

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 468 741 A1

(12)

### EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
20.10.2004 Patentblatt 2004/43

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

(21) Anmeldenummer: 04405164.7

(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 03405272

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

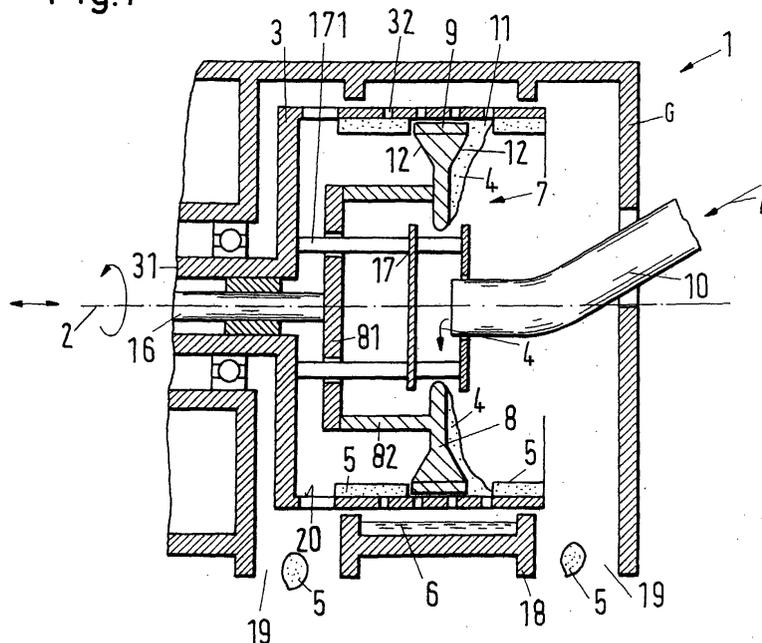
(71) Anmelder: Ferrum AG  
CH-5102 Ruppenswil (CH)

#### (54) Doppelschubzentrifuge

(57) Die Erfindung betrifft eine Doppelschubzentrifuge (1) umfassend, eine um eine Drehachse (2) rotierbare Siebtrommel (3) zur Trennung eines Gemischs (4) in einen Feststoffkuchen (5) und eine Flüssigphase (6), sowie einen in der Siebtrommel (3) angeordneten Gemischverteiler (7) mit einer Schubbodenvorrichtung (8), die entlang der Drehachse (2) hin- und herbewegbar angeordnet ist, so dass der Feststoffkuchen (5) wechselseitig mit einem äusseren Ringbereich (9) verschiebbar ist. Weiter umfasst die Doppelschubzentrifuge (1) eine Einspeiseeinrichtung (10), mit welcher das Gemisch (4)

über den Gemischverteiler (7) in einen Leerraum (11) einbringbar ist, der angrenzend an den äusseren Ringbereich (9) beim Verschieben des Feststoffkuchens (5) durch die Schubbodenvorrichtung (8) entsteht. Dabei weist die Schubbodenvorrichtung (8) beidseitig Beschleunigungsflächen (12) auf, die bezüglich der radialen Richtung unter einem vorgebbaren Neigungswinkel ( $\gamma$ ) geneigt sind, so dass das durch die Einspeiseeinrichtung (10) eingebrachte Gemisch (4) vor Erreichen der Siebtrommel (3) auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigbar ist

Fig.1



EP 1 468 741 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Doppelschubzentrifuge 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 angeordneten, der 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]** Bei den bekannten Doppelschubzentrifugen gelangt das Gemisch üblicherweise über ein stehendes

Einlaufrohr und einen Gemischverteiler in die Mitte der Zentrifugentrommel, wobei der Gemischverteiler mit der Zentrifugentrommel synchron rotiert. Durch einen in der Mitte der Zentrifugentrommel angeordneten Schubboden, der entlang der Längsachse der Zentrifugentrommel oszilliert und mit dem Gemischverteiler wirkfest verbunden sein kann, ist das Gemisch im Zusammenspiel mit dem Gemischverteiler, abwechslungsweise der vorderen oder hinteren Trommelhälfte zuführbar. Dadurch sind zwei Einlaufzonen vorhanden, so dass pro Zeiteinheit entsprechend grössere Mengen an Gemisch verarbeitet werden können. Der Feststoffkuchen wird dabei durch den Schubboden zum jeweiligen Ende der Trommel transportiert und über eine Auffangrinne ausgetragen.

**[0005]** Eine bekannte Doppelschubzentrifuge, die nach dem zuvor geschilderten Prinzip arbeitet, ist beispielsweise in der EP 0 635 309 B1 eingehend beschrieben. Die Vorteile gegenüber konventionellen ein- oder mehrstufigen Schubzentrifugen liegen auf der Hand. Unter anderem ist hier die doppelte Einlaufzone zu nennen, wodurch ein deutlich erhöhtes Flüssigkeitsschluckvermögen erreicht wird, so dass Gemische mit niedrigeren Einlaufkonzentrationen, d.h. mit höherem Flüssigkeitsgehalt verarbeitet werden können, wobei gleichzeitig höhere Gesamtzulaufmengen an Gemisch verarbeitbar sind. Darüber hinaus resultiert bei gleicher Hubzahl ein doppeltes Feststoff-Fördervermögen und damit eine spezifisch geringere Transportarbeit. Dabei entspricht der Platzbedarf derjenigen normaler Schubzentrifugen gleicher Baugrösse.

**[0006]** Typische Einsatzbereiche für Doppelschubzentrifugen sind unter anderem gut entwässerbare Produkte, wie zum Beispiel Meersalz, wo insbesondere die doppelte Ausnützung der Schubbewegung voll zum Tragen kommt. Ein weiteres typisches Anwendungsgebiet sind schlecht filtrierbare Produkte oder Gemische mit niedrigen Einlaufkonzentrationen (also mit hohem Flüssigkeitsgehalt). Hier wirkt sich das im Vergleich zu gewöhnlichen Schubzentrifugen höhere Flüssigkeitsschluckvermögen besonders positiv aus. Es können kleinere Einlaufkonzentrationen oder höhere Suspensionsmengen verarbeitet werden, ohne dass es zum Schwemmen kommt.

**[0007]** Allerdings weisen die bekannten Schubzentrifugen auch verschiedene gravierende Nachteile auf. Auch wenn mit den bekannten Doppelschubzentrifugen niedrigere Einlaufkonzentrationen verarbeitet werden können als mit gewöhnlichen ein- oder mehrstufigen 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 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 zu-

nehmend 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.

**[0008]** 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 abschieden werden sollen. Das ist energetisch äusserst ungünstig und beeinflusst das Betriebsverhalten der Zentrifuge deutlich negativ.

**[0009]** Aber selbst bei der Verarbeitung von Gemischen mit deutlich höherer Feststoffkonzentration zeigen die aus dem Stand der Technik bekannten Zentrifugen 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.

**[0010]** Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine verbesserte Doppelschubzentrifuge vorzuschlagen, die die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile weitgehend vermeidet.

**[0011]** Die diese Aufgaben lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gekennzeichnet.

**[0012]** Die jeweiligen abhängigen Ansprüche beziehen sich auf besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

**[0013]** Die erfindungsgemässe Doppelschubzentrifuge umfasst eine um eine Drehachse rotierbare Siebtrommel zur Trennung eines Gemischs in einen Feststoffkuchen und eine Flüssigphase, sowie einen in der Siebtrommel angeordneten Gemischverteiler mit einer Schubbodenvorrichtung, die entlang der Drehachse hin- und herbewegbar angeordnet ist, so dass der Fest-

stoffkuchen wechselseitig mit einem äusseren Ringbereich verschiebbar ist. Weiter umfasst die Doppelschubzentrifuge eine Einspeiseeinrichtung, mit welcher das Gemisch über den Gemischverteiler in einen Leerraum einbringbar ist, der angrenzend an den äusseren Ringbereich beim Verschieben des Feststoffkuchens durch die Schubbodenvorrichtung entsteht. Dabei weist die Schubbodenvorrichtung beidseitig Beschleunigungsflächen auf, die bezüglich der radialen Richtung unter einem vorgebbaren Neigungswinkel geneigt sind, so dass das durch die Einspeiseeinrichtung eingebrachte Gemisch vor Erreichen der Siebtrommel auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigbar ist.

**[0014]** Dadurch, dass die Schubbodenvorrichtung gegen die radiale Richtung geneigte Beschleunigungsflächen aufweist, trifft ein durch die Einspeiseeinrichtung in den Gemischverteiler eingebrachtes Gemisch nicht unmittelbar auf die Siebtrommel. Vielmehr wird das einlaufende Gemisch auf die Beschleunigungsflächen aufgebracht, die gegen die radiale Richtung geneigt sind. Dadurch wird eine verlangsamte Beschleunigung des neu eingebrachten Gemischs auf die Umfangsgeschwindigkeit der Siebtrommel erreicht, wodurch insbesondere Kornbruch und andere schädigende Einflüsse, wie sie beim abrupten Beschleunigen in den aus dem Stand der Technik bekannten Doppelschubzentrifugen auftreten, verhinderbar sind. Somit ist durch die erfindungsgemässe Doppelschubzentrifuge ein Zerbersten von im Gemisch enthaltenen Feststoffkörnern vermeidbar, weil der Beschleunigungsvorgang über den vorgebbaren Neigungswinkel der Beschleunigungsflächen kontrollierbar ist, d.h. dass die Beschleunigung selbst beispielweise durch eine geeignete Wahl des Neigungswinkels der Beschleunigungsfläche einstellbar ist. Dadurch kann die Qualität des produzierten Feststoffkuchens, insbesondere bei Produkten bei welchen beispielsweise die Partikelgrösse oder die Form der Körner im Endprodukt eine Rolle spielen, deutlich gesteigert werden. In ganz speziellen Fällen ist es sogar möglich, in ein und derselben Doppelschubzentrifuge in einem Arbeitsgang, d.h. im wesentlichen gleichzeitig, Produkte unterschiedlicher Qualität herzustellen, indem beispielsweise der Neigungswinkel der beidseitig an der Schubbodenvorrichtung angeordneten Beschleunigungsflächen unterschiedlich gewählt wird.

**[0015]** Die wesentlichen Komponenten sowie die grundlegende Funktionsweise einer Doppelschubzentrifuge sind aus dem Stand der Technik bekannt, so dass im folgenden vorrangig auf die erfindungswesentlichen Merkmale Bezug genommen werden kann.

**[0016]** Die erfindungsgemässe Doppelschubzentrifuge umfasst in an sich bekannter Weise eine um eine Drehachse über eine Trommelachse rotierbare Siebtrommel, die in einem Gehäuse untergebracht ist. Die Trommelachse steht mit einem Trommelantrieb in Wirkverbindung, so dass die Siebtrommel durch den Trommelantrieb in schnelle Rotation um die Drehachse versetzbar ist. Die Siebtrommel weist dabei Sieböffnungen

auf, durch die in bekannter Weise bei schneller Rotation Flüssigphase aus einem Gemisch, das auf eine innere Umfangsfläche der Siebtrommel aufgebracht wurde, durch die auftretenden Fliehkräfte nach aussen abführbar ist. Das auf die innere Umfangsfläche der Siebtrommel aufgebrachte Gemisch wird so durch die herrschenden sehr starken Fliehkräfte in einen Feststoffkuchen, der sich auf der inneren Umfangsfläche der Siebtrommel ablagert, und die Flüssigphase getrennt.

**[0017]** Insbesondere kann in einem für die Praxis besonders wichtigen Beispiel die Siebtrommel 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.

**[0018]** Innerhalb der Siebtrommel ist ein Gemischverteiler angeordnet, der es gestattet Gemisch auf die Umfangsfläche der Siebtrommel zu verteilen, wobei der Gemischverteiler eine Einlaufeinrichtung und eine Schubbodenvorrichtung mit Schubbodenplatte umfasst.

**[0019]** Das Gemisch gelangt im Betriebszustand über die Einspeiseeinrichtung in die Einlaufeinrichtung und ist in bekannter Weise aufgrund einer oszillatorischen Bewegung der Schubbodenvorrichtung abwechselungsweise der vorderen oder hinteren Hälfte der Siebtrommel zuführbar. Die Einlaufeinrichtung ist dabei in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel mit der Siebtrommel starr gekoppelt und rotiert daher synchron mit der Siebtrommel und dem Gemischverteiler. Die oszillatorische Bewegung vollführt jedoch nur der Gemischverteiler mit seinen Komponenten, d.h. mit der Schubbodenplatte, dem Verbindungselement, der Schubbodenvorrichtung und dem äusseren Ringbereich. Somit besteht im Betriebszustand eine oszillatorische Relativbewegung zwischen dem oszillierenden Gemischverteiler und der in axialer Richtung unbeweglichen Einlaufeinrichtung, so dass das Gemisch abwechselungsweise der vorderen oder hinteren Hälfte der Siebtrommel zuführbar ist.

**[0020]** Die Schubbodenvorrichtung, die in einer speziellen Ausführungsvariante wirkfest mit der Schubbodenplatte verbunden sein kann, ist dabei bevorzugt in Form einer Kreisscheibe mit einem äusseren Ringbereich ausgebildet, wobei der Ringbereich an einem peripheren Bereich der Schubbodenvorrichtung so ausgebildet und angeordnet ist, dass mit dem Ringbereich der in der Siebtrommel abgelagerte Feststoffkuchen abwechselnd in beide Richtungen der Drehachse verschiebbar ist.

**[0021]** Die Schubbodenplatte ist in an sich bekannter Weise mittels einer Schubachse an eine Schubvorrichtung mit Umsteuereinheit gekoppelt, so dass die Schubbodenvorrichtung in Richtung der Drehachse in eine oszillatorische Bewegung mit vorgebbarem Hub versetzbar ist. Durch die oszillatorische Bewegung der Schub-

bodenvorrichtung ist der auf der Umfangsfläche der Siebtrommel abgelagerte Feststoffkuchen durch den äusseren Ringbereich abwechselnd in beide Richtungen der Drehachse verschiebbar, so dass der Feststoffkuchen durch den äusseren Ringbereich in axialer Richtung zum jeweiligen Ende der Siebtrommel transportierbar ist und über eine Austragsöffnung von der Flüssigphase getrennt aus der Doppelschubzentrifuge abführbar ist.

**[0022]** Wesentlich für die Erfindung ist dabei, dass die Schubbodenvorrichtung in einem vorgebbaren Bereich in Form von Beschleunigungsflächen so ausgestaltet ist, dass das von der Einspeiseeinrichtung eingebrachte Gemisch vor Erreichen der Siebtrommel auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigbar ist.

**[0023]** Dazu wird das Gemisch aus der Einspeiseeinrichtung abwechselnd jeweils einer Seite der Schubbodenvorrichtung zugeführt. Wenn das Gemisch in der Einspeiseeinrichtung nicht bereits auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit vorbeschleunigbar ist, gelangt das Gemisch im wesentlichen unter der Wirkung der Schwerkraft auf eine entsprechende Oberfläche der Schubbodenvorrichtung und erreicht schliesslich die bezüglich der radialen Richtung unter einem vorgebbaren Neigungswinkel geneigte Beschleunigungsfläche. Das Gemisch fliesst über bzw. entlang der Beschleunigungsfläche und gelangt so auf die Umfangsfläche der Siebtrommel. Hier gelangt das Gemisch in den durch die Oszillationsbewegung der Schubbodenvorrichtung geschaffenen Leerraum an der Umfangsfläche der Siebtrommel, und wird auf die Rotationsgeschwindigkeit der Siebtrommel beschleunigt. Durch die enorm hohen Fliehkräfte, die auf das im Leerraum abgelagerte Gemisch einwirken, wird die im Gemisch enthaltene Flüssigphase durch die Sieböffnungen aus der Siebtrommel abgeführt.

**[0024]** Dadurch, dass die Beschleunigungsfläche gegen die radiale Richtung geneigt ist, ist im Bereich der Beschleunigungsfläche die Fliessgeschwindigkeit im Vergleich zur Geschwindigkeit im freien Fall des Gemisches in Richtung zur Umfangsfläche gezielt veränderbar, so dass das Gemisch im Bereich der Beschleunigungsflächen mit zunehmender Annäherung an den äusseren Ringbereich allmählich beschleunigbar ist. Das heisst, das Gemisch wird im Bereich der Beschleunigungsflächen der erfindungsgemässen Doppelschubzentrifuge auf besonders schonende Weise nach und nach auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigt, um dann bei Erreichen der Umfangsfläche schliesslich die volle Rotationsgeschwindigkeit der Siebtrommel zu erreichen.

**[0025]** Der Wert des Neigungswinkels der Beschleunigungsfläche gegen die radiale Richtung kann dabei beispielsweise zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  liegen, im einzelnen zwischen  $10^\circ$  und  $30^\circ$  oder zwischen  $30^\circ$  und  $60^\circ$ , insbesondere zwischen  $60^\circ$  und  $70^\circ$ , bevorzugt jedoch zwischen  $55^\circ$  und  $75^\circ$ . Selbstverständlich ist es im speziellen auch möglich, dass der Wert des Neigungswin-

kels grösser als 70° ist und sogar nahe bei 90° liegen kann. Ganz generell kann festgestellt werden, dass in der Regel in Bezug auf die radiale Richtung ein eher nicht zu spitzer Winkel von Vorteil ist, wobei ein optimaler Wert des entsprechenden Neigungswinkels unter anderem vom Wert des Haftreibungswinkels des zu entwässernden Produkts bestimmt ist.

**[0026]** Dabei können sich die Beschleunigungsflächen entweder nur über einen Teilbereich der Schubbodenvorrichtung erstrecken oder aber auch über die gesamte radiale Höhe der Schubbodenvorrichtung, wobei die Schubbodenvorrichtung je nach Erfordernis ganz oder teilweise als im wesentlichen hohles Rahmengestell oder ganz oder teilweise aus Vollmaterial aufgebaut sein kann. Selbstverständlich ist es möglich, dass die beiden Beschleunigungsflächen gleiche oder unterschiedliche Neigungswinkel aufweisen können.

**[0027]** In einem für die Praxis besonders relevanten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Doppelschubzentrifuge ist die Beschleunigungsfläche als Filtersieb zur Abscheidung von Flüssigphase aus dem Gemisch ausgebildet. Dabei sind bevorzugt beide Beschleunigungsflächen als Filtersieb ausgestaltet. Selbstverständlich kann auch nur eine Beschleunigungsfläche als Filtersieb ausgestaltet sein, oder aber die beiden Beschleunigungsflächen können jeweils unterschiedlich ausgestaltete Filtersiebe aufweisen. Dabei können die beiden unterschiedlichen Filtersiebe zum Beispiel aus verschiedenen Materialien aufgebaut sein, oder die Grösse der Filterporen kann verschieden sein. Dadurch ist es möglich, in ein und demselben Arbeitsgang aus dem gleichen Gemisch zwei verschiedene Feststoffkuchen von unterschiedlicher Qualität, d.h. mit unterschiedlichen Eigenschaften zu produzieren.

**[0028]** Insbesondere kann in einem für die Praxis besonders wichtigen Ausführungsbeispiel die Beschleunigungsfläche als Filtersieb auf einem skelettartigen Stützkörper angeordnet sein, der zur Bildung des Filtersiebs 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.

**[0029]** 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.

**[0030]** Insbesondere zur Verarbeitung von besonders empfindlichen Gemischen kann die Einspeiseeinrichtung einen Einlauftrichter zur Vorbeschleunigung des Gemischs umfassen. Dadurch ist das Gemisch bereits vor dem Einbringen in den Gemischverteiler auf eine vorgebbare Rotationsgeschwindigkeit vorbeschleunigbar und somit noch schonender behandelbar. Dabei ist die Rotationsgeschwindigkeit, auf die das Gemisch bereits im Einlauftrichter vorbeschleunigbar ist, beispielsweise durch Wahl der Grösse und / oder des Öffnungswinkels des Einlauftrichters vorgebar.

**[0031]** Dabei kann der Einlauftrichter auch unabhängig von dem Gemischverteiler um eine separate Antriebsachse drehbar angeordnet und mittels eines Antriebs mit einer vorgebbaren Drehzahl um die Antriebsachse rotierbar ausgestaltet und angeordnet sein. Dadurch ist die Vorbeschleunigung unabhängig von der Geometrie des Einlauftrichters durch die Einstellung der Drehzahl des Antriebs frei wählbar. Insbesondere können geeignete Einrichtungen zur Steuerung und / oder Regelung vorgesehen sein, so dass zum Beispiel auch während des Betriebes die Drehzahl des Antriebs frei variierbar ist. So ist beispielsweise im Betrieb die Qualität des Feststoffkuchens anpassbar, oder es ist beispielsweise durch geeignete Steuerung und / oder Regelung der Drehzahl des Antriebs und damit des Einlauftrichters rechts und links von der Schubbodenvorrichtung jeweils in ein und derselben Doppelschubzentrifuge aus einem Gemisch eine unterschiedliche Produktqualität herstellbar.

**[0032]** Vorteilhaft kann der Einlauftrichter auch als Vorfiltersieb zur Vorabscheidung von Flüssigphase aus dem Gemisch ausgebildet sein, wobei vorzugsweise Auffangmittel zur Sammlung und Ableitung der Flüssigphase aus dem Vorfiltersieb vorgesehen sind. Dadurch sind selbst Gemische mit sehr hohem Flüssigkeitsanteil problemlos verarbeitbar. Die Vorabscheidung von Flüssigphase bereits im Einlauftrichter hat darüber hinaus den enormen Vorteil, dass dieser Teil der Flüssigphase nicht mehr auf die sehr hohe Rotationsgeschwindigkeit der Siebtrommel beschleunigt wird, was sich unter anderem besonders günstig auf den Energieverbrauch der Doppelschubzentrifuge auswirkt.

**[0033]** Dabei kann sowohl das Filtersieb der Beschleunigungsflächen als auch das Vorfiltersieb als Zweistufensieb mit einem Grobfilter und einem Feinfilter ausgestaltet sein. Das Gemisch ist dadurch im Bereich der Beschleunigungsfläche und / oder im Einlauftrichter in zwei Stufen filterbar. Die erste Filterstufe bildet dabei einen Grobfilter, welcher im Gemisch enthaltene Partikel, die grösser sind als die Filteröffnungen des Grobfil-

ters zurückhält. Der Feinfilter hält entsprechend feinere Partikel zurück, während zumindest ein Teil der Flüssigphase, sowie sehr kleine Partikel, die ebenfalls entfernt werden müssen, direkt abführbar sind. Die Ausgestaltung als Zweistufensieb hat insbesondere den Vorteil, dass der Feinfilter durch grosse und / oder schwere Partikel, die im einlaufenden Gemisch enthalten sind, mechanisch nicht so stark belastet wird, so dass der Feinfilter beispielsweise sehr kleine Poren zur Filterung von sehr kleinen Partikeln aufweisen kann und insbesondere auch aus mechanisch weniger widerstandsfähigen Materialien gefertigt sein kann.

**[0034]** Bei einer anderen Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Doppelschubzentrifuge umfasst der Gemischverteiler einen Vorbeschleunigungstrichter, der sich im wesentlichen erweiternd in Richtung zur Einspeiseeinrichtung hin erstreckt.

**[0035]** 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° liegen. 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.

**[0036]** Dabei kann auch der Vorbeschleunigungstrichter analog zum Einlauftrichter als Vorbeschleunigungssieb ausgestaltet sein, wobei am Gemischverteiler Auffangeinrichtungen zum Abführen von Flüssigphase vorgesehen sein können.

**[0037]** In einem für die Praxis besonders wichtigen Ausführungsbeispiel kann 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.

**[0038]** 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 ver-

schiedenen, 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.

**[0039]** Insbesondere kann auch der Vorbeschleunigungstrichter so ausgestaltet und angeordnet sein, dass der Vorbeschleunigungstrichter mittels eines Drehantriebs um eine Rotationsachse mit einer vorgebbaren Drehzahl rotierbar ist.

**[0040]** Dabei erstrecken sich sowohl der Einlauftrichter als auch der Vorbeschleunigungstrichter bevorzugt unter einem im wesentlichen konstanten Öffnungswinkel erweiternd in Richtung zur Schubbodenvorrichtung bzw. zur Einspeiseeinrichtung hin. 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 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 Vorbeschleunigungswinkels unter anderem vom Wert des Haftreibungswinkels des zu entwässernden Produkts bestimmt ist.

**[0041]** 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 vergrössern oder verkleinern kann.

**[0042]** 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 Doppelschubzentrifuge, 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.

**[0043]** Liegt beispielsweise ein Gemisch vor, das bei gegebenen Betriebsparametern relativ leicht zu entwässern ist, kann es von Vorteil sein, dass der Einlauf-

trichter 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.

**[0044]** 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.

**[0045]** 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.

**[0046]** Die vorher im Zusammenhang mit dem gekrümmten Einlauftrichter erläuterten Vorteile und dessen Funktionsweise sind für den Fachmann problemlos analog auf einen gekrümmten Vorbeschleunigungstrichter übertragbar, und müssen daher hier nicht wiederholt werden.

**[0047]** Es versteht sich von selbst, dass die Merkmale der zuvor exemplarisch beschriebenen besonders bevorzugten Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Doppelschubzentrifuge, je nach Anforderung, auch beliebig in vorteilhafter Weise kombinierbar sind.

**[0048]** Die Erfindung wird im folgenden an Hand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 im Schnitt eine erfindungsgemässe Doppelschubzentrifuge mit Beschleunigungsflächen;
- Fig. 1a einen Abschnitt der Schubbodenvorrichtung mit Beschleunigungsflächen und äusserem

Ringbereich;

- Fig. 1 b ein Ausführungsbeispiel einer Beschleunigungsfläche;
- Fig. 1 c ein zweites Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 1 b;
- Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Doppelschubzentrifuge mit Filtersieb;
- Fig. 2a ein anderes Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 2 mit Zweistufensieb;
- Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit Einlauftrichter;
- Fig. 4 eine andere Ausführungsvariante gemäss Fig. 3;
- Fig. 5 eine weitere Ausführungsvariante gemäss Fig. 4;
- Fig. 6 eine Doppelschubzentrifuge mit Vorbeschleunigungstrichter;
- Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 6 mit Vorbeschleunigungssieb;
- Fig. 7a einen Einlauftrichter mit gekrümmtem Verlauf;
- Fig. 7b einen anderen Einlauftrichter gemäss Fig. 7a;
- Fig. 8 einen Vorbeschleunigungstrichter mit Drehantrieb.
- [0049]** Fig. 1 zeigt im Schnitt in einer schematischen Darstellung wesentliche Komponenten einer erfindungsgemässen Doppelschubzentrifuge. Die erfindungsgemässe Doppelschubzentrifuge, die im folgenden gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet wird, umfasst in an sich bekannter Weise eine um eine Drehachse 2 über eine Trommelachse 31 rotierbare Siebtrommel 3, die in einem Gehäuse G untergebracht ist. Die Trommelachse 31 steht mit einem nicht gezeigten Trommelantrieb in Wirkverbindung, so dass die Siebtrommel 3 durch den Trommelantrieb in schnelle Rotation um die Drehachse 2 versetzbar ist. Die Siebtrommel weist dabei Sieböffnungen 32 auf, durch die in bekannter Weise bei schneller Rotation flüssige Phase 6 aus einem Gemisch 4, das auf eine innere Umfangsfläche 20 der Siebtrommel 3 aufgebracht wurde, durch die auftretenden Fliehkräfte nach aussen in eine Auffangvorrichtung 18 abführbar ist. Das auf die innere Umfangsfläche 20 der Siebtrommel 3 aufgebrachte Ge-

misch 4 wird so durch die herrschenden sehr starken Fliehkräfte in einen Feststoffkuchen 5, der sich auf der inneren Umfangsfläche 20 der Siebtrommel 3 abgelagert, und die Flüssigphase 2, die durch die Sieböffnungen 32 aus der Siebtrommel 3 abführbar ist, getrennt.

**[0050]** Innerhalb der Siebtrommel 3 ist ein Gemischverteiler 7 angeordnet, der es gestattet Gemisch 4 auf die innere Umfangsfläche 20 der Siebtrommel 3 zu verteilen, wobei der Gemischverteiler 7 eine Einlaufeinrichtung 17 und eine Schubbodenvorrichtung 8 mit Schubbodenplatte 81 umfasst.

**[0051]** Das Gemisch 4 gelangt im Betriebszustand über die Einspeiseeinrichtung 10 in die Einlaufeinrichtung 17 und ist dann aufgrund einer oszillatorischen Bewegung der Schubbodenvorrichtung 8 abwechselungsweise der vorderen oder hinteren Hälfte der Siebtrommel 3 zuführbar. Die Einlaufeinrichtung 17 ist dabei mit der Siebtrommel 3 durch Befestigungsmittel bevorzugt 171 starr gekoppelt und rotiert daher synchron mit der Siebtrommel 3 und dem Gemischverteiler 7. Die oszillatorische Bewegung, die weiter unten noch eingehend beschrieben wird, vollführt jedoch nur der Gemischverteiler 7 mit seinen Komponenten, d.h. mit der Schubbodenplatte 81, dem Verbindungselement 82, der Schubbodenvorrichtung 8 und dem äusseren Ringbereich 9. Somit besteht im Betriebszustand eine oszillatorische Relativbewegung zwischen dem oszillierenden Gemischverteiler 7 und der in axialer Richtung unbeweglichen Einlaufeinrichtung 17 bzw. der in axialer Richtung unbeweglichen Einspeiseeinrichtung 10, so dass das Gemisch 4 abwechselungsweise der vorderen oder hinteren Hälfte der Siebtrommel 3 zuführbar ist.

**[0052]** Die Schubbodenvorrichtung 8 ist über ein Verbindungselement 82 wirkfest mit der Schubbodenplatte 81 verbunden. Die Schubbodenvorrichtung 8 ist dabei bevorzugt in Form einer Kreisscheibe mit einem äusseren Ringbereich 9 ausgebildet, wobei der Ringbereich 9 an einem peripheren Bereich der Schubbodenvorrichtung 8 so ausgebildet und angeordnet ist, dass mit dem Ringbereich 9 der in der Siebtrommel 3 abgelagerte Feststoffkuchen 5 abwechselnd in beide Richtungen der Drehachse 2 verschiebbar ist. Die Schubbodenplatte 81 ist ebenfalls bevorzugt als Ringscheibe 81 ausgebildet, kann aber auch in Form eines Speichenrades 81 oder in jeder anderen geeigneten Form ausgeführt sein. Das Verbindungselement 82, das die Schubbodenplatte 81 mit der Schubbodenvorrichtung 8 wirkfest verbindet, kann beispielsweise aus mehreren Streben 82 aufgebaut sein, die sich bevorzugt, aber nicht notwendig, entlang der Drehachse 2 erstrecken, oder als kompakte oder nicht kompakte Trommel 82, beispielsweise als perforierte Trommel 82 oder in jeder anderen geeigneten Form ausgestaltet sein.

**[0053]** Die Schubbodenplatte 81 ist mittels einer Schubachse 16 an eine nicht gezeigte Schubvorrichtung mit Umsteuereinheit gekoppelt, so dass die Schubbodenplatte 81 mit dem Verbindungselement 82 und der Schubbodenvorrichtung 8 in Richtung der Drehachse 2

in eine oszillatorische Bewegung mit vorgebbarem Hub versetzbar ist. Durch die oszillatorische Bewegung der Schubbodenvorrichtung 8 ist der auf der Umfangsfläche der Siebtrommel 3 abgelagerte Feststoffkuchen 5 durch den äusseren Ringbereich 9 abwechselnd in beide Richtungen der Drehachse 2 verschiebbar, so dass der Feststoffkuchen durch den äusseren Ringbereich 9 in axialer Richtung zum jeweiligen Ende der Siebtrommel 3 transportierbar ist und über eine Austragsöffnung 19 von der Flüssigphase 6 getrennt aus der Doppelschubzentrifuge 1 abführbar ist.

**[0054]** Wesentlich für die Erfindung ist dabei, dass die Schubbodenvorrichtung 8 in einem vorgebbaren Bereich in Form von Beschleunigungsflächen 12 so ausgestaltet ist, dass das von der Einspeiseeinrichtung 10 eingebrachte Gemisch 4 vor Erreichen der Siebtrommel 3 auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigbar ist.

**[0055]** Fig. 1a zeigt in schematischer Darstellung einen Ausschnitt der Schubbodenvorrichtung 8 mit Beschleunigungsflächen 12 und dem äusseren Ringbereich 9. In dem in Fig. 1a gezeigten Ausführungsbeispiel wird Gemisch 4 aus einer hier nicht gezeigten Einspeiseeinrichtung 10 darstellungsgemäss der rechten Seite der Schubbodenvorrichtung 8 zugeführt. Im wesentlichen unter der Wirkung der Schwerkraft gelangt das Gemisch 4 auf eine entsprechende Oberfläche der Schubbodenvorrichtung 8 und erreicht schliesslich die bezüglich der radialen Richtung unter einem Neigungswinkel  $\gamma$  geneigte Beschleunigungsfläche 12. Das Gemisch 4 fliesst über bzw. entlang der Beschleunigungsfläche 12 und gelangt so auf die Umfangsfläche 20 der Siebtrommel 3. Hier gelangt das Gemisch 4 in die durch die Oszillationsbewegung der Schubbodenvorrichtung 8 geschaffenen Leerraum 11 an der Umfangsfläche 20 der Siebtrommel 3 und wird auf die Rotationsgeschwindigkeit der Siebtrommel beschleunigt. Durch die enorm hohen Fliehkräfte, die auf das im Leerraum 11 abgelagerte Gemisch 4 einwirken, wird die im Gemisch 4 enthaltene Flüssigphase 6 durch die Sieböffnungen 21 aus der Siebtrommel 3 abgeführt.

**[0056]** Dadurch, dass die Beschleunigungsfläche 12 unter dem Neigungswinkel  $\gamma$  gegen die radiale Richtung geneigt ist, ist im Bereich der Beschleunigungsfläche 12 die Fliessgeschwindigkeit im Vergleich zur Geschwindigkeit im freien Fall des Gemisches 4 in Richtung zur Umfangsfläche 20 gezielt veränderbar, so dass das Gemisch 4 im Bereich der Beschleunigungsflächen 12 mit zunehmender Annäherung an den äusseren Ringbereich 9 allmählich beschleunigbar ist. Das heisst, das Gemisch wird im Bereich der Beschleunigungsflächen 12 auf besonders schonende Weise nach und nach auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigt um dann bei Erreichen der Umfangsfläche 20 schliesslich die volle Rotationsgeschwindigkeit der Siebtrommel 3 zu erreichen.

**[0057]** Dabei können sich die Beschleunigungsflächen 12, wie in Fig. 1a schematisch gezeigt, entweder

nur über einen Teilbereich der Schubbodenvorrichtung 8 erstrecken oder aber auch über die gesamte radiale Höhe der Schubbodenvorrichtung 8, wobei die Schubbodenvorrichtung 8 je nach Erfordernis ganz oder teilweise als im wesentlichen hohles Rahmengestell 8 oder ganz oder teilweise aus Vollmaterial aufgebaut sein.

**[0058]** In Fig. 1 b ist ausschnittsweise ein spezielles Ausführungsbeispiel einer Beschleunigungsfläche 12 mit äusserem Ringbereich 9 zur Verschiebung des hier nicht gezeigten Feststoffkuchens 5 dargestellt. Der äussere Ringbereich 9 hat dabei eine vorgebbare Höhe a, die je nach zu verarbeitendem Gemisch 4 und / oder den Betriebsbedingungen, unter denen die erfindungsgemässe Doppelschubzentrifuge 1 betrieben wird, ca. 1 % bis 40% des Trommelradius r, bevorzugt ca. 5% bis 10%, insbesondere 5% bis 20% des Trommelradius r beträgt.

**[0059]** Dabei kann wie in Fig. 1 c schematisch dargestellt, die Beschleunigungsfläche 12 auch als mehrstufige Beschleunigungsfläche 12 ausgebildet sein, wobei die Beschleunigungsfläche 12 zur Vorbeschleunigung des Gemischs 4 mehrere, unter verschiedenen Winkeln  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  zueinander geneigte Teilflächen aufweisen kann, wobei die relative grösse der Teilfläche sowie ihre Flächenwinkel  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  beispielsweise vom zu verarbeitenden Gemisch 4 oder von den Betriebsparametern der Doppelschubzentrifuge 1 abhängen können.

**[0060]** Dadurch, dass das Gemisch, anders als bei den aus dem Stand der Technik bekannten Doppelschubzentrifugen, im Bereich der Beschleunigungsflächen nicht abrupt, d.h. in kürzester Zeit auf die volle Rotationsgeschwindigkeit der Siebtrommel 3 beschleunigt wird, sind zum Beispiel Kornbruch und andere schädigende Einwirkungen auf das Gemisch 4 verhinderbar. Damit sind in der erfindungsgemässen Doppelschubzentrifuge 1, insbesondere auch mechanisch sehr empfindliche Stoffe, auch bei hohen Rotationsgeschwindigkeiten der Siebtrommel 3 verarbeitbar.

**[0061]** Fig. 2 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Doppelschubzentrifuge 1, bei welcher die Beschleunigungsfläche 12 als Filtersieb 121 zur Abscheidung der Flüssigphase 6 aus dem Gemisch 4 ausgebildet ist. Dabei ist die Schubbodenvorrichtung 8 zumindest im Bereich der Beschleunigungsflächen 12 zumindest teilweise als Hohlkörper ausgebildet. Dadurch ist aus dem Gemisch 4, bereits während es über die Beschleunigungsfläche 12 gleitet und vorbeschleunigt wird, über das Filtersieb 121 ein Teil der Flüssigphase 6 abscheidbar und kann durch eine Sieböffnung 21 aus der Siebtrommel 3 abgeführt werden. Somit sind auch Gemische 4 mit sehr hohem Flüssigkeitsgehalt problemlos verarbeitbar. Insbesondere ist so auch bei hohem Flüssigkeitsgehalt stets eine gleichmässige Verteilung des zu trocknenden Gemischs 4 über die Umfangsfläche 20 der Siebtrommel 3 gewährleistet. Insbesondere sind selbst bei sehr hohen Flüssigkeitskonzentrationen im Gemisch 4 zusätzliche Einrichtungen zur Vorentwässerung, wie zum Bei-

spiel statische Eindicker, Bogensiebe oder Hydrozyklone überflüssig. Dabei können auch kleinste im Gemisch 4 enthaltene Partikel durch den Effekt der Vorfiltrierung viel effektiver vom Feststoffkuchen 5 abgeschieden werden.

**[0062]** In Fig. 2a ist ein anderes Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 2 dargestellt, wobei das Filtersieb 121 als Zweistufensieb mit einem Grobfilter 122 und einem Feinfilter 123 ausgestaltet ist. Das Gemisch 4 kann dadurch im Bereich der Beschleunigungsfläche 12 in zwei Stufen gefiltert werden. Die erste Filterstufe bildet der Grobfilter 122, welches im Gemisch enthaltene Partikel, die grösser sind als die Filteröffnungen des Grobfilters 122 zurückhält, die so direkt in den Leerraum 11 einbringbar sind. Der Feinfilter hält entsprechend feinere Partikel zurück, die ebenfalls dem Leerraum 11 und damit dem Feststoffkuchen 5 zuführbar sind, während zumindest ein Teil der Flüssigphase 6, sowie sehr kleine Partikel, die ebenfalls entfernt werden müssen, direkt durch die Sieböffnung 21 aus der Siebtrommel 3 abführbar sind. Die Ausgestaltung des Filtersiebs 121 als Zweistufensieb hat insbesondere den Vorteil, dass der Feinfilter 123 durch grosse und / oder schwere Partikel, die im einlaufenden Gemisch 4 enthalten sind, mechanisch nicht so stark belastet wird, so dass der Feinfilter 123 beispielsweise sehr kleine Poren zur Filterung von sehr kleinen Partikeln aufweisen kann und insbesondere auch aus mechanisch wenig widerstandsfähigen Materialien gefertigt sein kann.

**[0063]** In Fig. 3 ist schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Doppelschubzentrifuge 1 dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel umfasst die Einspeiseeinrichtung 10 einen Einlauftrichter 101 zur Vorbeschleunigung des Gemischs 4. Das Gemisch gelangt durch die Einlaufeinrichtung, die wie in Fig. 3 beispielhaft dargestellt ein Einlaufrohr umfasst, zunächst in einen Einlauftrichter 101, der drehfest mit der Einlaufeinrichtung 17 verbunden ist, so dass der Einlauftrichter 101 synchron mit der Schubbodenvorrichtung 8 rotiert. Dabei erstreckt sich der Einlauftrichter 101 in im wesentlichen axialer Richtung zur Einspeiseeinrichtung 10 hin, so dass das durch die Einspeiseeinrichtung 10 zugeführte Gemisch 4 direkt in den Einlauftrichter 101 gelangt. Dabei ist der Einlauftrichter 101 so ausgebildet und angeordnet, dass das Gemisch 4 beim Verlassen des Einlauftrichters 101 je nach axialer Position des Gemischverteilers 7 in eine der beiden Trommelhälften über die Schubbodenvorrichtung einspeisbar ist.

**[0064]** Dadurch, dass sich der Einlauftrichter 101 in Richtung zum Gemischverteiler 7 hin im wesentlichen konisch erweiternd erstreckt und der Einlauftrichter synchron mitrotiert, wird das Gemisch 4 bereits im Einlauftrichter 101 auf eine vorgebbare Rotationsgeschwindigkeit vorbeschleunigt, so dass das Gemisch 4 beim Eintreffen auf der Beschleunigungsfläche 12 bereits eine gewisse Geschwindigkeit in Umfangsrichtung der Siebtrommel 3 aufweist und so insgesamt noch schonender

auf die maximale Umfangsgeschwindigkeit der Umfangsfläche 20 beschleunigbar ist. Bevorzugt, aber nicht notwendig, ist dabei die Beschleunigungsfläche 12, wie in Fig. 3 dargestellt, als Filtersieb 121 ausgestaltet.

**[0065]** In der Praxis kann es von Vorteil sein, den Beschleunigungsvorgang selbst bzw. die Rotationsgeschwindigkeit, auf die das Gemisch im Einlauftrichter 101 beschleunigbar ist, gezielt zu kontrollieren. Das ist beispielsweise mit der in Fig. 4 dargestellten anderen Ausführungsvariante gemäss Fig. 3 erreichbar. Bei der Ausführungsvariante gemäss Fig. 4 ist der Einlauftrichter 101 von der Einlaufeinrichtung 17 mechanisch im wesentlichen entkoppelt. Zur Steuerung und / oder Regelung der Rotationsgeschwindigkeit des Einlauftrichters 101 ist dieser mit einer separaten Antriebsachse 131 drehfest verbunden und über die Antriebsachse 131 mittels eines Antriebs 13 unabhängig von der Siebtrommel 3 mit einer vorgebbaren Rotationsfrequenz antreibbar. Dabei können geeignete, hier nicht dargestellte Mittel vorgesehen sein, um den Antrieb 13 beispielsweise in Abhängigkeit von geeigneten Betriebsparametern der Doppelschubzentrifuge 1 zu steuern und / oder zu regeln. Dazu kann die erfindungsgemässe Doppelschubzentrifuge auch entsprechende, hier nicht dargestellte Sensoren zur Messung von relevanten Betriebsparametern umfassen.

**[0066]** Fig. 5 zeigt eine weitere besonders vorteilhafte Ausführungsvariante gemäss Fig. 4. Bei dieser Ausführungsvariante ist der Einlauftrichter 101 als Vorfiltersieb 102 zur Vorabscheidung von Flüssigphase 6 aus dem Gemisch 4 ausgebildet. Dabei ist der Einlauftrichter 101 so ausgestaltet und derart in Bezug auf ein in der Siebtrommel 3 vorgesehene Auffangmittel 14 angeordnet, dass bereits bei der Vorbeschleunigung des Gemischs 4 im Einlauftrichter 101 durch das Vorfiltersieb 102 zumindest ein Teil der Flüssigphase 6 aus dem Gemisch 4 in das Auffangmittel 14 abscheidbar und aus der Siebtrommel 3 abführbar ist. Dadurch ist es möglich, auch Gemische mit enorm hohem Flüssigkeitsgehalt mit der erfindungsgemässen Doppelschubzentrifuge zu verarbeiten. Dabei ist es für die Praxis von besonderem Vorteil, wenn ein Teil der Flüssigphase 6 bereits vor Eintritt in den Gemischverteiler 7 abgeschieden wird. Dieser Teil der Flüssigphase 6 wird nämlich nicht mehr auf die volle Umfangsgeschwindigkeit der Siebtrommel beschleunigt, was zu einer massiven Einsparung von Energie und zur Entlastung der Komponenten, insbesondere der rotierenden und / oder oszillierenden Komponenten der Doppelschubzentrifuge 1 führt.

**[0067]** Der Einlauftrichter 101 bzw. das Vorfiltersieb 102 weist dabei in Bezug auf die Drehachse 2 einen Öffnungswinkel  $\alpha$  auf, der in Bezug auf die Drehachse 2 beispielsweise zwischen  $0^\circ$  und  $45^\circ$  liegen kann, im einzelnen zwischen  $0^\circ$  und  $10^\circ$  oder zwischen  $10^\circ$  und  $45^\circ$ , insbesondere zwischen  $25^\circ$  und  $45^\circ$ , bevorzugt zwischen  $15^\circ$  und  $35^\circ$  liegen kann. Selbstverständlich ist es im speziellen auch möglich, dass der Wert des Öff-

nungswinkels  $\alpha$  grösser als  $45^\circ$  ist. Dadurch ist im Einlauftrichter 101 bzw. im Vorfiltersieb 102 die Fließgeschwindigkeit des Gemischs 4 im Vergleich zur Geschwindigkeit im freien Fall in Richtung zur Siebtrommel 3 gezielt veränderbar, so dass das Gemisch 4 im Bereich des Einlauftrichters 101 bzw. des Vorfiltersiebs 102 allmählich beschleunigbar ist. Das heisst, das Gemisch 4 ist im Bereich des Vorfiltersiebs 102 auf besonders schonende Weise nach und nach auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigbar.

**[0068]** Fig. 6 zeigt eine Variante einer erfindungsgemässen Doppelschubzentrifuge mit Vorbeschleunigungstrichter 71. Der Vorbeschleunigungstrichter 71 ist in dieser Variante an der Einlaufeinrichtung 17 angeordnet und mit dieser drehfest verbunden. Der Einlauftrichter 101 rotiert synchron mit der Schubbodenvorrichtung 8. Dabei erstreckt sich der Vorbeschleunigungstrichter 71 in im wesentlichen axialer Richtung zur Einspeiseeinrichtung 10 hin, so dass das durch die Einspeiseeinrichtung 10 zugeführte Gemisch 4 direkt in den Vorbeschleunigungstrichter 71 gelangt. Dabei ist der Vorbeschleunigungstrichter 71 so ausgebildet und angeordnet, dass das Gemisch 4 beim Verlassen des Vorbeschleunigungstrichters 71 je nach axialer Position des Gemischverteilers 7 in eine der beiden Trommelhälften über die Schubbodenvorrichtung einspeisbar ist.

**[0069]** Dadurch, dass sich der Vorbeschleunigungstrichter 71 in Richtung zum Gemischverteiler 7 hin im wesentlichen konisch erweiternd erstreckt und der Einlauftrichter synchron mitrotiert, wird das Gemisch 4 bereits im Einlauftrichter 101 auf eine vorgebbare Rotationsgeschwindigkeit vorbeschleunigt, so dass das Gemisch 4 beim Eintreffen auf der Beschleunigungsfläche 12 bereits eine gewisse Geschwindigkeit in Umfangsrichtung der Siebtrommel 3 aufweist und so insgesamt noch schonender auf die maximale Umfangsgeschwindigkeit der Umfangsfläche 20 beschleunigbar ist.

**[0070]** Ein weiteres für die Praxis wichtiges Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 6 ist in Fig. 7 schematisch dargestellt. Bei dieser Ausführungsvariante ist der Vorbeschleunigungstrichter 71 als Vorbeschleunigungssieb 72 zur Vorabscheidung von Flüssigphase 6 aus dem Gemisch 4 ausgebildet. Dabei ist der Vorbeschleunigungstrichter 71 so ausgestaltet und derart in Bezug auf eine in der Siebtrommel 3 vorgesehene Auffangeinrichtung 73 angeordnet, dass bereits bei der Vorbeschleunigung des Gemischs 4 im Vorbeschleunigungstrichter 71 durch das Vorbeschleunigungssieb 72 zumindest ein Teil der Flüssigphase 6 aus dem Gemisch 4 in die Auffangeinrichtung 73 abscheidbar und aus der Siebtrommel 3 abführbar ist. Dadurch ist es möglich, auch Gemische mit enorm hohem Flüssigkeitsgehalt mit dieser Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Doppelschubzentrifuge 1 zu verarbeiten. Dabei ist es für die Praxis von besonderem Vorteil, wenn ein Teil der Flüssigphase 6 bereits vor Eintritt in den Gemischverteiler 7 abgeschieden wird. Dieser Teil der Flüssigphase 6 wird nämlich nicht mehr auf die volle Umfangs-

geschwindigkeit der Siebtrommel 3 beschleunigt, was zu einer massiven Einsparung von Energie und zur Entlastung der Komponenten, insbesondere der rotierenden und / oder oszillierenden Komponenten der Doppelschubzentrifuge 1 führt.

**[0071]** Der Vorbeschleunigungstrichter 71 bzw. das Vorbeschleunigungssieb 72 weist dabei in Bezug auf die Drehachse 2 einen Vorbeschleunigungswinkel  $\beta$  auf, der in Bezug auf die Drehachse 2 beispielsweise zwischen  $0^\circ$  und  $45^\circ$  liegen kann, im einzelnen zwischen  $0$  und  $10^\circ$  oder zwischen  $10^\circ$  und  $45^\circ$ , insbesondere zwischen  $25^\circ$  und  $45^\circ$ , bevorzugt zwischen  $15^\circ$  und  $35^\circ$  liegen kann. Selbstverständlich ist es im speziellen auch möglich, dass der Wert des Vorbeschleunigungswinkels  $\beta$  grösser als  $45^\circ$  ist. Dadurch ist im Vorbeschleunigungssieb 72 die Fliessgeschwindigkeit des Gemischs 4 im Vergleich zur Geschwindigkeit im freien Fall in Richtung zur Siebtrommel 3 gezielt veränderbar, so dass das Gemisch 4 im Bereich des Vorbeschleunigungstrichters 71 bzw. des Vorbeschleunigungssiebs 72 allmählich beschleunigbar ist. Das heisst, das Gemisch 4 ist im Bereich des Vorbeschleunigungssiebs 72 auf besonders schonende Weise nach und nach auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigbar, um dann bei Erreichen der Umfangsfläche 20 der Siebtrommel 3, schliesslich die volle Rotationsgeschwindigkeit der Siebtrommel 3 zu erreichen.

**[0072]** Insbesondere dann, aber nicht nur dann, wenn beispielweise der Einlauftrichter 101 als Vorfiltersieb 102 zur Vorabscheidung von Flüssigphase 6 ausgebildet ist, kann es von besonderem Vorteil sein, wenn der Einlauftrichter 101 bzw. das Vorfiltersieb 102 einen gekrümmten Verlauf hat und sich der Öffnungswinkel  $\alpha$  des Einlauftrichters 101 wie in den Fig. 7a und 7b schematisch dargestellt, in Richtung zur Schubbodenvorrichtung 8 hin vergrössert oder verkleinert. Es ist nämlich bekannt, dass unterschiedliche Gemische 4 unter sonst gleichen Betriebsbedingungen der Doppelschubzentrifuge 1, beispielsweise in Abhängigkeit von der Korngrösse und / oder der Viskosität und / oder anderer Eigenschaften oder Parameter, wie zum Beispiel der Temperatur des Gemischs 4, unterschiedlich gut entwässerbar sind.

**[0073]** Liegt beispielsweise ein Gemisch 4 vor, das bei gegebenen Betriebsparametern relativ leicht zu entwässern ist, kann es von Vorteil sein, dass der Einlauftrichter 101 bzw. das Vorfiltersieb 102 einen gekrümmten Verlauf hat, wobei sich der Öffnungswinkel  $\alpha$  des Vorfiltersiebs 102 in Richtung zur Schubbodenvorrichtung 8 hin vergrössert. Ein solches spezielles Ausführungsbeispiel eines Einlauftrichters 101 ist in Fig. 7a schematisch dargestellt. Das heisst, der Einlauftrichter 101 bzw. das Vorfiltersieb 102 erweitert sich in Richtung zur Schubbodenvorrichtung 8 ähnlich wie das Horn einer Trompete. Damit wird die Abtriebskraft, mit der das Gemisch 4 aus dem Einlauftrichter 101 beschleunigt wird, mit abnehmendem Abstand zur Schubbodenvorrichtung 8 überproportional grösser, so dass das Ge-

misch 4, das bereits im Vorfiltersieb 102 relativ stark entwässerbar ist und damit schlechte Gleiteigenschaften im Vorfiltersieb 102 zeigt, schneller das Vorfiltersieb 102 verlassen kann, als beispielsweise bei einem im wesentlichen sich konusförmig, mit konstantem Öffnungswinkel  $\alpha$  sich erweiterndem Vorfiltersieb 102.

**[0074]** Andererseits können auch Gemische 4 vorliegen, die bei gegebenen Betriebsparametern relativ schlecht zu entwässern sind. In diesem Fall empfiehlt es sich, einen Einlauftrichter 101 bzw. ein Vorfiltersieb 102 mit einem gekrümmten Verlauf einzusetzen, wobei sich der Öffnungswinkel  $\alpha$  des Vorfiltersiebs 102 in Richtung zur Schubbodenvorrichtung 8 hin verkleinert. Das hat zur Folge, dass die Abtriebskraft, mit der das Gemisch 4 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  $\alpha$  konisch erweiternden Einlauftrichter 101. Dadurch entsteht im Vorfiltersieb 102 eine gewisse Stauwirkung, so dass das Gemisch 4 länger im Vorfiltersieb 102 verbleibt und daher bereits im Vorfiltersieb 102 zu einem höheren Grad entwässerbar ist.

**[0075]** Ganz analog zu dem vorher gesagten kann selbstverständlich auch der Vorbeschleunigungstrichter 71 bzw. das Vorbeschleunigungssieb 72 einen gekrümmten Verlauf haben, wobei sich der Vorbeschleunigungswinkel  $\beta$  des Vorbeschleunigungstrichters 71 in Richtung zur Einspeiseeinrichtung 10 hin vergrössert oder verkleinert.

**[0076]** Selbstverständlich ist es auch möglich, wie in Fig. 8 schematisch dargestellt, dass der Vorbeschleunigungstrichter 71 so ausgestaltet und angeordnet ist, dass der Vorbeschleunigungstrichter 71 mittels eines Drehantriebs 15 um eine Rotationsachse 151 mit einer vorgebbaren Drehzahl rotierbar ist. Dabei kann die Rotationsachse 151, wie in Fig. 8 beispielhaft dargestellt, innerhalb der Drehachse 2 angeordnet und unabhängig von dieser durch den Drehantrieb 15 angetrieben werden. Zur Steuerung und / oder Regelung der Drehgeschwindigkeit des Drehantriebs 15 können geeignete, hier nicht dargestellte, Mittel vorgesehen sein, um den Drehantrieb 15 beispielsweise in Abhängigkeit von geeigneten Betriebsparametern der Doppelschubzentrifuge 1 zu steuern und / oder zu regeln.

**[0077]** Selbstverständlich ist es auch bei der in Fig. 8 dargestellten Ausführungsvariante möglich, dass völlig analog zu dem in Fig. 5 diskutierten Ausführungsbeispiel der Vorbeschleunigungstrichter 71 als Vorbeschleunigungssieb 72 zur Vorabscheidung von Flüssigphase 6 ausgestaltet ist und darüber hinaus geeignete Auffangmittel zum Abführen der am Vorbeschleunigungssieb 72 abgeschiedenen Flüssigphase 6 vorgesehen sind.

**[0078]** Es versteht sich darüber hinaus 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.

**[0079]** Durch Einsatz der erfindungsgemässen Doppelschubzentrifuge kann das eingebrachte Gemisch durch die beidseitig an der Schubbodenvorrichtung angeordneten Beschleunigungsflächen auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit vorbeschleunigt werden, so dass das Gemisch beim Auftreffen auf die Siebtrommel 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 Zentrifugalbeschleunigung reagieren, unter Einhaltung höchster Qualitätsansprüche verarbeitet werden.

**[0080]** In den verschiedenen bevorzugten Ausführungsvarianten können darüber hinaus insbesondere auch extrem niedrigere Einlaufkonzentrationen verarbeitet werden, die 50% oder 70% oder 80% oder gar mehr als 90% Anteil an Flüssigphase entsprechen. Insbesondere durch das Filtersieb und / oder das Vorfiltersieb und / oder das 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 hohem Flüssigkeitsgehalt stets gewährleistet, dass eine gleichmässige Verteilung des zu trocknenden Gemischs über die innere Umfangsfläche der Siebtrommel erfolgt. Damit werden einerseits 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 aufwendigen Vorentwässerungssystemen wird ebenfalls vermieden, was selbstverständlich zu erheblichen Kostenersparnissen im Betrieb führt.

**[0081]** 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 Doppelschubzentrifuge äusserst günstig und beeinflusst darüber hinaus das Betriebsverhalten der Zentrifuge insgesamt deutlich positiv.

**[0082]** Durch entsprechende unterschiedliche Ausgestaltung der verschiedenen Filterflächen bzw. durch den Einsatz des Einlauftrichters und / oder eines Vorbeschleunigungstrichters mit eigenem Antrieb ist es sogar möglich, in ein und derselben Doppelschubzentrifuge und in ein und demselben Arbeitsgang aus dem Gemisch zwei verschiedene Feststoffkuchen von unterschiedlicher Qualität, d.h. mit unterschiedlichen Eigenschaften herzustellen.

## Patentansprüche

1. Doppelschubzentrifuge umfassend, eine um eine Drehachse (2) rotierbare Siebtrommel (3) zur Trennung eines Gemischs (4) in einen Feststoffkuchen (5) und eine Flüssigphase (6), einen in der Siebtrommel (3) angeordneten Gemischverteiler (7) mit einer Schubbodenvorrichtung (8), die entlang der Drehachse (2) hin- und herbewegbar angeordnet ist, so dass der Feststoffkuchen (5) wechselseitig mit einem äusseren Ringbereich (9) verschiebbar ist, und mit einer Einspeiseeinrichtung (10), mit welcher das Gemisch (4) über den Gemischverteiler (7) in einen Leerraum (11) einbringbar ist, der angrenzend an den äusseren Ringbereich (9) beim Verschieben des Feststoffkuchens (5) durch die Schubbodenvorrichtung (8) entsteht, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schubbodenvorrichtung (8) beidseitig Beschleunigungsflächen (12) aufweist, die bezüglich der radialen Richtung unter einem vorgebbaren Neigungswinkel ( $\gamma$ ) geneigt sind, so dass das durch die Einspeiseeinrichtung (10) eingebrachte Gemisch (4) vor Erreichen der Siebtrommel (3) auf eine vorgebbare Umfangsgeschwindigkeit beschleunigbar ist.
2. Doppelschubzentrifuge nach Anspruch 1, wobei die Beschleunigungsfläche (12) als Filtersieb (121) zur Abscheidung von Flüssigphase (6) aus dem Gemisch (4) ausgebildet ist.
3. Doppelschubzentrifuge nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Filtersieb (121) als Zweistufensieb mit einem Grobfilter (122) und einem Feinfilter (123) ausgestaltet ist.
4. Doppelschubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Einspeiseeinrichtung (10) einen Einlauftrichter (101) zur Vorbeschleunigung des Gemischs (4) umfasst, der sich unter einem im wesentlichen konstanten Öffnungswinkel ( $\alpha$ ) konisch erweiternd in Richtung zur Schubbodenvorrichtung (8) hin erstreckt.
5. Doppelschubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Einlauftrichter (101) einen gekrümmten Verlauf hat und sich der Öffnungswinkel ( $\alpha$ ) des Einlauftrichters (101) in Richtung zur Schubbodenvorrichtung (8) hin vergrössert.
6. Doppelschubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Einlauftrichter (101) einen gekrümmten Verlauf hat und sich der Öffnungswinkel ( $\alpha$ ) des Einlauftrichters (101) in Richtung zur Schubbodenvorrichtung (8) hin verkleinert.
7. Doppelschubzentrifuge nach einem der vorange-

- henden Ansprüche, wobei der Einlauftrichter (101) um eine Antriebsachse (131) drehbar angeordnet und mittels eines Antriebs (13) mit einer vorgebbaren Drehzahl um die Antriebsachse (131) rotierbar ist. 5
8. Doppelschubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Einlauftrichter (101) als Vorfiltersieb (102) zur Vorabscheidung von Flüssigphase (6) aus dem Gemisch (4) ausgebildet ist. 10
9. Doppelschubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher Auffangmittel (14) zur Sammlung und Ableitung der Flüssigphase (6) aus dem Vorfiltersieb (102) vorgesehen sind. 15
10. Doppelschubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Gemischverteiler (7) einen Vorbeschleunigungstrichter (71) umfasst, der sich unter einem im wesentlichen konstanten Vorbeschleunigungswinkel ( $\beta$ ) konisch erweiternd in Richtung zur Einspeiseeinrichtung (10) hin erstreckt. 20
11. Doppelschubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Vorbeschleunigungstrichter (71) einen gekrümmten Verlauf hat und sich der Vorbeschleunigungswinkel ( $\beta$ ) des Vorbeschleunigungstrichters (71) in Richtung zur Einspeiseeinrichtung (10) hin vergrößert. 25  
30
12. Doppelschubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Vorbeschleunigungstrichter (71) einen gekrümmten Verlauf hat und sich der Vorbeschleunigungswinkel ( $\beta$ ) des Vorbeschleunigungstrichters (71) in Richtung zur Einspeiseeinrichtung (10) hin verkleinert. 35
13. Doppelschubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Vorbeschleunigungstrichter (71) als Vorbeschleunigungssieb (72) ausgestaltet ist und am Gemischverteiler (7) Auf- fangeinrichtungen (73) zum Abführen von Flüssig- phase (6) vorgesehen sind. 40  
45
14. Doppelschubzentrifuge nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Vorbeschleunigungstrichter (71) so ausgestaltet und angeordnet ist, dass der Vorbeschleunigungstrichter (71) mittels eines Drehantriebs (15) um eine Rotationsachse (151) mit einer vorgebbaren Drehzahl rotierbar ist. 50

55

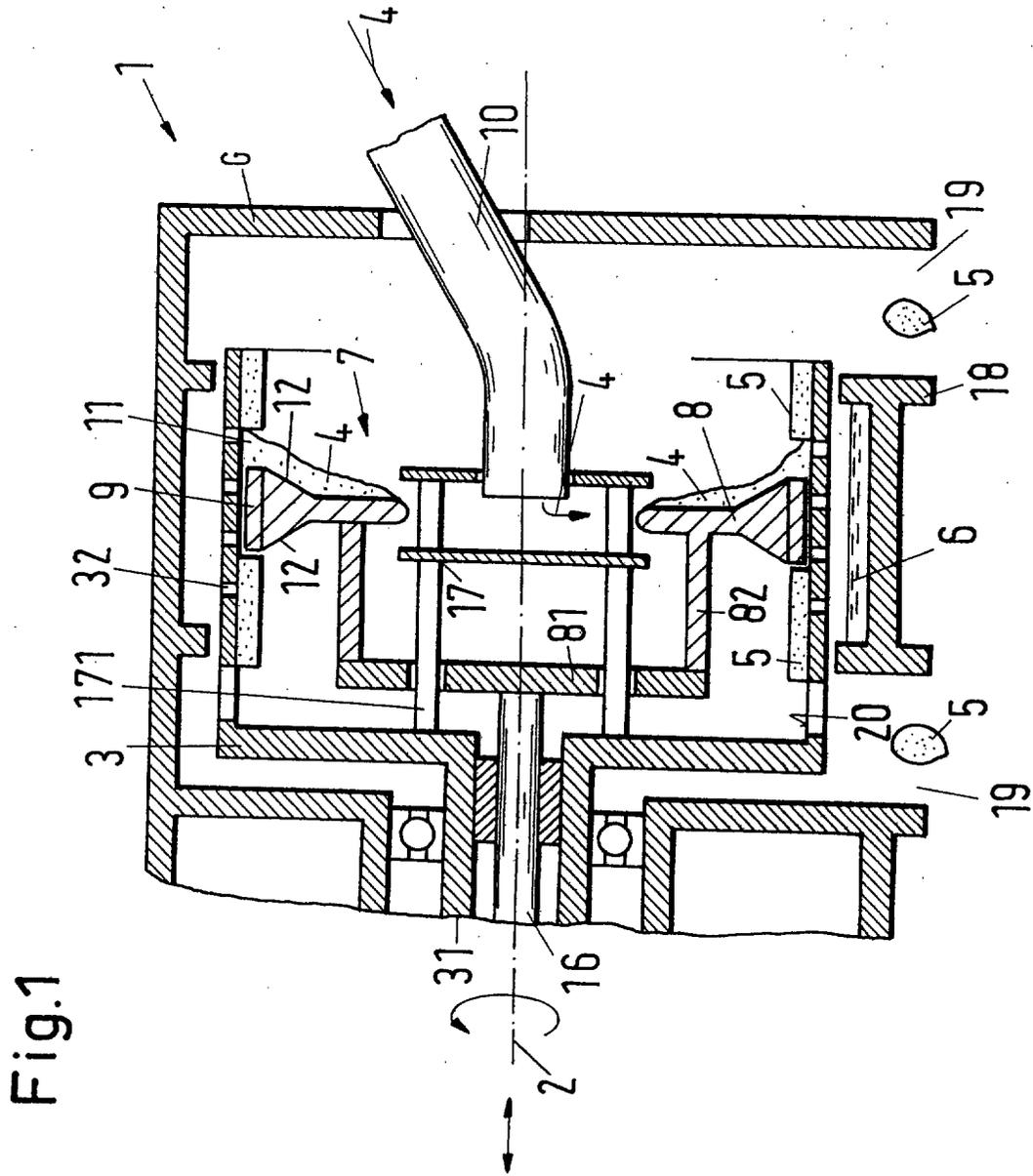




Fig. 1b

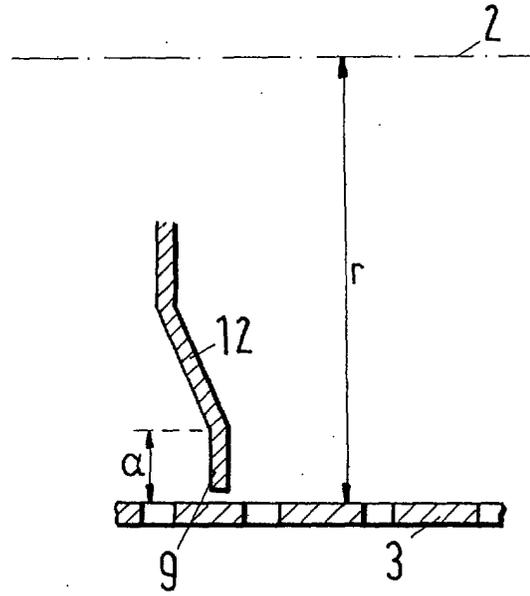


Fig. 1c

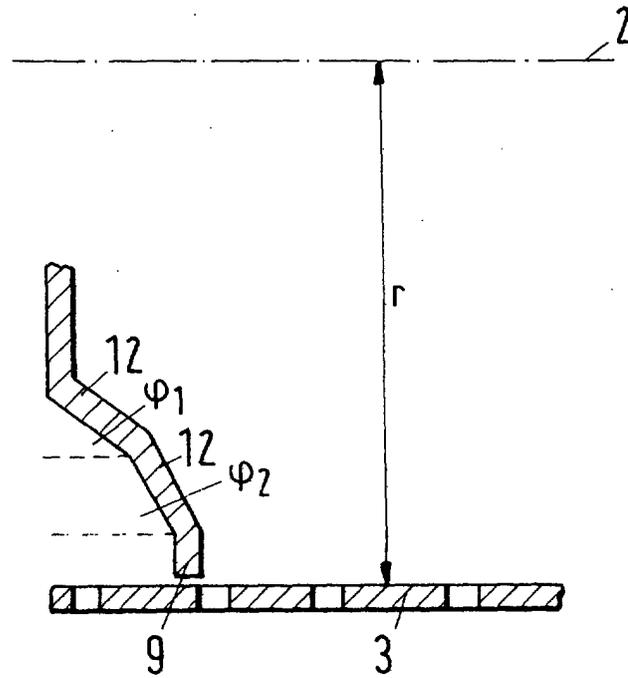


Fig.2

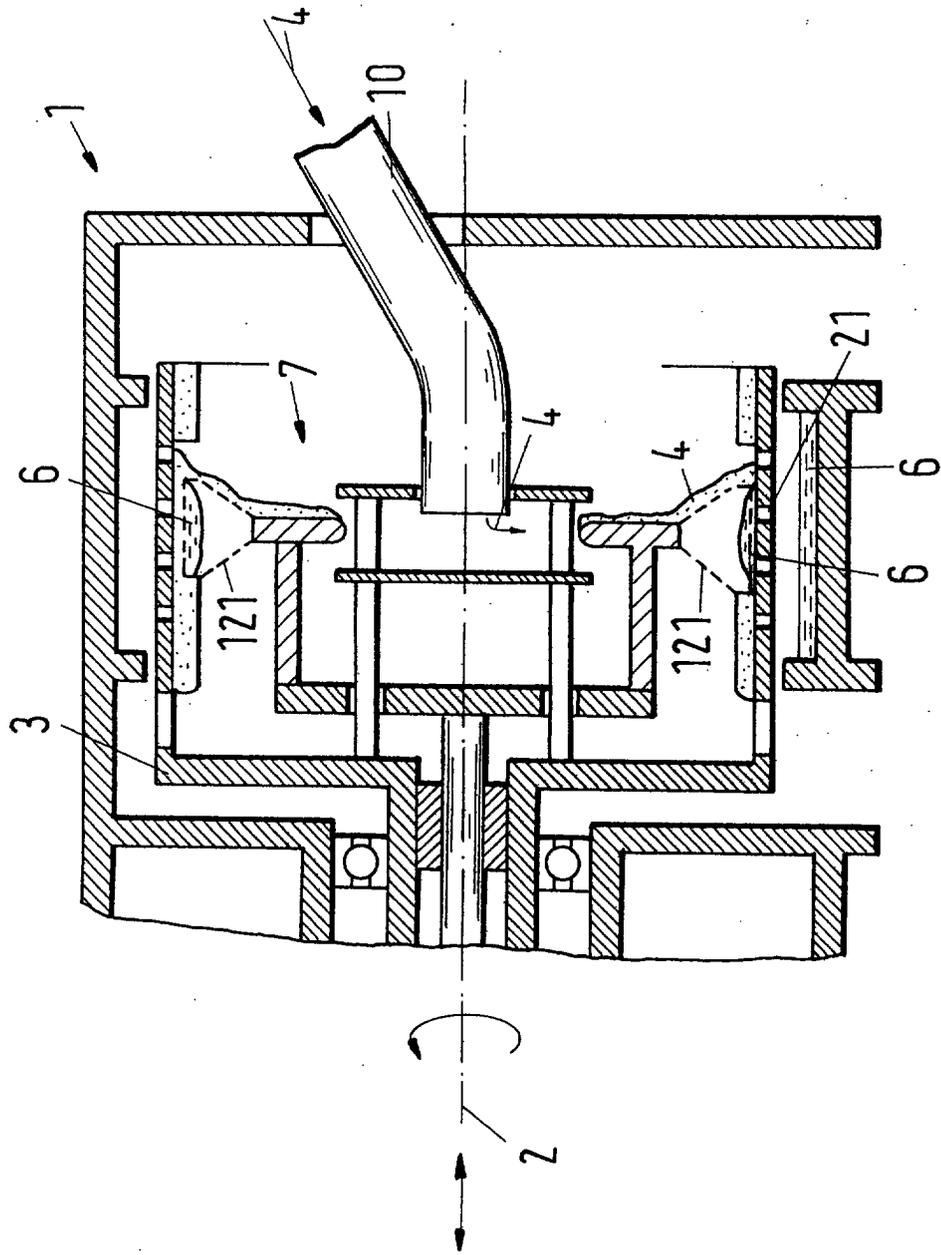


Fig. 2a

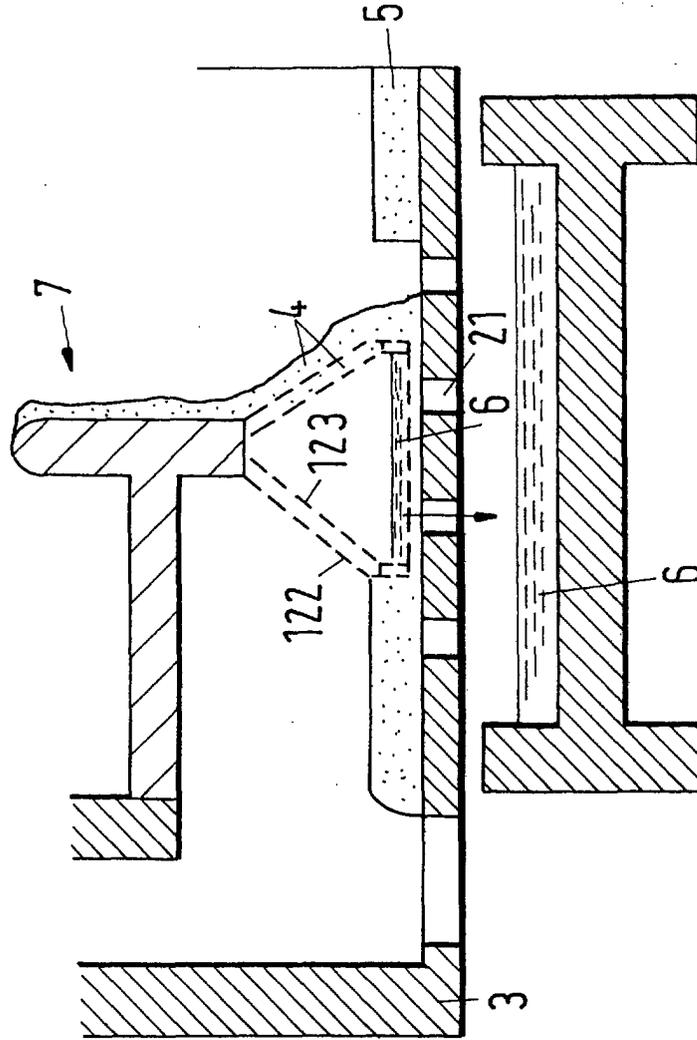
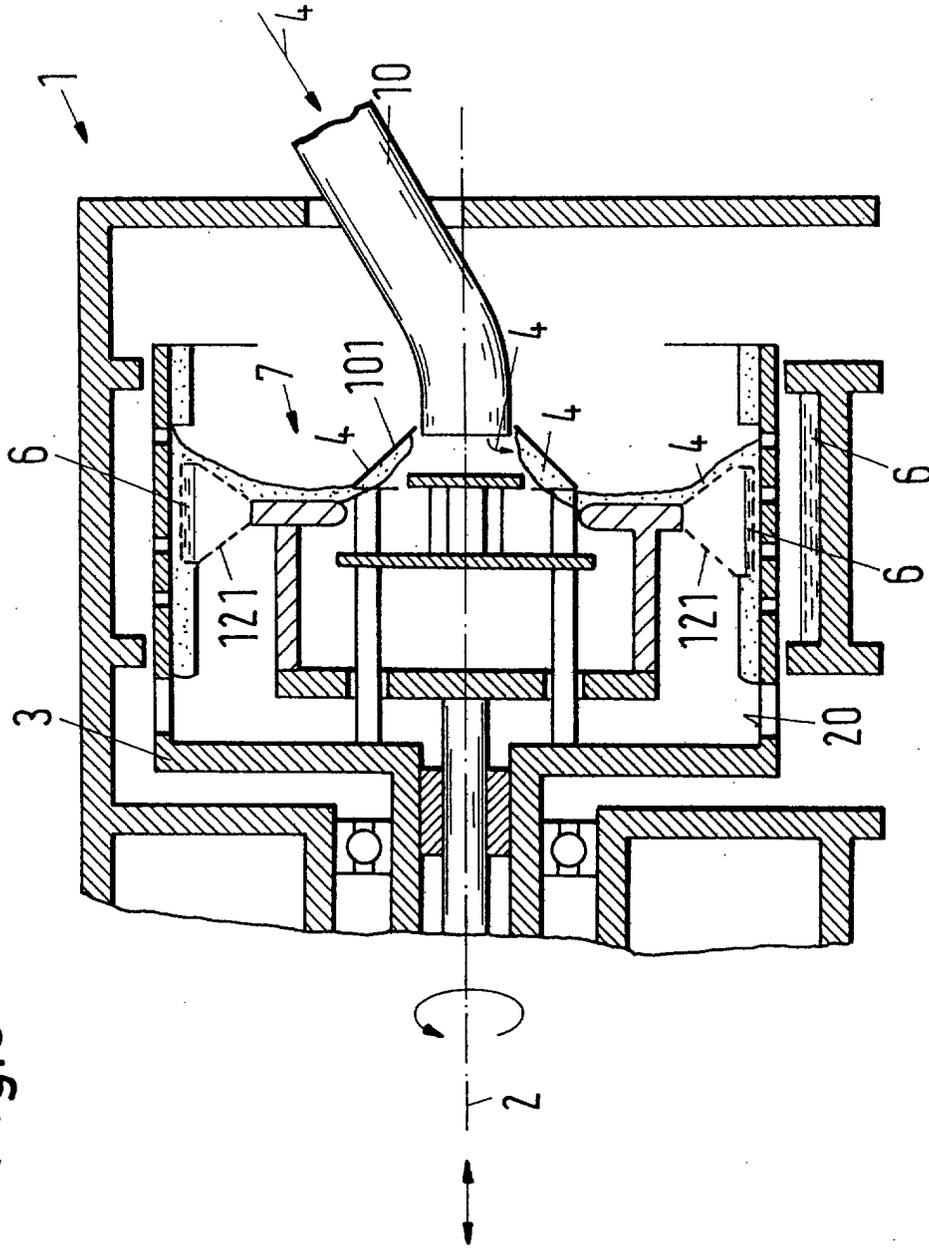


Fig.3



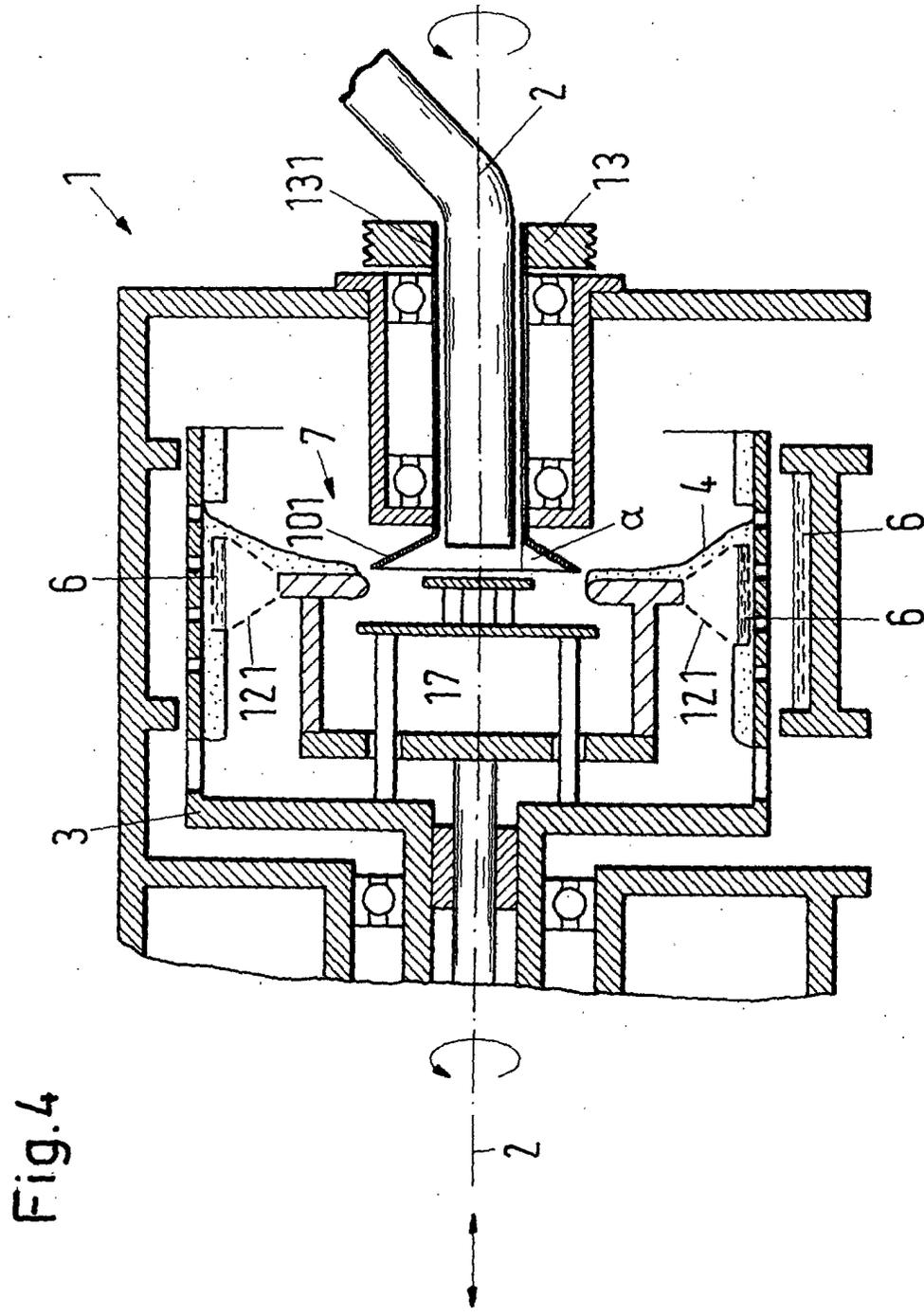


Fig.5

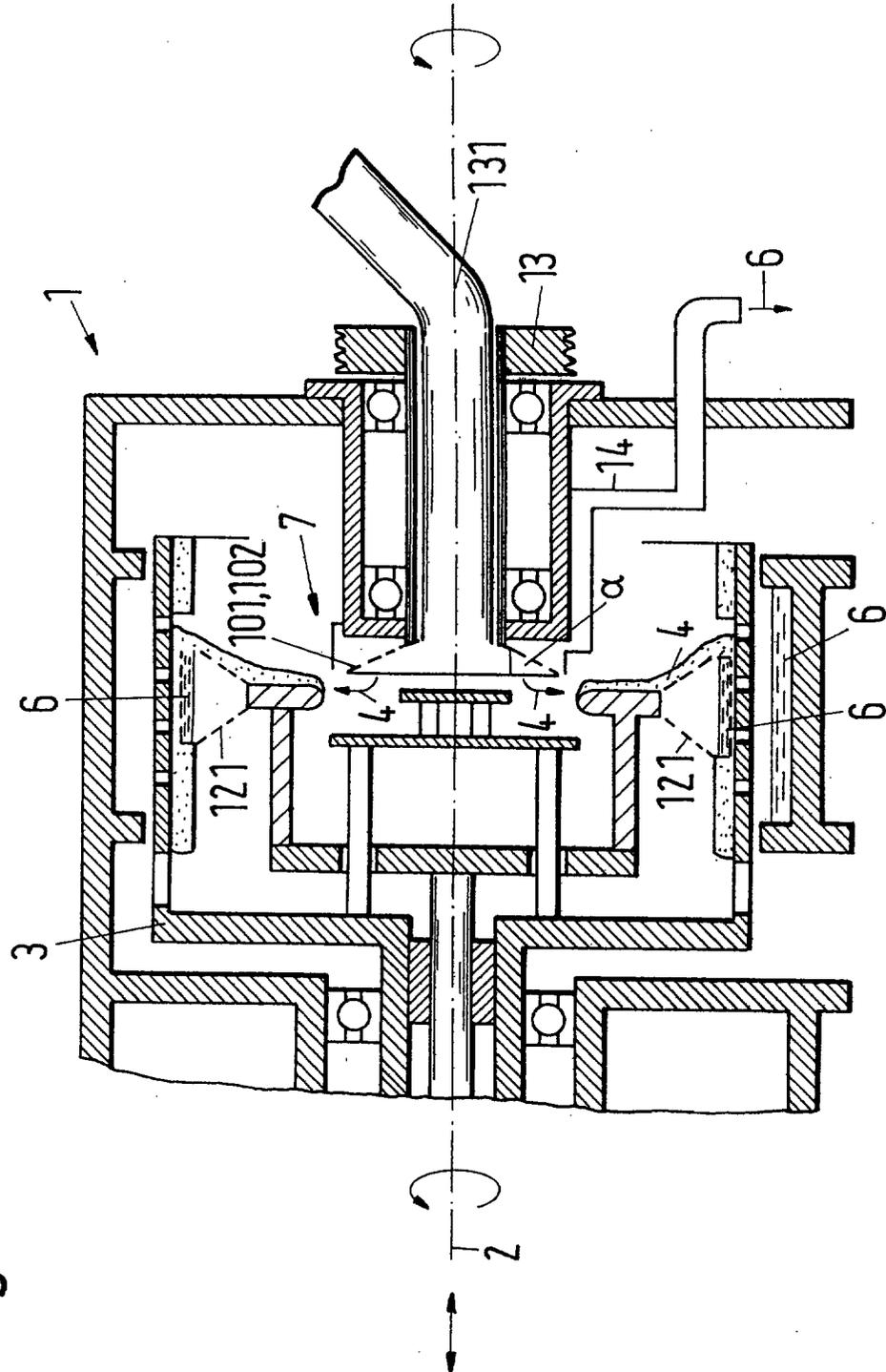
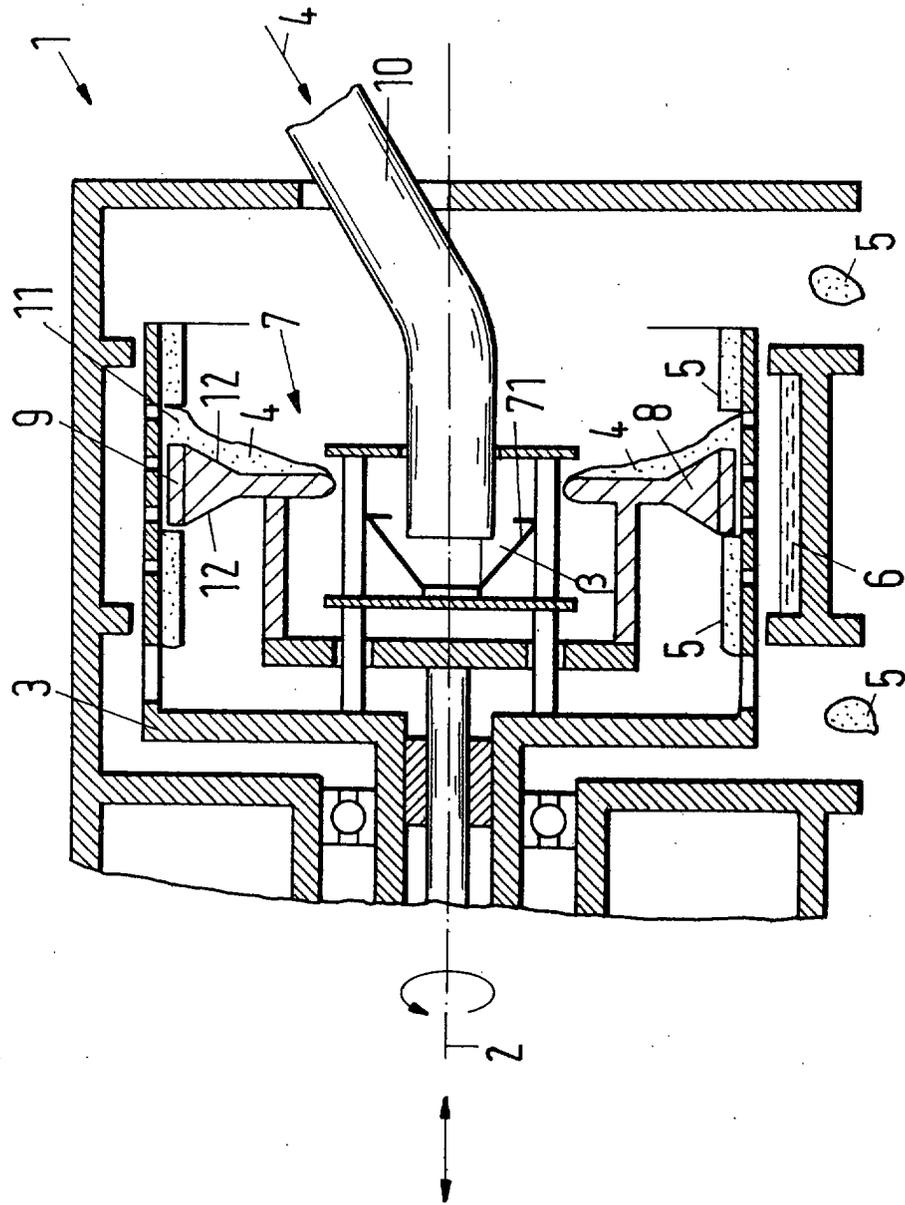


Fig. 6



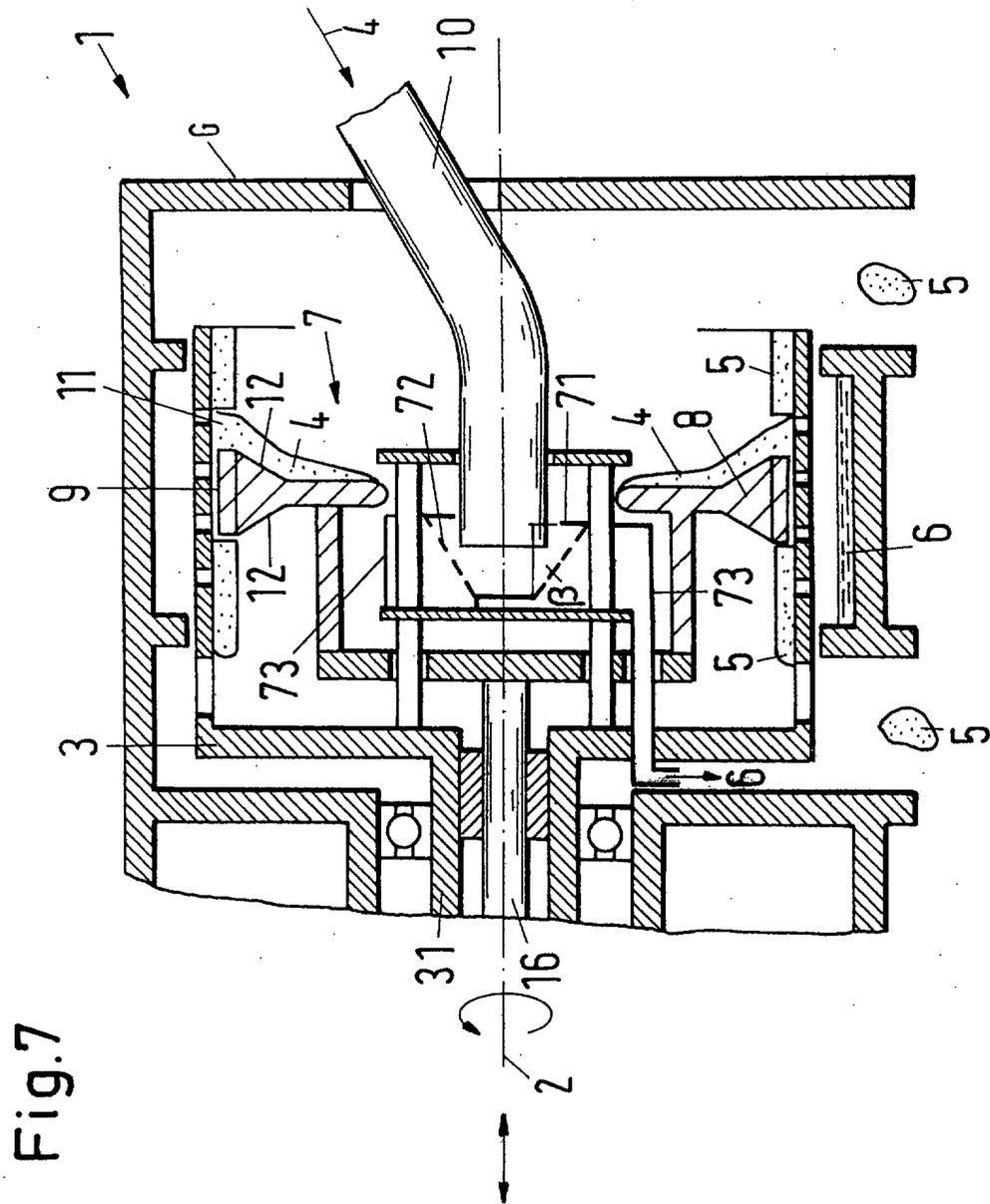


Fig. 7a

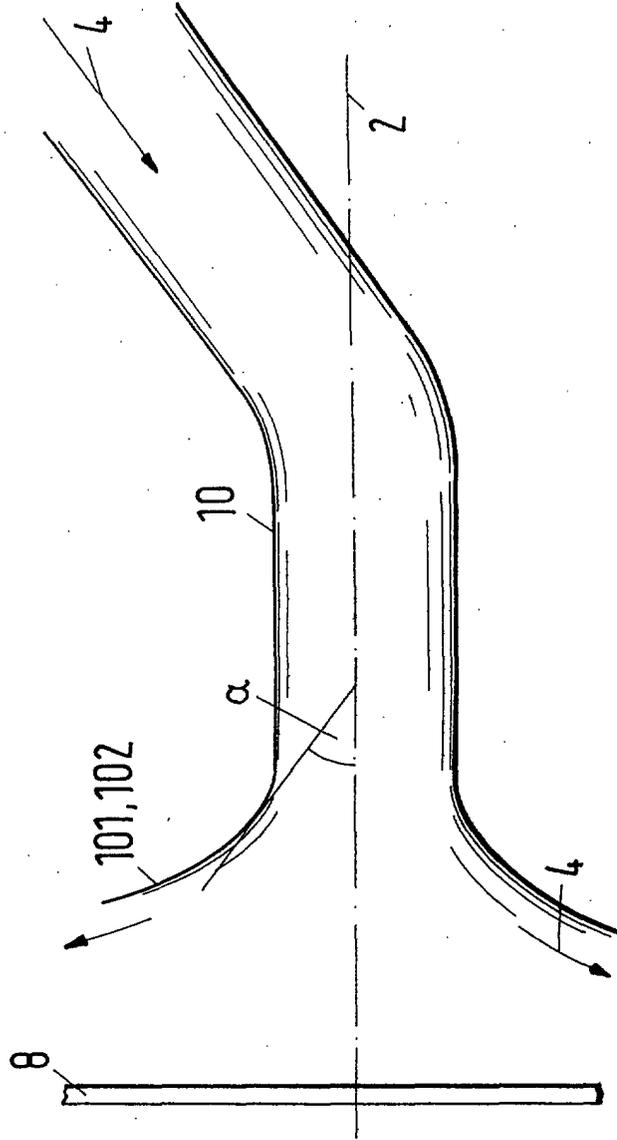
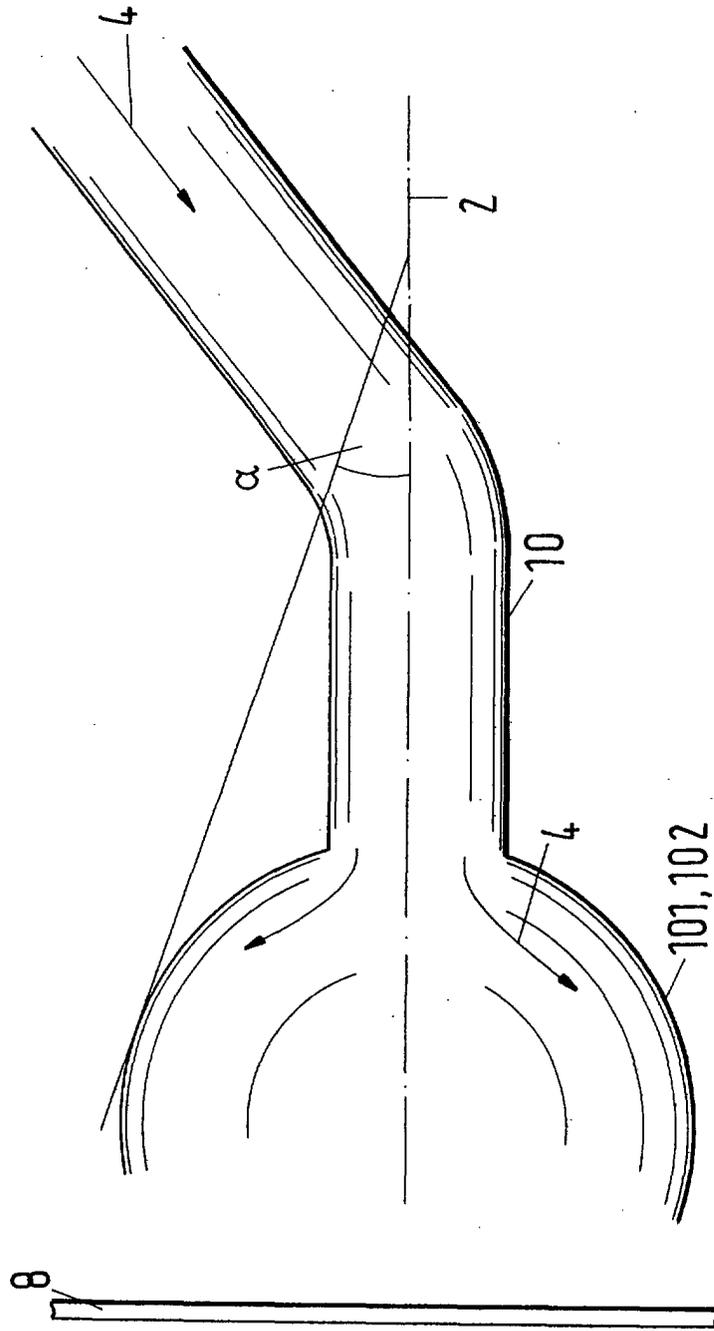
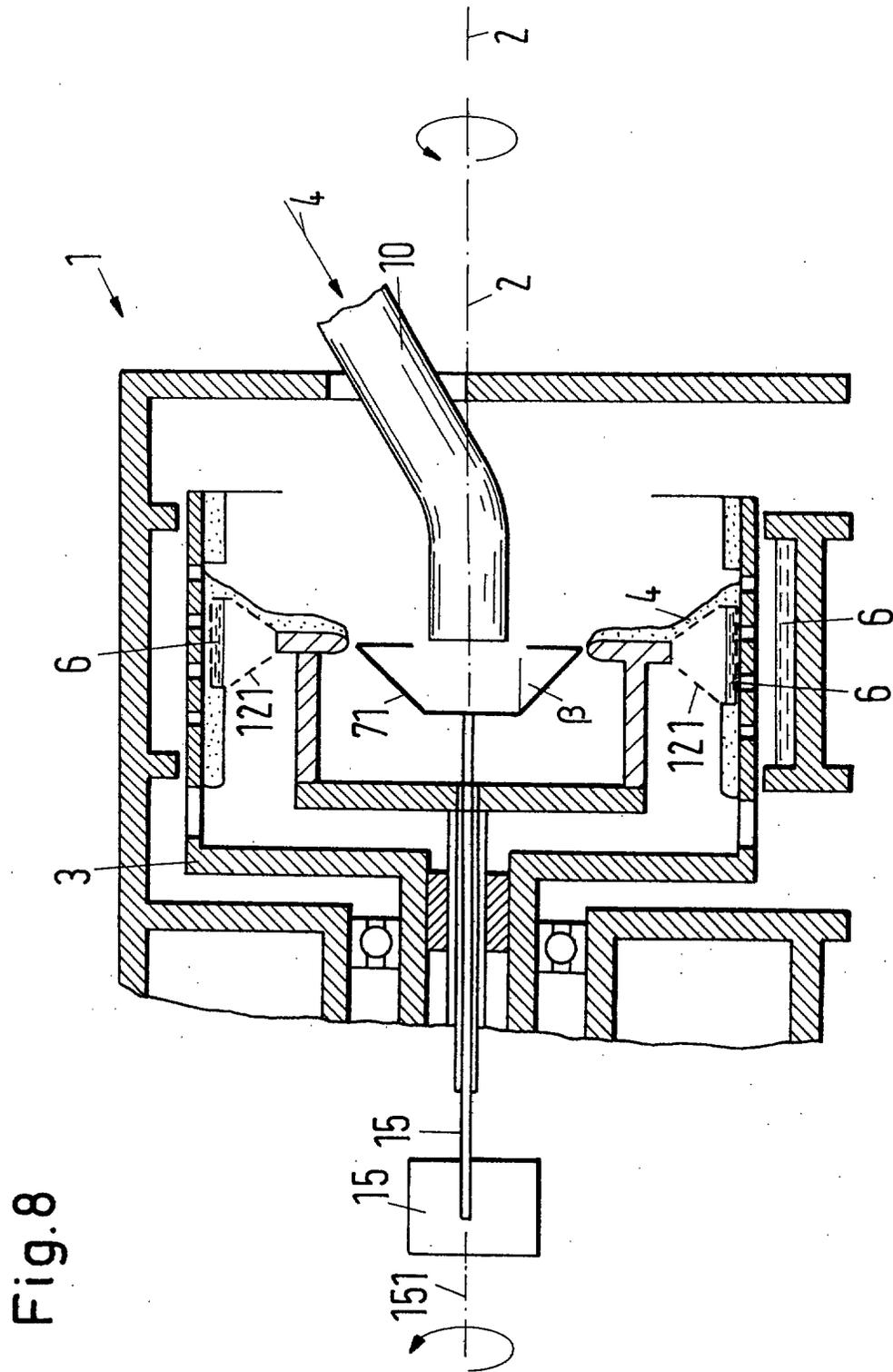


Fig.7b







Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 04 40 5164

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |   |   |  |
|---|---|---|--|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft Anspruch   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)          |
| X   | DE 196 11 129 C (MELDAU HENNING DR ING)<br>31. Juli 1997 (1997-07-31)<br>* das ganze Dokument *   | 1   | B04B3/02   |
| A   | CH 624 858 A (ESCHER WYSS AG)<br>31. August 1981 (1981-08-31)<br>Zusammenfassung<br>* Spalte 1, Zeile 55 - Spalte 2, Zeile 24<br>*<br>* Spalte 4, Zeilen 23-35; Abbildung 3 *               | 1   |  |
| X   | US 3 268 083 A (ERNST RUEGG)<br>23. August 1966 (1966-08-23)<br>* das ganze Dokument *  | 1-3   |  |
| A   | EP 0 710 504 A (SPYRA THOMAS)<br>8. Mai 1996 (1996-05-08)<br>* Spalte 2, Zeilen 3-9 *<br>* Spalte 3, Zeilen 24-37, 53-59 *<br>* Spalte 4, Zeilen 27-33; Ansprüche 1-8;<br>Abbildungen 1,3 * | 1,2,4,7   |  |
| A   | DE 195 46 019 C (SITEG SIEBTECH GMBH)<br>20. Februar 1997 (1997-02-20)<br>Zusammenfassung<br>* Spalte 1, Zeilen 11-56 *<br>* Spalte 2, Zeilen 26-30; Abbildung 5 *                          | 1,4   | RECHERCHIERTES<br>SACHGEBIETE (Int.Cl.7)<br>B04B |
| A   | US 3 368 684 A (ERNST RUEGG)<br>13. Februar 1968 (1968-02-13)<br>* Spalte 3, Zeile 59 - Spalte 4, Zeile 14;<br>Abbildung 3 *  | 7,10,14   |  |
| -----<br>-/--   |   |   |  |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                         |   |   |  |
| Recherchenort   | Abschlußdatum der Recherche   | Prüfer  |  |
| München   | 8. Juli 2004  | Strodel, K-H  |  |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE   |   | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  |  |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  |   | E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist |  |
| Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie |   | D : in der Anmeldung angeführtes Dokument   |  |
| A : technologischer Hintergrund   |   | L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  |  |
| O : mündliche Offenbarung   |   | .....   |  |
| P : Zwischenliteratur   |   | & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument                                 |  |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 04 40 5164

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE   |  |  |   |
|--|--|--|---|
| Kategorie  | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile  | Betrifft Anspruch  | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7) |
| A  | US 2 720 981 A (GREENWELL RICHARD H)<br>18. Oktober 1955 (1955-10-18)<br>* Spalte 3, Zeilen 44-48 *<br>* Spalte 3, Zeile 73 - Spalte 4, Zeile 3 *<br>* Spalte 6, Zeile 56 - Spalte 7, Zeile 3;<br>Abbildungen 1-3 *<br>----- | 1,5,11   |   |
| A  | US 5 401 423 A (LEUNG WOON F ET AL)<br>28. März 1995 (1995-03-28)<br>* Spalte 2, Zeilen 40-65 *<br>* Spalte 10, Zeilen 45-54; Abbildung 9 *<br>-----   | 11   |   |
| A  | DE 21 65 719 A (KRAUSS MAFFEI AG)<br>5. Juli 1973 (1973-07-05)<br>* das ganze Dokument *<br>* Seite 2, Zeilen 30-65; Abbildung 2 *<br>-----  | 4,7-9,<br>13,14  |   |
| A  | GB 918 386 A (BRAUNSCHWEIGISCHE MASCHB ANSTA)<br>13. Februar 1963 (1963-02-13)<br>* Seite 2, Zeilen 30-65 *<br>* Seite 2, Zeile 124 - Seite 3, Zeile 2;<br>Anspruch 7; Abbildung 2 *<br>-----                                | 6,8,11,<br>12,14   |   |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt  |  |  | RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (Int.Cl.7)   |
| Recherchenort  | Abschlußdatum der Recherche  | Prüfer   |   |
| München  | 8. Juli 2004   | Strodel, K-H   |   |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE  |  | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>-----<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |   |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |  |  |   |

EPO FORM 1503 03.82 (P/04C03)

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

EP 04 40 5164

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

08-07-2004

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|---|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 19611129   | C | 31-07-1997                    | DE 19611129 C1                    | 31-07-1997                    |
| CH 624858   | A | 31-08-1981                    | CH 624858 A5                      | 31-08-1981                    |
|   |   |                               | AT 372626 B                       | 25-10-1983                    |
|   |   |                               | AT 708378 A                       | 15-03-1983                    |
|   |   |                               | BE 872279 A1                      | 16-03-1979                    |
|   |   |                               | BR 7807392 A                      | 24-07-1979                    |
|   |   |                               | CA 1096829 A1                     | 03-03-1981                    |
|   |   |                               | DE 2848156 A1                     | 07-06-1979                    |
|   |   |                               | ES 475384 A1                      | 01-04-1979                    |
|   |   |                               | FR 2409794 A1                     | 22-06-1979                    |
|   |   |                               | GB 2008424 A ,B                   | 06-06-1979                    |
|   |   |                               | IN 150317 A1                      | 11-09-1982                    |
|   |   |                               | IT 1098982 B                      | 18-09-1985                    |
|   |   |                               | JP 1347955 C                      | 13-11-1986                    |
|   |   |                               | JP 54082770 A                     | 02-07-1979                    |
|   |   |                               | JP 61012496 B                     | 08-04-1986                    |
|   |   |                               | NL 7809140 A ,B,                  | 29-05-1979                    |
|   |   |                               | US 4217226 A                      | 12-08-1980                    |
| US 3268083  | A | 23-08-1966                    | CH 400910 A                       | 15-10-1965                    |
|   |   |                               | DE 1209507 B                      | 20-01-1966                    |
|   |   |                               | FR 1356012 A                      | 20-03-1964                    |
|   |   |                               | GB 1047434 A                      |                               |
| EP 0710504  | A | 08-05-1996                    | DE 9417273 U1                     | 22-12-1994                    |
|   |   |                               | AT 189777 T                       | 15-03-2000                    |
|   |   |                               | DE 4444117 C1                     | 21-12-1995                    |
|   |   |                               | DE 59507812 D1                    | 23-03-2000                    |
|   |   |                               | EP 0710504 A1                     | 08-05-1996                    |
|   |   |                               | US 5635065 A                      | 03-06-1997                    |
| DE 19546019   | C | 20-02-1997                    | DE 19546019 C1                    | 20-02-1997                    |
|   |   |                               | AT 196263 T                       | 15-09-2000                    |
|   |   |                               | WO 9721491 A1                     | 19-06-1997                    |
|   |   |                               | EP 0808218 A1                     | 26-11-1997                    |
|   |   |                               | JP 11500356 T                     | 12-01-1999                    |
|   |   |                               | US 5935438 A                      | 10-08-1999                    |
| US 3368684  | A | 13-02-1968                    | CH 452441 A                       | 31-05-1968                    |
|   |   |                               | AT 276258 B                       | 25-11-1969                    |
|   |   |                               | DE 1632286 A1                     | 29-10-1970                    |
|   |   |                               | ES 344372 A1                      | 01-10-1968                    |
|   |   |                               | FR 1532782 A                      | 12-07-1968                    |
|   |   |                               | GB 1194563 A                      | 10-06-1970                    |
|   |   |                               | NL 6711253 A                      | 26-02-1968                    |

EPO FORM P0461

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

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

EP 04 40 5164

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

08-07-2004

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patendokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|---|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 2720981  | A | 18-10-1955                    | GB 711320 A                       | 30-06-1954                    |
|   |   |                               | US 2720982 A                      | 18-10-1955                    |
| -----   |   |                               |                                   |                               |
| US 5401423  | A | 28-03-1995                    | AT 206077 T                       | 15-10-2001                    |
|   |   |                               | AU 3220893 A                      | 28-06-1993                    |
|   |   |                               | CA 2124440 A1                     | 10-06-1993                    |
|   |   |                               | DE 69232085 D1                    | 31-10-2001                    |
|   |   |                               | DE 69232085 T2                    | 25-04-2002                    |
|   |   |                               | DK 613403 T3                      | 03-12-2001                    |
|   |   |                               | EP 0613403 A1                     | 07-09-1994                    |
|   |   |                               | WO 9310907 A1                     | 10-06-1993                    |
| -----   |   |                               |                                   |                               |
| DE 2165719  | A | 05-07-1973                    | DE 2165719 A1                     | 05-07-1973                    |
|   |   |                               | JP 48077452 A                     | 18-10-1973                    |
| -----   |   |                               |                                   |                               |
| GB 918386   | A | 13-02-1963                    | KEINE                             |                               |
| -----   |   |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

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