

SEPARATOREINSATZ UND SEPARATOR

Die Erfindung betrifft einen Separatoreinsatz für einen Separator, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und einen Separator mit einem solchen Separatoreinsatz.

5

Separatoren im Sinne dieser Schrift dienen zur Trennung einer fließfähigen Suspension als Ausgangsprodukt im Zentrifugalfeld in Phasen verschiedener Dichte. Bei verschiedensten Anwendungen ist eine Dampfsterilisation der eingesetzten Separatoren erforderlich. Ein relativ „kleiner“ am Markt über die Anmelderin eingeführter dampfsterilisierbarer Separator mit Tellerpaket ist der Separator „CSC 6“ mit 6000 m² äquivalenter Klärfläche. In manchen Situationen, so im Labor, ist diese Maschine jedoch noch relativ groß. Die bekannten Separatoren mit Tellerpaket, die auf dem Markt verfügbar sind, werden mittels einer Spindel angetrieben, die wiederum direkt oder über ein Getriebe von einem Motor angetrieben wird. Zudem bestehen die bekannten Maschinen aus Edelstahl. Aus diesen Gründen werden aktuell in Laboren sehr häufig Filter statt Zentrifugalseparatoren eingesetzt. Bei einem Separator mit einem Tellerpaket und mit Einwegkomponenten aus Kunststoff (Single-Use-Technologie - Einmalverwendung vorqualifizierter Kunststoffteile) wäre die Dampfsterilisation (SIP - Sterilization In Place) nicht erforderlich. Er könnte sich insbesondere zum Einsatz in der Biotechnologie eignen.

Aus der WO 2014/000829 A1 ist ein Separator zur Trennung eines fließfähigen Produktes in verschiedene Phasen bekannt, der eine drehbare Trommel mit einem Trommelunterteil und einem Trommeloberteil aufweist und ein in der Trommel angeordnetes Mittel zum Verarbeiten einer Suspension im Zentrifugalfeld von Feststoffen bzw. zum Trennen einer schweren feststoffartigen Phase von einer leichteren Phase im Zentrifugalfeld, wobei eines, mehrere oder sämtliche folgender Elemente aus Kunststoff oder einem Kunststoff-Verbundwerkstoff bestehen: das Trommelunterteil, das Trommeloberteil, das Mittel zum Klären. Derart ist es möglich, einen Teil der Trommel oder vorzugsweise sogar die gesamte Trommel - vorzugsweise nebst den Zulauf- und Ablaufsystemen bzw. -bereichen - für eine Einmalverwendung auszuliegen, was insbesondere in Hinsicht für die Verarbeitung pharmazeutischer Produkte wie Fermentationsbrühen oder dgl. von Interesse und Vorteil ist, da nach dem Betrieb zur Verarbeitung einer entsprechenden Produktcharge im während der Verarbeitung der Produktcharge vorzugsweise kontinuierlichen Betrieb keine Reinigung der produktberührenden Teile der Trommel durchgeführt werden muss sondern diese insgesamt ausgetauscht werden kann. Gerade aus hygienischer Sicht ist

dieser Separator damit sehr vorteilhaft. Um eine physische Trennung zwischen dieser Einweg-Trommel und dem Antrieb zu erreichen, ist eine berührungsfreie Kuppelung zwischen Antrieb und Trommel vorteilhaft.

- 5 Eine Weiterentwicklung zeigt die gattungsgemäße DE 10 2017 128 027. Hier sind die Lagereinrichtungen als Magnetlager ausgebildet und eine der Magnetlagereinrichtungen wird vorzugsweise auch als Antriebsvorrichtung zum Drehen der Trommel genutzt, die im Betrieb in der Schwebe gehalten wird. Damit entfallen mechanische Komponenten zum Drehen und Lagern der Trommel, was die Ausbildung als Separator mit einem Separatoreinsatz zur einmaligen Verwendung begünstigt, da ein Austausch dieses Separatoreinsatzes sehr einfach zu handhaben ist. Diese Vorteile nutzt auch die vorliegende Erfindung.

- 15 Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der Erfindung, bei einem gattungsgemäßen Separatoreinsatz – der als Einwegelement nutzbar ist bzw. ausgebildet werden kann – so auszubilden, dass der Trennprozess besser beherrschbar wird. Vorzugsweise soll auch auf einfache Weise eine Möglichkeit zur Regelbarkeit der Konzentration der abgetrennten schweren Phase bzw. Klarheit der leichten Phase geschaffen werden.

20

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch den Gegenstand des Anspruchs 1, also durch einen Separatoreinsatz für einen Separator, der zur Trennung einer fließfähigen Suspension in einem Zentrifugalfeld in wenigstens zwei fließfähige Phasen verschiedener Dichte ausgelegt ist und, der folgendes aufweist:

- 25 a) ein im Betrieb stillstehendes Gehäuse, das nach Art eines Behälters ausgelegt ist, der bis auf Öffnungen geschlossen ausgelegt ist, wobei diese Öffnungen wie folgt ausgelegt sind: als ein Zulauf für eine zulaufende Suspension an einer ersten axialen Begrenzungswand des Gehäuses, als zwei Abläufe für fließfähige Phasen verschiedener Dichte an einem Außenmantel des Gehäuses und als ein Rezirkulationseinlauf
- 30 an einer zweiten axialen Begrenzungswand des Gehäuses,
- b) einen innerhalb des Gehäuses angeordneten und um eine Drehachse drehbaren Rotor mit einer Trommel, welche Öffnungen aufweist, wobei eine oder mehrere erste und zweite Öffnungen der Trommel als freie radiale Auslässe für die leichte und die schwere Phase in das Gehäuse dienen, und wobei sich in zwei weitere der Öffnungen der Trommel an den beiden axialen Enden der Trommel jeweils ein Zulaufrohr erstreckt, welches die Trommel nicht berührt,
- 35

- c) wobei in der Trommel ein Trennmittel angeordnet ist, und
d) wobei zumindest zwei Rotoreinheiten für Magnetlagereinrichtungen an zwei axial beabstandeten Stellen des Rotors mit der Trommel angeordnet sind, mit welchen der Rotor mit der Trommel im Betrieb innerhalb des Gehäuses in der Schwebe
5 haltbar, drehbar lagerbar und in Drehung versetzbar ist.

Durch den konstruktiv vorteilhaft an der Trommel und am Gehäuse vorgesehenen Rezirkulationseinlauf wird es möglich, den Trennprozess besonders gut zu beherrschen.

10

Die Öffnungen der Trommel werden somit vorteilhaft die den Öffnungen des Gehäuses aus a) zugeordnet.

15

Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, dass der Separatoreinsatz eine vormontierte, wechselbare Einheit zum Einsetzen in Statoreinheiten am Gestell des Separators bildet. Im Zusammenspiel bilden die Rotor- und Statoreinheiten Magnetlagereinrichtungen aus. Mit diesen kann die Trommel axial und radial gelagert werden und in der Schwebe gehalten werden.

20

„Im Betrieb“ bedeutet während einer bzw. der zentrifugalen Verarbeitung, wenn sich der Rotor dreht.

25

Es ist dabei bevorzugt, da einfach und praktisch, dass die Rotoreinheiten an den beiden axialen Enden der Trommel angeordnet sind und dass zwei korrespondierende Statoreinheiten am Gestell des Separators ausgebildet sind. Derart werden an beiden axialen Enden der Trommel Magnetlagereinrichtungen gebildet.

30

Dabei stellt mindestens eine der beiden Magnetlagereinrichtungen vorzugsweise auch den Drehantrieb für die Trommel dar, wobei dieser Antrieb auch geeignet ist die Trommel mit frei einstellbaren Drehzahlen bzw. frei wählbarer Drehrichtung anzutreiben. Dabei kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass eine oder beide Magnetlagereinrichtungen radial und axial lagernd wirken und den Rotor im Betrieb im Behälter zu diesem beabstandet in der Schwebe halten.

35

Es ist besonders vorteilhaft und praktisch, dass der Separatoreinsatz als vormontierte Einheit ausgebildet ist. Dabei kann insbesondere auch vorgesehen sein, dass

sämtliche produktberührenden Elemente dieses Einsatzes aus Kunststoff oder einem anderen nichtmagnetischen Material bestehen, wobei er als Ganzes wechselbar ist und nach Gebrauch vollständig entsorgt werden kann. Eine Reinigung und ggf. eine Dampfsterilisation des Separatoreinsatzes sind damit nicht mehr erforderlich.

5

Jedes der Zulaufrohre kann vorteilhaft jeweils eine der Magnetlagereinrichtungen axial durchsetzen, wobei es auch möglich ist, dass sich die Zulaufrohre koaxial umschließen und gemeinsam nur eine der Magnetlagereinrichtungen axial durchsetzen.

- 10 Es kann die jeweilige Lagereinrichtung, die neben einer Radiallagerung auch eine Axiallagerung der Trommel und/oder einen Drehantrieb bewirkt, permanent- und/oder elektromagnetisch wirken.

- 15 Nach einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass den zwei Abläufen für fließfähige Phasen verschiedener Dichte eine oder mehrere Fang-Ringkammern des Gehäuses zugeordnet sind, um die Phasen vor einem Ableiten aus dem Gehäuse in diesem separat auffangen zu können, wenn sie aus der Trommel austreten.

- 20 Es kann weiter konstruktiv einfach vorgesehen sein, dass der Zulauf von einem nicht drehbaren Zulaufrohr gebildet wird, das mit einem Ende aus dem Gehäuse zu einer ersten Seite, insbesondere bei vertikaler Ausrichtung der Drehachse nach oben, und nach außen vorsteht und das sich durch die erste axiale Begrenzungswand hindurch und durch das eine Magnetlager bis in die Trommel erstreckt, diese dabei aber nicht berührt. Am Außenumfang ist das Zulaufrohr vorzugsweise abgedichtet in das Ge-
25 häuse eingesetzt oder mit diesem einstückig ausgebildet.

- Es kann dabei weiter vorgesehen sein, dass das Zulaufrohr konzentrisch zur Drehachse des Rotors das Gehäuse durchsetzt, sich sodann innerhalb des Gehäuses axial weiter in die drehbare Trommel erstreckt und dort mit seinem anderen Ende - einem
30 freien Auslassende - vor oder in einem sich mit der Trommel drehenden Verteiler endet. Durch dieses Zulaufrohr wird die Suspension in den Schleuderraum geleitet.

- Sodann kann nach einer weiteren einfach zu realisierenden Ausführungsform vorgesehen sein, dass die Trommel zumindest zwei Abschnitte verschiedenen Durchmessers aufweist und dass zur Ableitung der jeweiligen verschieden dichten Phasen aus
35 der Trommel in den Abschnitten verschiedenen Durchmessers im Außenmantel der

Trommel jeweils wenigstens einer oder mehrere Auslasse vorgesehen sind, die jeweils eine oder mehrere Öffnungen, insbesondere düsenartige Öffnungen im Trommelaußenmantel aufweisen und derart die freien Auslasse in die jeweiligen Fang-Ringkammern bilden.

5

Die Trommel kann dazu einfach konisch oder doppeltkonisch ausgebildet sein. Sie kann auch einen oder mehrere zylindrische Abschnitte aufweisen. Sie kann zudem aus mehreren Teilen, insbesondere einem Oberteil und einem Unterteil zusammengesetzt sein, wobei diese Teile vorzugsweise nach dem Einbau innerer Komponenten und ihrem Zusammenbau miteinander verbunden sind (z.B. durch Verkleben oder Verschweißen). Analog kann das Gehäuse aus mehreren Teilen, insbesondere einem Oberteil und einem Unterteil zusammengesetzt sein, wobei diese Teile vorzugsweise nach dem Einbau innerer Komponenten – insbesondere dem Rotor - und ihrem Zusammenbau miteinander verbunden sind (z.B. durch Verkleben oder Verschweißen).

15

In der Regel wird einer der Auslasse an einem Abschnitt mit einem größten inneren Durchmesser angeordnet sein und ein anderer Auslass auf einem Abschnitt mit einem relativ dazu kleineren Durchmesser der Trommel.

20

Nach einer weiteren zweckmäßigen Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass am tiefsten Punkt der jeweiligen Fang-Ringkammer der jeweilige Ablauf für die jeweilige leichte oder schwerere Phase ausgebildet ist. Die Abläufe können Stutzen an der Außenseite des Gehäuses aufweisen, die am Außenumfang abgedichtet an diesem ausgebildet sind, so dass derart auf einfache Weise Schläuche oder dgl. anschließbar sind. Die Schläuche können auch bereits an den Stutzen vormontiert sein, so dass diese komplett und bei Bedarf keimfrei verschlossen sind. Die Stutzen können sich z.B. radial, tangential oder schräg zur Radialrichtung erstrecken.

25

Sodann kann nach einer bevorzugten Ausgestaltung weiter vorgesehen sein, dass die aus dem einen der Abläufe austretende leichte Phase oder die schwere Phase durch eine Ableitung mit jeweils einer Pumpe vom Gehäuse weg förderbar ist und dass eine Zweigleitung vorgesehen ist, welche in den Rezirkulationseinlauf mündet, so dass eine Rezirkulationsleitung zum Zurückleiten zumindest eines Teils der leichten oder der schweren Phase in die Trommel gebildet wird. Auch ein Zurückleiten der leichten oder der schweren Phase in das Zulaufrohr kann für bestimmte

35

Anwendungen sinnvoll sein. Derart wird die Steuer- oder Regelbarkeit des Trennprozesses deutlich verbessert. Bevorzugt wird die schwere Phase rezirkuliert, da dies zu besonders vorteilhaften Ergebnissen führt.

- 5 Dabei kann nach einer konstruktiv einfach zu realisierenden Variante vorgesehen sein, dass die zu rezirkulierende leichte oder schwerere Phase mit einer Pumpe in die Trommel pumpbar ist.

- 10 Nach einer weiteren Ausgestaltungsform ist sodann konstruktiv vorteilhaft und kompakt vorgesehen, dass der Rezirkulationseinlauf ein zweites Zulaufrohr aufweist, das die zweite axiale Begrenzungswand des Gehäuses durchsetzt und in einen sich im Betrieb nicht mit der Trommel drehenden zweiten Verteiler in der Trommel mündet, mit dem die rezirkulierte Phase in die sich drehende Trommel übergeben wird. Zulaufrohr und Verteiler können auch als ein Teil gefertigt werden. Der Verteiler bewirkt die Um-
- 15 lenkung in radiale Richtung bzw. Umfangsrichtung.

Am Außenumfang kann auch dieses Zulaufrohr abgedichtet in das Gehäuse eingesetzt sein oder mit diesem einstückig ausgebildet sein.

- 20 Es kann sodann zweckmäßig und vorteilhaft vorgesehen sein, dass ein ansteuerbares Regelventil vorgesehen ist, mit welchem der Rezirkulationseinlauf absperrenbar oder ganz oder teilweise offenbar ist. Durch Ansteuern des Regelventils kann derart ein genau dosierter Teil der schwereren Feststoffphase HP in die Trommel zurückgeleitet werden. Dies resultiert in einer Optimierung des Trennprozesses.

- 25 Zudem kann optional wenigstens eine Messeinrichtung vorgesehen sein, mit welcher ein Parameter der ersten Phase und/oder der zweiten Phase bestimmbar ist und/oder es kann weiter eine Steuereinrichtung vorgesehen sein, mit welcher die Rezirkulation insbesondere unter Nutzung eines oder mehrerer Ergebnisse von Messungen mit der Messeinrichtung steuert oder regelt. Optional kann derart das An-
- 30 steuern des Regelventils im Rahmen einer Regelung erfolgen, wozu ein Parameter gemessen wird.

- 35 Der von der Messvorrichtung aufgenommene Messwert der zweiten Phase HP, z.B. deren Dichte, Trübung, Durchflussmenge wird an die Steuereinrichtung

weitergeleitet, wobei dann mit der Steuereinrichtung anhand eines Regelalgorithmus das Regelventil auf einen bestimmten Öffnungsdurchmesser geregelt werden kann.

Es kann weiter bevorzugt vorgesehen sein, dass in der Trommel ein Trennmittel, insbesondere ein Tellerpaket, angeordnet ist.

Dieser Separator ist zum Betrieb bei variablen, auch relativ hohen Drehzahlen geeignet. Zudem kann er auch gut für eine Einmalverarbeitung – beispielsweise für eine zentrifugale Trennung einer Produktcharge einer fließfähigen Fermentationsbrühe als Suspension - von z.B. 100l bis einige Tausend, z.B. 4000 l - in verschiedene Phasen – genutzt werden und danach entsorgt werden. Dabei besteht ein besonderer Vorteil darin, dass alle produktberührenden Komponenten des Separators als vorgefertigte und bereits keimfreie Einheit eingebaut, betrieben und anschließend entsorgt werden können. Diese vorgefertigte Einheit besteht zumindest aus dem Rotor mit der Trommel, den Trenntellern, dem Zulaufverteiler und den Rotormagneten bzw. Rotoreinheiten, sowie dem Gehäuse mit den Zu- und Abläufen. Des Weiteren kann die Einheit zudem Zu- und Ablaufleitungen (bspw. Schläuche) sowie Messequipment oder weitere produktberührte Komponenten enthalten, die zum Einmalgebrauch vorgesehen sind und nach Benutzung zusammen mit der Separatoreinheit entsorgt werden.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass neben einem in erster vertikaler Ausrichtung der Drehachse unteren Axiallager ein weiteres Axiallager – z.B. an einem gegenüberliegenden Ende der Trommel oder ggf. auch in der Trommel - vorgesehen ist. Denn dies ermöglicht es, dass die Drehachse der Trommel vertikal aber alternativ auch vorteilhaft aus der Vertikalen geneigt angeordnet werden kann. Dabei ist eine beliebige Anordnung der Drehachse möglich. Die Drehachse kann also z.B. unter einem Winkel von 30 – 60°, beispielsweise 45°, aus der Vertikalen geneigt sein oder auch horizontal ausgerichtet verlaufen – also um 90° zur Vertikalen geneigt ausgerichtet sein. Weiterhin ist auch eine Drehung der gesamten Anordnung um 180° möglich, so dass die Zulauföffnung unten angeordnet ist und die konischen Trennteller sich nach oben öffnen - ohne dass es dadurch zu Lagerungsproblemen der Trommel kommt.

Sofern hier oder nachfolgend „eine erste vertikale Ausrichtung der Drehachse“ betrachtet wird, heißt dies, dass die Lage der Elemente der Zentrifuge in einer vertikalen Ausrichtung der Drehachse wie beschrieben realisierbar ist bzw. realisiert ist. Die

Drehachse kann praktisch dann aber auch schräg zur vertikalen Ausrichtung ausgerichtet sein. Dann wird vorzugsweise der Ablauf für die Phasen LP, HP, jeweils an eine vertikal tiefste Stelle der jeweiligen Fang-Ringkammern gelegt.

- 5 Es ist weiter vorteilhaft, wenn eine der Lager- und/oder Antriebseinheiten dazu ausgelegt ist, die Trommel bei einer ersten vertikalen Ausrichtung an ihrem unteren Ende radial zu lagern und in Drehung zu versetzen.

- 10 Und schließlich kann weiter vorteilhaft vorgesehen sein, dass das Gehäuse ausschließlich die Öffnungen für Zulaufrohre und für Abläufe aufweist und ansonsten hermetisch geschlossen ausgebildet ist. Dazu kann vorgesehen sein, dass die Zulaufrohre und die Abläufe nach Art von Stutzen aus dem Gehäuse nach außen vorstehen, wobei diese Stutzen mit dem Gehäuse abgedichtet verbunden oder einstückig mit diesem ausgebildet sind.

- 15 Die Erfindung schafft auch einen Separator mit einem Gestell und einem wechselbaren Separatoreinsatz nach einem der darauf bezogenen Ansprüche.

- 20 Dies erleichtert es, einen Separator zu schaffen, der ein Einwegmodul mit Einwegkomponenten „Trommel“ und „Gehäuse“ aufweist, wohingegen zumindest das Gestell sowie Teile der Lager- und Antriebsvorrichtung wiederverwendbar sein können.

- 25 Die Erfindung ermöglicht die Herstellung eines Separators, bei dem ein Einweg-Separatoreinsatz verwendbar ist, der vorzugsweise derart ausgebildet ist, dass sämtliche produktberührenden Komponenten aus Kunststoff oder anderen nichtmagnetischen Werkstoffen gefertigt sind, die nach einmaligem Gebrauch entsorgt werden können. Eine Reinigung nach Benutzung entfällt somit. Die Maschine und deren Betrieb können damit deutlich günstiger werden. Magnete können ggf. recycelt werden.

- 30 Der gesamte Separatoreinsatz wird nach seiner Herstellung als abgedichtete Einheit bereitgestellt, in welche keine Verunreinigungen eintreten können. Dazu können die Stutzen abgedichtet lösbar verschlossen sein. So können an den Stutzen Schlauchabschnitte angeordnet sein, die öffnbare und verschließbare Konnektoren aufweisen, mit welchen das Separatormodul bzw. hier der Separatoreinsatz an weitere
35 Elemente des Zu- und Ablaufsystems wie Beutel oder Tanks oder Schlauch- oder Rohrleitungen anschließbar ist.

Dabei ist es einfach und sicher, wenn an dem Gestell zueinander beabstandete Aufnahmen der Lagereinrichtungen ausgebildet sind, zwischen welche der Separatoreinsatz drehfest wechselbar einsetzbar ist.

- 5 Es kann dazu weiter vorgesehen sein, dass der relative Abstand der Aufnahmen an der Konsole verstellbar ist, um den Separatoreinsatz wechseln zu können.

- Es kann weiter vorgesehen sein, dass der Separatoreinsatz form- und/oder kraftschlüssig drehfest an dem Gestell befestigbar ist. Nach einer besonders einfachen Variante weisen dazu das Gehäuse und zumindest eine der oder alle der vorgenannten Aufnahmen korrespondierende Formschlussmittel auf, um das Gehäuse drehfest an dem Gestell bzw. der oder den Statoreinheiten zu halten. Die mit den Statoreinheiten des Gestells weisen dazu beispielsweise jeweils in axialer Richtung vorkragend mehrere Stifte auf, und der jeweilige Separatoreinsatz kann am Gehäuse dazu
- 10 korrespondierende, sich beispielsweise in axialer Richtung erstreckende Sacklöcher als Ausnehmungen aufweisen (hier nicht dargestellt).
- 15

- Die Lage dieser korrespondierenden Formschlussmittel definiert auch die funktional erforderliche Lage der Statoreinheiten 4a, 5a und der Rotoreinheiten 4b, 5b zueinander. Dies betrifft besonders die genaue Zentrierung der jeweils coaxial ineinander liegenden Einheiten 4a, 5a und 4b, 5b. Dabei kann durch die Aufnahmen ggf. auch in axialer Richtung eine Haltekraft (von oben und unten) auf das Gehäuse ausgeübt werden um dieses ggf. auch kraftschlüssig zu halten.
- 20

- 25 Die korrespondierenden Formschlussmittel können symmetrisch aber auch unsymmetrisch angeordnet sein, um sicherzustellen, dass der Separatoreinsatz nur in einer einzigen Orientierung eingesetzt werden kann.

- Es kann zudem vorgesehen sein, wenn wenigstens eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, mit welcher die Menge der Rezirkulation der leichten oder der schweren Phase - insbesondere unter Nutzung eines oder mehrerer Ergebnisse von Messungen mit der Messeinrichtung – steuerbar oder regelbar ist.
- 30

- Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.
- 35

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezug auf die Zeichnung näher beschrieben, wobei auch weitere vorteilhafte Varianten und Ausgestaltungen diskutiert werden. Es sei betont, dass die nachfolgend diskutierten Ausführungsbeispiele die Erfindung nicht abschließend beschreiben sollen, sondern
5 dass auch nicht dargestellte Varianten und Äquivalente realisierbar sind und unter die Ansprüche fallen. Es zeigt:

- Figur 1: eine schematische, schnittartige Darstellung eines wechselbaren Separatoreinsatzes eines Separators nebst einer schematischen Darstellung
10 eines Zu- und Ablaufsystems und einer Steuereinheit des Separators bzw. des Separatoreinsatzes;
- Figur 2: eine schematische Darstellung eines Separators mit einem wiederverwendbaren Gestell und einem wechselbaren Separatoreinsatz nach Art der Fig. 1;
- 15 Figur 3: eine perspektivische Ansicht des wechselbaren Separatoreinsatzes aus Fig. 1 und 2 mit daran angeordneten Schlauchabschnitten;
- Figur 4: eine perspektivische Ansicht des Separators der Fig. 2 mit ausgebautem Separatoreinsatz;

- 20 Figur 2 zeigt einen Separator mit einem mehrfach verwendbaren Gestell I und mit einem wechselbaren Separatoreinsatz II zur zentrifugalen Trennung eines Produktes – einer Suspension S - in verschiedene dichte Phasen HP, LP.

Der Separatoreinsatz II ist vorzugsweise als vorgefertigte Einheit ausgebildet. Insbesondere ist der Separatoreinsatz II als ein als Ganzes tauschbarer bzw. wechselbarer sowie als vormontierte Einheit ausgelegter Einweg-Separatoreinsatz ausgebildet, der ganz oder zum überwiegenden Teil aus Kunststoff- oder Kunststoff-Verbundwerkstoffen aufgebaut ist.

- 30 Der Separatoreinsatz ist separat beispielhaft in Figur 1 und 3 dargestellt. Er kann nach der Verarbeitung einer Produktcharge entsorgt und gegen einen neuen Separatoreinsatz II ausgetauscht werden kann.

Ein solcher Separator kann bei der Verarbeitung von Produkten sinnvoll und vorteilhaft sein, bei denen mit sehr hoher Sicherheit auszuschließen ist, dass während der zentrifugalen Verarbeitung Verunreinigungen in das Produkt – eine fließfähige

35

Suspension oder seine Phasen - eingetragen werden oder bei denen eine Reinigung und Desinfektion des Separators sehr aufwendig oder gar nicht möglich wäre.

- Das Gestell I weist eine Konsole I-1 auf. Diese kann -- muss aber nicht -- auf einem
- 5 Wagen I-2 mit Rollen I-3 gelagert sein. An der Konsole I-1 können Aufnahmen I-4 und I-5 angeordnet sein, die zur Aufnahme und zum Halten des Separatoreinsatzes II auch im Betrieb dienen. Vorzugsweise ragt ein erstes axiales Ende des Separatoreinsatzes II von unten in die obere Aufnahme I-4 ein und ein unteres Ende des Separatoreinsatzes II ragt von oben in die andere Aufnahme I-5 ein.
- 10 In den jeweiligen Aufnahmen I-4 und I-5 können jeweilige Stator-Einheiten 4a, 5a von zwei Antriebs- und Magnetlagereinrichtungen 4 und 5 angeordnet sein. Die Steuer- und Leistungselektronik hierfür kann im Gestell I, z.B. in der Konsole I-1 angeordnet sein.
- 15 Hier stehen diese Aufnahmen I-4 und I-5 seitlich von der Konsole I-1 des Gestell I vor. Sie können an der Konsole I-1 höhenverstellbar angeordnet sein.
- An den Aufnahmen I-4 und I-5 und an einem sich im Betrieb nicht drehenden Gehäuse 1 des Separatoreinsatzes II können korrespondierende Formschlussmittel
- 20 41a, 41b ausgebildet sein, um den Separatoreinsatz II drehfest in die Statoreinheiten 4a, 5a einsetzen zu können. Die obere und die untere Statoreinheit 4a, 5a können jeweils miteinander fluchtende Achsen aufweisen.
- 25 Zum Wechseln des Separatoreinsatzes II kann vorgesehen sein, dass die beiden Aufnahmen I-4 und I-5 mit den Statoreinheiten 4a, 5a, an dem Gestell I-1 axial – und hier beispielhaft auch vertikal - relativ zueinander beweglich, insbesondere verschieblich angeordnet sind.
- 30 In diesem Fall kann beispielsweise vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Aufnahmen I-4 und I-5 mit den Statoreinheiten 4a, 5a am Gestell I axial auseinander und wieder aufeinander zu bewegt werden können, um den Separatoreinsatz II zu wechseln, d.h. um den alten Separatoreinsatz II aus dem Gestell I herausnehmen und gegen einen neuem austauschen zu können. Es kann dazu weiter vorgesehen sein, dass
- 35 der relative Abstand der Aufnahmen I-4 und I-5 mit den Statoreinheiten 4a, 5a der

Lagereinrichtungen 4, 5 verstellbar ist, um den Separatoreinsatz II wechseln zu können.

Es kann weiter vorgesehen sein, dass der Separatoreinsatz II form- und/oder kraftschlüssig drehfest an dem Gestell I befestigbar ist. Nach einer besonders einfachen Variante können dazu das Gehäuse 1 und die Statoreinheiten 4a, 5a korrespondierende Formschlussmittel wie Vorsprünge (z.B. Stifte) und Ausnehmungen (z.B. Bohrungen) aufweisen, um das Gehäuse 1 drehfest an den Statoreinheiten und damit am Gestell II zu halten. Die korrespondierenden Formschlussmittel können auch direkt am Gestell II ausgebildet sein.

Nachfolgend seien unter Bezug auf Figur 1 der Aufbau eines bevorzugten Separatoreinsatzes II nebst dem Aufbau des Antriebs- und Lagersystems des Separators, der Steuerung des Separators und des Zu- und Ablaufsystems des Separators näher beschrieben.

Nach Fig 1 weist der Separatoreinsatz II des Separators ein Gehäuse 1 und einen in das Gehäuse 1 eingesetzten, im Betrieb relativ zum Gehäuse 1 drehbaren Rotor 2 auf.

Der Rotor 2 weist eine Drehachse D auf. Diese kann vertikal ausgerichtet sein.

Der Rotor 2 des Separatoreinsatz II weist zudem eine drehbare Trommel 3 auf. Der Rotor 2 ist an zwei axial zueinander in Richtung der Drehachse voneinander beabstandeten Orten mit jeweiligen Magnetlagereinrichtungen 4, 5 drehbar gelagert. Vorzugsweise ist er an seinen beiden axialen Enden derart gelagert. Der Separatoreinsatz weist dabei Rotoreinheiten 4b, 5b der Magnetlagervorrichtungen 4, 5 auf. An dem Gestell I-1 sind hingegen Statoreinheiten 4a, 5a der Magnetlagereinrichtungen 4, 5 angeordnet.

Die Magnetlagereinrichtungen 4, 5 wirken bevorzugt radial und axial und halten den Rotor 2 bevorzugt im Gehäuse 1 zu diesem beabstandet in der Schwebe.

Dabei können die Rotoreinheiten 4b, 5b im Wesentlichen nach Art von Innenringen aus Magneten, insbesondere Permanentmagneten, ausgebildet sein, und die wiederverwendbaren Statoreinheiten 4a, 5a können im Wesentlichen nach Art von

Außenringen zur axialen und radialen Lagerung des Rotors 2 (z.B. oben) oder alternativ auch zum Drehantrieb (z.B. unten) genutzt werden.

5 Somit stellen die Rotoreinheiten 4b und/oder 5b als Teil des Separatorantriebs auch einen Teil des rotierenden Systems bzw. Rotors dar. Anders ausgedrückt ist somit der Rotor des Antriebs ein Teil der Trommel des Zentrifugalseparators.

10 Eine oder beide der Magnetlagereinrichtungen 4, 5 wird/werden somit vorzugsweise ergänzend auch als Antriebsvorrichtung zum Drehen des Rotors 2 mit der Trommel 3 im Gehäuse 1 genutzt. In diesem Fall bildet die jeweilige Magnetlagereinrichtung eine kombinierte Magnetlager- und Antriebseinrichtung aus. Die Magnetlagereinrichtungen 4, 5 können als Axial- und/oder Radiallager ausgebildet sein, welche die Trommel 3 an ihren Enden während des Betriebes insgesamt zusammenwirkend axial und radial lagern und insgesamt im Betrieb schwebend halten und drehen.

15 Die Magnetlagereinrichtungen 4 und 5 können vom grundsätzlichen Aufbau her gleich oder weitgehend gleich ausgebildet sein. Dabei kann insbesondere nur die eine der beiden Magnetlagereinrichtungen 4, 5 ergänzend auch als Antriebsvorrichtung Verwendung finden. Es sind somit jeweils korrespondierende Bauteile der Magnetlager 4, 5 am Separatoreinsatz II – an dessen Rotor 2 - und andere korrespondierende Teile am Gestell I ausgebildet. Eine oder beide Statoreinheiten 4a, 5a können dabei auch mit einer Steuer- und Leistungselektronik zum Ansteuern der elektromagnetischen Komponenten der Magnetlagereinrichtungen elektrisch verbunden sein.

20 Die jeweilige Magnetlagereinrichtung 4, 5 kann z.B. nach einem kombinierten elektro- und permanentmagnetischen Wirkprinzip arbeiten.

30 Vorzugsweise dient zumindest die untere axial wirkende Magnetlagereinrichtung 5 dazu, den Rotor 2 innerhalb des Gehäuses 1 axial durch Levitation in der Schwebe zu halten. Sie kann einen oder mehrere erste Permanentmagnete beispielsweise an der Unterseite des Rotors aufweisen und weiterhin an einer Aufnahme am Gestell Elektromagnete aufweisen, welche den oder die Permanentmagneten koaxial umgeben. Der Antrieb des Rotors kann elektromagnetisch erreicht werden. Es ist aber auch ein Antrieb über rotierende Permanentmagneten realisierbar.

35

- Derartige Lager- und Antriebsvorrichtungen werden beispielsweise von der Firma Levitronix z.B. für den Antrieb von Zentrifugalpumpen verwendet (EP2 273 124 B1). Sie können auch im Rahmen dieser Schrift eingesetzt werden. Als Antrieb kann beispielsweise ein erster Levitronix-Motor „Unten“ eingesetzt werden, der zugleich die
- 5 Trommel magnetisch radial und axial lagert. Zudem kann ein zweiter – beispielsweise bis auf die Steuerung im Betrieb baugleicher - Levitronix-Motor vorgesehen sein, welcher als das Magnetlager 4 den Rotor 2 am Kopf radial und axial lagern kann.
- 10 Die Rotordrehzahl kann mit Hilfe einer Steuereinrichtung 37 oder einer dazu separaten Steuereinrichtung der Magnetlager 4, 5 variabel eingestellt werden. Ebenso kann die Drehrichtung des Rotors 2 mit der Steuereinrichtung vorgegeben und verändert werden.
- 15 Im Betrieb dreht sich der Rotor 2. Dabei wird er somit axial in der Schwebelage gehalten und radial zentriert. Vorzugsweise wird der Rotor 2 mit der Trommel 3 mit einer Drehzahl zwischen 1.000, vorzugsweise 5.000 bis 10.000, ggf. auch bis zu 20.000 Umdrehungen pro Minute betrieben. Die aufgrund der Rotation entstehenden Zentrifugalkräfte führen zur bereits weiter oben beschriebenen Trennung einer zu verarbeitenden Suspension in verschiedene fließfähige Phasen LP, HP unterschiedlicher
- 20 Dichte und zu deren Ableitung, wie weiter unten näher beschrieben. Dabei erfolgt die Verarbeitung der Produktcharge im kontinuierlichen Betrieb, was bedeutet, dass die aus der Suspension getrennten Phasen während des Betriebs vollständig wieder aus der Trommel abgeleitet werden.
- 25 Damit ist es sehr gut möglich, für einen Separator einen Separatoreinsatz nebst Gehäuse zu schaffen, der insgesamt für eine Einmalverwendung ausgelegt werden kann, was wiederum insbesondere in Hinsicht für die Verarbeitung pharmazeutischer Produkte wie Fermentationsbrühen oder dgl. von Interesse und Vorteil ist, da nach dem
- 30 Betrieb zur Verarbeitung einer entsprechenden Produktcharge im während der Verarbeitung der Produktcharge vorzugsweise kontinuierlichen Betrieb keine Reinigung der Trommel durchgeführt werden muss, da der gesamte Separatoreinsatz austauschbar ist. Ggf. können einzelne Elemente wie Magnete geeignet recycelt werden (siehe auch die DE 10 2017 128 027 A1).

Das Gehäuse 1 besteht bevorzugt aus einem Kunststoff- oder aus einem Kunststoff-Verbundwerkstoff. Das Gehäuse 1 kann zylindrisch ausgebildet sein und einen zylindrischen Außenmantel aufweisen, an dessen Enden zwei sich radial erstreckende Begrenzungswände 6, 7 (Deckel und Boden) ausgebildet sind.

5

Die Trommel 3 dient zur zentrifugalen Trennung einer fließfähigen Suspension S im Zentrifugalfeld in zumindest zwei Phasen LP, HP verschiedener Dichte, die beispielsweise eine leichtere Flüssigkeitsphase und eine schwere Feststoffphase oder eine schwere Flüssigkeitsphase sein können.

10

Der Rotor 2 und seine Trommel 3 weisen in bevorzugter Ausgestaltung eine vertikale Drehachse D auf. Das Gehäuse 1 und der Rotor 2 könnten aber auch anders im Raum ausgerichtet werden. Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf die dargestellte vertikale Ausrichtung. Bei anderer Orientierung im Raum verändern sich die Ausrichtungen entsprechend der neuen Ausrichtung mit. Zudem werden ggf. einer oder beide Auslässe - noch zu erörtern – anders angeordnet.

15

Auch der Rotor 2 des Separators mit der Trommel besteht vorzugsweise aus einem Kunststoff- oder aus einem Kunststoff-Verbundwerkstoff.

20

Die Trommel 3 wird bevorzugt jedenfalls abschnittsweise zylindrisch und/oder konisch ausgebildet. Analoges gilt für die weiteren Elemente in dem Rotor 2 und am Gehäuse 1 (bis auf Elemente der Magnetlagereinrichtungen 4, 5).

25

Das Gehäuse 1 ist nach Art eines Behälters ausgelegt, der vorteilhaft bis auf einige (noch zu erörternde) Öffnungen/Öffnungsbereiche hermetisch geschlossen ausgebildet ist. Diese Öffnungen sind ein Zulauf 8 in der ersten – hier oberen – axialen Begrenzungswand 6, eine Rezirkulationseinlauf 9 in der zweiten – hier unteren – axialen Begrenzungswand 7 und zwei Abläufe 10, 11 in einem Umfangsaußenmantel bzw. einer Umfangsaußenwand des Gehäuses 1.

30

Die Trommel 3 weist ebenfalls Öffnungen auf, die den Öffnungen des Gehäuses funktional zugeordnet sind.

35

Erste und zweite Öffnungen der Trommel 3 (die an der Trommel 3 umfangsverteilt vorgesehen sein können, wobei an der Trommel 3 somit jeweils mehrere erste und

zweite Öffnungen vorgesehen sein können) dienen als radiale Auslasse 21, 22. In zwei weitere Öffnungen 12a, 32a an den beiden axialen Enden der Trommel 3 erstrecken sich jeweils in noch zu erläuternder Weise Zulaufrohre 12, 32.

- 5 Der Zulauf 8 wird vorteilhaft von einem nicht drehbaren Zulaufrohr 12 gebildet, das mit einem Ende aus dem Gehäuse 1 oben nach außen vorsteht und das sich durch die obere Begrenzungswand 6 hindurch bis in die Trommel 3 erstreckt, die Trommel 3 dabei aber nicht berührt. Am Außenumfang ist das Zulaufrohr 12 zum Gehäuse 1 hin abgedichtet in dieses eingesetzt – z.B. schweißend oder klebend - oder ggf. ein-
10 stückig mit dem Gehäuse als Kunststoffspritzteil ausgeführt. Es besteht vorzugsweise ebenfalls aus Kunststoff.

- Das Zulaufrohr 12 durchsetzt konzentrisch zur Drehachse des Rotors 2 das Gehäuse 1 und das eine Magnetlager 4, erstreckt sich sodann innerhalb des Gehäuses 1 axial
15 weiter in die Öffnung 12a der drehbaren Trommel 3 und endet dort in der Trommel 3 mit seinem andere Ende - einem freien Auslassende.

- Somit ist die Öffnung 12 – das Zulaufrohr – des Gehäuses der Öffnung 12a der Trommel funktional zugeordnet.
20

- Das Zulaufrohr 12 mündet in der Trommel 3 in einem mit der Trommel 3 drehbaren Verteiler 13. Der Verteiler 13 weist einen rohrartigen Verteilerschaft 14 auf und einen Verteilerfuß 15. Im Verteilerfuß 15 sind einer oder mehrere Verteilerkanäle 16 ausgebildet. Auf den Verteiler 13 kann ein Trenntellerstapel aus hier konischen Trenntellern 17 aufgesetzt sein. Der Verteiler 13 und die Trennteller 17 bestehen vorzugsweise ebenfalls aus Kunststoff.
25

- Die Trommel 3 weist Abschnitte verschiedenen Durchmessers auf, damit das Ableiten der verschiedenen dichten Phasen auf unterschiedlichen Durchmessern erfolgen kann.
30

- Die Trommel 3 weist hier in bevorzugter – aber nicht zwingender – Ausgestaltung zumindest zwei zylindrische Abschnitte 18, 19 verschiedenen Durchmessers auf. An diese angrenzend können einer oder mehrere konische Übergangsbereiche an der
35 Trommel 3 ausgebildet sein. Die Trommel 3 kann in ihrem mittleren axialen Bereich innen auch insgesamt einfach oder doppeltkonisch ausgebildet sein (hier nicht

dargestellt). Die Ableitung der schwereren Phase HP erfolgt dann insbesondere auf dem größten inneren Durchmesser.

Wie dargestellt, kann die Trommel 3 einen unteren zylindrischen Abschnitt 20 geringeren Durchmessers aufweisen, an/in dem auch die Rotoreinheit 5b des unteren Magnetlagers ausgebildet ist, das in einen konischen Bereich 20a übergeht, dann hier einen beispielsweise zylindrischen Bereich 19 größeren Durchmessers, dann wieder einen konischen Bereich 18a und dann einen oberen zylindrischen Abschnitt 18 geringeren Durchmessers auf, an dem die Rotoreinheit 4b des oberen Magnetlagers 4 ausgebildet ist.

Dabei sind zur Ableitung der verschieden dichten Phasen aus der Trommel 3 in den Abschnitten 18, 19 verschiedenen Durchmessers im Außenmantel der Trommel 3 zwei oder mehr Auslässe 21, 22 vorgesehen. Diese Auslässe 21, 22 können weiter bevorzugt als eine oder mehrere Öffnungen, insbesondere düsenartige Öffnungen im Außenmantel der Trommel 3 ausgebildet sein. Sie sind damit als sogenannte „freie“ Abläufe ausgestaltet.

Dabei dient der erste Auslass 21 im Abschnitt 18 kleineren Durchmessers zum Ableiten der leichteren Phase LP und der zweite Auslass 22 im Abschnitt 19 größeren – hier „größten“ - Durchmessers zum Ableiten der schwereren Phase HP.

Die aus der Trommel 3 austretenden Phasen werden im Gehäuse 1 in axial zueinander versetzten Fang-Ringkammern 23, 24 des Gehäuses 1 aufgefangen. Diese Fang-Ringkammern 23, 24 sind derart ausgestaltet, dass die in ihnen aufgefangene Phase jeweils zu einem der Abläufe 10, 11 der jeweiligen Fang-Ringkammer 23, 24 geleitet wird. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der jeweilige Ablauf 10, 11 an jeweils tiefster Stelle der jeweiligen Fang-Ringkammer 23, 24 liegt. Die Fang-Ringkammern 23, 24 sind radial nach innen hin offen und derart ausgebildet, dass aus dem jeweiligen Auslass 21 oder 22 ausspritzende Flüssigkeit während der zentrifugalen Trennung im Wesentlichen nur in die zugehörige – auf gleichem axialen Niveau liegende - Fang-Ringkammer 23, 24 gespritzt wird.

Unterhalb der zweiten Fang-Ringkammer 24 kann optional eine nicht zur Ableitung einer Phase dienende weitere dritte Kammer 25 ausgebildet sein. Diese Kammer 25 kann optional einen (hier nicht dargestellten) Leckageablauf aufweisen.

Die erste und die zweite Fang-Ringkammer 23, 24 können durch eine erste hier konische Wand 26 voneinander getrennt sein, die ausgehend von dem Außenmantel des Gehäuses 1 konisch nach innen sowie oben verläuft und innen beabstandet zur Trommel 3 radial vor dieser endet.

5

Die zweite Fang-Ringkammer 24 kann nach unten hin auch durch eine konische Wand 27 begrenzt sein, die ausgehend von dem Außenmantel des Gehäuses 1 konisch nach innen sowie oben verläuft und innen radial beabstandet zur Trommel 3 endet.

10

Vorzugsweise am tiefsten Punkt der jeweiligen Fang-Ringkammer wird die jeweilige Produktphase LP und HP durch den jeweiligen Ablauf 10, 11 aus dem Gehäuse 1 abgeleitet. Es können Stutzen im Bereich des jeweiligen Ablaufs 10, 11 außen am Gehäuse 1 vorgesehen sein, um einfach Leitungen und dgl. anschließen zu können.

15

Diese können wiederum an dem Gehäuse direkt mit ausgebildet sein oder klebend an diesem angebracht sein. Die Stutzen bestehen vorzugsweise ebenfalls aus Kunststoff. Das Gehäuse 1 kann aus mehreren Kunststoffteilen zusammengesetzt sein, die beispielsweise klebend oder schweißend miteinander abgedichtet verbunden sind.

20

Dabei ist ferner vorgesehen, die eine der beiden Produktphasen LP, HP, bevorzugt die schwerere Produktphase HP der beiden abgeleiteten Produktphasen LP, HP, teilweise in die Trommel 3 zurückzirkuliert werden kann.

Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass diese schwere Phase HP mit einer

25

Pumpe 28 durch eine Leitung 29 von dem Ablauf 11 abgepumpt wird. Diese Leitung 29 kann als ein Schlauch ausgebildet sein.

Diese Leitung kann als ein Schlauch ausgebildet sein, der optional auch einen Pufferbehälter oder -beutel auf der Saugseite der Pumpe aufweisen kann.

Dabei ist vorgesehen, dass von der Leitung 29 eine Zweigleitung 30 abzweigt.

30

Diese Zweigleitung 30 kann auch als Schlauch ausgebildet sein. Sowohl die Zweigleitung 30 und/oder die Leitung 29 hinter (in Strömungsrichtung) dem Abzweig zur Zweigleitung 30 kann ein steuerbares, insbesondere elektrisch steuerbares, Regelventil 31 aufweisen. Ein Regelventil kann eine offene und eine geschlossene Stellung sowie Zwischenstellungen aufweisen (halboffen usw.).

35

Die Zweigleitung 30 mündet in dem Rezirkulationseinlauf 9, der am vom Zulauf abgewandten zweiten – hier unteren - Ende der Trommel 3 und des Gehäuses 1 ausgebildet sein kann. Derart wird eine Rezirkulationsleitung gebildet, mit der die schwere Phase HP in die Trommel 3 zurückgeleitet werden kann.

5

Der Rezirkulationseinlauf 9 umfasst das zweite Zulaufrohr 32, das sich analog zum ersten Zulaufrohr 12 – aber von unten – durch die zweite – hier untere – sich radial erstreckende Begrenzungswand 7 in die Trommel 3 erstreckt und dort in einem zweiten Verteiler 33 endet und/oder mit diesem verbunden ist, dessen Verteilerkanäle 34 sich radial erstreckt. Auch das zweite Zulaufrohr ist nicht drehend ausgebildet und dem Gehäuse 1 abgedichtet verbunden.

10

Somit sind zwei Verteiler 13, 33 vorgesehen. Dabei ist bevorzugt, dass sich der erste Verteiler 13 im Betrieb mit der Trommel 3 dreht und dass sich der zweite Verteiler 33 im Betrieb nicht mit der Trommel dreht. Durch diesen wird die zu rezirkulierende Phase – hier HP – in die Trommel zurückgepumpt.

15

Der zweite Verteiler 33 kann als eine Art nicht drehbare Verteilerscheibe ausgebildet sein, die senkrecht zur Drehachse ausgerichtet sein kann und zudem einen oder mehrere übergeordnet radial verlaufende Verteilerkanäle 34 aufweisen kann, mit denen die zurückgeleitete Phase HP beim Einlaufen in die Trommel 3 radial nach außen und dort vorzugsweise in Umfangs- und Drehrichtung der Trommel in diese gepumpt wird. Es kann zweckmäßig vorgesehen sein, dass die Verteilerkanäle 34 im Verteiler 33 spiralförmig mit der Drehrichtung im Betrieb verlaufen.

20

25

Der hier scheibenartige Verteiler 33 ragt radial so weit in die Trommel, dass mit ihr die Flüssigkeit so in die drehende Trommel 3 übergeben werden kann, dass keine Flüssigkeit axial durch die untere Öffnung 32a der Trommel austritt. Die Flüssigkeit, die aus dem Verteiler strömt, wird vielmehr in der Trommel durch diese – z.B. mit nicht dargestellten Rippen/kanälen - auf Umfangsgeschwindigkeit beschleunigt.

30

Die leichtere Phase LP verlässt die Trommel 3 auf einem Radius r_0 . Von dort fließt sie - aufgrund ihres Impulses in der Fangklammer 23 kreisend - durch den oberen Ablauf 10 das Gehäuse 1.

35

Nachfolgend sei der Betrieb des Separators 21 kurz beschrieben.

Zunächst wird der Separator mit seinen Mehrwegkomponenten bzw. wiederverwendbaren Komponenten bereitgestellt. Dazu gehören das Gestell I sowie die Antriebs- und Statoreinheiten 4a, 5a der Magnetlagereinrichtungen. Dazu gehört ferner eine Steuerungseinheit 37.

5

Sodann wird ein Separatoreinsatz II bereitgestellt und am Gestell I montiert.

Dieser Separatoreinsatz kann vorzugsweise zumindest auch Schläuche und Stutzen aufweisen, die an (hier nicht dargestellte) weitere Leitungen sowie Behälter wie Beutel, Tanks, Pumpen und dgl. anschließbar sein können.

10

Sodann wird nach einem Anschluss der Leitungen und Schläuche und dgl. eine Suspension in die rotierende Trommel geleitet (Zulauf 8) und dort zentrifugal in die leichte Phase LP und die schwere Phase HP getrennt.

15

Die schwerere Phase HP größerer Dichte strömt in der Trommel 3 im Trennraum radial nach außen. Dort verlässt die Phase HP die Trommel auf einem Radius r_u .

Die leichtere Phase LP strömt in der Trommel 3 im Trennraum radial nach innen und steigt durch einen Kanal 38 an einem Schaft des Verteilers nach oben. Dort verlässt die Phase LP die Trommel auf einem Radius r_o . Durch das Verhältnis von r_o zu r_u und die Anzahl und Größe der Öffnungen, lässt sich der Radius der Trennzone zwischen den beiden Phasen innerhalb des Tellerpaketes einstellen und derart eine Abstimmung der Durchflussmengen der einzelnen Phasen realisieren.

20

Dabei werden die leichte Phase LP als auch die schwere Phase HP jeweils im kontinuierlichen Betrieb frei über Öffnungen als Auslasse 21, 22 aus der Trommel 3 abgeführt.

25

Ein Teil hier der schweren Phase wird über den Rezirkulationseinlauf 9 und den Verteiler 33 in die Trommel 3 zurückgeleitet. Derart kann auf einfache Weise auf die Konzentration der schweren Phase Einfluss genommen werden und der Trennprozess optimiert werden. Insbesondere durch geeignetes Ansteuern des Regelventils 31 kann derart ein Teil der schwereren Phase HP in die Trommel 3 zurückgeleitet werden. Dies resultiert in einer Optimierung des Trennprozesses. Zum Steuern wird eine Steuereinrichtung 37 genutzt.

30

35

- Optional kann das Ansteuern des Regelventils 31 im Rahmen einer Regelung erfolgen, wozu ein Parameter – hier der schweren Phase HP mit der Messeinrichtung 35 - gemessen wird. Angedeutet wird dies hier durch eine Art Verbindung 36 zu der Steuerungseinrichtung 37. Mit der Messvorrichtung 35 kann ein Parameter hier der
- 5 zweiten Phase HP, z.B. deren Dichte bestimmt werden, wobei dann mit der Steuerungseinrichtung 37 anhand eines Regelalgorithmus das Regelventil geregelt ganz oder teilweise geöffnet und geschlossen werden kann (gestrichelte Linien – Verbindung 36).
- 10 Zur Regelung beispielsweise der Dichte der abgetrennten schweren Phase kann eine Messung, zum Beispiel eine Dichtemessung (Messeinrichtung 35) der schweren Phase am Ablauf der Zentrifuge erfolgen. Dieser Messwert wird an die Steuerungseinrichtung 37 gesendet (gestrichelte Linie) und mit einem Sollwert verglichen. Ist ein vorgegebener Sollwert, z.B. ein Dichtesollwert, noch nicht erreicht, kann ein Teil
- 15 der abgetrennten schweren Phase HP über ein Regelventil in den Trennraum der Trommel 3 zurückgeleitet werden. Mit diesem Prozess ist es möglich, den Istwert der Dichte der abgetrennten schweren Phase HP größer/gleich einem vorgegebenen Sollwert einzustellen. Diese Regelung kann z.B. mit einem PID-Regler erfolgen.
- 20 Je nach Produkt könnte alternativ die Regelung auf Basis anderer Messwerte vorgenommen werden, wie z.B. Trübung, Leitfähigkeit, Volumenstrom, pH-Wert. Denkbar wäre auch eine Einstellung über eine Mengen- oder Massenbilanz und somit das Einstellen einer gewünschten Feststoffkonzentration. Weitere Regelungen können auf der Durchflussmenge oder der Zulaufmenge oder der Trommeldrehzahl
- 25 und/oder Kombinationen dieser Parameter aufbauen.

Bei weiteren Anwendungen kann es auch sinnvoll sein die genannten Messwerte zu nutzen, um die Drehzahl der Trommel zu beeinflussen oder den Volumenstrom im Zulauf. Zeigt die Messung z.B. eine unzureichende Aufkonzentrierung der schweren

30 Phase, kann die Zulaufmenge verändert werden oder die Trommeldrehzahl in geeigneter Weise variiert werden.

Die für die schwere Phase HP vorgeschlagenen Messungen können alternativ oder zusätzlich auch im Ablauf für die leichte Phase LP vorgenommen werden. Wird z.B.

35 eine Trübung in der leichten Phase festgestellt kann dies als Steuergröße für eine

Anpassung der Zulaufmenge oder eine geeignete Verstellung der Trommeldrehzahl genutzt werden.

- 5 Grundsätzlich ist die Lage der Drehachse D bei dieser Ausführung frei wählbar, da die Magnetlageranordnung aus den zwei Magnetlagereinrichtungen 4 und 5 dieses erlaubt. Die Lage der Drehachse D kann vertikal oder horizontal ausgeführt sein oder eine beliebige Neigung annehmen. Der freie Ablauf der leichten Phase LP ist konstruktiv in Abhängigkeit von der Lage der Drehachse D anzupassen. Wenn ein Abpumpen einer der Phasen HP, LP erfolgt, ist dies nicht unbedingt erforderlich.
- 10 Zellabtrennungen in der pharmazeutischen Industrie bilden eine mögliche Anwendung des erfindungsgemäßen Separators. Der Leistungsbereich ist gedacht für die Verarbeitung von Brühen aus Fermenter in der Größenordnung von 100 l – 4000 l sowie für Laboranwendungen.
- 15 Denkbar wären auch andere Bereiche der Industrie, in denen Separatoren zum Einsatz kommen: Chemie, Pharmazie, Molkereitechnik, Nachwachsende Rohstoffe, Öl und Gas, Getränketechnik, Mineralöl, usw...
- 20 In einer Abwandlung eines Separatoreinsatzes II der Fig. 134 in einer zweiten Ausführungsvariante, können das oder die Formschlussmittel 41a, 41b des Separatoreinsatzes und die entsprechenden am Gestell I vorgesehenen korrespondierende Formschlussmittel lediglich einseitig zwischen dem Gestell I und dem Separatoreinsatz II vorgesehen sein und dadurch ebenfalls eine Axial- und Verdrehsicherung des
- 25 Separatoreinsatzes II gegenüber dem Gestell I ermöglicht wird. Dadurch verringert sich u.a. die Komplexität des Aufbaus.

Bezugszeichen

	Gestell	I
	Konsole	I-1
5	Wagen	I-2
	Rollen	I-3
	Aufnahmen	I-4, I-5
	Separatoreinsatz	II
	Gehäuse	1
10	Rotor	2
	Trommel	3
	Magnetlagereinrichtungen	4, 5
	Statoreinheiten	4a, 5a
	Rotoreinheit	4b, 5b
15	radiale Begrenzungswand	6, 7
	Zulauf	8
	Rezirkulationseinlauf	9
	Abläufe	10, 11
	Zulaufrohr	12
20	Öffnung	12a
	Verteiler	13
	Verteilerschaft	14
	Verteilerfuß	15
	Verteilerkanal	16
25	Trennteller	17
	zyl. Abschnitte	18, 19, 20
	kon. Abschnitte	18a, 20a
	Auslässe	21, 22
	Fang-Ringkammern	23, 24
30	Kammer	25
	Konische Wände	26, 27
	Pumpe	28
	Leitung	29
	Zweigleitung	30
35	Regelventil	31
	Zulaufrohr	32
	Öffnung	32a
	Verteiler	33
	Verteilerkanäle	34
40	Messeinrichtung	35
	Verbindung	36
	Steuereinrichtung	37
	Kanal	38

	Formschlussmittel	41a, 41b, 42
	Drehachse	D
	Suspension	S
5	Phasen	LP, HP
	Radien	ro, ru

Patentansprüche

1. Separatoreinsatz für einen Separator, der zur Trennung einer fließfähigen Suspension (S) in einem Zentrifugalfeld in wenigstens zwei fließfähige Phasen (LP, HP) verschiedener Dichte ausgelegt ist und der folgendes aufweist:
- 5
- a) ein im Betrieb stillstehendes Gehäuse (1), das nach Art eines Behälters ausgelegt ist, der bis auf Öffnungen geschlossen ausgelegt ist, wobei diese Öffnungen wie folgt ausgelegt sind: als ein Zulauf (8)
- 10
- für eine zulaufende Suspension an einer ersten axialen Begrenzungswand (6) des Gehäuses (1), als zwei Abläufe (10, 11) für fließfähige Phasen verschiedener Dichte (LP, HP) an einem Außenmantel des Gehäuses (1) und als ein Rezirkulationseinlauf (9) an einer zweiten axialen Begrenzungswand (7) des Gehäuses (1),
- 15
- b) einen innerhalb des Gehäuses (1) angeordneten und um eine Drehachse (D) drehbaren Rotor (2) mit einer Trommel (3), welche Öffnungen aufweist, wobei eine oder mehrere erste und eine oder mehrere zweite Öffnungen (12a, 32a, 21, 22) der Trommel (3) als freie radiale Auslässe (21, 22) für die leichte und die schwere Phase (LP, HP) in das Gehäuse (1) dienen, und wobei sich in zwei weitere der Öffnungen (12a, 22a) der Trommel an den beiden axialen Enden der Trommel (3) jeweils ein Zulaufrohr (12, 32) erstreckt, welches die Trommel (3) nicht berührt,
- 20
- c) wobei in der Trommel (3) ein Trennmittel angeordnet ist,
- 25
- d) zumindest zwei Rotoreinheiten (4b, 5b) für Magnetlagereinrichtungen (4, 5) an zwei axial beabstandeten Stellen des Rotors (2) mit der Trommel (3), mit welchen der Rotor (2) mit der Trommel (3) im Betrieb innerhalb des Gehäuses in der Schwebe haltbar, drehbar lagerbar und in Drehung versetzbar ist.
- 30
2. Separatoreinsatz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Separatoreinsatz (II) eine vormontierte, wechselbare Einheit zum Einsetzen in ein Gestell (I) des Separators bildet.
- 35

3. Separatoreinsatz nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1) und die Trommel (3) ganz oder überwiegend aus Kunststoff oder einem Kunststoffverbundwerkstoff bestehen.
- 5 4. Separatoreinsatz nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotoreinheiten (4b, 5b) für die Magnetlagereinrichtungen (4, 5) an den beiden axialen Enden der Trommel (3) angeordnet sind und dass jedes der Zulaufrohre (12, 32) eine der Rotoreinheiten (4b, 5b) axial durchsetzt.
- 10 5. Separatoreinsatz nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder beide der Magnetlagereinrichtungen (4, 5) auch zum Drehen und zur Drehzahlverstellung der Trommel nutzbar ist/sind und dass eine oder beide der Magnetlagereinrichtungen (4, 5) radial und axial lagernd wirken und den Rotor (2) im Betrieb im Behälter (1) zu diesem beabstandet in der Schwebelage halten.
- 15 6. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedem der zwei Abläufe (10, 11) für fließfähige Phasen verschiedener Dichte (LP, HP) jeweils eine Fang-Ringkammer (23, 24) des Gehäuses (1) zugeordnet ist.
- 20 7. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei Abläufe (10, 11) für fließfähige Phasen verschiedener Dichte (LP, HP) radial oder tangential an dem Gehäuse (1) ausgebildet sind.
- 25 8. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zulauf (8) von dem ersten, nicht drehbaren Zulaufrohr (12) gebildet wird, das mit einem Ende aus dem Gehäuse (1) zu einer ersten Seite, insbesondere bei vertikaler Ausrichtung der Drehachse (D) nach oben, und nach außen vorsteht und das sich durch die erste axiale Begrenzungswand (6) hindurch und durch das eine Magnetlager (4) axial bis in die Trommel (3) erstreckt, diese dabei aber nicht berührt.
- 30 9. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Zulaufrohr (12) konzentrisch zur Drehachse des Rotors (2) das Gehäuse (1) durchsetzt, sich sodann innerhalb des Gehäuses
- 35

(1) axial weiter bis in die drehbare Trommel (3) erstreckt und dort mit seinem anderen Ende - einem freien Auslassende - vor oder in einem in der Trommel (3) angeordneten, sich mit dieser drehenden Verteiler (13) endet, mit dem die Suspension in den Schleuderraum leitbar ist.

5

10. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trommel (3) zumindest zwei Abschnitte (18, 19) verschiedenen Durchmessers aufweist und dass zur Ableitung der verschiedenen dichten Phasen (LP, HP) aus der Trommel (3) in den Abschnitten verschiedenen Durchmessers im Außenmantel der Trommel (3) jeweils wenigstens einer oder mehrere Auslasse (21, 22) vorgesehen sind, die jeweils eine oder mehrere der Öffnungen, insbesondere düsenartige Öffnungen, im Trommelaußenmantel (3) aufweisen und derart die freien Auslasse (21, 22) in die jeweiligen Fang-Ringkammern (23, 24) bilden.

15

11. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am tiefsten Punkt der jeweiligen Fang-Ringkammer (24, 25) der jeweilige Ablauf (10, 11) für die jeweilige leichte oder schwerere Phase (LP oder HP) ausgebildet ist.

20

12. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aus dem einen der beiden Abläufe (10 oder 11) austretende leichte oder schwere Phase (LP, HP) durch eine Ableitung (29) mit einer Pumpe (28) vom Gehäuse (1) weg förderbar ist und dass eine Zweigleitung (30) vorgesehen ist, welche in den Rezirkulationseinlauf (9) mündet, so dass eine Rezirkulationsleitung zum Zurückleiten der leichten oder der schweren Phase (LP, HP) in die Trommel gebildet wird.

25

13. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zu rezirkulierende leichte oder schwerere Phase (HP) mit der Pumpe (28) in die Trommel (3) pumpbar ist.

30

14. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rezirkulationseinlauf (9) das zweite Zulaufrohr (32) aufweist, das eine zweite axiale Begrenzungswand (7) des Gehäuses (1)

35

durchsetzt und in einem sich nicht mit der Trommel (3) drehenden zweiten Verteiler (33) in der Trommel (3) mündet.

- 5 15. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein ansteuerbares Regelventil (31) vorgesehen ist, mit welchem der Rezirkulationseinlauf (9) absperrbar oder ganz oder teilweise öffnbar ist.
- 10 16. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Messeinrichtung vorgesehen ist, mit welcher ein Parameter der leichten Phase (LP) und/oder der schweren Phase (HP) bestimmbar ist.
- 15 17. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in die Trommel (3) als das Trennmittel ein Paket aus Trenntellern (17) eingesetzt ist.
- 20 18. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sämtliche seiner Bestandteile zu der vormontierten Einheit zusammengesetzt sind, wobei sämtliche produktberührenden Elemente aus Kunststoff oder einem anderen nichtmagnetischen Material bestehen.
- 25 19. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass seine Zulaufrohre (12, 32) und seine Abläufe (10, 11) nach Art von Stützen aus dem Gehäuse (1) nach außenvorstehen, wobei diese Stützen mit dem Gehäuse (1) abgedichtet verbunden oder einstückig mit diesem ausgebildet sind.
- 30 20. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse bis auf die Öffnungen mit den Zulaufrohren (12, 32) und den Abläufen (10, 11) hermetisch geschlossen ausgebildet ist.
- 35 21. Separator mit einem Gestell (I) und einem an dem Gestell wechselbar angeordneten Separatoreinsatz (II) nach einem der vorstehenden Ansprüche.
22. Separator nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass an ihm voneinander beabstandete Aufnahmen (I-4, I-5) mit Statoreinheiten (4a, 5a) der

Lagereinrichtungen (4, 5) ausgebildet sind, zwischen welchen der Separatoreinsatz (II) drehfest wechselbar einsetzbar ist.

- 5 23. Separator nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass der relative Abstand der Aufnahmen (I-4 und I-5) mit den Statoreinheiten (4a, 5a) der Lagereinrichtungen (4, 5) verstellbar ist, um den Separatoreinsatz (II) zu wechseln.
- 10 24. Separator nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1) des Separatoreinsatzes (II) form- und/oder kraftschlüssig drehfest an dem Gestell (I) befestigbar ist.
- 15 25. Separator nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1) und zumindest eine Aufnahme (I-4 oder I-5), vorzugsweise die Aufnahmen (I-4 und I-5), und zumindest eine Statoreinheit, vorzugsweise die Statoreinheiten (4a, 5a), korrespondierende Formschlussmittel (41a, 41b) aufweisen, um das Gehäuse (1) drehfest an der oder den Aufnahmen (I-4 und/oder I-5) zu halten.
- 20 26. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, mit welcher die Menge der Rezirkulation der leichten oder der schweren Phase (LP, HP) - insbesondere unter Nutzung eines oder mehrerer Ergebnisse von Messungen mit der Messeinrichtung - steuert oder regelt.