



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**06.12.2000 Patentblatt 2000/49**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B04B 3/02, B04B 3/04**

(21) Anmeldenummer: **99810460.8**

(22) Anmeldetag: **27.05.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Stahl, Werner, Prof. Dr.**  
**76829 Landau (DE)**  
• **Reinach, Harald, Dr.**  
**79809 Remetschwil (DE)**

(71) Anmelder: **Ferrum AG**  
**CH-5102 Rapperswil (CH)**

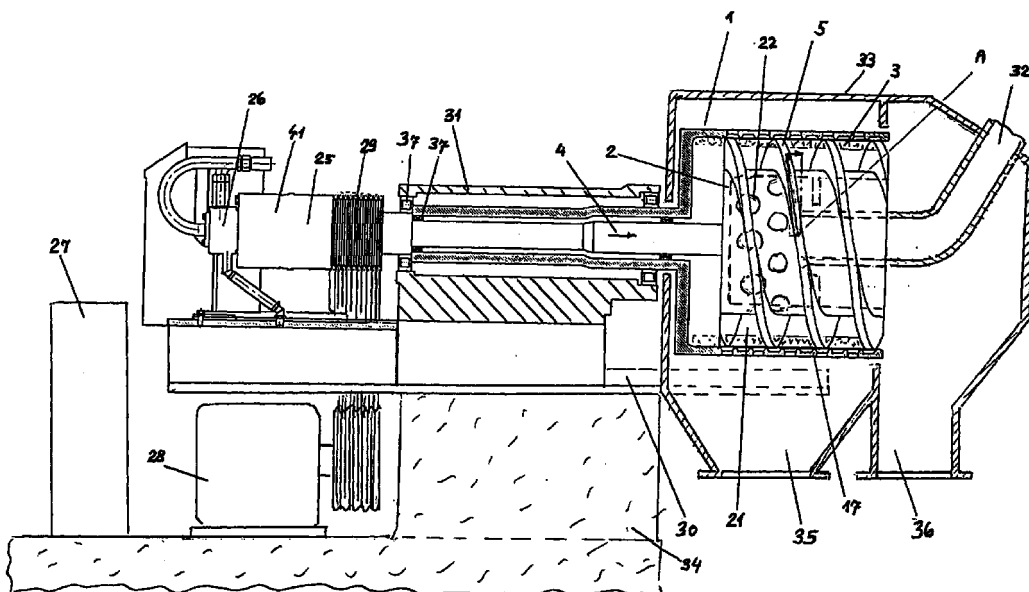
(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**  
**KS/Patente/0007**  
**Zürcherstrasse 12**  
**8401 Winterthur (CH)**

(54) **Zentrifuge**

(57) Die Erfindung handelt von einer Zentrifuge mit einer rotierenden Trommel (1) und mit einem mit der Trommel mitdrehenden Ausstosselement (2), um einen auf der Innenseite der Trommel (1) abgesetzten Kuchen (3) in axialer Richtung (4) zu stossen. Das Ausstosselement (2) weist eine Wendel (5) auf, welche sich über die Länge der Trommel erstreckt. Wendel (5) und Trommel (1) sind derart kinematisch verbunden, dass ein Refe-

renzpunkt (A) am Umfang der Wendel relativ zur Trommel eine Drehbewegung in Form einer Sägezahnlinie (6, 8) ausführt, wobei eine erste Flanke (7) der Sägezähne (8) mit ihrer Steigung ( $\alpha$ ) annähernd der Steigung ( $\beta$ ) der Wendel entspricht, während eine zweite Flanke (9) der Sägezähne (8) einer annähernd axialen Ausstossbewegung entspricht.

**Fig. 1**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung handelt von einer Zentrifuge mit einer rotierenden Trommel und mit einem mit der Trommel mitdrehenden Ausstosselement, um einen auf der Innenseite der Trommel abgesetzten Kuchen aus Feststoffen in axialer Richtung der Trommel zu stossen.

**[0002]** Die Entwicklung der Zentrifugen hat sich sehr bald in verschiedene Spezialanwendungen aufgeteilt, um den unterschiedlichen Bedürfnissen der Verfahrenstechnik gerecht zu werden. Der Filterkuchen einer Sedimentations- oder Filtrationszentrifuge kann eine mayonnaiseähnliche, eine rheologisch pasteuse oder eine Masse in Form eines gesättigten oder ungesättigten Haufwerks mit Mohrscher Bruchgrenzkurve sein.

**[0003]** So gibt es beispielsweise eine Stülpfilterzentrifuge der Firma Heinkel GmbH, D-74303 Bietigheim-Bissingen, Deutschland, bei welcher chargenweise Füllen, Waschen, Trockenschleudern und Entleeren mittels eines Hubes über die gesamte Trommellänge möglich sind. Als Stülpfilter wird bewegliches Tuch verwendet, welches ein nicht geringes Risiko in sich birgt, dass Tuchabrieb in das Produkt gelangt. Eine quasi-kontinuierlich arbeitende Doppelschubzentrifuge ist in der Patentschrift EP 0 635 309 gezeigt, bei der ein intermittierender Schubboden in einer Siebtrommel angeordnet ist und wechselseitig einen in seinem "Kielwasser" entstandenen Ring aus Feststoffmaterial um eine Hublänge axial nach aussen bewegt. Ein Nachteil der Schubzentrifugen besteht darin, dass der maximal auftretende Schubdruck, der über ein gesättigtes Haufwerk erfolgt, beim frisch abgelegten Filterkuchen am Schubboden am grössten ist.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es Zentrifugen aufzuzeigen, die an unterschiedliche Produkte anpassbar sind und verschiedene Betriebsarten zulassen. Diese Aufgabe wird mit den Kennzeichen vom unabhängigen Anspruch 1 gelöst, indem das Ausstosselement eine Ausstossfläche in Form einer schraubenförmigen Wendel aufweist, und indem Wendel und Trommel derart kinematisch verbunden sind, dass ein Referenzpunkt am Umfang der Wendel relativ zur Trommel eine Drehbewegung in Form einer Sägezahnlinie ausführt, wobei eine erste Flanke der Sägezähne mit ihrer Steigung annähernd der Steigung der Wendel entspricht, während eine zweite Flanke der Sägezähne einer annähernd axialen Ausstossbewegung entspricht.

**[0005]** Diese Anordnung hat den Vorteil, dass mit einem kleinen aber wiederholten Hub in axialer Richtung wegen der axialen Ausdehnung der Wendel über die ganze Länge der Trommel ein sicheres, von den Produkteigenschaften weitgehend unabhängiges Ausstossen des Feststoffkuchens stattfindet. Gleichzeitig entstehen bauliche Vorteile, weil nur ein geringer Hub für die Ausstossbewegung in axialer Richtung notwendig ist. Dadurch, dass die Rücklaufbewegung der Wen-

del durch Kombination von Drehung und Hub relativ zur Trommel in ihrer eigenen Spur erfolgt, wobei die Geschwindigkeiten beim Durchlaufen der ersten und zweiten Flanke, d.h. der Rückdreh- und Vorschubbewegung wählbar sein können, ist eine einfache Anpassung an unterschiedliche Eigenschaften der Feststoffkuchen möglich.

**[0006]** Weitere Verbesserungen der Erfindung ergeben sich mit den abhängigen Ansprüchen 2 bis 18.

**[0007]** Wenn die Steigung der ersten Flanke eines Sägezahns exakt mit der Steigung der Wendel übereinstimmt, ergeben sich die geringsten Widerstände zum Zurückdrehen der Wendel in ihrer eigenen Spur. Dies kann durch eine gezielte Wahl der absoluten Drehrichtung von Trommel und Wendel im Hinblick auf die Steigung der Wendel so ausgenutzt werden, dass die Führung des Feststoffkuchens ausreicht, um beispielsweise eine mehrgängige Wendel mit einem Bremsmoment bezüglich Drehung der Wendel und mit einer axialen Zugkraft in ihrer Spur zurückzudrehen. Eine solche Einrichtung würde zum Beispiel nur einen hydraulischen Verstellkolben und eine Lastschaltkupplung mit Bremse statt einen zweiten Antrieb für die Wendel erfordern. Die kinematische Verbindung für das Zurücklaufen in ihrer eigenen Spur wäre dann durch die Wendel im Feststoffkuchen selbst gegeben.

**[0008]** Wenn die relative Drehbewegung zwischen Wendel und Trommel bewusst so gesteuert wird, dass die erste Flanke der Sägezähne von der Steigung der Wendel etwas abweicht, kann während des Durchlaufens dieser Flanke ein Graben an der Wendel entstehen, der sehr hilfreich sein kann, um zusätzlich Flüssigkeit zu sammeln und abzuführen. Diese kann axial aus dem Kuchen austreten oder über dem Kuchen stehen. Wenn die Steigung der ersten Flanke geringer als die der Wendel ist, entsteht auch noch beim Durchlaufen der ersten Flanke eine geringe Ausstossbewegung und auf der anderen Seite der Wendel ein Graben, wenn der Feststoffkuchen bei geringen Ausstossbewegungen nur lokal nachgiebig ist.

**[0009]** Wenn die Relativbewegung auf der Sägezahnlinie beispielsweise hydraulisch gesteuert wird und eine Umkehrung der Bewegungen auf der Sägezahnlinie möglich ist, dann lassen sich auch chargenweise mehrere Prozessstufen durchlaufen. So kann beispielsweise in axialer Richtung gesehen zunächst in der Mitte der Trommel eine Suspension eingefüllt werden, die zunächst zentrifugiert wird, um Flüssigkeit abzugeben, um anschliessend durch "Rückwärtslaufen auf der Sägezahnlinie" in einen Waschbereich der Trommel gebracht zu werden und nach dem Waschen und Verdichten der Feststoffe durch ein "Vorwärtslaufen auf der Sägezahnlinie" über die Einfüllstellung weg in Ausstossrichtung transportiert zu werden. Ein chargenweiser Betrieb lässt auch eine überlagerte Trocknung wie beispielsweise Dampfdruck- oder Druckluftentfeuchten zu.

**[0010]** Eine weitere Möglichkeit, die mit einem

Hydraulikkolben über eine Ventilsteuerung relativ einfach realisierbar ist, besteht darin, der Wendelbewegung eine Vibration in axialer Richtung zu überlagern, um die rheologischen Eigenschaften der Kuchen zur weiteren Entwässerung zu nutzen.

**[0011]** Einfache Steuerungen für eine solche Zentrifuge mit Wendel können auch so aussehen, dass eine kontinuierliche, langsame Drehbewegung zwischen Wendel und Trommel erzeugt wird. Die axiale Bewegung der Wendel wird mit einem Hydraulikkolben erzeugt, der entsprechend der Tangentialgeschwindigkeit der Wendel eine Geschwindigkeitskomponente in axialer Richtung aufweist, um eine passend zusammengesetzte Geschwindigkeit in der Richtung der ersten Flanke eines vorgegebenen Sägezahns zu bilden. Wird eine langsamere Drehbewegung zwischen Wendel und Trommel gewählt, dann erhöht sich das Zeitintervall für das Absetzen des Kuchens. Für die zweite Flanke des Sägezahns findet ein schneller Hub in umgekehrter Richtung statt, um den Feststoffkuchen axial in Ausstossrichtung zu bewegen.

**[0012]** Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigen:

- |         |  |    |
|---------|--|----|
| Fig. 1  | Schematisch eine Seitenansicht einer Schubzentrifuge mit einer Siebtrommel, mit einem Ausstosselement in Form einer schraubenförmigen Wendel und mit einer Produktzufuhr von der Ausstossseite her;  | 25 |
| Fig. 2  | schematisch Trommel und Wendel bei einer zweiseitigen Lagerung, wobei das Produkt durch eine Hohlwelle zugeführt wird;   |    |
| Fig. 3  | schematisch Trommel und Wendel in einer Anordnung gemäss Fig. 1, wobei die Wendel in mehrere Zonen unterteilt ist, in welchen unterschiedliche Produkte zugeführt werden;  | 35 |
| Fig. 4  | schematisch eine Anordnung wie in Fig. 3, bei der die Trommel mit einer Niveaueinstellung versehen ist,  | 40 |
| Fig. 5  | schematisch eine Anordnung gemäss Fig. 1, bei der die Wendel mit Dichtscheiben versehen ist, die in der gezeichneten Rückzugsstellung gegen die Trommel radial oder axial dichten und bei einem Ausstosshub die Ausstossseite freigeben;   | 45 |
| Fig. 6  | schematisch eine Anordnung gemäss Fig. 1, bei der die Wendel als zweigängige Bandschnecke ausgeführt ist;  |    |
| Fig. 7  | schematisch eine Anordnung gemäss Fig. 1, bei der Wendel und Siebtrommel gestuft sind;   | 55 |
| Fig. 8  | schematisch eine Anordnung gemäss Fig. 1, bei der Wendel und Trommel in Ausstossrichtung einen sich konisch öffnenden Bereich aufweisen;   | 5  |
| Fig. 9  | schematisch eine Anordnung gemäss Fig. 2, bei der eine zylindrische Trommel zur Ausstossseite hin als Sieb ausgeführt ist, während die Wendel zur Ausstossseite hin radial zurückgenommen ist;   | 10 |
| Fig. 10 | schematisch als Abwicklung eine Sägezahnlinie, die ein Punkt der Wendel relativ zur Trommel durchführt;  | 15 |
| Fig. 11 | schematisch eine Sägezahnlinie wie in Fig. 10, wobei beim Rückwärtshub der Steigungswinkel $\alpha$ der ersten Flanke kleiner als der Steigungswinkel $\beta$ der Wendel gehalten ist, um einen Graben entgegen der Ausstossseite zu erzeugen;   | 20 |
| Fig. 12 | schematisch eine Sägezahnlinie wie in Fig. 10, die mit einer konstanten relativen Drehung zwischen Trommel und Wendel und mit einem in seinem Hub beschränkten Axialkolben erzeugt wird;   | 25 |
| Fig. 13 | schematisch eine Sägezahnlinie wie in Fig. 10, die mit einer konstanten aber geringen relativen Drehung zwischen Wendel und Trommel und mit einem langsamen Rückhub und einem schnellen Ausstosshub erzeugt wird, wobei die Steigung der ersten Flanke, d.h. beim Rückhub mit der Steigung der Wendel annähernd übereinstimmen sollte; | 30 |
| Fig. 14 | schematisch eine Anordnung gemäss Fig. 2, bei der die Wendel als filtrierende Schnecke ausgeführt ist;   | 40 |
| Fig. 15 | schematisch einen hydraulisch angetriebenen Mechanismus zum Erzeugen einer Sägezahnlinie;  | 45 |
| Fig. 16 | schematisch einen Schnitt durch einen Drehkolben in Fig. 15;   | 50 |
| Fig. 17 | schematisch eine Getriebeanordnung mit einer viskosen Kupplung, um eine relative Drehung zwischen Wendel und Trommel zu erzeugen; und  | 55 |
| Fig. 18 | schematisch einen Querschnitt durch eine Anordnung, bei der eine Grundsicht in der Einfüllzone im Mittel langsamer bewegt wird.  |    |

**[0013]** Die Figuren zeigen eine Zentrifuge mit einer rotierenden Trommel 1 und mit einem mit der Trommel mitdrehenden Ausstosselement 2, um einen auf der Innenseite der Trommel 1 abgesetzten Kuchen 3 in axialer Richtung 4 zu stossen. Das Ausstosselement 2 weist eine Wendel 5 auf welche sich über die Länge der Trommel erstreckt. Wendel 5 und Trommel 1 sind derart kinematisch verbunden, dass ein Referenzpunkt A am Umfang der Wendel relativ zur Trommel eine Drehbewegung in Form einer Sägezahnlinie 6, 8 ausführt, wobei eine erste Flanke 7 der Sägezähne 8 mit ihrer Steigung  $\alpha$  annähernd der Steigung  $\beta$  der Wendel entspricht, während eine zweite Flanke 9 der Sägezähne 8 einer annähernd axialen Ausstossbewegung entspricht.

**[0014]** In Fig. 1 ist eine Schubzentrifuge gezeigt, deren Ausstosselement 2 in Form einer Wendel 5 an der Innenseite einer kreiszylindrischen Trommel 1 anliegt. Das Ausgangsprodukt wird in Form einer Suspension über ein Zubringerrohr 32 in die rotierende Trommel 1 eingebracht und über das als Hohlwelle 20 ausgeführte Ausstosselement über Durchbrüche 22 in einer Einfüllzone 21 an die Trommel abgegeben und auszentrifugiert. Die Trommel weist eine siebförmige Mantelfläche auf, auf welcher sich der Feststoffanteil zu einem Kuchen 3 absetzt. Die Wendel führt relativ zur Trommel eine Dreh- und Hubbewegung aus, derart, dass ein Punkt A am Umfang der Wendel eine Sägezahnlinie 6 beschreibt (siehe Fig. 10). Eine erste Flanke 7 eines Sägezahns 8 wird dadurch erreicht, dass der Rückwärtshub und die Drehung relativ zur Trommel so miteinander verknüpft sind, dass sich die Wendel in ihrer eigenen Spur rückwärts bewegt. Etwaiger gegen die Rückseite abgesetzter Kuchen 3 wird von der Wendel 5 angeschnitten. Mit dem Erreichen der rückseitigen axialen Endstellung kann die relative Drehbewegung zwischen Wendel 5 und Trommel 1 unterbrochen werden und solange gewartet werden bis der entstehende Kuchen 3 den Bedingungen für einen Ausstosshub in axialer Richtung genügt. Der Hub den die Wendel 5 in axialer Richtung ausführt, braucht nur ein Bruchteil ihrer gesamten axialen Länge zu sein, da sie sich bis zum Austritt aus der Trommel 1 erstreckt, um den axialen Transport vom Kuchen sicher zu stellen. Um den Austritt der Flüssigkeit zu verbessern oder um die Konsistenz vom Feststoffanteil zu verändern, kann eine kurzhubige axiale Schwingung der Sägezahnbewegung der Wendel überlagert werden, welche den Kuchen auf mehreren Umdrehungen durchläuft und somit in allen Bereichen eine Axialbewegung überträgt. Dadurch kann zum Beispiel der Thixotropiepunkt eines Gels überwunden werden.

**[0015]** Bei dieser Abscheidung des Feststoffanteils, die kontinuierlich erfolgt, wird das Sieb 17 - auch in der Einfüllzone 21 - immer mit Feststoffteilen abgedeckt, sodass die Filterwirkung der Feststoffteile selbst ständig erhalten bleibt. Dies ist besonders bei Feststoffen mit unterschiedlicher Teilchengröße ein Vorteil, weil ein hohes Ausbringen erzielt wird. Das Sieb liegt nie voll-

ständig frei, wodurch kleine Feststoffteilchen weniger verloren gehen. Eine weitere Möglichkeit diesen Effekt zu verstärken ist in Fig. 18 gezeigt. Eine Zweifachwendel 52 ist in der Einfüllzone auf der Länge des Axialhubes bis auf einen kleinen Sektor 53 an ihrem Beginn jeweils um einen Spalt 54 von einigen Millimetern beispielsweise von 5 bis 20 mm zurückgesetzt gegenüber dem Trommelmantel 16. Dies hat zur Folge, dass beim axialen Ausstossen eine Grundschicht 55 haften bleibt, die eine bessere Filterwirkung hat, und dass die Grundschicht nur im Bereich des Sektors axial weiterbewegt wird. Die Grundschicht, welche so im Bereich des Axialhubes entsteht, wird im Mittel langsamer durchgestossen. Der Betreiber muss lediglich darauf achten, dass der Sektor 53 mit der Drehung auf der Sägezahnlinie überall am Umfang einmal in Eingriff kommt, damit keine Verkrustungen entstehen.

**[0016]** Der Kuchen 3 wird schrittweise zum Austritt der offenen Trommel 1 geschoben und bei jedem Schritt wird ein Ringstück des Kuchens abgeschleudert. Ein Gehäuse 33 fängt in zwei getrennten Zonen die abgeschleuderte Flüssigkeit und die abgeschleuderten Feststoffanteile ab, welche aus einem Abfluss 35 und einer Ausfallöffnung 36 getrennt austreten.

**[0017]** Trommel 1 und Wendel 5 sind zueinander drehbar in einem Lagerbock 31 gelagert und werden über einen Hauptantriebsmotor 28 mittels Riemetrieb 29 angetrieben. Eine Grundplatte 30, die auf ein Fundament 34 aufgebracht ist, stützt Lagerbock 31, Gehäuse 33 und einen Sägezahnwandler 41, welcher die relative Sägezahnbewegung zwischen Wendel und Trommel erzeugt. Eine Steuerung 27 koordiniert die Betriebsdaten der Anlage und steuert den Sägezahnwandler 41. Die Geschwindigkeit mit der die Flanken 7, 9 eines Sägezahns durchfahren werden ist einstellbar. Ausserdem können an den Umkehrpunkten für den Axialhub beliebig lange Pausen in der relativen Drehung eingeschoben werden, d.h. Trommel und Wendel drehen gleich schnell, um den Zeitpunkt für die Ausstossbewegung entsprechend der zweiten Flanke 9 eines Sägezahns dem günstigsten Moment im Prozess anzupassen.

**[0018]** Im Beispiel von Fig. 2 sind Trommel 1 und Wendel 5 zweiseitig durch Lager 37 abgestützt, wobei ein Wellenstummel der Wendel als Zubringerrohr 32 ausgeführt ist. Die eigentliche Wendel 5 stützt sich auf einer Hohlwelle 20 ab, um das Produkt über Durchbrüche 22 in die eigentliche Einfüllzone 21 zu bringen. Die zylindrische Trommel ist auf ihrer Innenseite zusätzlich mit einem feineren Sieb 17 belegt. Die Trommel 1 ist aus zwei Teilen zusammengesetzt und hat an der Ausstossseite Abschleuderfenster 40, durch die Feststoffteile in das Gehäuse gelangen. Die Wendel selbst ist zweigängig ausgeführt.

**[0019]** Im Beispiel von Fig. 3 erstreckt sich das Sieb 17 nicht über die ganze Länge 13 der Wendel 5. Dafür sind neben der Einfüllzone 21, durch die das Produkt aus dem Zubringerrohr 32 eingebracht wird, zwei wei-

tere Zonen 23, 24 angrenzend, durch welche weitere Reagenzien wie z.B. Waschflüssigkeiten über Rohre 38, 39 einbringbar sind. Zusätzlich können, wie in Fig. 4 gezeigt, an der Stirnseite der Trommel 1 Abflussöffnungen 15 angebracht sein, an denen mit einstellbaren Abdeckungen das Niveau für den Flüssigkeitsspiegel in der rotierenden Trommel festgelegt werden kann.

**[0020]** Im Beispiel der Fig. 5 ist die Wendel 1 ebenfalls als Hohlwelle 20 ausgeführt. Die eigentliche Wendel ist beidseitig durch Seitenwände 14 zur Trommel 1 abgedichtet. Beim Ausstossen entsteht auf der Austrittsseite ein Spalt durch den die Feststoffe abgeschleudert werden, d.h. ein Punkt A auf dem Umfang der Wendel bewegt sich mit dem Kuchen auf der zweiten Flanke 9 eines Sägezahns in Ausstossrichtung und anschliessend zum Schliessen zusammen mit der mitlaufenden Seitenwand 14 auf der ersten Flanke 7 des Sägezahns in eine hintere Ausgangsstellung zurück. Bei relativ dünnflüssigen Produkten kann auch der Schliessvorgang relativ schnell vorgenommen werden und dafür eine längere Verweilzeit in der hinteren Ausgangsstellung vorgesehen werden bis die Konsistenz für die nächste kleine Ausstossbewegung gross genug ist. Gerade bei einer mehrgängigen Wendel besteht hier der Vorteil, dass pro Stossfläche nur kurze Kuchenlängen in axialer Richtung verschoben werden müssen, d.h. die Aufsummierung der Schubkräfte im Kuchen wird kleiner. Diese Anordnung bringt also gegenüber einer chargenweise arbeitenden Stülpfilterzentrifuge den Vorteil, dass kontinuierliche Zufuhr vom Produkt möglich ist und dass die Abmessungen wegen der geringen axialen Bewegungen kleiner sind. Das Schliessen der Trommel 1 mit der Seitenwand 14 auf der Ausstossseite bringt ausserdem den Vorteil, dass über ein koaxial im Zubringrohr 32 angebrachtes Rohr 63 zur Druckerhöhung in der Trommel komprimierte Luft eingebracht werden kann.

**[0021]** Im Beispiel von Fig. 6 ist die Wendel 5 als Bandschnecke 19 ausgeführt, welche über Stützen 42 an der Hohlwelle 20 befestigt ist. Die Wendel ist zweigängig, d.h. zwei Bandschnecken sind um 180° versetzt zueinander angeordnet. Die Bandschnecke lässt generell eine bessere Verteilung der Suspension zu.

**[0022]** Im Beispiel von Fig. 7 ist die Innenseite der Trommel 1 gestuft. Der grössere Durchmesser liegt auf der Ausstossseite. Die Wendel 5 macht in einem Punkt A radial einen Sprung nach aussen. Die hintere Ausgangsstellung für ein Ausstossen auf der zweiten Flanke 9 eines Sägezahns ist so festgelegt, dass der Punkt A nicht in die Schulter am Durchmessersprung hineinfahren kann. Während des Ausstossens bewegt sich der Filterkuchen über den Durchmessersprung und wird noch einmal aufgebrochen. Es kann vorteilhaft sein, bei bestimmten Produkten die Ausstossbewegung 9 so langsam einzustellen, dass eine Umschichtung am Durchmessersprung erfolgt. Das Zurückdrehen der Wendel erfolgt auf der ersten Flanke 7 des Sägezahns in die ursprüngliche axiale Ausgangsstellung, während

tangential ein bestimmter Drehwinkel durchfahren wurde. Am Durchmessersprung Punkt A der Wendel 5 besteht eine Schneide 43, die sich rückwärts in den am Durchmessersprung der Trommel umgeschichteten Kuchen einschneidet. Der Drehwinkel wird so durch die Wahl eines entsprechenden Axialhubes eingestellt, dass er keinem ganzzahligen Bruchteil von 360° entspricht, damit mit fortschreitender Zeit alle Bereiche der Schulter in der Trommel 1 durch diese Schneide einmal freigeschnitten werden. Analog ist die Wirkung der Schneide zur Trommelrückseite.

**[0023]** Im Beispiel von Fig. 8 schliesst bei Trommel 1 und Wendel 5 ein konischer Abschnitt 18 an einen zylindrischen Teil an der Einfüllzone 21 an. In dieser konischen Zone wird das Ausstossen vom Kuchen durch die Fliehkräfte am Kuchen und durch die Schräge vom Konus der Trommel 1 unterstützt. Während des Ausstossens auf der zweiten Flanke 9 eines Sägezahns vergrössert sich das Spiel eines Punktes A im konischen Abschnitt 18 der Trommel 1. Auch hier gilt die Überlegung, dass der mit dem Zurückfahren erreichte Drehwinkel kein ganzzahliges Bruchteil von 360° ist, damit alle Flächen im konischen Abschnitt einmal in den Genuss des geringen Spiels bei Beginn der Ausstossbewegung kommen und damit keine dauernden Ablagerungen entstehen.

**[0024]** Im Beispiel von Fig. 9 ist die Trommel 1 mit ihrer Mantelfläche 16 zylindrisch und beidseitig mit Lagern 37 gelagert und aus zwei Körpern zusammengesetzt, um die Innenteile einzubringen zu können. Die Produktzufuhr (hier nicht dargestellt) erfolgt durch einen hohlen Wellenstummel der Wendel 5. Einstellbare Ausflussöffnungen 15 legen das Niveau der Flüssigkeit fest. Die Mantelfläche 16 ist erst zum Austritt hin als Sieb 17 ausgeführt. In diesem Siebbereich verringert sich die radiale Höhe der Wendel mit einem Konus als Hüllfläche. Der Kuchen wird durch Abschleuderfenster 40 auf der Austrittsseite freigegeben.

**[0025]** In den Fig. 10 bis 13 sind verschiedene Arten von Sägezahnlinien 6 dargestellt, deren Form von der Art des Antriebs für die Relativbewegung, d.h. von der Art des Sägezahnwandlers abhängt.

**[0026]** In den Fig. 12 und 13 wird gezeigt, dass ein Graben 11 auch mit einer kontinuierlichen Drehbewegung zwischen Wendel 5 und Trommel 1 erzeugt werden kann, wenn dieser eine passende Axialbewegung überlagert ist. Bei Stillstand der Axialbewegung in der Ausgangsstellung verschiebt sich ein Punkt F nach G und erzeugt einen Graben 11 in seinem "Kielwasser" solange der Kuchen sich nur deformiert. Das axiale Ausstossen von G nach H erfolgt schlagartig und der Kuchen macht einen Sprung. Von H nach F' fährt der Referenzpunkt in der Spur der Wendel zurück. Das Anfahren der weiteren Punkte G', H' auf der Sägezahnlinie sind Wiederholungen. Da die Steigung  $\alpha$  der ersten Flanke 7 eines Sägezahns durch die Steigung  $\beta$  der Wendel vorgegeben ist, kann bei einer vorgegebenen konstanten Drehung zwischen Wendel und Trommel

nur noch die Ausstossgeschwindigkeit auf der zweiten Flanke 9 eines Sägezahns verringert werden, um einen mehr oder weniger breiten Graben wie in Fig. 13 zu erzeugen.

**[0027]** In Fig. 14 ist die Wendel 5 als Doppelwendel mit axialen Löchern 56 ausgebildet, um eine filtrierende Schnecke 57 zu bilden, welche zusätzlich axial austretende Flüssigkeit sammelt und durch das Sieb 17 nach aussen abgibt. Die Einfüllzone mit Durchbrüchen 22 ist entgegengesetzt zu den Ausfallöffnungen 40 der Ausstosseite angebracht.

**[0028]** In Fig. 15 ist als hydraulischer Drehantrieb 25 ein Drehkolben 58, dessen Schwenkbereich aus Fig. 16 ersichtlich ist, so mit einem Freilauf 59 kombiniert, dass ein Abstützen der Wendel am Filterkuchen genügt, um den Drehkolben nach einer Rückwärtsdrehung entsprechend der zweiten Flanke eines Sägezahns in seine ursprüngliche Ausgangslage zurückzudrehen und anschliessend mit einem hydraulischen Kolben 25 eine Ausstossbewegung in axialer Richtung auszuführen. Die eigentliche Soll-Lage der Wendel mit ihrer Achse 5a zu der Achse 1a der Trommel ist durch eine Steuerung (hier nicht gezeigt) vorgegeben, während die Ist-Lage bezüglich der relativen Drehung zwischen Wendel und Trommel durch einen Sensor 60 abgefragt wird und die axiale Ist-Position der Wendel durch einen Sensor 61 abgefragt wird. Der Drehkolben 58 wird über Zufuhrleitungen 58a, 58b mit Öl angesteuert, um eine relative Drehbewegung zur Trommel auszuführen, die beim Rückwärtsdrehen der Wendel durch den gesperrten Freilauf 59 auf Achse 5a der Wendel 5 übertragen wird, während die Rückstellung des Drehkolbens 58 in seine ursprüngliche Lage ohne Drehung der Wendel durch Freigabe des Freilaufs 59 erfolgt. Der Ausstosskolben 25 ist über Ölleitungen 25a, 25b angesteuert und besorgt die Axialverstellung zwischen Wendelachse 5a und Trommelachse 1a.

**[0029]** In der gezeichneten Kolbenstellung ist der Drehkolben 58 bereits durch die Freigabe im Freilauf 59 in seine Ausgangsstellung zurückgedreht worden und wird durch den Öldruck auf einem Anschlag 62 festgehalten. Wenn jetzt der Ausstosskolben 25 für eine vorgegebene schnelle Ausstossbewegung angesteuert wird, verschiebt sich die Wendelwelle 5a nach rechts und stösst einen Teil des Filterkuchens aus. Falls bei einer grossen Steigung der Wendel Bedenken bestehen, dass während der Ausstossbewegung ein unzulässiges Rückwärtsdrehen der Wendel erfolgt, kann der Freilauf 59 durch eine elektromagnetische Kupplung ersetzt werden, die während der Ausstossbewegung die beiden Wellen bezüglich Drehung zueinander festsetzt. Trotz der blockierten Drehung kann zwischen dem Innenteil der Kupplung und der eigentlichen Wendelwelle 5a wie beim Innenteil vom Freilauf 59 eine axiale Verschiebung stattfinden, weil das Wellenende 5b als gezahnte Welle in dem Innenteil verschiebbar ist.

**[0030]** Nach der Beendigung der Ausstossbewegung auf der ersten Flanke 7 eines Sägezahns kann

eine wählbare Pause bezüglich der Relativbewegung zwischen Wendel 5 und Trommel 1 eingeschaltet werden. Die zweite Flanke 9 des Sägezahns setzt eine der Wendel entsprechende Steigung voraus. Diese vorgegebene Steigung wird mit der Steuerung erzeugt, indem beispielsweise eine Drehgeschwindigkeit für den Drehkolben 58 vorgegeben wird und eine der Wendel entsprechende axiale Verstellgeschwindigkeit für den hydraulischen Kolben 25 vorgegeben wird. Je nach Genauigkeitsanforderungen können die hydraulischen Verstellelemente 58, 25 als offene Steuerkette betrieben werden, bei der die Sensoren 60, 61 nur die Funktion von Endschaltern wahrnehmen, oder als Regelkreis bei denen die Sensoren 60, 61 die Positionswerte ständig an die Steuerung weitergeben. Bei der Verwendung eines Freilaufs 59 wird die Wendelwelle 5a, 5b zwangsläufig mit dem Drehkolben 58 mitgenommen.

**[0031]** Bei der Verwendung einer Kupplung muss diese eingerastet sein, um eine Drehbewegung auf die Wendelwelle 5a zu übertragen. Bei der Ausführung nach Fig. 15 und 16 wird davon ausgegangen, dass der eigentliche Zentrifugenantrieb wie in Fig. 1 an der Trommelwelle 1a erfolgt. Die Erfassung der relativen Drehung zwischen Trommelwelle 1a und Wendelwelle 5a und die Weitergabe eines elektrischen Signals über Schleifringe 50 schränkt die Messmöglichkeiten des Sensors 60 ein. Es ist ebenso möglich, wie in Fig. 17 gezeigt, mit zwei absolut messenden Sensoren 60a, 60b die Differenz in einer Steuerung 27 zu bilden, der entsprechende Sollwerte 49 vorgegeben sind.

**[0032]** Im Beispiel 17 wird die Wendelwelle 5a entlang einem stationär verankerten hydraulischen Kolben 25 axial hin und her bewegt. Der Hauptantrieb für die Trommelwelle 1a ist wie in Fig. 1 vorgesehen. Die Bewegung der Trommelwelle 1a wird über einen Radsatz 48 abgenommen und über eine viskose Kupplung 46 und einen zweiten Radsatz 47 auf die Wendelwelle 5a übertragen. Der Schlupf in der Kupplung ist so geregelt, dass beide Wellen 5a, 1a gleich schnell drehen, um Pausen für ein Ablegen des Produktes und für ein schnelles Ausstossen auf der zweiten Flanke 9 eines Sägezahns zu erzeugen, während beim Rückwärtsdrehen auf der ersten Flanke 7 der Schlupf, der über die Sensoren 60a, 60b messbar ist, so verändert wird, dass die Wendel in ihrer eigenen Spur rückwärts dreht. Das heisst, die Radsätze 48, 47 müssen so gestuft sein, dass die Wendelwelle 5a bei Aufhebung des Schlupfes schneller als die Trommelwelle 1a drehen würde, da sonst kein ausreichendes Drehmoment zur Unterstützung der relativen Drehbewegung in der viskosen Kupplung 53 entstehen würde. Die Kopplung in der Kupplung 53 kann mit einer elektrisch polarisierbaren Flüssigkeit vorgenommen werden, wie sie aus der Elektro-Rheologie bekannt sind und zum Beispiel von der Firma Bayer, Leverkusen vertrieben werden. Dadurch, dass der Radsatz 47 zur Wendelwelle 5a eine Geradverzahnung aufweist, lässt sich diese axial verschieben. Die

Axialbewegung wird durch einen Sensor 61 überwacht und in der Steuerung 27 durch Vergleich mit einer Sollwerteingabe 49 für Drehung und Axialbewegung mit den Messungen der Sensoren 60a, 60b für die Regelung entlang einer Sägezahnlinie koordiniert. Das heisst die Steuerung 27 umfasst auch einen hydraulischen Teil mit dem der hydraulische Kolben 25 angesteuert wird.

**[0033]** Die Erfindung ist nicht auf die bisher aufgeführten Ausführungsformen von Schneckenwendeln beschränkt. So können die verwendeten Schneckenwendeln mit Unterbrüchen versehen sein, um eine "Segmentschnecke" zu bilden oder über ihre Länge mit unterschiedlicher Blattdicke ausgeführt sein. Ebenso ist es möglich, die Steigung der Schnecke in bestimmten Bereichen leicht zu verändern oder die Schnecke mit Verschliesselementen zur Trommelabdichtung zu versehen.

### Patentansprüche

1. Zentrifuge mit einer rotierenden Trommel (1) und mit einem mit der Trommel mitdrehenden Ausstosselement (2), um einen auf der Innenseite der Trommel abgesetzten Kuchen (3) aus Feststoffen in axialer Richtung (4) der Trommel zu stossen, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausstosselement (2) eine Ausstossfläche in Form einer schraubenförmigen Wendel (5) aufweist, und dass Wendel (5) und Trommel (1) derart kinematisch verbunden sind, dass ein Referenzpunkt (A) am Umfang der Wendel (5) relativ zur Trommel (1) eine Drehbewegung in Form einer Sägezahnlinie (6, 8) ausführt, wobei eine erste Flanke (7) der Sägezähne (8) mit ihrer Steigung ( $\alpha$ ) annähernd der Steigung ( $\beta$ ) der Wendel (5) entspricht, während eine zweite Flanke (9) der Sägezähne (8) einer annähernd axialen Ausstossbewegung (10) entspricht.
2. Zentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steigung ( $\alpha$ ) der ersten Flanke (7) exakt der Steigung ( $\beta$ ) der Wendel (5) entspricht.
3. Zentrifuge nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steigung ( $\alpha$ ) der ersten Flanke (7) um bis zu plus oder minus 20 % von der Steigung ( $\beta$ ) der schraubenförmigen Wendel (5) abweicht, um beim Durchlaufen der ersten Flanke (7) einen Graben (11) im sich absetzenden Kuchen (3) zu erzeugen.
4. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Länge (12) der Sägezähne (8) nur einen Bruchteil der axialen Länge (13) der schraubenförmigen Wendel (5) ausmacht.
5. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Seitenwand (14) der Trommel (1) Abflussöffnungen (15) für flüssige Bestandteile aufweist.
6. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil der Mantelfläche (16) der Trommel (1) als Sieb (17) ausgeführt ist.
7. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wendel (5) als mehrgängige Wendel ausgeführt ist.
8. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Wendel (5) und Trommel (1) mehrere Stufen mit unterschiedlichem Durchmesser bilden.
9. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Trommel (1) und schraubenförmige Wendel (5) sich in der Ausstossrichtung (10) mindestens in einem gleichen axialen Abschnitt (18) konisch aufweiten oder verengen, wobei der axiale Hub so bemessen ist, dass konische, sich gegenüberliegende Abschnitte relativ zueinander drehen können.
10. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die schraubenförmige Wendel (5) als Bandschnecke (19) ausgeführt ist.
11. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die schraubenförmige Wendel als filtrierende Schnecke (57) ausgeführt ist.
12. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die schraubenförmige Wendel (5) an einer hohlen Welle (20) befestigt ist, welche mindestens eine Einfüllzone (21) mit Durchbrüchen (22) für eine Suspension aufweist.
13. Zentrifuge nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die hohle Welle (20) mindestens eine weitere Zone (23, 24) mit Durchbrüchen (22) für das Einführen von Medien wie zum Beispiel Waschflüssigkeiten oder anderen Reagenzien aufweist.
14. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Relativbewegung zwischen Wendel (5) und Trommel (1) mindestens in einem Umkehrpunkt der Sägezähne (8) beliebig lange anhaltbar ist.

15. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Geschwindigkeit für das Durchlaufen der Flanke (7, 9) eines Sägezahns (8) einstellbar ist. 5
16. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass für die axiale Verstellung zwischen Wendel (5) und Trommel (1) ein hydraulischer Kolben (25) vorgesehen ist und dass zwischen Trommel und Wendel ein hydraulisch betätigter Drehantrieb (26) vorgesehen ist. 10
17. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die relative Drehbewegung zwischen Wendel (5) und Trommel kontinuierlich erfolgt, während eine vorgesehene Steigung der Flanken eines Sägezahns durch Steuerung der Geschwindigkeit eines Axialkolbens (25) erfolgt. 15
18. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung der Zentrifuge so konzipiert ist, dass die Sägezahnlinie in beiden Richtungen durchlaufbar ist. 20
19. Verfahren zum Betreiben einer Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 18 mit einer rotierenden Trommel (1) und mit einer in der Trommel (1) mitdrehenden schraubenförmigen Wendel (5), welche mit einem Referenzpunkt (A) an ihrem Umfang relativ zur Trommel (1) mit einer Drehbewegung in Form einer Sägezahnlinie (6, 8) bewegt wird, wobei eine erste Flanke (7) der Sägezähne (8) mit ihrer Steigung ( $\alpha$ ) annähernd der Steigung ( $\beta$ ) der Wendel (5) entspricht, während eine zweite Flanke (9) der Sägezähne (8) einer annähernd axialen Ausstossbewegung (10) entspricht. 25

40

45

50

55



Fig. 1

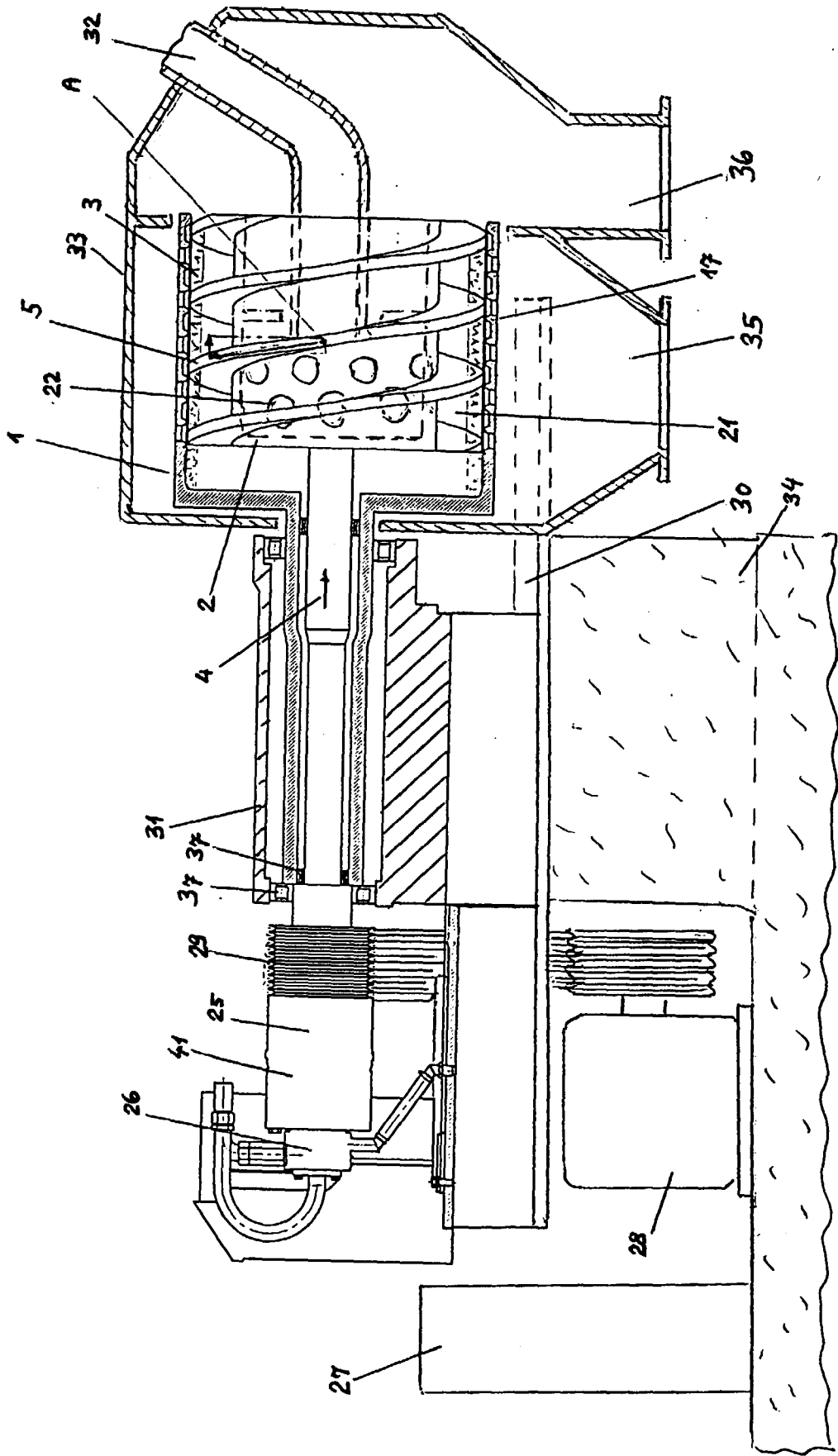


Fig. 2

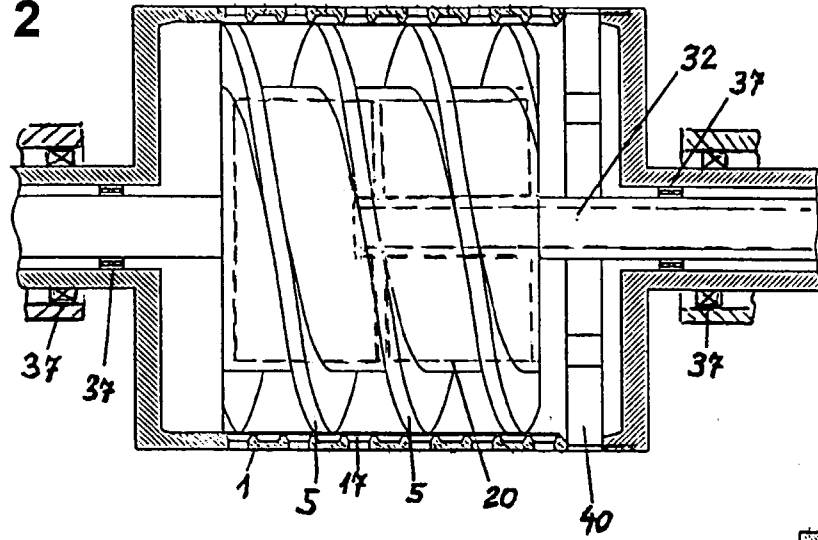


Fig. 3

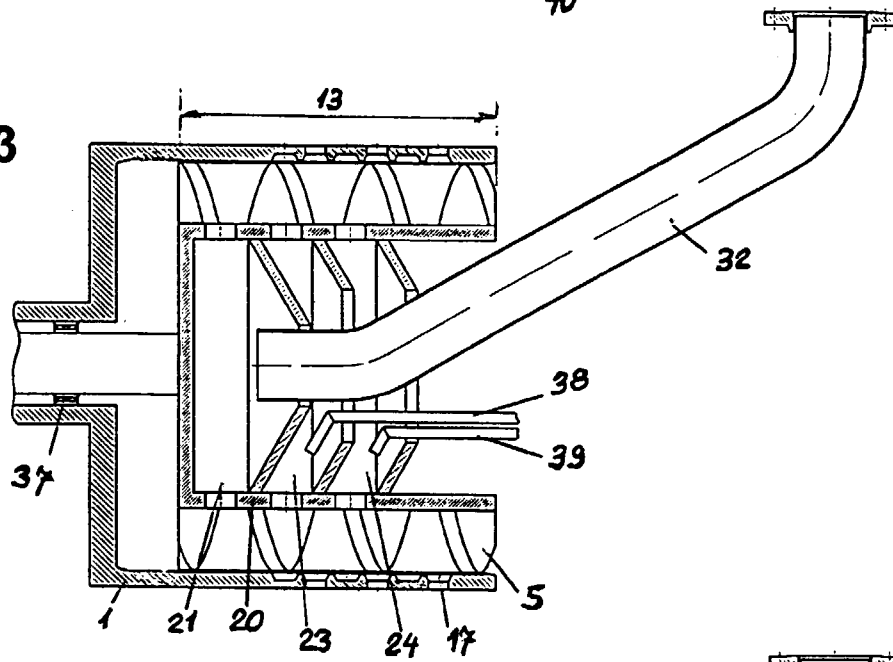


Fig. 4

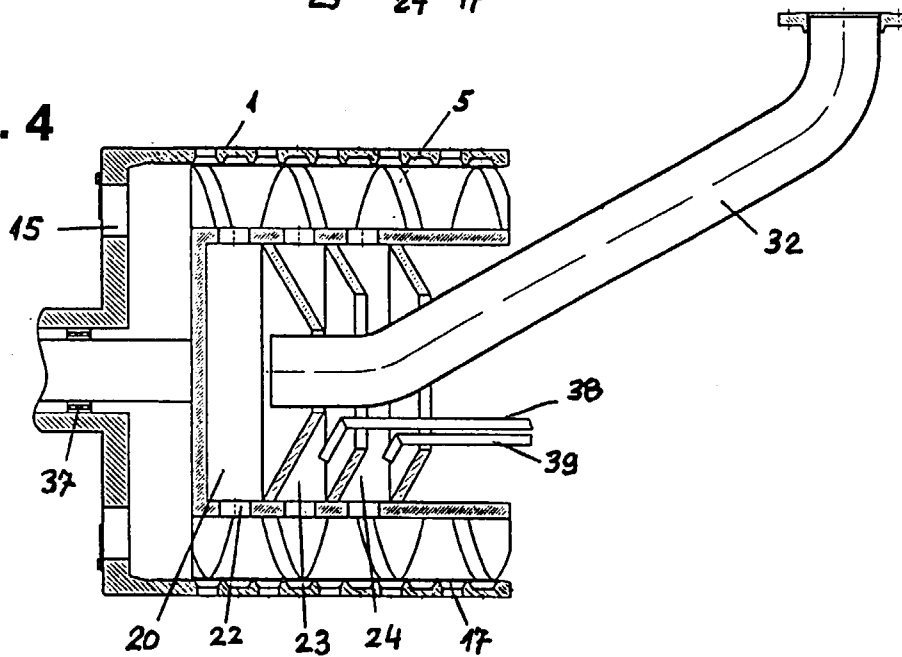


Fig. 5

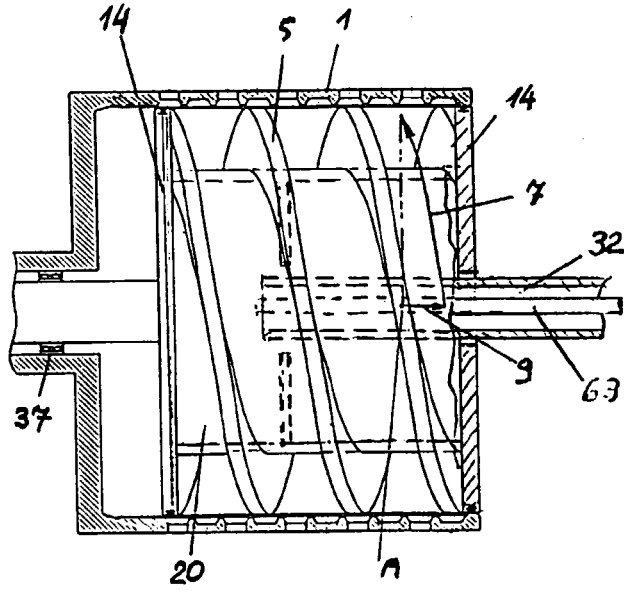


Fig. 6

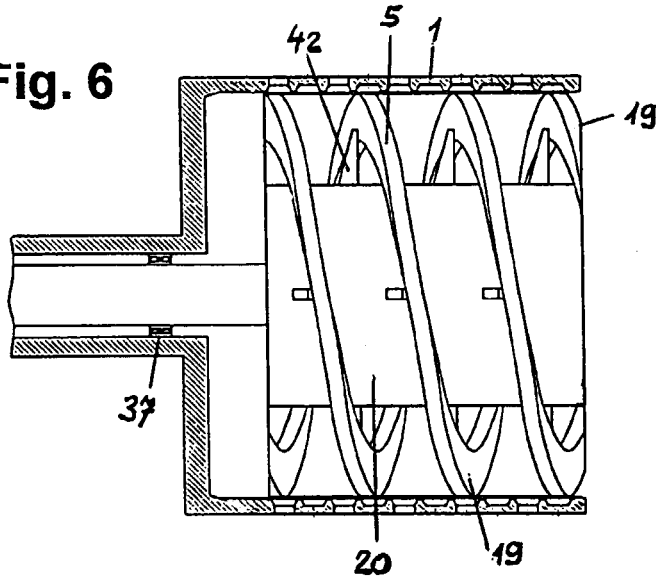


Fig. 7

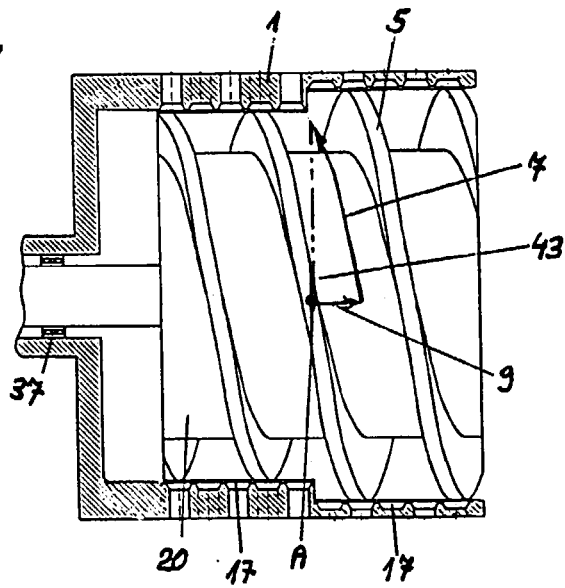


Fig. 8

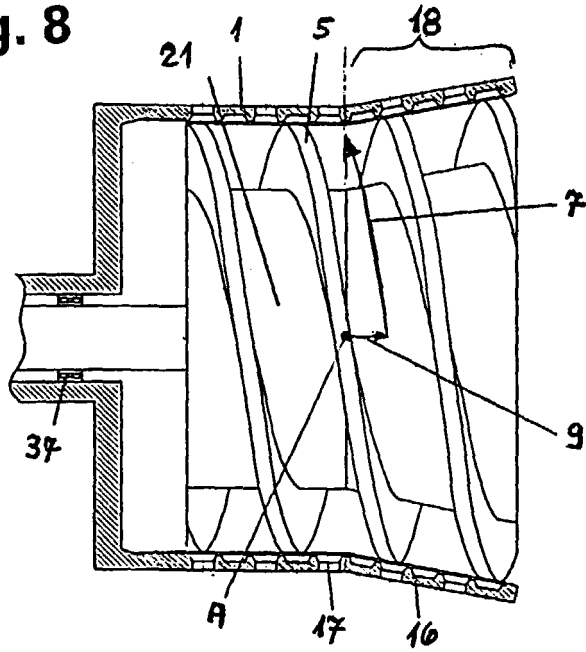


Fig. 9

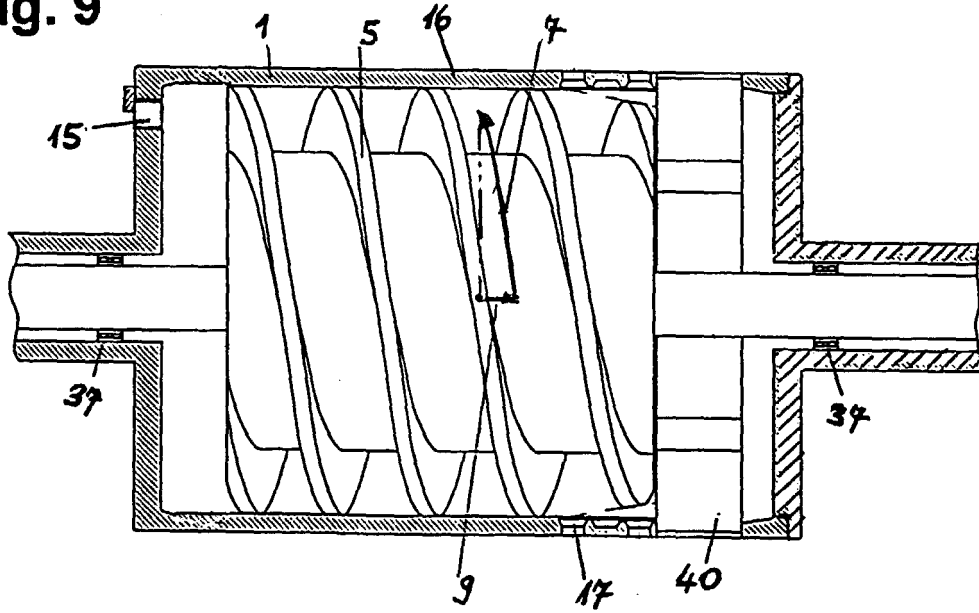


Fig. 10

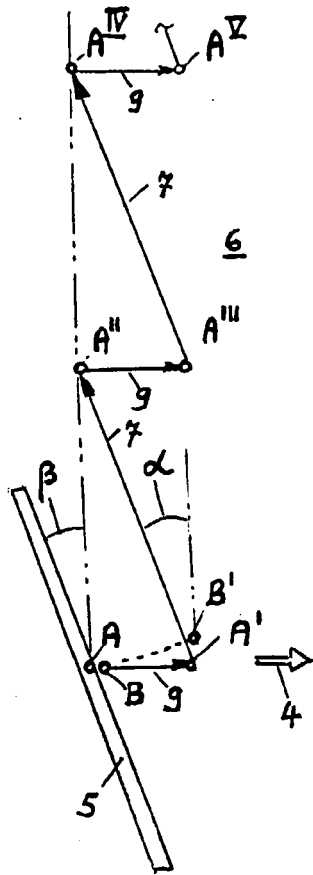


Fig. 11

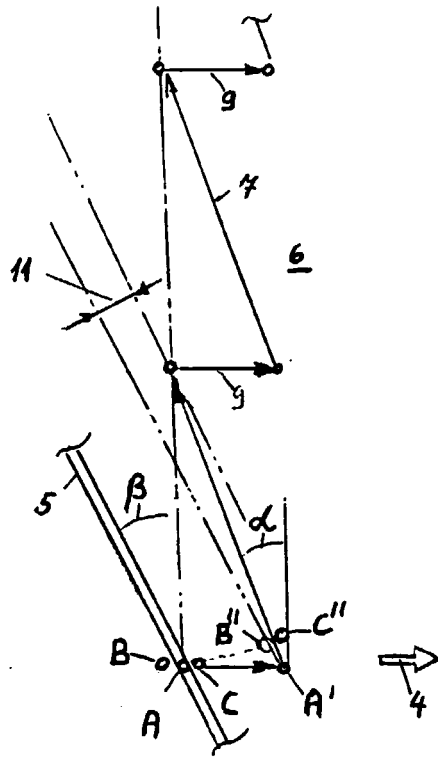


Fig. 12

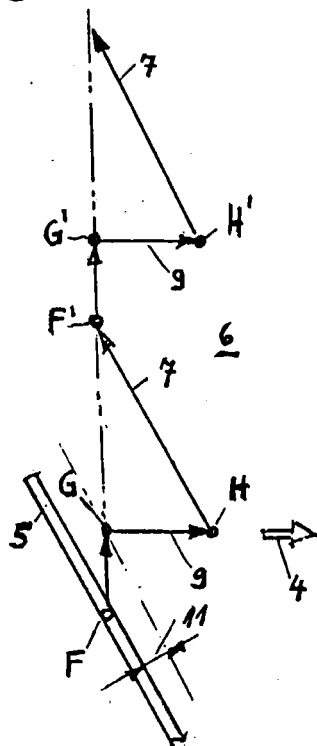


Fig. 13

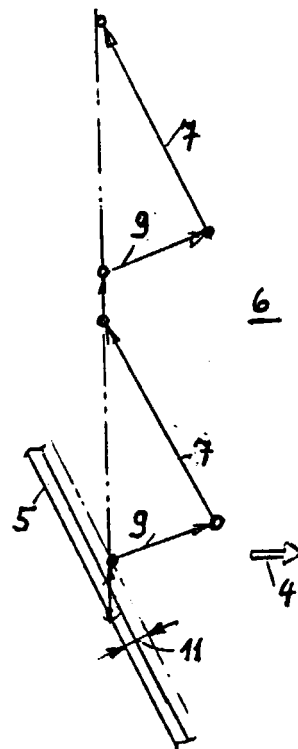


Fig. 14

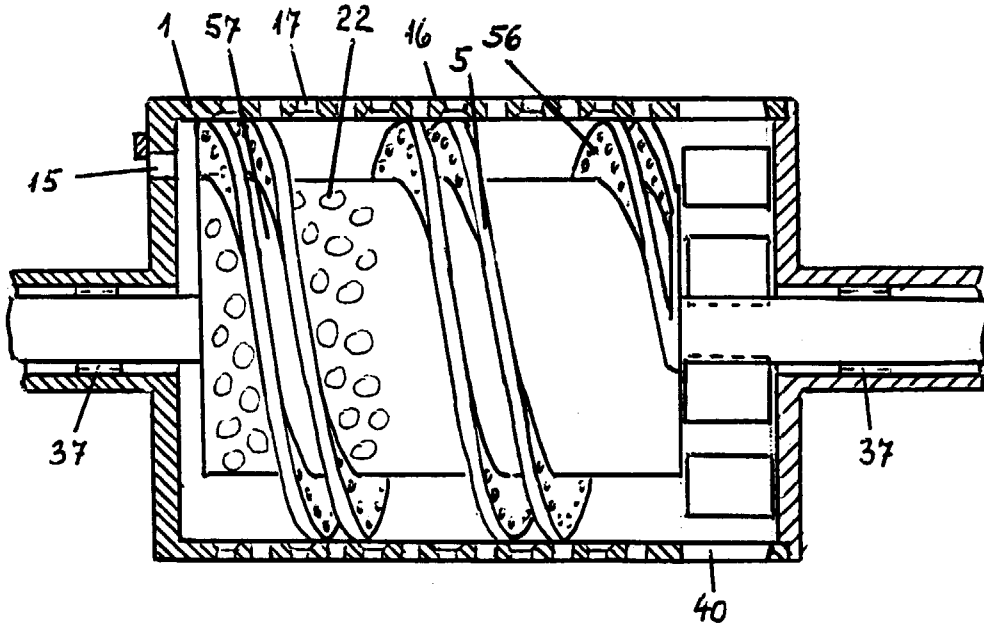


Fig. 15

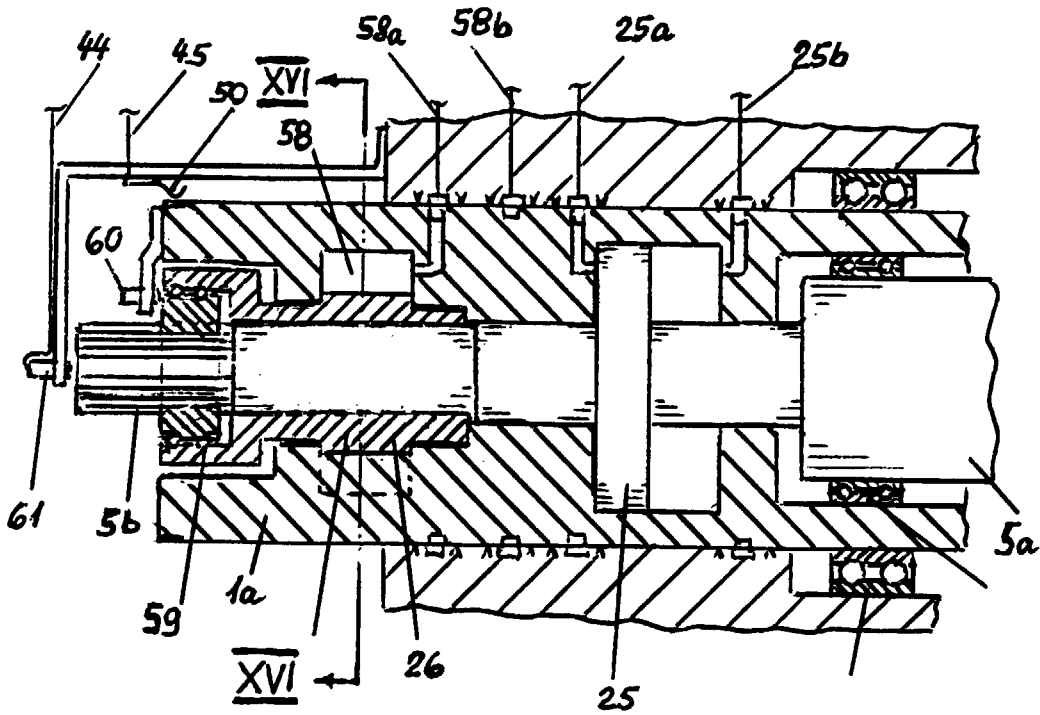


Fig. 16

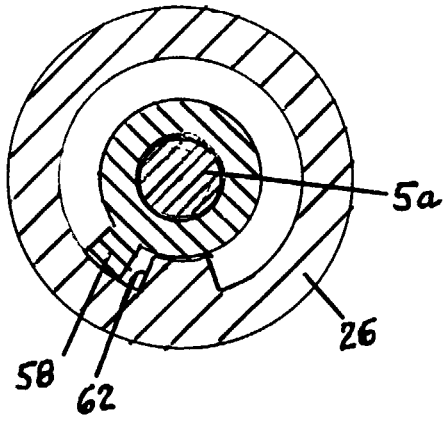


Fig. 18

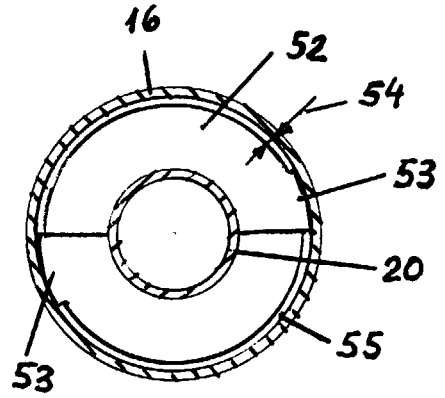
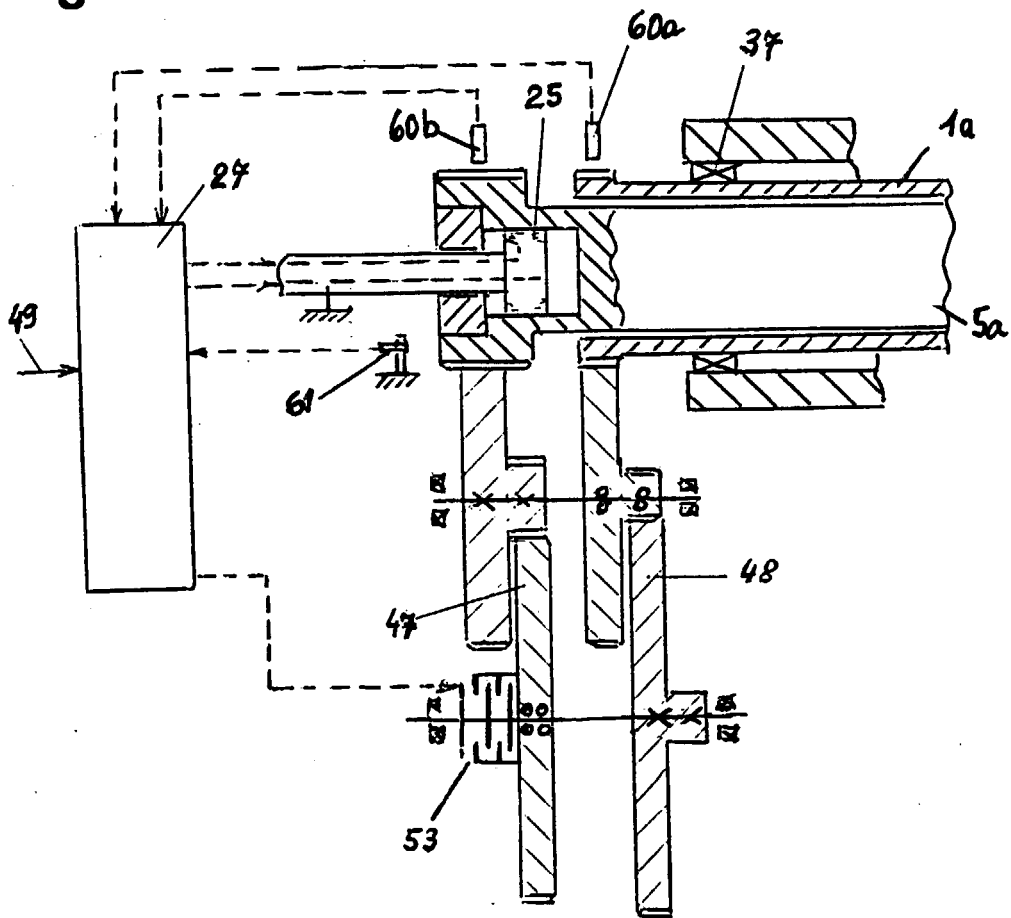


Fig. 17





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 81 0460

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 8403 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class J01, AN 84-047282 XP002118317 & SU 1 011 270 A (PARAMONOV), 15. April 1983 (1983-04-15) * Zusammenfassung * ---	1,19	B04B3/02 B04B3/04
A	CH 452 441 A (ESCHER WYSS) * das ganze Dokument * ---	1,19	
A	DE 32 36 428 A (ESCHER WYSS) 21. Juli 1983 (1983-07-21) * Seite 9, Absatz 2 * * Zusammenfassung; Abbildungen 1,3 * ---	1,19	
A	WO 82 01668 A (G. SCHILP) 27. Mai 1982 (1982-05-27) * Zusammenfassung; Abbildungen * ---	1,19	
A	DE 19 60 015 A (INDUST.-FORSCHUNGSZENTRUM) 17. September 1970 (1970-09-17) -----		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 11. Oktober 1999	Prüfer Leitner, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



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

EP 99 81 0460

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-10-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
SU 1011270 A	15-04-1983	KEINE	
CH 452441 A		DE 1632286 A	29-10-1970
		ES 344372 A	01-10-1968
		FR 1532782 A	22-11-1968
		GB 1194563 A	10-06-1970
		NL 6711253 A	26-02-1968
		US 3368684 A	13-02-1968
DE 3236428 A	21-07-1983	CH 660695 A	15-06-1987
		US 4493769 A	15-01-1985
WO 8201668 A	27-05-1982	DE 3042674 A	09-06-1982
		EP 0064544 A	17-11-1982
DE 1960015 A	17-09-1970	KEINE	

EPO FORM P0461

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