



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 468 744 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.10.2004 Patentblatt 2004/43

(51) Int Cl.7: **B04B 3/02**

(21) Anmeldenummer: **04405167.0**

(22) Anmeldetag: **18.03.2004**

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

(72) Erfinder:
• **Reinach, Harald, Dr.**
79809 Remetschwil (DE)
• **Geiger, Roy**
5503 Schafisheim (CH)

(30) Priorität: **16.04.2003 EP 03405275**

(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**
Patentabteilung 0067,
Zürcherstrasse 14
8401 Winterthur (CH)

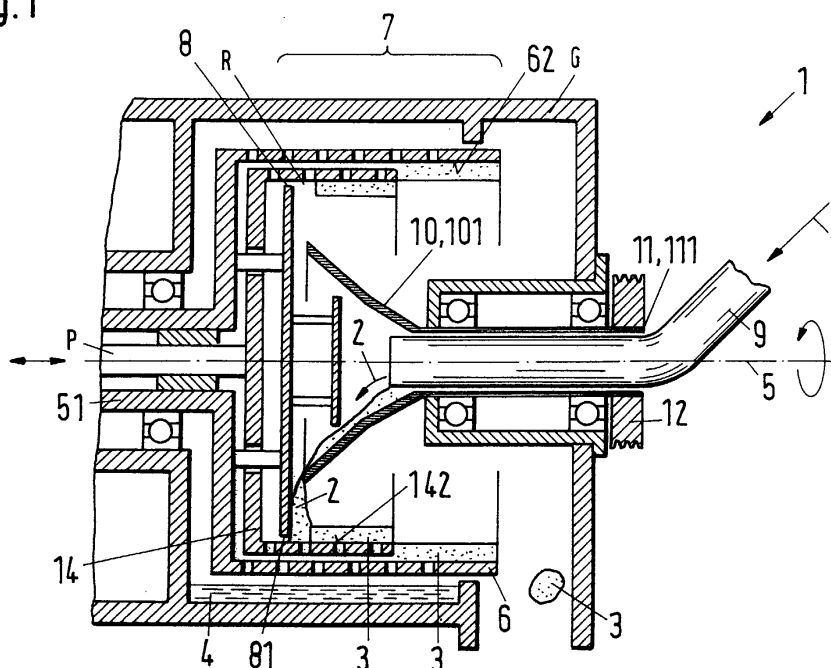
(71) Anmelder: **Ferrum AG**
CH-5102 Ruppertschwil (CH)

(54) **Schubzentrifuge mit rotierbarem Trichter zur Vorbeschleunigung des Gemisches**

(57) Die Erfindung betrifft eine Schubzentrifuge (1) zur Trennung eines Gemischs (2) in einen Feststoffkuchen (3) und in eine Flüssigphase (4). Die erfindungsgemässe Schubzentrifuge (1) umfasst dabei eine um eine Drehachse (5) rotierbare äussere Siebtrommel (6), einen in der Siebtrommel (6) angeordneten Gemischverteiler (7) mit einer Schubbodenvorrichtung (8) und einer Einspeiseeinrichtung (9), wobei die Schubbodenvorrichtung (8) so angeordnet und ausgestaltet ist, dass der Feststoffkuchen (3) mittels der Schubbodenvor-

richtung (8) verschiebbar ist und mit der Einspeiseeinrichtung (9) das Gemisch (2) über den Gemischverteiler (7) in einen Leerraum (R) einbringbar ist, der beim Verschieben des Feststoffkuchens (3) durch die Schubbodenvorrichtung (8) entsteht. Der Gemischverteiler (7) umfasst mindestens einen Trichter (10) zur Vorbeschleunigung des Gemischs (2), wobei der Trichter (10) um eine Antriebsachse (11) drehbar angeordnet und mittels eines Antriebs (12) mit einer vorgebbaren Drehzahl um die Antriebsachse (11) rotierbar ist.

Fig.1



EP 1 468 744 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schubzentrifuge gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1.

[0002] Zur Trocknung feuchter Substanzen oder feuchter Substanzgemische sind Zentrifugen in den verschiedensten Ausführungsformen weit verbreitet und werden auf den verschiedensten Gebieten eingesetzt. So kommen beispielsweise zur Trocknung hochreiner pharmazeutischer Produkte diskontinuierlich arbeitende Zentrifugen, wie Schälzentrifugen, bevorzugt zum Einsatz, während insbesondere dann, wenn kontinuierlich grosse Mengen eines fest-flüssig Gemischs getrennt werden sollen, kontinuierlich arbeitende Schubzentrifugen vorteilhaft eingesetzt werden. Dabei kommen je nach Anforderung ein- oder mehrstufige Schubzentrifugen, sowie sogenannte Doppelschubzentrifugen zum Einsatz.

[0003] Bei den verschiedenen Typen der zuletzt genannten Klasse von Schubzentrifugen wird ein fest-flüssig Gemisch, beispielsweise eine Suspension oder ein feuchtes Salz oder Salzgemisch, durch ein Einlaufrohr über einen Gemischverteiler einer schnell rotierenden Trommel, die als Filtersieb ausgestaltet ist, zugeführt, so dass auf Grund der wirkenden Fliehkräfte die flüssige Phase durch das Filtersieb ausgeschieden wird, während im Inneren an der Trommelwand ein Feststoffkuchen abgeschieden wird. Dabei ist in der rotierenden Trommel ein im wesentlichen scheibenförmiger, synchron mitrotierender Schubboden angeordnet, wobei je nach Anzahl der Siebstufen entweder der Schubboden oder eine Siebstufe in axialer Richtung in der Trommel mit einer gewissen Amplitude oszilliert, so dass ein Teil des getrockneten Feststoffkuchens an einem Ende der Trommel herausgeschoben wird. Bei der entgegengesetzten Bewegung des Schubbodens wird ein an den Schubboden angrenzender Bereich der Trommel freigegeben, der dann durch das Einlaufrohr und über den Gemischverteiler wieder mit neuem Gemisch beschickt werden kann. Dabei können je nach eingesetztem Typ mit modernen Hochleistungs-Schubzentrifugen problemlos Durchsatzmengen in einer Grössenordnung von 100 Tonnen pro Stunde erreicht werden, wobei Trommeldurchmesser bis zu 1000 mm und mehr durchaus üblich sind und typische Rotationsfrequenzen der Trommel, abhängig vom Trommeldurchmesser von bis zu 2000 Umdrehungen pro Minute und mehr erreicht werden können. Dabei bedingt in der Regel ein grösserer Trommeldurchmesser wegen der auftretenden starken Fliehkräfte eine kleinere maximale Rotationsfrequenz der Trommel. Selbstverständlich können die Betriebsparameter, wie z.B. die Rotationsfrequenz der Trommel, die pro Zeiteinheit zugeführte Menge an Gemisch oder auch der Trommeldurchmesser oder der Typ der eingesetzten Schubzentrifuge auch von dem zu trocknenden Material selbst, dem Gehalt an Flüssigkeit usw. abhängen.

[0004] Die aus dem Stand der Technik bekannten

Schubzentrifugen sind in der Regel kontinuierlich arbeitende Filterzentrifugen. Dabei sind einstufige und mehrstufige Schubzentrifugen bekannt, wobei die mehrstufige Schubzentrifuge aus einer äusseren Siebtrommel und mindestens einer in der äusseren Siebtrommel angeordneten Siebstufe, die ebenfalls als Siebtrommel ausgestaltet ist, besteht. Dabei können mehrere Siebstufen ineinander konzentrisch angeordnet sein, so dass zwei, drei und mehrstufige Schubzentrifugen realisierbar sind, wobei alle Siebstufen sehr schnell synchron um eine gemeinsame Drehsachse angetrieben werden. Ein zu trennendes fest-flüssig Gemisch gelangt im Betriebszustand kontinuierlich durch ein fest stehendes Einlaufrohr in einen in der innersten Siebstufe angeordneten, ebenfalls synchron mitrotierenden, Gemischverteiler und wird auf der innersten Siebstufe über deren ganzen Siebumfang gleichmässig verteilt. Der grösste Teil der Flüssigkeit wird hier bereits abzentrifugiert und es bildet sich ein Feststoffkuchen.

[0005] Bei einer zweistufigen Schubzentrifuge führt die innerste Stufe, die auch als erste Stufe bezeichnet wird, neben der Rotationsbewegung um die Drehachse eine Oszillationsbewegung in Richtung der Drehachse aus. Diese oszillatorische Bewegung wird hydraulisch über einen Schubkolben mit Umsteuermechanismus generiert. Dadurch wird der Feststoffkuchen in Ringabschnitten, entsprechend der Hublänge der Oszillation, von der ersten zur zweiten Stufe geschoben und verlässt die Schubzentrifuge schliesslich über eine Austrittsöffnung. In der Praxis wird dabei der Feststoffkuchen in der Siebtrommel kontinuierlich unter Zugabe von Waschflüssigkeit auf den Feststoffkuchen gewaschen.

[0006] Dagegen umfasst eine einstufige Schubzentrifuge ausser der äusseren Siebtrommel keine weiteren Siebstufen. Hier oszilliert zur Förderung des Feststoffkuchens in der Siebtrommel der Schubboden, der gleichzeitig synchron mit der äusseren Siebtrommel mitrotiert.

[0007] Eine bekannte zweistufige Schubzentrifuge, die nach dem zuvor geschilderten Prinzip arbeitet, ist beispielsweise in der DT 25 42 916 A1 eingehend beschrieben, während ein bekanntes Verfahren zum Betrieb einer Schubzentrifuge, insbesondere einer einstufigen Schubzentrifuge, unter anderem der EP 0 466 751 B1 entnommen werden kann. Dabei dient bei zwei- und mehrstufigen Schubzentrifugen die erste Stufe, d.h. die innerste Siebstufe, im wesentlichen zur Vorentwässerung des Gemischs, sowie zur Bildung eines Feststoffkuchens, während die äussere Siebtrommel hauptsächlich als Trockenstufe dient. Dadurch, dass mittels der ersten Siebstufe eine Vorentwässerung möglich ist, wird mit mehrstufigen Schubzentrifugen ein deutlich erhöhtes Flüssigkeitsschluckvermögen als mit einstufigen Schubzentrifugen erreicht, so dass Gemische mit niedrigeren Einlaufkonzentrationen, d.h. mit höherem Flüssigkeitsgehalt verarbeitet werden können. Dieser Vorteil gegenüber einstufigen Schubzentrifugen wird natürlich

zumindest teilweise dadurch kompensiert, dass mehrstufige Schubzentrifugen selbstverständlich viel aufwendiger von Ihrem Aufbau, damit natürlich auch aufwendiger in der Wartung und in der Anschaffung sind.

[0008] Für spezielle Einsatzbereiche sind Sonderausführungen, im speziellen auch von zwei- und mehrstufigen Schubzentrifugen, insbesondere für hochabrasive Schleudergüter, wie z.B. Kohle und Rohphosphat bekannt, die besondere Verschleisschutzmassnahmen, wie verschleissfeste Siebe, erfordern. Auch Sonderausführungen für intensive Waschprozesse und zur Durchführung spezieller Waschverfahren, wie beispielsweise die Gegenstromwaschung bei Nitrozellulose, sind aus dem Stand der Technik bekannt. Auch Gasdichte Ausführungen ein- und mehrstufiger Schubzentrifugen zum Betrieb unter Schutzgasatmosphäre kommen zum Einsatz.

[0009] Obwohl ein- und mehrstufige Schubzentrifugen seit langem, wie oben kurz skizziert, auch für Spezialanwendungen in verschiedensten Ausführungsvarianten wohl bekannt sind, weisen die bekannten ein- und mehrstufigen Schubzentrifugen dennoch verschiedene gravierende Nachteile auf. Auch wenn beispielsweise mit den bekannten mehrstufigen Schubzentrifugen niedrigere Einlaufkonzentrationen, d.h. Gemische mit erhöhtem Flüssigkeitsgehalt besser verarbeitet werden können als mit gewöhnlichen einstufigen Schubzentrifugen, darf die Einlaufkonzentration des zu verarbeitenden Gemischs nicht beliebig klein sein. D.h., wenn der Anteil an Flüssigkeit im Gemisch zu hoch ist, beispielsweise 50% oder 70% oder 80% oder gar mehr als 90% Flüssigphase beträgt, muss das Gemisch häufig in mehr oder weniger aufwendigen Verfahren voreingedickt werden. Bei zu hohem Flüssigkeitsgehalt wird nämlich eine gleichmässige Verteilung des zu trocknenden Gemischs über den Umfang der Siebtrommel zunehmend erschwert. Das kann einerseits zu sehr schädlichen Vibrationen der Siebtrommel und damit zu vorzeitigem Verschleiss von Lagern und Antrieb führen; im schlimmsten Fall sogar zu einem Sicherheitsproblem im Betrieb werden. Andererseits bewirkt ein ungleichmässig über den Umfang der Siebtrommel verteilter Feststoffkuchen Probleme beim Waschen. Daher stehen zur Vorentwässerung zum Beispiel statische Eindicker, Bogensiebe oder die bestens bekannten Hydrozyklone zur Verfügung. Es liegt auf der Hand, dass der Einsatz solcher Vorentwässerungssysteme sowohl verfahrenstechnisch als auch apparativ sehr aufwendig und damit teuer ist.

[0010] Ein weiterer gravierender Nachteil bei der Verarbeitung von Gemischen kleiner Einlaufkonzentration besteht darin, dass praktisch die gesamte Menge an Flüssigkeit, die mit dem Gemisch zugeführt wird, auf die volle Umfangsgeschwindigkeit beschleunigt werden muss, bevor sie durch das Filtersieb der Siebtrommel ausgeschieden wird. Das gleiche trifft auf kleinste Partikel im Gemisch zu, die ebenfalls durch das Sieb vom Feststoffkuchen abgeschieden werden sollen. Das ist

energetisch äusserst ungünstig und beeinflusst das Betriebsverhalten der Zentrifuge deutlich negativ.

[0011] Die zuvor und im folgenden hauptsächlich für mehrstufige Schubzentrifugen exemplarisch dargestellten Nachteile gelten selbstverständlich auch, in der Regel sogar noch in verschärfter Form, für einstufige Schubzentrifugen.

[0012] Aber selbst bei der Verarbeitung von Gemischen mit deutlich höherer Feststoffkonzentration haben die aus dem Stand der Technik bekannten Schubzentrifugen zum Teil massive Nachteile. So wird das durch das Einlaufrohr in den Gemischverteiler eingebrachte Gemisch beim Auftreffen auf die Siebtrommel in kürzester Zeit auf die volle Umfangsgeschwindigkeit der Trommel beschleunigt. Insbesondere bei empfindlichen Substanzen kann das unter anderem zu Kornbruch führen, das heisst, dass beispielsweise Feststoffkörner, die in einer der Zentrifuge zugeführten Suspension verteilt sind, bei dem abrupten Beschleunigungsvorgang in unkontrollierter Weise in kleinere Stücke zerbersten, was negative Einflüsse auf die Qualität des produzierten Feststoffkuchens haben kann, wenn beispielsweise die Partikelgrösse der Körner im Endprodukt eine Rolle spielt.

[0013] Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine verbesserte Schubzentrifuge vorzuschlagen, die die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile weitgehend vermeidet.

[0014] Die diese Aufgaben lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gekennzeichnet.

[0015] Die jeweiligen abhängigen Ansprüche beziehen sich auf besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

[0016] Die Erfindung betrifft somit eine Schubzentrifuge zur Trennung eines Gemischs in einen Feststoffkuchen und in eine Flüssigphase. Die erfindungsgemässe Schubzentrifuge umfasst dabei eine um eine Drehachse rotierbare äussere Siebtrommel, einen in der Siebtrommel angeordneten Gemischverteiler mit einer Schubbodenvorrichtung und einer Einspeiseeinrichtung, wobei die Schubbodenvorrichtung so angeordnet und ausgestaltet ist, dass der Feststoffkuchen mittels der Schubbodenvorrichtung verschiebbar ist und mit der Einspeiseeinrichtung das Gemisch über den Gemischverteiler in einen Leerraum einbringbar ist, der beim Verschieben des Feststoffkuchens durch die Schubbodenvorrichtung entsteht. Der Gemischverteiler umfasst mindestens einen Trichter zur Vorbeschleunigung des Gemischs, wobei der Trichter um eine Antriebsachse drehbar angeordnet und mittels eines Antriebs mit einer vorgebbaren Drehzahl um die Antriebsachse rotierbar ist.

[0017] Ein- und mehrstufige Schubzentrifugen, sowie deren Funktionsprinzipien, sind in den verschiedensten Ausführungsformen aus dem Stand der Technik bekannt, so dass im folgenden hauptsächlich lediglich die erfindungswesentlichen Merkmale detailliert beschrie-

ben werden müssen.

[0018] Die erfindungsgemässe Schubzentrifuge dient zur Trennung eines Gemischs in einen Feststoffkuchen und in eine Flüssigphase und umfasst als wesentliche Komponenten eine um eine Drehachse über eine Trommelachse rotierbare äussere Siebtrommel, die in einem Gehäuse untergebracht ist. Dabei kann die erfindungsgemässe Schubzentrifuge als einstufige, zweistufige oder höherstufige Schubzentrifuge ausgelegt sein. Die Trommelachse steht mit einem Trommelantrieb in an sich bekannter Weise in Wirkverbindung, so dass die äussere Siebtrommel durch den Trommelantrieb in schnelle Rotation um die Drehachse versetzbar ist. Innerhalb der äusseren Siebtrommel ist bei höherstufigen, d.h. bei zwei- oder mehrstufigen Schubzentrifugen mindestens eine weitere Siebstufe angeordnet. Desweiteren ist in der Siebtrommel ein Gemischverteiler mit einer Schubbodenvorrichtung vorgesehen, wobei entweder die Siebstufe und / oder die Schubbodenvorrichtung entlang der Drehachse hin- und herbewegbar angeordnet ist, so dass der Feststoffkuchen mittels der Schubbodenvorrichtung verschiebbar ist. Sowohl die äussere Siebtrommel, als auch, wenn wie bei mehrstufigen Schubzentrifugen vorhanden, die weitere Siebstufe, weisen Sieböffnungen auf, durch die in bekannter Weise bei schneller Rotation Flüssigphase aus dem Feststoffkuchen bzw. aus dem Gemisch, das, wie weiter unten noch detaillierter beschrieben wird, bei einstufigen Schubzentrifugen auf eine innere Umfangsfläche der Siebtrommel, bzw. auf eine innere Siebstufenfläche der Siebstufe bei mehrstufigen Schubzentrifugen, aufbringbar ist, durch die auftretenden Fliehkräfte nach aussen abführbar ist.

[0019] Insbesondere kann in einem für die Praxis besonders wichtigen Beispiel die Siebtrommel und / oder die Siebstufe in an sich bekannter Weise als skelettartige Stütztrommel ausgestaltet sein, die zur Bildung der entsprechenden Siebflächen mit speziellen Filterfolien an ihrem Umfang ausgekleidet sind, d.h. die skelettartige Stütztrommel kann beispielsweise mit einem oder mehreren Filtersieben mit unterschiedlich oder gleich grossen Filteröffnungen zur Abscheidung der Flüssigphase ausgestaltet sein.

[0020] Innerhalb der Siebtrommel ist der Gemischverteiler mit der Schubbodenvorrichtung und der Einspeiseeinrichtung angeordnet, der es gestattet, kontinuierlich durch die Einspeiseeinrichtung zugeführtes Gemisch auf die innere Umfangsfläche der Siebtrommel bzw. bei mehrstufigen Schubzentrifugen auf die Siebstufenfläche der Siebstufe durch Einbringen in den Leerraum, der beim Verschieben des Feststoffkuchens entsteht, zu verteilen.

[0021] An einem peripheren Bereich ist dabei die Schubbodenvorrichtung so als Ringbereich ausgebildet, dass mit dem Ringbereich bei einstufigen Schubzentrifugen der in der Siebtrommel, und bei mehrstufigen Schubzentrifugen der in der Siebstufe, abgelagerte Feststoffkuchen durch eine später noch genauer be-

schriebene Oszillation der Schubbodenvorrichtung und / oder der Siebstufe, bei einstufigen Schubzentrifugen aus der Siebtrommel, bzw. bei mehrstufigen Schubzentrifugen in die Siebtrommel oder in eine weitere eventuell vorhandene Siebstufe, verschiebbar ist.

[0022] Wesentlich für die erfindungsgemässe Schubzentrifuge ist es dabei, dass der Gemischverteiler entweder einen als Einlauftrichter ausgebildeten Trichter zur Vorbeschleunigung des Gemischs umfasst, der sich im wesentlichen erweiternd zur Schubbodenvorrichtung hin erstreckt, und / oder einen als Vorbeschleunigungstrichter ausgestalteten Trichter zur Vorbeschleunigung des Gemischs umfasst, der sich im wesentlichen erweiternd in Richtung zur Einspeiseeinrichtung hin erstreckt, wobei der Einlauftrichter und / oder der Vorbeschleunigungstrichter um eine Antriebsachse mit einer vorgebbaren Drehzahl mittels eines Antriebs rotierbar ist. Damit ist der Einlauftrichter und / oder der Vorbeschleunigungstrichter zur kontrollierten Vorbeschleunigung des eingebrachten Gemischs, unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit der äusseren Siebtrommel mit einer vorgebbaren Drehzahl um die Antriebsachse rotierbar.

[0023] Dadurch, dass das Gemisch, anders als bei den aus dem Stand der Technik bekannten Schubzentrifugen, im Bereich des Einlauftrichters und / oder im Bereich des Vorbeschleunigungstrichters nicht abrupt, d.h. in kürzester Zeit auf die volle Rotationsgeschwindigkeit der äusseren Siebtrommel beschleunigt wird, sind zum Beispiel Kornbruch und andere schädigende Einwirkungen auf das Gemisch vermeidbar. Damit sind in den verschiedenen Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Schubzentrifuge, insbesondere auch mechanisch sehr empfindliche Stoffe, auch bei extrem hohen Rotationsgeschwindigkeiten der Siebtrommel verarbeitbar.

[0024] Dabei erstrecken sich sowohl der Einlauftrichter als auch der Vorbeschleunigungstrichter bevorzugt unter einem im wesentlichen konstanten Öffnungswinkel konisch erweiternd in Richtung zur Schubbodenvorrichtung bzw. zur Einspeiseeinrichtung hin.

[0025] Für spezielle Anwendungen, beispielsweise in Abhängigkeit von den Eigenschaften des zu entwässernden Gemischs, kann der Einlauftrichter und / oder der Vorbeschleunigungstrichter in einem vorgebbaren Bereich jedoch auch einen gekrümmten Verlauf haben, wobei sich der Öffnungswinkel des Einlauftrichters und / oder der Vorbeschleunigungswinkel des Vorbeschleunigungstrichters in Richtung zur Schubbodenvorrichtung hin vergrössert oder verkleinert. Das kann insbesondere dann von Vorteil sein, wenn der Einlauftrichter bzw. der Vorbeschleunigungstrichter, wie später noch genauer beschrieben wird, als Vorfiltersieb bzw. als Vorbeschleunigungssieb zur Vorabscheidung von Flüssigphase ausgebildet ist.

[0026] Bei einem einfachen Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Schubzentrifuge kann der Einlauftrichter, unabhängig von der Drehzahl der äusseren

Siebtrommel, um die Antriebsachse durch den Antrieb antreibbar sein, während die Schubbodenvorrichtung synchron mit der Siebtrommel um die Drehachse rotierbar angeordnet sein kann. Dabei kann der Gemischverteiler zur Vorbeschleunigung des Gemischs einen Vorbeschleunigungstrichter umfassen, der bevorzugt, jedoch nicht notwendig, drehfest mit der Schubbodenvorrichtung verbunden ist, so dass der Vorbeschleunigungstrichter synchron mit der Siebtrommel rotiert. Es versteht sich, dass der Vorbeschleunigungstrichter in einem anderen Ausführungsbeispiel auch fehlen kann, oder ebenfalls, wie der Einlauftrichter, über einen eigenen Antrieb verfügen kann.

[0027] Die oszillatorische Bewegung zur Verschiebung des Feststoffkuchens vollführt dabei beispielsweise bei einer einstufigen Schubzentrifuge der Gemischverteiler allein, während bei einer mehrstufigen Schubzentrifuge eine Siebstufe eine entsprechende oszillatorische Bewegung ausführen kann. In jedem Fall besteht im Betriebszustand entweder eine oszillatorische Relativbewegung zwischen der Schubbodenvorrichtung und der in axialer Richtung unbeweglichen Siebtrommel und / oder zwischen einer oder mehrerer eventuell vorhandener weiterer Siebstufen und / oder der zwischen der Schubbodenvorrichtung und / oder einer oder mehrerer eventuell vorhandener weiterer Siebstufen. Die oszillatorische Bewegung der Schubbodenvorrichtung und / oder der Siebstufe erfolgt bevorzugt über eine Schubstange, wobei in einer ersten Halbperiode der oszillatorischen Bewegung mit dem äusseren Ringbereich der auf der Siebtrommel abgelagerte Feststoffkuchen in Ringabschnitten, deren Breite durch die Hublänge der Oszillationsbewegung der Schubbodenvorrichtung und / oder der Siebstufe bestimmt ist, aus der Siebtrommel geschoben wird. Während einer zweiten Halbperiode der oszillatorischen Bewegung entsteht der Leerraum in der Siebtrommel und / oder in der Siebstufe, so dass in den Leerraum neues Gemisch einbringbar ist.

[0028] In einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Einlauftrichter als Vorfiltersieb zur Vorabscheidung von Flüssigphase aus dem Gemisch ausgebildet. Dadurch, dass bereits ein Teil der Flüssigphase im Vorfiltersieb vom einlaufenden Gemisch abtrennbar ist und das Gemisch im Vorfiltersieb auf eine vorgebbare Rotationsgeschwindigkeit vorbeschleunigbar ist, so dass das von der Einspeiseeinrichtung eingebrachte Gemisch vor Erreichen der Siebtrommel, bei einstufigen Schubzentrifugen, bzw. bei mehrstufigen Schubzentrifugen vor Erreichen der Siebstufe, auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigbar ist, muss einerseits nicht die gesamte Menge an Flüssigphase, die im Gemisch enthalten ist, auf die volle Umfangsgeschwindigkeit der Siebtrommel beschleunigt werden, da ein Teil der Flüssigphase bereits über das Vorfiltersieb abgeschieden und direkt aus der Siebtrommel bzw. aus der Siebstufe abscheidbar ist. Somit sind auch Gemische mit einem sehr hohen Gehalt an Flüssigphase, beispielsweise von mehr als 50% Flüs-

sigphase oder mehr als 70% Flüssigphase oder sogar von mehr als 90% Flüssigphase problemlos verarbeitbar. Insbesondere ist so auch bei einem hohem Gehalt an Flüssigphase stets eine gleichmässige Verteilung des zu trocknenden Gemischs über die Umfangsfläche der Siebstufe, bzw. der Siebtrommel gewährleistet. So sind selbst bei sehr hohen Konzentrationen an Flüssigphase im Gemisch zusätzliche Einrichtungen zur Vor-entwässerung, wie zum Beispiel statische Eindicker, Bogensiebe oder Hydrozyklone überflüssig. Darüber hinaus können auch kleinste im Gemisch enthaltene Partikel durch den Effekt der Vorfiltrierung viel effektiver vom Feststoffkuchen abgeschieden werden.

[0029] Insbesondere dann, aber nicht nur dann, wenn der Einlauftrichter als Vorfiltersieb zur Vorabscheidung von Flüssigphase ausgebildet ist, kann es von besonderem Vorteil sein, wenn der Einlauftrichter einen gekrümmten Verlauf hat und sich der Öffnungswinkel des Einlauftrichters in Richtung zur Schubbodenvorrichtung hin vergrössert oder verkleinert. Es ist nämlich bekannt, dass unterschiedliche Produkte unter sonst gleichen Betriebsbedingungen der Schubzentrifuge, beispielsweise in Abhängigkeit von der Korngrösse und / oder der Viskosität und / oder anderer Eigenschaften oder Parameter, wie zum Beispiel der Temperatur des Gemischs unterschiedlich gut entwässerbar sind.

[0030] Liegt beispielsweise ein Gemisch vor, das bei gegebenen Betriebsparametern relativ leicht zu entwässern ist, kann es von Vorteil sein, dass der Einlauftrichter bzw. das Vorfiltersieb einen gekrümmten Verlauf hat, wobei sich der Öffnungswinkel des Vorfiltersiebs in Richtung zur Schubbodenvorrichtung hin vergrössert. Das heisst, der Einlauftrichter bzw. das Vorfiltersieb erweitert sich in Richtung zur Schubbodenvorrichtung ähnlich wie das Horn einer Trompete. Damit wird die Abtriebskraft, mit der das Gemisch aus dem Einlauftrichter beschleunigt wird, mit abnehmendem Abstand zur Schubbodenvorrichtung überproportional grösser, so dass das Gemisch, das bereits im Vorfiltersieb relativ stark entwässerbar ist und damit schlechte Gleiteigenschaften im Vorfiltersieb zeigt, schneller das Vorfiltersieb verlassen kann, als beispielsweise bei einem im wesentlichen sich konusförmig, mit konstantem Öffnungswinkel sich erweiternden Vorfiltersieb.

[0031] Andererseits können auch Gemische vorliegen, die bei gegebenen Betriebsparametern relativ schlecht zu entwässern sind. In diesem Fall empfiehlt es sich, einen Einlauftrichter bzw. ein Vorfiltersieb mit einem gekrümmten Verlauf einzusetzen, wobei sich der Öffnungswinkel des Vorfiltersiebs in Richtung zur Schubbodenvorrichtung hin verkleinert. Das hat zur Folge, dass die Abtriebskraft, mit der das Gemisch aus dem Einlauftrichter beschleunigt wird, mit abnehmendem Abstand zur Schubbodenvorrichtung langsamer zunimmt, als beispielsweise bei einem sich unter einem im wesentlichen konstanten Öffnungswinkel konisch erweiternden Einlauftrichter. Dadurch entsteht im Vorbeschleunigungssieb eine gewisse Stauwirkung, so dass

das Gemisch länger im Vorfiltersieb verbleibt und daher bereits im Vorfiltersieb zu einem höheren Grad entwässerbar ist.

[0032] Ganz analog zu dem vorher gesagten kann selbstverständlich auch der Vorbeschleunigungstrichter einen gekrümmten Verlauf haben, wobei sich der Vorbeschleunigungswinkel des Vorbeschleunigungstrichters in Richtung zur Einspeiseeinrichtung hin vergrößert oder verkleinert.

[0033] Die vorher im Zusammenhang mit dem gekrümmten Einlaufrichter erläuterten Vorteile und dessen Funktionsweise sind für den Fachmann problemlos analog auf einen gekrümmten Vorbeschleunigungstrichter übertragbar, und müssen daher hier nicht wiederholt werden.

[0034] Bevorzugt sind dabei Auffangmittel zur Sammlung und Ableitung der vom Vorfiltersieb abgeschiedenen Flüssigphase aus der sehr schnell rotierenden Siebtrommel vorgesehen, die insbesondere so ausgestaltet und angeordnet sein können, dass die am Vorfiltersieb abgeschiedene Flüssigphase möglichst nicht auf die volle Umfangsgeschwindigkeit der äusseren Siebtrommel beschleunigt wird.

[0035] Dabei kann das Ableiten der Flüssigphase aus dem Auffangmittel, das geeignet ausgestaltete und geeignet angeordnete Auffanggefässe und Einrichtungen zum Ableiten der Flüssigkeit, z.B. in Form von Abflussrohren umfassen kann, auf unterschiedliche Weise erfolgen.

[0036] In einem speziellen Ausführungsbeispiel einer mehrstufigen Schubzentrifuge ist das Vorfiltersieb mittels einer oder mehrerer Befestigungsstützen an einer Siebstufe angeordnet, wobei der Gemischverteiler einen Vorbeschleunigungstrichter umfasst, der um eine Rotationsachse drehbar angeordnet und mittels eines Drehantriebs unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit der äusseren Siebtrommel antreibbar ist. Die Befestigungsstützen sind dabei bevorzugt in Form von geeignet geformten Speichen, dünnen Stangen und / oder Rohren ausgebildet, so dass im Betriebszustand der Feststoffkuchen problemlos aus der Siebstufe bzw. aus der Siebtrommel entfernbar ist. Dabei kann insbesondere mindestens eine der Befestigungsstützen so ausgebildet und an einem äusseren Rand einer Siebstufe angeordnet sein, dass die im Auffangmittel gesammelte Flüssigphase durch die Befestigungsstütze in eine Sieböffnung der Siebstufe beförderbar ist und durch die Sieböffnung aus der Siebstufe abscheidbar ist. Dabei können selbstverständlich auch an der Befestigungsstütze selbst an geeigneter Stelle Öffnungen zur Abführen von Flüssigphase vorgesehen sein oder auch an der Siebstufe an geeigneter Stelle zusätzliche Öffnungen zum Abführen der Flüssigphase vorgesehen sein.

[0037] Selbstverständlich ist es auch möglich, dass vollkommen analog zu der zuvor geschilderten Ausführungsvariante das Vorfiltersieb mittels einer oder mehrerer Befestigungsstützen anstatt an einer Siebstufe an der Siebtrommel angeordnet ist. Das kann insbesondere

in vorteilhafter Weise bei einstufigen Schubzentrifugen der Fall sein. Darüberhinaus kann das Vorfiltersieb mittels einer oder mehrerer Befestigungsstützen auch gleichzeitig an zwei oder mehreren Siebstufen und / oder der Siebtrommel angeordnet sein, wobei die entsprechenden Siebstufen bzw. die Siebtrommel keine oszillatorische Relativbewegung gegeneinander ausführen.

[0038] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform kann das Vorfiltersieb auch als Zweistufensieb mit einem Grobsieb und einem Feinsieb ausgestaltet sein. Die erste Filterstufe bildet das Grobsieb, welches im Gemisch enthaltene Partikel, die grösser sind als die Filteröffnungen des Grobsiebs zurückhält. Das Feinsieb hält entsprechend feinere Partikel zurück, während zumindest ein Teil der Flüssigphase, sowie sehr kleine Partikel, die ebenfalls entfernt werden müssen, aus der Siebstufe, bzw. aus der Siebtrommel bei einstufigen Schubzentrifugen, direkt abführbar sind. Die Ausgestaltung des Vorfiltersiebs als Zweistufensieb hat insbesondere den Vorteil, dass das Feinsieb durch grosse und / oder schwere Partikel, die im einlaufenden Gemisch enthalten sein können, mechanisch nicht so stark belastet wird, so dass das Feinsieb beispielsweise sehr kleine Poren zur Filterung von sehr kleinen Partikeln aufweisen kann und insbesondere auch aus mechanisch wenig widerstandsfähigen Materialien gefertigt sein kann.

[0039] Bei einem weiteren besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Schubzentrifuge kann der Gemischverteiler einen Vorbeschleunigungstrichter umfassen, der sich beispielsweise im wesentlichen konisch erweiternd in Richtung zur Einspeiseeinrichtung hin erstreckt und im speziellen beispielsweise drehfest mit der Schubbodenvorrichtung verbunden sein kann. Dabei umfasst der Gemischverteiler einen Einlaufrichter zur Vorbeschleunigung des Gemischs, wobei der Einlaufrichter um eine Antriebsachse drehbar angeordnet ist und mittels eines Antriebs, unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit der äusseren Siebtrommel, mit einer vorgebbaren Drehzahl um die Antriebsachse rotierbar ist. Dabei kann der Vorbeschleunigungstrichter auch als Vorbeschleunigungssieb ausgestaltet sein, wobei sich das Vorbeschleunigungssieb im wesentlichen konisch erweiternd in Richtung zur Einspeiseeinrichtung hin erstreckt.

[0040] Wenn der Vorbeschleunigungstrichter als Vorbeschleunigungssieb ausgestaltet ist, ist ein Teil der Flüssigphase im Vorbeschleunigungssieb vom Gemisch abtrennbar und das Gemisch ist im Vorbeschleunigungssieb auf eine vorgebbare Rotationsgeschwindigkeit vorbeschleunigbar, so dass das von der Einspeiseeinrichtung eingebrachte Gemisch vor Erreichen der Siebtrommel bei einstufigen Schubzentrifugen, bzw. bei mehrstufigen Schubzentrifugen vor Erreichen der Siebstufe, auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigbar ist. Dadurch muss einerseits nur noch ein kleinerer Anteil der gesamten Menge an Flüssigphase,

die noch im Gemisch enthalten ist, auf die volle Umfangsgeschwindigkeit der äusseren Siebtrommel beschleunigt werden, da ein Teil der Flüssigphase bereits über das Vorbeschleunigungssieb abgeschieden und direkt aus Siebtrommel bzw. aus der Siebstufe nach aussen abführbar ist. Somit sind auch Gemische mit einem extrem hohen Gehalt an Flüssigphase problemlos verarbeitbar. Insbesondere ist so auch bei extrem hohem Gehalt an Flüssigphase stets eine gleichmässige Verteilung des zu trocknenden Gemischs über die Umfangsfläche der Siebstufe bzw. der Siebtrommel gewährleistet. So sind selbst bei sehr hohen Konzentrationen an Flüssigphase im Gemisch zusätzliche Einrichtungen zur Vorentwässerung, wie zum Beispiel statische Eindicker, Bogensiebe oder Hydrozyklone überflüssig. Dabei sind auch kleinste im Gemisch enthaltene Partikel durch den Effekt einer zweiten Vorfiltrierung viel effektiver vom Feststoffkuchen abscheidbar.

[0041] Dadurch, dass das Gemisch, anders als bei den aus dem Stand der Technik bekannten Schubzen-
trifugen, im Bereich des Vorbeschleunigungstrichters nicht abrupt, d.h. nicht in kürzester Zeit auf die volle Rotationsgeschwindigkeit der Siebtrommel beschleunigt wird, sind zum Beispiel Kornbruch und andere schädigende Einwirkungen auf das Gemisch verhinderbar. Damit sind insbesondere auch mechanisch sehr empfindliche Stoffe, auch bei extrem hohen Rotationsgeschwindigkeiten der Siebtrommel verarbeitbar.

[0042] Dadurch, dass der Vorbeschleunigungstrichter und / oder der Einlauftrichter in Bezug auf die Drehachse der Siebtrommel einen Öffnungswinkel aufweisen, der kleiner als 90° ist, ist im Vorbeschleunigungssieb und / oder im Einlauftrichter die Fliessgeschwindigkeit des Gemischs im Vergleich zur Geschwindigkeit im freien Fall, d.h. ohne Vorbeschleunigungstrichter und / oder ohne Einlauftrichter, in Richtung zur Umfangsfläche der Siebstufe bzw. der Siebtrommel gezielt veränderbar, so dass das Gemisch im Bereich des Vorbeschleunigungstrichters und / oder des Einlauftrichters mit zunehmender Annäherung an den äusseren Ringbereich sowohl in radialer Richtung als auch in Umfangsrichtung der Siebtrommel allmählich beschleunigbar ist. Das heisst, das Gemisch ist im Bereich des Vorbeschleunigungstrichters und / oder des Einlauftrichters auf besonders schonende Weise nach und nach auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigbar, um dann bei Erreichen der Umfangsfläche der äusseren Siebtrommel bzw. der Siebstufe schliesslich die volle Rotationsgeschwindigkeit der äusseren Siebtrommel zu erreichen.

[0043] Der Wert des Öffnungswinkels des Einlauftrichters und / oder der Wert des Vorbeschleunigungswinkels des Vorbeschleunigungstrichters kann dabei in Bezug auf die Drehachse beispielsweise zwischen 0° und 45° liegen, im einzelnen zwischen 0° und 10° oder zwischen 10° und 45°, insbesondere zwischen 25° und 45°, bevorzugt zwischen 15° und 35°. Selbstverständlich ist es im speziellen auch möglich, dass der Wert des

Öffnungswinkels und / oder des Vorbeschleunigungswinkels grösser als 45° ist. Ganz generell kann festgestellt werden, dass in der Regel in Bezug auf die Drehachse ein eher spitzer Winkel von Vorteil ist, wobei ein optimaler Wert des entsprechenden Öffnungswinkels und / oder des Vorbeschleunigungswinkels unter anderem vom Wert des Haftreibungswinkels des zu entwässernden Produkts bestimmt ist.

[0044] Falls der Vorbeschleunigungstrichter als Vorbeschleunigungssieb ausgestaltet ist, kann selbstverständlich auch das Vorbeschleunigungssieb vorteilhaft als Zweistufensieb mit einem Grobfilter und einem Feinfilter ausgestaltet sein. Das Gemisch kann dadurch auch im Bereich des Vorbeschleunigungssiebs, analog zu der Anordnung eines Zweistufensiebs am Einlauftrichter mit den bereits eingehend erläuterten Vorteilen in zwei Stufen gefiltert werden.

[0045] An dieser Stelle sei ausdrücklich betont, dass selbstverständlich sowohl das Vorfiltersieb, als auch das Vorbeschleunigungssieb im speziellen aus mehr als zwei Siebstufen aufgebaut sein kann.

[0046] Insbesondere kann in einem für die Praxis besonders wichtigen Ausführungsbeispiel der Einlauftrichter und / oder der Vorbeschleunigungstrichter als skelettartiger Stützkörper ausgestaltet sein, der zur Bildung des Vorfiltersiebs und / oder des Vorbeschleunigungssiebs mit speziellen Filterfolien ausgestattet sein kann, d.h. der skelettartige Stützkörper kann beispielsweise mit einem oder mehreren Filtersieben, die eventuell zur Abscheidung in verschiedenen Stufen unterschiedlich grosse Filteröffnungen aufweisen können, ausgestattet sein.

[0047] Dabei kommen ganz allgemein als Filtersiebe unter anderem Spaltsiebe oder beispielsweise Siebbleche in Frage. Die Filtersiebe können dabei vorteilhaft auf unterschiedliche Weise mit Filteröffnungen unterschiedlicher Grösse versehen werden. Insbesondere die zuvor erwähnten Siebbleche können unter anderem gestanzt, gebohrt, gelasert, Elektronenstrahl gelocht oder Wasserstrahl geschnitten sein, wobei grundsätzlich auch andere Techniken in Frage kommen. Die Siebe selbst können dabei je nach Anforderung aus verschiedenen, insbesondere korrosionsbeständigen Werkstoffen, wie beispielsweise aus Kunststoff, Verbundwerkstoffen oder unterschiedlichen Stählen wie 1.4462, 1.4539 oder 2.4602 oder aus anderen geeigneten Materialien gefertigt sein. Zum Schutz gegen Verschleiss können die Filtersiebe darüber hinaus mit geeigneten Schichten versehen sein, zum Beispiel mit Hartchrom Schichten, Wolfram-Carbid (WC), Keramik oder anders gehärtet sein. Die Stärke der Filterbleche beträgt dabei typischerweise 0,2 mm bis 5 mm wobei auch deutlich andere Blechstärken möglich sind.

[0048] Wenn beispielsweise die speziellen Eigenschaften des zu verarbeitenden Gemischs es erfordern, dass im Vorbeschleunigungstrichter und / oder im Einlauftrichter aus dem Gemisch keine Flüssigphase abgeschieden werden soll, weil beispielsweise der Anteil an

Flüssigphase im einlaufenden Gemisch nicht hoch genug ist, kann eine Vorfiltrierung des Gemischs im Vorbeschleunigungstrichter und / oder im Einlauftrichter selbstverständlich auch entfallen.

[0049] Darüber hinaus kann insbesondere auch am Vorbeschleunigungssieb ein Auffangmittel zum Abführen von am Vorbeschleunigungssieb abgeschiedener Flüssigphase vorgesehen sein. So kann die Flüssigphase beispielsweise durch eine Ablauföffnung in der Schubbodenvorrichtung in einen Bereich zwischen einer hinteren Trommelwand, die senkrecht auf der Drehachse steht, und einer Wand des Gehäuses, die die Siebtrommel vom Trommelantrieb trennt, erfolgen. Die im Auffangmittel gesammelte, am Vorfiltersieb abgeschiedene Flüssigphase ist somit durch die Ablauföffnung in der Schubbodenvorrichtung und dann durch die Sieböffnung aus der Siebtrommel auf besonders einfache Weise abführbar.

[0050] Selbstverständlich können in einem speziellen Ausführungsbeispiel, wie weiter oben bereits am Beispiel des Auffangmittels, das im Bereich des Einlauftrichters angeordnet sein kann, eingehend beschrieben, andere geeignete Vorrichtungen zum Abführen der Flüssigphase aus der Siebtrommel vorgesehen sein.

[0051] Wie bereits erwähnt, kann auch der Vorbeschleunigungstrichter bzw. das Vorbeschleunigungssieb über einen Drehantrieb separat antreibbar sein. Der Vorbeschleunigungstrichter ist dann bevorzugt so ausgestaltet und angeordnet, dass der Vorbeschleunigungstrichter mittels eines Drehantriebs um eine Rotationsachse mit einer vorgebbaren Drehzahl rotierbar ist. Dabei kann die Rotationsachse zum Beispiel innerhalb der Schubstange konzentrisch zu dieser angeordnet und unabhängig von dieser durch den Drehantrieb antreibbar sein. Dabei ist die Schubbodenvorrichtung bevorzugt mit der äusseren Siebtrommel drehfest verbunden und bezüglich der Rotation um die Drehachse vom Vorbeschleunigungssieb entkoppelt. Das heisst, die Schubbodenvorrichtung rotiert beispielsweise synchron mit der äusseren Siebtrommel, während der Vorbeschleunigungstrichter unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit der äusseren Siebtrommel antreibbar ist. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass die Schubbodenvorrichtung synchron mit dem Vorbeschleunigungstrichter rotiert, das heisst, dass Schubbodenvorrichtung und Vorbeschleunigungstrichter gemeinsam mit einer vorgebbaren Drehzahl und unabhängig von der Drehzahl der äusseren Siebtrommel, antreibbar sind. Selbstverständlich sind auch andere Möglichkeiten der Kopplung von Drehantrieb und Vorbeschleunigungstrichter und / oder Schubbodenvorrichtung möglich, beispielsweise über geeignete Getriebearrangierungen oder auf jede andere geeignete Weise. Zur Steuerung und / oder Regelung der Drehgeschwindigkeit des Drehantriebs und damit des Vorbeschleunigungstrichters können geeignete Mittel vorgesehen sein, um den Drehantrieb beispielsweise in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebsparametern der Schubzentrifuge

oder in Abhängigkeit des zu verarbeitenden Gemischs oder anderer Faktoren zu steuern und / oder zu regeln. Dazu kann die erfindungsgemässe Schubzentrifuge auch entsprechende Sensoren zur Messung von relevanten Betriebsparametern umfassen.

[0052] Es versteht sich von selbst, dass die Merkmale der zuvor exemplarisch beschriebenen besonders bevorzugten Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Schubzentrifuge, je nach Anforderung, auch beliebig in vorteilhafter Weise kombinierbar sind und sowohl bei einstufigen als auch bei mehrstufigen Schubzentrifugen entsprechend realisierbar sind.

[0053] Im folgenden wird die Erfindung an Hand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 im Schnitt eine erfindungsgemässe Schubzentrifuge mit rotierbarem Einlauftrichter;

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 1 mit Vorbeschleunigungstrichter;

Fig. 2a ein Ausführungsbeispiel eines Trichters;

Fig. 2b ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Trichters;

Fig. 2c einen Trichter mit gekrümmtem Verlauf;

Fig. 2d einen anderen Trichter gemäss Fig. 2c;

Fig. 3 im Schnitt eine erfindungsgemässe Schubzentrifuge mit rotierbarem Vorbeschleunigungstrichter;

Fig. 3a ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 3 mit Blindboden;

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 1 mit Vorfiltersieb;

Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 3 mit Vorfiltersieb und Vorbeschleunigungssieb;

Fig. 5a ein Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 5 mit Blindboden.

[0054] Fig. 1 zeigt im Schnitt in einer schematischen Darstellung wesentliche Komponenten eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Schubzentrifuge, welche als Trichter zur Vorbeschleunigung des Gemischs einen um eine Antriebsachse drehbar angeordneten Einlauftrichter aufweist. Dabei ist in Fig. 1 beispielhaft eine zweistufige Schubzentrifuge schematisch dargestellt. Es versteht sich, dass die Darstellung der Fig. 1 exemplarisch zu verstehen ist und die Beschreibung selbstverständlich auch für einstufige Schubzentrifugen und auch für mehr als zweistufige Schubzentrifugen in analoger Weise gilt und entspre-

chend übertragbar ist.

[0055] Die erfindungsgemässe Schubzentrifuge, die im folgenden gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet wird, dient zur Trennung eines Gemischs 2 in einen Feststoffkuchen 3 und in eine Flüssigphase 4 und umfasst als wesentliche Komponenten eine um eine Drehachse 5 über eine Trommelachse 51 rotierbare äussere Siebtrommel 6, die in einem Gehäuse G untergebracht ist. Die Trommelachse 51 steht mit einem nicht dargestellten Trommelantrieb in an sich bekannter Weise in Wirkverbindung, so dass die Siebtrommel 6 durch den Trommelantrieb in schnelle Rotation um die Drehachse 5 versetzbar ist. Innerhalb der äusseren Siebtrommel 6 ist bei mehrstufigen Schubzentrifugen 1, wie beispielsweise in Fig. 1 anhand einer zweistufigen Schubzentrifuge exemplarisch dargestellt, mindestens eine weitere Siebstufe 14 angeordnet. Desweiteren ist in der Siebtrommel 6 ein Gemischverteiler 7 mit einer Schubbodenvorrichtung 8 und einer Einspeiseeinrichtung 9 vorgesehen, wobei entweder die Siebstufe 14 oder wie beispielsweise in Fig. 3 dargestellt, die Schubbodenvorrichtung 8 entlang der Drehachse 5 hin- und herbewegbar angeordnet ist, so dass der Feststoffkuchen 3 mittels der Schubbodenvorrichtung 8 verschiebbar ist. Sowohl die äussere Siebtrommel 6 als auch, wenn wie bei mehrstufigen Schubzentrifugen 1 vorhanden die Siebstufe 14, weisen dabei Sieböffnungen 61, 141 auf, durch die in bekannter Weise bei schneller Rotation Flüssigphase 4 aus dem Feststoffkuchen 3 bzw. aus dem Gemisch 2, das, wie weiter unten noch detaillierter beschrieben wird, bei einstufigen Schubzentrifugen 1 gemäss Fig. 3 auf eine innere Umfangsfläche 62 der Siebtrommel 6, bzw. auf eine innere Siebstufenfläche 142 der Siebstufe 14 bei mehrstufigen Schubzentrifugen 1, aufbringbar ist, durch die auftretenden Fliehkräfte nach aussen abführbar ist.

[0056] Innerhalb der Siebtrommel 6 ist der Gemischverteiler 7 mit einer Schubbodenvorrichtung 8 und einer Einspeiseeinrichtung 9 angeordnet, der es gestattet, kontinuierlich durch die Einspeiseeinrichtung 9 zugeführtes Gemisch 2 auf die innere Umfangsfläche 62 der Siebtrommel 6 bzw. bei mehrstufigen Schubzentrifugen auf die Siebstufenfläche 142 der Siebstufe 14 durch Einbringen in einen Leerraum R, der beim Verschieben des Feststoffkuchens 3 entsteht, zu verteilen.

[0057] Das Gemisch 2 ist dabei mittels der Einspeiseeinrichtung 9, die beispielsweise ein Einlaufrohr 9 umfassen kann, zur Vorbeschleunigung in den Einlauftrichter 101 einspeisbar, der sich im wesentlichen konisch erweiternd in Richtung zur Schubbodenvorrichtung 8 hin erstreckt, wobei der Einlauftrichter 101 um eine Antriebsachse 11, 111 drehbar angeordnet und mittels eines Antriebs 12, 121 mit einer vorgebbaren Drehzahl um die Antriebsachse 111 rotierbar ist. Dabei können geeignete, hier nicht dargestellte Mittel vorgesehen sein, um den Antrieb 121 beispielsweise in Abhängigkeit von dem zu verarbeitenden Gemisch 2 oder in Abhängigkeit von geeigneten Betriebsparametern der

Schubzentrifuge 1 zu steuern und / oder zu regeln.

[0058] Dadurch, dass das Gemisch 2, anders als bei den aus dem Stand der Technik bekannten Schubzentrifugen, im Bereich des Einlauftrichters 10, 101 nicht abrupt, d.h. in kürzester Zeit auf die volle Rotationsgeschwindigkeit der Siebtrommel 6 beschleunigt wird, sind zum Beispiel Kornbruch und andere schädigende Einwirkungen auf das Gemisch 2 verhinderbar. Damit sind in der erfindungsgemässen Schubzentrifuge 1, insbesondere auch mechanisch sehr empfindliche Stoffe, auch bei sehr hohen Rotationsgeschwindigkeiten der Siebtrommel 6 verarbeitbar.

[0059] An einem peripheren Bereich ist die Schubbodenvorrichtung 8 so als Ringbereich 81 ausgebildet, dass mit dem Ringbereich 81 bei einstufigen Schubzentrifugen 1 der in der Siebtrommel 6, und bei mehrstufigen Schubzentrifugen 1 der in der Siebstufe 14, abgelagerte Feststoffkuchen 3 durch eine weiter unten genauer beschriebene Oszillation entlang der Drehachse 5 der Schubbodenvorrichtung 8 und / oder der Siebstufe 14, bei einstufigen Schubzentrifugen 1 aus der Siebtrommel 6, bzw. bei mehrstufigen Schubzentrifugen 1 in die Siebtrommel 6 oder in eine weitere nicht dargestellte Siebstufe 14, verschiebbar ist.

[0060] Die Schubbodenvorrichtung 8 rotiert dabei in dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Schubzentrifuge 1 synchron mit der Siebtrommel 6 um die Drehachse 5. Die oszillatorische Bewegung, die durch den Doppelpfeil in Fig. 1 angedeutet wird, vollführt in dem hier gezeigten Beispiel die Siebstufe 14, während die Schubbodenvorrichtung 8 nicht oszilliert. Somit besteht im Betriebszustand eine oszillatorische Relativbewegung zwischen der oszillierenden Siebstufe 14 und der in axialer Richtung unbeweglichen Schubbodenvorrichtung 8 bzw. der Siebtrommel 6. Die oszillatorische Bewegung wird bevorzugt mittels eines hier nicht gezeigten Umsteuermechanismus generiert und über eine Schubstange P übertragen, wobei in einer ersten Halbperiode der oszillatorischen Bewegung mit dem äusseren Ringbereich 81 der Schubbodenvorrichtung 8 abgelagerter Feststoffkuchen 3 in Ringabschnitten, deren Breite durch die Hublänge der Oszillationsbewegung bestimmt ist, aus der Siebtrommel 6 geschoben wird. Während einer zweiten Halbperiode der oszillatorischen Bewegung entsteht der Leerraum R in der Siebtrommel 6, so dass in den Leerraum R neues Gemisch 2 einbringbar ist.

[0061] Bei dem in Fig. 2 für mehrstufige Schubzentrifugen 1 exemplarisch dargestellten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen zweistufigen Schubzentrifuge 1 ist die Schubbodenvorrichtung 8 mit der Siebtrommel 6 durch Befestigungsmittel 82 starr gekoppelt und rotiert daher synchron mit der Siebtrommel 6 und der Siebstufe 14 um die Drehachse 5. Dabei umfasst der Gemischverteiler 7 zusätzlich einen mit der Schubbodenvorrichtung 8 drehfest verbundenen Vorbeschleunigungstrichter 102, der sich im wesentlichen konisch erweiternd in Richtung zur Einspeiseeinrich-

tung 9 hin erstreckt. Dadurch, dass der Gemischverteiler 7 zusätzlich zum Einlauftrichter 101 noch den Vorbeschleunigungstrichter 102 umfasst, sind auch mechanisch extrem empfindliche Gemische 2 verarbeitbar, da die Beschleunigung des Gemischs 2 auf die volle Umfangsgeschwindigkeit der äusseren Siebtrommel 6 in mehreren Stufen geschieht und damit ausserordentlich schonend vonstatten geht.

[0062] In den Fig. 2a und 2b ist beispielhaft und schematisch je ein Ausführungsbeispiel eines Trichters 10 dargestellt. Dabei ist in den beiden Abbildungen zur Illustration je ein Vorbeschleunigungstrichter 102 dargestellt. Wie jedoch die Bezugszeichen 10, 101 und 102 in Fig. 2b andeuten, bezieht sich das in Fig. 2b gezeigte Beispiel für die Geometrie eines Trichters 10 sowohl auf den Einlauftrichter 101 als auch auf den Vorbeschleunigungstrichter 102.

[0063] Fig. 2a zeigt einen Vorbeschleunigungstrichter 102 mit äusserem Ringbereich 81 zur Verschiebung eines Feststoffkuchens 3. Der äussere Ringbereich 81 hat dabei eine vorgebbare Höhe a , die je nach zu verarbeitendem Gemisch 2 und / oder den Betriebsbedingungen, unter denen die erfindungsgemässe Schubzentrifuge 1 betrieben wird, ca. 1 % bis 40% des Trommelradius r , bevorzugt ca. 5% bis 10%, insbesondere 5% bis 20% des Trommelradius r beträgt.

[0064] Dabei kann wie in Fig. 2b schematisch dargestellt, der Trichter 10 auch als mehrstufiger Trichter 10 ausgebildet sein, wobei der Trichter 10 zur Vorbeschleunigung des Gemischs 2 mehrere, unter verschiedenen Winkeln φ_1 , φ_2 zueinander geneigte Teilflächen aufweisen kann, wobei die relative Grösse der Teilfläche sowie ihre Neigungswinkel φ_1 , φ_2 beispielsweise vom zu verarbeitenden Gemisch 2 oder von den Betriebsparametern der Schubzentrifuge 1 abhängen können. Dabei kann sowohl der Einlauftrichter 101, als auch der Vorbeschleunigungstrichter 102 gemäss Fig. 2b als mehrstufiger Trichter ausgebildet sein.

[0065] Insbesondere dann, aber nicht nur dann, wenn der Einlauftrichter 101 als Vorfiltersieb 1011 zur Vorabscheidung von Flüssigphase 4 ausgebildet ist, kann es von besonderem Vorteil sein, wenn der Einlauftrichter 101 einen gekrümmten Verlauf hat und sich der Öffnungswinkel α des Einlauftrichters 101 wie in den Fig. 2c und 2d schematisch dargestellt, in Richtung zur Schubbodenvorrichtung 8 hin vergrössert oder verkleinert. Es ist nämlich bekannt, dass unterschiedliche Gemische 2 unter sonst gleichen Betriebsbedingungen der Schubzentrifuge 1, beispielsweise in Abhängigkeit von der Korngrösse und / oder der Viskosität und / oder anderer Eigenschaften oder Parameter, wie zum Beispiel der Temperatur des Gemischs 2, unterschiedlich gut entwässerbar sind.

[0066] Liegt beispielsweise ein Gemisch 2 vor, das bei gegebenen Betriebsparametern relativ leicht zu entwässern ist, kann es von Vorteil sein, dass der Einlauftrichter 101 bzw. das Vorfiltersieb 1011 einen gekrümmten Verlauf hat, wobei sich der Öffnungswinkel α des

Vorfiltersiebs 1011 in Richtung zur Schubbodenvorrichtung 8 hin vergrössert. Ein solches spezielles Ausführungsbeispiel eines Einlauftrichters 101 ist in Fig. 2c schematisch dargestellt. Das heisst, der Einlauftrichter 101 bzw. das Vorfiltersieb 1011 erweitert sich in Richtung zur Schubbodenvorrichtung 8 ähnlich wie das Horn einer Trompete. Damit wird die Abtriebskraft, mit der das Gemisch 2 aus dem Einlauftrichter 101 beschleunigt wird, mit abnehmendem Abstand zur Schubbodenvorrichtung 8 überproportional grösser, so dass das Gemisch 2, das bereits im Vorfiltersieb 1011 relativ stark entwässerbar ist und damit schlechte Gleiteigenschaften im Vorfiltersieb 1011 zeigt, schneller das Vorfiltersieb 1011 verlassen kann, als beispielsweise bei einem im wesentlichen sich konusförmig, mit konstantem Öffnungswinkel α sich erweiterndem Vorfiltersieb 1011.

[0067] Andererseits können auch Gemische 2 vorliegen, die bei gegebenen Betriebsparametern relativ schlecht zu entwässern sind. In diesem Fall empfiehlt es sich, einen Einlauftrichter 101 bzw. ein Vorfiltersieb 1011 mit einem gekrümmten Verlauf einzusetzen, wobei sich der Öffnungswinkel α des Vorfiltersiebs 1011 in Richtung zur Schubbodenvorrichtung 8 hin verkleinert. Das hat zur Folge, dass die Abtriebskraft, mit der das Gemisch 2 aus dem Einlauftrichter 101 beschleunigt wird, mit abnehmendem Abstand zur Schubbodenvorrichtung 8 langsamer zunimmt, als beispielsweise bei einem sich unter einem im wesentlichen konstanten Öffnungswinkel α konisch erweiternden Einlauftrichter 101. Dadurch entsteht im Vorfiltersieb 1011 eine gewisse Stauwirkung, so dass das Gemisch 2 länger im Vorfiltersieb 1011 verbleibt und daher bereits im Vorfiltersieb 1011 zu einem höheren Grad entwässerbar ist.

[0068] Ganz analog zu dem vorher gesagten kann selbstverständlich auch der Vorbeschleunigungstrichter 102 bzw. das Vorbeschleunigungssieb 1021 einen gekrümmten Verlauf haben, wobei sich der Vorbeschleunigungswinkel β des Vorbeschleunigungstrichters 102 in Richtung zur Einspeiseeinrichtung 9 hin vergrössert oder verkleinert.

[0069] In der Praxis kann es von grosser Wichtigkeit sein, den Beschleunigungsvorgang selbst bzw. die Rotationsgeschwindigkeit, auf die das Gemisch 2 im Vorbeschleunigungstrichter 102 beschleunigbar ist, gezielt zu kontrollieren. Das ist beispielsweise mit der in Fig. 3 dargestellten weiteren Ausführungsvariante einer erfindungsgemässen Schubzentrifuge 1 besonders vorteilhaft erreichbar. Bei der Ausführungsvariante gemäss Fig. 3 ist der Vorbeschleunigungstrichter 102 so ausgestaltet und angeordnet, dass der Vorbeschleunigungstrichter 102 mittels eines Drehantriebs 122 um eine Rotationsachse 112 mit einer vorgebbaren Drehzahl, unabhängig von der Drehzahl der Siebtrommel 6, rotierbar ist. Die Rotationsachse 112 kann dabei wie in Fig. 3 exemplarisch dargestellt zum Beispiel innerhalb der Schubstange P angeordnet sein. Dabei können geeignete, hier nicht dargestellte Mittel vorgesehen sein, um den Antrieb 12 beispielsweise in Abhängigkeit von dem

zu verarbeitenden Gemisch 2 oder in Abhängigkeit von geeigneten Betriebsparametern der Schubzentrifuge 1 zu steuern und / oder zu regeln.

[0070] Bei dem in Fig. 3 schematisch dargestellten Ausführungsbeispiel ist am Gemischverteiler 7 kein Einlauftrichter 101 vorgesehen, so dass das Gemisch 2 aus der Einspeiseeinrichtung 9 unmittelbar in den Vorbeschleunigungstrichter 102 einbringbar ist. Selbstverständlich kann auch in einem anderen Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 3 zusätzlich ein Einlauftrichter 101 vorgesehen sein, der darüber hinaus mittels einer separaten Antriebs 121 um eine Antriebsachse 111 mit einer vorgebbaren Drehzahl antreibbar sein kann. Darüber hinaus kann ein Spritzschutz 91, der auf Stützen 911 an der Schubbodenvorrichtung 8 befestigt sein kann und in welchen die Einspeiseeinrichtung 9 mündet, auch fehlen.

[0071] Bevorzugt, aber nicht notwendig, kann dabei der Vorbeschleunigungstrichter 102 beispielsweise in einer Richtung der Oszillationsbewegung mit einer anderen Drehgeschwindigkeit rotieren, als bei der entgegengesetzten Oszillationsbewegung. So kann beispielsweise beim Verschieben des Feststoffkuchens 3 die Rotationsfrequenz des Vorbeschleunigungstrichters 102 so gewählt werden, dass der Vorbeschleunigungstrichter 102 synchron mit der äusseren Siebtrommel 6 rotiert, so dass zwischen dem äusseren Ringbereich 81 und dem Feststoffkuchen 3, der auf der Umfangsfläche 62 der Siebtrommel 6 abgelagert ist, beim Verschieben keine Relativbewegung bezüglich der Rotation um die Drehachse 5 vorliegt, während beim Rücklauf, also in der Phase der Oszillationsbewegung in der der Leerraum R mit neuem Gemisch 2 beschickt wird, der Vorbeschleunigungstrichter 102 zum Beispiel langsamer rotiert als die äussere Siebtrommel 6. Im übrigen kann die in Fig. 3 dargestellte Schubzentrifuge 1 selbstverständlich auch als mehrstufige Schubzentrifuge 1 ausgestaltet sein und auch als mehrstufige Schubzentrifuge, wie weiter unten noch näher beschrieben wird, analog betrieben werden.

[0072] Fig. 3a zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 3 mit einem als Blindboden 811 ausgestalteten äusseren Ringbereich 81, der synchron mit dem Vorbeschleunigungstrichter 102 oszilliert, und mit der gleichen Drehzahl wie die äussere Siebtrommel 6 rotiert, die im vorliegenden dargestellten Ausführungsbeispiel im allgemeinen verschieden von der Drehzahl des Vorbeschleunigungstrichters 102 ist. Dazu kann wie in Fig. 3a schematisch dargestellt der Blindboden 811 über mindestens eine Befestigungsstrebe 812 drehfest mit der äusseren Siebtrommel 6 verbunden sein, wobei die Befestigungsstrebe 812 bezüglich der nicht oszillierenden Siebtrommel 6 in Richtung der Drehachse frei beweglich ist, das heisst die Befestigungsstrebe 812 ist bezüglich der Oszillationsbewegung von der äusseren Siebtrommel 6 entkoppelt. Um zu gewährleisten, dass der Blindboden 811 mit dem Vorbeschleunigungstrichter 102 synchron oszillieren kann, wobei der

Blindboden 811 jedoch gleichzeitig von der Rotationsbewegung des Vorbeschleunigungstrichters 102 entkoppelt sein muss, ist die Befestigungsstrebe 812 über ein Schubelement 813, dass beispielsweise ringförmig die Drehachse 5 umfassen kann oder auch als einfache Stützstrebe 813 ausgebildet sein kann, mittels einer Entkopplungsbuchse 814 Schubfest mit der Schubstange P gekoppelt. Dabei kann die Entkopplungsbuchse 814 zur Entkopplung der Drehbewegung des Schubelements 813 von der Drehbewegung des Vorbeschleunigungstrichters 102 beispielsweise einen Kugellagermechanismus umfassen oder in anderer Weise geeignet zur Entkopplung der relativen Drehbewegungen ausgestaltet und angeordnet sein. Insbesondere kann die Entkopplungsbuchse 814 auch als in Fig. 3a nicht gezeigtes Entkopplungselement 814 ausgebildet sein, das beispielsweise geeignet zwischen Schubstange P und Schubbodenvorrichtung 8 angeordnet und ausgebildet sein kann.

[0073] Die Vorteile der Ausführungsvariante gemäss Fig. 3a liegen auf der Hand. Einerseits ist der Vorbeschleunigungstrichter 102 völlig unabhängig von der Drehzahl der äusseren Siebtrommel 6 mit einer auf das zu verarbeitende Gemisch 2 abstimmbaren Rotationsfrequenz antreibbar und andererseits rotiert der Blindboden 811, der den Feststoffkuchen 3 in axialer Richtung transportiert mit der gleichen Drehzahl wie die Siebtrommel 6, so dass zwischen Blindboden 811 und Siebtrommel 6 bezüglich der Rotation um die Drehachse 5 keine Relativbewegung stattfindet. Selbstverständlich kann auch in diesem Fall die Rotationsgeschwindigkeit beispielsweise in Abhängigkeit von einem momentanen Betriebszustand der Schubzentrifuge 1, wie oben bereits beschrieben, variierbar sein.

[0074] Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Schubzentrifuge 1, bei welcher der Einlauftrichter 101 als Vorfiltersieb 1011 zur Vorabscheidung von Flüssigphase 4 aus dem Gemisch 2 ausgebildet ist und um die Antriebsachse 111 mittels des Antriebs 121 mit einer vorgebbaren Drehzahl antreibbar ist. Ein wesentlicher Vorteil dieser Ausführungsvariante besteht dabei darin, dass ein Teil der Flüssigphase 4 bereits im Vorfiltersieb 1011 vom Gemisch 2 abtrennbar ist und das Gemisch 2 im Vorfiltersieb 1011 auf eine vorgebbare Rotationsgeschwindigkeit vorbeschleunigbar ist, so, dass das von der Einspeiseeinrichtung 9 eingebrachte Gemisch 2 vor Erreichen der Siebtrommel 6, bei einstufigen Schubzentrifugen 1, bzw. bei mehrstufigen Schubzentrifugen 1 vor Erreichen der Siebstufe 14, auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigbar ist. Dadurch muss nicht die gesamte Menge an Flüssigphase 4, die im Gemisch 2 enthalten ist, auf die volle Umfangsgeschwindigkeit der Siebtrommel 6 beschleunigt werden, da ein Teil der Flüssigphase 4 bereits über das Vorfiltersieb 1011 abgeschieden und aus Siebtrommel 6 bzw. aus der Siebstufe 14 abscheidbar ist. Somit sind auch Gemische 2 mit einem sehr hohen Gehalt an Flüssigphase 4 pro-

blemlos verarbeitbar. Insbesondere ist so auch bei einem hohem Gehalt an Flüssigphase 4 stets eine gleichmässige Verteilung des zu trocknenden Gemischs 2 über die Umfangsfläche 142 der Siebstufe 142 bzw. über die Umfangsfläche 62 der Siebtrommel 6 gewährleistet. So sind selbst bei sehr hohen Konzentrationen an Flüssigphase 4 im Gemisch 2 zusätzliche Einrichtungen zur Vorentwässerung, wie zum Beispiel statische Eindicker, Bogensiebe oder Hydrozyklone überflüssig. Dabei sind auch kleinste im Gemisch 2 enthaltene Partikel durch den Effekt der Vorfiltrierung viel effektiver vom Feststoffkuchen 3 abscheidbar.

[0075] Bevorzugt sind dabei, wie beispielhaft in Fig. 4 dargestellt, Auffangmittel 13 zur Sammlung und Ableitung der Flüssigphase 4 aus dem Vorfiltersieb 1011 vorgesehen.

[0076] Die Ableitung der Flüssigphase 4, die am Vorfiltersieb 1011 in das Auffangmittel 13 abgeschieden wurde, geschieht bevorzugt über eine Leitungseinrichtung 131, die z.B. eine geeignet ausgestaltete und in der Schubzentrifuge 1 geeignet angeordnete Rohrleitung 131 umfassen kann. Das Auffangmittel 13 weist dabei zur Durchführung der Leitungseinrichtung 131 in den Innenraum des Auffangmittels 13 eine, über eine der Einspeiseeinrichtung 9 zugewandten Seite verlaufende kreisscheibenförmige Öffnungsnut 132 auf, so dass die Rotationsbewegung des Vorfiltersiebs 1011 durch die Leitungseinrichtung 131 nicht behindert wird.

[0077] Dabei kann das Vorfiltersieb 1011 selbstverständlich auch als Zweistufensieb mit einem Grobsieb und einem Feinsieb ausgestaltet sein. Die erste Filterstufe bildet das Grobsieb, welches im Gemisch 2 enthaltene Partikel, die grösser sind als die Filteröffnungen des Grobsiebs zurückhält. Das Feinsieb hält entsprechend feinere Partikel zurück, während zumindest ein Teil der Flüssigphase 4, sowie sehr kleine Partikel, die ebenfalls entfernt werden müssen, aus der Siebstufe 14, bzw. aus der Siebtrommel 6 bei einstufigen Schubzentrifugen 1, direkt abführbar sind. Die Ausgestaltung des Vorfiltersiebs 1011 als Zweistufensieb hat insbesondere den Vorteil, dass das Feinsieb durch grosse und / oder schwere Partikel, die im einlaufenden Gemisch 2 enthalten sein können, mechanisch nicht so stark belastet wird, so dass das Feinsieb beispielsweise sehr kleine Poren zur Filterung von sehr kleinen Partikeln aufweisen kann und insbesondere auch aus mechanisch wenig widerstandsfähigen Materialien gefertigt sein kann.

[0078] In Fig. 5 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Schubzentrifuge 1 dargestellt, bei welcher der separat antreibbare Vorbeschleunigungstrichter 102 als Vorbeschleunigungssieb 1021 zur Vorabscheidung von Flüssigphase 4 aus dem Gemisch 2 ausgestaltet ist. Insbesondere ist das Vorbeschleunigungssieb 1021 hier als Zweistufensieb mit einem Grobsieb und einem Feinsieb ausgestaltet, was die zuvor bereits am Beispiel des Vorfiltersiebs 1011 ausführlich beschriebenen Vorteile mit sich bringt. Selbstver-

ständlich muss das Vorbeschleunigungssieb 1021 nicht als Zweistufensieb ausgelegt sein.

[0079] Der Vorbeschleunigungstrichter 102 bzw. das Vorbeschleunigungssieb 1021 weist dabei in Bezug auf die Drehachse 5 einen Vorbeschleunigungswinkel β auf, der in Bezug auf die Drehachse 5 beispielsweise zwischen 0° und 45° liegen, im einzelnen zwischen 0° und 10° oder zwischen 10° und 45° , insbesondere zwischen 25° und 45° , bevorzugt zwischen 15° und 35° . Selbstverständlich ist es im speziellen auch möglich, dass der Wert des Öffnungswinkels α und / oder des Vorbeschleunigungswinkels β grösser als 45° ist. Dadurch ist im Vorbeschleunigungssieb 1021 die Fließgeschwindigkeit des Gemischs 2 im Vergleich zur Geschwindigkeit im freien Fall in Richtung zur Umfangsfläche 142 der Siebstufe 14 gezielt veränderbar, so dass das Gemisch 2 im Bereich des Vorbeschleunigungstrichters 102 bzw. des Vorbeschleunigungssiebs 1021 mit zunehmender Annäherung an den äusseren Ringbereich 81 sowohl in radialer Richtung als auch in Umfangsrichtung der Siebtrommel 6 allmählich beschleunigbar ist. Das heisst, das Gemisch 2 ist im Bereich des Vorbeschleunigungssiebs 1021 auf besonders schonende Weise nach und nach auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigbar, um dann bei Erreichen der Umfangsfläche 62 bzw. der Umfangsfläche 142 der Siebstufe 14, schliesslich die volle Rotationsgeschwindigkeit der Siebtrommel 6 zu erreichen.

[0080] Bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel einer mehrstufigen Schubzentrifuge 1 ist der Einlauftrichter 101 als Vorfiltersieb 1011 ausgestaltet und mittels einer oder mehrerer Befestigungsstützen 15 an der Siebtrommel 6 angeordnet. Die Befestigungsstützen 15 sind dabei bevorzugt in Form von geeignet geformten Speichen 15, dünnen Stangen 15 oder Rohren 15 ausgebildet, so dass im Betriebszustand der Feststoffkuchen 3 problemlos aus der Siebstufe 14 bzw. aus der Siebtrommel 6 entfernbar ist. Dabei ist mindestens eine der Befestigungsstützen 15 so ausgebildet und an einem äusseren Rand der Siebtrommel 6 angeordnet, dass die im Auffangmittel 13 gesammelte Flüssigphase 4 durch die Befestigungsstütze 15 in eine Sieböffnung 61 der Siebtrommel 6 beförderbar ist und durch die Sieböffnung 61 aus der Siebtrommel 6 abscheidbar ist. Dabei können selbstverständlich auch an der Befestigungsstütze 15 selbst an geeigneter Stelle Öffnungen zur Abführen von Flüssigphase 4 vorgesehen sein.

[0081] Selbstverständlich kann je nach Ausführungsform der erfindungsgemässen Schubzentrifuge 1 bzw. je nach Anforderung das Vorfiltersieb 1011 mittels einer oder mehrerer Befestigungsstützen 15 auch an einer Siebstufe 14 angeordnet sein oder sogar an mehreren Siebstufen 14 oder an einer Siebstufe 14 und an der Siebtrommel 6 angeordnet sein, wobei die entsprechenden Trommeln bevorzugt keine oszillatorische Relativbewegung gegeneinander ausführen.

[0082] Bevorzugt, aber nicht notwendig, kann dabei

der Vorbeschleunigungstrichter 102 bzw. das Vorbeschleunigungssieb 1021 beispielsweise in einer Richtung der Oszillationsbewegung der Siebstufe 14 mit einer anderen Drehgeschwindigkeit rotieren, als bei der entgegengesetzten Oszillationsbewegung der Siebstufe 14. So kann beispielsweise beim Verschieben des Feststoffkuchens 3 die Rotationsfrequenz des Vorbeschleunigungstrichters 102 so gewählt werden, dass der Vorbeschleunigungstrichter 102 synchron mit der Siebstufe 14 rotiert, so dass zwischen dem äusseren Ringbereich 81 und dem Feststoffkuchen 3, der auf der Umfangsfläche der Siebstufe 14 abgelagert ist, beim Verschieben keine Relativbewegung bezüglich der Rotation um die Drehachse 5 vorliegt, während beim Rücklauf, also in der Phase der Oszillationsbewegung in der der Leerraum R mit neuem Gemisch 2 beschickt wird, der Vorbeschleunigungstrichter 102 zum Beispiel langsamer rotiert als die Siebstufe 14.

[0083] In Fig. 5a ist schliesslich ein Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 5 mit einem Blindboden 811 schematisch dargestellt, wobei das Vorbeschleunigungssieb 1021 der Übersichtlichkeit halber nicht als Zweistufensieb dargestellt ist. Selbstverständlich kann auch hier sowohl das Vorbeschleunigungssieb 1021, als auch das Vorfiltersieb 1011 als Ein-, Zwei- oder Mehrstufensieb ausgestaltet sein.

[0084] Das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 5a weist einen als Blindboden 811 ausgestalteten äusseren Ringbereich 81 auf, der synchron mit der äusseren Siebtrommel 6 rotiert, jedoch vom Vorbeschleunigungstrichter 102 bezüglich der Rotationsbewegung entkoppelt ist, so dass der Vorbeschleunigungstrichter 102 bzw. das Vorbeschleunigungssieb 1021 mit einer anderen Drehzahl als der Blindboden 811 um die Drehachse 5 rotierbar ist. Dazu kann, wie in Fig. 5a schematisch dargestellt, der Blindboden 811 über mindestens eine Befestigungsstrebe 812 drehfest mit der äusseren Siebtrommel 6 verbunden sein, wobei die Befestigungsstrebe 812 durch eine geeignet platzierte Öffnung 143 in der Siebstufe 14 geführt ist, so dass die Befestigungsstrebe 812 von der Oszillationsbewegung der Siebstufe 14 entkoppelt ist. Selbstverständlich ist das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 5a auch auf höherstufige als zweistufige Schubzentrifugen 1 analog übertragbar.

[0085] Die Vorteile der Ausführungsvariante gemäss Fig. 5a liegen auf der Hand. Einerseits ist der Vorbeschleunigungstrichter 102 völlig unabhängig von der Drehzahl der äusseren Siebtrommel 6 mit einer auf das zu verarbeitende Gemisch 2 abstimmbaren Rotationsfrequenz antreibbar und andererseits rotiert der Blindboden 811, der den Feststoffkuchen 3 in axialer Richtung transportiert mit der gleichen Drehzahl wie die Siebtrommel 6 bzw. die Siebstufe 14, so dass zwischen Blindboden 811 und Siebstufe 14 bezüglich der Rotation um die Drehachse 5 keine Relativbewegung stattfindet. Selbstverständlich kann auch in diesem Fall die Rotationsgeschwindigkeit beispielsweise in Abhängigkeit von einem momentanen Betriebszustand der Schubzentrifuge 1, wie oben bereits beschrieben, variierbar sein.

fuge 1, wie oben bereits beschrieben, variierbar sein.

[0086] Es versteht sich von selbst, dass die zuvor erläuterten und in den Abbildungen schematisch dargestellten Ausführungsvarianten auch beliebig miteinander zu weiteren Ausführungsbeispielen kombinierbar sind, um speziellen Anforderungen in der Praxis gerecht zu werden.

[0087] Durch den Einsatz der erfindungsgemässen Schubzentrifuge, die ein- oder mehrstufig ausgeführt sein kann, kann das eingebrachte Gemisch im Einlauftrichter und / oder im Vorbeschleunigungstrichter auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit vorbeschleunigt werden, so dass das Gemisch beim Auftreffen auf die Siebtrommel oder die Siebstufe nicht in kürzester Zeit von einer Umfangsgeschwindigkeit Nahe bei Null auf die volle Umfangsgeschwindigkeit der Siebtrommel beschleunigt wird. Dadurch ist unter anderem Kornbruch vermeidbar, so dass insbesondere auch Substanzen, die besonders empfindlich auf abrupte Änderungen einer Zentrifugal- oder Radialbeschleunigung reagieren, unter Einhaltung höchster Qualitätsansprüche verarbeitet werden.

[0088] Dadurch, dass sowohl der Einlauftrichter als auch der Vorbeschleunigungstrichter als Siebe zur Vorabscheidung von Flüssigphase ausgestaltet sein können, können darüberhinaus insbesondere auch sehr niedrigere Einlaufkonzentrationen verarbeitet werden, die beispielsweise 50% oder 70% oder 80% oder gar mehr als 90% Anteil an Flüssigphase entsprechen, da ein erheblicher Teil der im Gemisch enthaltenen Flüssigphase bereits im Vorfiltersieb und / oder im Vorbeschleunigungssieb abtrennbar ist. Insbesondere durch den kombinierten Einsatz von Vorfiltersieb und Vorbeschleunigungssieb ist es möglich, Gemische mit fast beliebig grossem Flüssigkeitsgehalt zu verarbeiten, ohne dass das Gemisch in aufwendigen Verfahren voreingedickt werden muss. So ist auch bei extrem hohem Flüssigkeitsgehalt stets gewährleistet, dass eine gleichmässige Verteilung des zu trocknenden Gemischs über die innere Umfangsfläche der inneren Siebstufe bzw. der äusseren Siebtrommel erfolgt. Damit werden sehr schädliche Vibrationen der Siebtrommel und damit der vorzeitige Verschleiss von Lagern und Antrieb verhindert und Sicherheitsproblemen im Betrieb wird wirksam vorgebeugt. Darüber hinaus werden Probleme beim Waschen des Feststoffkuchens durch dessen ungleichmässige Verteilung über die Umfangsfläche der Siebtrommel weitestgehend vermieden. Der Einsatz von sowohl verfahrenstechnisch als auch apparativ sehr aufwendiger Vorentwässerungssysteme wird ebenfalls vermieden, was selbstverständlich zu erheblichen Kostenersparnissen im Betrieb führt.

[0089] Bei Einsatz der zuvor erwähnten Filtersysteme muss auch nicht mehr die gesamte Menge an Flüssigphase, die mit dem Gemisch zugeführt wird, auf die volle Umfangsgeschwindigkeit der Siebtrommel beschleunigt werden. Das ist insbesondere mit Blick auf den Energieverbrauch der erfindungsgemässen Schubzentrifuge 1, wie oben bereits beschrieben, variierbar sein.

fuge äusserst günstig und beeinflusst darüber hinaus das Betriebsverhalten der Zentrifuge insgesamt deutlich positiv.

[0090] Durch entsprechende unterschiedliche Ausgestaltungen der verschiedenen Filterflächen und insbesondere durch den Einsatz des Vorbeschleunigungstrichters und / oder des Einlauftrichters mit eigenem Antrieb ist es möglich, auch mechanisch sehr empfindliche Gemische, selbst bei hohen Drehzahlen der Siebtrommel unter Einhaltung höchster Qualitätsstandards zu verarbeiten.

Patentansprüche

1. Schubzentrifuge zur Trennung eines Gemischs (2) in einen Feststoffkuchen (3) und in eine Flüssigphase (4), umfassend, eine um eine Drehachse (5) rotierbare äussere Siebtrommel (6), einen in der Siebtrommel (6) angeordneten Gemischverteiler (7) mit einer Schubbodenvorrichtung (8) und einer Einspeiseeinrichtung (9), wobei die Schubbodenvorrichtung (8) so angeordnet und ausgestaltet ist, dass der Feststoffkuchen (3) mittels der Schubbodenvorrichtung (8) verschiebbar ist, und mit der Einspeiseeinrichtung (9) das Gemisch (2) über den Gemischverteiler (7) in einen Leerraum (R) einbringbar ist, der beim Verschieben des Feststoffkuchens (3) durch die Schubbodenvorrichtung (8) entsteht, wobei der Gemischverteiler (7) mindestens einen Trichter (10) zur Vorbeschleunigung des Gemischs (2) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trichter (10) um eine Antriebsachse (11) drehbar angeordnet und mittels eines Antriebs (12) mit einer vorgebbaren Drehzahl um die Antriebsachse (11) rotierbar ist.
2. Schubzentrifuge nach Anspruch 1, wobei der Gemischverteiler (7) einen Einlauftrichter (101) zur Vorbeschleunigung des Gemischs (2) umfasst, der sich unter einem im wesentlichen konstanten Öffnungswinkel (α) konisch erweiternd in Richtung zur Schubbodenvorrichtung (8) hin erstreckt.
3. Schubzentrifuge nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Einlauftrichter (101) einen gekrümmten Verlauf hat und sich der Öffnungswinkel (α) des Einlauftrichters (101) in Richtung zur Schubbodenvorrichtung (8) hin vergrössert.
4. Schubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Einlauftrichter (101) einen gekrümmten Verlauf hat und sich der Öffnungswinkel (α) des Einlauftrichters (101) in Richtung zur Schubbodenvorrichtung (8) hin verkleinert.
5. Schubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Gemischverteiler (7) einen

Vorbeschleunigungstrichter (102) umfasst, der sich unter einem im wesentlichen konstanten Vorbeschleunigungswinkel (β) konisch erweiternd in Richtung zur Einspeiseeinrichtung (9) hin erstreckt.

6. Schubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Vorbeschleunigungstrichter (102) einen gekrümmten Verlauf hat und sich der Vorbeschleunigungswinkel (β) des Vorbeschleunigungstrichters (102) in Richtung zur Einspeiseeinrichtung (9) hin vergrössert.
7. Schubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Vorbeschleunigungstrichter (102) einen gekrümmten Verlauf hat und sich der Vorbeschleunigungswinkel (β) des Vorbeschleunigungstrichters (102) in Richtung zur Einspeiseeinrichtung (9) hin verkleinert.
8. Schubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Einlauftrichter (101) um eine Antriebsachse (111) drehbar angeordnet ist und mittels eines Antriebs (121) mit einer vorgebbaren Drehzahl um die Antriebsachse (111) rotierbar ist.
9. Schubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Vorbeschleunigungstrichter (102) so ausgestaltet und angeordnet ist, dass der Vorbeschleunigungstrichter (102) mittels eines Drehantriebs (122) um eine Rotationsachse (112) mit einer vorgebbaren Drehzahl rotierbar ist.
10. Schubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Einlauftrichter (101) als Vorfiltersieb (1011) zur Vorabscheidung von Flüssigphase (4) aus dem Gemisch (2) ausgebildet ist.
11. Schubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Vorbeschleunigungstrichter (102) als Vorbeschleunigungssieb (1021) zur Vorabscheidung von Flüssigphase (4) aus dem Gemisch (2) ausgestaltet ist.
12. Schubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Vorfiltersieb (1011) und / oder das Vorbeschleunigungssieb (1021) als Zweistufensieb mit einem Grobsieb und einem Feinsieb ausgestaltet ist.
13. Schubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei Auffangmittel (13) zur Sammlung und Ableitung der Flüssigphase (4) aus dem Vorfiltersieb (1011) und / oder aus dem Vorbeschleunigungssieb (1021) vorgesehen sind.
14. Schubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Vorfiltersieb (1011) an einer Siebstufe (14) und / oder an der Siebtrommel (6)

angeordnet ist.

5

10

15

20

25

30

35

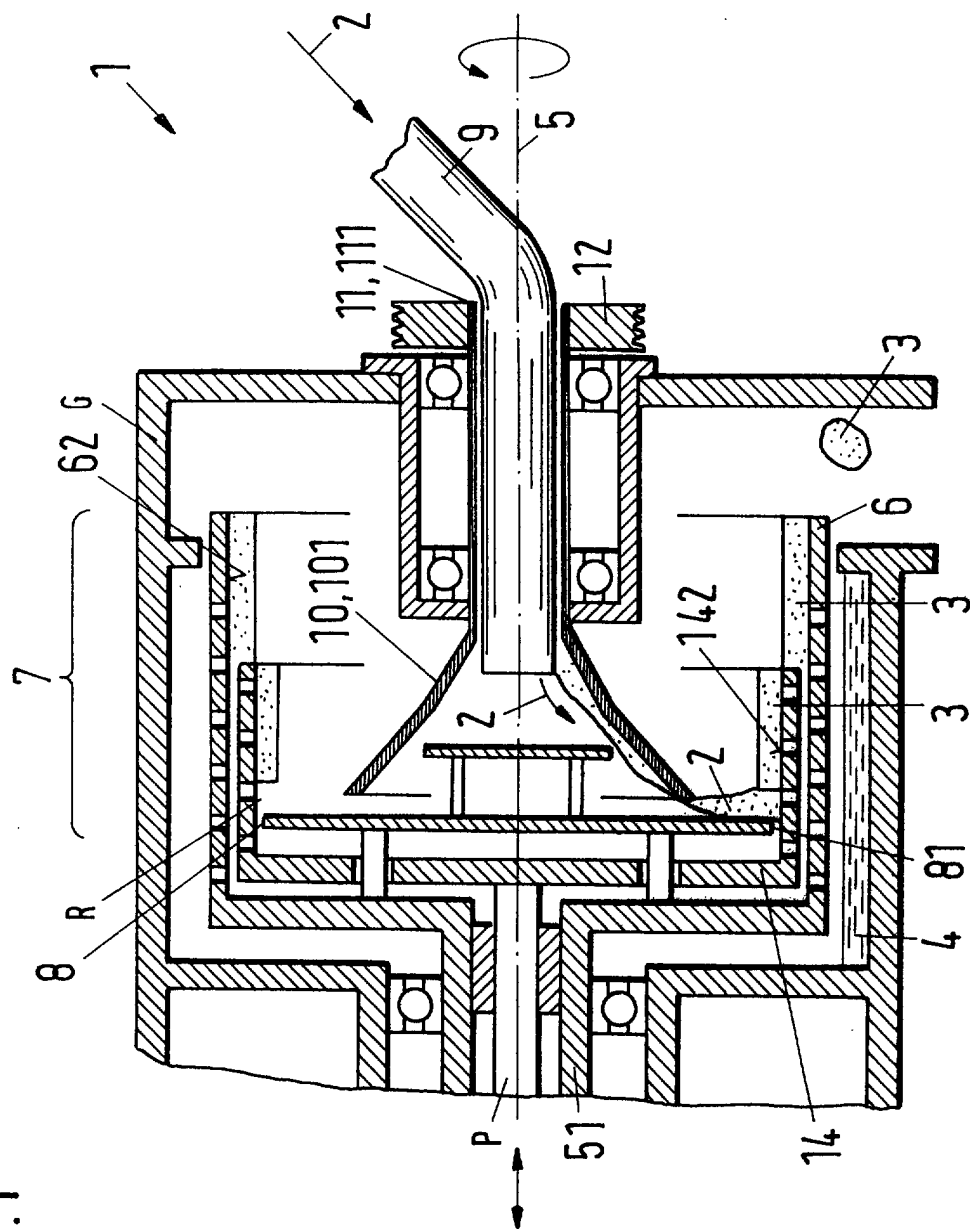
40

45

50

55

Fig.1



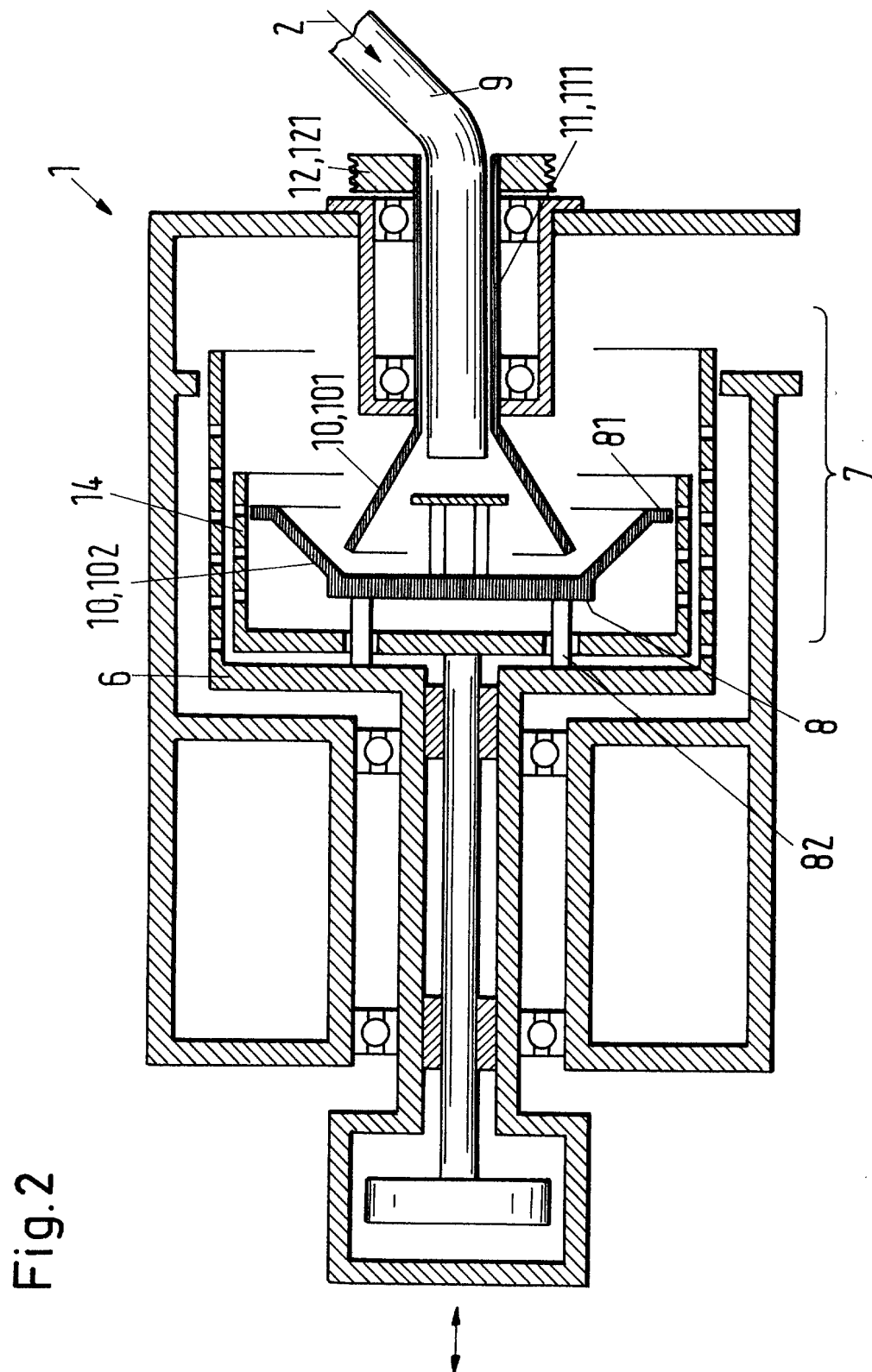


Fig.2a

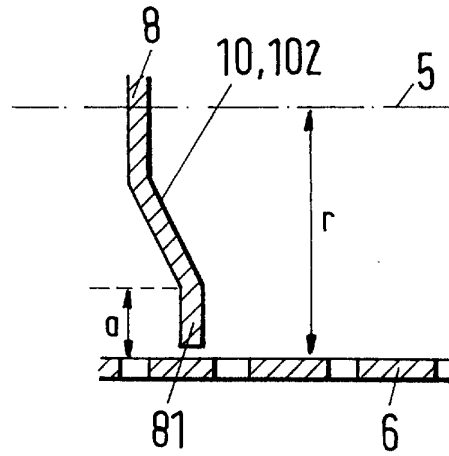


Fig.2b

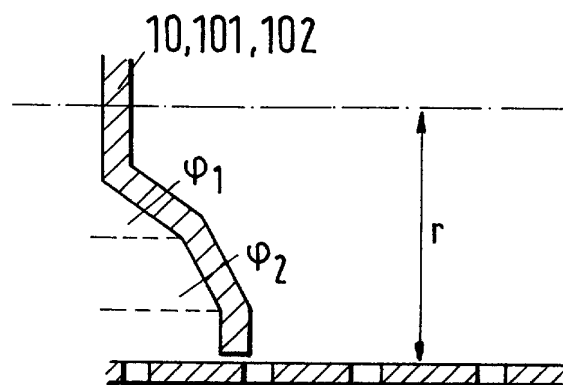
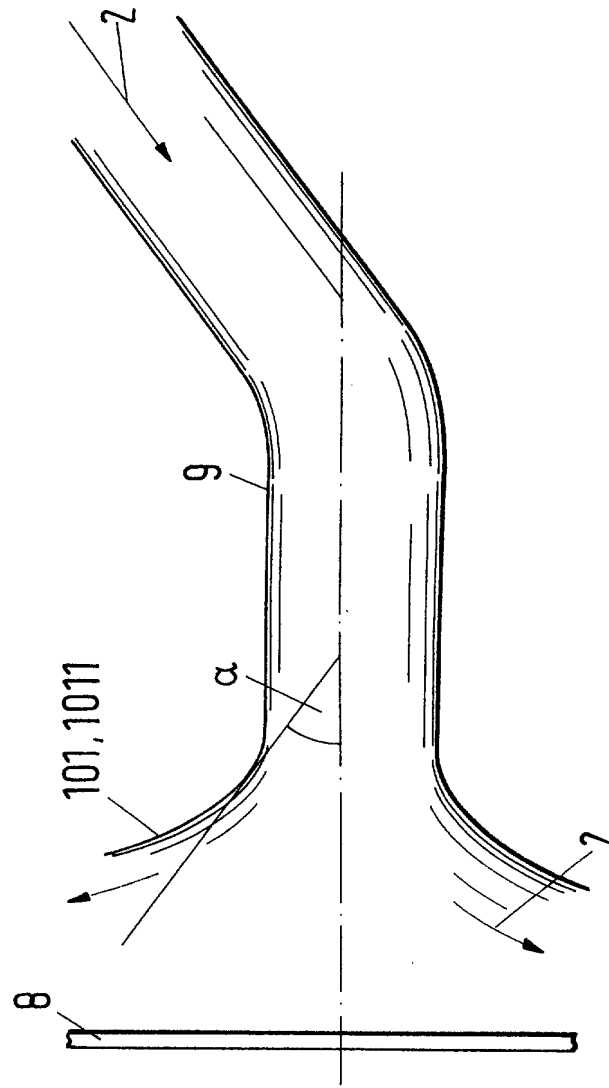
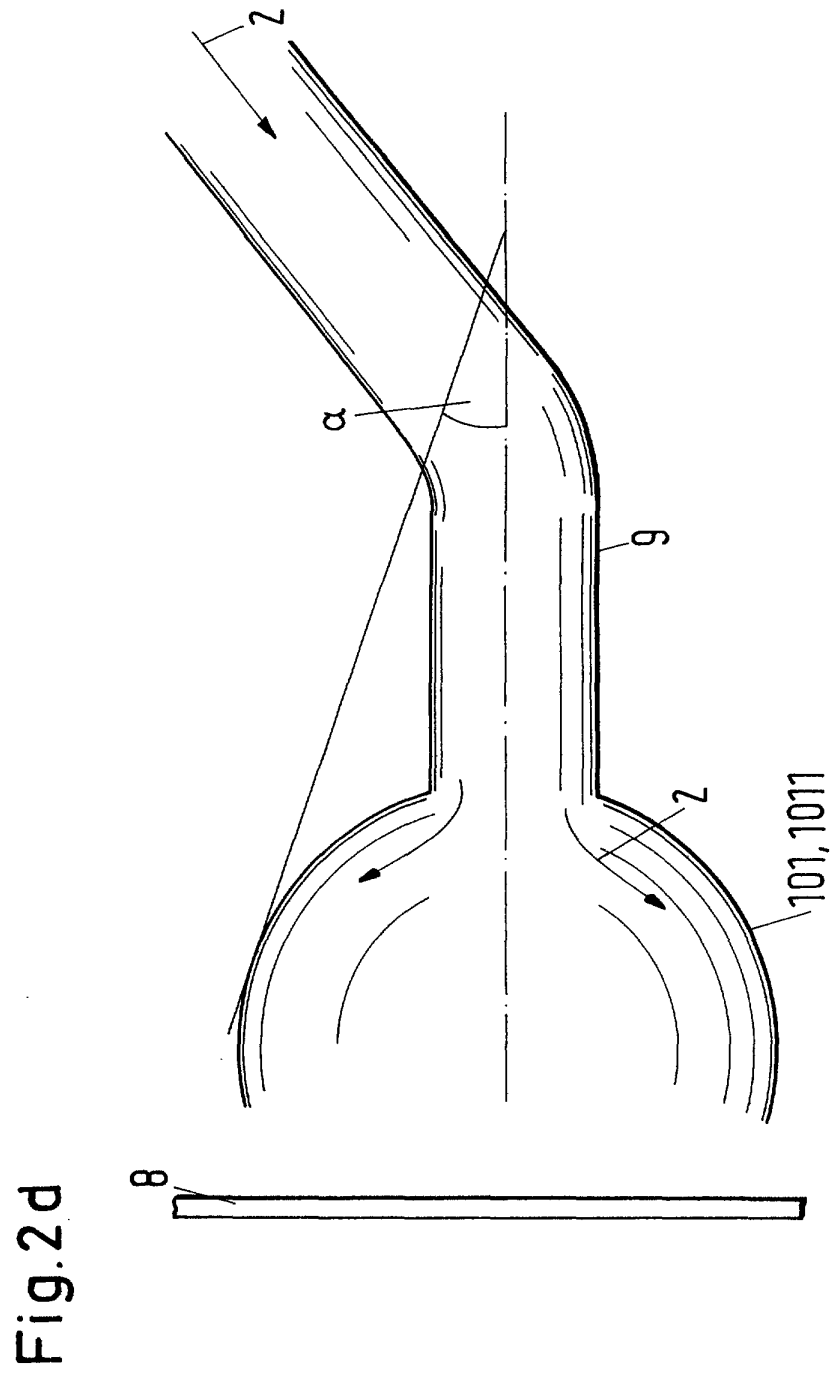
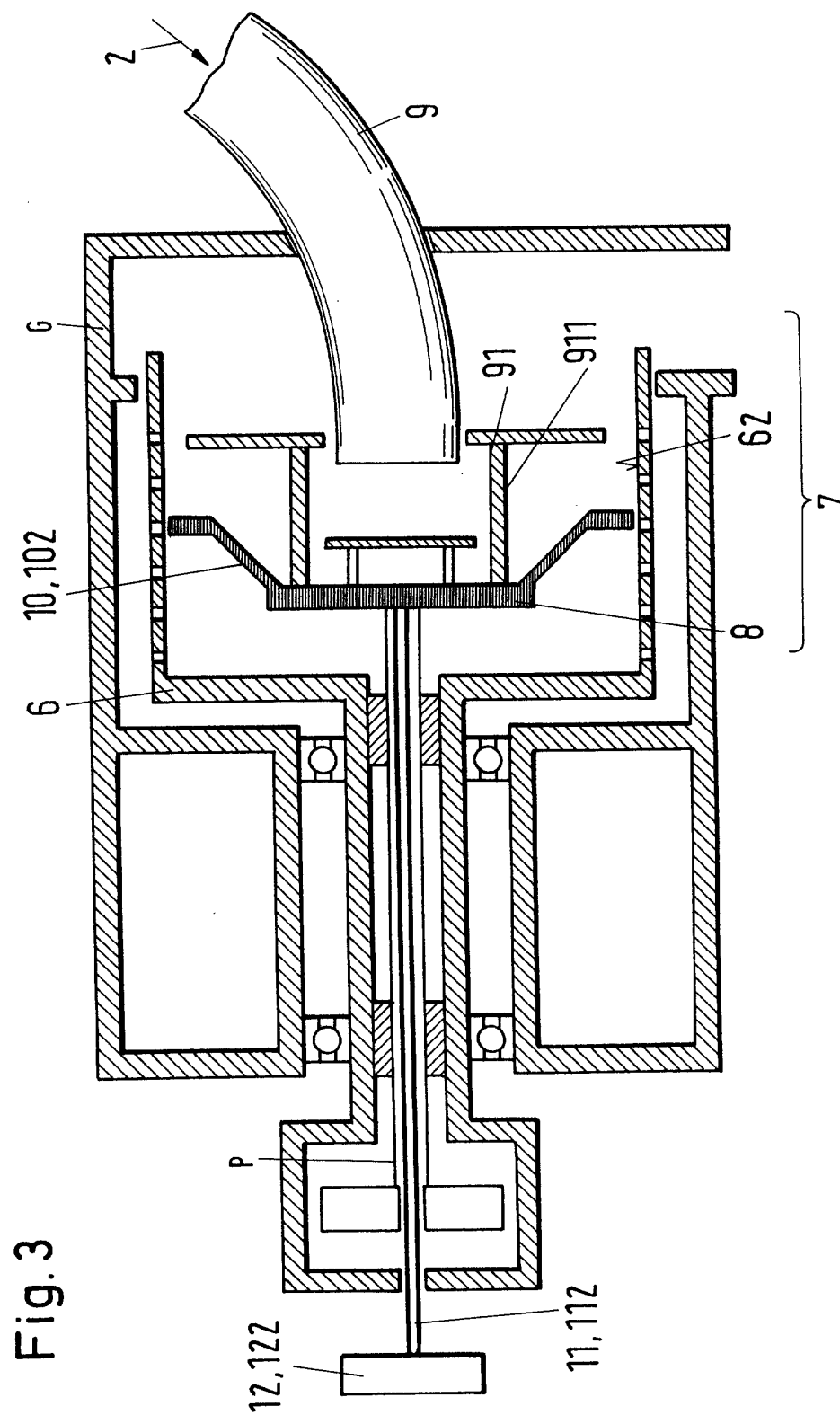


Fig. 2c







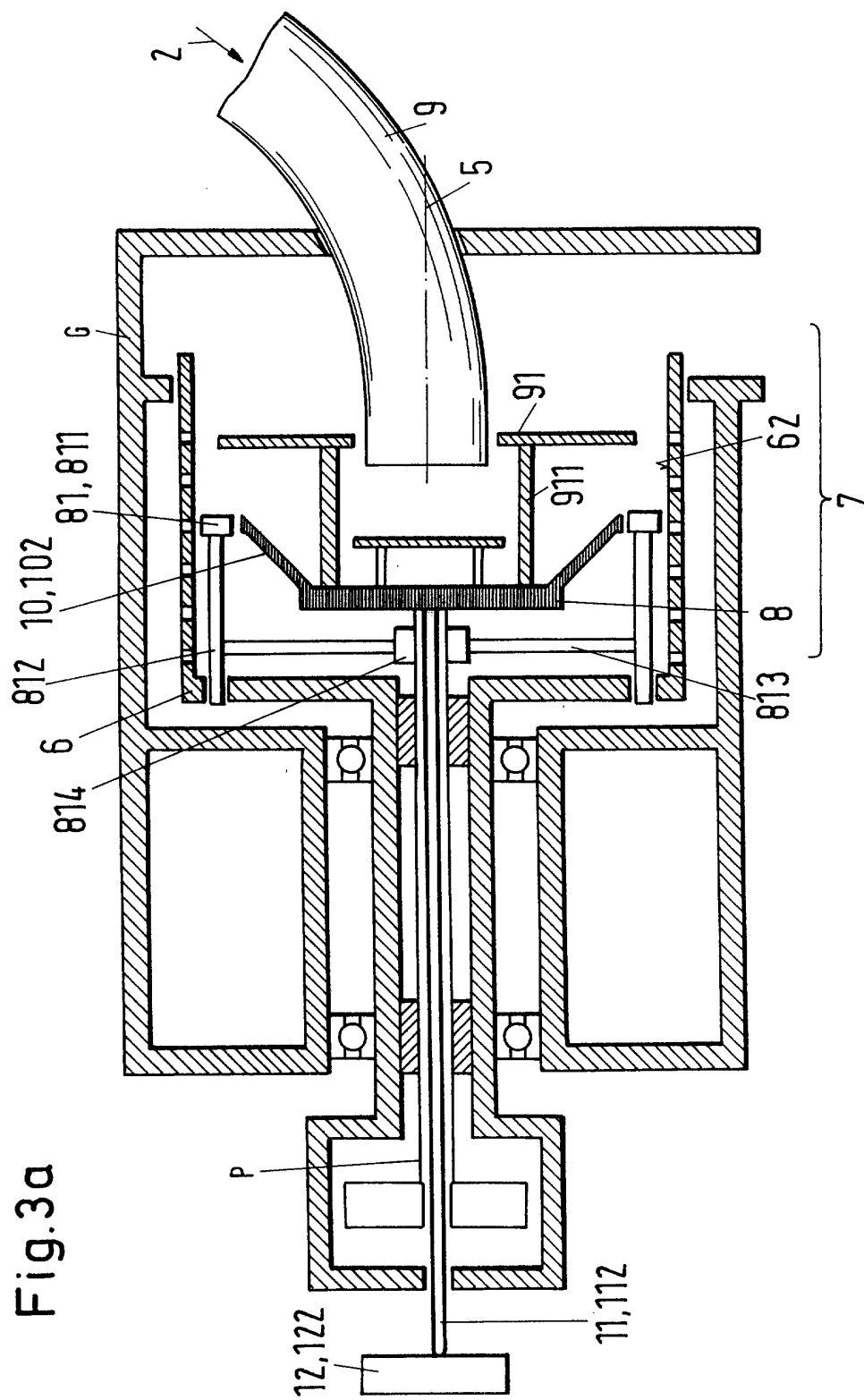


Fig. 4

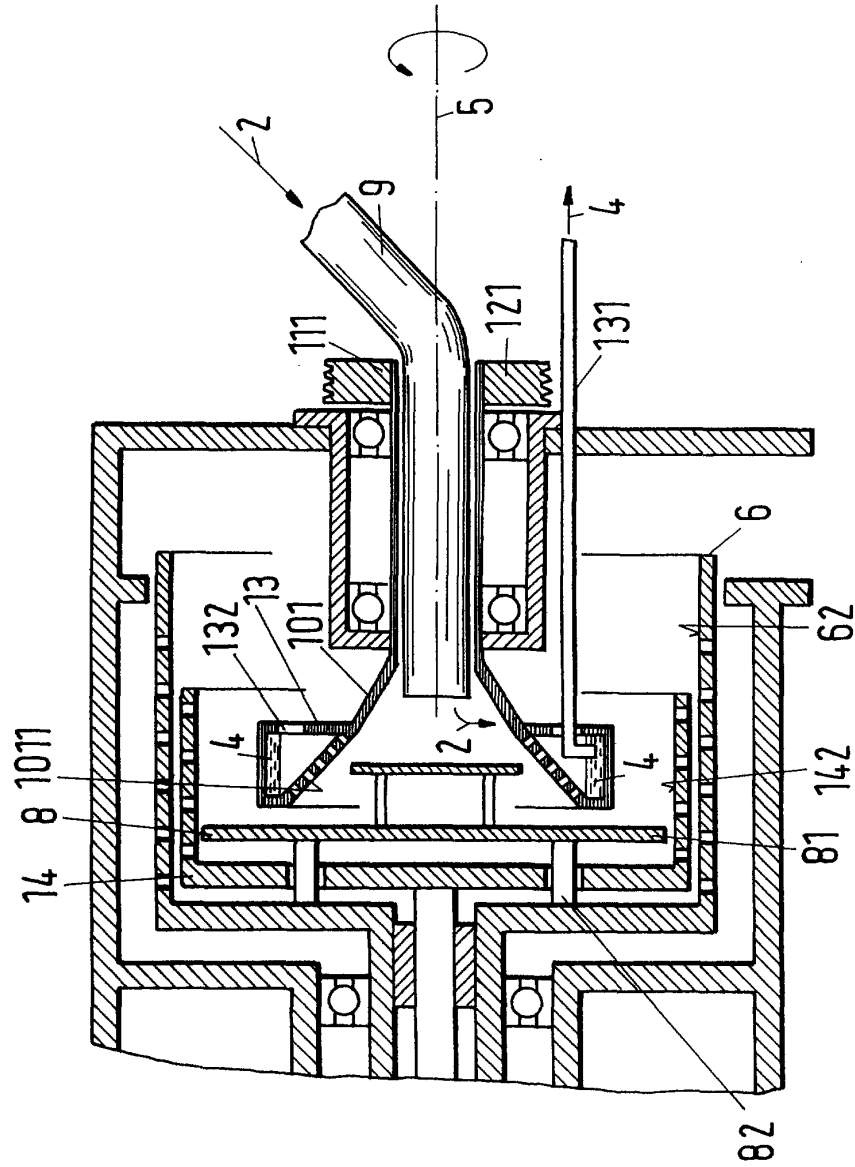
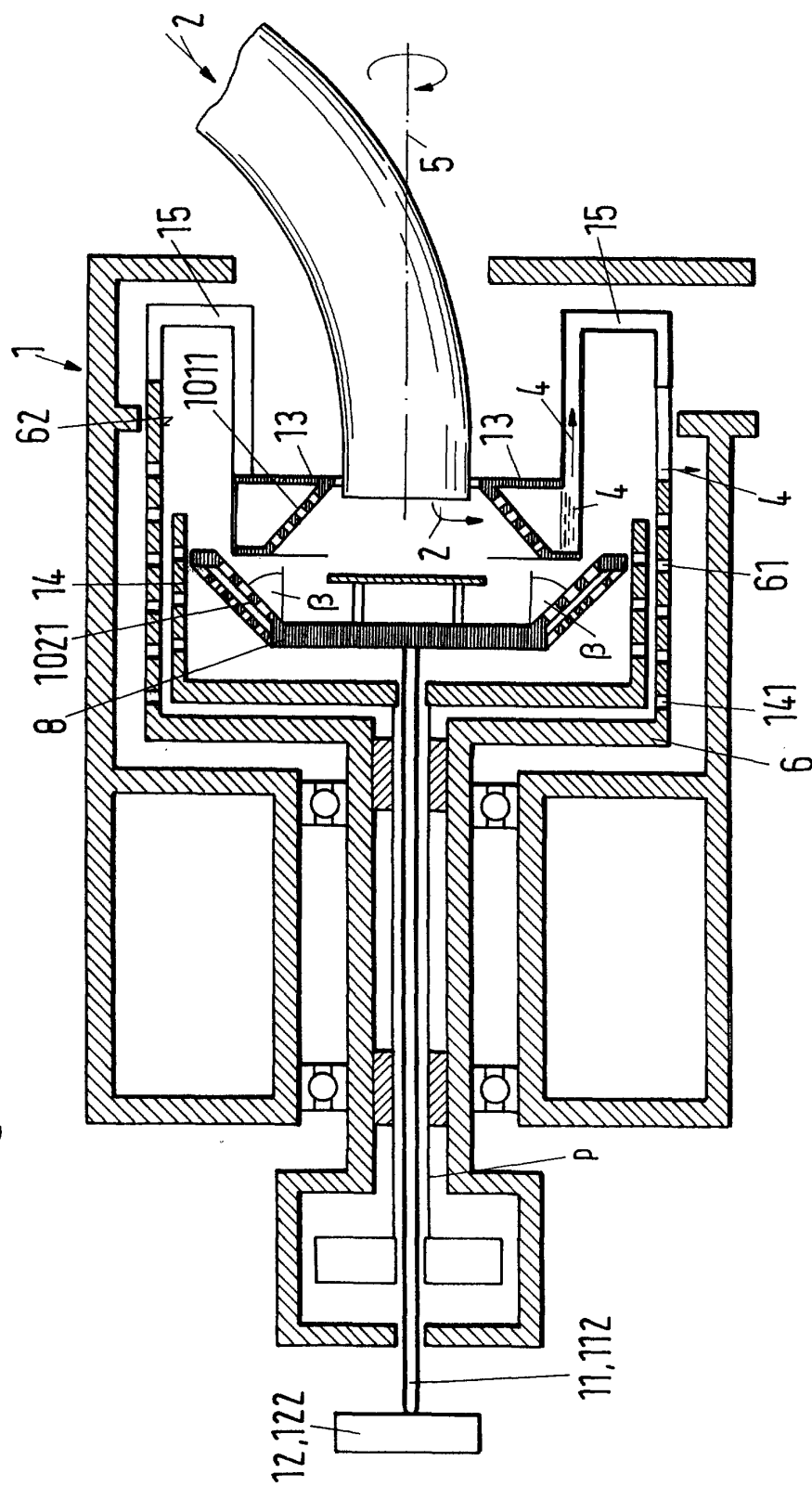
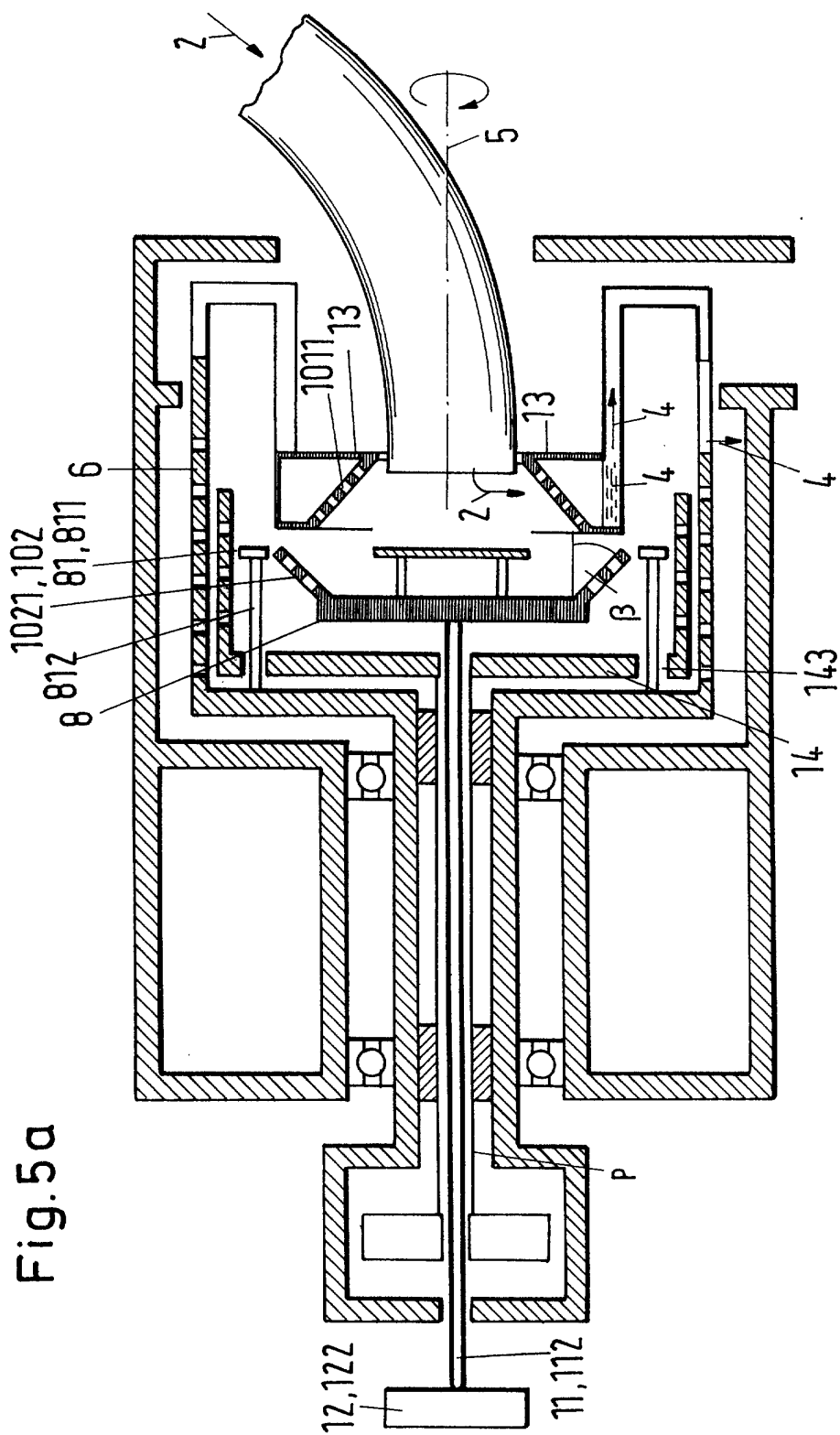


Fig. 5







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 40 5167

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 689 951 C (E H GUSTAV TER MEER DR ING DR) 11. April 1940 (1940-04-11)	1,2,8	B04B3/02
Y	* Seite 2, Zeile 15 - Zeile 27 * * Seite 2, Zeile 79 - Zeile 83 * * Seite 2, Zeile 117 - Seite 3, Zeile 7 * * Abbildungen 1,2 *	5,9	
Y	----- GB 1 518 239 A (DIEDRICH & CIE DE) 19. Juli 1978 (1978-07-19) * Seite 1, Zeile 87 - Seite 2, Zeile 6 *	5,9	
X	----- US 3 463 316 A (FIERSTINE BURTON A) 26. August 1969 (1969-08-26) * Spalte 2, Zeile 38 - Zeile 51 * * Abbildung 1 *	1,2	
X	----- DE 10 65 333 B (FERRUM AG) 10. September 1959 (1959-09-10) * Spalte 3, Zeile 38 - Zeile 42 * * Abbildung 1 *	1,2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. Juli 2004	Prüfer Redelsperger, C
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus 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 04 40 5167

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.

07-07-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 689951	C	11-04-1940	FR 846131 A 11-09-1939
GB 1518239	A	19-07-1978	FR 2334420 A1 08-07-1977
			CH 598869 A5 12-05-1978
			DE 2656271 A1 07-07-1977
			IT 1069397 B 25-03-1985
US 3463316	A	26-08-1969	KEINE
DE 1065333	B		KEINE

EPO FORM P0461

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