

(19)



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 1 797 959 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**20.06.2007 Patentblatt 2007/25**

(51) Int Cl.:

**B04B 3/02 (2006.01)**

**B04B 3/00 (2006.01)**

**B04B 11/04 (2006.01)**

**B04B 7/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07006197.3**

(22) Anmeldetag: **09.06.2006**

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

(30) Priorität: **15.06.2005 DE 102005028825**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)  
nach Art. 76 EPÜ:  
**06754254.8 / 1 786 567**

(71) Anmelder: **FIMA Maschinenbau GmbH  
74423 Obersontheim (DE)**

(72) Erfinder: **Schmid, Joachim  
74599 Wallhausen (DE)**

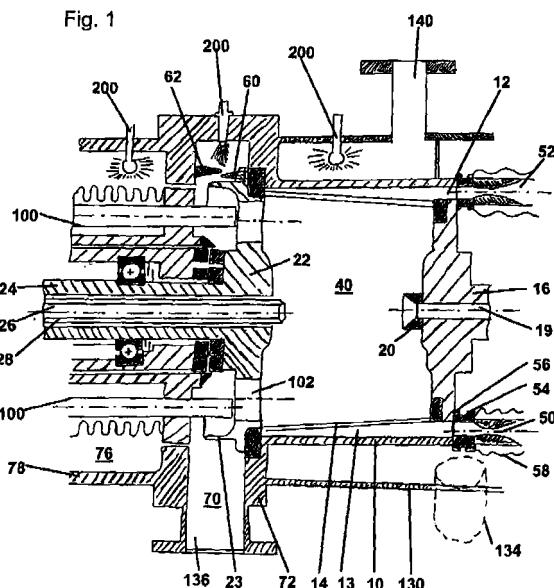
(74) Vertreter: **Hössle Kudlek & Partner  
Patentanwälte,  
Postfach 10 23 38  
70019 Stuttgart (DE)**

### Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 26 - 03 - 2007 als  
Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 62 erwähnten  
Anmeldung eingereicht worden.

### (54) Verbesserte Zentrifugenvorrichtung zur Vermeidung von Cross-Kontamination

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine verbesserte Zentrifugenvorrichtung zur Vermeidung von Cross-Kontamination. Erfindungsgemäß wird eine Zentrifugenvorrichtung mit einer Antriebswelle, die eine Antriebswellendrehachse aufweist, einer an der Antriebswellendrehachse angeschlossenen Trommel mit einem Trommelmantel und einem Trommelboden, einem innerhalb der Trommel angeordneten Filter, der einen Arbeitsraum umschließt, einem zwischen Filter und Trommelmantel ausgebildeten Ringraum, einer dem Trommelboden gegenüberliegenden Stauscheibe zum Verschließen des Arbeitsraums und einem die Trommel und den Filter umgebenden Zentrifugengehäuse bereitgestellt. Weiterhin werden Vorrichtungen zur Vermeidung von Cross-Kontamination, insbesondere Einspritzvorrichtungen zum Einspritzen eines Spülfluids, eine Dichtungsanordnung und eine Hebeverstellvorrichtung bereitgestellt. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine verbesserte Zentrifugenvorrichtung zur Vermeidung von Cross-Kontamination und ein Verfahren zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung.

**[0002]** Unter dem Begriff "Zentrifugenvorrichtungen" sind im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung jegliche Ausführungsformen von Zentrifugenvorrichtungen zu verstehen. Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird insbesondere auf Zentrifugenvorrichtungen mit integrierter Trocknerfunktion, sogenannte Zentrifugen-Trockner, Bezug genommen werden. Die vorliegende Erfindung und die in ihr offenbarten technischen Merkmale sind jedoch auch auf Zentrifugenvorrichtungen ohne integrierten Trockner und auf alle anderen Arten von Zentrifugen anwendbar. Der Begriff Zentrifugenvorrichtung ist also ohne Einschränkung auf einen bestimmten Zentrifugentyp zu verstehen.

**[0003]** Zentrifugenvorrichtungen sind in einer Vielzahl von Anwendungen auf dem Gebiet der gewerblichen Nutzung bekannt. Insbesondere in der Pharma Industrie spielen sie eine große Rolle bei der Herstellung von Medikamenten. Die bekannten Zentrifugenvorrichtungen haben gemein, dass in ihnen in einer Suspension, d.h. ein Fluid mit Feststoffanteil, die feste Phase von der flüssigen Phase getrennt werden soll. Bei Zentrifugenvorrichtungen mit Trockner wird nach der Trennung die feste Phase zudem getrocknet, so dass ein Pulver entsteht.

**[0004]** Die Trennung von fester Phase und flüssiger Phase erfolgt, indem die Suspension über ein Fülllement zum Einfüllen in eine Trommel eingefüllt wird, die dann mit hoher Geschwindigkeit rotiert. Es ist auch bekannt, die Trommel zuerst in Rotation zu versetzen und dann das Fluid während der Rotation einzufüllen, um eine durch die eingeführte Suspension hervorgerufene Unwucht beim Starten des Rotationsvorgangs zu vermeiden. Während der Rotation wirken hohe Fliehkräfte auf die Suspension, die bewirken, dass die Suspension gleichmäßig über den Umfang verteilt von innen an die Mantelfläche der Trommel gedrückt wird.

**[0005]** An der Mantelfläche der Trommel befindet sich ein Filter. Dabei kann es sich um ein Filtertuch handeln, wie z.B. bei einer Stulpzentrifuge, oder es kann sich um ein metallisches Filterelement handeln. Die Verwendung eines Filterelements hat zur Folge, dass die flüssige Phase der Suspension während des Zentrifugierens durch den Filter tritt, während die feste Phase im Innenraum der Trommel verbleibt.

**[0006]** Die Trommel besteht herkömmlicherweise aus einer Mantelfläche und einem mit der Mantelfläche ein-stückig ausgebildeten Trommelboden, der eine Stirnseite der Trommel bildet. Der Trommelboden ist auf einer Antriebswelle gelagert, die wiederum von einem Motor angetrieben wird. Eine zweite Stirnfläche der Trommel wird von einer Stauscheibe ausgebildet, die die Trommel dichtend verschließt. Die Trommel, d.h. Trommelmantel und Trommelboden, und die Stauscheibe sind zueinan-

der axial verschiebbar, damit das Endprodukt aus dem Trommellinnenraum entnommen werden kann. Die Stauscheibe ist auf einer Stauscheibenwelle gelagert. Im allgemeinen wird eine der Wellen (d.h. Stauscheibenwelle oder Antriebswelle) hohl ausgebildet, um so einen Kanal zu erhalten, durch den die Suspension in den Innenraum der Trommel eingeführt werden kann, selbst wenn die Trommel bereits rotiert.

**[0007]** Häufig wird der Filter konisch ausgebildet, wobei dann während des Zentrifugierens auch eine axiale Kraft auf die Suspension wirkt, die bewirkt, dass sich das zentrifugierte Produkt an einer Stirnseite der Trommel sammelt. Diese Stirnseite ist zumeist jene, die von der Stauscheibe gebildet wird, da diese Stirnseite zur Entnahme des Produkts geöffnet wird. Zudem unterstützt die konische Form des Filters die Bewegung der Produktion in Richtung der Stauscheibe während des Trocknens und der Produktentnahme.

**[0008]** Nach dem Zentrifugieren haftet die nasse feste Phase der Suspension in einer bestimmten Schichtdicke an der Innenseite des Trommelmantels. Diese anhaftende Suspension wird Kuchen genannt. Zum Austragen dieses Kuchens aus der Trommel sind verschiedene Vorgehensweisen bekannt. Sie lassen sich allgemein in pneumatische Austragungsarten und mechanische Austragungsarten aufteilen.

**[0009]** Bei den mechanischen Austragungsarten gibt es zum einen die bei Stulpzentrifugen angewandte Methode eines Filtertuchs, das aus einem elastischen Filtermaterial besteht. Dieses Filtertuch weist die Form eines Zylindermantels auf, und ist mit einem Rand mit dem Trommelmantel verbunden und mit dem anderen Rand mit einem zweiten Trommelboden, der bei geschlossener Trommel unmittelbar auf der Innenseite des ersten Trommelbodens angeordnet ist. Der zweite Trommelboden ist zudem mit der Stauscheibe verbunden, so dass er zusammen mit dieser bewegt wird. Nun wird die Stauscheibe und der zweite Trommelboden axial relativ zu der Trommel bewegt, wobei das Filtertuch quasi "auf links gekrempelt" wird. Die Stauscheibe und der zweite Trommelboden müssen über die doppelte Trommellänge bewegt werden, bis das gesamte Filtertuch umgestülpt ist. Durch das Umstülpen löst sich der Kuchen von dem Filtertuch und das zentrifugierte Produkt kann entnommen werden. Ein Nachteil dieser Bauform ist, dass die Stauscheibe um die doppelte Trommellänge bewegt werden muss, und die gesamte Zentrifugenvorrichtung deswegen erhebliche Ausmaße annimmt.

**[0010]** In einem weiteren bekannten mechanischen Verfahren zum Austragen des Kuchens wird ebenfalls ein zweiter mit der Stauscheibe verbundener Trommelboden verwendet. Anstatt eines Filtertuches wird jedoch ein Metallfilter verwendet, der an der Innenseite des Trommelmantels angeordnet ist. Der zweite Trommelboden weist einen Durchmesser auf, der nur etwas kleiner als der Durchmesser des Metallfilters ist. Zum Austragen wird dann die Stauscheibe und der zweite Trommelboden axial relativ zu der Trommel mit dem Metallfil-

ter bewegt, so dass der zweite Trommelboden den Kuchen aus der Trommel schiebt. Ein Vorteil dieser Anordnung ist, dass die axiale Baulänge der Gesamtzentrifugenvorrichtung verkürzt ist, da die Stauscheibe und der zweite Trommelboden nur über die Strecke einer Trommellänge bewegt werden müssen. Ein Nachteil ist, dass der Spalt zwischen dem zweiten Trommelboden und dem Metallfilter durch Fertigungstengenauigkeiten oder durch Abnutzung eventuell groß wird, so dass ein Produktrest in der Trommel an dem Filter haftet und in der Trommel verbleibt. Auch durch wiederholtes Bewegen des zweiten Trommelbodens besteht dann keine Möglichkeit diese Produktreste auszutragen und der Filter bleibt durch diese Produktreste verstopft.

**[0011]** Bei pneumatischen Austragungsverfahren wird in einem Zwischenraum zwischen dem Metallfilter und dem Trommelmantel, genannt Ringraum, ein Fluid, hauptsächlich gasförmiges Fluid, mit hohem Druck eingespritzt und der Kuchen so vom Filter abgesprengt, so dass er im unteren Bereich der Trommel zu liegen kommt. Dadurch dass der Filter bei diesem Verfahren eines Konus aufweist, der sich zur Stauscheibe hin aufweitet, kann durch wiederholte Gasfluidstöße das am Boden der Trommel befindliche Produkt sukzessive in Richtung Stauscheibe transportiert und aus der Trommel heraustransportiert werden.

**[0012]** Des weiteren kann jede der voranstehend genannten Typen von Zentrifugenvorrichtungen auch mit einer Trocknerfunktion ausgestattet sein, die erlaubt, die nasse feste Phase der Suspension nach dem Zentrifugieren zu trocknen. Dies geschieht bspw., bei Zentrifugenvorrichtungen mit einem pneumatischen Austrag dadurch, dass ein Fluid in den Trommellinnenraum gesprüht wird, so dass das in der Trommel befindliche Produkt nach und nach trocknet. So kann nach einem Öffnen der Trommel durch Verschieben der Stauscheibe bereits ein getrocknetes Produkt in Pulverform entnommen werden, das sofort weiterverarbeitet werden kann.

**[0013]** Bei der industriellen Verwendung von Zentrifugenvorrichtungen kann der Fall auftreten, dass in aufeinanderfolgenden Produktionsdurchläufen verschiedene Suspensionen zur Herstellung verschiedener Produkte verarbeitet werden müssen. Damit alle Produkte mit gleich hoher Qualität hergestellt werden können, muss die Zentrifugenvorrichtung vor dem Eindringen einer neuen Suspension gründlich gereinigt werden. Nur so können jegliche Wechselwirkungen zwischen aufeinanderfolgend verarbeiteten Produkten vermieden werden. Diese unerwünschten Wechselwirkungen werden Cross-Kontamination genannt.

**[0014]** Da ein manuelles öffnen der Zentrifugenvorrichtung und ein manuelles Reinigen sehr zeitaufwendig sind, sind automatische Reinigungsprozesse grundsätzlich vorzuziehen, da mit ihnen die Wirtschaftlichkeit einer Zentrifugenvorrichtung erhöht wird. Des weiteren ermöglichen nur automatische Reinigungsprozesse eine sogenannte High-Containment-Fähigkeit der Zentrifugenvorrichtung. Darunter versteht man die Möglichkeit, toxische

Produkte zu verarbeiten, ohne dass besondere Schutzkleidungen für das bedienende Personal oder andere zusätzliche Schutzmaßnahmen vorzusehen sind. Bei toxischen Produkten ist ein manuelles Reinigen in den meisten Fällen nicht möglich, da das Reinigungspersonal gesundheitliche Schäden davontragen würde.

**[0015]** Unter Umständen kann es sogar sein, dass zuerst ein toxisches Produkt verarbeitet werden muss, und in einem darauffolgenden Verarbeitungsdurchlauf ein Medikament hergestellt wird. In diesem Fall ist es unabdingbar, dass die Zentrifugenvorrichtung vor der Verarbeitung des zweiten Produkts von jeglichen toxischen Rückständen gereinigt wird.

**[0016]** Die Wechselwirkung eines in Rückständen in der Zentrifugenvorrichtung verbleibenden Produkts mit einer neu zu verarbeitenden Suspension wird Cross-Kontamination genannt. Ein vorrangiges Ziel ist also, eine Zentrifugenvorrichtung bereitzustellen, die eine Cross-Kontamination vollständig verhindert, indem sie sämtliche Produktrückstände aus der Zentrifugenvorrichtung ausspült.

**[0017]** Das Problem der Cross-Kontamination wird durch den Stand der Technik nur unzureichend gelöst. Durch die nachfolgend erläuterten technischen Merkmale werden Vorrichtungen bereitgestellt, die ein gänzliches Reinigen einer Zentrifugenvorrichtung ermöglichen, um Cross-Kontamination vorzubeugen. So wird ein Einsatz einer Zentrifugenvorrichtung mit variablen Suspensionen bzw. fertiggestellten Produkten möglich, und der wirtschaftliche Nutzen der Zentrifugenvorrichtung erhöht.

**[0018]** Wie bereits voranstehend erläutert, werden die technischen Merkmale zwar in einer bevorzugten Ausführungsform einer Zentrifugenvorrichtung erläutert werden, sind aber grundsätzlich auch auf jede andere denkbare Zentrifugenart anwendbar, insbesondere auf die voranstehend erwähnten bekannten Zentrifugentypen.

**[0019]** Erfindungsgemäß wird eine Zentrifugenvorrichtung bereitgestellt mit: einer Antriebswelle mit einer Antriebswellendrehachse, einer an der Antriebswelle angeschlossenen Trommel mit einem Trommelmantel und einem Trommelboden, einem innerhalb der Trommel angeordneten Filter, der einen Arbeitsraum umschließt, einem zwischen Filter und Trommelmantel ausgebildeten

Ringraum, einer dem Trommelboden gegenüberliegenden Stirnseite des Arbeitsraums bildenden Stauscheibe, wobei die Stauscheibe und die Trommel zwischen einer geschlossenen Position, in der die Stauscheibe den Arbeitsraum dichtend verschließt, und mindestens einer geöffneten Position relativ zueinander beweglich sind, und einem die Trommel und den Filter umgebenden Zentrifugegehäuse.

**[0020]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung schließt sich auf der Seite der Stauscheibe an den Arbeitsraum ein Ringkanal mit einem den Ringkanal umgebenden Ringkanalgehäuse an. Wird die Stauscheibe in eine geöffnete Position bewegt, kann das fertige Produkt von dem Arbeitsraum in den Ringkanal trans-

portiert werden und tritt dort durch eine Entnahmeeöffnung aus der Zentrifugenvorrichtung aus. Die Entnahmeeöffnung ist vorzugsweise im unteren Bereich des Ringkanals angeordnet, so dass die Schwerkraft bewirkt, dass das fertige Produkt durch die Entnahmeeöffnung fällt.

**[0021]** Um Verwechslungen vorzubeugen, sei hier noch einmal darauf hingewiesen, dass zwischen dem Ringkanal, der sich als Bereich auf der Seite der Stauscheibe an den Arbeitsraum anschließt, und dem Ringraum, der sich zwischen Filter und Trommelmantel befindet, zu unterscheiden ist.

**[0022]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung schließt sich gegenüber dem Arbeitsraum an den Ringkanal ein Stauscheibenbereich mit einem den Stauscheibenbereich umgebenden Stauscheibengehäuse an. In dem Stauscheibenbereich befindet sich bspw. der größte Abschnitt der Stauscheibenwelle sowie die mit der Stauscheibenwelle in Wechselwirkung befindlichen Lager.

**[0023]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weitert sich der Filter von dem Trommelboden zu der Stauscheibe konisch auf. Vorzugsweise wird als Filter ein Metallfilter aus einem starren Material verwendet. Der Filter ist mit der Trommel vorzugsweise fest verbunden. Vorzugsweise verbleibt der Filter somit bei einer relativen Bewegung der Trommel und der Stauscheibe zueinander in der Trommel.

**[0024]** In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Zentrifugenvorrichtung eine Hebeverstellvorrichtung zum schwenkbaren Verstellen der Zentrifugenvorrichtung um eine zu der Antriebswellendrehachse im wesentlichen senkrechten horizontalen Achse. Vorzugsweise ist die Hebeverstellvorrichtung eine Trapezspindel. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Zentrifugenvorrichtung um mindestens 3° in beide Drehrichtungen aus einer horizontalen Lage heraus schwenkbar.

**[0025]** Durch das Verwenden einer erfindungsgemäß Hebeverstellvorrichtung ergeben sich viele Vorteile. Der größte Vorteil ist, dass durch Schwenken der Zentrifugenvorrichtung die Flussrichtung aller in der Zentrifugenvorrichtung befindlichen Flüssigkeiten gesteuert werden kann. Bei herkömmlichen Zentrifugenvorrichtungen, bei denen entweder die Stauscheibenwelle oder die Antriebswelle hohl ausgebildet ist und als Füllrohr zum Einfüllen der Suspension verwendet wird, verbleibt bspw. nach dem Einfüllvorgang etwas Suspension auf dem Boden des Rohrs. Das Einfüllrohr über seine gesamte Länge ist jedoch nur schwer zugänglich und damit schwer zu reinigen. Durch die Hebeverstellvorrichtung ergibt sich der Vorteil, dass die Zentrifugenvorrichtung so neigbar ist, dass die Suspension während des Einfüllvorgangs in dem Füllrohr hangabwärts fließt. Am Ende des Einfüllvorgangs fließt so evtl. noch im Füllrohr befindliche Suspension aus dem Füllrohr in den Arbeitsraum. Erst wenn keine Suspension mehr in dem Füllrohr vorhanden ist, wird die Zentrifugenvorrichtung zurück in eine horizontale Lage geschwenkt. Die gleichen Vorteile ergeben sich beim Entleeren der flüssigen Phase der

Suspension nach dem Zentrifugieren.

**[0026]** Ein weiterer Vorteil der Hebeverstellvorrichtung ist, dass die Vorteile eines konischen Filters verstärkt werden können. Beträgt die Aufweitung des Filterkonus bspw. 5°, so kann diese aufgrund der Konizität erzielte Neigung durch Neigungen der gesamten Zentrifugenvorrichtung um bspw. 3° auf dann insgesamt 8° erhöht werden. Dadurch erfolgt bspw. ein schnellerer Transport der zentrifugierten festen Phase der Suspension in Richtung der Stauscheibe. Des weiteren ist ein konischer Filter an sich nicht mehr zwingend notwendig, da die gewünschte Neigung des Filters alleine durch Neigen der gesamten Vorrichtung alleine erreicht werden kann. Grundsätzlich ist auch ein zylindrischer Filter denkbar. Die erforderliche Neigung würde dann allein durch Schwenken der gesamten Zentrifugenvorrichtung mittels der Hebeverstellvorrichtung bewirkt. Ein Betriebsverfahren einer Zentrifugenvorrichtung mit einer Hebeverstellvorrichtung wird nachfolgend genauer beschrieben werden.

**[0027]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind in dem Ringraum mindestens zwei den Filter stützende axiale Stege angeordnet, die den Ringraum in mindestens zwei Kammern unterteilen, und für jede der Kammern ist eine Trommelbodenöffnung im Trommelboden vorgesehen.

**[0028]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist eine Ultraschallreinigungsvorrichtung innerhalb des Zentrifugengehäuses vorgesehen, die so angeordnet ist, dass sie durch eine der Trommelbodenöffnungen in den Ringraum eingeführt werden kann, um die der Trommelbodenöffnung zugeordnete Kammer zu reinigen. Indem die Trommel weitergedreht und die Ultraschallreinigungsvorrichtung aufeinanderfolgend in alle Kammern geführt wird, können die Kammern so sukzessive gereinigt werden.

**[0029]** Eine der größten Problemstellen der Cross-Kontamination bei Zentrifugenvorrichtungen stellt der Filter selbst dar. Um sämtliche Rückstände aus den Filterporen zu lösen, wird erfindungsgemäß die Verwendung einer Ultraschallreinigungsvorrichtung vorgeschlagen. Da der Wirkungsgrad einer Ultraschallreinigungsvorrichtung mit der Entfernung des zu reinigenden Gegenstands zu der Ultraschallreinigungsvorrichtung abnimmt, sollte die Ultraschallreinigungsvorrichtung möglichst nahe an dem zu reinigenden Gegenstand platziert werden. Deswegen wird eine Ultraschallreinigungsvorrichtung während eines Reinigungsvorgangs vorzugsweise in den Ringraum zwischen Trommel und Filter eingeführt, um den Filter effektiv zu reinigen.

**[0030]** Dabei kann es ausreichend sein, eine Ultraschallreinigungsvorrichtung vorzusehen, die nach dem Reinigen einer Kammer wieder aus dieser herausgezogen wird, worauf die Trommel um einen bestimmten Winkel gedreht wird, so dass die Ultraschallreinigungsvorrichtung durch eine weitere Trommelbodenöffnung in eine weitere Kammer eingeführt werden kann. So kann die Kammer sukzessive gereinigt werden. Selbstverständlich können auch mehrere Ultraschallreinigungsvorrich-

tungen vorgesehen sein, um mehrere Kammern gleichzeitig reinigen zu können.

**[0031]** In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Stauscheibe auf einer hohlen Stauscheibenwelle gelagert, die einen PAT(Prozessanalysetechnologie) -Kanal in sich ausbildet, wobei durch den PAT-Kanal ein Rohr geführt ist, das in den Arbeitsraum ragt und an dessen arbeitsraumseitigen Ende eine Ultraschallreinigungsvorrichtung vorgesehen ist. Auf diese Weise wird eine Ultraschallreinigungsvorrichtung durch die hohle Stauscheibenwelle in den Arbeitsraum geführt. Selbstverständlich wird dann die Antriebswelle oder ein anderes Fülllement zum Einfüllen der Suspension in den Arbeitsraum verwendet. Sollte die Stauscheibenwelle zum Einführen einer Suspension in den Arbeitsraum verwendet werden, kann die Ultraschallreinigungsvorrichtung durch ein durch eine hohle Antriebswelle geführtes Rohr in den Arbeitsraum eingebracht werden. Das Rohr, an dem die Ultraschallreinigungsvorrichtung befestigt ist, kann zudem drehbar ausgebildet sein, so dass die Ultraschallreinigungsvorrichtung in dem Arbeitsraum bewegt werden kann, um sie nahe an eine zu reinigende Stelle zu bringen.

**[0032]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Stauscheibe einen umlaufenden Kragen auf, der so angeordnet ist, dass in einer geöffneten Position der Stauscheibe der Kragen zusammen mit einem Stauscheibengehäuseelement den Stauscheibenbereich gegenüber dem Ringkanal abdichtet. In der geöffneten Position hat ein Produkt so nur die Möglichkeit, sich in dem Arbeitsraum oder in dem Ringkanal zu befinden. Auf diese Weise wird der zu reinigende Bereich minimiert, da sich das Produkt nicht in die übrigen Bereiche der Zentrifugenvorrichtung ausbreiten kann. Beim Öffnen der Stauscheibe, wird diese mit hoher Geschwindigkeit über eine erste Wegstrecke axial bewegt, bis der Rand mit dem Stauscheibengehäuseelement den Ringkanal dichtend abschließt, dann wird die axiale Bewegungsgeschwindigkeit herabgesetzt. Auf diese Weise wird ein dichtendes Ineinandergreifen von Stauscheibe und Stauscheibengehäuse erreicht, bevor die in dem Arbeitsraum befindliche getrocknete feste Phase, d.h. das Produkt, frei wird und sich in den Ringkanal ausbreitet. Ein Eintreten von Produkten in den Stauscheibenbereich kann so zumindest minimiert werden. Vorsichtshalber können auch in dem Stauscheibenbereich zusätzlich Vorrichtungen zum Reinigen des Stauscheibenbereichs vorgesehen werden.

**[0033]** Denkbar wäre auch eine Ausführungsform, in der sich der Kragen auch im geschlossenen Zustand der Stauscheibe soweit von der Stauscheibe weg erstreckt, dass er sich mit dem Stauscheibengehäuseelement in dichtendem Eingriff befindet. So wäre ein dichtender Abschluss des Ringkanals gegenüber dem Stauscheibenbereich an der Stauscheibe gewährleistet.

**[0034]** In einer Ausführungsform der Erfindung ist in einer Trommel mindestens ein Mitnehmerstift eingebettet, der axial in den Ringraum ragt. In einer bevorzugten

Ausführungsform der Erfindung ist in einem mit der Trommel fest verbundenen Stifthalterungselement mindestens ein Mitnehmerstift eingebettet, der axial in den Ringraum ragt.

- 5 **[0035]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist in einem den Ringkanal und den Stauscheibenbereich trennenden Gehäusebereich mindestens ein Stift eingebettet, der so angeordnet ist, dass er dem mindestens einen Mitnehmerstift gegenüber angeordnet ist.
- 10 **[0036]** Vorzugsweise ist in der Stauscheibe mindestens eine Ausnehmung vorgesehen, die mit dem mindestens einen Mitnehmerstift bzw. dem mindestens einen Stift ineinandergreift.
- 15 **[0037]** Durch die Mitnehmerstifte wird gegenüber dem Stand der Technik der folgende Vorteil erreicht. Im Gegensatz zu den herkömmlichen zwei Positionen einer Stauscheibe, einer geschlossenen und einer geöffneten, ergibt sich nun eine dritte vorteilhafte Positionierungsmöglichkeit der Stauscheibe.
- 20 **[0038]** In der geschlossenen Position greift die Stauscheibe mit ihrer Ausnehmung mit dem Mitnehmerstift ineinander, so dass sich die Stauscheibe mit der Trommel dreht und diese dichtend verschließt. In der geöffneten Position greift die Stauscheibe mit der Ausnehmung mit dem Stift ineinander und ist von der Drehung der Trommel entkoppelt. In einer neuen durch die technischen Merkmale der Erfindung möglichen dritten Zwischenposition befindet sich die Stauscheibe in einer geöffneten Position, greift jedoch mit ihrer Ausnehmung mit dem Mitnehmerstift ineinander. Somit befindet sich die Stauscheibe in einer geöffneten Zwischenposition, in der eine Verbindung zwischen Ringkanal und Arbeitsraum besteht und die Stauscheibe zudem noch mit der Trommel mitrotiert.
- 25 **[0039]** In einem Reinigungsvorgang ist es nun möglich, die Stauscheibe in einer geöffneten Position mit der Trommel rotieren zu lassen, während ein Spülfluid in den Ringkanal und in den Innenraum des Zentrifugengehäuses eingesprührt wird. Aufgrund der geöffneten Stauscheibe sind Arbeitsraum und Ringkanal nicht mehr von einander abgetrennt. Deswegen reinigen zum einen die Reinigungsvorrichtungen des Ringkanals zumindest teilweise den Arbeitsbereich, zum anderen reinigen die Reinigungsvorrichtungen des Arbeitsraums zum Teil auch den Ringkanal. Durch das Drehen der Stauscheibe während des Reinigungsvorgangs und durch die Tatsache, dass die Stauscheibe in ihrer geöffneten Position von allen Seiten zugänglich ist, kann die Stauscheibe durch die Reinigungsvorrichtungen besonders gut gereinigt werden. Auch die Dichtungen und Dichtungsflächen zwischen Arbeitsraum und Ringkanal können gereinigt werden.
- 30 **[0040]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist in dem Zentrifugengehäuse mindestens eine Einspritzvorrichtung so angeordnet, dass sie ein Spülfluid in einen Zwischenraum zwischen Zentrifugengehäuse und Trommel sprüht. Vorzugsweise sind in der Zentrifugenvorrichtung drei Einspritzvorrichtungen vor-

gesehen, die über den Umfang des Zentrifugengehäuses um jeweils  $120^\circ$  versetzt angeordnet sind.

**[0041]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist in dem Ringkanalgehäuse mindestens eine Einspritzvorrichtung so angeordnet, dass sie ein Spülfluid in den Ringkanal spült. Vorzugsweise sind drei Einspritzvorrichtungen vorgesehen, die über den Umfang des Ringkanalgehäuses um jeweils  $120^\circ$  versetzt angeordnet sind.

**[0042]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist in dem Stauscheibengehäuse mindestens eine Einspritzvorrichtung so angeordnet, dass sie ein Spülfluid in den Innenraum des Stauscheibengehäuses sprüht. Vorzugsweise sind drei Einspritzvorrichtungen vorgesehen, die über den Umfang des Stauscheibengehäuses jeweils um  $120^\circ$  versetzt angeordnet sind.

**[0043]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind in dem Zentrifugengehäuse drei Einspritzvorrichtungen vorgesehen, die über den Umfang des Zentrifugengehäuses jeweils um  $120^\circ$  versetzt angeordnet sind und ein Spülfluid in den Zwischenraum zwischen Zentrifugengehäuse und Trommel sprühen. Des Weiteren sind in dem Ringkanalgehäuse drei Einspritzvorrichtungen vorgesehen, die über den Umfang des Ringkanalgehäuses jeweils um  $120^\circ$  versetzt angeordnet sind und ein Spülfluid in den Ringkanal sprühen und in dem Stauscheibengehäuse sind drei Einspritzvorrichtungen vorgesehen, die über den Umfang des Stauscheibengehäuses jeweils um  $120^\circ$  versetzt angeordnet sind und ein Spülfluid in den Innenraum des Stauscheibengehäuses sprühen.

**[0044]** Durch die voranstehend beschriebene Anordnung von Einspritzvorrichtungen im Stauscheibenbereich, im Ringkanal und im Zentrifugengehäuse können diese vollständig gereinigt werden. Die Einspritzvorrichtungen können auf jede geeignete denkbare Art ausgebildet sein. Zum Beispiel sind Sprühköpfe oder Düsen möglich. Die Verwendung mehrerer versetzt angeordneter Düsen ermöglicht ein besonders gutes Reinigen über den gesamten Umfang der entsprechenden Bereiche. Besonders in Kombination mit den anderen Merkmalen der Erfindung z.B. mit der möglichen dritten Position der Stauscheibe, in der sich diese in einem geöffneten Zustand dreht, ergibt sich ein hoher Reinigungswirkungsgrad. So kann die Stauscheibe gedreht werden und wird ähnlich einer Waschanlage von den drei in dem Ringkanal befindlichen Einspritzvorrichtungen gereinigt. Dabei sprühen die Einspritzvorrichtungen in dem Ringkanal zudem in den Arbeitsraum. Die Einspritzvorrichtungen, die in den Arbeitsraum sprühen, sprühen auch in den Ringkanal und auf die Stauscheibe.

**[0045]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist gegenüber mindestens einer der Trommelbodenöffnungen eine insbesondere axial bewegliche Düse so angeordnet, dass sie ein Fluid durch die jeweilige Trommelbodenöffnung in die entsprechende Kammer des Ringraums spritzt. Das verwendete Fluid kann dem Spülfluid entsprechen.

**[0046]** Vorzugsweise ist an einer Spitze der mindestens einen Düse ein Tellerelement mit einem Flansch zum Abdichten der mindestens einen Düse an dem Trommelboden angebracht. In einer Ausführungsform der Erfindung sind die mindestens eine Düse und das jeweilige Tellerelement einstückig ausgebildet.

**[0047]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist zwischen dem Tellerelement und dem Zentrifugengehäuse ein Faltenbalg angeordnet, der einen innerhalb des Zentrifugengehäuses befindlichen Abschnitt der mindestens einen Düse umgibt.

**[0048]** Vorzugsweise umfasst die Zentrifugenvorrichtung eine Vorrichtung zum Bewirken einer axialen Bewegung der mindestens einen Düse. Vorzugsweise ist die Vorrichtung zum Bewirken einer axialen Bewegung der mindestens einen Düse eine Hubkolbenvorrichtung. In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Vorrichtung zum Bewirken einer axialen Bewegung der mindestens einen Düse eine Pneumatikvorrichtung. Vorzugsweise ist die Düse eine Lavaldüse.

**[0049]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist jeweils ein Ventil so angeordnet, dass ein Fluid durch das mindestens eine Ventil strömt, bevor es in die mindestens eine Düse gelangt. Vorzugsweise ist das Ventil ein Kegelmembranventil. Vorzugsweise sind zu dem mindestens einen Ventil jeweils separate Zuleitungen für eine Mehrzahl von Fluiden vorgesehen.

**[0050]** Durch die voranstehend beschriebenen Merkmale ist es möglich, ein Fluid bzw. ein Spülfluid in die Kammer des Ringraums einzuspritzen. Hierdurch wird es zum einen möglich, nach dem Zentrifugieren den an dem Filter haftenden Suspensionskuchen abzusprengen, zum anderen kann mittels eines Spülfluids der Filter und die Kammer gereinigt werden. Durch die Möglichkeit, die Düse axial zu bewegen, kann bei Stillstand der Trommel die Düse mit ihrem Flansch direkt an die Trommelbodenöffnungen herangefahren werden, wodurch mit besonders hohem Druck Fluid in den Ringraum einspritzt werden kann. Zudem geht nur sehr wenig Spülfluid verloren, da sich kein Zwischenraum mehr zwischen Düse und Trommelboden befindet, durch den das Spülfluid entweichen kann. Dadurch wird die Wirtschaftlichkeit der Zentrifugenvorrichtung erhöht.

**[0051]** Ein Reinigen des Filters durch Einspritzen eines Spülfluid in die Kammer ist besonders wirkungsvoll, da das Spülfluid durch die Poren des Filters in den Arbeitsraum gedrückt wird und Suspensionsreste in dem Filter ausspült. Da die Flussrichtung des Spülfluids entgegen derjenigen Richtung verläuft, mit der die Suspension in den Filter gedrückt wurde, ergibt sich eine hohe Reinigungseffektivität. Durch Verwendung von Lavaldüsen können Fluidgeschwindigkeiten größer als Mach 1 erreicht werden. Durch die daraus resultierende hohe Geschwindigkeit ergibt sich ein hoher Impuls, was sich besonders beim Absprengen des Suspensionskuchens vorteilhaft auswirkt, da dieser über die gesamte Fläche des Filters abgesprengt wird. Probleme herkömmlicher Zentrifugenvorrichtungen, bei denen das Absprengen

des Filterkuchens nur teilweise erfolgte, treten somit nicht auf. Ein teilweises Absprengen des Filterkuchens bringt insofern Probleme mit sich, da ein Absprengen des restlichen Filterkuchens in der Regel nicht gelingt, da das mit Druck beaufschlagte Fluid durch die freien Filterporen entweicht, ohne eine Wirkung auf die noch anhaftenden Kuchenreste auszuüben. Ein Absprengen des Suspensionskuchens sollte also beim ersten Versuch gelingen, was durch die Möglichkeit, die Düsen direkt auf den Trommelboden aufzusetzen, um so ohne Verluste zwischen Düse und Trommelbodenöffnung ein Fluid in die Ringrohrkammer einzuspritzen und die Energie des Fluids voll auszunutzen, ermöglicht wird.

**[0052]** Verschiedene Modi zum Einspritzen des Fluids in die Ringrohrkammern werden nachstehend erläutert werden. Grundsätzlich können die Düsen bis auf einen kleinen Spalt an die Trommel herangefahren werden, und bei kontinuierlicher Trommeldrehung kann dann ein Fluid in die Ringrohrkammern eingespritzt werden, wenn sich die jeweiligen Trommelbodenöffnungen vor den entsprechenden Düsen befinden. Eine weitere Art und Weise des Einspritzens von Fluid in die Ringraumkammern besteht darin, die Düsen auf den Trommelboden aufzusetzen, ein Fluid in die entsprechenden Ringraumkammern einzuspritzen, die Düsen zurückzufahren, die Trommel derart um einen gewissen Winkel weiterzudrehen, dass die nächsten Trommelbodenöffnungen vor den Düsen liegen, die Düsen wieder auf den Trommelboden aufzufahren, erneut Fluid in die nächsten Ringraumkammern einzuspritzen, usw.

**[0053]** Das voranstehend beschriebene Verfahren erfordert eine hohe Stellgenauigkeit der Trommel. Die Lageposition der Trommel muss so genau geregelt werden können, dass sich die Trommelbodenöffnungen gegenüber den Düsen befinden. Um bei der Lagegenauigkeit kleine Ungenauigkeiten ausgleichen zu können, sind die Trommelbodenöffnungen in einer Ausführungsform der Erfindung als Langlöcher ausgebildet.

**[0054]** Um die hohen Anforderungen an die Stellgenauigkeit der Trommel zu erfüllen, wird daher gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zum Antreiben der Antriebswelle ein Asynchronmotor verwendet, der von einer Steuerungseinheit gesteuert wird. In dem Steuerungskreis ist des weiteren eine Gebereinheit eingebunden, die ein Sinus/Kosinus-Geber ist. Der Asynchronmotor ist dazu in der Lage, sich in beide Drehrichtungen zu drehen. Der Asynchronmotor weist in dieser Ausführungsform eine durch sich verlaufende Nebenwelle auf, die überkraftübertragende Endloselemente, bspw. einen Zahnriemen, mit jeweils einem Endloselement mit der Antriebswelle, und der Welle der Gebereinheit verbunden ist. Die voranstehend erläuterte Merkmalskombination stellt eine elektrische Antriebsmaschine bereit, die mit einem Steuerungsverfahren höchst genau gesteuert werden kann, und so die erforderliche Lagegenauigkeit der Trommel bereitstellt.

**[0055]** Des weiteren wird durch die voranstehend erwähnten Regelungsmöglichkeiten des Antriebsmotors

und des Gesamtsystems eine hohe Stellgenauigkeit der Düsen bzw. der Düsenventile erreicht. Neben der Lagegenauigkeit der Trommel ist vor allem die Stellgenauigkeit dafür entscheidend, dass das Einspritzen eines Fluids mittels der Düsen in die Ringraumkammern mit bestmöglichem Wirkungsgrad geschieht, um ein vollständiges Absprengen des Filterkuchens und ein effektives Reinigen der Zentrifugenvorrichtung zur Vermeidung von Cross-Kontamination bereitzustellen.

**[0056]** In einer Ausführungsform der Erfindung ist ein verwendetes Fluid Luft. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist ein verwendetes Fluid Stickstoff. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist ein verwendetes Fluid Wasserdampf. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist ein verwendetes Fluid ein geeignetes Lösungsmittel für die Suspension. Generell sollte zum Absprengen des Suspensionskuchens ein Fluid verwendet werden, das mit der Suspension nicht reagiert. Als Fluid zum Reinigen eignet sich besonders

**[0057]** Die Verwendung eines Kegelmembranventils mit einer Mehrzahl von Zuleitungen ermöglicht zum einen das genaue Einspritzen bzw. Zuleiten des Fluids zu den Düsen, zum anderen ermöglicht es die Verwendung mehrerer Fluide in einem Betriebsvorgang. Unter Umständen kann es auch nötig sein, zum Absprengen des Filterkuchens und zum Reinigen der Vorrichtung verschiedene Fluide zu verwenden. Unter Umständen muss auch zu anderen Zeitpunkten Fluid eingespritzt werden,

welches nicht das Fluid zum Absprengen des Filterkuchens und das Fluid zum Reinigen der Zentrifugenvorrichtung ist. Somit kann jede geeignete Anzahl von Zuleitungen zu den Ventilen der Düsen vorgesehen sein. Vorzugsweise wird ein Kegelmembranventil verwendet, da es besonders geeignete Eigenschaften aufweist, jedoch ist auch jede andere Ventilart denkbar. Durch die voranstehend erwähnten Merkmale wird des weiteren eine hohe Stellgenauigkeit der Ventile ermöglicht. Diese ist eine Voraussetzung dafür, dass ein Absprengen des Filterkuchens sicher gelingt, da nur dann eine vollständige Reinigung der Zentrifugenvorrichtung zur Vermeidung von Cross-Kontamination möglich ist.

**[0058]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist zum Abdichten mindestens an einer Welle der Zentrifugenvorrichtung mindestens eine mit einem Sperrgas gasgeschmierte Gleitringdichtung vorgesehen, die eine zwischen einem feststehenden Gleitring und einem rotierenden Gleitring angeordnete Dichtungsfläche aufweist.

**[0059]** Vorzugsweise erstreckt sich die Dichtungsfläche der gasgeschmierten Gleitringdichtung radial von der mindestens einen Welle nach außen. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist ein Gehäuseabschnitt derart angeordnet, dass er vor der radial äußeren Grenze der Dichtungsfläche der gasgeschmierten Gleitringdichtung angeordnet ist, so dass der Gehäuseabschnitt zwischen sich und der Gleitringdichtung einen Spülgasspalt definiert. Bei dem Gehäuseabschnitt kann

es sich um einen Abschnitt des Zentrifugengehäuses, des Ringkanalgehäuses, des Stauscheibengehäuses und/oder eines anderen Gehäuseelements der Zentrifugenvorrichtung handeln.

**[0060]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind in dem Zentrifugengehäuse Zuleitungen vorgesehen, die ein Spülfluid permanent in den Innenraum der Zentrifuge gerichtet durch den Spülgasspalt leiten. Vorzugsweise ist der auf das Spülfluid beaufschlagte Druck kleiner als der auf das Sperrgas der Gleitringdichtung beaufschlagte Druck. Vorzugsweise ist der auf das Spülgas beaufschlagte Druck in etwa 3 bar und der auf das Sperrgas beaufschlagte Druck in etwa 6 bar.

**[0061]** Durch die voranstehend beschriebene Dichtungsanordnung wird eine besonders effektive Rotationsdichtung der Zentrifugenvorrichtung geschaffen. Durch das zusätzliche Gehäuseelement, das vor der Dichtungsfläche der gasgeschmierten Gleitringdichtung angeordnet ist, wird ein zusätzlicher Spülgasspalt definiert. In der Querschnittsansicht bildet dieser Spülgasspalt mit der Dichtungsfläche im wesentlichen eine T-Form. Durch Zuleitungen, die in einen von Suspension bzw. Produkt abgeschotteten Bereich der Zentrifugenvorrichtung führen, wird permanent ein Spülgas durch diesen Spülgasspalt geleitet. Dadurch, dass der Druck des Spülgases kleiner als der des Sperrgases ist, kann das Spülgas nicht in die Gleitringdichtung eintreten, sondern wird in den Innenraum der Zentrifuge geleitet. Dieser Innenraum kann ein Stauscheibenbereich, der Ringkanal, der Arbeitsraum oder ein anderer von einem Abschnitt eines Gehäuses der Zentrifugenvorrichtung ummantelter Raum sein.

**[0062]** Dadurch, dass das Spülfluid permanent in den Innenraum strömt, kann die Suspension oder das Produkt nicht gegen die Strömungsdichtung des Spülgases in den Spülgasspalt eindringen. Selbstverständlich muss dabei der Druck des Spülgases stets höher als der Druck im Innenraum sein, damit das Spülgas permanent in den Raum strömt. Es entsteht so eine sichere Dichtungsfläche am Ende des Spülgasspalts, die leicht zugänglich ist. Auf diese Weise erhält man eine besonders einfach zu reinigende Oberflächengeometrie. Es wird verhindert, dass Suspension oder Produkt in die Gleitringdichtung eindringt und diese verschmutzt. Da dann ein Reinigen der Gleitringdichtung u.U. nur durch Ausbauen der Dichtung möglich wäre, könnte die Zentrifugenvorrichtung während dieses Zeitraums nicht betrieben werden, was einen wirtschaftlichen Schaden bewirkt.

**[0063]** Durch das voranstehend beschriebene sichere Abdichten der Gleitringdichtungen ergibt sich ein wesentlicher Vorteil bei Verhinderung von Cross-Kontamination, da bereits geringste Mengen toxischen Materials, die sich bei herkömmlichen Zentrifugenvorrichtungen in den Gleitringdichtungen ablagern können, zur Vernichtung einer kompletten Produktionsmenge eines darauf folgend produzierten anderen Produkts führen können.

**[0064]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Er-

findung ist die erfindungsgemäße Gleitringdichtung zum Abdichten des Zwischenraums zwischen dem Zentrifugengehäuse und der Trommel an der Antriebswelle vorgesehen.

**5** **[0065]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Zentrifugenvorrichtung einen sich der Stauscheibe an den Arbeitsraum anschließenden Ringkanal mit einem den Ringkanal umgebenden Ringkanalgehäuse auf, und die Gleitringdichtung zum Abdichten des Ringkanals ist an einer die Stauscheibe lagernden Stauscheibenwelle vorgesehen.

**[0066]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Gleitringdichtung zum Abdichten des Stauscheibenbereichs einer Stauscheibenwelle vorgesehen.

**15** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Gleitringdichtung zum Abdichten eines in den Füllkanal ragenden Einführzapfens an der entsprechenden Welle vorgesehen. Grundsätzlich kann die beschriebene Dichtungsanordnung mit dem zusätzlichen Gehäuseelement,

**20** das einen Spülgasspalt ausbildet, und einem permanent durch den Spülgasspalt in den Innenraum der Zentrifugenvorrichtung geleiteten Spülgas zur Abdichtung jeglicher Bereiche bzw. Räume zueinander an sämtlichen in der Zentrifugenvorrichtung verwendeten Wellen genutzt werden. Auch eine Anwendung einer beschriebenen Dichtungsanordnung außerhalb einer Zentrifugenvorrichtung ist möglich.

**[0067]** Ein Verfahren zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung insbesondere einer Zentrifugenvorrichtung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs, die zusätzlich auf der Seite der Stauscheibe einen an den Arbeitsraum anschließenden Ringkanal mit einem den Ringkanal umgebenden Ringkanalgehäuse umfasst, umfasst die folgenden Schritte: Einfüllen einer Suspension in die Trommel, Zentrifugieren einer Suspension, erstes Reinigen des Ringkanals und des Innenraums des Zentrifugengehäuses, Trocknen der Suspension, Entnehmen des getrockneten Produkts, zweites Reinigen des Ringkanals und des Innenraums des Zentrifugengehäuses und der gesamten Zentrifugenvorrichtung.

**[0068]** Bei herkömmlichen Verfahren zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung wird die gesamte Zentrifugenvorrichtung erst nach Entnahme des getrockneten Produkts gereinigt. Viele Rückstände der Suspension bzw. des Produkts sind dann jedoch schon festgetrocknet, was das Entfernen erschwert. Grundsätzlich ist es einfacher, eine noch feuchte Suspension bzw. ein feuchtes Produkt auszuspülen. Deswegen wird der Ringkanal und der Innenraum des Zentrifugengehäuses bereits direkt nach dem Zentrifugieren gereinigt. Die noch feuchten Rückstände können so noch besonders gut entfernt werden. Nach Entnahme des getrockneten Produkts wird dann die komplette Zentrifugenvorrichtung gereinigt.

**45** **50** **55** **[0069]** Vorzugsweise weist die Zentrifugenvorrichtung des bevorzugten Verfahrens zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung drei in der Zentrifugenvorrichtung vorgesehene Einspritzvorrichtungen, die über den Umfang des

Zentrifugengehäuses jeweils um 120° versetzt angeordnet sind und ein Spülfluid in den Zwischenraum zwischen Zentrifugengehäuse und Trommeln sprühen, so wie des weiteren drei in dem Ringkanal vorgesehene Einspritzvorrichtungen, die über den Umfang des Ringkanalgehäuses jeweils um 120° versetzt angeordnet sind und ein Spülfluid in den Ringkanal sprühen und des weiteren drei Einspritzvorrichtungen in dem Stauscheibengehäuse auf, die über den Umfang des Stauscheibengehäuses um jeweils 120° versetzt angeordnet sind und einen Spülfluid in den Innenraum des Stauscheibengehäuses sprühen. Des weiteren weist die Zentrifugenvorrichtung dieses bevorzugten Verfahrens mindestens eine gegenüber mindestens einer der Trommelbodenöffnungen insbesondere axial bewegliche Düse auf, die so angeordnet ist, dass sie ein Fluid durch die jeweilige Trommelbodenöffnung in die entsprechende Kammer des Ringraums spritzt. Des weiteren sind in der Zentrifugenvorrichtung des bevorzugten Verfahrens zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung voranstehend beschriebene Dichtungsanordnungen zum Abdichten zweier Bereiche der Zentrifugenvorrichtung an einer entsprechenden Welle vorgesehen, wobei die Dichtungsanordnungen Zuleitungen aufweisen, die ein Spülfluid permanent in den Innenraum der Zentrifuge gerichtet durch den Spülgasspalt leiten. Bei dem bevorzugten Verfahren zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung werden die Schritte des Reinigens ausgeführt, indem durch die Düsen, die Einspritzvorrichtungen und die Zuleitungen ein geeignetes Spülfluid eingespritzt wird.

**[0070]** Durch das gleichzeitige Einspritzen durch die voranstehend beschriebenen Vorrichtungen wird ein besonders guter Reinigungseffekt erzielt. Besonders der mit Produkt durchsetzte Ringkanal und Arbeitsraum wird von mehreren Vorrichtungen mit Spülfluid ausgesprüht. Ähnlich einer Waschanlage wird die Zentrifugenvorrichtung komplett gereinigt. Durch diese Reinigungsmöglichkeiten erhält man eine Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik. Bei einem bevorzugten Verfahren zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung weist die Zentrifugenvorrichtung zudem erfundungsgemäß Mitnehmerstifte und Stifte in dem Ringkanal auf, und die Stauscheibe wird während der Reinigungsschritte in eine dritte Position bewegt, in der die Stauscheibe über eine Ausnehmung mit einem mit der Trommel fest verbundenen Mitnehmerstift ineinandergreift und mit der Trommel mitrotiert.

**[0071]** Wie bereits beschrieben, können so Reinigungsvorrichtungen in dem Arbeitsraum und in dem Ringkanal ergänzend benutzt werden, die Stauscheibe ist von allen Seiten zugänglich und wird rotierend abgesprührt. Durch die Kombination mit den anderen Merkmalen der Erfindung ergibt sich so ein verbesserter Reinigungseffekt. In einer Ausführungsform des erfundungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung weist die Zentrifugenvorrichtung erfundungsgemäß gegenüber den Trommelbodenöffnungen angeordnete, axial bewegliche Düsen mit Tellerflanschen auf.

Während der Schritte des Reinigens rotiert die Trommel kontinuierlich und die Flansche der Teller der Düsen sind an den Trommelboden heranbewegt, berühren diesen aber nicht. Wenn sich eine Trommelbodenöffnung gegenüber der mindestens einen Düse befindet, wird in jede Trommelbodenöffnung ein Spülfluid impuls eingespritzt. So ist eine Reinigung der rotierenden Trommel möglich.

**[0072]** In einem weiteren Verfahren zum Betrieb einer

10 Zentrifugenvorrichtung mit den voranstehend beschriebenen Merkmalen rotiert die Trommel während der Schritte des Reinigens kontinuierlich und die Flansche der Teller der Düsen sind an den Trommelboden heranbewegt, berühren diesen aber nicht, und, wenn sich eine 15 Trommelbodenöffnung gegenüber der mindestens einen Düse befindet, wird in die Trommelbodenöffnung ein Spülfluid eingespritzt, wobei zwischen den einzelnen Spülfluidimpulsen mindestens eine Trommelbodenöffnung die mindestens eine Düse passiert, ohne dass ein 20 Spülfluidimpuls eingespritzt wird. Bei dieser Ausführungsform des Verfahrens kann die Trommel mit höherer Geschwindigkeit rotieren, da nicht in jede Trommelbodenöffnung eingespritzt wird. Dies kann u.U. notwendig sein, wenn die Stellzeiten der Ventile nicht klein genug 25 sind.

**[0073]** In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung mit den voran-

stehend beschriebenen Merkmalen wird während der Schritte des Reinigens das Einspritzen des Spülfluids in 30 die Ringkammern gepulst durchgeführt und die Trommel zwischen den Pulsen um einen bestimmten Winkel gedreht, wobei während der Pulse die Trommel in eine solche Lage gedreht ist, dass die mindestens eine Düse gegenüber der entsprechenden Trommelbodenöffnung 35 angeordnet ist und die Flansche am Trommelboden anliegen. Wie bereits voranstehend beschrieben, kann so mit besonders hohem Druck in die Ringkammern eingespritzt werden und es geht kein Spülfluid verloren. Das Reinigen geschieht jedoch sukzessive, ohne dass die 40 Trommel rotiert. Selbstverständlich kann ein Reinigungsschritt auch ausgeführt werden, indem erst eine Ausführungsform des Reinigungsverfahrens angewandt wird, indem die Trommel kontinuierlich rotiert, und danach die voranstehend beschriebene Ausführungsformen ange- 45 wandt werden, in denen die Trommel sukzessive gereinigt wird. Beliebige andere Kombinationen der Verfahren oder beliebige andere Abfolgen sind selbstverständlich möglich.

**[0074]** In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens

50 zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung weist die erfundungsgemäß Zentrifugenvorrichtung die erfundungsgemäß Hebeverstellvorrichtung auf, mit der die Zentrifuge in beide Drehrichtungen um mindestens 3° zu einer horizontalen Lage herausgeschwenkt werden kann. Bei 55 dieser Ausgestaltung des Verfahrens wird die Zentrifugenvorrichtung vor dem Schritt des Einfüllens mittels der Hebeverstellvorrichtung so um einen Winkel  $\alpha$  aus der Horizontalen geneigt, dass sich der Mittelpunkt des

Trommelbodens über dem Mittelpunkt der Stauscheibe befindet. Wie bereits voranstehend beschrieben, wird mit der erfindungsgemäßen Zentrifugenvorrichtung so der Effekt erreicht, dass am Ende des Einfüllens restliches in dem Füllkanal befindliches Fluid in den Arbeitsraum läuft. Sollte eine andere Welle zum Einfüllen genutzt werden, wäre die Zentrifugenvorrichtung entsprechend anders zu neigen. Würde bspw. die Stauscheibenwelle zum Einfüllen eines Fluids verwendet werden, müsste dementsprechend die Zentrifugenvorrichtung so geneigt werden, dass der Mittelpunkt der Stauscheibe über dem Mittelpunkt des Trommelbodens liegt. Entsprechende Umkehrungen der Neigungsrichtungen abhängig von der Ausführungsform der verwendeten Zentrifugenvorrichtung gelten auch für die nachfolgend beschriebenen Neigungsvorgänge. Die Neigungsvorgänge sind jeweils nur für die beschriebene bevorzugte Ausführungsform einer Zentrifugenvorrichtung ausgeführt.

**[0075]** In einem weiteren Verfahren zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung wird die Zentrifugenvorrichtung zwischen dem Schritt des ersten Reinigens und dem Schritt des Trocknens mittels der Hebeverstellvorrichtung so um einen Winkel  $\beta$  gegenüber der Horizontalen geneigt, dass sich der Mittelpunkt der Stauscheibe über dem Mittelpunkt des Trommelbodens befindet und danach vor dem Schritt des Trocknens erneut um einen Winkel  $\alpha$  gegenüber der Horizontalen geneigt wird, so dass sich der Mittelpunkt des Trommelbodens über dem Mittelpunkt der Stauscheibe befindet. Wie bereits voranstehend beschrieben, wird die Zentrifugenvorrichtung so geneigt, dass nach dem Zentrifugieren die durch den Filter ausgetretene flüssige Phase der Suspension besser abfließt. Danach wird die Zentrifugenvorrichtung zurückgelegt, um bei dem Trocknen die Bewegung des Produkts in Richtung der Stauscheibe zu unterstützen. So wird es auch möglich, eine Zentrifugenvorrichtung mit einer zylindrischen Filter zu verwenden, der keinen Konus aufweist. Bei einem Filter mit Konus wird die Zentrifugenvorrichtung entsprechend so geneigt, dass die Wirkung des Konus verstärkt wird.

**[0076]** In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung wird die Zentrifugenvorrichtung nach dem Schritt des zweiten Reinigens mittels der Hebelverstellvorrichtung so um einen Winkel  $\beta$  gegenüber der Horizontalen geneigt, dass sich der Mittelpunkt der Stauscheibe über dem Mittelpunkt des Trommelbodens befindet. Dies geschieht wiederum, um ein Abfließen von Flüssigkeit während des Reinigens zu unterstützen.

**[0077]** In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung beträgt sowohl der Winkel  $\alpha$  als auch der Winkel  $\beta$  etwa  $3^\circ$ .

**[0078]** Durch die Möglichkeit zum Neigen der gesamten Zentrifugenvorrichtung ergibt sich zusammen mit den anderen technischen Merkmalen der Zentrifugenvorrichtung ein gegenüber dem Stand der Technik verbesserter Reinigungswirkungsgrad. Das voranstehend beschriebene Verfahren gewährleistet eine effektive Kombination

der einzelnen technischen Merkmale und stellt einen verbesserten Reinigungseffekt sicher. Durch das vollständige Reinigen der Zentrifugenvorrichtung wird Cross-Kontamination vermieden und die Zentrifugenvorrichtung kann unmittelbar mit einer von einer ersten Suspension verschiedenen zweiten Suspension betrieben werden. Sogar beim Verwenden von toxischen Suspensionen wird eine hohe Flexibilität garantiert und der wirtschaftliche Nutzen erheblich gesteigert.

5 **[0079]** Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

10 **[0080]** Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden 15 Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

15 **[0081]** Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung 20 ausführlich beschrieben.

Figur 1 zeigt eine seitliche Querschnittsansicht der 25 erfindungsgemäßen Zentrifugenvorrichtung, insbesondere des Arbeitsraums mit den sich anschließenden Bauteilen, insbesondere den Vorrichtungen zur Vermeidung von Cross-Kontamination nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

30 Figur 2 zeigt eine seitliche Querschnittsansicht der Anordnung eines Asynchronmotors in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

35 Figur 3 zeigt eine vergrößerte seitliche Querschnittsansicht des Bereichs der Stauscheibe mit in einem PAT-Kanal geführten Rohren sowie in die Fensterkanäle eingeführten Vorrichtungen zur Prozessanalyse.

40 Figur 4 zeigt eine vergrößerte seitliche Querschnittsansicht des arbeitsraumseitigen Endes des PAT-Kanals in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

45 Figur 5 zeigt eine seitliche Querschnittsansicht des Arbeitsraums mit den sich anschließenden Komponenten in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

50 Figur 6 zeigt eine vergrößerte seitliche Querschnittsansicht der Umgebung des Trommelbodens, insbesondere der Vorrichtung zur Vermeidung von Cross-Kontamination nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

55 Figur 7 zeigt eine seitlich geschnittene Detailansicht

einer erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung zum Abdichten an einer Welle der Zentrifugenvorrichtung.

Figur 8 zeigt eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung, die zum Abdichten zwischen einem Einfüllzapfen 210 und dem Füllrohr 19 verwendet wird.

**[0082]** In Figur 1 ist in einer seitlichen Querschnittsansicht der Zentrifugenvorrichtung der Arbeitsraum 40 mit den ihn umgebenden Komponenten dargestellt. Der Arbeitsraum 40 wird von einem Filter 14 umschlossen, der aus einem metallischen festen Material besteht. Der Filter 14 ist mit einer Trommel 10 verbunden, die in ihrem Trommelboden Trommelbodenöffnungen 12 aufweist. Die Trommel 10 ist auf einer Antriebswelle 16 gelagert, die hohl ausgebildet ist und durch die ein Antriebswellenfüllrohr 19 geführt ist. Gegenüber des Bodens der Trommel 10 verschließt eine Stauscheibe 22 den Arbeitsraum 40 dichtend. Die Stauscheibe 22 ist auf einer Stauscheibenwelle 24 gelagert, die hohl ausgebildet ist und durch die ein Mantelrohr 28 geführt ist. Durch das Mantelrohr 28, das ebenfalls hohl ausgebildet ist und in sich einen PAT-Kanal 26 aufweist, können in Röhren 30, 31, 32 Vorrichtungen zum überwachen und Messen von Zuständen im Arbeitsraum 40 geführt werden. Solche Vorrichtungen umfassen Temperaturmessvorrichtungen, Vorrichtungen für Nahinfrarot (NIR)-Spektroskopie, Kameras, Lichtquellen und Vorrichtungen zum Entnehmen einer Suspensionsprobe aus dem Arbeitsraum 40. In der Stauscheibe 22 sind des weiteren Fenster 102 aus einem durchsichtigen Material ausgebildet. An die Fenster führen Fensterkanäle 100, durch die Überwachungsvorrichtungen bzw. Messvorrichtungen 104 an die Fenster herangeführt werden können. Solche Vorrichtungen umfassen beispielsweise Kameras, Lichtquellen oder Vorrichtungen 104 zur Nahinfrarot (NIR)-Spektroskopie.

**[0083]** Die Trommel 10 wird von einem Zentrifugengehäuse 130 umgeben, so dass sich zwischen Trommel 10 und Zentrifugengehäuse 130 ein Zwischenraum 132 ausbildet. An den Arbeitsraum 40 schließt sich auf der Stauscheibenseite ein Ringkanal 70 an, der von einem Ringkanalgehäuse 72 umgeben wird. Gegenüber dem Arbeitsraum 40 schließt sich an den Ringkanal 70 ein Stauscheibenbereich 76 an, der von einem Stauscheibengehäuse 78 umgeben wird. Im unteren Teil des Ringkanals 70 befindet sich eine Enthahmeöffnung 136, durch die ein fertiges Produkt entnommen wird. An den Zwischenraum schließt sich ein Abfluss 134 an, durch den die flüssige Phase der Suspension, aus dem Zwischenraum 132 abfließen kann. Des weiteren schließt sich an den Zwischenraum 132 ein Fluidaustritt 140 an, durch den Fluid, insbesondere gasförmiges Fluid, entweichen kann.

**[0084]** Vor den Trommelbodenöffnungen 12 sind Düsen 50, 52 angeordnet, die axial beweglich sind. Vor-

zugsweise wird die axiale Bewegung durch eine Hubkolbenvorrichtung (nicht dargestellt) bereitgestellt. An einer Spitze der Düsen 50, 52 sind Teller 54 mit Flanschen 56 ausgebildet. Die Flansche 56 können axial unmittelbar an die Trommel 10 heranbewegt werden, so dass sich die Düsen 50, 52 direkt vor den Trommelbodenöffnungen 12 in der in Figur 1 dargestellten Position befinden. Mittels der Düsen 50, 52 kann so Fluid in einen zwischen der Trommel 10 und dem Filter 14 befindlichen Ringraum 13 eingespritzt werden. Der Ringraum 13 ist mittels axial verlaufender Stege (nicht dargestellt) in mehrere Ringraumkammern aufgeteilt. Jeder Ringraumkammer ist eine Trommelbodenöffnung 12 zugeordnet. Die Anzahl der Ringraumkammern ist beliebig und wird je nach Trommelgröße geeignet gewählt. Ebenso kann die Anzahl der Düsen variieren und ist nicht auf die in einer bevorzugten Ausführungsform beschriebene Anzahl beschränkt. Es kann für jede Trommelbodenöffnung eine separate Düse vorgesehen sein, aber auch nur insgesamt eine Düse, wobei dann jede Trommelbodenöffnung einzeln vor dieser Düse gedreht wird. Die Ausführungsform kann abhängig von der Zentrifugengröße geeignet gewählt werden.

**[0085]** Die Düsen 50, 52 werden zum einen dazu verwendet, Fluid in den Ringraum 13 mit einem großen Impuls einzuspritzen, um einen an dem Filter 14 haftenden Suspensionskuchen abzusprengen, zum anderen werden sie dazu verwendet, nach dem Absprengen ein Fluid in den Ringraum 13 einzuspritzen, um die Suspension zu trocknen.

**[0086]** In den Ringkanal 70 ragt ein Mitnehmerstift 60, der mit der Trommel 10 fest verbunden ist, sowie ein Stift 62, der mit dem Stauscheibengehäuse 78 fest verbunden ist. In der Stauscheibe 22 ist eine Ausnehmung angeordnet, mit der die Stauscheibe in der dargestellten geschlossenen Anordnung mit dem Mitnehmerstift 60 ineinandergreift. Alternativ kann die Stauscheibe in eine halb geöffnete Position bewegt werden, in der sie immer noch mit dem Mitnehmerstift 60 ineinandergreift, so dass sich bei geöffnetem Arbeitsraum die Stauscheibe 22 mit der Trommel 10 mitbewegt. In einer dritten Position ist die Stauscheibe vollständig geöffnet und greift mit ihrer Ausnehmung mit dem Stift 62 ineinander. In dieser Position rotiert die Stauscheibe nicht. Die halb geöffnete Position wird vorzugsweise während des Reinigens der Zentrifugenvorrichtung gewählt. Die vollständig geöffnete Position wird vorzugsweise während der Produktentnahme gewählt. Die erste geschlossene Position nimmt die Stauscheibe während des Einfüllens des Produkts, des Zentrifugierens und des Trocknens ein.

**[0087]** Im Zentrifugengehäuse, im Ringkanalgehäuse und im Stauscheibengehäuse sind Einspritzvorrichtungen 200 angeordnet, die entsprechend ein Spülfluid in den Zwischenraum 132, den Ringkanal 70 bzw. den Stauscheibenbereich 76 einspritzen. Die Einspritzvorrichtungen können beispielsweise als Sprühköpfe oder als Düsen ausgebildet sein. Grundsätzlich ist jedoch auch jede andere geeignete Ausführungsform der Ein-

spritzvorrichtungen denkbar. In der bevorzugten Ausführungsform sind im Zentrifugengehäuse, im Ringkanalgehäuse und im Stauscheibengehäuse jeweils drei Einspritzvorrichtungen über den Umfang des entsprechenden Gehäuses um 120° versetzt angeordnet.

**[0088]** Zum Abdichten des Stauscheibenbereichs 76 gegenüber dem Ringkanal 70 an der Stauscheibenwelle 24 ist eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung 160 vorgesehen, die in Figur 7 vergrößert dargestellt ist. Die Dichtungsanordnung wird nachfolgend detaillierter beschrieben werden.

**[0089]** Um die Trommel 10 mit ihren Trommelbodenöffnungen 12 beim Einspritzen von Fluid mittels der Düsen 50, 52 so zu positionieren, dass sich vor jeder Düse 50, 52 eine Trommelbodenöffnung 12 befindet, ist eine hochgenaue Lagepositionierung der Trommel 10 erforderlich. Die Trommelbodenöffnungen sind zwar vorzugsweise als Langlöcher ausgebildet, um gewisse Toleranzen bei der Lagepositionierung der Trommel 10 zuzulassen, dennoch muss die Lagepositionierung der Trommel 10 sehr genau sein. Um dieses zu gewährleisten, ist in einer bevorzugten Ausführungsform eine in Figur 2 dargestellte Antriebsanordnung vorgesehen. Zum Antrieben der Antriebswelle wird eine elektrische Asynchronmaschine 80 bereitgestellt, die eine in sich angeordnete Nebenwelle 90 in beide Drehrichtungen drehen kann. Die elektrische Asynchronmaschine wird über eine Steuerungseinheit (nicht dargestellt) gesteuert. Um eine hochgenaue Lagesteuerung auszuführen, erhält die Steuerungseinheit (nicht dargestellt) Informationen über die Lage der Wellen von einer Gebereinheit 82, die ein Sinus/Kosinus-Geber ist. Sowohl die Antriebswelle 16 als auch der Sinus/Kosinus-Geber sind jeweils über ein kraftübertragendes Endloselement 86, 88, vorzugsweise einen Zahnriemen, mit der Nebenwelle 90 verbunden. Um beim Einschalten der Zentrifugenvorrichtung eine einheitliche Nullposition zu gewährleisten, von der ausgehend die Steuerungseinheit die Lagesteuerung der Trommel und den Antrieb der Antriebswelle regelt, ist ein Nullpositionsgeber 84 vorgegeben, der mit einem Gegelement (nicht dargestellt) in dem Zahnrad 94 zusammenwirkt. In einer bestimmten Position liegt das Gegelement gegenüber dem Nullpositionsgeber 84, was von dem Nullpositionsgeber 84 erfasst wird, so dass die Steuerungseinheit erkennt, dass eine Nullposition eingenommen ist.

**[0090]** Figur 3 zeigt eine vergrößerte seitliche Querschnittsansicht der Stauscheibe 22 und der die Stauscheibe 22 umgebenden Komponenten, wobei sich die Stauscheibe 22 in einer vollständig geöffneten Position befindet. In der vollständig geöffneten Position greift die Stauscheibe 22 mit der in ihr vorgesehenen Ausnehmung mit dem zweiten Stift 62 ineinander. In dieser Position ist die Stauscheibe 22 von der Drehung der Trommel 10 entkoppelt. In Figur 3 sind weiterhin die in den PAT-Kanal 26 geführten Rohre 30, 31 dargestellt. Vorzugsweise befinden sich drei Rohre 30, 31, 32 in einem Mantelrohr 28, das in dem PAT-Kanal 26 geführt ist. Der

PAT-Kanal 26 wird über eine Dichtung 90 gegenüber dem Arbeitsraum 40 bzw. dem Ringkanal 70 abgedichtet, vorzugsweise ist das Dichtungselement 90 eine antiseptische Doppeldichtung. Des weiteren sind in Figur 3 optische Überwachungselemente 104 dargestellt, die in dem Fensterkanal 100 hinter den Fenstern 102, die in der Stauscheibe 22 vorgesehen sind, angeordnet sind.

**[0091]** Ebenfalls ist dargestellt, wie in der geöffneten Position der Kragen 23 der Stauscheibe 22 zusammen mit dem Stauscheibengehäuse 78 den Stauscheibenbereich 76 gegenüber dem Ringkanal 70 am Gehäuse abdichtet.

**[0092]** Figur 4 zeigt eine vergrößerte seitliche Querschnittsansicht der in den Arbeitsraum 14 ragenden Rohre 30, 31, 32. Dargestellt ist weiterhin die Anordnung der Rohre 30, 31, 32 in dem Querschnitt des Mantelrohres.

**[0093]** Figur 5 zeigt eine seitliche Querschnittsansicht des Arbeitsraums 40 mit den ihn umgebenden Komponenten in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. In dieser bevorzugten Ausführungsform ist an dem Füllrohr 19 weiterhin ein trichterförmiges Element 20 angeordnet, das ein Einfüllen der Suspension in den Arbeitsraum 40 ermöglicht, ohne dass Suspension am Trommelboden 11 herabperlt. Am Trommelboden 11 befindliche Suspension, die eventuell zudem festgetrocknet ist, ist erfahrungsgemäß schwer vom Trommelboden 11 abzuspülen. Durch die Verwendung des trichterförmigen Elements 20 wird somit ein einfacheres Reinigen des Arbeitsraums 40 gewährleistet. Weiterhin sind in Figur 5 ebenfalls die Rohre 30, 31 und das sie umgebende Mantelrohr 28 dargestellt, wobei die Rohre in einer bevorzugten Ausführungsform in den Arbeitsraum 40 hineinragen. Vorzugsweise ist an einem der Rohre eine Kamera und eine Lichtquelle angebracht, an einem zweiten

Rohr eine Vorrichtung zum Messen der Temperatur im arbeitsraumseitigen Ende des Rohres und an einem dritten Rohr eine Vorrichtung zur Entnahme einer Suspensionsprobe aus dem Arbeitsraum. Mittels der Lichtquelle kann der Arbeitsraum ausgeleuchtet und durch die in dem Rohr befindliche Kamera bzw. durch die optischen Überwachungsvorrichtungen 104 überwacht werden. Auf diese Weise kann festgestellt werden, ob sich noch Verunreinigungen im Arbeitsraum befinden, ohne die Zentrifugenvorrichtung demontieren zu müssen. In einer

Ausführungsform kann an dem arbeitsraumseitigen Ende eines der Rohre eine Ultraschallreinigungsvorrichtung angebracht sein, mit der der Arbeitsraum gereinigt wird. Vorzugsweise ist eine Ultraschallreinigungsvorrichtung jedoch in ähnlicher Lage wie die der Düsen 50, 52 angeordnet (nicht dargestellt), die durch eine Trommelbodenöffnung 12 axial in eine Ringraumkammer 13 bewegt werden können, um die Ringraumkammer und den Filter 14 effektiv zu reinigen.

**[0094]** Figur 5 zeigt die Umgebung der antriebswellenseitigen Stirnseite des Arbeitsraums 40 mit den dort angeordneten Komponenten. Insbesondere werden die Düsen 50, 52 mit den an ihren Spitzen angeordneten Tellern 54, den Flanschen 56 der Teller 54 und den Fal-

tenbälgen 58 dargestellt. Des weiteren ist dargestellt, wie die Ventile 150 und die Zuleitungen 151 zu den Ventilen angeordnet sind. Zum Abdichten des Zwischenraums 132 gegenüber einem Bereich 133 der Zentrifugenvorrichtung an der Antriebswelle wird ebenfalls eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung 160 verwendet.

**[0095]** In Figur 7 ist die erfindungsgemäße Dichtungsanordnung 160 vergrößert dargestellt. Zwischen einem rotierenden Dichtungsring 162 und einem stehenden Dichtungsring 164 ist eine Dichtungsfläche 168 ausgebildet. In einem Sperrgasraum 170 befindet sich ein Sperrgas, das vorzugsweise mit einem Druck von 6 bar beaufschlagt ist. Des weiteren ist ein Gehäuseelement 166 so angeordnet, dass es quer vor der Dichtungsfläche 168 liegt und so einen Spülgasspalt 169 ausbildet. Der Spülgasspalt 169 und die Dichtungsfläche 168 bilden in der Querschnittsansicht eine T-Form aus. In einem Spülgasraum 172 befinden sich Zuleitungen 174, durch die ein Spülgas permanent in den Spülgasspalt 169 geleitet wird. Vorzugsweise ist das Spülgas mit einem Druck von 3 bar beaufschlagt.

**[0096]** Das Spülgas bewegt sich somit permanent von dem Spülgasraum 172 durch den Spülgasspalt 169 in, in diesem Fall, den Stauscheibenbereich 70. Statt des Stauscheibenbereichs 70 kann das Spülgas auch in jeden anderen Bereich münden. Da der Druck des Staugases größer als der Druck des Spülgases ist, kann das Spülgas nicht in die Dichtungsfläche 168 entweichen. Ein Produkt bzw. eine Suspension, die sich im Stauscheibenbereich 70 befindet, kann gegen die Strömungsrichtung des Spülgases nicht in den Spülgasspalt 169 gelangen. Selbstverständlich ist der Druck, mit dem das Spülgas beaufschlagt ist, stets höher als der Druck im Stauscheibenbereich 70 zu wählen.

**[0097]** So entsteht an dem Ende des Spülgasspalts 169, an dem dieser in dem Stauscheibenbereich 70 endet, eine Dichtungsfläche. Produkt bzw. Suspension kann nicht in den Spülgasspalt gelangen, wodurch die gasgeschmierte Gleitringdichtung 160 vor Verunreinigung geschützt ist. Insbesondere kann kein Produkt bzw. keine Suspension in die Dichtungsfläche 168 oder den Sperrgasraum 170 gelangen. Die beschriebene Dichtungsanordnung kann selbstverständlich auch mit einer flüssigkeitsgeschmierten Gleitringdichtung verwendet werden. Selbstverständlich ist es auch denkbar, statt eines Spülgases eine Spülflüssigkeit durch den Spülgasspalt 169 zu leiten. Als Spülfluid ist grundsätzlich ein solches Fluid zu wählen, das mit der zu verarbeitenden Suspension nicht reagiert.

**[0098]** Dadurch, dass die Gleitringdichtung 160 vor Verunreinigung geschützt wird, lässt sich der Stauscheibenbereich 70 bzw. der abgedichtete Bereich leichter reinigen, da eine einfacher zu reinigende Geometrie geschaffen wird. Zudem kann während der Reinigungsschritte durch die Zuleitung 172 Spülfluid in den Stauscheibenbereich 70 bzw. den abzudichtenden Bereich eingespritzt werden, wodurch ein zusätzlicher Reinigungseffekt erzielt wird. Durch eine vorgesehene Geo-

metrie 167 in der Umgebung des Spülgasspalts 169 kann zudem ein SprühEffekt erzwungen werden, so dass sich das Spülfluid im Stauscheibenbereich 70 besser verteilt.

**[0099]** Figur 8 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung, die zum Abdichten zwischen dem Füllrohr und einem Fluideinfüllstutzen 210 verwendet wird. Zwischen einem rotierenden Gleitring 162 und einem stehenden Gleitring 164 ist auch hier eine Dichtungsfläche 168 ausgebildet. Durch ein Gehäuseelement 166, das auch hier quer vor der Dichtungsfläche 168 steht, wird ein Spülgasspalt 169 ausgebildet. Aus einem Spülgasraum 172 wird ein Spülgas durch Zuleitungen 174 permanent durch den Spülgasspalt 169 geleitet und mündet in das Füllrohr 19. Durch die beschriebene Dichtungsanordnung kann eine Suspension, die in das Füllrohr 19 eingefüllt wird, nicht entgegen der Strömungsrichtung des Spülgases in den Spülgasspalt 169 gelangen bzw. die Dichtungsanordnung verunreinigen. Auf diese Weise wird dieser schwer zugängliche Dichtungsbereich sicher vor Verunreinigung geschützt, was ein komplettes Reinigen der Zentrifugenvorrichtung wesentlich vereinfacht. Wie zu erkennen ist, ist das Grundprinzip dieser Dichtungsanordnung das gleiche wie das der Dichtung in Figur 7. Auch hier kann statt einer gasgeschmierten Gleitringdichtung natürlich auch eine flüssigkeitsgeschmierte Gleitringdichtung verwendet werden, genauso wie auch eine Spülflüssigkeit statt eines Spülgases eingespritzt werden kann. Nach einem Reinigungsvorgang kann durch die Zuleitung 174 auch hier ein Spülfluid eingespritzt werden, das die Verbindungsstellen des Einfüllstutzens 210 zum Füllrohr 19 reinigt. Auf diese Weise ist eine komplette Reinigung dieses Bereichs gewährleistet und eine Cross-Kontamination wird verhindert.

**[0100]** Durch die voranstehend beschriebenen technischen Merkmale der Erfindung wird ein komplettes und sicheres Reinigen der gesamten Zentrifugenvorrichtung möglich, ohne diese öffnen bzw. manuell reinigen zu müssen. Durch Kameras und andere Überwachungsmöglichkeiten kann der Reinigungsvorgang zudem überwacht werden. So wird sichergestellt, dass Cross-Kontamination vollständig vermieden wird. Eine zweite Suspension kann unmittelbar nach einer ersten Suspension verarbeitet werden, sogar wenn die erste Suspension toxisch gewesen sein sollte oder ungewünschte Reaktionen mit der zweiten Suspension hervorrufen würde. Dadurch, dass der Reinigungsvorgang zudem automatisch ohne manuelles Eingreifen erfolgt, wird aufgrund der Zeitsparnis die Wirtschaftlichkeit der erfindungsgemäßen Zentrifugenvorrichtung erhöht.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Zentrifugenvorrichtung, insbesondere einer Zentrifugenvorrichtung mit einer Antriebswelle mit einer Antriebswellendrehachse, einer an der Antriebswelle angeschlossenen Trom-

- mel mit einem Trommelmantel und einem Trommelboden, einem innerhalb der Trommel angeordneten Filter, der einen Arbeitsraum umschließt, einem zwischen Filter und Trommelmantel ausgebildeten Ringraum, einer eine dem Trommelboden gegenüberliegende Stirnseite des Arbeitsraums bildenden Stauscheibe, wobei die Stauscheibe und die Trommel zwischen einer geschlossenen Position, in der die Stauscheibe den Arbeitsraum dichtend verschließt, und mindestens einer geöffneten Position relativ zueinander axial beweglich sind, einem die Trommel und den Filter umgebenden Zentrifugengehäuse, und mit einem sich auf der Seite der Stauscheibe an den Arbeitsraum anschließenden Ringkanal mit einem den Ringkanal umgebenden Ringkanalgehäuse, mit den folgenden Schritten:
- Einfüllen einer Suspension in die Trommel,  
 - Zentrifugieren der Suspension,  
 - erstes Reinigen des Ringkanals und des Innenraums des Zentrifugengehäuses,  
 - Trocknen der Suspension,  
 - Entnehmen des getrockneten Produkts,  
 - zweites Reinigen des Ringkanals und des Innenraums des Zentrifugengehäuses und der gesamten Zentrifugenvorrichtung.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in dem Zentrifugengehäuse drei Einspritzvorrichtungen vorgesehen sind, die über den Umfang des Zentrifugengehäuses jeweils um 120° versetzt angeordnet sind und ein Spülfluid in den Zwischenraum zwischen Zentrifugengehäuse und Trommel sprühen, bei der weiterhin in dem Ringkanalgehäuse drei Einspritzvorrichtungen vorgesehen sind, die über den Umfang des Ringkanalgehäuses jeweils um 120° versetzt angeordnet sind und ein Spülfluid in den Ringkanal sprühen, und bei der in dem Stauscheibengehäuse drei Einspritzvorrichtungen vorgesehen sind, die über den Umfang des Stauscheibengehäuses jeweils um 120° versetzt angeordnet sind und ein Spülfluid in den Innenraum des Stauscheibengehäuses sprühen und wobei gegenüber mindestens einer der Trommelbodenöffnungen eine insbesondere axial bewegliche Düse so angeordnet ist, dass sie ein Fluid durch die jeweilige Trommelbodenöffnung in die entsprechende Kammer des Ringraums spritzt und wobei in dem Zentrifugengehäuse Zuleitungen vorgesehen sind, die ein Spülfluid permanent in einen Innenraum der Zentrifugenvorrichtung gerichtet durch den Spülgasspalt leiten, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schritte des Reinigens ausgeführt werden, indem durch die Düsen, die Einspritzvorrichtungen und die Zuleitungen ein geeignetes Spülfluid eingespritzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei in einem den Ringkanal und den Stauscheibenbereich trennenden Gehäusebereich mindestens ein Stift eingebettet ist, der so angeordnet ist, dass er dem mindestens einen Mitnehmerstift gegenüber angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stauscheibe vor dem zweiten Reinigungsschritt in eine halb geöffnete Mittelstellung bewegt wird, in der sie in den mindestens einen Mitnehmerstift eingreift.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei gegenüber mindestens einer der Trommelbodenöffnungen eine insbesondere axial bewegliche Düse so angeordnet ist, dass sie ein Fluid durch die jeweilige Trommelbodenöffnung in die entsprechende Kammer des Ringraums spritzt und wobei an einer Spitze der mindestens einen Düse ein Tellerelement mit einem Flansch zum Abdichten der mindestens einen Düse an dem Trommelboden angebracht ist und wobei die mindestens eine Düse und das jeweilige Tellerelement einstückig ausgebildet sind und wobei zwischen dem Tellerelement und dem Zentrifugengehäuse ein Faltenbalg angeordnet ist, der einen innerhalb des Zentrifugengehäuses befindlichen Abschnitt der mindestens einen Düse umgibt und wobei eine Vorrichtung zum Bewirken einer axialen Bewegung der mindestens einen Düse vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trommel während der Schritte des Reinigens kontinuierlich rotiert und die Flansche der Teller der Düsen an den Trommelboden heranbewegt sind, diese aber nicht berühren, und bei dem, wenn sich eine Trommelbodenöffnung gegenüber der mindestens einen Düse befindet, in jede Trommelbodenöffnung ein Spülfluidimpuls eingespritzt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei gegenüber mindestens einer der Trommelbodenöffnungen eine insbesondere axial bewegliche Düse so angeordnet ist, dass sie ein Fluid durch die jeweilige Trommelbodenöffnung in die entsprechende Kammer des Ringraums spritzt und wobei an einer Spitze der mindestens einen Düse ein Tellerelement mit einem Flansch zum Abdichten der mindestens einen Düse an dem Trommelboden angebracht ist und wobei die mindestens eine Düse und das jeweilige Tellerelement einstückig ausgebildet sind und wobei zwischen dem Tellerelement und dem Zentrifugengehäuse ein Faltenbalg angeordnet ist, der einen innerhalb des Zentrifugengehäuses befindlichen Abschnitt der mindestens einen Düse umgibt und wobei eine Vorrichtung zum Bewirken einer axialen Bewegung der mindestens einen Düse vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trommel während der Schritte des Reinigens kontinuierlich rotiert und die Flansche der Teller der Düsen an den Trommelboden heranbewegt sind, diese aber nicht berühren, und bei dem, wenn sich eine Trommelbodenöffnung gegenüber der mindestens einen Düse befindet, in die Trommelbodenöff-

- nung ein Spülfluidimpuls eingespritzt wird, wobei zwischen den einzelnen Spülfluidimpulsen mindestens eine Trommelbodenöffnung die mindestens eine Düse passiert, ohne dass ein Spülfluidimpuls eingespritzt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei gegenüber mindestens einer der Trommelbodenöffnungen eine insbesondere axial bewegliche Düse so angeordnet ist, dass sie ein Fluid durch die jeweilige Trommelbodenöffnung in die entsprechende Kammer des Ringraums spritzt und wobei an einer Spitze der mindestens einen Düse ein Tellerelement mit einem Flansch zum Abdichten der mindestens einen Düse an dem Trommelboden angebracht ist und wobei die mindestens eine Düse und das jeweilige Tellerelement einstückig ausgebildet sind und wobei zwischen dem Tellerelement und dem Zentrifugengehäuse ein Faltenbalg angeordnet ist, der innerhalb des Zentrifugengehäuses befindlichen Abschnitt der mindestens einen Düse umgibt und wobei eine Vorrichtung zum Bewirken einer axialen Bewegung der mindestens einen Düse vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Schritte des Reinigens das Einspritzen des Spülfluids gepulst durchgeführt wird und die Trommel zwischen den Pulsen um einen bestimmten Winkel gedreht wird, wobei während der Pulse die Trommel in eine solche Lage gedreht ist, dass die mindestens eine Düse gegenüber der entsprechenden Trommelbodenöffnung angeordnet ist und die Flansche am Trommelboden anliegen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die Zentrifugenvorrichtung eine Hebeverstellvorrichtung zum schwenkbaren Verstellen der Zentrifugenvorrichtung um eine horizontale Achse, die mit der Antriebswellendrehachse einen im wesentlichen rechten Winkel einschließt, aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zentrifugenvorrichtung vor dem Schritt des Einfüllens mittels der Hebeverstellvorrichtung so um einen Winkel  $\alpha$  gegenüber der Horizontalen geneigt wird, dass sich der Mittelpunkt des Trommelbodens über dem Mittelpunkt der Stauscheibe befindet.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die Zentrifugenvorrichtung zwischen den Schritten des ersten Reinigens und dem Schritt des Trocknens mittels der Hebeverstellvorrichtung so um einen Winkel  $\beta$  gegenüber der Horizontalen geneigt wird, dass sich der Mittelpunkt der Stauscheibe über dem Mittelpunkt des Trommelbodens befindet und danach vor dem Schritt des Trocknens erneut um einen Winkel  $\alpha$  gegenüber der Horizontalen geneigt wird, so dass sich der Mittelpunkt des Trommelbodens über dem Mittelpunkt der Stauscheibe befindet.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Zentrifugenvorrichtung eine Hebeverstellvorrichtung zum schwenkbaren Verstellen der Zentrifugenvorrichtung um eine horizontale Achse, die mit der Antriebswellendrehachse einen im wesentlichen rechten Winkel einschließt, aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zentrifugenvorrichtung nach dem Schritt des zweiten Reinigens mittels der Hebeverstellvorrichtung so um einen Winkel  $\beta$  gegenüber der Horizontalen geneigt wird, dass sich der Mittelpunkt der Stauscheibe über dem Mittelpunkt des Trommelbodens befindet.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem sowohl der Winkel  $\alpha$  als auch der Winkel  $\beta$  etwa  $3^\circ$  beträgt.

Fig. 1

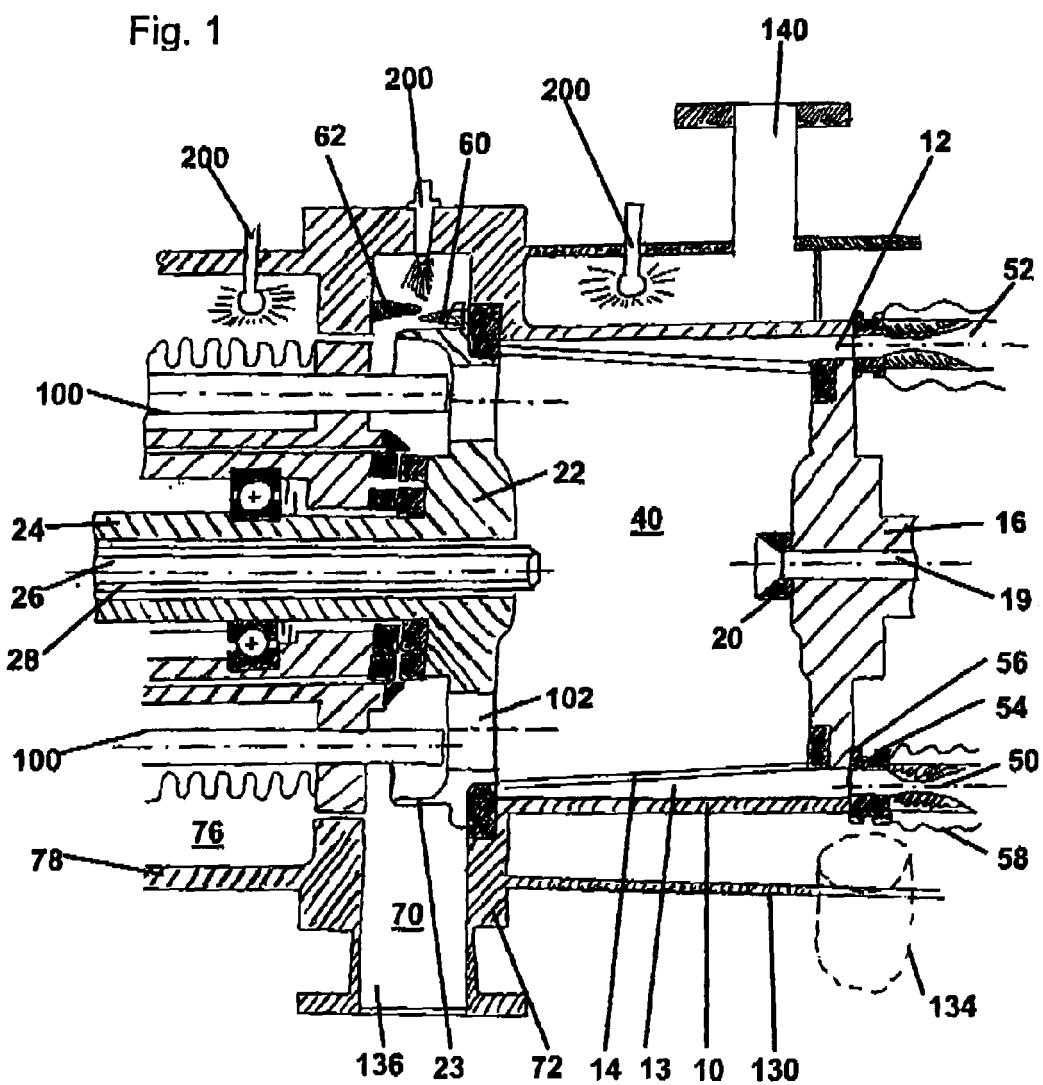
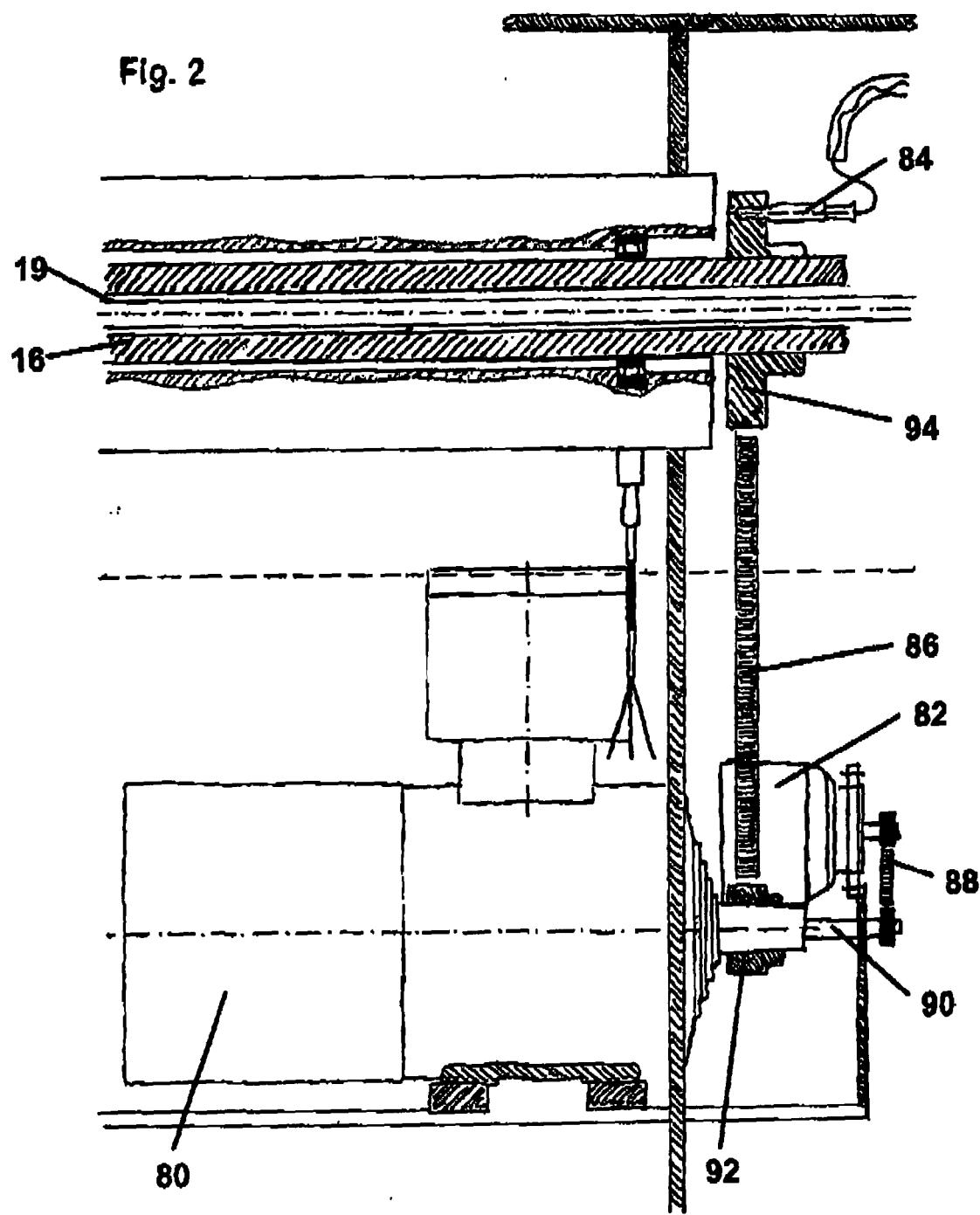


Fig. 2



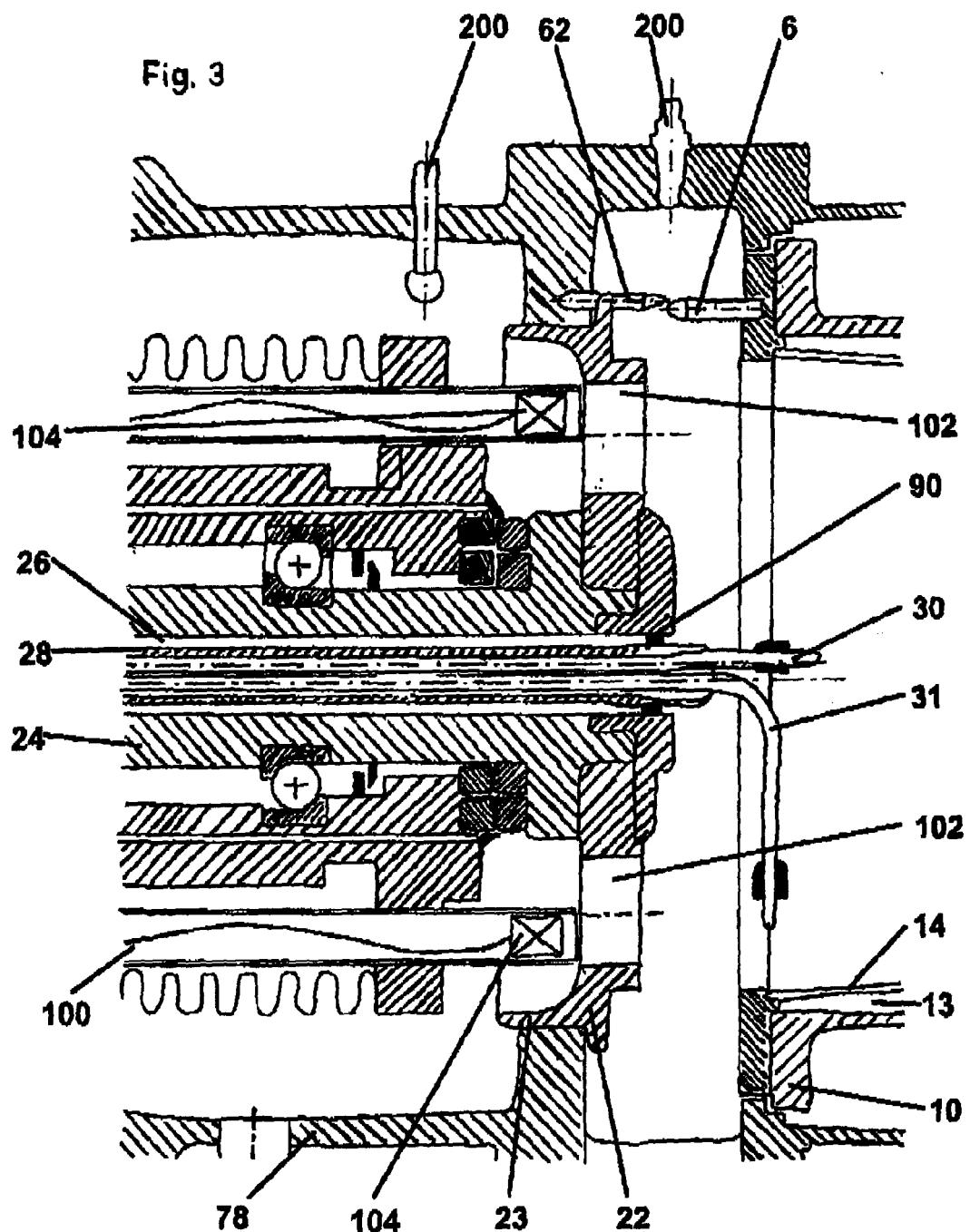
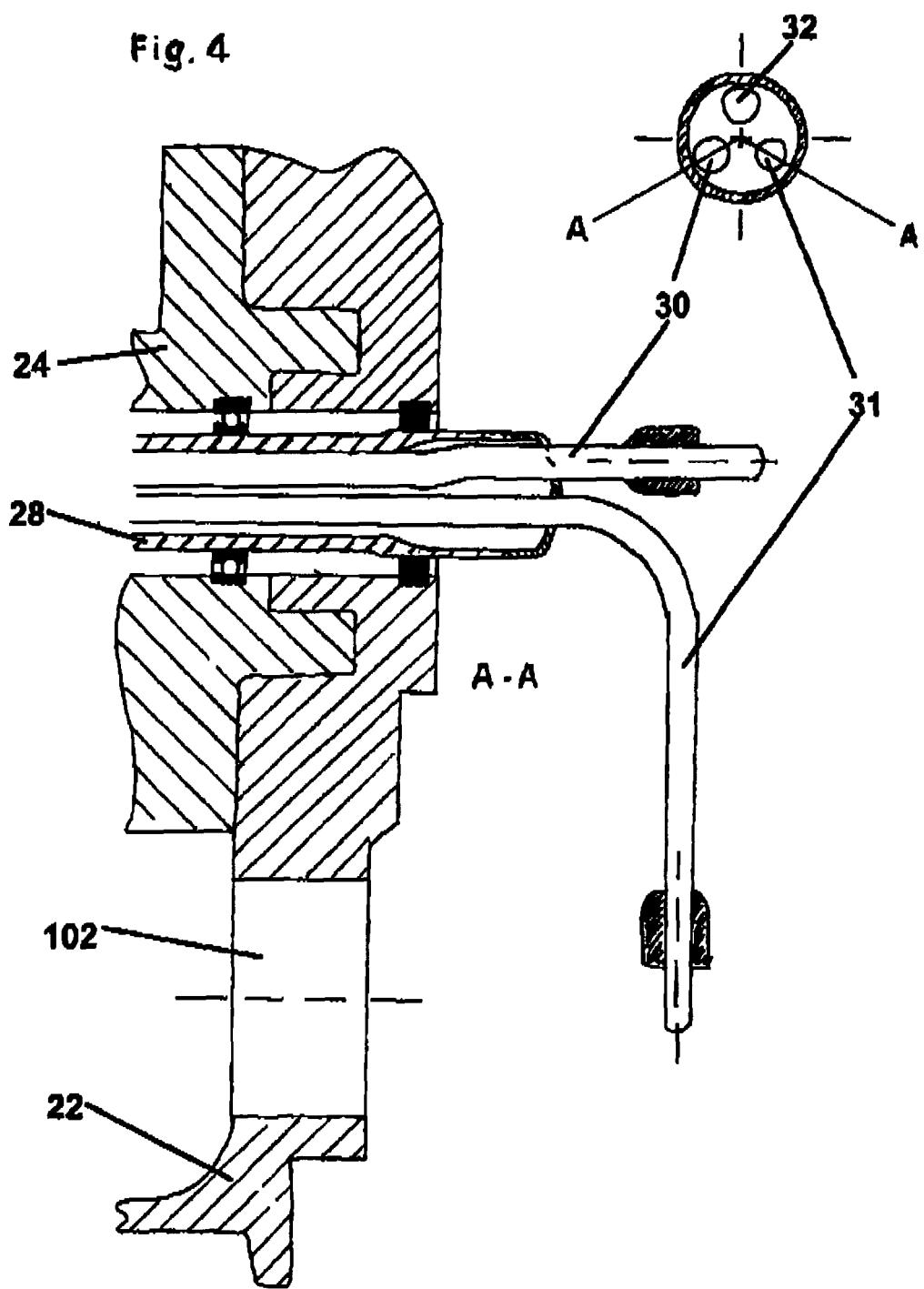
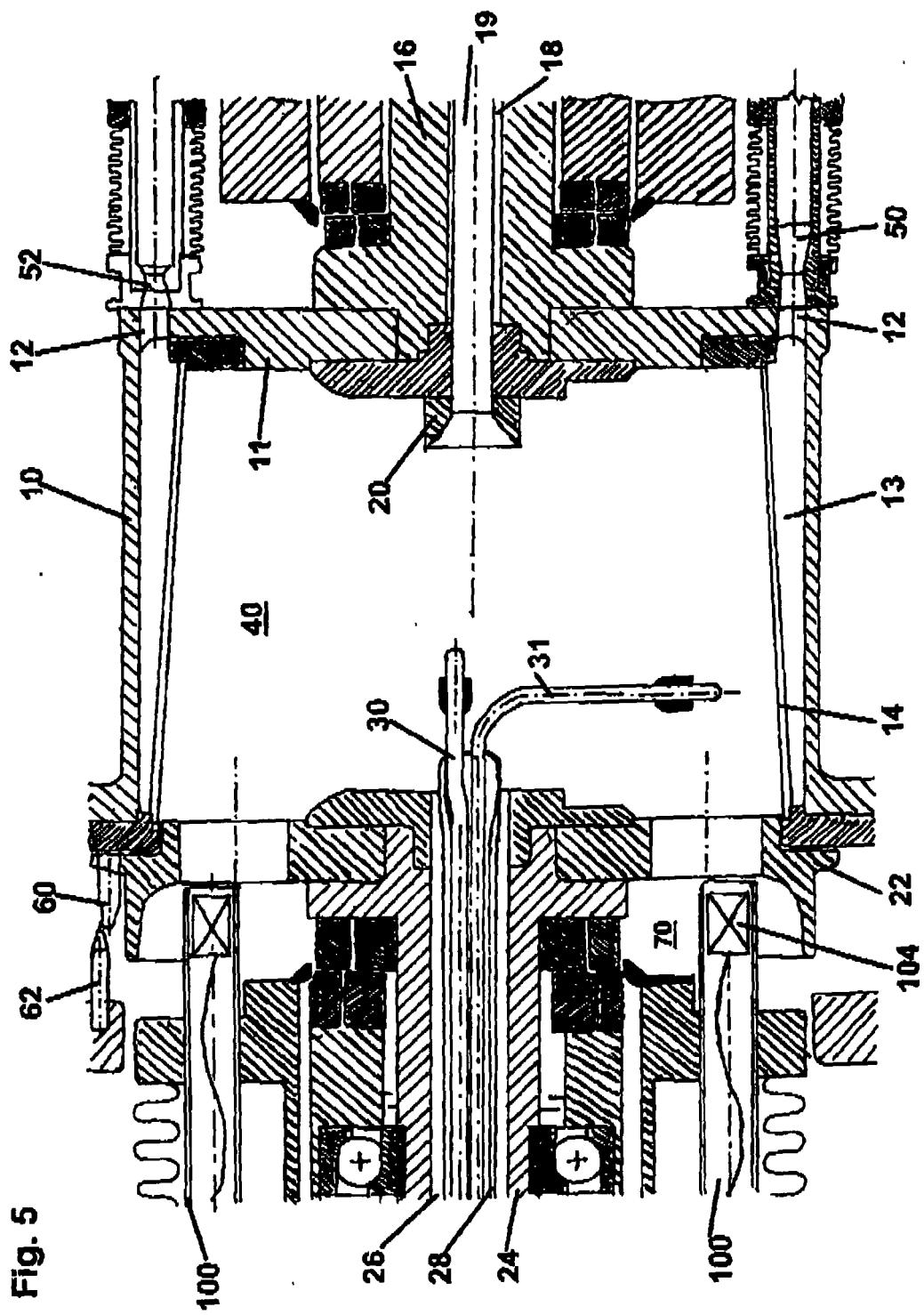
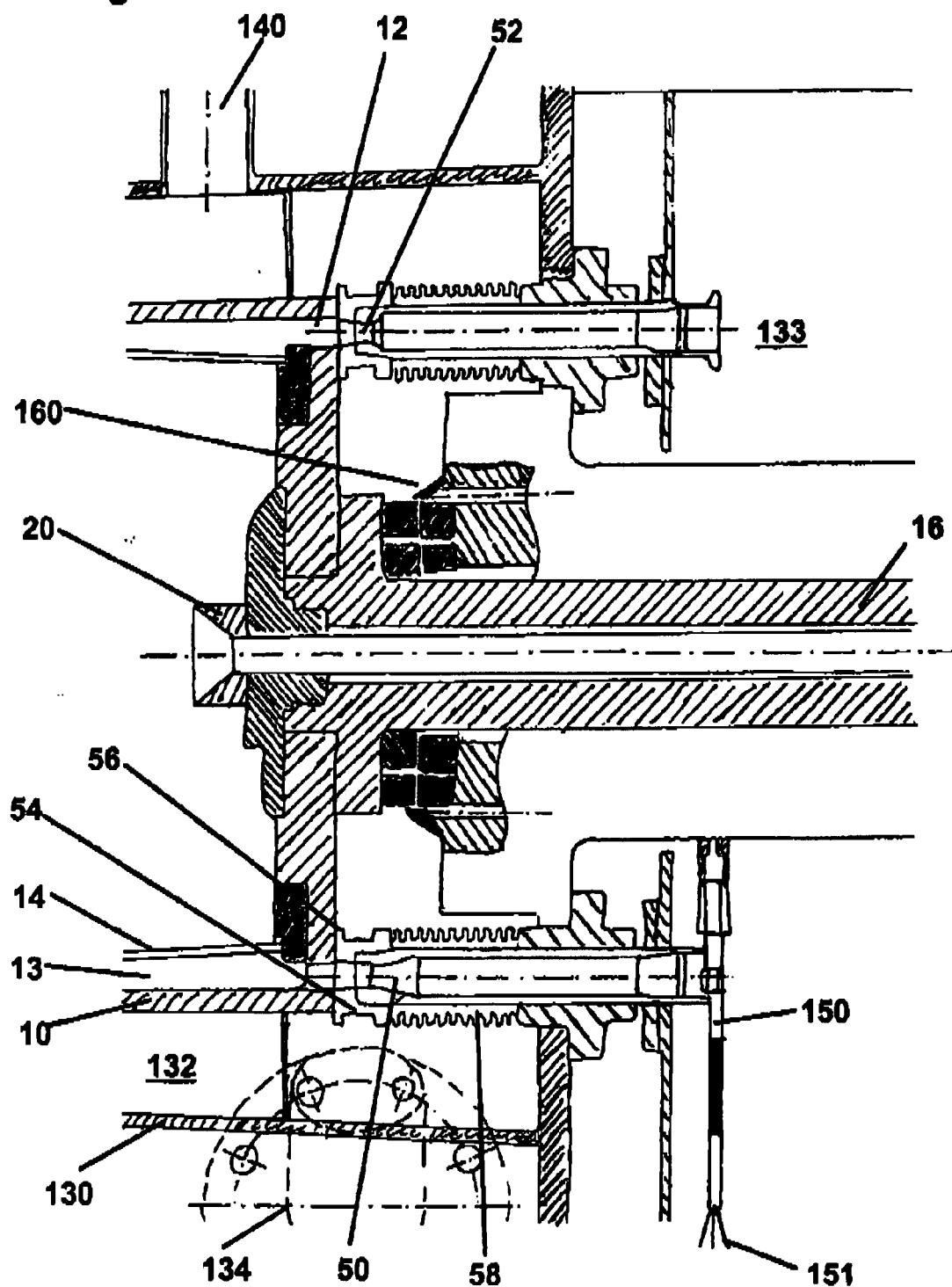


Fig. 4





**Fig. 6**

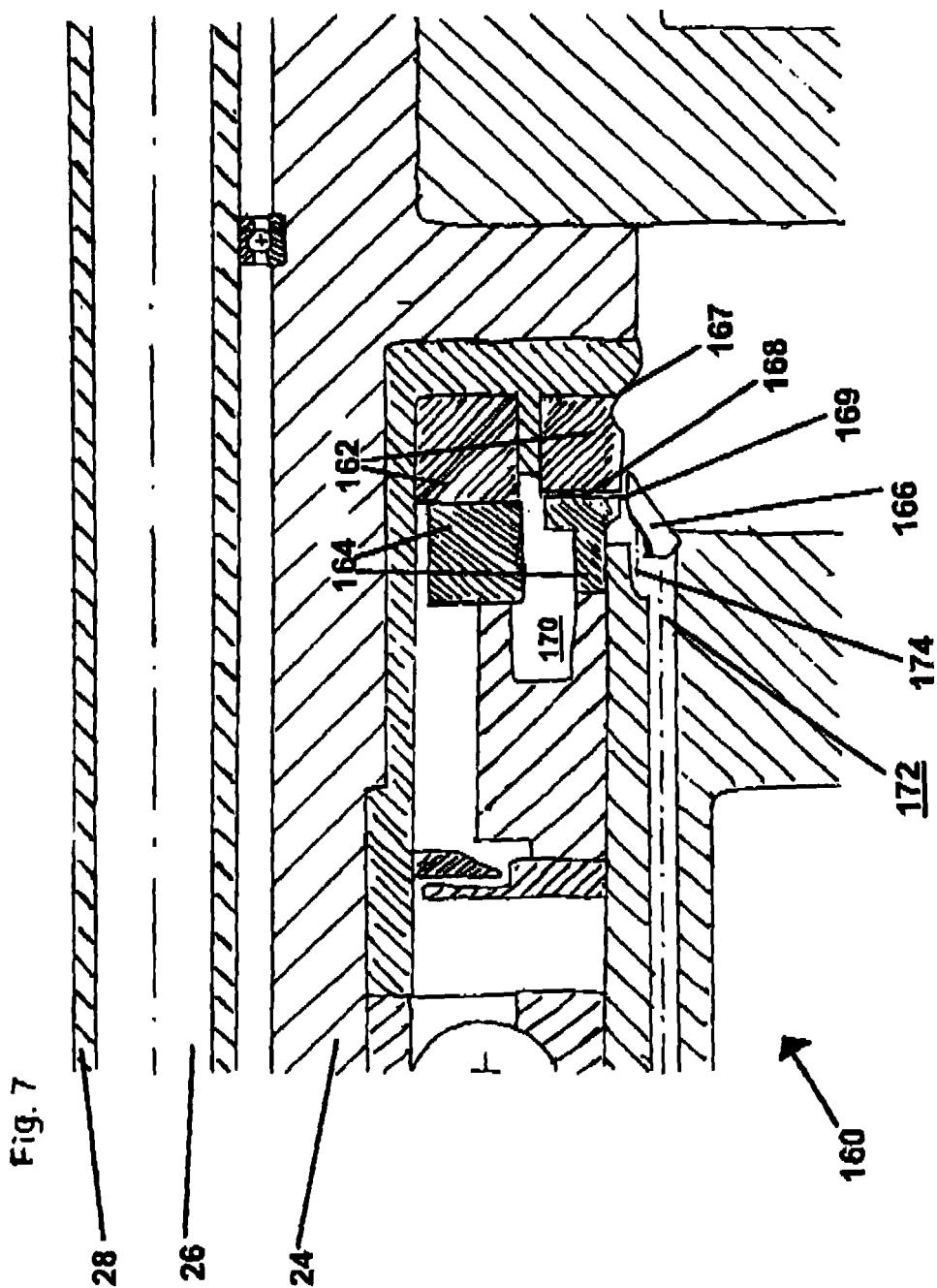
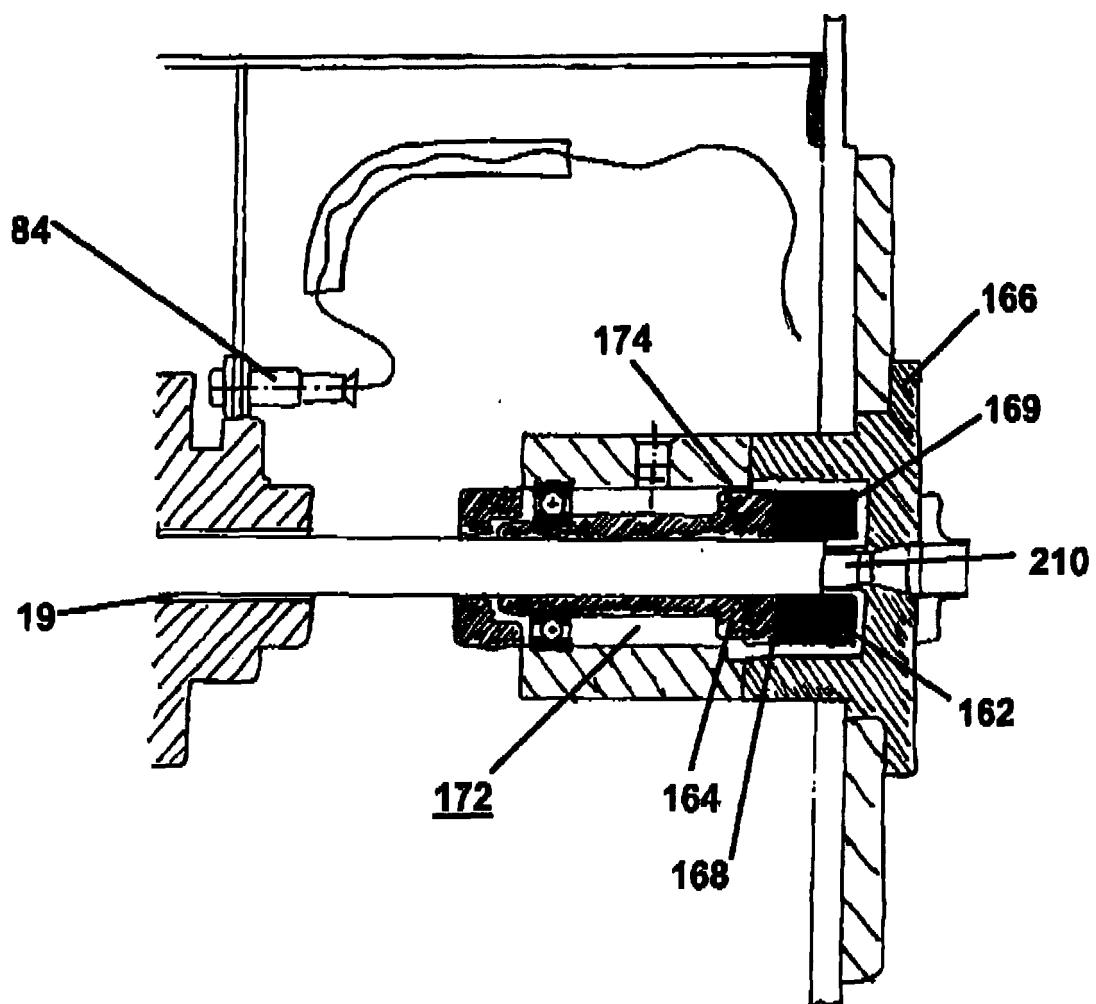


Fig. 8





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 454 045 A (TITUS, HANS JOACHIM, DIPL.-ING) 30. Oktober 1991 (1991-10-30) * Spalte 2, Zeilen 32-56 * * Spalte 3, Zeilen 39-48; Abbildungen 1,2 * * Spalte 4, Zeile 48 - Spalte 8, Zeile 16; Abbildungen 1-6 * * Spalte 6, Zeilen 47-56; Abbildung 4 * -----	1-10	INV. B04B3/02 B04B3/00 B04B11/04 B04B7/08
A	WO 2004/033105 A (HEINKEL AKTIENGESELLSCHAFT; GERTEIS, HANS; MAYER, GERD, PH) 22. April 2004 (2004-04-22) * Seite 6, Absatz 6 * * Seite 15, Absatz 2; Anspruch 24; Abbildungen 1-4 * -----	1	
P,X	DE 20 2005 009776 U1 (FIMA MASCHINENBAU GMBH & CO. KG) 8. September 2005 (2005-09-08) * das ganze Dokument * -----	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
			B04B
7	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
	München	4. Mai 2007	Strodel, Karl-Heinz
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

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

EP 07 00 6197

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.

04-05-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0454045	A	30-10-1991	DE	4013388 A1	31-10-1991
			JP	2957750 B2	06-10-1999
			JP	4227865 A	17-08-1992
			US	5163895 A	17-11-1992
<hr/>					
WO 2004033105	A	22-04-2004	AU	2003255344 A1	04-05-2004
			DE	10245013 A1	01-04-2004
<hr/>					
DE 202005009776 U1		08-09-2005		KEINE	
<hr/>					