

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 733 802 A1

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
25.09.1996 Patentblatt 1996/39

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F04B 43/00

(21) Anmeldenummer: 96101648.2

(22) Anmeldetag: 06.02.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB

(30) Priorität: 24.03.1995 DE 19510828

(71) Anmelder: KNF Neuberger GmbH  
D-79112 Freiburg (DE)

(72) Erfinder: Riedlinger, Heinz  
D-28211 Bremen (DE)

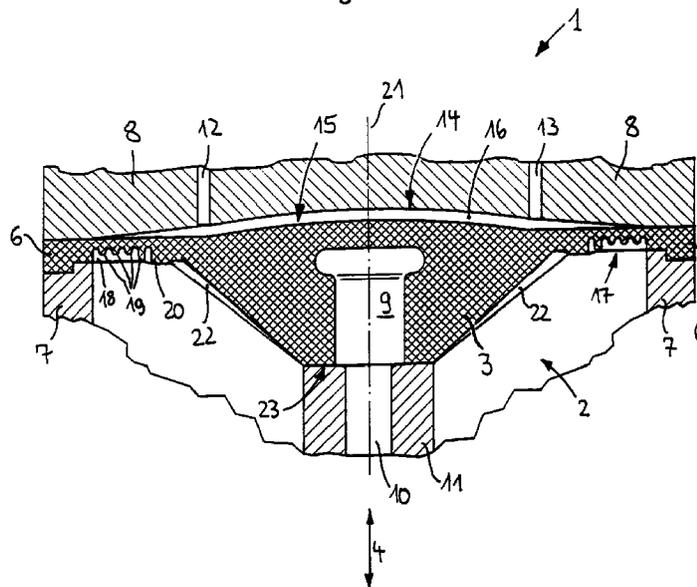
(74) Vertreter: Schmitt, Hans, Dipl.-Ing.  
Patentanwälte,  
Dipl.-Ing. Hans Schmitt,  
Dipl.-Ing. Wolfgang Maucher,  
Dipl.-Ing. RA H. Börjes-Pestalozza,  
Dreikönigstrasse 13  
79102 Freiburg (DE)

**(54) Membranpumpe mit einer Formmembran**

(57) Eine Membranpumpe (1) weist eine Formmembran (2) aus elastischem Material auf, die in ihrem Zentralbereich (3) in Hubrichtung (4) verstärkt ist und um diesen herum einen flexiblen Ringbereich (5) hat, der außenseitig mit einem Einspannrand (6) am Pumpengehäuse gehalten ist. Am Zentralbereich (3) der Formmembran (2) greift ein Pleuel (11) an, mit dem die Formmembran (2) von einer oberen in eine untere Totpunktlage und umgekehrt auslenkbar ist. An der Unterseite (17) des Ringbereichs (5) sind zur Stabilisierung

der Formmembran (2) sowohl Radialrippen (18), als auch in Umfangsrichtung verlaufende Stabilisierungsrippen (19) angeordnet. Dadurch ergibt sich eine im Ringbereich (5) um eine Umfanglinie flexible Formmembran (2), die aber dennoch um eine Durchmesserlinie eine vergleichsweise hohe Biegesteifigkeit aufweist. Die Verformung der Formmembran (2) unter Vakuum wird dadurch vermindert.

Fig. 1



EP 0 733 802 A1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Membranpumpe mit einer Formmembran aus elastischem Material, die in ihrem Zentralbereich in Hubrichtung verstärkt ist und um diesen herum einen flexiblen Ringbereich hat, der außenseitig mit einem Einspannrand am Pumpengehäuse gehalten ist, welche Formmembran mittels eines an ihrem Zentralbereich angreifenden Pleuels oder dergleichen Hubvorrichtung von einer oberen in eine untere Totpunktlage und umgekehrt auslenkbar ist, wobei insbesondere die dem Pumpraum zugewandte Membranoberseite im Zentralbereich sowie die benachbarte Wandung des Pumpraumes geometrisch aneinander angepaßt sind und an der dem Pumpraum abgewandten Membranunterseite zumindest im Ringbereich Radialrippen zur Stabilisierung vorgesehen sind.

Aus DE 40 07 932 C2 ist bereits eine solche Membranpumpe bekannt, bei der die der Formmembran zugewandte Wandung des Pumpraumes in ihrem zentralen Bereich etwa kugelförmig ausgebildet ist und die Formmembran in ihrem zugehörigen Zentralbereich bezüglich ihrer Oberseite geometrisch an diesen kugelförmigen Pumpraumbereich angepaßt ist, so daß die Formmembran sich mit ihrer Oberseite in der oberen Totpunktlage zumindest in ihrem Zentralbereich wenigstens nahezu vollständig an die Wandung des Pumpraumes anschmiegt. Damit die während des Pumpens in der Formmembran auftretende Walkarbeit möglichst klein gehalten werden kann und die Membranpumpe beim Förderhub dennoch ein ausreichendes Ansaugvolumen aufweist, ist der Ringbereich der Formmembran vergleichsweise dünn und flexibel ausgebildet, während der Zentralbereich in Hubrichtung verstärkt ist, um bei der Hubbewegung eine Art Kolbenwirkung zu erzielen.

Um bei einer Verwendung dieser, vorzugsweise als Vakuum-Pumpe eingesetzten Membranpumpen, während des Betriebs der Pumpe - insbesondere beim Saughub - die Gefahr einer Durchwölbung der Formmembran in Richtung der benachbarten Pumpraumwand zu vermindern, weist die vorbekannte Membranpumpe an der Unterseite des Ringbereichs Radialrippen auf, die diesen stabilisieren sollen. Obwohl sich solche mit Radialrippen ausgestatteten Formmembranen in der Praxis in vielerlei Hinsicht bewährt haben, so hat sich doch gezeigt, daß besonders bei Vakuumpumpen, die als Vorpumpen für Turbo-Molekularpumpen verwendet werden, ein unerwünschtes Durchwölben der Membran nur dann in ausreichendem Maße verhindert werden kann, wenn an der Unterseite des Ringbereichs eine Vielzahl von Radialrippen dicht benachbart zueinander angeordnet sind. Dies hat jedoch den Nachteil, daß die Flexibilität des Ringbereichs entsprechend verringert wird, wodurch sich die Walkarbeit, die Erwärmung der Membran und der damit verbundene Verschleiß der Membrane erhöhen.

Sind die Radialrippen dagegen soweit voneinander beabstandet angeordnet, daß die Membrane im Ringbereich eine ausreichende Flexibilität aufweist, kommt es zu einem zu starken Durchwölben des Ringbereichs, so daß bei niedrigen Saugdrücken der volumetrische Wirkungsgrad und das Saugvermögen der Pumpe entsprechend verringert ist. Außerdem können Schwingungen in der Membrane auftreten, die einerseits zu einer Erwärmung der Formmembran führen und andererseits aber auch ein Anstoßen der Formmembran an der benachbarten Pumpraumwand verursachen können. Ein Anstoßen der Formmembran an der Pumpraumwand ist vor allem auch deshalb unerwünscht, da dies es außer zu einer erhöhten Geräuschentwicklung auch zu einem vorzeitigen Verschleiß der Formmembran führt. Dabei können von der Formmembran abgetragene Partikel auch die Funktion der Ein- und Auslaßventile beeinträchtigen, was die Qualität des mit der Membranpumpe erzielbare Vakuums zusätzlich vermindert.

Es besteht deshalb die Aufgabe, eine Membranpumpe der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welcher der Ringbereich der Formmembran flexibel genug ist, um eine möglichst leichtgängige Hubbewegung mit nur geringen Walkarbeitsverlusten zu ermöglichen, bei der aber dennoch die Verformungen des Ringbereichs der Membran unter Vakuum minimiert sind, so daß das Saugvermögen der Membranpumpe entsprechend verbessert ist.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht bei einer Membranpumpe der eingangs genannten Art darin, daß an der Unterseite des Ringbereichs zwischen benachbarten Radialrippen wenigstens eine im wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufende Stabilisierungsrippe angeordnet ist.

Dabei wird unter im wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufend verstanden, daß die Stabilisierungsrippen entweder in Umfangsrichtung ausgerichtet sind, also konzentrisch zu Membrane-Längsachse angeordnet sind, oder daß sie tangential zur Umfangsrichtung ausgerichtet oder etwas schräg zur Umfangsrichtung, beispielsweise spiralförmig verlaufen. Der Ringbereich der Formmembran wird also bei der erfindungsgemäßen Membranpumpe sowohl durch die Radialrippen, als auch durch die quer dazu verlaufenden Stabilisierungsrippen gestützt. Die Radialrippen können deshalb in einem ausreichend großen Abstand zueinander angeordnet werden, so daß sich ein besonders flexibler Ringbereich ergibt, der beim Betrieb der Pumpe nur eine vergleichsweise geringe Walkarbeit verursacht. Dennoch werden ein Durchwölben des Ringbereichs sowie die damit einhergehenden Schwingungen, insbesondere auch bei der Saugbewegung der Membran und bei großen Unterdrücken, wirkungsvoll vermieden.

Die zwischen den Radialrippen liegenden Membranbereiche werden also Die Stabilisierungsrippen sind also gezielt so angeordnet, daß der Ringbereich der Formmembran um eine Umfangslinie flexibel ist, jedoch in einer quer dazu verlaufenden Richtung eine

vergleichsweise große Biegesteifigkeit aufweist. Somit ergibt sich eine leichtgängig betätigbare Formmembran, die nur einen sehr kleinen Anteil der aufgetragenen Hubenergie in Walkarbeit umsetzt und bei der dennoch Schwingungen sowie ein Anstoßen der Formmembran im oberen Totpunkt an die benachbarte Pumpraumwand vermieden werden. Die Formmembran weist dadurch einerseits eine höhere Lebensdauer auf und andererseits wird die Wirkung der Ventile der Membranpumpe nicht so schnell durch von der Formmembran abgeriebene Membranpartikel beeinträchtigt. Vorteilhaft ist auch, daß durch die geringe Durchwölbung des Ringbereichs während der Saug- beziehungsweise Hubbewegung der volumetrische Wirkungsgrad und das Saugvermögen der Membranpumpe insbesondere bei niedrigen Drücken verbessert wird. Die erfindungsgemäße Membranpumpe eignet sich deshalb besonders für eine Verwendung als Vakuumpumpe. Dabei ermöglichen die Stabilisierungsrippen speziell im Bereich der Einlaß- und Auslaßöffnung des Pumpraumes eine deutliche Reduzierung der Verformung der Membran.

Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, daß zwischen benachbarten Radialrippen mehrere, radial zueinander versetzte Stabilisierungsrippen angeordnet sind. Die auf den Ringbereich unter Vakuum einwirkenden Kräfte können dann noch gleichmäßiger von den Stabilisierungsrippen aufgenommen und über die Radialrippen in das Pumpengehäuse beziehungsweise den Zentralbereich der Formmembran eingeleitet werden.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß das Biegemoment der Radialrippen um eine Umfangslinie der Formmembran jeweils größer ist als das einer einzelnen Stabilisierungsrippe um einen diese kreuzenden Radius der Formmembran. Die Radialrippen sind also biegesteifer ausgeführt als die Stabilisierungsrippen, wobei jeweils mehrere Stabilisierungsrippen mit einer gemeinsamen Radialrippe zusammenwirken und an dieser abgestützt sind. Die Anzahl der Radialrippen kann somit reduziert werden, so daß sich ein um eine Umfangslinie flexibler, aber dennoch um eine Durchmesserlinie vergleichsweise biegesteifer Ringbereich ergibt, der trotz geringer Walkarbeitsverluste auch bei Arbeitsdrücken im Hubraum von nur wenigen Millibar noch ein gutes Saugvermögen ermöglicht.

Das im Vergleich zu den Stabilisierungsrippen größere Biegemoment der Radialrippen kann besonders einfach dadurch erzielt werden, daß die in Richtung der Membran-Längsachse orientierte Höhe der Radialrippen größer ist als die Höhe wenigstens einer, insbesondere der in Radialrichtung außen angeordneten Stabilisierungsrippe.

Damit die Membrankräfte besonders gut von den Stabilisierungsrippen auf die Radialrippen übertragen werden können und von dort einerseits radial nach innen in den Zentralbereich der Formmembran und andererseits aber auch radial nach außen in das Pumpengehäuse eingeleitet werden können, ist es vorteilhaft, wenn die Stabilisierungsrippen in Umfangsrichtung

an der Membranunterseite geschlossen umlaufen und die Radialrippen kreuzen bzw. durchdringen.

Zweckmäßigerweise weist zumindest die in Radialrichtung innen angeordnete Stabilisierungsrippe des Ringbereichs in Axialrichtung der Formmembran eine größere Höhe auf, als wenigstens eine im Vergleich dazu weiter außen angeordnete Stabilisierungsrippe. Dadurch ergibt sich ein gleichmäßiger Übergang von dem vergleichsweise dünnen Ringbereich zu dem in Hubrichtung verstärkten Zentralbereich der Formmembran, so daß die Zug- und Druckspannungen in der Formmembran möglichst gleichmäßig verteilt werden. Dadurch kann auch die Dehnung des elastischen Membran-Materials reduziert werden, was insbesondere bei teflonbeschichteten Formmembranen vorteilhaft ist, da Teflon aufgrund seiner geringen Elastizität leicht zu Rißbildung neigt.

Eine Ausführungsform sieht vor, daß die Unterseite der in Radialrichtung innen angeordneten Stabilisierungsrippe etwa bündig an die Unterseite der Radialrippen anschließt. Das für die Formmembran verwendete Kautschuk-Material kann dann während des Vulkanisationsprozesses besser in die Eckbereiche zwischen den Stabilisierungs- und den Radialrippen fließen.

Zweckmäßig ist, wenn die in Axialrichtung der Formmembran orientierte Dicke der inneren Stabilisierungsrippe etwa genau so groß oder etwas kleiner ist als die Dicke des dieser Stabilisierungsrippe benachbarten äußeren Randbereichs des Zentralbereichs. Dadurch ergibt sich ein besonders gleichmäßiger Übergang zwischen dem Zentralbereich und dem Ringbereich, durch den die während des Betriebs der Membranpumpe in der Formmembran auftretenden mechanischen Spannungen reduziert werden.

Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, daß der Zentralbereich an der Membranunterseite einen Absatz aufweist, der einen vorzugsweise stufenförmig ausgebildeten Übergangsbereich zum Ringbereich bildet. Für die Übertragung der insbesondere bei Vakuumpumpen in der Formmembran auftretenden Zugkräfte vom Ringbereich auf den Zentralbereich der Formmembran steht dann im Zentralbereich trotz des in diesem Bereich verkleinerten Membrandurchmessers eine ausreichende Krafteinleitungsfläche zur Verfügung, so daß die in diesem Bereich auftretenden Zugspannungen reduziert sind.

Ein besonders gleichmäßiger und für den Kraftfluß günstiger Übergang zwischen Zentralbereich und Ringbereich kann dadurch erreicht werden, daß die Unterseite der Radialrippen bündig die Unterseite des Absatzes anschließt und daß die Höhe der Radialrippen zumindest zwischen dem Absatz und der in Radialrichtung inneren Stabilisierungsrippe radial nach außen hin abnimmt.

Um einen noch günstigeren und homogenen Kraftfluß in dem Ringbereich der Membran zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß die vorzugsweise in gleichen Abständen radial zueinander versetzt angeordneten Stabilisierungsrippen in Radialrichtung ein etwa wellen-

förmiges Profil mit gerundeten Übergängen zwischen den einzelnen Stabilisierungsrippen bilden. Für die Stabilisierungsrippen und/oder die Stabilisierungsvorsprünge wird dagegen ein in Umfangsrichtung der Formmembran gesehen rechteckiger Querschnitt bevorzugt, um eine größere Biegesteifigkeit zu erreichen.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, daß sich der Zentralbereich an seiner Unterseite nach unten hin verengt und dort vorzugsweise etwa kegelstumpfförmig ausgebildet ist, daß der Zentralbereich an seiner Unterseite im wesentlichen radial-axial angeordnete Stabilisierungsvorsprünge aufweist und daß sich diese nach außen hin in den Stabilisierungsrippen des Ringbereichs fortsetzen. Die von den Stabilisierungsrippen auf die Radialrippen übertragenen Stützkräfte können dann besser in den Zentralbereich eingeleitet werden, so daß einem Durchbiegen oder Wölben des Ringbereichs in Richtung des Pumpdraumes bei Beaufschlagung der Formmembran mit Vakuum noch wirkungsvoller entgegengewirkt wird.

Als besonders günstig für das Saugvermögen der Membranpumpe hat sich in der Praxis erwiesen, wenn die Radialrippen etwa im Abstand von 20° zueinander versetzt gleichmäßig über den Umfang der Formmembran verteilt angeordnet sind und wenn jeweils zwischen benachbarten Radialrippen vier radial zueinander versetzte Stabilisierungsrippen vorgesehen sind.

Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen in unterschiedlichen Maßstäben und zum Teil stärker schematisiert:

Fig. 1 eine im Schnitt gehaltene Teilansicht einer Membranpumpe mit einer Formmembran, deren äußerer Membran-Randbereich zwischen dem Kurbelgehäuse der Membranpumpe und dem Pumpenkopf eingespannt ist und die mit einem nur teilweise dargestellten Pleuel in Antriebsverbindung steht,

Fig. 2 eine Ansicht auf die Unterseite der Formmembran nach Figur 1, welche die in Umfangsrichtung verlaufenden Stabilisierungsrippen sowie die Radialrippen des Ringbereichs besonders gut erkennen lassen, welche sich nach innen hin in den Stabilisierungsvorsprüngen des Zentralbereichs fortsetzen,

Fig. 3 eine Seitenansicht der in Figur 1 gezeigten Formmembran in Ruhestellung, wobei der Ringbereich teilweise im Schnitt dargestellt ist, damit die Anordnung der Stabilisierungsrippen sichtbar ist,

Fig. 4 eine Detailvergrößerung des in Figur 3 mit X gekennzeichneten Membranebereichs, wobei die unterschiedliche Höhe der einzel-

nen Stabilisierungsrippen und der Absatz des Zentralbereichs besonders gut erkennbar sind, der den Übergang zum Ringbereich bildet und

Fig. 5 das Saugvermögen der erfindungsgemäßen Membranpumpe als Funktion des Saugdruckes, wobei zum Vergleich auch die Saugvermögenskurve der aus DE-40 07 932 C2 vorkannten Membranpumpe in das Diagramm eingezeichnet ist.

Eine im ganzen mit 1 bezeichnete Membranpumpe (Fig. 1) weist eine Formmembran 2 aus elastischem Material auf, die in ihrem Zentralbereich 3 in Hubrichtung 4 verstärkt ist und um diesen Zentralbereich 3 herum einen flexiblen Ringbereich 5 hat. Dieser ist an seinem Außenumfang mit einem Einspannrand 6 am Pumpengehäuse zwischen dem Kurbelgehäuse 7 und dem Pumpenkopf 8 eingespannt. In die Formmembran 2 ist ein als Mitnehmerkern ausgebildeter Formkern 9 einvulkanisiert, an dessen Gewindestutzen 10 ein Pleuel 11 angreift, mit dem die Formmembran 2 aus einer oberen in eine untere Totpunktstellung und umgekehrt auslenkbar ist. Der Pumpenkopf 8 weist einen Einlaßkanal 12 und einen Auslaßkanal 13 für das zu fördernde oder abzusaugende Medium auf, die jeweils in den durch die Pumpenwand 14 des Pumpenkopfs 8 und die Membranoberseite 15 begrenzten Pumpraum 16 einmünden. Die Ein- und Auslaßkanäle 12, 13 sind in bekannter Weise mit Einbeziehungsweise Auslaßventilen versehen, die aus Gründen der Übersichtlichkeit in Fig. 1 nicht dargestellt sind.

Um in der oberen Totpunktstellung der Formmembran 2 eine möglichst kleinen Totraum zu erreichen, sind die dem Pumpraum 16 zugewandte Membranoberseite 15 im Zentralbereich 3 sowie die benachbarte Pumpraumwand 14 geometrisch aneinander angepaßt. Dabei sind sowohl die Pumpraumwand 14, als auch die Formmembran 2 jeweils in ihrem zentralen Bereich kugelförmig ausgebildet.

Die Formmembran 2 weist an ihrer dem Pumpraum 16 abgewandten Unterseite 17 im Ringbereich 5 insgesamt 18 gleichmäßig über den Umfang des Ringbereichs 5 verteilte Radialrippen 18 auf, die kombiniert sind mit vier konzentrisch und in gleichen Abständen voneinander an der Unterseite 17 des Ringbereichs 5 umlaufenden Stabilisierungsrippen 19. Dabei ermöglichen die Stützrippen 19 durch die zwischen ihnen befindlichen Aussparungen, an denen die Formmembran 2 nur eine vergleichsweise geringe Wandstärke aufweist, eine um eine Umfangslinie im Ringbereich 5 besonders flexible Formmembran 2, die bei der Hubbewegung nur einen sehr kleinen Anteil der aufgebrauchten Hubenergie in Walkarbeit umsetzt.

Um eine Durchmesserlinie weisen die Stabilisierungsrippen 19 dagegen eine vergleichsweise hohe Biegesteifigkeit auf, so daß unter Vakuum die Durchbiegung oder die Wölbung des Ringbereichs 5 in Richtung

des Pumpraums 16 vermindert ist. Zusätzlich verhindern die Radialrippen 18, daß sich der Ringbereich 5 unter Beaufschlagung mit Unterdruck oder Vakuum im Pumpraum 16 um eine Umfangslinie der Formmembran 2 unzulässig stark krümmt.

Die während des Betriebs der Membranpumpe 1 an dem Ringbereich 5 angreifenden Kräfte werden also durch die Stabilisierungsrippen 19 in Umfangsrichtung abgestützt und dadurch auf die Radialrippen 18 übertragen, die wiederum einerseits die Kräfte nach außen in das Pumpengehäuse abführen und andererseits diese aber auch nach innen hin in den im Vergleich zum Ringbereich 5 wesentlich dicker und daher besonders formstabil ausgebildeten Zentralbereich 3 einleiten.

Durch die Kombination der Radialrippen 18 mit den Umfangsrichtung verlaufenden Stützrippen 19 weist die Membranpumpe 1 besonders bei niedrigen Ansaugdrücken einen verbesserten volumetrischen Wirkungsgrad auf, der in einem größeren Saugvermögen resultiert.

Figur 5 zeigt die Saugvermögenskurve 24 der erfindungsgemäßen Membranpumpe 1 im Vergleich zu der Saugvermögenskurve 25 der aus DE-PS 40 07 932 C2 vorbekannten Membranpumpe, die zwar Radialrippen 18, jedoch keine in Umfangsrichtung orientierten Stabilisierungsrippen 19 aufweist. Aufgetragen ist das Saugvermögen in Liter pro Stunde als Funktion des in Millibar absolut angegebenen Ansaugdrucks der Membranpumpe 1.

Figur 5 läßt erkennen, daß die mit Radial- und Stabilisierungsrippen ausgestattete Membranpumpe 1 gegenüber der nur Radialrippen 18 aufweisenden Membranpumpe besonders bei Ansaugdrücken unterhalb von 10 mbar absolut ein deutlich verbessertes Saugvermögen aufweist. Außerdem ist der Mindest-Unterdruck, gegen den die Membranpumpe 1 gerade noch ansaugen kann, gegenüber der vorbekannten Membranpumpe um etwa ein Drittel vermindert. Die erfindungsgemäße Membranpumpe 1 eignet sich deshalb noch besser als Vakuumpumpe und kann insbesondere auch als Vorpumpe für eine Turbo-Molekularpumpe verwendet werden.

Erwähnt werden soll noch, daß durch die mit den Radialrippen 18 kombinierten Stabilisierungsrippen 19 auch Schwingungen in der Formmembran 2, die zu einem Anstoßen der Formmembran 2 an die benachbarte Pumpraumwand 14 führen können, verringert werden. Dadurch ergibt sich einerseits eine größere Lebensdauer der Membran, was besonders bei relativ teuren, teflon-beschichteten Formmembranen vorteilhaft ist, und andererseits wird aber auch eine Beeinträchtigung der Funktion der Ein- und Auslaßventile durch bei einem Anstoßen an der Pumpraumwand 14 von der Formmembran 2 abgetragene Partikel weitestgehend vermieden.

Damit die an der Formmembran 2 angreifenden Betriebskräfte möglichst gleichmäßig abgestützt werden können, sind an der Unterseite 17 des Ringbereichs 5 insgesamt vier konzentrische und gleichmäßig

voneinander beabstandete Stabilisierungsrippen 19 angeordnet. Die Stabilisierungsrippen 19 laufen an der Membran-Unterseite 17 geschlossen um und kreuzen die Radialrippen 18. Die Membrankräfte können dadurch besonders gut von den Stabilisierungsrippen 19 auf die Radialrippen 18 übertragen werden. Da jede Radialrippe 18 jeweils mehrere Stabilisierungsrippen 19 abstützt, ist das Biegemoment der Radialrippen 18 um eine Umfangslinie der Formmembran 2 jeweils größer als das der einzelnen Stabilisierungsrippen 19 um eine Durchmesserlinie der Formmembran 2. Die Radialrippen 18 weisen dazu eine größere Höhe a auf als die Höhe b der drei äußeren Stabilisierungsrippen 19 auf.

Um den Übergang zu dem im Vergleich zu dem Ringbereich 5 dicker ausgebildeten Zentralbereich 3 gleichmäßiger zu gestalten, weist die innere Stabilisierungsrippe 19 eine größere Höhe c auf als die Höhe b der äußeren Stabilisierungsrippen 19. Dadurch ergibt sich bei der Hubbewegung der Formmembran 2 im Übergangsbereich zwischen Ring- und Zentralbereich eine gleichmäßigere Belastung des elastischen Membranmaterials. Gegebenenfalls können für die Höhe der einzelnen Stabilisierungsrippen 19 zusätzliche Abstufungen vorgesehen sein, wobei diese Höhe mit zunehmendem Abstand vom Zentralbereich 3 immer kleiner wird. Dabei ist die Höhe c der inneren Stabilisierungsrippen 19 vorzugsweise etwas kleiner gewählt als die Dicke d des diesen Stabilisierungsrippen 19 benachbarten Außenrands des Zentralbereichs 3.

Damit die mechanischen Spannungen am Außenrand des Zentralbereichs 3 trotz des an dieser Stelle bereits vergleichsweise kleinen Membrandurchmessers auf einen ausreichend großen Materialquerschnitt verteilt werden können, ist am Außenrand des Zentralbereichs 3 ein Absatz 20 vorgesehen, der den Übergang zum Ringbereich 5 bildet. Die Dicke d dieses Absatzes 20 entspricht etwa der vierfachen Höhe b der äußeren Stabilisierungsrippen 19. Die Dicke des Ringbereichs an der höchst Stelle der inneren Stabilisierungsrippe 19 ist etwas kleiner als die Dicke d des Absatzes 20. Die Radialrippen 18 gehen an ihrem inneren, der Längsmittelachse 21 der Formmembran 2 zugewandten Ende unmittelbar in den Absatz 20 über und reichen mit ihrem äußeren Endbereich bis in den verdickt ausgebildeten Einspannrand 6.

Damit die an dem Ringbereich 5 angreifende Betriebskräfte noch besser in den Zentralbereich 3 abgeleitet werden können, sind die Radialrippen 18 zwischen der inneren Stabilisierungsrippe 19 und dem Absatz 20 an ihrer Unterseite abgeschrägt, so daß in diesem Bereich die Höhe der Radialrippen 18 radial nach außen hin abnimmt. Zwischen der inneren Stabilisierungsrippe 19 und dem Einspannrand 6 weisen die Radialrippen 18 dagegen eine konstante Rippenhöhe auf.

Wie aus Figur 4 besonders gut erkennbar ist, haben die zueinander versetzt angeordneten Stabilisierungsrippen 19 in Radialrichtung ein etwa wellenförmig

ges Profil mit gerundeten Übergängen. Der Kraftfluß in der Formmembran 2 soll dadurch besonders gleichmäßig auf dem zur Verfügung stehenden Materialquerschnitt verteilt werden. Für die Radialrippen 18 ist dagegen ein rechteckiger Querschnitt vorgesehen, da diese praktisch nur in Längsrichtung auf Biegung beansprucht werden.

Um einen möglichst leichten und materialsparenden Zentralbereich 3 zu ermöglichen, sind an dessen Unterseite radial-axial angeordnete Stabilisierungsvorsprünge 22 vorgesehen, die von dem Flansch 23 für das Pleuel 11 bis an den Absatz 20 reichen und sich nach außen hin in den Radialrippen 18 fortsetzen (Figur 1). Dadurch wird einerseits die Formsteifigkeit des Zentralbereichs 3 erhöht und andererseits können aber auch die von den Radialrippen 18 aufgenommenen Stützkkräfte noch besser auf den Zentralbereich übertragen werden.

An den Absatz 20 schließt sich radial nach innen ein kreisringförmiger, konzentrisch zur Membranelängsachse 21 angeordneter Membrane-Zwischenbereich 27 an, der sowohl in Umfangsrichtung, als auch entlang seiner Radialerstreckung eine etwa konstante Dicke aufweist. Die radiale Breite dieses Zwischenbereichs 27 entspricht etwa seiner Dicke. An den Zwischenbereich 27 schließen sich radial nach innen hin Aussparungen 26 an, die zwischen den Stabilisierungsvorsprüngen 22 angeordnet sind. Im Bereich dieser Aussparungen 26 weist die Formmembrane 2 - in Richtung der Längsmittelachse 21 betrachtet - eine etwa 10% geringere Dicke auf als im Zwischenbereich 27.

### Patentansprüche

1. Membranpumpe (1) mit einer Formmembran (2) aus elastischem Material, die in ihrem Zentralbereich (3) in Hubrichtung (4) verstärkt ist und um diesen herum einen flexiblen Ringbereich (5) hat, der außenseitig mit einem Einspannrand (6) am Pumpengehäuse gehalten ist, welche Formmembran (2) mittels eines an ihrem Zentralbereich (3) angreifenden Pleuels (11) oder dergleichen Hubvorrichtung von einer oberen in eine untere Totpunktlage und umgekehrt auslenkbar ist, wobei insbesondere die dem Pumpraum (16) zugewandte Membran-Oberseite (15) im Zentralbereich (3) sowie die benachbarte Pumpraumwand (14) geometrisch aneinander angepaßt sind und an der dem Pumpraum (16) abgewandten Membran-Unterseite (17) zumindest im Ringbereich (5) Radialrippen (18) zur Stabilisierung vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Unterseite (17) des Ringbereichs (5) zwischen benachbarten Radialrippen (18) wenigstens eine im wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufende Stabilisierungsrippe (19) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen benachbarten Radialrippen (18) mehrere, radial zueinander versetzte Stabilisierungsrippen (19) angeordnet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegemoment der Radialrippen (18) um eine Umfangslinie der Formmembran (2) jeweils größer ist als das einer einzelnen Stabilisierungsrippe (19) um einen diese kreuzenden Radius der Formmembran (2).
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die in Richtung der Membran-Längsachse (21) orientierte Höhe (a) der Radialrippen größer ist als die Höhe (b) wenigstens einer, insbesondere der in Radialrichtung außen angeordneten Stabilisierungsrippe (19).
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stabilisierungsrippen (19) in Umfangsrichtung an der Membranunterseite (17) geschlossen umlaufen und die Radialrippen (18) kreuzen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die in Radialrichtung innen angeordnete Stabilisierungsrippe (19) des Ringbereichs (5) in Axialrichtung der Formmembran (2) eine größere Höhe (c) aufweist als wenigstens eine im Vergleich dazu weiter außen angeordnete Stabilisierungsrippe (19).
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterseite der in Radialrichtung innen angeordneten Stabilisierungsrippe (19) etwa bündig an die Unterseite der Radialrippe (18) anschließt.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die in Axialrichtung der Formmembran (2) orientierte Dicke (c) der inneren Stabilisierungsrippe (19) etwa genau so groß oder etwas kleiner ist als die Dicke (d) des dieser Stabilisierungsrippe (19) benachbarten äußeren Randbereichs des Zentralbereichs (3).
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterseite der Radialrippen (18) bündig an die Unterseite des Absatzes (20) anschließt und daß die Höhe der Radialrippen (18) zumindest zwischen dem Absatz (20) und der in Radialrichtung inneren Stabilisierungsrippe (19) radial nach außen abnimmt.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterseite der Radialrippen (18) an die Unterseite des Absatzes (20) anschließt und daß die Höhe der Radialrippen (18) zumindest zwischen dem Absatz (20) und der

in Radialrichtung inneren Stabilisierungsrippe (19)  
radial nach außen hin abnimmt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß die vorzugsweise in  
gleichen Abständen radial zueinander versetzt  
angeordneten Stabilisierungsrippen (19) in Radial-  
richtung etwa ein wellenförmiges Profil mit gerun-  
deten Übergängen zwischen den einzelnen  
Stabilisierungsrippen (19) bildet. 5 10
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß sich der Zentralbe-  
reich (3) an seiner Unterseite (17) nach unten hin  
verengt und dort vorzugsweise etwa kegelstumpf-  
förmig ausgebildet ist, daß der Zentralbereich (3)  
an seiner Unterseite (17) im wesentlichen radial-  
axial angeordnete Stabilisierungsvorsprünge (22)  
aufweist und daß sich diese nach außen hin in den  
Stabilisierungsrippen (17) des Ringbereichs (5) 15 20  
fortsetzen.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Stabilisierungs-  
rippen (19) und/oder die Stabilisierungsvorsprünge 25  
(22) in Umfangsrichtung der Formmembran (2)  
gesehen einen etwa rechteckigen Querschnitt auf-  
weisen.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, 30  
dadurch gekennzeichnet, daß die Radialrippen (18)  
etwa im Abstand von 20° zueinander versetzt  
gleichmäßig über den Umfang der Formmembran  
(2) verteilt angeordnet sind und daß jeweils zwi-  
schen benachbarten Radialrippen (18) vier radial 35  
zueinander versetzte Stabilisierungsrippen (19)  
vorgesehen sind.

40

45

50

55



Fig. 2

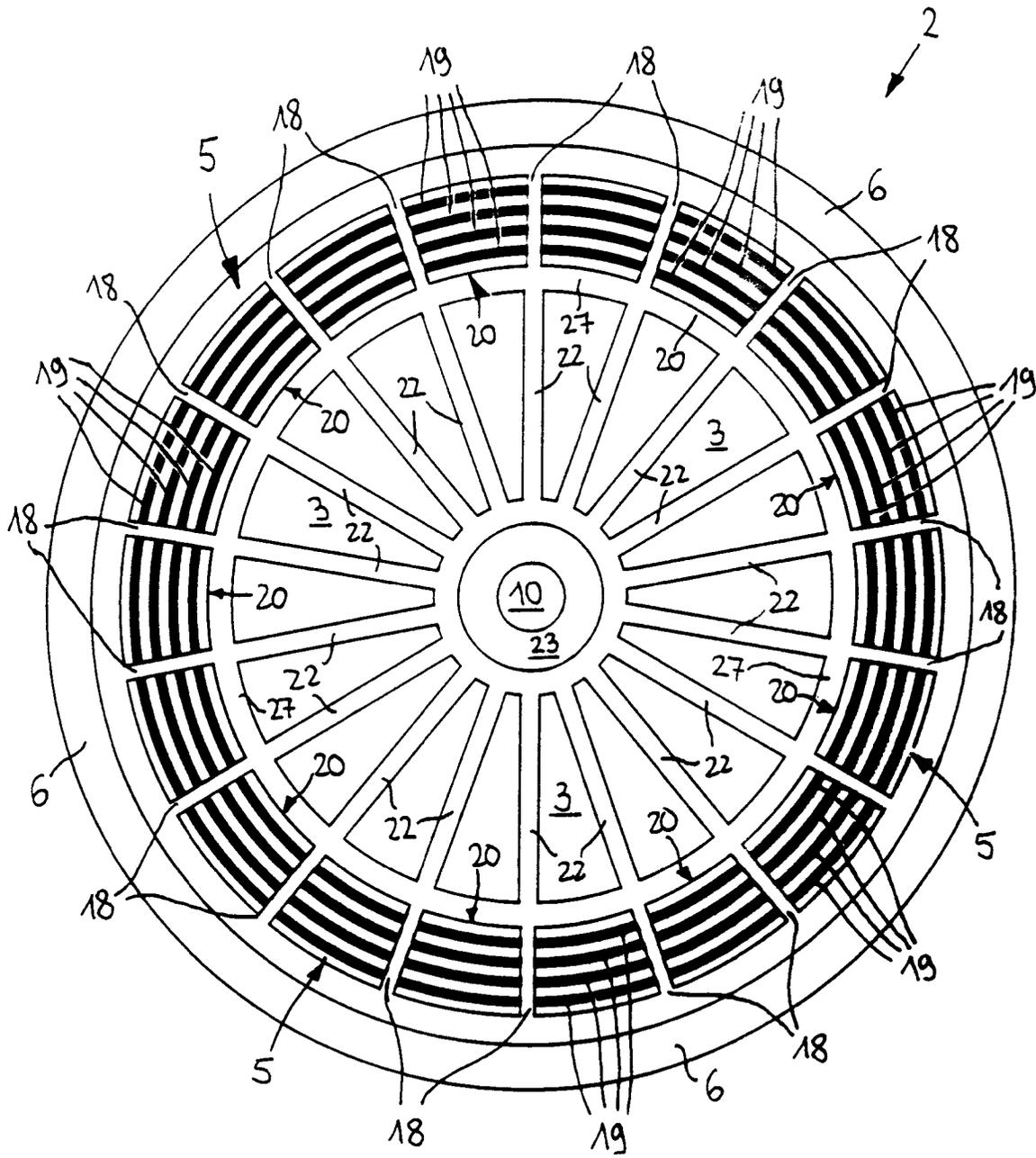


Fig. 3

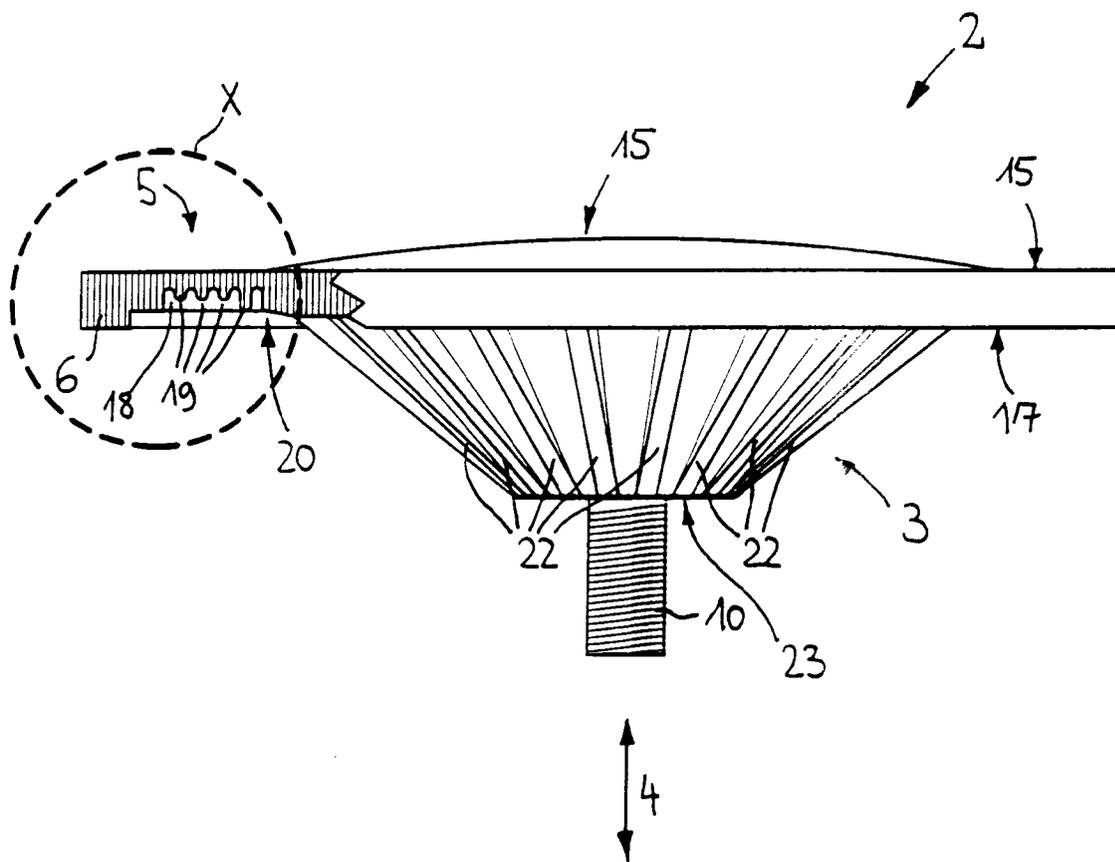


Fig. 4

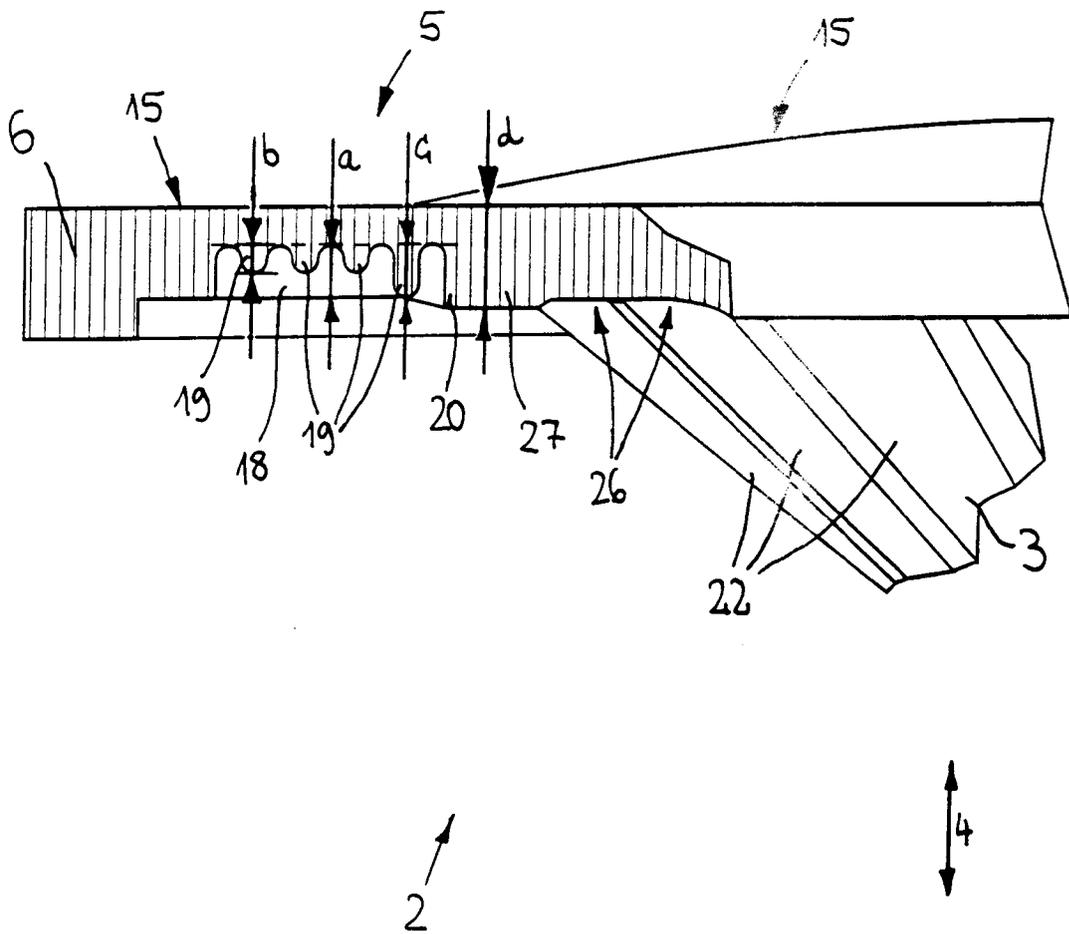
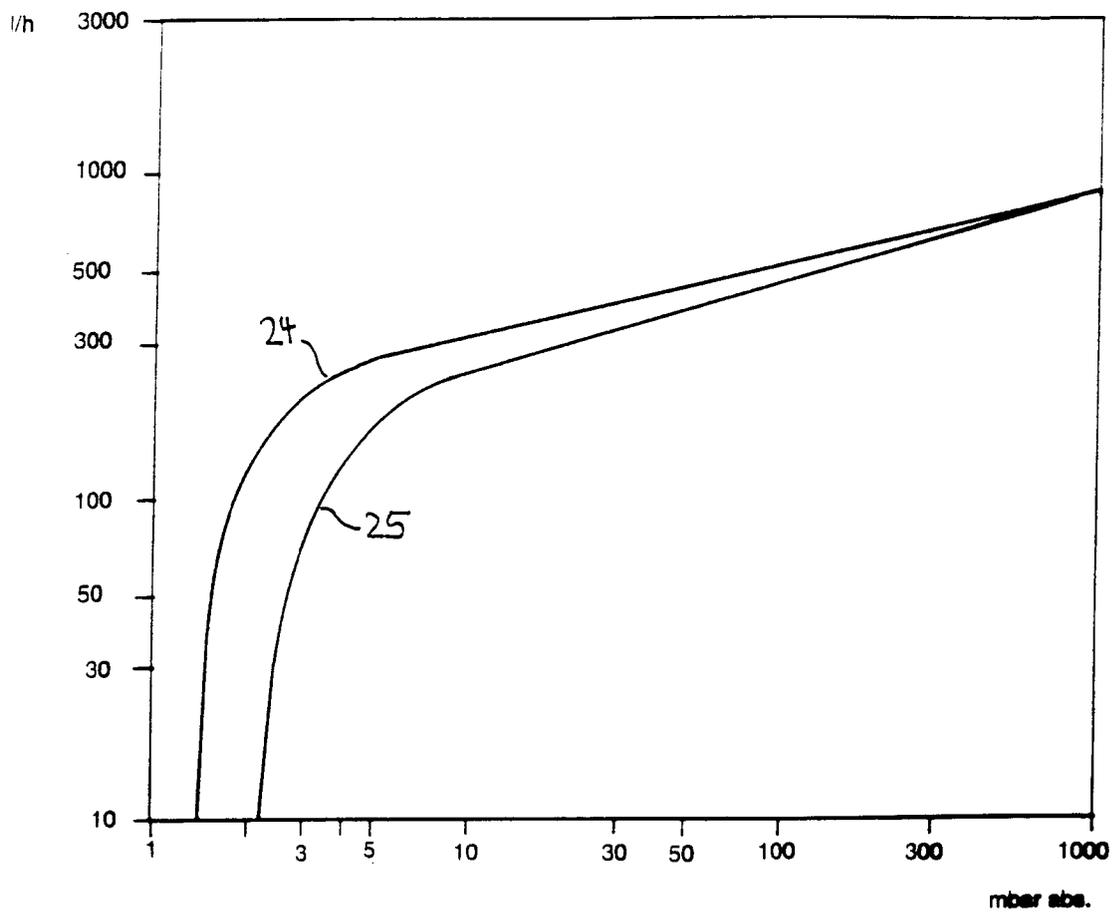


Fig. 5





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 96 10 1648

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,A	DE-A-40 07 932 (BECKER & RIEDLINGER) * das ganze Dokument * ---	1	F04B43/00
A	EP-A-0 010 943 (TUCK) * das ganze Dokument * ---	1,2	
A	FR-A-2 482 674 (BACHSCHMID & GOES) * das ganze Dokument * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) F04B
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 18. Juli 1996	Prüfer Von Arx, H
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> 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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)