

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
2. September 2010 (02.09.2010)

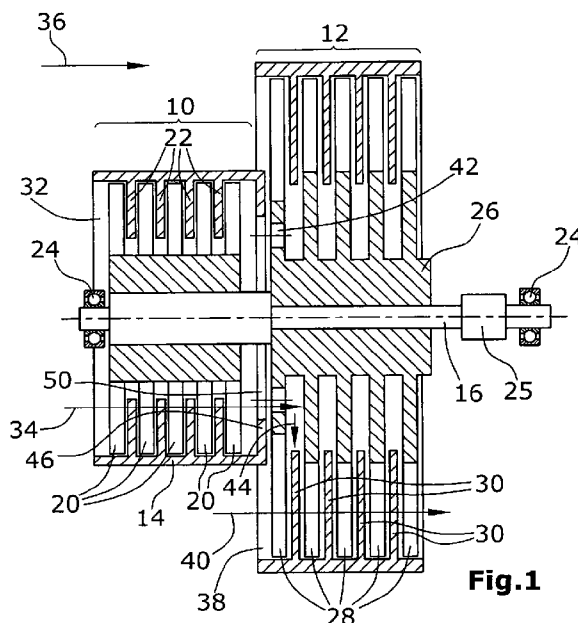
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/097384 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*F04D 19/04* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/052282
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
23. Februar 2010 (23.02.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2009 011 082.8  
28. Februar 2009 (28.02.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **OERLIKON LEYBOLD VACUUM GMBH** [DE/DE]; Bonner Straße 498, 50968 Köln (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BEYER, Christian** [DE/DE]; Langenbergstraße 205, 50765 Köln (DE). **HENRY, Markus** [DE/DE]; Heinrich-Lersch-Straße 1a, 51109 Köln (DE). **ENGLÄNDER, Heinz** [DE/DE]; Im Krähwinkel 4, 52441 Linnich (DE).
- (74) **Anwalt: VON KIRSCHBAUM, Alexander**; Deichmannhaus am Dom, Bahnhofsvorplatz 1, 50667 Köln (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MULTI-INLET VACUUM PUMP

(54) Bezeichnung : MULTI-INLET-VAKUUMPUMPE



(57) **Abstract:** The invention relates to a multi-inlet vacuum pump having a first pump device (10) provided with a first rotor element (18) comprising several first rotor disks (20) which are arranged successively in the conveying direction (36), and a second pump device (12) provided with a second rotor element (26) comprising several second rotor disks (28) which are arranged successively in the conveying direction (36). The diameter of the second rotor disks (28) is at least partially greater than the diameter of the first rotor disks (20). The claimed multi-inlet vacuum pump also comprises a main inlet (32) through which a first fluid flow (34) is suctioned by the first pump device (10) and is conveyed in the direction of the pump outlet (12). Furthermore, said pump comprises an intermediate inlet (38) through which a second fluid flow (40) is suctioned by the second pump device (12) and is conveyed in the direction of a pump outlet. Both fluid flows (34, 40) are joined inside the second pump device (12), in particular between two adjacent rotor disks (28) of the second pump device (12).

(57) **Zusammenfassung:** Die Multi-Inlet-Vakuumpumpe weist eine ersten Pumpeinrichtung (10), mit einem ersten Rotorelement

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/097384 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

---

(18), mit mehreren in Förderrichtung (36) hintereinander angeordneten ersten Rotorscheiben (20), sowie eine zweiten Pumpeinrichtung (12) mit einem zweiten Rotorelement (26), mit mehreren in Förderrichtung (36) hintereinander angeordneten zweiten Rotorscheiben (28) auf, wobei der Durchmesser der zweiten Rotorscheiben (28) zumindest teilweise größer ist, als der Durchmesser der ersten Rotorscheiben (20). Ferner weist die Multi-Inlet-Vakuumpumpe einem Haupteinlass (32) durch den ein erster Fluidstrom (34) von der ersten Pumpeinrichtung (10) angesaugt und in Richtung der zweiten Pumpeinrichtung (12) gefördert wird, auf. Ebenso weist die Pumpe einen Zwischeneinlass (38) durch den ein zweiter Fluidstrom (40) von der zweiten Pumpeinrichtung (12) angesaugt und in Richtung eines Pumpenauslasses gefördert wird, auf. Ein Vereinen der beiden Fluidströme (34, 40) erfolgt innerhalb der zweiten Pumpeinrichtung (12) insbesondere zwischen zwei benachbarten zweiten Rotorscheiben (28) der zweiten Pumpeinrichtung (12).

### **Multi-Inlet-Vakuumpumpe**

Die Erfindung betrifft eine Multi-Inlet-Vakuumpumpe.

Multi-Inlet-Vakuumpumpen weisen in einem gemeinsamen Gehäuse mehrere Pumpeinrichtungen auf, bei denen es sich beispielsweise um Turbomolekularpumpen ggf. in Verbindung mit einer Holweckstufe handelt. Die einzelnen Pumpeinrichtungen werden üblicherweise von einer gemeinsamen Rotorwelle getragen und von einem einzigen Elektromotor angetrieben. Das Pumpengehäuse weist einen Haupteinlass auf, durch den ein erster Fluidstrom von der ersten Pumpeinrichtung angesaugt wird. Der erste Fluidstrom wird sodann nach dem Durchströmen der ersten Pumpeinrichtung von der zweiten Pumpeinrichtung und ggf. weiteren Pumpeinrichtungen in Richtung eines Auslasses gefördert. Zwischen der ersten und der zweiten Pumpeinrichtung ist ein Zwischeneinlass vorgesehen, durch den ein zweiter Fluidstrom von der zweiten Pumpeinrichtung angesaugt wird. Von der zweiten Pumpeinrichtung wird somit der erste und der zweite Fluidstrom in Richtung des Auslasses gefördert. Ggf. kann ein zweiter Zwischeneinlass zwischen der zweiten und einer dritten Pumpeinrichtung angeordnet sein. Ein entsprechender dritter Fluidstrom wird von der dritten Pumpeinrichtung ebenfalls in Richtung des Auslasses gefördert, wobei sodann von der dritten Pumpeinrichtung alle drei Fluidströme gefördert werden.

Aus EP 0 919 726 ist eine Multi-Inlet-Pumpe bekannt, bei der der Außendurchmesser der Rotorscheiben der ersten Pumpeinrichtung kleiner ist,

- 2 -

als der Außendurchmesser der Rotorscheiben der zweiten Pumpeinrichtung. Hierdurch ist am Zwischeneinlass ein relativ hohes Saugvermögen realisiert.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Multi-Inlet-Vakuumpumpe mit verbessertem Partialdruck und der Möglichkeit eines erhöhten Saugvermögens im Zwischeneinlass zu realisieren.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch eine Multi-Inlet-Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Die erfindungsgemäße Multi-Inlet-Vakuumpumpe weist eine erste Pumpeinrichtung, bei der es sich insbesondere um eine Turbomolekularpumpe handelt, auf. Die erste Pumpeinrichtung weist ein erstes Rotorelement mit mehreren in Förderrichtung hintereinander angeordneten Rotorscheiben auf. Ferner weist die Multi-Inlet-Vakuumpumpe eine weitere Pumpeinrichtung, bei der es sich vorzugsweise ebenfalls um eine Turbomolekularpumpe handelt, auf. Diese weist ein weiteres Rotorelement mit ebenfalls mehreren in Förderrichtungen hintereinander angeordneten Rotorscheiben auf. Eine erfindungsgemäße Multi-Inlet-Vakuumpumpe weist mindestens zwei Pumpeinrichtungen auf, wobei ggf. auch mehrere Pumpeinrichtungen vorgesehen sein können. Die Multi-Inlet-Vakuumpumpe weist einen Haupteinlass auf, durch den ein erster Fluidstrom von der ersten Pumpeinrichtung angesaugt und in Richtung der weiteren, insbesondere zweiten Pumpeinrichtung gefördert wird. Über einen Zwischeneinlass erfolgt das Ansaugen eines weiteren Fluidstroms von der weiteren Pumpeinrichtung. Ggf. sind mehrere Zwischeneinlässe sowie mehrere Pumpeinrichtungen vorgesehen, wobei die Zwischeneinlässe vorzugsweise zwischen zwei benachbarten Pumpeinrichtungen angeordnet sind. Die vorzugsweise zwei Fluidströme werden in Richtung eines Pumpenauslasses gefördert.

Erfindungsgemäß erfolgt ein Vereinen der Fluidströme nicht unmittelbar im Bereich des Zwischeneinlasses. Das Vereinen der insbesondere zwei

Fluidströme erfolgt somit außerhalb des Zwischeneinlasses jedoch innerhalb der Vakuumpumpe. Da das durch den Haupteinlass angesaugte Gasgemisch ggf. eine andere Zusammensetzung als das durch den Zwischeneinlass angesaugte Gasgemisch hat, ist das erfindungsgemäße Vereinen der Fluidströme außerhalb des Zwischeneinlasses vorteilhaft, da das Verhältnis der Partialdrücke im Zwischeneinlass weniger beeinflusst wird. Vorzugsweise erfolgt das Vereinen der Fluidströme erst innerhalb der weiteren Pumpeinrichtung, insbesondere zwischen zwei benachbarten Rotorscheiben der zweiten Pumpeinrichtung. Das Vereinen erfolgt vorzugsweise zwischen der ersten und zweiten Rotorscheibe der weiteren Pumpeinrichtung.

Bei einer Multi-Inlet-Pumpe mit einem zweiten oder weiteren Zwischeneinlassen kann der Bereich zwischen der zweiten und der dritten bzw. zwischen benachbarten Pumpeinrichtungen selbstverständlich entsprechend ausgebildet sein. Hierbei erfolgt sodann ein Vereinen des beispielsweise zweiten und dritten Fluidstroms außerhalb des entsprechenden Zwischeneinlasses, vorzugsweise innerhalb der beispielsweise dritten Pumpeinrichtung.

Der Durchmesser der weiteren, beispielsweise zweiten Rotorscheibe ist vorzugsweise zumindest teilweise größer als der Durchmesser der ersten Rotorscheiben. Vorzugsweise ist der Durchmesser mehrerer, insbesondere aller Rotorscheiben der weiteren Pumpeinrichtung größer als der Durchmesser der ersten Rotorscheiben.

Bei einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist zumindest die erste Rotorscheibe der weiteren Pumpeinrichtung in Förderrichtung, das heißt vorzugsweise in axialer Richtung der Rotorwelle, eine Durchgangsöffnung auf. Durch die Durchgangsöffnung strömt der erste Fluidstrom zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig, in die weitere beispielsweise zweite Pumpeinrichtung ein. Hierbei ist die Durchgangsöffnung vorzugsweise radial innerhalb der die Flügel tragenden ersten Rotorscheibe der

weiteren Pumpeinrichtung angeordnet. Das Vereinen der Fluidströme erfolgt somit nachdem der erste Fluidstrom die Durchgangsöffnung passiert hat. Da nur die erste Rotorscheibe der weiteren Pumpeinrichtung Durchgangsöffnungen aufweist, erfolgt das Vereinen der Fluidströme zwischen den beiden ersten Rotorscheiben der weiteren Pumpeinrichtung. Ggf. können auch mehrere Rotorscheiben der weiteren Pumpeinrichtung Durchgangsöffnungen aufweisen, so dass das Vereinen der Fluidströme nicht nur zwischen den beiden ersten Rotorscheiben sondern auch zwischen weiteren Rotorscheiben der weiteren Pumpeinrichtung erfolgt. Sofern entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zumindest ein Teil der Rotorscheiben der weiteren Pumpeinrichtung einen größeren Durchmesser als die Rotorscheiben der ersten Pumpeinrichtung aufweist, hat das Vorsehen von derartigen Durchgangsöffnungen zur Folge, dass der erste Fluidstrom aufgrund der Änderung der Durchmesser der Rotorscheiben nicht radial nach außen umgelenkt werden muss, so dass unmittelbar im Bereich des Zwischeneinlasses kein Vereinen der beiden Fluidströme stattfindet. Vielmehr erfolgt ein Vereinen der beiden Fluidströme, beispielsweise erst zwischen der ersten und zweiten Rotorscheibe der zweiten Pumpeinrichtung. Ebenso ist es möglich, dass auch weitere Rotorscheiben der zweiten Pumpeinrichtung Durchgangsöffnungen aufweisen, so dass das Vereinen der beiden Fluidströme nicht nur zwischen zwei Rotorscheiben, sondern zwischen mehreren Rotorscheiben erfolgt. Hierbei kann sich die Gesamtquerschnittsfläche der Durchgangsöffnungen in Förderrichtung verringern, so dass sich stets ein Teil des ersten Fluidstroms mit dem zweiten Fluidstrom zwischen zwei benachbarten Rotorscheiben vereinen muss und ein geringerer Teil des ersten Fluidstroms unvereint weiterströmt und erst zwischen den beiden nächsten benachbarten Rotorscheiben ein Vereinen mit dem zweiten Fluidstrom erfolgt.

Die Durchgangsöffnung in der zu mindestens ersten Rotorscheibe der weiteren Pumpeinrichtung weist vorzugsweise mehrere Einzelöffnungen auf. Diese sind insbesondere entlang einer Kreislinie angeordnet. Hierdurch ist sichergestellt,

dass durch das Vorsehen mehrerer Einzelöffnungen, die insbesondere regelmäßig auf einer Kreislinie angeordnet sind, die Stabilität der Rotorscheiben nicht beeinträchtigt wird.

Um zu vermeiden, dass ein größerer Teil des ersten Fluidstroms nicht durch Durchgangsöffnungen strömt, sondern radial nach außen in Richtung des Zwischeneinlasses strömt, ist in besonders bevorzugter Ausführungsform zwischen benachbarten Pumpeinrichtungen eine insbesondere radial angeordnete Gehäusewand vorgesehen. Die Gehäusewand ist vorzugsweise mit einer Gehäuseaußenwand des Pumpengehäuses dichtend verbunden und ragt bis nahe an die Durchtrittsöffnung oder die Rotorwelle heran. Insbesondere ist die Gehäusewand derart ausgebildet, dass zwischen der Gehäusewand und der Rotorwelle eine ringförmige Öffnung ausgebildet ist, wobei die Durchtrittsöffnungen in der einen oder in mehreren Rotorscheiben der weiteren Pumpeinrichtung in Strömungsrichtung gesehen, innerhalb dieser kreisringförmigen Öffnung angeordnet sind. Hierdurch ist ein Umlenken des ersten Fluidstroms zwischen dieser kreisringförmigen Öffnung und den Durchgangsöffnungen vermieden. Der erste Fluidstrom durchströmt somit nach Austreten aus der ersten Pumpeinrichtung die Durchgangsöffnung in der Gehäusewand und anschließend die Durchgangsöffnung der ersten oder mehrerer Rotorscheibe der weiteren Pumpeinrichtung um sodann innerhalb der weiteren Pumpeinrichtung mit dem zweiten Fluidstrom vereint zu werden.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform, bei der es sich um eine weitere Realisierung des erfindungsgemäßen Prinzips handelt, dass das Vereinen der beiden Fluidströme nicht innerhalb eines Zwischeneinlasses erfolgt, ist zwischen benachbarten Pumpeinrichtungen ein Strömungskanal ausgebildet. Der mindestens eine Strömungskanal ist derart ausgebildet, dass ein Auslass der ersten Pumpeinrichtung über den Strömungskanal mit einem Bereich innerhalb der weiteren Pumpeinrichtung verbunden ist.

Dies erfolgt vorzugsweise derart, dass der mindestens eine Strömungskanal zumindest teilweise innerhalb einer Rotorwelle angeordnet ist, die die Rotorelemente trägt. In bevorzugter Ausführungsform weist die Rotorwelle zur Ausbildung eines Strömungskanals eine insbesondere in Längsrichtung verlaufenden Nut auf. Beim Vorsehen mehrere Strömungskanäle sind somit mehrere vorzugsweise zueinander parallel in Längsrichtung der Rotorwelle verlaufende Nuten vorgesehen. Die Nuten sind hierbei vorzugsweise symmetrisch am Umfang der Rotorwelle angeordnet. Vorzugsweise sind die Nuten in eine Außenumfangsfläche der Rotorwelle, beispielsweise durch Fräsen eingebracht. Zur Ausbildung eines in Umfangsrichtung geschlossenen Strömungskanals sind in bevorzugten Ausführungsformen die Nuten durch eine Hülse und/oder eine Innenseite eines Rotorelements verschlossen. Bei dieser besonders bevorzugten Ausführungsform strömt der erste Fluidstrom nach Durchtreten der ersten Pumpeinrichtung, insbesondere vollständig in die vorzugsweise mehreren Strömungskanäle ein. Der erste Fluidstrom durchströmt die Strömungskanäle und tritt sodann vorzugsweise innerhalb einer weiteren, insbesondere der benachbarten Pumpeinrichtung wieder aus den Strömungskanälen aus. Hierdurch erfolgt ein Vereinen des ersten Fluidstroms mit einem weiteren durch einen Zwischeneinlass angesaugten Fluidstrom nicht innerhalb des Zwischeneinlasses, sondern innerhalb der zweiten Pumpeinrichtung.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Rotorwelle als Hohlwelle ausgestaltet. Vorzugsweise strömt der erste Fluidstrom nach Durchströmen der ersten Pumpeinrichtung durch eine oder mehrere in der Rotorwelle angeordnete erste Querbohrungen in den Strömungskanal bzw. die Rotorwelle ein. Vorzugsweise sind mehrere erste Querbohrungen angeordnet, die radial am Umfang der Hohlwelle verteilt vorgesehen sind. Über mindestens eine, vorzugsweise mehrere zweite Querbohrungen, wird der erste Fluidstrom vorzugsweise aus dem Strömungskanal bzw. dem Inneren der hohlen Rotorwelle in die weitere Pumpeinrichtung eingeleitet. Dies erfolgt in besonders bevorzugter Ausführungsform zwischen zwei benachbarten

Rotorscheiben der zweiten Pumpeinrichtung, insbesondere in Förderrichtung zwischen der ersten und zweiten Rotorscheibe. Es ist auch möglich, die zweiten Querbohrungen derart anzuordnen, dass das Einströmen des ersten Fluidstroms in mehreren Bereichen der zweiten Pumpeinrichtung, das heißt beispielsweise zwischen der ersten und der zweiten Rotorscheibe und auch zwischen der zweiten und dritten Rotorscheibe erfolgt.

Bei einer Weiterbildung dieser Strömungskanäle, insbesondere Nuten aufweisenden Ausführungsform der Erfindung ist im Auslassbereich der ersten Pumpeinrichtung eine Dichtscheibe angeordnet. Diese, vorzugsweise radial verlaufende Dichtscheibe, stellt sicher dass der erste Fluidstrom größtenteils insbesondere vollständig in Richtung des mindestens einen Strömungskanals gelenkt wird. Die Dichtscheibe kann hierbei entsprechend der Statorscheiben, die zwischen benachbarten Rotorscheiben angeordnet sind, ausgebildet bzw. angeordnet sein. Die Dichtscheibe kann entsprechend der Statorscheiben über einen Statorring im Gehäuse gehalten oder fest mit dem Gehäuse verbunden sein. Die Dichtscheibe ragt bis nahe an die Rotorwelle heran, so dass ein schmaler Dichtspalt zwischen der Dichtscheibe und der Rotorwelle ausgebildet ist. Bei Vorsehen einer Dichtscheibe ist der Einlass des bzw. der Nuten vorzugsweise in Förderrichtung zwischen der letzten Rotorscheibe der ersten Pumpeinrichtung und der Dichtscheibe angeordnet.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist anstelle des Vorsehens einer Dichtscheibe zumindest die letzte Rotorscheibe der ersten Pumpeinrichtung derart ausgebildet, dass eine Gegenströmung erzeugt wird. Die Förderrichtung dieser letzten Rotorscheibe der ersten Pumpeinrichtung ist somit entgegengesetzt der Hauptförderrichtung der Vakuumpumpe. Durch diese Rotorscheibe wird ein Teil des durch den Zwischeneinlass angesaugten weiteren Fluidstroms entgegen der Hauptförderrichtung, das heißt in Richtung der ersten Pumpeinrichtung gefördert. Bei dieser weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die ersten Querbohrungen und/oder der Einlass der Nuten zwischen den beiden letzten Rotorscheiben der ersten Pumpeinrichtung,

das heißt zwischen der letzten eine Gegenströmung erzeugende Rotorscheibe, und der letzten Rotorscheibe der Pumpeinrichtung, die in Hauptförderrichtung fördert, angeordnet. Aufgrund der erzeugten Gegenströmung ist sichergestellt, dass der erste Fluidstrom in Richtung des Strömungskanals, insbesondere in Richtung der Nuten bzw. der ersten Querbohrungen umgelenkt wird. Eine Dichtscheibe kann in dieser Ausführungsform entfallen.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird ein durch einen Zwischeneinlass angesaugter Fluidstrom aufgeteilt, wobei sodann ein Teil dieses weiteren Fluidstroms in Gegenrichtung strömt. Bei dieser Ausführungsform ist nicht nur die letzte Rotorscheibe der ersten Pumpeinrichtung zur Erzeugung einer Gegenströmung ausgebildet, sondern vorzugsweise mehrere Rotorscheiben erzeugen eine Gegenströmung. Hierbei erfolgt durch diese Rotorscheiben nicht nur das Erzeugen einer Gegenströmung sondern gleichzeitig auch ein Komprimieren des in die Gegenströmung strömenden Teils des weiteren Fluidstroms. Der in Gegenrichtung strömende Teil des weiteren Fluidstroms wird innerhalb der ersten Pumpeinrichtung mit dem ersten Fluidstrom vereint. Der erste Fluidstrom strömt zusammen mit dem in Gegenrichtung geförderten Teil des weiteren Fluidstroms in Strömungskanäle. Bei den Strömungskanälen handelt es sich vorzugsweise wiederum um in der Rotorwelle angeordnete in Längsrichtung verlaufende Nuten und/oder um Querbohrungen, wie vorstehend beschrieben. Der erste Fluidstrom strömt sodann zusammen mit dem Teil des weiteren Fluidstroms durch die Strömungskanäle in Richtung einer weiteren Pumpeinrichtung. Innerhalb der weiteren Pumpeinrichtung tritt dieser Fluidstrom wieder aus dem mindestens einen Strömungskanal aus, so dass ein Vereinen dieses Fluidstroms mit dem zweiten Teil des weiteren durch den Zwischeneinlass angesaugten Fluidstroms innerhalb der weiteren Pumpeinrichtung erfolgt.

In weiteren bevorzugten Ausführungsformen sind die einzelnen vorstehend beschriebenen Ausführungsformen zumindest teilweise miteinander

kombiniert. Insbesondere kann das anhand der ersten Ausführungsform beschriebene Vorsehen einer Durchgangsöffnung in zumindest der ersten Rotorscheibe der weiteren Pumpeinrichtung mit dem Vorsehen mindestens eines Strömungskanals kombiniert werden, so dass ein Teil des ersten Fluidstroms durch die mindestens eine Durchgangsöffnung und ein Teil durch den mindestens einen Strömungskanal strömt.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Schnittansicht einer ersten Ausführungsform eines Teils einer Multi-Inlet-Vakuumpumpe,
- Fig. 2 eine schematische Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform eines Teils einer Multi-Inlet-Vakuumpumpe,
- Fig. 3 eine schematische Schnittansicht einer dritten Ausführungsform eines Teils einer Multi-Inlet-Vakuumpumpe,
- Fig. 4 eine schematische Schnittansicht einer vierten Ausführungsform eines Teils einer Multi-Inlet-Vakuumpumpe, und
- Fig. 5 eine schematische Schnittansicht entlang der Linie V-V in Fig. 4.

Fig. 1 zeigt den hinsichtlich der Erfindung wesentlichen Teil einer Multi-Inlet-Vakuumpumpe. Es handelt sich hierbei um eine erste Pumpeinrichtung 10 und eine weitere bzw. zweite Pumpeinrichtung 12, die in einem gemeinsamen Gehäuse 14 angeordnet sind. Zusätzlich kann in dem Gehäuse auf der in Fig. 1

- 10 -

rechten Seite eine dritte Pumpeinrichtung, wie beispielsweise eine Holweckstufe vorgesehen sein.

Die erste Pumpeinrichtung 10 weist ein auf einer Rotorwelle 16 angeordnetes Rotorelement 18 auf. Das Rotorelement 18 weist im dargestellten Ausführungsbeispiel fünf radial verlaufende Rotorscheiben 20 auf. Die Rotorscheiben 20 weisen Rotorflügel zum Transport von Fluid insbesondere Gas auf. Zwischen benachbarten Rotorscheiben 20 sind stationäre Statorscheiben 22 angeordnet. Die Statorscheiben 22 sind beispielsweise über Ringe fest in dem Gehäuse 14 gehalten.

Ferner ist von der Rotorwelle 16, die im dargestellten Ausführungsbeispiel über zwei Lager 24 gelagert ist, ein weiteres bzw. zweites Rotorelement 26 der zweiten Pumpeinrichtung 12 getragen. Das zweite Rotorelement 26 weist im dargestellten Ausführungsbeispiel ebenfalls fünf Rotorscheiben 28 auf. Zwischen den Rotorscheiben 28 sind wiederum stationär ggf. über Statorringe mit dem Gehäuse 14 verbundene Statorscheiben 30 angeordnet. Die Rotorscheiben 28 weisen in einem äußeren, in Fig. 1 unschraffiert dargestellten Bereich, wiederum Flügel zum Transport von Fluid auf.

Die erste Pumpeinrichtung 10 saugt das Gas durch einen Haupteinlass 32 in dem Gehäuse 14 an. Hierdurch entsteht ein erster Fluidstrom 34 in Richtung der zweiten Pumpeinrichtung 12, bzw. in Förderrichtung 36. Die Förderrichtung 36 entspricht der Hauptförderrichtung von dem Haupteinlass 32 in Richtung eines Auslasses der in Förderrichtung hinter der letzten Pumpeinrichtung, das heißt in Fig. 1 auf der rechten Seite in dem Gehäuse vorgesehen ist.

Ferner weist das Gehäuse 14 einen Zwischeneinlass 38 auf. Der Zwischeneinlass ist in dem Gehäuse 14 zwischen der ersten Pumpeinrichtung 10 und der zweiten Pumpeinrichtung 12 angeordnet. Durch den Zwischeneinlass 38 wird ein zweiter Fluidstrom 40, ebenfalls in Förderrichtung

- 11 -

36 erzeugt. Der zweite Fluidstrom 40 wird durch die zweite Pumpeinrichtung 12 und eine ggf. nachgeschaltete weitere Pumpeinrichtung in Richtung des Pumpenauslasses gefördert. Bei Multi-Inlet-Pumpen liegt im dargestellten Ausführungsbeispiel insbesondere ein Hochvakuum an dem Haupteinlass 32 und ein etwas geringeres Vakuum an dem Zwischeneinlass 38 an. Um ein möglichst hohes Saugvermögen, das heißt ein geringes Vakuum auch an dem Zwischeneinlass 38 erzeugen zu können, ist im dargestellten Ausführungsbeispiel der Radius der Rotorscheiben 28 der zweiten Pumpeinrichtung 12 größer als der Radius der Rotorscheiben 20 der ersten Pumpeinrichtung 10.

Erfindungsgemäß erfolgt bei der in Fig.1 dargestellten Ausführungsform ein Vereinen der beiden Fluidströme 34, 40 erst innerhalb der zweiten Pumpeinrichtung 12. In dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel wird dies dadurch erreicht, dass die erste in Fig. 2 linke Rotorscheibe 28 der zweiten Pumpeinrichtung 12 eine Durchgangsöffnung 42 aufweist. Die Durchgangsöffnung 42 weist vorzugsweise mehrere auf einer zur Rotorwelle konzentrischen Kreislinie angeordnete Einzelöffnungen auf. Durch das Vorsehen der Durchgangsöffnung 42 strömt der erste Fluidstrom 34 zunächst durch die Durchgangsöffnung 42 in den Bereich zwischen den beiden in Fig. 2 linken Rotorscheiben 28 der zweiten Pumpeinrichtung 12. Zwischen den beiden ersten bzw. linken Rotorscheiben 28 der zweiten Pumpeinrichtung 12 strömt der erste Fluidstrom, wie durch den Pfeil 44 dargestellt sodann radial nach außen, so dass ein Vereinen der beiden Fluidströme 34, 40 zwischen den beiden ersten Rotorscheiben 28 der zweiten Pumpeinrichtung 12 erfolgt. Da im Bereich des Zwischeneinlasses 38 kein Vermischen der beiden Fluidströme 34, 40 erfolgt, können im Bereich des Zwischeneinlasses 38 günstiger Partialdrücke erzielt werden. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn durch den Haupteinlass 32 und den Zwischeneinlass 38 unterschiedliche Gasgemische angesaugt werden.

Die Durchgangsöffnung 42 bzw. die Einzelöffnungen der Durchgangsöffnung 42 sind innerhalb des Bereichs in dem die Flügel der ersten Rotorscheibe 28 angeordnet sind, vorgesehen. In der Figur ist der Bereich der Flügel unschraffiert dargestellt.

Um sicherzustellen, dass der erste Fluidstrom 34 möglichst vollständig durch die Durchgangsöffnung 42 strömt und somit ein Vereinen der beiden Fluidströme im Bereich des Zwischeneinlasses 38 vermieden ist, ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel zusätzlich eine Gehäusewand 46 vorgesehen. Die Gehäusewand 46 ist zwischen den beiden Pumpeinrichtungen 10, 12 angeordnet und verläuft radial. Die Gehäusewand 46 ist fest mit dem Gehäuse 14 verbunden und erstreckt sich in Richtung der Rotorwelle 16. Der erste Fluidstrom 34 strömt somit nach Durchtreten der ersten Pumpeinrichtung 10 durch eine kreisringförmige Öffnungen 50 und sodann durch die Durchgangsöffnungen 42 der ersten Rotorscheibe 28 um zwischen den beiden ersten Rotorscheiben 28 der zweiten Pumpeinrichtung 12 in diese zu gelangen.

Bei der in Fig. 2 dargestellten zweiten bevorzugten Ausführungsform sind identische und ähnliche Bauteile mit den selben Bezugszeichen gekennzeichnet.

Der wesentliche Unterschied der in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsform besteht darin, dass die erste Rotorscheibe 28 der zweiten Pumpeinrichtung 12 keine Durchgangsöffnungen 42 aufweist. Vielmehr wird der erste Fluidstrom 34 am Ende der ersten Pumpeinrichtung radial nach innen, (Pfeil 52) umgelenkt. Hierzu ist mit dem Gehäuse oder den Statorringen eine Dichtscheibe 54 verbunden. Diese verläuft ähnlich der Gehäusewand 46, bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel radial nach innen und ist gegenüber der Rotorwelle 16 durch einen Dichtspalt 56 abgedichtet. Eine weitere Besonderheit der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform besteht darin, dass die Welle 16 als Hohlwelle ausgebildet ist, so dass der erste

Fluidstrom 34 durch Querbohrungen 58 in den Innenraum 60 der Hohlwelle 16 strömt, (Pfeil 62). Vorzugsweise sind am Umfang der Hohlwelle 16 insbesondere symmetrisch mehrere Querbohrungen 58 angeordnet.

Zu den ersten Querbohrungen 58 in Strömungsrichtung 36 nachgeordnet sind zweite Querbohrungen 64 in der Hohlwelle angeordnet. Vorzugsweise sind wiederum mehrere zweite Querbohrungen 64 am Umfang symmetrisch verteilt angeordnet. Die Lage der zweiten Querbohrung 64 ist derart gewählt, dass das Fluid in Richtung eines Pfeils 67 durch die Querbohrungen 64 in die zweite Pumpeinrichtung 12 strömt, wobei im dargestellten Ausführungsbeispiel das Fluid zwischen den ersten beiden Rotorscheiben 28 der zweiten Pumpeinrichtung 12 einströmt. Somit ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Strömungskanal 58, 60, 64 ausgebildet, wobei der Strömungskanal einen Auslass der ersten Pumpeinrichtung mit einem Bereich innerhalb der zweiten Pumpeinrichtung verbindet, wobei es sich im dargestellten Ausführungsbeispiel um den Bereich zwischen den beiden ersten Rotorscheiben 28 der zweiten Pumpeinrichtung 12 handelt. Die zweiten Querbohrungen 64 können beispielsweise auch zwischen der zweiten und dritten, der dritten und vierten, usw. Rotorscheibe 28 der zweiten Pumpeneinrichtung 12 enden. Ebenso ist es möglich, dass mehrere Ebenen an Querbohrungen vorgesehen sind, so dass Querbohrungen beispielsweise sowohl zwischen der ersten und zweiten als auch zwischen der zweiten und dritten Rotorscheibe 28 enden.

Der zweite Fluidstrom 40 strömt wie auch bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform durch den Zwischeneinlass 38 ein und wird von der zweiten Pumpeinrichtung 12 in Richtung des nicht dargestellten Auslasses der Multi-Inlet-Vakuumpumpe gefördert. Das Vereinen der beiden Fluidströme 34, 40 erfolgt wie im ersten Ausführungsbeispiel (Fig. 1) beispielsweise zwischen den beiden ersten Rotorscheiben 28 der zweiten Pumpeinrichtung 12.

Die in Fig. 3 dargestellte dritte Ausführungsform ist der in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsform ähnlich, so dass identische und ähnliche Bauteile mit den selben Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

Der wesentliche Unterschied zwischen der in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellten Ausführungsform besteht darin, dass die dritte Ausführungsform (Fig. 3) keine Dichtscheibe 54 aufweist. Stattdessen ist eine letzte, in Fig. 3 rechte Rotorscheibe 68 der ersten Pumpeinrichtung 10 derart ausgebildet, dass die Rotorscheibe 68 Fluid entgegen der Hauptförderrichtung 36 der Multi-Inlet-Vakuumpumpe in Richtung eines Pfeils 70 fördert. Dies ist dadurch realisiert, dass die Flügel der Rotorscheibe 68 in entgegengesetzte Richtung weisen. Aufgrund der Förderrichtung der Rotorscheibe 68 kann der erste Fluidstrom nicht durch die Rotorscheibe 68 hindurchtreten. Dies hat zur Folge, dass der erste Fluidstrom 34 entsprechend der zweiten Ausführungsform (Fig. 2) radial nach innen (Pfeil 52) gefördert wird und durch die ersten Querbohrungen 58 in den Innenraum 60 der hohlen Rotorwelle 16 strömt. Die Rotorscheibe 68 durch die ein geringer Teil des zweiten Fluidstroms 40 in entgegengesetzt zur Hauptförderrichtung 36 gefördert wird, hat somit eine gute Dichtwirkung. Hierdurch ist vermieden, dass sich die beiden Fluidströme 34, 40 bereits im Bereich des Zwischeneinlasses 38 vereinen. Entsprechend der zweiten Ausführungsform (Fig. 2) wird der erste Fluidstrom durch den Strömungskanal 58, 60, 64 innerhalb der zweiten Pumpeinrichtung 12 gefördert. Die zweiten Querbohrungen 64 sind hierbei derart in der Hohlwelle 16 angeordnet, dass der erste Fluidstrom zwischen den beiden ersten Rotorscheiben 28 der zweiten Pumpeinrichtung 12 in diese eintritt.

In der in den Fig. 4 und 5 dargestellten vierten bevorzugten Ausführungsform, sind identische und ähnliche Bauteile mit den selben Bezugszeichen gekennzeichnet.

Bei der in Fig. 4 dargestellten weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, wird der durch den Zwischeneinlass 38 angesaugte Fluidstrom 40

unmittelbar nach Eintreten in die Vakuumpumpe in zwei Fluidströme 70, 71 aufgeteilt. Entsprechend der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform, wird der Teil-Fluidstrom 70 entgegen der Hauptförderrichtung 36 gefördert. Hierdurch entsteht in der ersten Pumpeinrichtung 10 eine Gegenströmung. Diese wird durch die Flügel der Rotorscheibe 21 und der mit dem Gehäuse 14 festverbundenen Statorscheibe 23 erzeugt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Rotorscheibe 21 sowie die dazugehörige Statorscheibe 23 einen größeren Durchmesser als die anderen Rotorscheiben 20 sowie Statorscheiben 22 der ersten Pumpeinrichtung auf. Insbesondere ist der Außendurchmesser der Rotorscheibe 21 sowie der Statorscheibe 23 im Wesentlichen entsprechend den Rotorscheiben 28, bzw. den Statorscheiben 30 der zweiten bzw. weiteren Pumpeinrichtung 12.

Aufgrund der Gegenströmung, die durch den Teil-Fluidstrom 70 erzeugt wird, tritt der erste Fluidstrom 34 aus der ersten Pumpeinrichtung nicht im Bereich des Zwischeneinlasses 38 aus. Vielmehr erfolgt ein Vereinen des Teil-Fluidstroms 70 sowie des ersten Fluidstroms 34 in einen Bereich 72 der ersten Pumpeinrichtung 10. Der Bereich 72 ist ein im Wesentlichen ringförmig ausgebildeter Bereich.

Der vereinte Fluidstrom aus dem ersten Fluidstrom 34 und dem Teil-Fluidstrom 70 strömt sodann durch im dargestellten Ausführungsbeispiel als Nuten 74 ausgebildete Strömungskanäle. Die Nuten 74 können hierbei unmittelbar in der Welle 16 angeordnet sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist auf der Welle 16 ein Zwischenelement 76 angeordnet. Das Zwischenelement 76 ist beispielsweise durch Aufschrumpfen fest mit der Welle 16 verbunden. Durch Vorsehen des Zwischenelementes 76 ist es möglich, die Strömungskanäle 74 bezogen auf die Welle 16 radial nach außen zu verlagern. Dies hat den Vorteil, dass die Strömungskanäle bzw. Nuten 74 derart angeordnet sind, dass der erste Fluidstrom 34 ohne umgelenkt werden zu müssen, in die Nuten 74 einströmt. Zur Ausbildung der Strömungskanäle 74 ist um das Zwischenelement 76 eine Hülse 78 angeordnet. Anstelle eines

Zwischenelements 76 kann die Rotorwelle 16 auch als gestufte Welle ausgebildet sein.

Die kreiszylindrisch ausgebildete Hülse 78 dient nicht nur zur Ausbildung der Strömungskanäle 74, sondern dient im dargestellten Ausführungsbeispiel zusätzlich zum Tragen der Rotorscheibe 21, die die Gegenströmung 70 erzeugt.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird eine erste Rotorscheibe 77 der zweiten Pumpeinrichtung 12 nicht von dem zweiten Rotorelement 26 sondern ebenfalls von der Hülse 78 getragen. Dies hat den Vorteil, dass auf einfache Weise sichergestellt ist, dass das durch die Nuten 74 strömende Medium erst innerhalb der zweiten Pumpeinrichtung sich mit dem weiteren Fluidstrom bzw. dem Teil-Fluidstrom 71 vereint. Im dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt die Vereinigung der Fluidströme zwischen der Rotorscheibe 27 und der benachbarten Rotorscheibe 28, wobei es sich bei beiden Rotorscheiben 27, 28 um Rotorscheiben der zweiten Pumpeinrichtung 12 handelt.

Die anhand der vierten Ausführungsform (Fig. 4 und 5) beschriebenen als Nuten (74) ausgebildeten Strömungskanäle können auch bei den in den Figuren 2 und 3 dargestellten Ausführungsformen vorgesehen sein. Hierbei wäre sodann anstelle oder zusätzlich zu den Querbohrungen 58, 64 eine entsprechend der vierten Ausführungsform (Fig. 4 und 5) mit Nuten versehene Rotorwelle 16 vorgesehen.

### Patentansprüche

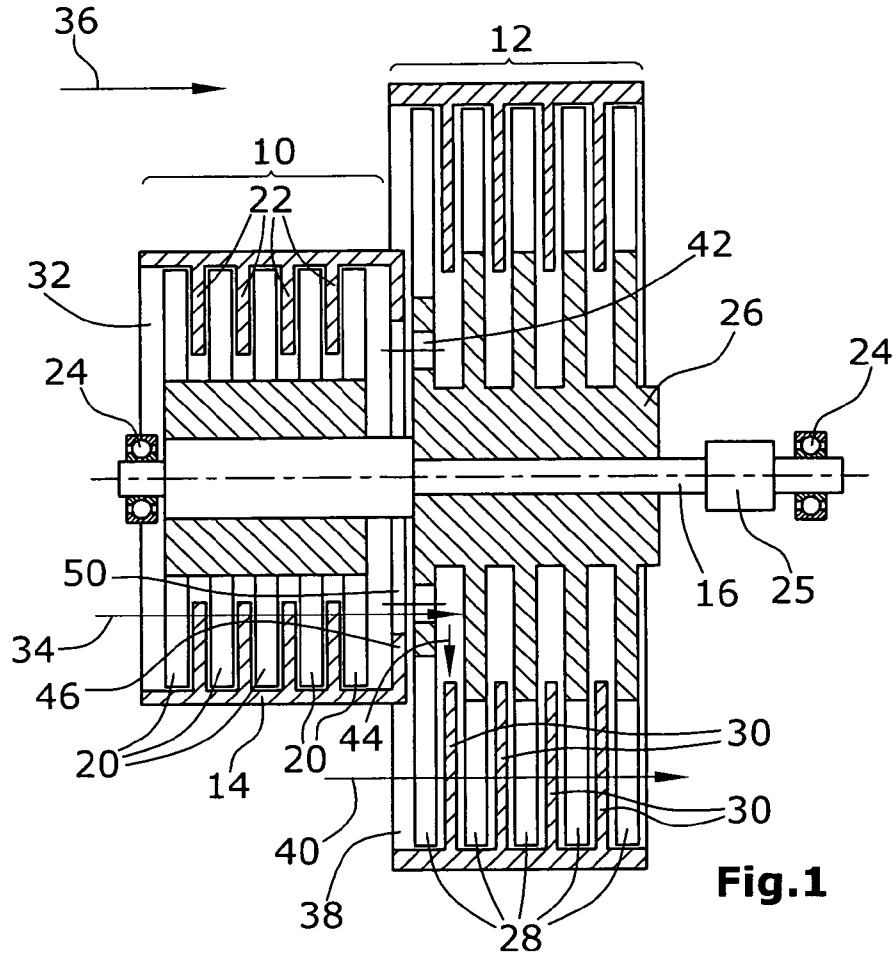
1. Multi-Inlet-Vakuumpumpe, mit  
  
einer ersten Pumpeinrichtung (10), mit einem ersten Rotorelement (18), mit mehreren in Förderrichtung (36) hintereinander angeordneten ersten Rotorscheiben (20, 21),  
  
mindestens einer weiteren Pumpeinrichtung (12) mit einem weiteren Rotorelement (26), mit mehreren in Förderrichtung (36) hintereinander angeordneten weiteren Rotorscheiben (27, 28),  
  
einem Haupteinlass (32) durch den ein erster Fluidstrom (34) von der ersten Pumpeinrichtung (10) angesaugt und in Richtung der weiteren Pumpeinrichtung (12) gefördert wird und  
  
mindestens einem Zwischeneinlass (38) durch den ein zweiter Fluidstrom (40) von der zweiten Pumpeinrichtung (12) angesaugt und in Richtung eines Pumpenauslasses gefördert wird,  
  
dadurch gekennzeichnet, dass  
  
ein innerhalb der Vakuumpumpe erfolgendes Vereinen der beiden Fluidströme (34, 40) außerhalb des Zwischeneinlasses (38) erfolgt.
2. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Vereinen der beiden Fluidströme zumindest hauptsächlich innerhalb der mindestens einen weiteren Pumpeinrichtung (12) insbesondere zwischen zwei benachbarten weiteren Rotorscheiben (28 ; 27, 28) der weiteren Pumpeinrichtung (12) erfolgt.

3. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der zweiten Rotorscheiben (27, 28) zumindest teilweise größer ist, als der Durchmesser der ersten Rotorscheiben (20).
4. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in Förderrichtung (36) zumindest die erste Rotorscheibe (28) der weiteren Pumpeinrichtung (12) eine Durchgangsöffnung (42) aufweist, durch die der erste Fluidstrom (34) in die zweite Pumpeinrichtung (12) einströmt.
5. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsöffnung (42) radial innerhalb der die Flügel tragenden ersten Rotorscheibe (28) der zweiten Pumpeinrichtung (12) angeordnet ist.
6. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine, insbesondere radial angeordnete Gehäusewand (46) zwischen der ersten Pumpeinrichtung (10) und der zweiten Pumpeinrichtung (12), die vorzugsweise mit einer Gehäuseaußenwand dicht verbunden ist.
7. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Gehäusewand (46) und einer Rotorwelle (16) ein schmaler Dichtspalt (48) vorgesehen ist.
8. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch mindestens einen Strömungskanal (58, 60, 64, 74), der die erste Pumpeinrichtung (10) mit einem Bereich innerhalb der weiteren Pumpeinrichtung (12) verbindet.

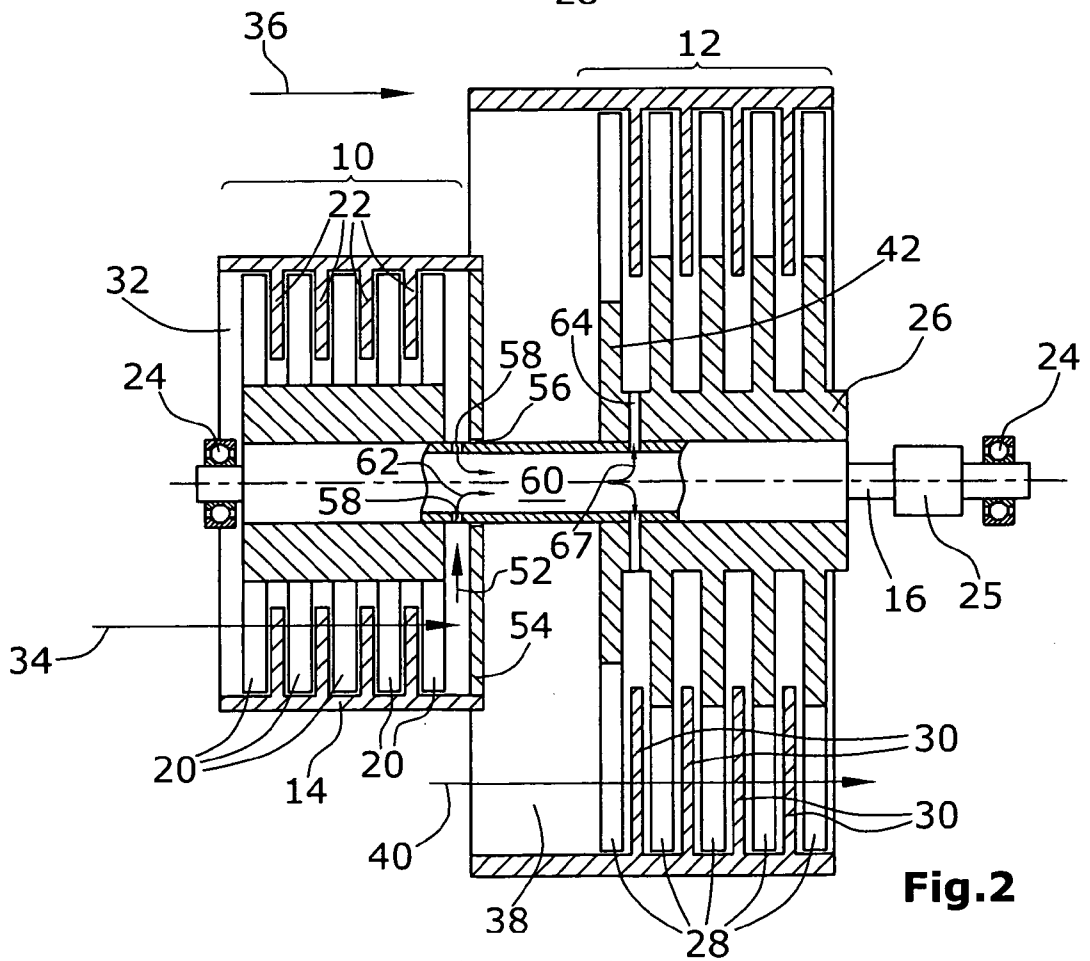
9. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungskanal (58, 60, 64, 74) zumindest teilweise innerhalb einer das erste Rotorelement (18) und das zweite Rotorelement (26) tragenden Rotorwelle (16) angeordnet ist, die vorzugsweise als Hohlwelle ausgebildet ist.
10. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Strömungskanal (58, 60, 64, 74) durch mindestens eine in Längsrichtung in der Rotorwelle verlaufende Nut (74) ausgebildet ist, wobei die mindestens eine Nut (74) vorzugsweise durch eine Hülse (78) und/oder ein Rotorelement (18) radial verschlossen ist.
11. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorwelle (16) mehrere insbesondere symmetrisch um den Umfang verteilt angeordnete in Längsrichtung der Rotorwelle verlaufende Nuten (74) aufweist.
12. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 9 bis 11, gekennzeichnet durch mindestens eine in der Rotorwelle (16) angeordnete erste Querbohrung (58) im Bereich eines Auslasses der ersten Pumpeinrichtung (10) und vorzugsweise mindestens eine in der Rotorwelle (16) angeordnete zweite Querbohrung (64), die zwischen zwei benachbarten Rotorscheiben (28) der zweiten Pumpeinrichtung (12) endet.
13. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 8 bis 12, gekennzeichnet durch eine im Auslassbereich der ersten Pumpeinrichtung (10) angeordnete Dichtscheibe (54) die sich vom Pumpengehäuse (14) zur Rotorwelle (16) erstreckt.

14. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Querbohrung (58) in Förderrichtung (36) zwischen der letzten Rotorscheibe (20) der ersten Pumpeinrichtung (10) und der Dichtscheibe (54) angeordnet ist.
15. Multi-Inlet-Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens die letzte Rotorscheibe (68) der ersten Pumpeinrichtung (10) derart ausgebildet ist, dass sie einen Teil des durch den Zwischeneinlass (38) angesaugten zweiten Fluidstroms (40) entgegen der Förderrichtung (36) in Richtung der ersten Pumpeinrichtung (10) fördert.

-1/3-

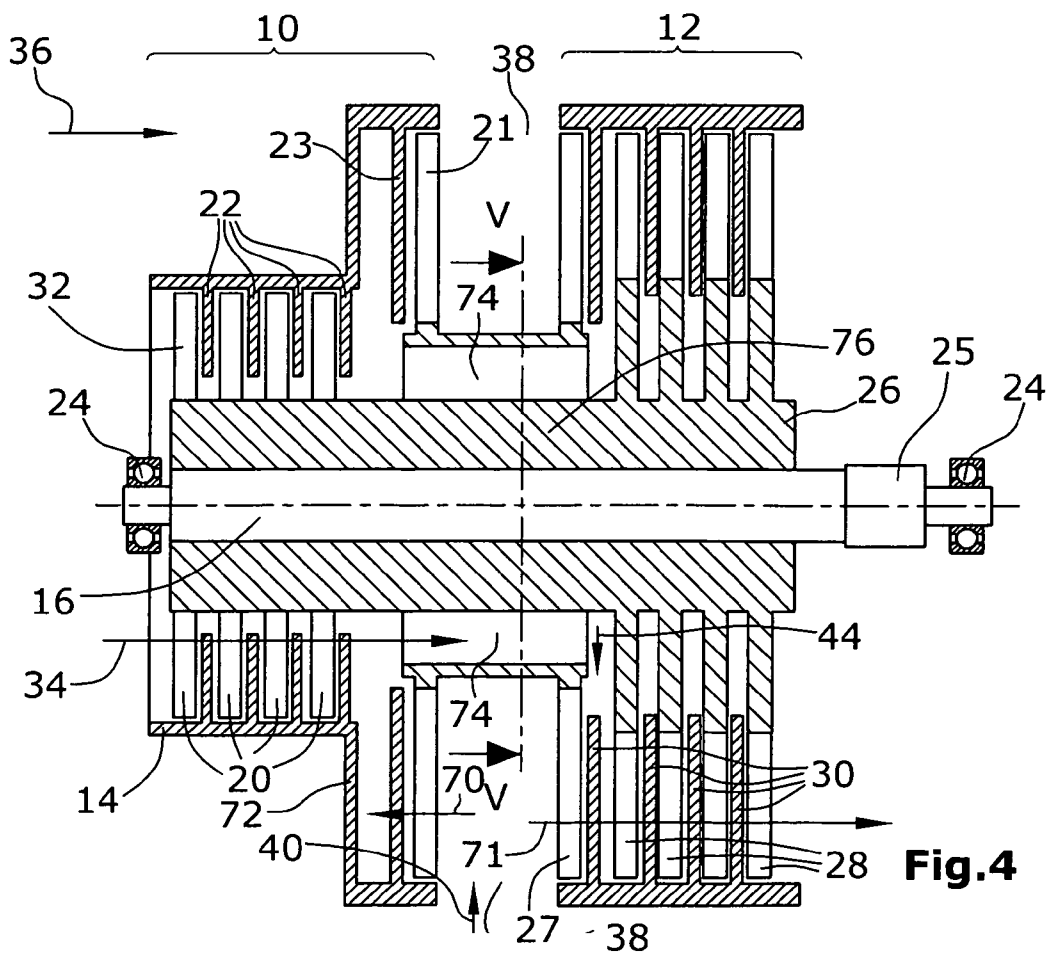
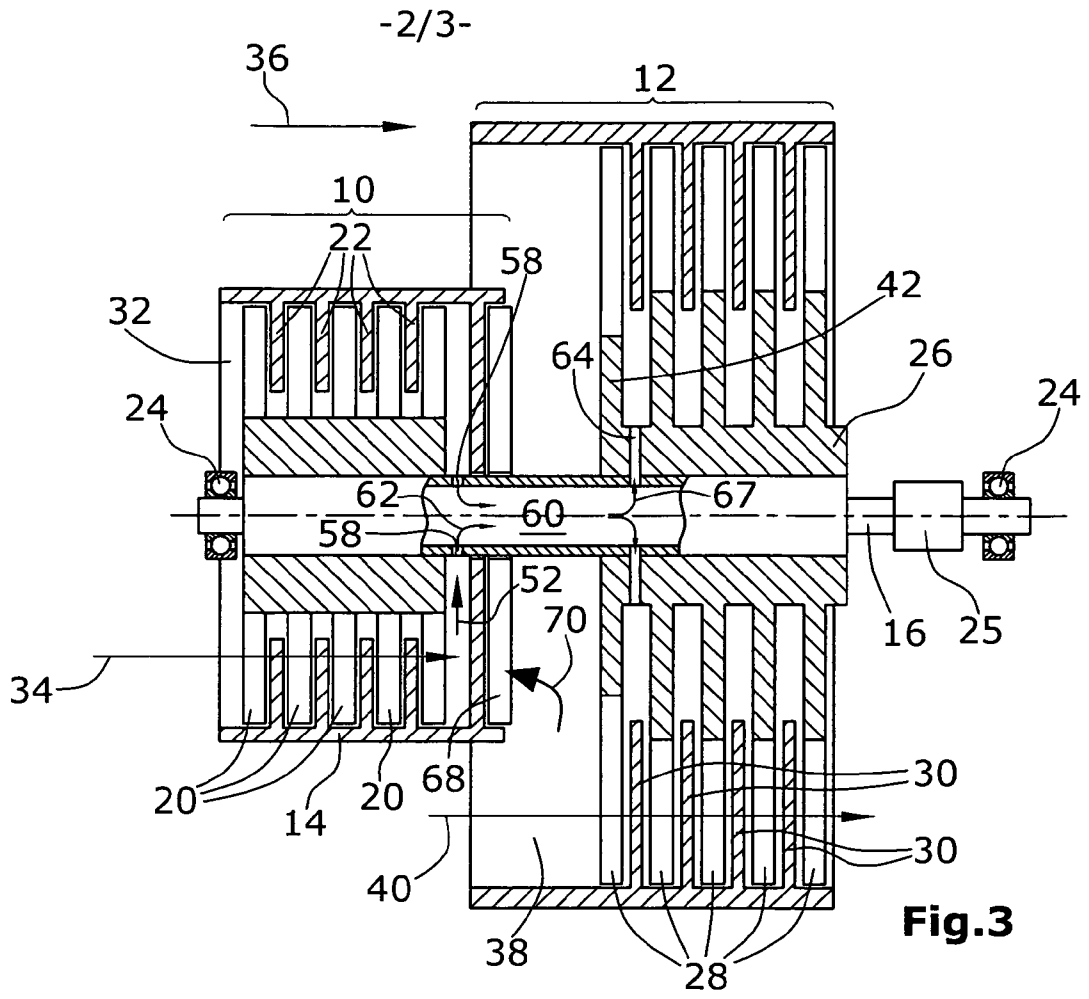


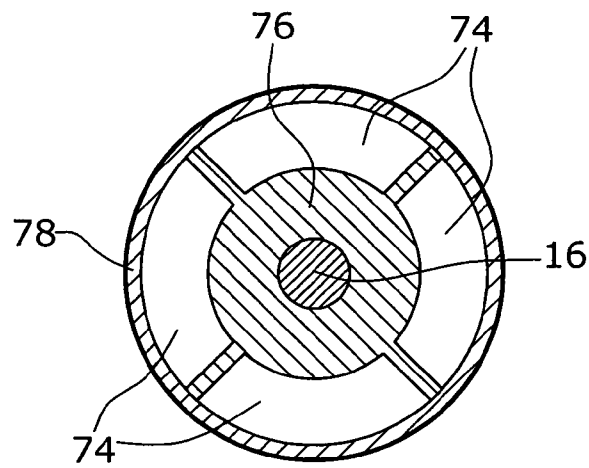
**Fig.1**



**Fig.2**

ERSATZBLATT (REGEL 26)





**Fig.5**