem Leitapparat 26 radial wieder nach innen zu der Drehachse D geführt, um dort axial in die zentrale Eintrittsöffnung 4 eines nächsten Laufrades 24 eintreten zu können. Die in den Figuren 10 bis 12 gezeigte Leitapparat ist in dieser Weise in die Gehäuseteile 42 des mehrstufigen Pumpenaggregates, wie es anhand von Fig. 9 beschrieben wurde, integriert.

**[0041]** Fig. 13 zeigt eine spezielle Ausführungsform eines Leitapparates mit einer ganzen Stirnseite einnehmenden Eintrittsöffnung 44 und einer an der entgegengesetzten Stirnseite angeordneten Austrittsöffnung 48. Die Austrittsöffnung 48 umgebend sind Schaufeln 46 angeordnet. Bei dem in Fig. 13 gezeigten Leitapparat ist kein Innenring vorgesehen, welcher die Austrittsöffnung 48 umgibt. Vielmehr sind die Schaufeln 46 an ihren Radialseiten nur mit dem äußeren Ring 50 verbunden. Darüber hinaus sind die Stirnkanten 52 der Schaufeln 46 auch noch so ausgebildet, dass sie in Richtung der Drehachse D zu dem Zentralbereich, d. h. zur Austrittsöffnung 48 hin abfallen. Durch diese Anordnung wird verhindert, dass an den Schaufeln 46 Verschmutzungen hängen bleiben können. Diese würden über die Stirnkanten 52 immer zum Zentralbereich und damit zur Austrittsöffnung 48 rutschen, so dass sie mit der Strömung weggefördert werden.

**[0042]** Fig. 14 zeigt ein Spiralgehäuse 54, welches anstelle des Leitapparates 26 Verwendung finden kann. Das Spiralgehäuse 54 weist eine zentrale Austrittsöffnung 56 auf, welche der Austrittsöffnung 48 des Leitapparates in seiner Funktion entspricht, d. h. der Eintritts-

öffnung 4 eines Laufrades 24 zugewandt angeordnet wird. An der entgegengesetzten Seite ist eine ringförmige Eintrittsöffnung 58 ausgebildet. An die ringförmige Eintrittsöffnung 58, welche radial weiter außen gelegen ist als die zentrale Austrittsöffnung 56 schließt sich ein wendelförmig erstreckender Spiralkanal 60 an, welcher wendel- und spiralförmig zu der Austrittsöffnung 56 führt.

**[0043]** In dem Spiralkanal 60 wird die Strömung, welche in axialer Richtung aus der Austrittsöffnung 10 eines Laufrades 24 austritt so umgelenkt, dass sie radial nach innen zu der Drehachse D geführt wird und axial durch die Austrittsöffnung 56 der zentralen Eintrittsöffnung 4 eines nächsten Laufrades 24 zugeführt werden kann.

**[0044]** Fig. 15 zeigt ein Spiralgehäuse 28, wie es hinter der letzten Stufe des Pumpenaggregates, wie es in den Figuren 6 bis 9 gezeigt ist, Verwendung finden kann. Auch hier ist eine ringförmige Eintrittsöffnung 58 vorgesehen, an welche sich ein Spiralkanal 60 anschließt. Dieser Spiralkanal 60 erstreckt sich jedoch lediglich wendelförmig und nicht zentral nach innen zur Drehachse D, so dass eine Austrittsöffnung 62 zwar in axialer Richtung jedoch parallel versetzt zu der Drehachse D angeordnet ist, um mit der Druckleitung 30 verbunden zu werden.

**[0045]** Figuren 16 und 17, welche geschnittene Teileansichten eines Pumpenaggregates zeigen, zeigen spezielle Ausgestaltungen des Laufrades 24. Im Wesentlichen entspricht der Aufbau des Laufrades gemäß Fig. 16 der Anordnung gemäß Fig. 8. Im Unterschied zu der Anordnung Fig. 8 ist das Laufrad 24 an seiner Saugseite zugewandten Seite mit einer Verkleidung 64 bzw. einem Verkleidungselement 64 versehen. Das Verkleidungselement 64 deckt die durch den Strömungskanal 2 außen profilierte Seite des Laufrades 24 ab, so dass Strömungsverluste durch die Formgebung der Außenseite bei Rotation des Laufrades 24 vermieden werden.

Das Verkleidungselement 64 schafft eine glatte Außenseite des Laufrades 24. Dabei ist das Verkleidungselement 24 sowohl im Bereich der scheibenförmigen Stirnseite 14 als auch umgebend der Eintrittsöffnung 4 dicht und fest mit dem Körper des Laufrades 24 verbunden. Das Verkleidungselement 64 muss nicht glatt ausgebildet sein, sondern kann eine gewünschte Formgebung an der Außenseite aufweisen, beispielsweise um doch eine geringe Pumpwirkung an dieser Außenseite bereitzustellen. Das Verkleidungselement 64 kann aus einem anderen Material als das Laufrad 24, welches vorzugsweise aus Guss oder Kunststoff ausgebildet ist, gefertigt sein. So kann das Verkleidungselement 64 beispielsweise als Blechteil, beispielsweise aus rostfreiem Stahl ausgebildet sein. Alternativ kann aber auch das Verkleidungselement 64 als Gussteil oder Kunststoffteil ausgebildet sein. In der Anordnung gemäß Fig. 16 ist die Dichtung wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 8 zwischen der zylindrischen Umfangsfläche der scheibenförmigen Stirnseite 14 und dem Gehäusering 40 als Dichtspalt 38 ausgebildet. Alternativ kann das Verkleidungselement 64 auch so angeordnet sein, dass es die Stirnseite 14 an deren Umfangskante umgibt, so dass der Dichtspalt

38 zwischen dem Außenumfang der Verkleidungselementes 64 und dem Innenumfang des Gehäuseringes 40 gebildet wird. Auf diese Weise wird die Dichtung bzw. der Dichtspalt 38 an ein austauschbares Verschleißteil, nämlich das Verkleidungselement 64 verlegt. Zusätzlich kann das Verkleidungselement 64 auch die oben beschrieben Notlagerfunktion übernehmen, so dass auch hier die Lagerflächen in das leicht austauschbare Verschleißteil verlegt werden.

**[0046]** Fig. 17 zeigt eine Anordnung entsprechend der Anordnung gemäß Fig. 16 mit dem Verkleidungselement 64 an dem Laufrad 24, nur das hier das Laufrad 24 auch von einem Gehäuse 32 umgeben ist, wie anhand von Fig. 7 beschrieben worden ist. Aufgrund der Anordnung des Verkleidungselementes 64 ist hier die Kammer 36 zwischen dem Laufrad 24 und dem Gehäuse 32 im Wesentlichen nicht mehr vorhanden. Der Freiraum zwischen dem Verkleidungselement 64 und dem Körper des Laufrades 24 ist vorzugsweise mit Fluid geflutet, was durch hier nicht gezeigte Entlüftungsöffnungen in dem Verkleidungselement 64 erfolgen kann.

**[0047]** Figuren 18 und 19 zeigen Ansichten des Gehäuseteiles 42, wie es in dem mehrstufigen Pumpenaggregat eingesetzt wird. An einem Axialende ist, wie oben beschrieben der Leitapparat 26 in der anhand von Figuren 10 bis 13 beschriebenen Ausgestaltung ausgebildet. An der entgegengesetzten Stirnseite ist die Kammer 36 ausgebildet, in welcher das nächste Laufrad 24 mit seiner Saugseite zu liegen kommt. In der Kammer 36 sind in der dem Laufrad 24 (hier nicht gezeigt) zugewandten, die Austrittsöffnung 48 umgebenden Boden- bzw. Gehäusefläche 65 gekrümmte Nuten 66 ausgebildet. Die gekrümmten Nuten 66 erstrecken sich von der Innenumfangsfläche der Kammer 36 in der Gehäusefläche 65 radial nach innen auf die Drehachse D zu bis zu der Austrittsöffnung 48. Dabei sind sie in Drehrichtung des Laufrades gekrümmmt. Die Nuten 66 dienen dazu, Verunreinigungen, welche sich in der Kammer 36 ansammeln wieder der Eintrittsöffnung 4 des Laufrades zuzuführen. Die Verunreinigungen sammeln sich in den Nuten 66 und werden aufgrund der Krümmung und radialen Erstreckungen der Nuten 66 zentral nach innen geführt, wo sie dem Leckstrom, welcher von der Druckseite zur Saugseite des Laufrades, d. h. in der Kammer 36 zu der Austrittsöffnung 48 hin besteht, zugeführt werden. Durch diesen Leckstrom werden die Verunreinigungen über die Dichtung an der Eintrittsöffnung 4 des Laufrades 24 wieder dem Hauptstrom zugeführt und weggefördert. Anstelle oder zusätzlich zu den Nuten 66 können auch entsprechend gebogene und sich radial erstreckende Vorsprünge an der Gehäusefläche 65 ausgebildet sein.

#### Bezugszeichenliste

**[0048]**

D - Drehachse  
S - Strömungsrichtung

2 -	Strömungskanäle
4 -	Eintrittsöffnung
6 -	erster Abschnitt
8 -	zweiter Abschnitt
5 10 -	Austrittsöffnung
12 -	Endbereich
14 -	Stirnseite
16 -	Ausnehmung
18 -	Druckseite
10 20 -	Antriebsmotor
22 -	Rotorwelle
24 -	Laufräder
26 -	Leitapparate
28 -	Spiralgehäuse
15 30 -	Druckleitung
32 -	Gehäuse
33 -	Kragen
34 -	Ausnehmung
36 -	Kammer
20 38 -	Dichtspalte
40 -	Gehäusering
42 -	Gehäuseteile
44 -	Eintrittsöffnung
46 -	Schaufeln
25 48 -	Austrittsöffnung
50 -	äußerer Ring
52 -	Stirnkanten
54 -	Spiralgehäuse
56 -	Austrittsöffnung
30 58 -	Eintrittsöffnung
60 -	Spiralkanal
62 -	Austrittsöffnung
64 -	Verkleidungselement
65 -	Gehäusefläche
35 66 -	Nuten

#### Patentansprüche

- 40 1. Laufrad für ein Pumpenaggregat mit zumindest einem Strömungskanal (2), welcher eine Eintrittsöffnung (4) und eine Austrittsöffnung (10) aufweist, wobei die Eintrittsöffnung (4) im Zentralbereich der Drehachse (D) des Laufrades (24) angeordnet ist und der Strömungskanal (2) einen ersten Abschnitt (6) aufweist, welcher sich radial von der Eintrittsöffnung (4) entfernt, und einen, sich anschließenden zweiten Abschnitt (8) aufweist, welcher an der Austrittsöffnung (10) endet,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Eintrittsöffnung (4) und die Austrittsöffnung (10) zu bezüglich der Drehachse (D) axial entgegengesetzten Stirnseiten des Laufrades hin geöffnet sind.
- 45 50 55 2. Laufrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Abschnitt (8) sich bezüglich der Drehachse (D) des Laufrades in umfänglicher Richtung erstreckt und an der Austrittsöffnung (10) endet,

- wobei der zweite Abschnitt (8) des Strömungskanals (2) sich in umfänglicher Richtung vorzugsweise so weit erstreckt, dass sein Ende den Bereich seines Anfangs oder den Bereich des Anfangs eines zweiten Abschnittes (8) eines benachbarten weiteren Strömungskanals (2) erreicht.
- 5
3. Laufrad nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Austrittsöffnung in einer Ebene erstreckt, welche sich normal zur Drehachse des Laufrades erstreckt.
- 10
4. Laufrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Austrittsöffnung (10) bogenförmig ausgebildet ist und sich in umfänglicher Richtung bezüglich der Drehachse (D) des Laufrades vorzugsweise auf im Wesentlichen konstantem Durchmesser erstreckt.
- 15
5. Laufrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der zweite Abschnitt (8) des Strömungskanals (2) wendelförmig, d.h. in umfänglicher und axialer Richtung bezüglich der Drehachse (D) des Laufrades erstreckt.
- 20
6. Laufrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Abschnitt (8) des Strömungskanals (2) an seinem der Austrittsöffnung (10) zugewandten Ende in axialer Richtung gekrümmkt zu der Austrittsöffnung (10) verläuft.
- 25
7. Laufrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Abschnitt (6) des Strömungskanals (2) eine im Wesentlichen konstante Querschnittsfläche aufweist und vorzugsweise in Drehrichtung des Laufrades leicht gekrümmkt verläuft.
- 30
8. Laufrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zwei, vorzugsweise identisch ausgebildete Strömungskanäle (2) aufweist.
- 35
9. Laufrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die axiale Stirnseite (14) des Laufrades, welche die Druckseite (18) bildet, scheibenförmig ausgebildet ist und die Austrittsöffnung (10) des zumindest einen strömungskanals (2) sich in der Scheibenebene erstreckt.
- 40
10. Laufrad nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der axiale und/oder radiale Umfangsbereich der scheibenförmigen Stirnseite (14) eine Dicht- und/oder Lagerfläche des Laufrades bildet.
- 45
11. Laufrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eintrittsöffnung (4) zu einem zentrisch angeordneten Saugmund geöffnet ist, wobei im Umfangsbereich des Saugmundes eine axiale und/oder radiale Dichtfläche des Laufrades ausgebildet ist.
- 50
12. Laufrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laufrad an seiner axialen Stirnseite, welche der Saugseite zugewandt ist, mit einem Verkleidungselement (64) verkleidet ist, wobei an dem Verkleidungselement (64) vorzugsweise zumindest eine radiale und/oder axiale Dicht- und/oder Lagerfläche des Laufrades ausgebildet ist.
- 55
13. Pumpenaggregat mit zumindest einem Laufrad nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei der Austrittöffnung (10) des Laufrades axial zugewandt feststehend ein Leitapparat (26) oder ein Spiralgehäuse (54) mit axialer Eintrittsöffnung (58) angeordnet ist.
14. Pumpenaggregat nach Anspruch 13, welches mehrstufig mit zumindest zwei axial hintereinander liegenden Laufrädern (24) ausgebildet ist, wobei zwischen den Laufrädern (24) ein Leitapparat (26) oder Spiralgehäuse (54) mit axialer Ein- (44; 58) und Austrittsöffnung (48; 56) angeordnet ist, von denen die Austrittsöffnung (48; 56) radial weiter innen liegend als die Eintrittsöffnung (44; 58) angeordnet ist.
15. Pumpenaggregat nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein dem Laufrad (24) zugewandter Leitapparat (26) Schaufeln (46) aufweist, welche nur an ihrem radial inneren oder ihrem radial äußeren Ende in dem Leitapparat (26) befestigt sind.
16. Pumpenaggregat nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer der Saugseite des Laufrades 824) zugewandten Gehäusefläche (65) des Pumpenaggregates zumindest eine sich zur Drehachse (D) hin erstreckende Nut (66) und/oder zumindest ein sich zur Drehachse (D) hin erstreckender Vorsprung ausgebildet sind, welche vorzugsweise gekrümmkt ausgebildet sind.

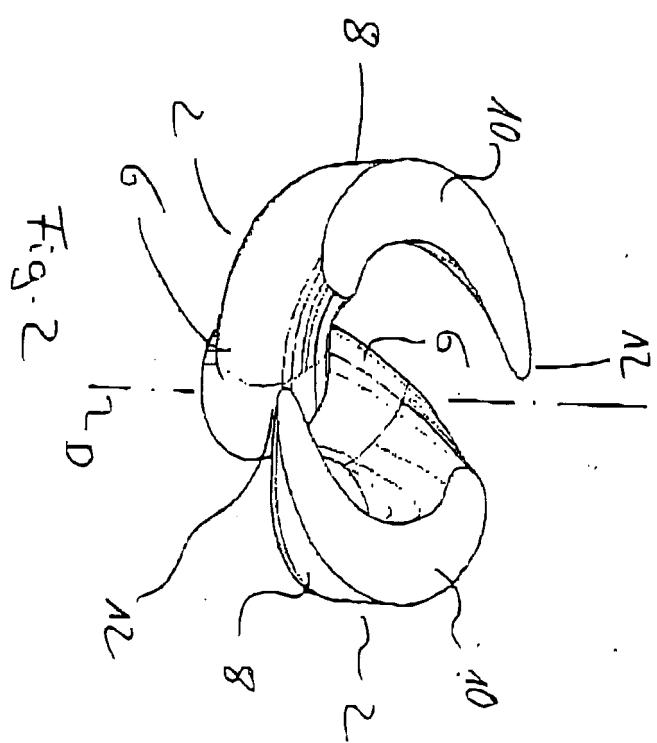
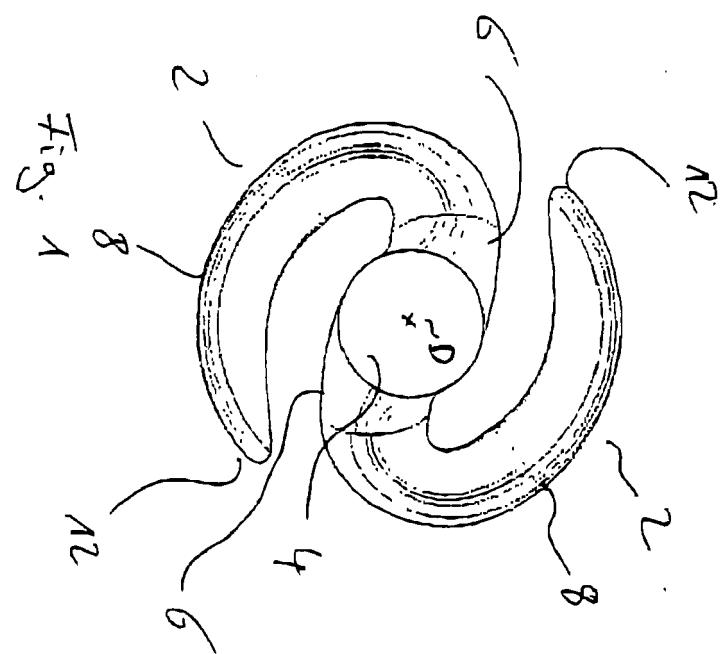


Fig. 3

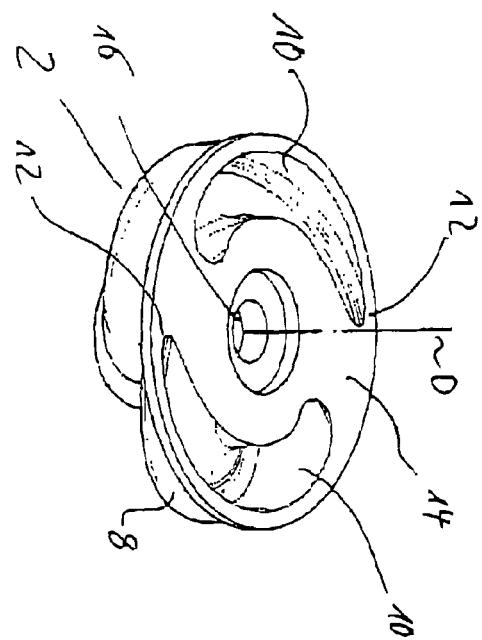


Fig. 4

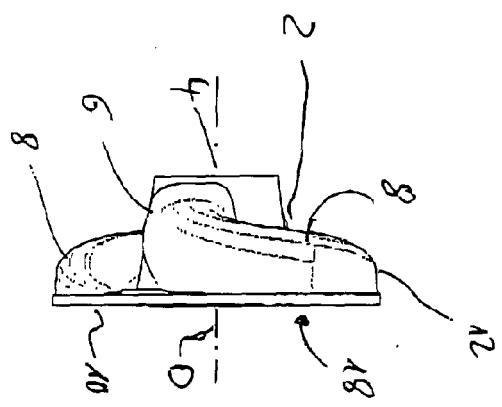
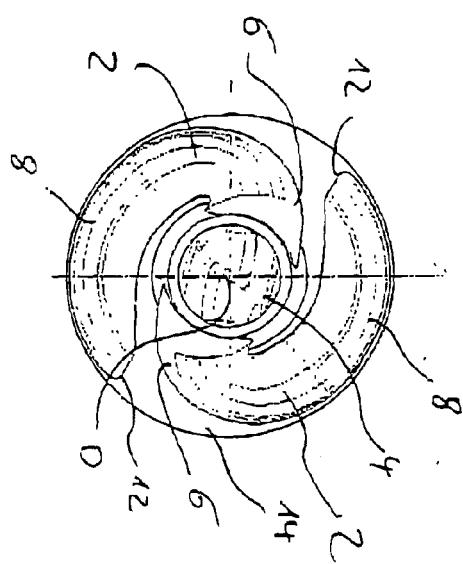


Fig. 5



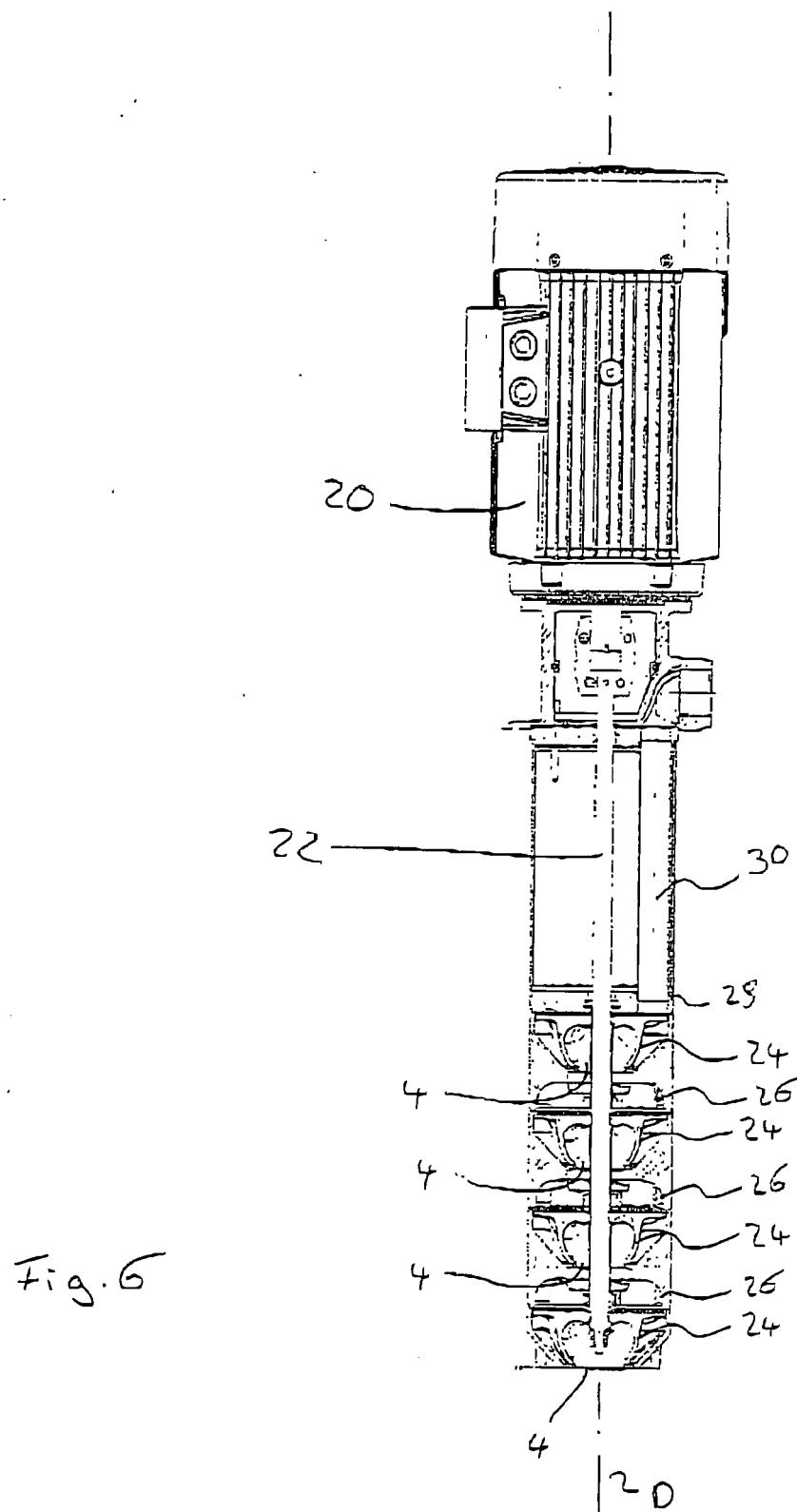
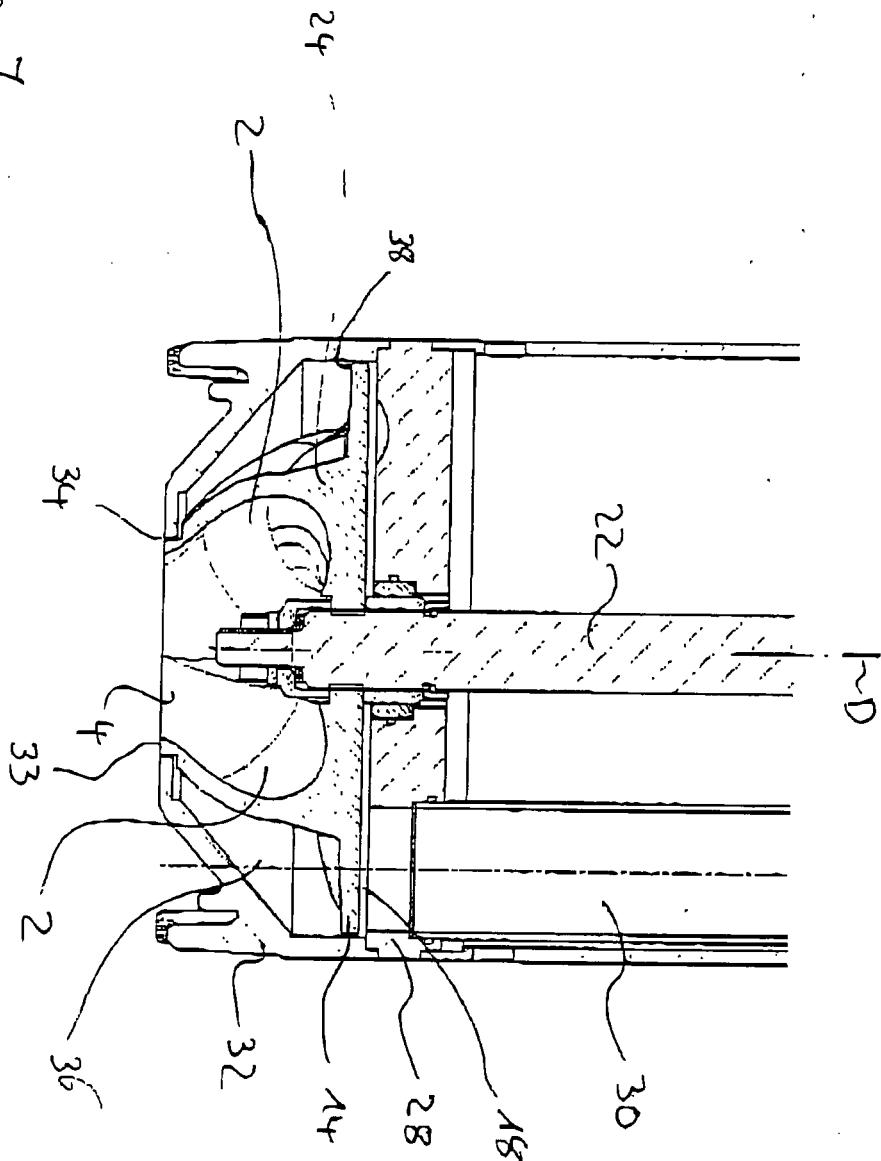
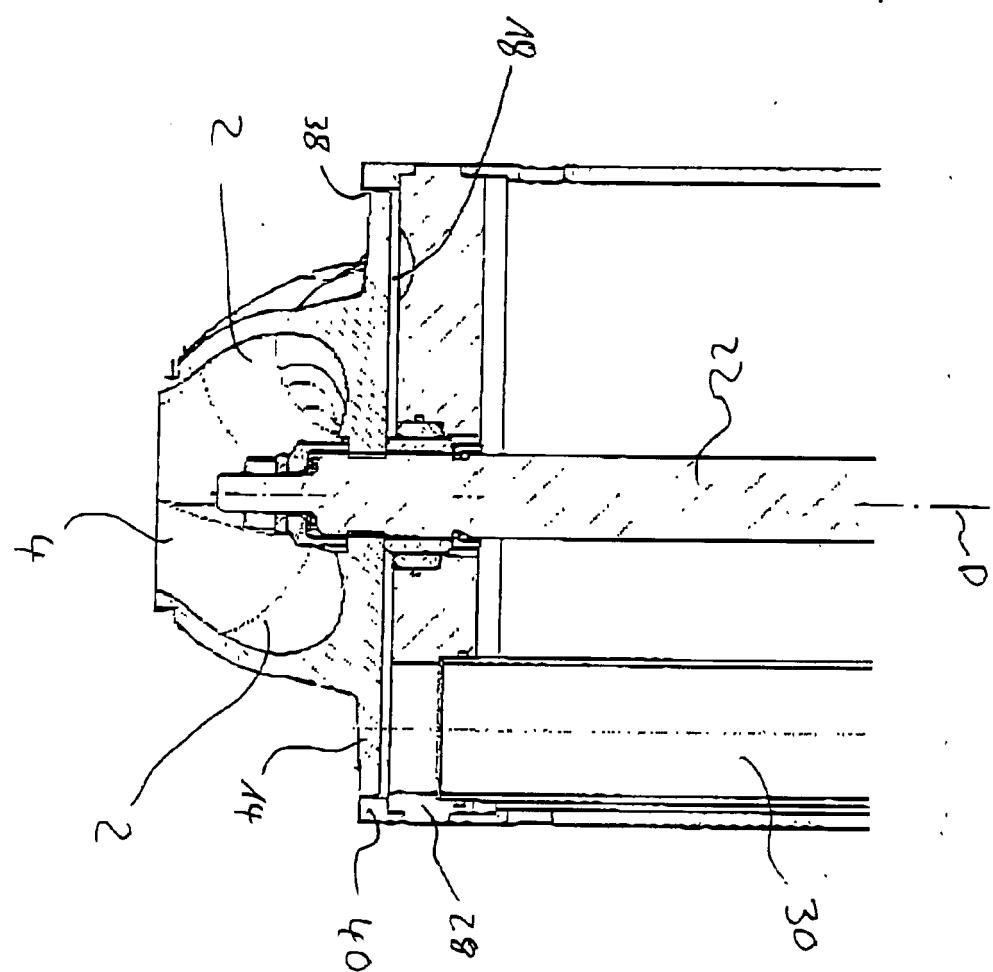


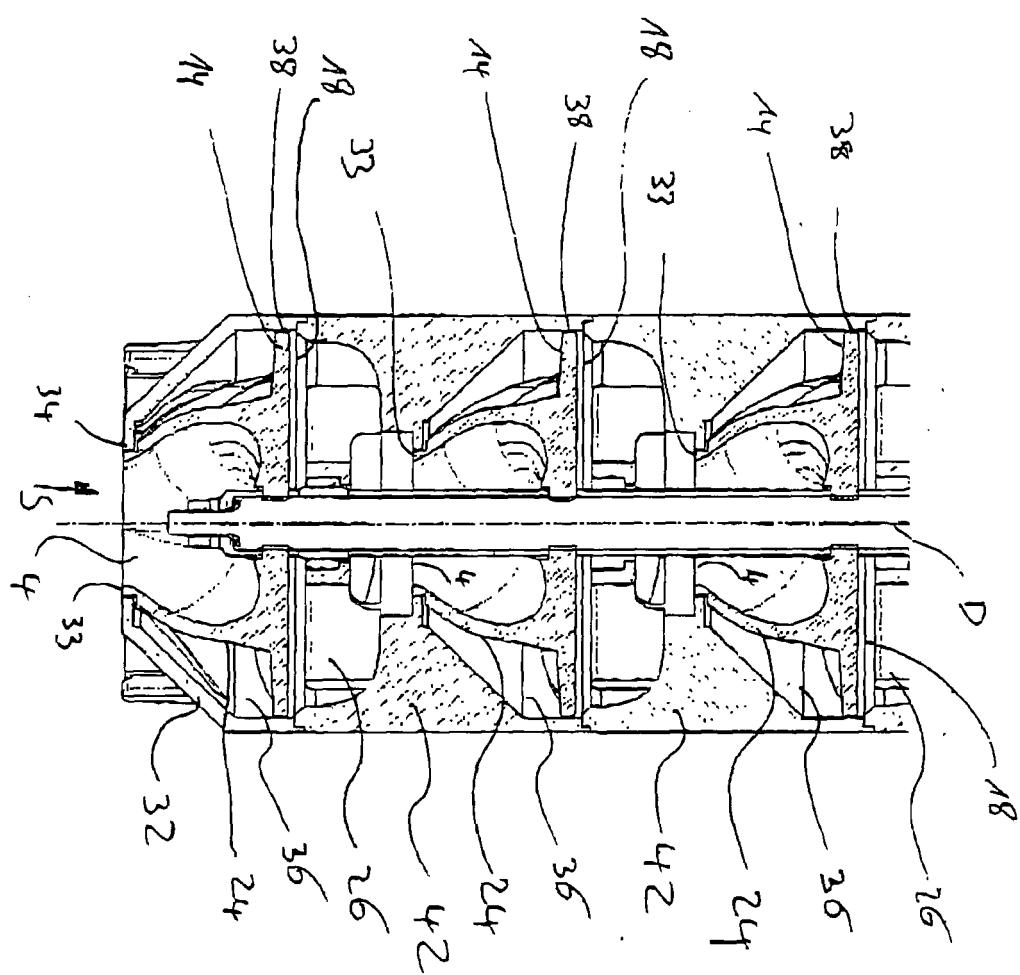
Fig. 7

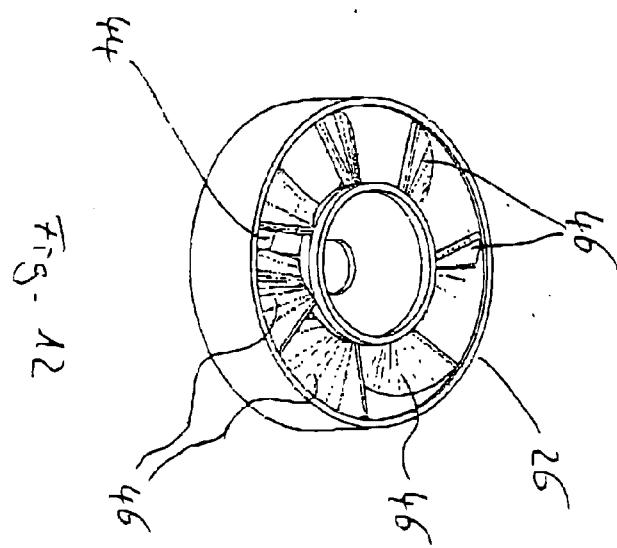
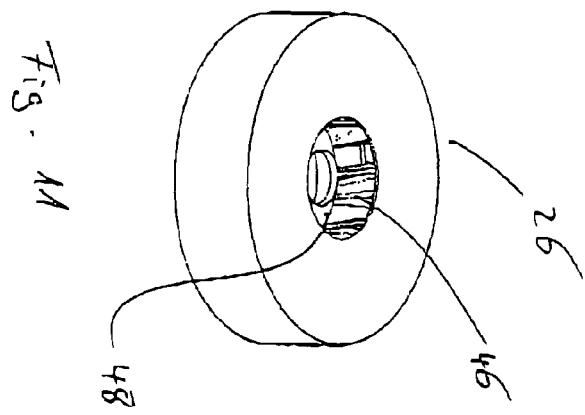
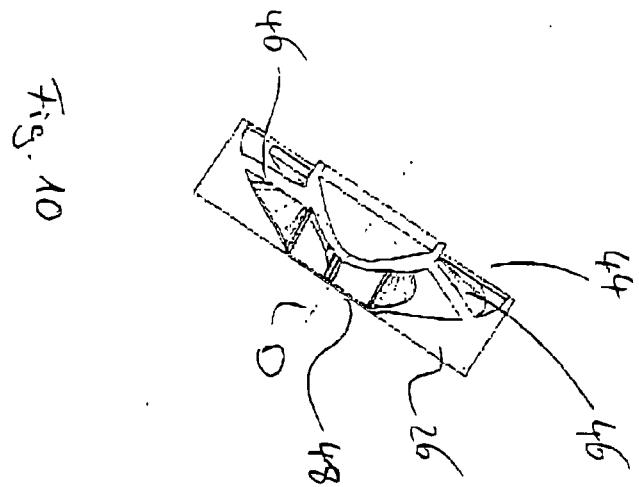


8.6.16



• 8:1





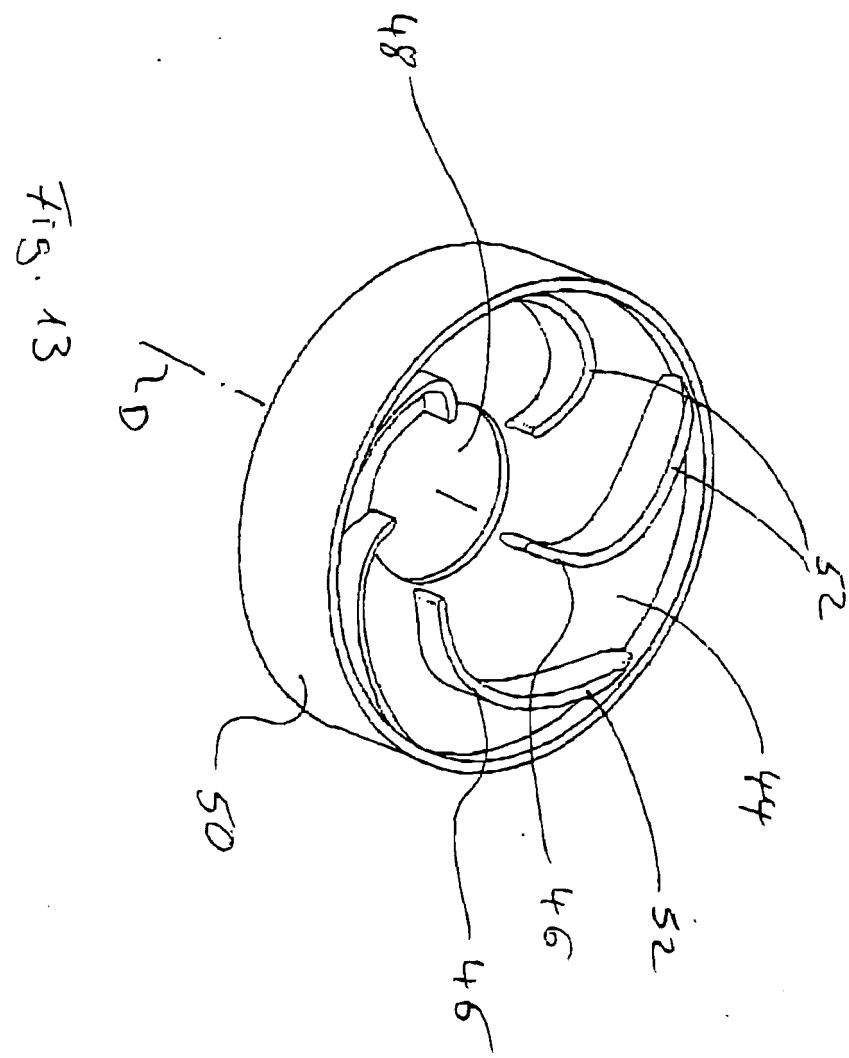


Fig. 14

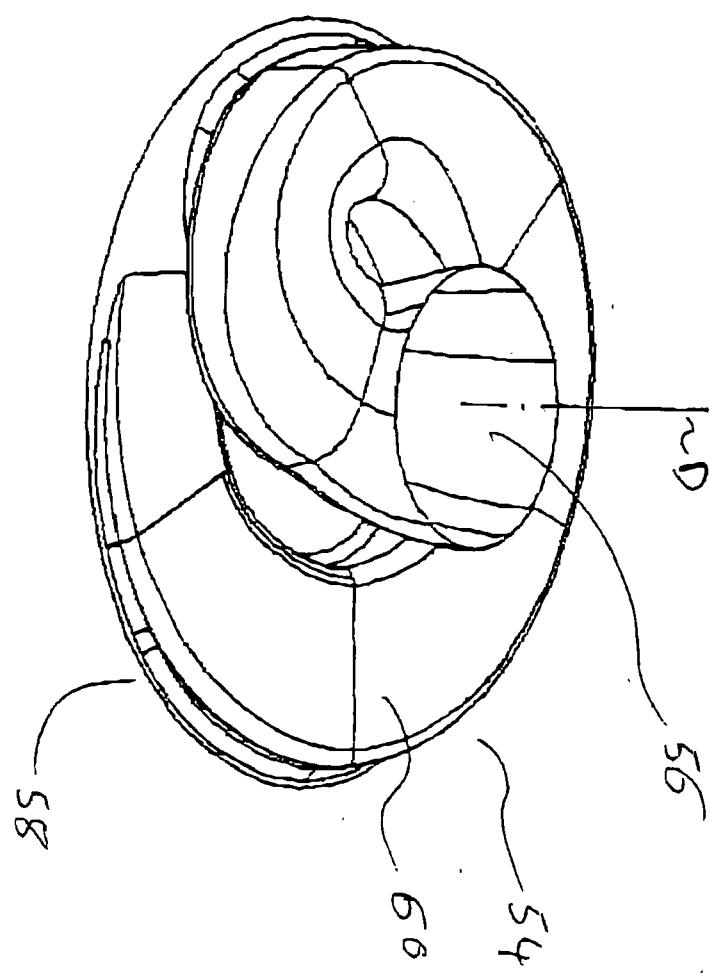


Fig. 15

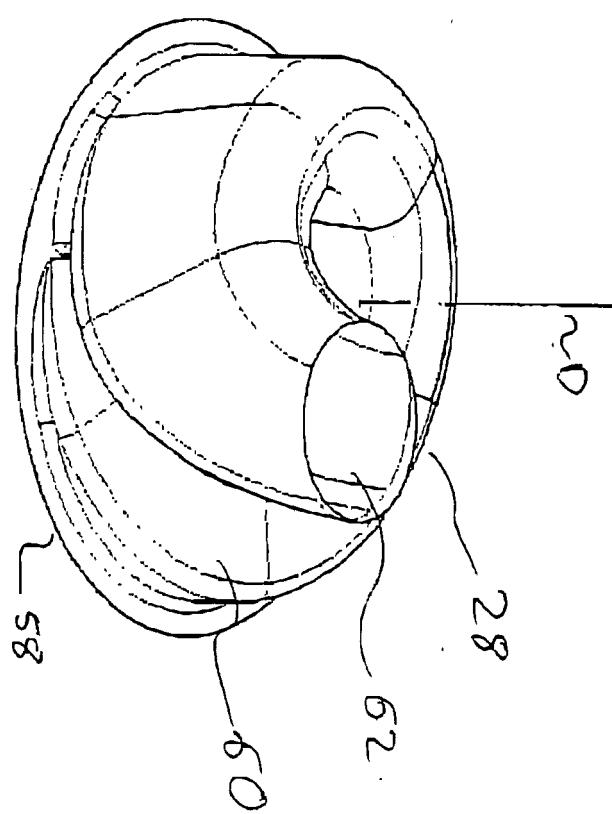
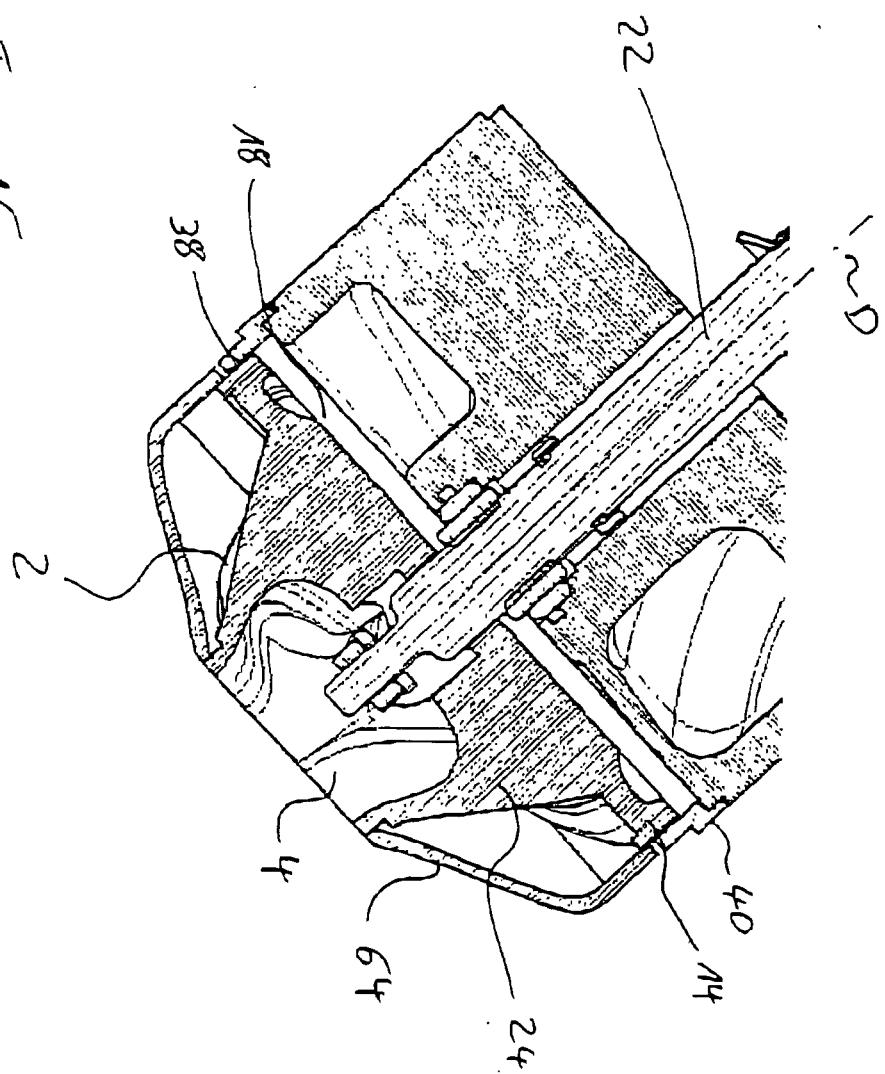


Fig. 16



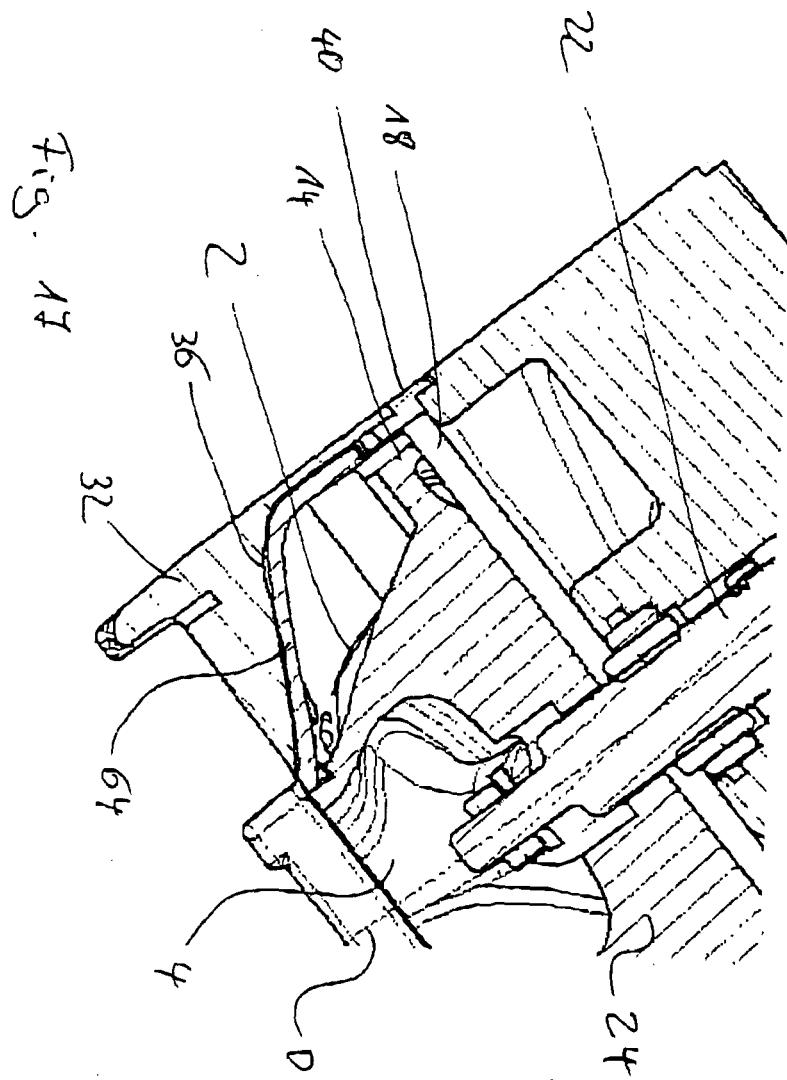


Fig. 18

120

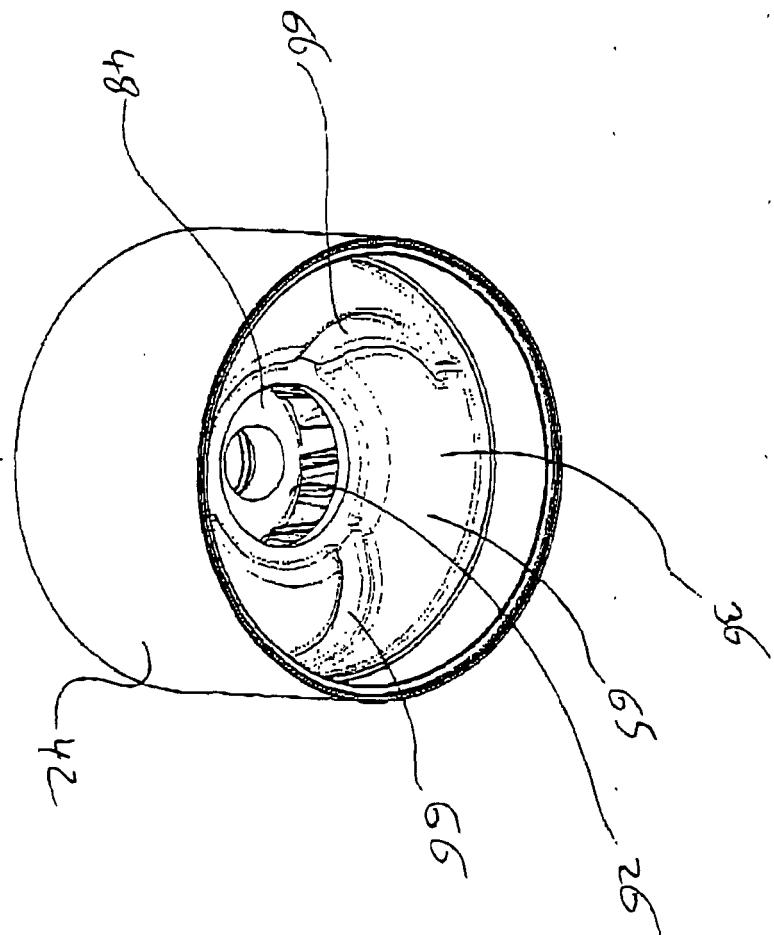
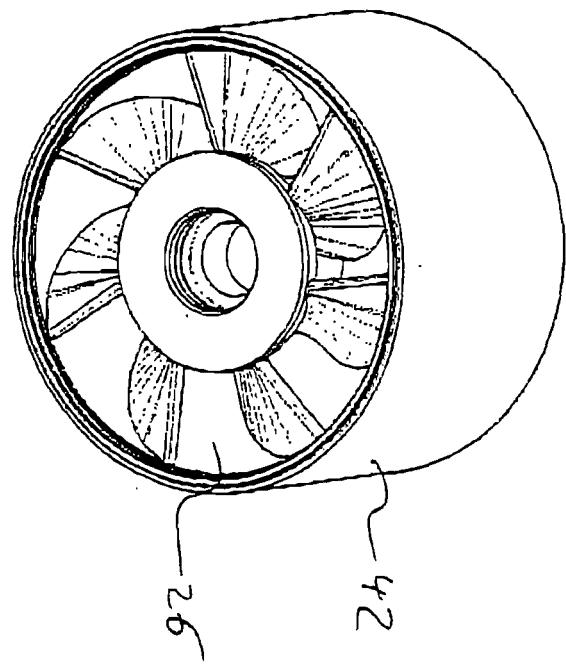


Fig. 19

120





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 29 37 214 A1 (RHEIN-BAYERN FAHRZEUGBAU GMBH & CO KG) 2. April 1981 (1981-04-02)	1,3,4,8, 9	INV. F04D29/22
A	* Seite 14, Absatz 1 - Absatz 2; Abbildungen 3,5 *	5	F04D1/12
X	-----		
X	US 6 565 315 B1 (BERTELS AUGUSTINUS WILHELMUS MARIA ET AL) 20. Mai 2003 (2003-05-20)	1,3, 8-13,16	ADD. F04D7/04
A	* Spalte 6, Zeile 43 - Spalte 7, Zeile 25 * * Spalte 8, Zeile 13 - Zeile 27 * * Spalte 9, Zeile 12 - Zeile 18; Abbildungen 1,4,9 *	14,15	
X	-----		
X	US 2 887 958 A (DAVIDSON ARTHUR P) 26. Mai 1959 (1959-05-26)	1-5,8,9	
A	* Spalte 4, Zeile 23 - Zeile 66; Abbildungen 9,10 *	6,7	
X	-----		
X	US 3 218 982 A (WIGTON PAUL L) 23. November 1965 (1965-11-23) * Spalte 1, Zeile 61 - Spalte 2, Zeile 51; Abbildung 1 *	1,3	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
X	-----		
X	DE 714 289 C (WEISE SOEHNE; ADOLF VOLBRACHT) 26. November 1941 (1941-11-26) * Seite 2, Zeile 36 - Zeile 47; Abbildung 2 *	1	F04D F01D
	-----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
	München	11. Mai 2006	Di Giorgio, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

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

EP 05 02 6945

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.

11-05-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 2937214	A1	02-04-1981	KEINE		
US 6565315	B1	20-05-2003	AT 260414 T		15-03-2004
			AU 5416499 A		21-02-2000
			CN 1317075 A		10-10-2001
			DE 69915078 D1		01-04-2004
			DE 69915078 T2		15-07-2004
			DK 1102936 T3		07-06-2004
			WO 0006907 A1		10-02-2000
			EP 1102936 A1		30-05-2001
			ES 2214042 T3		01-09-2004
			JP 3416116 B2		16-06-2003
			JP 2002521618 T		16-07-2002
			NL 1009759 C2		01-02-2000
US 2887958	A	26-05-1959	KEINE		
US 3218982	A	23-11-1965	KEINE		
DE 714289	C	26-11-1941	KEINE		

**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**

- US 6837684 B2 [0002]