

(19)



(11)

**EP 3 339 652 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.06.2018 Patentblatt 2018/26**

(51) Int Cl.:  
**F04D 19/04** (2006.01) **F04D 29/40** (2006.01)  
**F04D 29/70** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16206042.0**

(22) Anmeldetag: **22.12.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

• **Gilbrich, Sönke**  
**35753 Greifenstein (DE)**

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald Patentanwälte PartmbB**  
**Martin-Greif-Strasse 1**  
**80336 München (DE)**

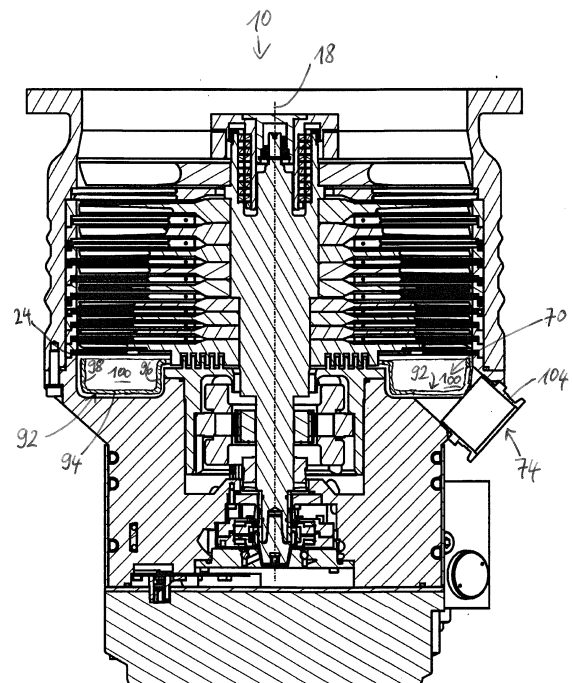
(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**  
**35614 Asslar (DE)**

Bemerkungen:  
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(72) Erfinder:  
• **Stammler, Herbert**  
**35396 Gießen (DE)**

### (54) **VAKUUMPUMPE MIT EINER INNENVERKLEIDUNG ZUR AUFNAHME VON ABLAGERUNGEN**

(57) Eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend ein Gehäuse mit wenigstens einem Einlass für Fluid, insbesondere Prozessgas oder Luft, an welchen ein Rezipient anschliessbar ist, und mit wenigstens einem Auslass für das Fluid, und wenigstens eine in dem Gehäuse angeordnete Pumpstufe zum Fördern des Fluids, insbesondere aus dem Rezipient, durch die Vakuumpumpe vom Einlass zum Auslass, wobei in dem Gehäuse eine Kammer ausgebildet ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass in der Kammer wenigstens eine Einlage zur Aufnahme von Ablagerungen angeordnet ist, die wenigstens eine die Kammer begrenzende Seite der Kammer überdeckt.



*Fig. 3*

**EP 3 339 652 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend ein Gehäuse mit wenigstens einem Einlass für Fluid, insbesondere Prozessgas oder Luft, an welchen ein Rezipient anschließbar ist, und mit wenigstens einem Auslass für das Fluid, und wenigstens eine in dem Gehäuse angeordnete Pumpstufe zum Fördern des Fluids, insbesondere aus dem Rezipient, durch die Vakuumpumpe vom Einlass zum Auslass, wobei in dem Gehäuse eine, insbesondere in den Auslass mündende, vorzugsweise einen Ausstoßbereich der Vakuumpumpe bildende, Kammer ausgebildet ist.

**[0002]** Vakuumpumpen, wie zum Beispiel Turbomolekularpumpen, werden in unterschiedlichen Bereichen der Technik eingesetzt, um ein für einen jeweiligen Prozess notwendiges Vakuum zu schaffen. Dabei kann das Problem auftreten, dass sich Ablagerungen, wie etwa Prozessverunreinigungen, Partikel und/oder Flüssigkeitsreste, aus dem durch die Pumpe gepumpten Fluid in der Vakuumpumpe und dort vornehmlich in deren Vorvakuumbereich ansammeln bzw. ablagern. Diese möglicherweise auch ätzenden und giftigen Ablagerungen müssen bei einer Wartung mit teilweise hohem Aufwand entfernt werden, insbesondere durch mechanische, physikalische und/oder chemische Reinigung. Das Gehäuse der Vakuumpumpe und insbesondere das den Vorvakuumbereich umschließende Unterteil des Gehäuses mit den dort eventuell angeordneten Baugruppen, wie etwa einer Elektronikbaugruppe, feinmechanischen Baugruppen, Dichtungen, usw. erschweren die Reinigung, da sich zum Beispiel Heißdampf, Reinigungsmittel und dergleichen schädlich auswirken können.

**[0003]** Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vakuumpumpe bereitzustellen, die sich einfach reinigen lässt. Insbesondere sollen sich Ablagerungen einfach aus dem Vorvakuumbereich der Vakuumpumpe entfernen lassen.

**[0004]** Die Aufgabe wird durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

**[0005]** Eine erfindungsgemäße Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfasst ein Gehäuse mit wenigstens einem Einlass und einem Auslass für Fluid, insbesondere Prozessgas oder Luft, wobei an den Einlass ein Rezipient anschließbar ist. Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe umfasst außerdem wenigstens eine in dem Gehäuse angeordnete Pumpstufe zum Fördern des Fluids, insbesondere aus dem Rezipient, durch die Vakuumpumpe vom Einlass zum Auslass, wobei in dem Gehäuse ferner eine Kammer ausgebildet ist, und wobei in der Kammer wenigstens eine Einlage zur Aufnahme von Ablagerungen angeordnet ist, die wenigstens eine die Kammer begrenzende Seite überdeckt.

**[0006]** Die Kammer mündet vorzugsweise in den Auslass und bildet bevorzugt einen Ausstoßbereich der Va-

kuumpumpe. Die Kammer liegt daher vorzugsweise im Vorvakuumbereich der Pumpe. Die Kammer ist bevorzugt in Pumprichtung gesehen nachgeordnet zu der vorvakuum-nahesten Pumpstufe im Gehäuse angeordnet. Der durch die Vakuumpumpe verlaufende Pumpkanal, durch den das Fluid in der Pumpe strömt, erstreckt sich durch die Kammer. Die von der Pumpe angesaugten, im Fluid enthaltenen Ablagerungen können sich daher auf der Einlage ablagern. Durch Herausnahme der Einlage aus der Pumpe können die Ablagerungen entfernt werden. Die Einlage kann bevorzugt derart in der Kammer angeordnet sein, dass sie z.B. im Rahmen einer Wartung der Pumpe aus der Kammer herausgenommen werden kann. Die herausgenommene Einlage kann außerhalb der Pumpe gereinigt und anschließend wieder in die Pumpe eingesetzt werden. Alternativ kann die verschmutzte Einlage durch eine neue Einlage ersetzt werden. Der Aufwand der Reinigung der Kammer von den Ablagerungen lässt sich durch Verwendung der Einlage reduzieren oder im optimalen Fall ganz einsparen. Dadurch kann auch das Risiko der Beschädigung von empfindlichen Baugruppen im Vorvakuumbereich reduziert werden.

**[0007]** Der Begriff "Ablagerung" ist breit zu verstehen und kann jegliche Art von Stoffen, wie etwa Partikel, Flüssigkeiten, Gase oder exotische Zustände wie Plasma oder atomares Gas, umfassen, die in dem durch die Vakuumpumpe geförderten Fluid enthalten sind und sich in der Vakuumpumpe etwa durch Anhaftung, Kondensation, Resublimation, Erstarrung oder chemische Reaktion "niedersetzen" können.

**[0008]** Bei der die Kammer begrenzenden Seite, welche die Einlage zumindest teilweise überdeckt, kann es sich um eine seitliche Wand und/oder um den Boden der Kammer handeln. Die Einlage kann derart ausgebildet sein, dass sie eine möglichst große Oberfläche der Kammer bzw. der Kammerwände überdeckt. Möglichst viele Ablagerungen können sich somit auf der Einlage und nicht auf den Kammeroberflächen ablagern.

**[0009]** Die Einlage kann schalenartig, dosenartig oder behälterartig ausgestaltet sein. Die Einlage kann daher ein von außen zugängliches Volumen aufweisen bzw. definieren, in welchem sich die Ablagerungen ablagern und ansammeln können.

**[0010]** Die Einlage kann derart ausgebildet sein, dass sie den Boden der Kammer und/oder eine die Kammer nach radial außen begrenzende Seitenwand und/oder eine die Kammer nach radial innen begrenzende Seitenwand, insbesondere zumindest weitgehend vollständig, überdeckt.

**[0011]** Vorzugsweise umgibt die Einlage, insbesondere deren Boden und Seitenwände, ein Volumen, wobei an wenigstens einer Seite der Einlage, insbesondere an der Oberseite der Einlage, wenigstens eine Öffnung vorgesehen ist, so dass die Ablagerungen durch die Öffnung hindurch in dem Volumen aufgefangen werden können. Die Öffnung kann so ausgestaltet sein, dass die Einlage an der entsprechenden Seite keine Wandung aufweist.

Die Öffnung kann alternativ so ausgestaltet sein, dass in einer Wandung eine oder mehrere Durchbrechungen, etwa Schlitze, vorgesehen werden. Die Einlage kann somit an ihrer vom Boden entfernt liegenden Oberseite vollständig oder wenigstens teilweise geöffnet sein, so dass sich die Ablagerungen von oben her in dem Volumen ansammeln können.

**[0012]** Vorzugsweise ist die Einlage derart ausgebildet und/oder kann derart in der Kammer angebracht werden, dass die wenigstens eine Öffnung der der Kammer vorgeordneten Pumpstufe zugewandt ist. Ablagerungen, die von der Pumpstufe angesaugt und in Richtung Auslass gefördert werden, können somit direkt in das Volumen der Einlage gelangen und dort angesammelt werden. Eine mögliche Kontamination der Kammerwände durch Ablagerungen kann somit weiter reduziert werden.

**[0013]** Die Einlage ist bevorzugt als Schale ausgebildet, deren Form insbesondere an die Form der Kammer angepasst ist. Durch die Schalenform können Prozessverunreinigungen, Ablagerungen und sonstige Stoffe bzw. Partikel besonders gut aufgefangen und in dem von der Schale definierten Volumen gespeichert werden. Die Schale ist vorzugsweise an einer Seite hin zumindest teilweise offen, insbesondere an der Seite, welche in der vorgesehenen Einbauposition in Richtung der vorgeordneten Pumpstufe gerichtet ist. Die Ablagerungen können somit besonders gut in dem von der Schale gebildeten Volumen angesammelt werden.

**[0014]** Die Kammer kann sich, insbesondere unterhalb der Pumpstufe, ringförmig um eine zentrale Achse der Vakuumpumpe, insbesondere um eine Drehachse eines

**[0015]** Rotors der Pumpstufe, erstrecken. Die Kammer kann somit eine Art Ringraum unter der Pumpstufe bilden, was sich unter anderem auch auf das Saugvermögen der Pumpstufe günstig auswirkt.

**[0016]** Die Kammer weist vorzugsweise einen zumindest annähernd rechteckigen Querschnitt auf. Diese Querschnittsform kann herstellungstechnisch besonders einfach realisiert werden.

**[0017]** Die Einlage kann als eine korrespondierend zur Kammer ausgestaltete, an ihrer Oberseite zumindest teilweise offene, vorzugsweise ringförmige, Schale mit einem Boden und, vorzugsweise vertikal zum Boden, insbesondere nach oben, verlaufenden, radial innen bzw. radial außen liegenden Seitenwänden ausgestaltet sein. Die Einlage lässt sich somit, insbesondere passend, in die ringförmig ausgestaltete Kammer einlegen. Dabei kann bevorzugt die Schale, wie auch die Kammer, einen zumindest annähernd rechteckigen Querschnitt aufweisen.

**[0018]** Die Einlage kann mittels wenigstens einer Fixierung in der Kammer fixiert und/oder fixierbar sein. Die Fixierung kann zum Beispiel wenigstens eine Schraube umfassen, mittels der die Einlage an der Kammer bzw. an einer Innenwand des Gehäuses befestigt ist. Die Schraube kann beispielsweise von oben her in den Boden der Einlage und den darunter liegenden Kammerboden eingedreht werden bzw. eingedreht sein. Vor-

zugsweise kommt dabei eine Schraube mit einem großen Kopf, etwa eine Linsenkopfschraube oder Sechskantschraube, zum Einsatz, da eine solche Schraube bei einem mit Ablagerungen verdeckten Boden einfach lokalisiert und mit Werkzeug gelöst werden kann.

**[0019]** Die Einlage kann auch derart ausgebildet und/oder dimensioniert sein, dass sie im Klemmverband mit dem oberhalb der Kammer liegenden Statorpaket der Pumpstufe in der Kammer fixiert werden kann. D.h. das erwähnte Statorpaket kann als eine Art Fixierung für die Einlage eingesetzt werden.

**[0020]** Die Einlage kann, insbesondere durch Drücken auf die Einlage, von einer ersten Form in eine zweite Form bringbar sein, wobei die Einlage in der zweiten Form gegenüber der ersten Form einen größeren Außendurchmesser und/oder einen kleineren Innendurchmesser aufweist, und/oder wobei die Einlage in der zweiten Form gegenüber der ersten Form plastische und/oder elastische Formänderungen aufweist. Die Einlage kann somit in der ersten Form in die Kammer eingelegt werden und, insbesondere durch Drücken auf die Einlage oder durch das Einlegen der Einlage in die Kammer, kann diese in die zweite Form gebracht werden, wodurch sich der Außendurchmesser und/oder der Innendurchmesser der Einlage zumindest geringfügig ändert, oder wodurch sich plastische und/oder elastische Formänderungen der Einlage ergeben. Durch die Formänderung lässt sich die Einlage in die Kammer gewissermaßen "einspannen", so dass die Einlage in der Kammer fixiert werden kann.

**[0021]** Die Formänderung der Einlage kann reversibel sein. Zum Herausnehmen oder nach dem Herausnehmen der Einlage kann diese somit wieder in die erste Form gebracht werden.

**[0022]** Die Formänderung kann dadurch möglich gemacht sein, dass wenigstens eine Seite der Einlage, insbesondere die radial äußere Seitenwand der Einlage, so ausgestaltet ist, dass z.B. durch Drücken auf die Einlage die Dimensionierung der Seite, insbesondere deren radiale Ausdehnung, verstellbar ist. Die Formänderung kann auch dadurch möglich gemacht sein, dass wenigstens eine Seite der Einlage, insbesondere die radial äußere Seitenwand der Einlage, so ausgestaltet ist, dass z.B. durch Drücken auf die Einlage die Dimensionierung der Seite, insbesondere deren axiale Ausdehnung, verstellbar ist. Das kann zum Beispiel dadurch realisiert werden, dass die Seitenwand aus mindestens zwei Teilbereichen besteht, die durch mindestens einen umlaufenden Verformungsbereich mit Verformungselementen und Ausnehmungen insbesondere in axialer Richtung verbunden sind und derart ausgestaltet ist, dass durch Drücken auf die Einlage wenigstens ein Verformungselement elastisch oder auch plastisch verformt wird, wobei wenigstens eine Ausnehmung verkleinert und die axiale Ausdehnung der Seitenwand somit ebenfalls verkleinert wird.

**[0023]** Es kann auch vorgesehen sein, dass die Einlage, insbesondere durch Drücken auf die Einlage, von einer ersten Form in eine zweite Form bringbar ist, in

welcher die Einlage, insbesondere die radial äußere Seitenwand, gegenüber der ersten Form eine größere oder kleinere axiale Höhe aufweist. Die axiale Ausdehnung der Einlage kann somit verstellbar sein.

**[0024]** Bevorzugt ist wenigstens eine Dichtung zwischen einer Außenseite der Einlage und einer Seitenwand der Kammer angeordnet. Die hinter der Außenseite der Einlage liegende Kammerwand kann dadurch effektiv vor Ablagerungen geschützt werden. Die Dichtung kann außerdem eine Einklemmung der Einlage in der Kammer bewirken und somit als Fixierung wirken. Die Dichtung, die vorzugsweise zwischen dem oberen Rand der Einlage und der dahinter liegenden Seitenwand der Kammer eingesetzt ist, kann außerdem als eine Art Druckverteiler wirken und eventuell vorhandene Toleranzen oder auftretende Kräfte, insbesondere Axialtoleranzen oder -Kräfte, so verteilen, dass einerseits die Einlage fest in der Kammer fixiert ist und andererseits ein der Kammer vorgeordnetes Statorpaket sicher geklemmt ist.

**[0025]** Die Einlage kann eine, insbesondere mit dem Auslass am Gehäuse der Vakuumpumpe ausrichtbare, Auslassöffnung aufweisen. Das Fluid kann somit durch das Volumen der Einlage hindurch in die Auslassöffnung der Einlage und weiter in den Auslass der Vakuumpumpe gelangen. Die Auslassöffnung kann einen Durchmesser aufweisen, der zumindest im Wesentlichen dem Durchmesser des Auslasses der Vakuumpumpe entspricht. Die Auslassöffnung kann zum Beispiel durch Entfernen, insbesondere Ausschneiden, von Material aus der Einlage gebildet werden.

**[0026]** Der Auslass der Vakuumpumpe kann einen Vorvakuumstutzen aufweisen, in welchen die Kammer mündet, und die Einlage kann einen Mündungsabschnitt aufweisen, der in den Vorvakuumstutzen einbringbar oder eingebracht ist. Der Mündungsabschnitt kann zumindest teilweise die Innenwand des Vorvakuumstutzens abdecken und diese somit vor Ablagerungen schützen.

**[0027]** Der Mündungsabschnitt ist vorzugsweise von dem Teil des Einlagenmaterials gebildet, welcher zur Schaffung der Auslassöffnung von der Einlage entfernt bzw. ausgeschnitten wurde, wobei der Mündungsabschnitt vorzugsweise einstückig mit der Einlage verbunden ist. Es wird somit kein zusätzliches Material für den Mündungsabschnitt benötigt. Vielmehr wird nur das Material der Einlage verwendet, welches durch Schaffung der Auslassöffnung "freigeworden" ist.

**[0028]** Der Mündungsabschnitt kann als separates Teil zu der insbesondere schalenartigen Einlage ausgebildet sein. Der Mündungsabschnitt kann in den Vorvakuumstutzen einschiebbar sein. Der Mündungsabschnitt kann dabei passend zum Vorvakuumstutzen ausgebildet sein. Der Außendurchmesser des Mündungsabschnitts kann somit im Wesentlichen dem Innendurchmesser des Vorvakuumstutzens entsprechen. Ferner kann die axiale Länge des Mündungsabschnitts an die axiale Länge des Vorvakuumstutzens angepasst sein. Der in den Vorvakuumstutzen eingeschobene, passende Mündungsab-

schnitt kann den Vorvakuumstutzen somit effektiv vor Ablagerungen schützen.

**[0029]** Die Einlage kann aus Metall, insbesondere als Blech oder Folie, oder aus einem, vorzugsweise inerten, Kunststoff, wie etwa PTFE, ausgestaltet sein. PTFE steht dabei für Polytetrafluorethylen.

**[0030]** Die Einlage kann wenigstens eine Beschichtung aufweisen, insbesondere eine Anti-Haft-Schicht, z. B. mit Nickel oder PTFE, und/oder eine folienartige Schicht. Die Oberflächen der Einlage können dadurch zum Beispiel vor aggressiven Ablagerungen geschützt werden. Die Beschichtung kann so beschaffen sein, dass sie sich mittels eines Reinigungsmittels, insbesondere mit den Ablagerungen, entfernen und insbesondere aus der Kammer spülen lässt.

**[0031]** Die Einlage kann durch Aufsprühen oder Auftragen wenigstens einer Schicht einer Sprühfolie oder ähnlichem auf den zu bedeckenden Seiten der Kammer gebildet sein bzw. erzeugt werden. Die Schicht kann, insbesondere mit den darauf angesammelten Ablagerungen, von den Kammerwänden abgezogen werden. Die Schicht kann so beschaffen sein, dass sie sich mittels eines Reinigungsmittels, insbesondere mit den Ablagerungen, entfernen und insbesondere aus der Kammer spülen lässt. Durch erneutes Aufsprühen bzw. Auftragen kann sodann eine neue Schicht gebildet werden.

**[0032]** Die Einlage kann ein- oder mehrteilig ausgebildet sein. An den Auslass des Gehäuses kann eine Vorvakuumpumpe, z.B. eine Drehschieberpumpe, angeschlossen werden.

**[0033]** Die Erfindung betrifft außerdem eine Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend ein Gehäuse mit wenigstens einem Einlass für Fluid, insbesondere Prozessgas oder Luft, an welchen ein Rezipient anschließbar ist, und mit wenigstens einem Auslass für das Fluid, und wenigstens eine in dem Gehäuse angeordnete Pumpstufe zum Fördern des Fluids, insbesondere aus dem Rezipient, durch die Vakuumpumpe vom Einlass zum Auslass, wobei in dem Gehäuse, insbesondere eine in den Auslass mündende, vorzugsweise einen Ausstoßbereich der Vakuumpumpe bildende, Kammer ausgebildet ist, und wobei die Kammer mittels wenigstens einer Heizeinrichtung beheizbar ist. Die Kammer kann somit ausgeheizt werden, um die Ablagerungen aus der Kammer zu entfernen. Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beispielhaft beschrieben. Es zeigen, jeweils schematisch,

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Vakuumpumpe,
- Fig. 2 eine Schnittansicht der Vakuumpumpe von Fig. 1,
- Fig. 3 die Schnittansicht von Fig. 2 mit einer in der Vakuumpumpe angeordneten Einlage,
- Fig. 4 einen Ausschnitt der Schnittansicht von Fig. 3, in welchem ein Teil einer Variante der Einlage im Querschnitt zu sehen ist,

- Fig. 5 einen Ausschnitt der Schnittansicht von Fig. 3, in welchem ein Teil einer anderen Variante der Einlage im Querschnitt zu sehen ist,
- Fig. 6 einen Ausschnitt der Schnittansicht von Fig. 3, in welchem ein Teil noch einer anderen Variante der Einlage im Querschnitt zu sehen ist,
- Fig. 7 einen Ausschnitt der Schnittansicht von Fig. 3, in welchem ein Teil noch einer anderen Variante der Einlage im Querschnitt zu sehen ist,
- Fig. 8 einen Ausschnitt der Schnittansicht von Fig. 3, in welchem ein Teil einer Variante der Einlage im Querschnitt zu sehen ist, und
- Fig. 9 einen Ausschnitt der Schnittansicht von Fig. 3, in welchem ein Teil einer Variante der Einlage im Querschnitt zu sehen ist.

**[0034]** Die in den Fig. 1 und 2 gezeigte Vakuumpumpe 10 umfasst ein Gehäuse 16 mit einem von einem Einlassflansch 12 umgebenen Pumpeneinlass 14, im Gehäuse 16 mehrere Pumpstufen zur Förderung des an dem Pumpeneinlass 14 anstehenden Gases zu einem am Unterteil 90 des Gehäuses vorgesehenen Pumpenauslass 74. Zwischen Unterteil 90 und Gehäuse 16 ist eine Dichtung 81 angeordnet. Die Vakuumpumpe 10 umfasst im Gehäuse 16 bzw. im Unterteil 90 einen Stator und einen Rotor mit einer um eine Rotationsachse 18 drehbar gelagerten Rotorwelle 20.

**[0035]** Die Vakuumpumpe 10 ist als Turbomolekularpumpe ausgebildet und umfasst mehrere pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete turbomolekulare Pumpstufen mit mehreren mit der Rotorwelle 20 verbundenen turbomolekularen Rotorscheiben 22 und mehreren in axialer Richtung zwischen den Rotorscheiben 22 angeordneten und in dem Gehäuse 16 festgelegten turbomolekularen Statorscheiben 24, die durch Distanzringe 26 in einem gewünschten axialen Abstand zueinander gehalten sind. Das mittels der turbomolekularen Pumpstufen realisierte pumpaktive System baut sich daher im regelmäßigen Wechsel von Rotorscheiben 22 und Statorscheiben 24 auf. Dabei wurden nur einige der gezeigten Bestandteile der Lesbarkeit wegen mit Nummern kenntlich gemacht. Die Rotorscheiben 22 und Statorscheiben 24 stellen in einem Schöpfungsbereich 28 eine in Richtung des Pfeils 30 gerichtete axiale Pumpwirkung bereit.

**[0036]** Die Vakuumpumpe 10 kann optional nachgeordnet zu den turbomolekularen Pumpstufen eine oder mehrere, an sich bekannte Holweck-Pumpstufen aufweisen, die nicht dargestellt sind. Beispielsweise können drei in radialer Richtung ineinander angeordnete und pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete Holweck-Pumpstufen vorgesehen sein. Der rotorseitige Teil der Holweck-Pumpstufen kann dabei eine mit der Rotorwelle 20 verbundene Rotornabe und zwei an der Rotornabe befestigte und von dieser getragene zylindermantelförmige Holweck-Rotorhülsen aufweisen, die koaxial zu der Rotorachse 18 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Ferner können ein, zwei oder drei zylindermantelförmige Holweck-Statorhülsen vorge-

sehen sein, die ebenfalls koaxial zu der Rotationsachse 18 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Die pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Pumpstufen sind jeweils durch die einander unter Ausbildung eines engen radialen Holweck-Spalts gegenüberliegenden, radialen Mantelflächen jeweils einer Holweck-Rotorhülse und einer Holweck-Statorhülse gebildet. Dabei ist jeweils eine der pumpaktiven Oberflächen glatt ausgebildet, insbesondere die der Holweck-Rotorhülse, und die gegenüberliegende pumpaktive Oberfläche, insbesondere der Holweck-Statorhülse, weist eine Strukturierung mit schraubenlinienförmig um die Rotationsachse 18 herum in axialer Richtung verlaufenden Nuten auf, in denen durch die Rotation des Rotors das Gas vorangetrieben und dadurch gepumpt wird. Bei der dargestellten Vakuumpumpe 10 sind die Holweck-Pumpstufen allerdings nicht vorgesehen.

**[0037]** Ein Abdichtungsbereich 34 wird durch eine speziell, in diesem Fall asymmetrisch ausgeformte Statorscheibe 24 gebildet, die die verbleibenden Zwischenräume zu den Rotorscheiben 22 minimal hält, um eine bessere Dichtigkeit gegen ungewollte Rückströmungen zwischen der ersten und zweiten Pumpstufe zu erzielen.

**[0038]** Ein Vorspann- und Dichtring 32 ist zwischen der Innenwand des Gehäuses 16 und den turbomolekularen Pumpstufen, insbesondere zwischen zwei Distanzringen 26, angeordnet. Der Vorspann- und Dichtring 32 sorgt dafür, dass der toleranzbehaftete Stapel aus Distanzringen 26 sicher axial zwischen Gehäuse 16 und Unterteil 90 vorgespannt wird. Weiterhin dichtet er zusätzlich den Spalt zwischen dem Stapel von Distanzringen 26 und der Wandung des Gehäuses 16 gegen ungewollte Rückströmungen aus dem Vorvakuum-/Ausstossbereich in den Hochvakuum-/Ansaugbereich ab.

**[0039]** Am Gehäuse 16 ist ein Flutgaseinlass 36 angeordnet, über den die Vakuumpumpe 10 mit Flutgas geflutet werden kann. Der Flutgaseinlass 36 liegt vorteilhaft pumpstromabwärts bzw. unterhalb des Vorspann- und Dichtrings 32. Der auf Höhe des Anschlusses liegende Distanzring 26 ist vorzugsweise auf seiner Mantelfläche über den gesamten Umfang mit einem Kanal bzw. einer Aussparung versehen, so dass sich das Flutgas zuerst im gesamten Ringkanal mit gutem Leitwert verteilt und dann über den Umfang möglichst gleichmäßig den Spalt bzw. die Ausnehmungen im Statorstapel mit geringerem Leitwert durchdringt und die gegen Fluten mechanisch stabileren Vorvakuum-nahen Pumpstufen erreicht.

**[0040]** Am Unterteil 90 sind ein Kühlmittelinlass 38 und ein Kühlmittelauslass 40 angeordnet, zwischen denen eine von wenigstens einem Kühlmittelrohr 76 gebildete Kühlmittelleitung verläuft, die in Windungen um das Unterteil 90 herum geführt ist. An den Kühlmittelinlass 38 und den Kühlmittelauslass 40 kann eine Kühlmittelpumpe angeschlossen werden, mittels der Kühlmittel durch die Kühlmittelleitung gepumpt werden kann, um die Vakuumpumpe 10 zu kühlen.

**[0041]** Das Kühlmittelrohr 76 kann in vorgeformte Aus-

nehmungen des Unterteils 90, z.B. gemäß EP 3 070 335 A1, eingepresst sein. Die Rohrenden können entweder als jeweiliger Rohrabchnitt in einem beliebigen Winkel aus der Kontur der Pumpe 10 herausstehen, um z.B. mit Schneid-Klemm-Verschraubungen oder speziellen Steckverbindern am Einlass 38 bzw. Auslass 40 angeschlossen zu werden.

**[0042]** Die Rohrenden können auch in den Anschlussblöcken, die den Einlass 38 bzw. den Auslass 40 bilden und ihrerseits an dem Unterteil 90 fixiert sind, aufgenommen werden. Dabei kann die dichte Verbindung von Rohr 76 und Anschlussblock 38, 40 auf verschiedene Arten hergestellt werden, z.B. durch Löten, Schweißen, Klemmen/Pressen/Dehnen oder mit separaten Dichtelementen, z.B. (schneidenden) Dichtringen oder -bändern oder auch mit speziellen Steckverbindern mit integriertem Dichtsystem.

**[0043]** Dargestellt wird eine Kühlmittelleitung, die beginnend vom Einlass 38 drei vollständige, spiralförmig angeordnete Umschlingungen des Unterteils 90 aufweist und dann am Auslass 40 endet. Alternativ können beliebige Anzahlen oder Teile von Umschlingungen sich ein- oder mehrmals auf verschiedenem Radius und/oder auf unterschiedlichen axialen Höhen der Rotationsachse 18 kreuzen oder auch in ihrer Umlaufrichtung ein- oder mehrmals umkehren, z.B. mittels U-förmigen Biegungen oder angeordneten Umlenklöcken, die zwei Rohrstückenden ähnlich den Anschlussblöcken aufnehmen und eine Verbindung zwischen ihnen herstellen. Solche Anschluss- und Umlenklöcke können auch ein Ventil enthalten, das den Kühlmittelfluss regelt oder bei Bedarf unterbrechen kann. Alternativ kann ein beliebiger Block auch einen weiteren Anschluss aufweisen, an dem z.B. ein zusätzlicher, insbesondere paralleler, Kühlmittelstrang bzw. ein oder mehrere Ventile für eine Umlenkung bzw. Verteilung des Kühlmittelstroms je nach Bedarfsfall in verschiedene Zweige des Kühlmittelrohrsystems, die auch als Bypass bzw. Umleitung dienen können, vorhanden ist bzw. vorhanden sind.

**[0044]** Die drehbare Lagerung der Rotorwelle 20 wird durch ein Wälzlager 42 im Bereich des Pumpenauslasses 74 und ein Permanentmagnetlager 44 im Bereich des Pumpeneinlasses 14 bewirkt.

**[0045]** Das Permanentmagnetlager 44 umfasst eine rotorseitige Lagerhälfte 46 und eine statorseitige Lagerhälfte 48, die jeweils einen Ringstapel aus mehreren in axialer Richtung aufeinandergestapelten permanentmagnetischen Ringen 50, 52 umfassen, wobei die Magnetringe 50, 52 unter Ausbildung eines radialen Lagerpalts 54 einander gegenüberliegen.

**[0046]** Innerhalb des Permanentmagnetlagers 44 ist ein Not- oder Fanglager 56 vorgesehen, das als ungeschmiertes Wälzlager ausgebildet ist und im normalen Betrieb der Vakuumpumpe ohne Berührung leer läuft und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors gegenüber dem Stator in Eingriff gelangt, um einen radialen Anschlag für den Rotor zu bilden, der eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen

Strukturen verhindert. Das Not- oder Fanglager 56 wird über einen Einsatz separat gefasst und kann daher unabhängig vom Permanentmagnetlager 44 gewechselt werden.

5 **[0047]** Das Wälzlager 42 wird durch einen Ringhalter gefasst, der seinerseits durch elastomere Elemente sowohl axial als auch radial entkoppelt in einer Wälzlagerhalterung bzw. Wälzlageraufhängung 84 aufgenommen wird, die am Unterteil 90 sicher fixiert ist. Mechanische

10 **[0048]** Im Bereich des Wälzlagers 42 ist an der Rotorwelle 20 eine konische Spritzschraube 58 mit einem zu dem Wälzlager 42 hin zunehmenden Außendurchmesser vorgesehen, die mittels eines Schmiermittelkanals 60 zugeführtes Betriebsmittel, insbesondere Schmiermittel, aufnehmen und dem Wälzlager zuführen kann. Die Spritzschraube 58 kann bevorzugt gemäß EP 2 740 956 A2 ausgestaltet sein.

20 **[0049]** Das Betriebsmittel wird von einer Schmiermittelpumpe 78 umgewälzt. Die Schmiermittelpumpe 78 ist bevorzugt gemäß EP 2 060 794 A2 aufgebaut. Sie kann dabei insbesondere einen Schmiermittelvorlaufkanal versorgen, der zumindest in einem Segment gemäß EP 2 801 725 A2 als O-Ring gedichteter Rundkanal aufgebaut ist.

25 **[0050]** Durch die Schmiermittelpumpe 78 lässt sich eine aktive, geregelte Betriebsmittelversorgung realisieren.

30 **[0051]** Die Vakuumpumpe 10 umfasst einen Antriebsmotor 62 zum drehenden Antreiben des Rotors, dessen Läufer durch die Rotorwelle 20 gebildet ist. Eine Steuereinheit 64 steuert den Antriebsmotor 62 an. Über einen elektrischen Anschluss 66 können die Vakuumpumpe 10 und insbesondere die Steuereinheit 64 sowie der Antriebsmotor 62 mit elektrischem Strom versorgt werden. Die Steuereinheit 64 bildet den unteren Bereich des Gehäuses und wird durch den Deckel 80 verschlossen. Die Steuereinheit 64 mit dem Deckel 80 verschließt das Unterteil 90. Je nach Ausführung können zwischen Steuereinheit 64, Deckel 80 und/oder Unterteil 90 eine oder mehrere Dichtungen 77 umlaufend eingelegt oder mit anderen Dichtmitteln, etwa Flüssigdichtmitteln, Klebstoffen oder insbesondere applizierbaren Formdichtungen die entsprechenden Übergänge verschlossen werden, um Sicherheit gegen das Eindringen von Medien und/oder Verunreinigungen zu erlangen. Mittels wenigstens einer elektrischen Durchführung 86 kann der Strom durch den Deckel 80 hindurch in das Gehäuse geführt und insbesondere dem Antriebsmotor 62 zugeführt werden.

40 **[0052]** Die Vakuumdurchführung 86 kann gemäß EP 1 843 043 A2 ausgestaltet sein, wobei bei dem hier beschriebenen Beispiel eine Platine mit mehreren Dichtringen getrennt verschiedene Spannungspotentiale und Signale voneinander separat aus dem Pumpeninneren, also aus dem Vakuumbereich, nach außen, also zur "Atmosphäre" und insbesondere zur Steuereinheit 64 führt.

**[0053]** Je nach Anwendungsfall kann sowohl seitens der Steuereinheit 64 oder auch seitens des Antriebsmotors 62 oder seitens der pumpaktiven Bestandteile über das Gehäuse 16 hauptsächlich unerwünscht Wärme in die Pumpe eingebracht werden. Das Kühlmittel, etwa Wasser, fließt vorteilhaft vom Einlass 38 zum Auslass 40, da die Steuereinheit 64 am kühlssten gehalten werden soll.

**[0054]** An der radialen Außenseite des Unterteils 90 kann eine Verkleidung 88 angeordnet sein. Die Verkleidung 88, die mantelförmig als längs zur Rotationsachse 18 der Pumpe 10 geschlitzte Blechhülse ausgeführt sein kann, ist in der Außenansicht der Pumpe 10 vorteilhaft nicht dargestellt, um eine bessere Sicht auf die darunter liegenden Lösungen zu erlangen. Die Verkleidung 88 kann ein oder mehrere Sichtfenster bzw. Ausschnitte aufweisen, um beliebige Anschlüsse des Unterteils 90, z.B. einen Sperrgaseinlass 68, nach außen durchzuführen oder um den Blick auf die Typendaten (Typschild oder Gravur) der Pumpe 10 freizugeben, welche unlösbar am Unterteil angebracht sind.

**[0055]** Der Sperrgaseinlass 68 wird auch als Spülgasanschluss bezeichnet. Über den Sperrgaseinlass 68 kann Spülgas zum Schutz des Motors 62 in den Motorraum, in welchem der Motor 62 untergebracht ist, eingebracht werden. Das über den Sperrgaseinlass 68 im Bereich des Motors eingelassene Gas schützt die im Unterteil 90 befindlichen Bestandteile vor korrosiven und/oder sich ablagernden Medien, die je nach Anwendungsfall im Pumpsystem anfallen können. Zwischen Motorträger 82 und Unterteil 90 wird eine Dichtung 83 angeordnet, so dass eine Labyrinthdichtung 72 als einziger verbliebener Durchlass einerseits mit ihrem geringen Leitwert eine Sperre gegen einströmende Medien in den Motor- und Wälzlagerbereich darstellt und weiterhin eine erhöhte Sättigung des Wälzlager- und Motorbereichs mit Sperr-/Inertgas sichert.

**[0056]** Zwischen einem den Motorraum nach oben hin begrenzenden Motorträger 82 und der unteren Rotorscheibe 22 ist die Labyrinthdichtung 72 vorgesehen. Der elektrische Antriebsmotor 62 ist vorteilhaft durch eine Vergussmasse gegen Korrosion geschützt. Bei der dargestellten Ausführung wird der Motorträger 82 integral mit dem Antriebsmotor gemeinsam vergossen, so dass die gesamte Einheit inklusive der mit dem Motorträger einteilig ausgeführten Statorseite der Labyrinthdichtung 72 in einem Schritt mit dem Unterteil 90 optimal ausgerichtet bzw. zentriert verbunden werden kann.

**[0057]** Radial außerhalb der Labyrinthdichtung 72 und unterhalb der turbomolekularen Pumpstufen befindet sich der Vorvakuumbereich, in welchen insbesondere eine ringförmig um die Rotationsachse 18 umlaufende Kammer 70 ausgebildet ist, die, wie in Fig. 2 und 3 gesehen werden kann, einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt aufweist. Diese Querschnittsform ist allerdings nur als Beispiel zu sehen, so dass auch eine andere Querschnittsform, z.B. ein quadratischer oder kreisförmiger Querschnitt, realisiert sein kann. Die Kam-

mer 70 kann auch an einer anderen Stelle im Gehäuse 16 bzw. im Unterteil 90 untergebracht sein. Vorzugsweise liegt die Kammer 70 dort, wo die meisten Ablagerungen anfallen, also typischerweise im Vorvakuumbereich. Besonders bevorzugt liegt die Kammer 70 somit zwischen der letzten Pumpstufe und dem Pumpenauslass 74.

**[0058]** Bei der dargestellten Variante mündet die Kammer 70 in den Pumpenauslass 74. Die Kammer 70 bildet daher einen Austossbereich für das durch die Vakuumpumpe 10 vom Einlass 14 her geförderte Gas, welches über den Pumpenauslass 74 in eine daran angeschlossene Vorvakuumpumpe (nicht gezeigt) gelangen kann. Die Vorvakuumpumpe kann das Gas dann weiter, zum Beispiel in eine Leitung für Abgas, die unter Normaldruck steht, fördern.

**[0059]** Die Schnittansicht der Fig. 3 entspricht der Schnittansicht von Fig. 2. Dabei ist gemäß Fig. 3 in der Kammer 70 eine Einlage 92 angeordnet, auf der sich Ablagerungen absetzen bzw. ansammeln können, die über das von der Pumpe 10 angesaugte Gas in die Pumpe 10 gelangen und sich erfahrungsgemäß vorwiegend in der Kammer 70 ablagern. Durch die Einlage 92 lagern sich die Ablagerungen, wie etwa Stoffe, Partikel und/oder Flüssigkeitstropfen, nicht direkt auf den von der Einlage 92 überdeckten bzw. abgedeckten Wänden der Kammer 70 ab, sondern auf der Einlage 92. Die Einlage 92 kann zum Beispiel bei einer Wartung der Pumpe 10 aus der Kammer 70 herausgenommen und gereinigt oder durch eine neue Einlage 92 ersetzt werden. Die Ablagerungen lassen sich daher auf einfache Weise aus der Pumpe 10 entfernen.

**[0060]** Bei dem dargestellten Beispiel ist die Einlage 92 im Wesentlichen passend zur Form der Kammer 70 ausgebildet. Die Einlage 92 kann somit passend in die Kammer 70 eingelegt werden. Die Einlage 92 kann dann unmittelbar vor den abzudeckenden Kammerwänden liegen. Die Einlage 92 weist, wie die Kammer 70, eine Kreisringform mit einem in radialer Richtung gesehen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt auf.

**[0061]** Die Einlage 92 ist vorzugsweise aus Blech ausgebildet. Sie kann allerdings auch aus einem anderen Material, etwa Kunststoff, insbesondere PTFE, ausgebildet sein.

**[0062]** Die Einlage 92 umfasst einen Boden 94, eine radial innen liegende Seitenwand 96 und eine radial außen liegende Seitenwand 98, die annähernd oder vollständig vertikal vom Boden 94 weg nach oben verlaufen. Wird zum Beispiel die Einlage 92 mindestens zum Teil um- oder urformend hergestellt, so können eine oder mehrere Elemente vorteilhaft Formschrägen aufweisen. Der Boden 94 und die Seitenwände 96, 98 schließen ein oben offenes Volumen 100 ein. Die Einlage 92 hat daher die Form einer kreisringförmigen Schale bzw. allgemeiner ausgedrückt die Form eines kreisringförmigen Behälters.

**[0063]** Bei der Einlage 92 der Fig. 3 ist die obere, der vorgeordneten Pumpstufe zugewandte Seite offen. Von

der Pumpstufe ausgestoßenes Gas kann somit, ohne durch eine Wandung oder dergleichen verblockt zu werden, in das Volumen 100 gelangen, so dass sich Ablagerungen besonders gut in dem Volumen 100 ansammeln können.

**[0064]** Die Einlage 92 weist ferner eine Auslassöffnung 102 auf (vgl. Fig. 4 und 5), deren Querschnitt vorzugsweise dem Querschnitt des Pumpenauslasses 74 entspricht. Die Einlage 92 wird dabei so in der Kammer 70 angeordnet, dass die Auslassöffnung 102 mit dem Pumpenauslass 74 ausgerichtet ist. Das Gas kann somit durch die Auslassöffnung 102 hindurch in den Pumpenauslass 74 und damit aus der Pumpe 10 strömen. Die Auslassöffnung 102 kann insbesondere dadurch geschaffen werden, dass diese aus der Einlage 92 herausgeschnitten oder anderweitig herausgetrennt wird.

**[0065]** Die Einlage 92 ist in der Kammer 70 fixiert, und zwar vorzugsweise mittels wenigstens einer Fixierung. Die Einlage 92 kann beispielsweise im Klemmverband mit dem Paket der Statorscheiben 24 fixiert werden. Wie Fig. 3 andeutet, kann die radial außen liegende Seitenwand 98 derart weit nach oben verlaufen, dass deren oberes Ende an der untersten Statorscheibe 24 anschlägt. Die Einlage 92 kann daher mittels der untersten Statorscheibe 24 in der Kammer 70 fixiert werden.

**[0066]** Wie Fig. 3 zeigt, kann das obere Ende der radial innen liegenden Seitenwand 96 nach radial innen gerichtet sein. Vorzugsweise wird jedoch - entgegen der Darstellung - sichergestellt, dass ein geringer Spalt zwischen dem oberen Ende der Seitenwand 96 und der dort liegenden untersten Rotorscheibe 22 vorhanden ist, so dass sich die Rotorscheibe 22 ohne Abrieb an der Seitenwand 96 um die Rotationsachse 18 drehen kann.

**[0067]** Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt der Schnittansicht von Fig. 3, in welchem ein Teil einer Variante der Einlage 92 im Querschnitt zu sehen ist. Der Teil der Einlage 92 befindet sich dabei im Bereich des Pumpenauslasses 74 und weist die vorstehend bereits erwähnte Auslassöffnung 102 auf.

**[0068]** Wie die Fig. 4 außerdem zeigt, erstreckt sich ein Mündungsabschnitt 106 in dem den Pumpenauslass 74 aufweisenden Vorvakuumstutzen 104 der Pumpe 10. Der Mündungsabschnitt 106 kann als separates Teil ausgeführt sein, insbesondere als rohrförmiges Teil mit einem Außendurchmesser, der im Wesentlichen dem Innendurchmesser des Vorvakuumstutzens 104 entspricht. Der Mündungsabschnitt 106 kann in den Vorvakuumstutzen 104 eingeführt sein. Der von dem Mündungsabschnitt 106 gebildete Kanal 108 kann sich dabei an die Auslassöffnung 102 der Einlage 92 anschließen. Der Mündungsabschnitt 106 kann auch einstückig mit der Einlage 92 ausgebildet sein.

**[0069]** Fig. 5 zeigt einen Ausschnitt der Schnittansicht von Fig. 3, in welchem wiederum der Teil der Einlage 92 im Querschnitt zu sehen ist, welcher sich im Bereich des Pumpenauslasses 74 befindet und die Auslassöffnung 102 aufweist. Bei der in Fig. 5 gezeigten Einlage 92 handelt es sich um eine abgewandelte Variante, bei der der

Mündungsabschnitt 106 von dem Material gebildet wird, das durch den Ausschnitt der Auslassöffnung 102 gewonnen wird.

**[0070]** Wie dargestellt, kann der Mündungsabschnitt 106 von dreieckförmigen Materialstücken 110 gebildet werden, die durch eine Art sternförmiges Öffnen bzw. Ausschneiden der Auslassöffnung 102 gebildet werden. Die Materialstücke 110 bleiben mit der Einlage 92 verbunden. Die Materialstücke 110 können in den Vorvakuumstutzen 104 gedrückt und insbesondere in Anlage mit der Innenwand des Vorvakuumstutzens 104 gebracht werden. Die abgedeckten Innenwandbereiche des Stutzens 104 sind somit vor Ablagerungen geschützt.

**[0071]** Fig. 6 zeigt einen Ausschnitt der Schnittansicht von Fig. 3, in welchem ein Teil noch einer anderen Variante der Einlage 92 im Querschnitt zu sehen ist. Wie dargestellt, kann in eine Bohrung im Boden 94 der Einlage 92 und in eine darunter liegende Bohrung im Boden der Kammer 70 eine Schraube 112 eingedreht sein, um die Einlage 92 zu fixieren. Die Schraube 112 ist, wie dargestellt, vorzugsweise eine Linsenkopfschraube, so dass sie leicht auffindbar ist, wenn der Boden 94 mit Ablagerungen bedeckt ist. In Umdrehungsrichtung der Rotationsachse 18 (vgl. Fig. 3) gesehen können versetzt zueinander mehrere Schrauben 112 zur Fixierung der Einlage 92 in den Boden 94 der Einlage 92 bzw. in den Kammerboden eingedreht sein.

**[0072]** Fig. 7 zeigt einen Ausschnitt der Schnittansicht von Fig. 3, in welchem ein Teil noch einer anderen Variante der Einlage 92 im Querschnitt zu sehen ist, die im Vergleich zu der Variante der Fig. 6 keine Schraube 112 zur Fixierung aufweist. Bei dieser Variante ist die Einlage 92 an ihrer Oberseite 114 wiederum offen. Allerdings sind in der Seitenwand 98 längs der Umfangsrichtung der Seitenwand 98 versetzt zueinander liegende, längliche, durchgehende Öffnungen 116, insbesondere Schlitz- oder Durchbrechungen, vorgesehen. Die Öffnungen 116 sind vorzugsweise, wie in Fig. 7 dargestellt ist, im Bereich des oberen Rands der Seitenwand 98 angeordnet. Der obere Rand der Seitenwand 98 weist aufgrund der Öffnungen 116 eine wellenförmige Struktur auf.

**[0073]** Die Einlage 92 kann, insbesondere durch Drücken auf die Seitenwand 98 von oben, von einer ersten Form in eine zweite Form gebracht werden, wobei die Einlage 92 in der zweiten Form in axialer Richtung gesehen verkleinert bzw. gestaucht ist. Der obere Rand der Seitenwand 98 mit den Öffnungen 116 bildet dabei einen umlaufenden Verformungsbereich. Durch Drücken auf die Seitenwand 98 können die Öffnungen 116 plastisch oder elastisch verformt und verkleinert werden, so dass die axiale Ausdehnung der Seitenwand 98 verkleinert und die Einlage 92 somit in axialer Richtung gestaucht wird. Die Öffnungen 114 erlauben daher ein axiales Einfedern der Seitenwand 98 zum Variieren der Gesamthöhe. Die Einlage 92 kann sich dabei wie eine Art Spiralfeder verhalten und somit zwischen der untersten Statorscheibe 24 und dem Kammerboden eingespannt werden.

**[0074]** Die Einlage 92 kann auch so ausgestaltet sein, dass durch "Eindrücken" der Einlage 92 zumindest geringfügig die äußere Seitenwand 98 nach radial außen und/oder die innere Seitenwand 96 nach radial innen bewegt werden kann, so dass sie in Anlage mit der inneren bzw. äußeren Kammerwandung gelangt. Die Einlage 92 kann dadurch ebenfalls in der Kammer 70 fixiert bzw. verspannt werden. Dies kann zum Beispiel dadurch ermöglicht sein, dass die Seitenwand 98 mehrere in Umfangsrichtung versetzt zueinander liegende, durchgehende Öffnungen 116 aufweist, die ausgehend vom oberen Rand der Seitenwand zumindest im Wesentlichen in axialer Richtung nach unten verlaufen (nicht gezeigt). Die Seitenwand 98 weist dadurch an ihrem oberen Rand mehrere in Umfangsrichtung versetzt zueinander liegende Laschen auf, die zum Beispiel nach radial außen verkippen können, um die Einlage 98 in der Kammer 70 einzuspannen.

**[0075]** Wie Fig. 7 außerdem zeigt, kann in der radial außen liegenden Wand der Kammer 70 eine in Umfangsrichtung der Seitenwand 98 bzw. in Umdrehungsrichtung der Rotationsachse 18 (vgl. Fig. 3) umlaufende Nut 118 ausgebildet sein. In die Nut 118 kann das nach radial außen gerichtete, obere Ende der Seitenwand 98 eingreifen, wodurch die Fixierung der Einlage 92 in der Kammer 70 weiter verbessert werden kann. Die Nut 118 verläuft vorzugsweise direkt unterhalb der untersten Statorscheibe 24. Die radial äußere Seitenwand 98 weist dazu außerdem einen leicht gekröpften, hochgezogenen Rand auf, der axial an der ersten bzw. untersten Statorscheibe 24 anschlägt und unter axialem Druck steht.

**[0076]** Fig. 8 zeigt einen Ausschnitt der Schnittansicht von Fig. 3, in welchem ein Teil einer Variante der Einlage 92 im Querschnitt zu sehen ist. Dabei ist zwischen der radial äußeren Seitenwand 98 der Einlage 92 und der äußeren Wand der Kammer 70 eine um die Rotationsachse 18 umlaufende Dichtung 120 angeordnet. Die Dichtung 120 ist bevorzugt in eine umlaufende Nut 118 eingelegt, die in die äußere Seitenwand 98 eingebracht ist. Zwischen der radial inneren Seitenwand 96 und der radial inneren Wand der Kammer 70 ist eine um die Rotationsachse 18 umlaufende Dichtung 122 eingelegt. Die Dichtungen 120 und 122 wirken als eine Art Druckverteiler und bewirken eine Fixierung der Einlage 92 in der Kammer 70. Außerdem stellen sie eine Dichtwirkung zwischen der jeweiligen Seitenwand 96, 98 der Einlage 92 und der jeweiligen dahinter liegenden Kammerwand bereit.

**[0077]** Fig. 9 zeigt noch einen Ausschnitt der Schnittansicht von Fig. 3, in welchem ein Teil einer Variante der Einlage 92 im Querschnitt zu sehen ist. Zwischen dem äußeren, oberen Ende der Seitenwand 98 und der äußeren Wand der Kammer 70 bzw. der untersten Statorscheibe 24 ist eine um die Rotationsachse 18 umlaufende Dichtung 124 eingelegt, wodurch die Einlage 92 in der Kammer 70 fixiert wird.

**[0078]** Die in den Fig. 8 und 9 gezeigten Dichtungen 120, 122 und 124 sind vorzugsweise als O-Ring-Dich-

tungen ausgeführt.

## Bezugszeichenliste

5 **[0079]**

|        |                            |
|--------|----------------------------|
| 10     | Vakuumpumpe                |
| 12     | Einlassflansch             |
| 14     | Pumpeneinlass              |
| 10 16  | Gehäuse                    |
| 18     | Rotationsachse             |
| 20     | Rotorwelle                 |
| 22     | Rotorscheibe               |
| 24     | Statorscheibe              |
| 15 26  | Distanzring                |
| 28     | Schöpfbereich              |
| 30     | Pfeil                      |
| 32     | Vorspann- und Dichtring    |
| 34     | Abdichtungsbereich         |
| 20 36  | Flutgaseinlass             |
| 38     | Kühlmitteleinlass          |
| 40     | Kühlmittelauslass          |
| 42     | Wälzlager                  |
| 44     | Permanentmagnetlager       |
| 25 46  | rotorseitige Lagerhälfte   |
| 48     | statorseitige Lagerhälfte  |
| 50     | permanentmagnetischer Ring |
| 52     | permanentmagnetischer Ring |
| 54     | radialer Lagerspalt        |
| 30 56  | Not- oder Fanglager        |
| 58     | konische Spritzschraube    |
| 60     | Schmiermittelkanal         |
| 62     | Antriebsmotor              |
| 64     | Steuereinheit              |
| 35 66  | Elektrischer Anschluss     |
| 68     | Sperrgaseinlass            |
| 70     | Ausstossbereich, Kammer    |
| 72     | Labyrinthdichtung          |
| 74     | Pumpenauslass              |
| 40 76  | Kühlmittelrohr             |
| 77     | Dichtung                   |
| 78     | Schmiermittelpumpe         |
| 80     | Deckel                     |
| 81     | Dichtung                   |
| 45 82  | Motorträger                |
| 83     | Dichtung                   |
| 84     | Wälzlageraufhängung        |
| 86     | Elektrische Durchführung   |
| 88     | Verkleidung                |
| 50 90  | Unterteil                  |
| 92     | Einlage                    |
| 94     | Boden                      |
| 96     | Seitenwand                 |
| 98     | Seitenwand                 |
| 55 100 | Volumen                    |
| 102    | Auslassöffnung             |
| 104    | Vorvakuumstutzen           |
| 106    | Mündungsabschnitt          |

108 Kanal  
 110 Materialstück  
 112 Schraube  
 114 Oberseite  
 116 Öffnung  
 118 Nut  
 120 Dichtung  
 122 Dichtung  
 124 Dichtung

## Patentansprüche

1. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend

ein Gehäuse (16, 90) mit wenigstens einem Einlass (14) für Fluid, insbesondere Prozessgas oder Luft, an welchen ein Rezipient anschließbar ist, und mit wenigstens einem Auslass (74) für das Fluid, und wenigstens eine in dem Gehäuse (16, 90) angeordnete Pumpstufe zum Fördern des Fluids, insbesondere aus dem Rezipient, durch die Vakuumpumpe (10) vom Einlass (14) zum Auslass (74),

wobei in dem Gehäuse (16, 90) eine Kammer (70) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Kammer (70) wenigstens eine Einlage (92) zur Aufnahme von Ablagerungen angeordnet ist, die wenigstens eine die Kammer (70) begrenzende Seite der Kammer (70) überdeckt.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlage (92) derart ausgebildet ist, dass sie den Boden der Kammer (70) und/oder eine die Kammer (70) nach radial außen begrenzende Seitenwand der Kammer (70) und/oder eine die Kammer (70) nach radial innen begrenzende Seitenwand der Kammer (70), insbesondere zumindest weitgehend vollständig, überdeckt.
3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlage (92) ein Volumen (100) zumindest teilweise umschließt und an wenigstens einer Seite, insbesondere Oberseite (114), wenigstens eine Öffnung aufweist oder an der Seite vollständig offen ist.
4. Vakuumpumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlage (92) derart in der Kammer (70) anbringbar ist, dass die Seite, insbesondere die Oberseite (114), der Pumpstufe zugewandt ist.
5. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form der, insbesondere als Schale ausgebildeten, Einlage (92) zumindest im Wesentlichen an die Form der Kammer (70) angepasst ist.

6. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Kammer (70), insbesondere unterhalb der Pumpstufe, ringförmig um eine zentrale Achse der Vakuumpumpe, insbesondere um eine Rotationsachse (18) einer Rotorwelle (20) der Pumpe (10), erstreckt, wobei, bevorzugt, die Kammer (70) einen zumindest annähernd rechteckigen Querschnitt aufweist.

7. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlage (92) als eine korrespondierend zur Kammer (70) ausgestaltete, oben zumindest teilweise offene, vorzugsweise ringförmige, Schale mit einem Boden (94) und, vorzugsweise vertikal zum Boden (94) verlaufenden, radial innen bzw. radial außen liegenden Seitenwänden (96, 98) ausgestaltet ist.

8. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlage (92) mittels wenigstens einer Fixierung (112, 120, 122, 124) in der Kammer (70) fixiert und/oder fixierbar ist.

9. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlage (92), insbesondere durch Drücken auf die Einlage (92), von einer ersten Form in eine zweite Form bringbar ist, in welcher die Einlage (92) gegenüber der ersten Form einen größeren Außendurchmesser und/oder einen kleineren Innendurchmesser aufweist, und/oder in welcher die Einlage (92) plastische und/oder elastische Formänderungen aufweist, und/oder in welcher die Einlage (92) gegenüber der ersten Form eine größere oder kleinere axiale Höhe aufweist.

10. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Dichtung (120, 122, 124) zwischen einer Wand (94, 96, 98) der Einlage (92) und einer Wand der Kammer (70) angeordnet ist.

11. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Einlage (92) eine, insbesondere mit dem Auslass (74) am Gehäuse (16, 90) der Vakuumpumpe (10) ausrichtbare, Auslassöffnung (102) aufweist.

12. Vakuumpumpe nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Auslass (74) der Pumpe (10) einen Vorvakuumstutzen (104) aufweist, in welchen die Kammer (70) mündet, und die Einlage (92) zumindest einen Mündungsabschnitt (106) umfasst, der in den Vorvakuumstutzen (104) einbringbar oder eingebracht ist. 5
13. Vakuumpumpe nach Anspruch 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Mündungsabschnitt (106), insbesondere ausschließlich, von dem Teil des Materials der Einlage (92) gebildet ist, welcher zur Schaffung der Auslassöffnung (102) aus der Einlage (92) herausgetrennt wurde. 10
14. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Einlage (92) aus Metall, insbesondere in Art eines Blechs oder einer Folie, oder aus einem, vorzugsweise inerten, Kunststoff, wie etwa PTFE, ausgestaltet ist. 15
15. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Einlage (92) wenigstens eine Beschichtung aufweist, insbesondere eine Anti-Haft-Schicht, z.B. mit Nickel oder PTFE, eine folienartige Schicht, oder eine von einer Sprühfolie gebildete Schicht. 20

#### Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, umfassend  
  
ein Gehäuse (16, 90) mit wenigstens einem Einlass (14) für Fluid, insbesondere Prozessgas oder Luft, an welchen ein Rezipient anschliessbar ist, und mit wenigstens einem Auslass (74) für das Fluid, und  
wenigstens eine in dem Gehäuse (16, 90) angeordnete Pumpstufe zum Fördern des Fluids, insbesondere aus dem Rezipient, durch die Vakuumpumpe (10) vom Einlass (14) zum Auslass (74),  
  
wobei in dem Gehäuse (16, 90) eine Kammer (70) ausgebildet ist, und wobei in der Kammer (70) wenigstens eine Einlage (92) zur Aufnahme von Ablagerungen angeordnet ist, die wenigstens eine die 45

Kammer (70) begrenzende Seite der Kammer (70) überdeckt,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Einlage (92) eine, insbesondere mit dem Auslass (74) am Gehäuse (16, 90) der Vakuumpumpe (10) ausrichtbare, Auslassöffnung (102) aufweist,  
der Auslass (74) der Pumpe (10) einen Vorvakuumstutzen (104) aufweist, in welchen die Kammer (70) mündet, und die Einlage (92) zumindest einen Mündungsabschnitt (106) umfasst, der in den Vorvakuumstutzen (104) einbringbar oder eingebracht ist und  
der Mündungsabschnitt (106), insbesondere ausschließlich, von dem Teil des Materials der Einlage (92) gebildet ist, welcher zur Schaffung der Auslassöffnung (102) aus der Einlage (92) herausgetrennt wurde. 20
2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Einlage (92) derart ausgebildet ist, dass sie den Boden der Kammer (70) und/oder eine die Kammer (70) nach radial außen begrenzende Seitenwand der Kammer (70) und/oder eine die Kammer (70) nach radial innen begrenzende Seitenwand der Kammer (70), insbesondere zumindest weitgehend vollständig, überdeckt. 25
3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Einlage (92) ein Volumen (100) zumindest teilweise umschliesst und an wenigstens einer Seite, insbesondere Oberseite (114), wenigstens eine Öffnung aufweist oder an der Seite vollständig offen ist. 30
4. Vakuumpumpe nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Einlage (92) derart in der Kammer (70) anbringbar ist, dass die Seite, insbesondere die Oberseite (114), der Pumpstufe zugewandt ist. 35
5. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Form der, insbesondere als Schale ausgebildeten, Einlage (92) zumindest im Wesentlichen an die Form der Kammer (70) angepasst ist. 40
6. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
sich die Kammer (70), insbesondere unterhalb der Pumpstufe, ringförmig um eine zentrale Achse der Vakuumpumpe, insbesondere um eine Rotationsachse (18) einer Rotorwelle (20) der Pumpe (10), erstreckt, wobei, bevorzugt, die Kammer (70) einen 45

zumindest annähernd rechteckigen Querschnitt aufweist.

7. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Einlage (92) als eine korrespondierend zur Kammer (70) ausgestaltete, oben zumindest teilweise offene, vorzugsweise ringförmige, Schale mit einem Boden (94) und, vorzugsweise vertikal zum Boden (94) verlaufenden, radial innen bzw. radial außen liegenden Seitenwänden (96, 98) ausgestaltet ist. 10
  
8. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 15  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Einlage (92) mittels wenigstens einer Fixierung (112, 120, 122, 124) in der Kammer (70) fixiert und/oder fixierbar ist. 20
  
9. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 25  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Einlage (92), insbesondere durch Drücken auf die Einlage (92), von einer ersten Form in eine zweite Form bringbar ist, in welcher die Einlage (92) gegenüber der ersten Form einen größeren Außendurchmesser und/oder einen kleineren Innendurchmesser aufweist, und/oder in welcher die Einlage (92) plastische und/oder elastische Formänderungen aufweist, und/oder in welcher die Einlage (92) gegenüber der ersten Form eine größere oder kleinere axiale Höhe aufweist. 30
  
10. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 35  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 wenigstens eine Dichtung (120, 122, 124) zwischen einer Wand (94, 96, 98) der Einlage (92) und einer Wand der Kammer (70) angeordnet ist. 40
  
11. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 45  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Einlage (92) aus Metall, insbesondere in Art eines Blechs oder einer Folie, oder aus einem, vorzugsweise inerten, Kunststoff, wie etwa PTFE, ausgestaltet ist. 50
  
12. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 55  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Einlage (92) wenigstens eine Beschichtung aufweist, insbesondere eine Anti-Haft-Schicht, z.B. mit Nickel oder PTFE, eine folienartige Schicht, oder eine von einer Sprühfolie gebildete Schicht.

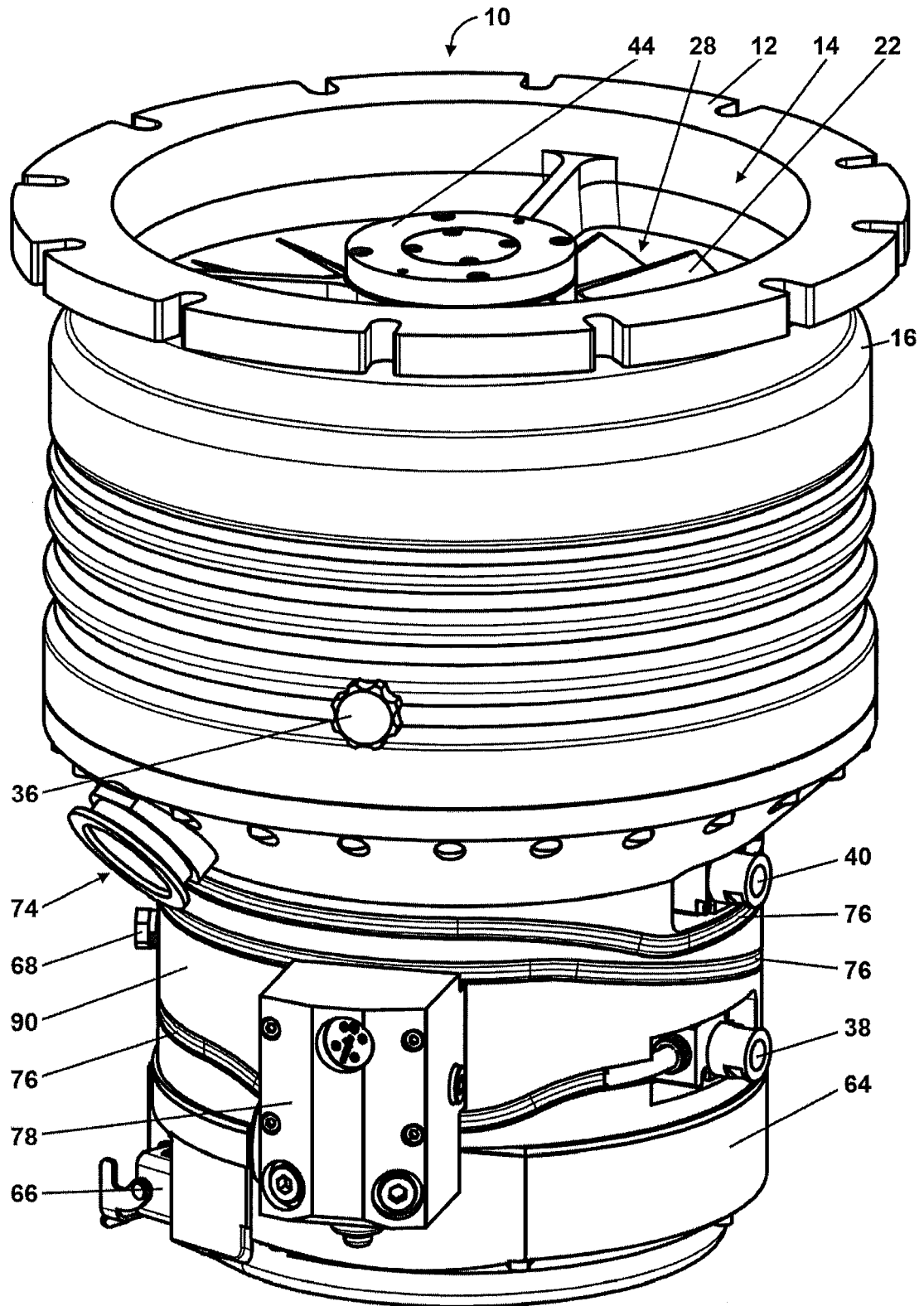


Fig. 1

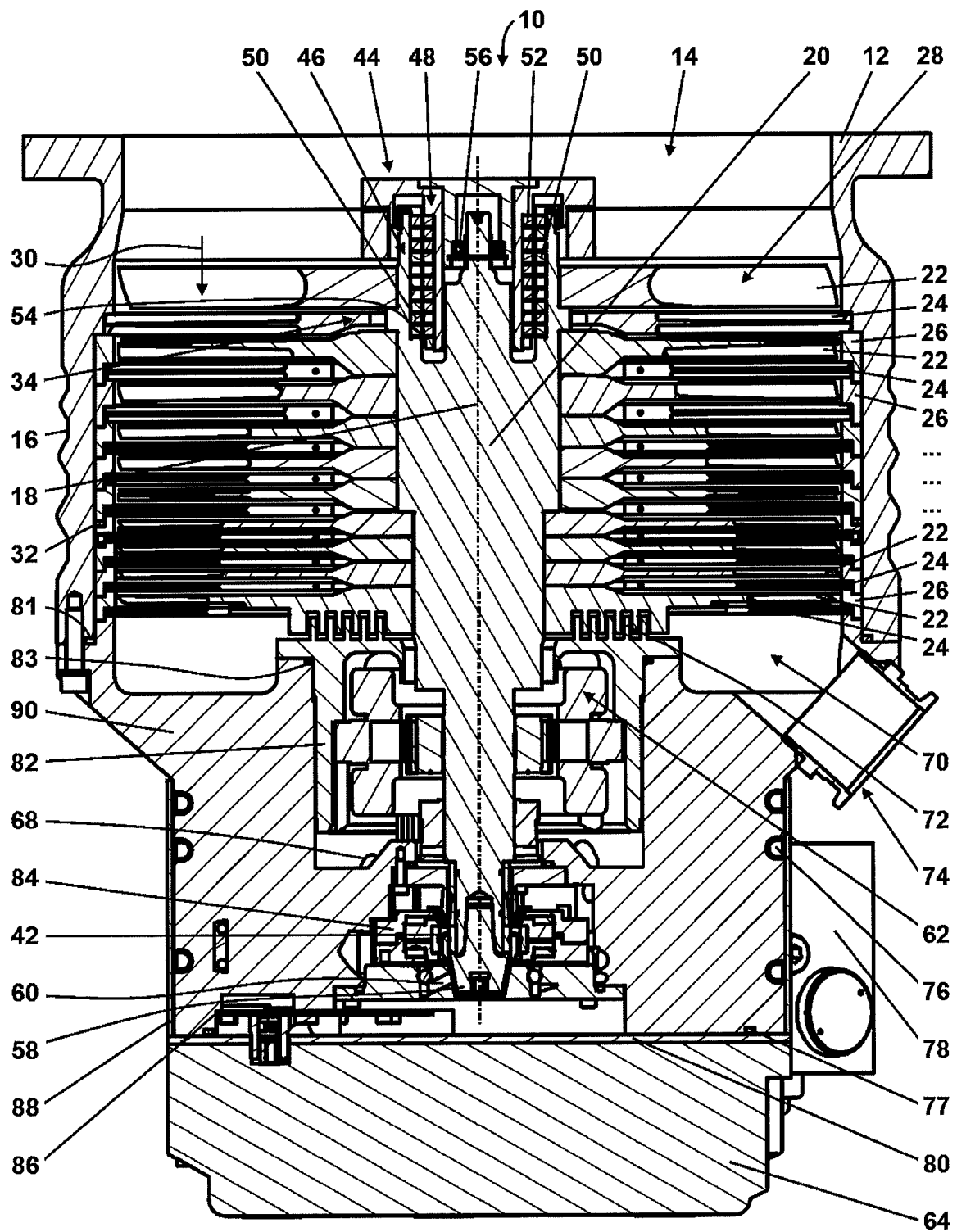


Fig. 2

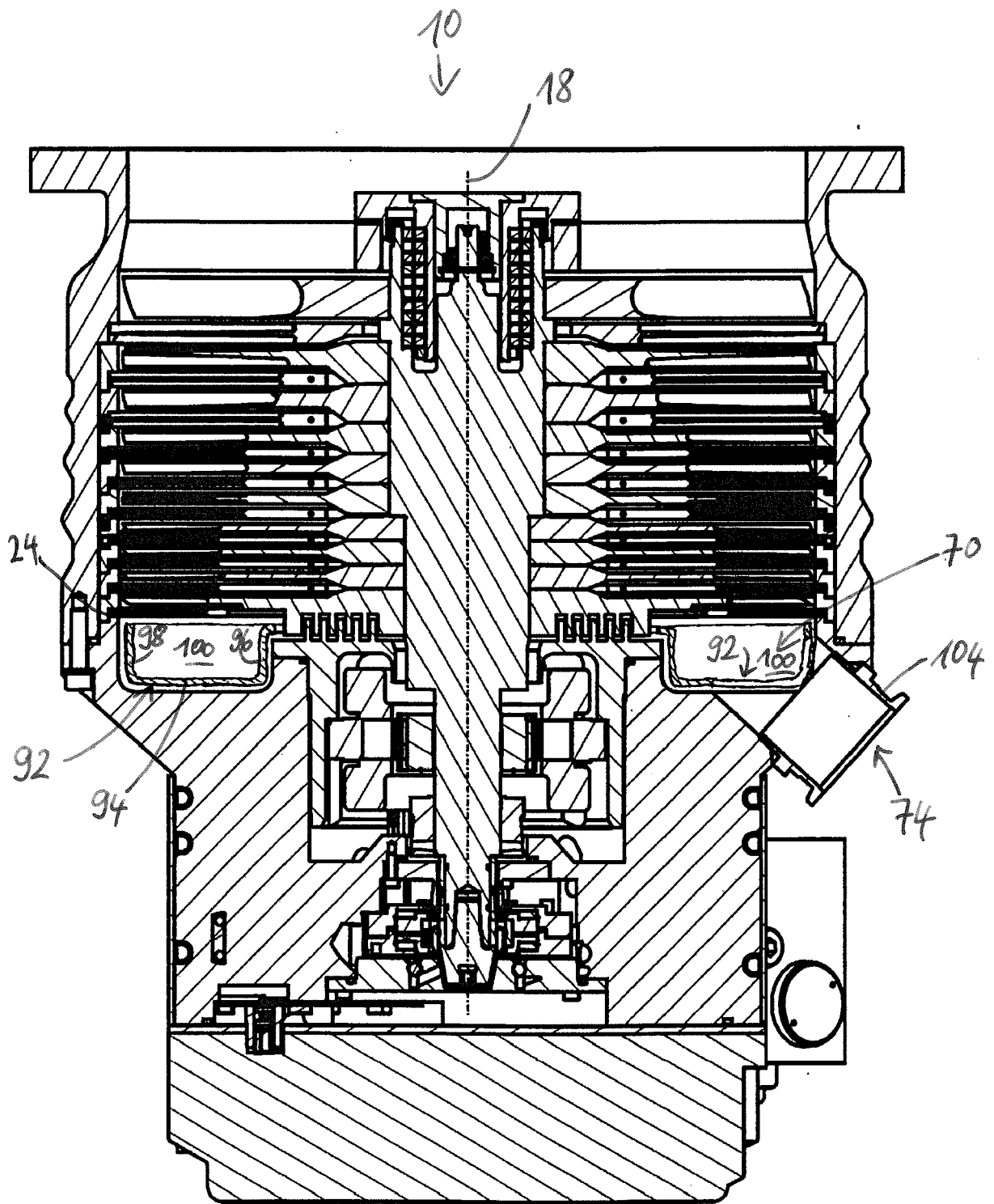


Fig. 3

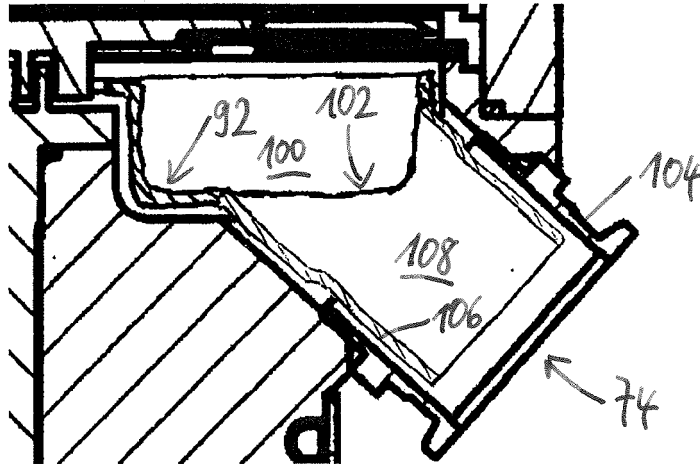


Fig. 4

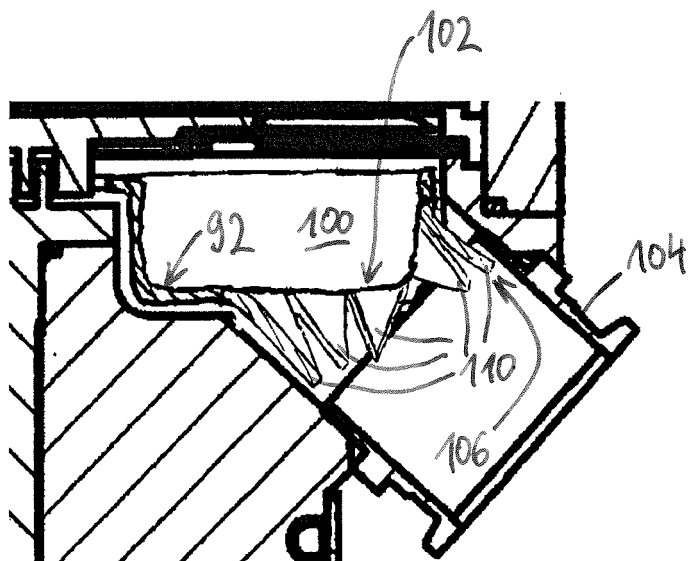


Fig. 5

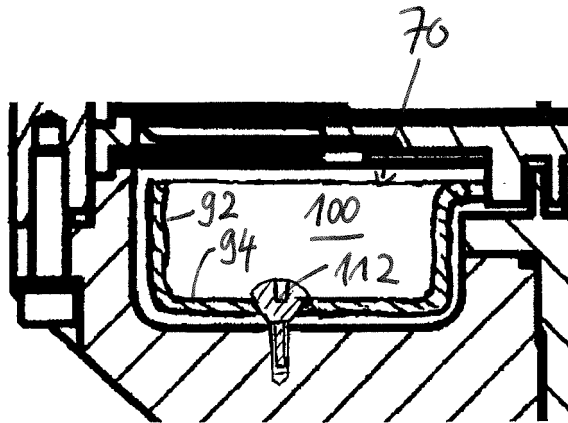


Fig. 6

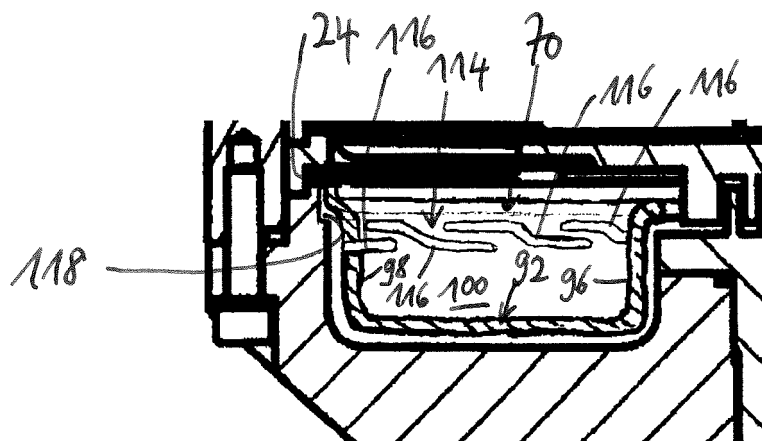


Fig. 7

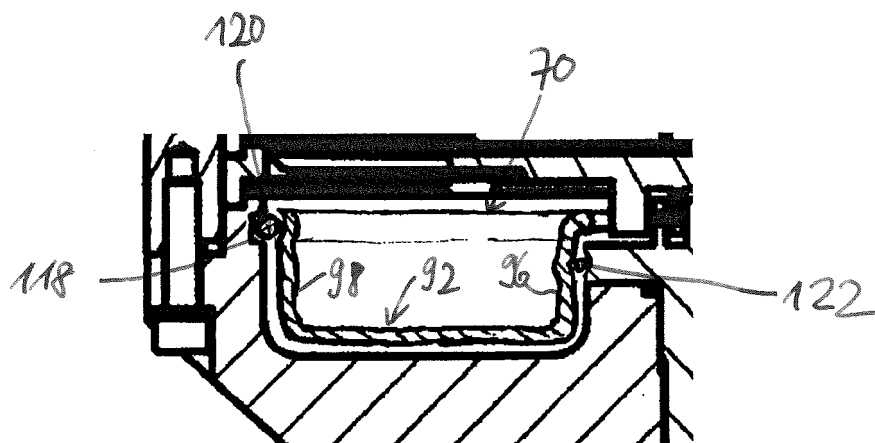


Fig. 8

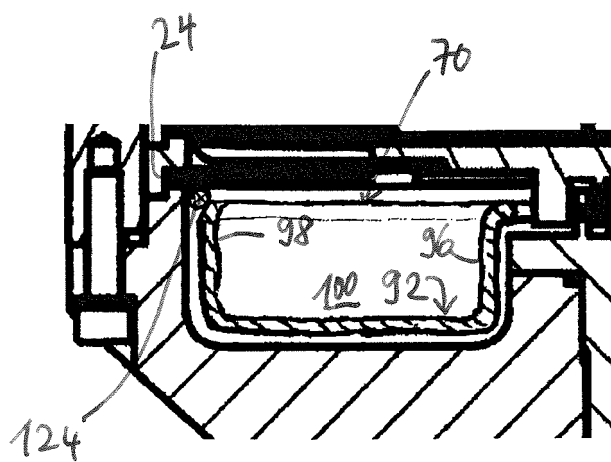


Fig. 9



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 16 20 6042

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                              | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)          |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2016/273552 A1 (TSUBOKAWA TETSUYA [JP])<br>22. September 2016 (2016-09-22)<br><br>* Absatz [0023]; Abbildungen 2-5 *<br>----- | 1-5,<br>8-12,14,<br>15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | INV.<br>F04D19/04<br>F04D29/40<br>F04D29/70 |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2002/114695 A1 (FAHRENBACH PETER [DE])<br>22. August 2002 (2002-08-22)<br>* Abbildung 1 *                                     | 1-12,14,<br>15<br>13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -----                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 3 104 015 A1 (EDWARDS JAPAN LTD [JP])<br>14. Dezember 2016 (2016-12-14)<br>* Absatz [0051]; Abbildungen 1-9 *<br>-----        | 1-12,14,<br>15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | F04D                                        |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                  | Abschlußdatum der Recherche<br><b>29. Juni 2017</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Prüfer<br><b>Brouillet, Bernard</b>         |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                  | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                             |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 16 20 6042

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-06-2017

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 2016273552 A1                                   | 22-09-2016                    | CN 105987011 A                    | 05-10-2016                    |
|                                                    |                               | JP 2016176339 A                   | 06-10-2016                    |
|                                                    |                               | US 2016273552 A1                  | 22-09-2016                    |
| US 2002114695 A1                                   | 22-08-2002                    | DE 10107341 A1                    | 29-08-2002                    |
|                                                    |                               | EP 1236906 A1                     | 04-09-2002                    |
|                                                    |                               | JP 4673538 B2                     | 20-04-2011                    |
|                                                    |                               | JP 2002276586 A                   | 25-09-2002                    |
|                                                    |                               | US 2002114695 A1                  | 22-08-2002                    |
| EP 3104015 A1                                      | 14-12-2016                    | CN 106415020 A                    | 15-02-2017                    |
|                                                    |                               | EP 3104015 A1                     | 14-12-2016                    |
|                                                    |                               | JP 2015148151 A                   | 20-08-2015                    |
|                                                    |                               | KR 20160117414 A                  | 10-10-2016                    |
|                                                    |                               | US 2017002832 A1                  | 05-01-2017                    |
|                                                    |                               | WO 2015118897 A1                  | 13-08-2015                    |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 3070335 A1 **[0041]**
- EP 2740956 A2 **[0048]**
- EP 2060794 A2 **[0049]**
- EP 2801725 A2 **[0049]**
- EP 1843043 A2 **[0052]**