

## 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 m<sup>2</sup> 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 auszulegen, 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  
10 nutzt auch die vorliegende Erfindung.

- Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der Erfindung, bei einem gattungsgemäßen Separatoreinsatz – der als Einwegelement nutzbar ist bzw. ausgebildet werden  
15 kann – so auszubilden, dass der Trennprozess besser beherrschbar wird.

- 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:
- 20

- a) ein im Betrieb stillstehendes Gehäuse, das nach Art eines Behälters ausgelegt ist, der bis auf eine Mehrzahl an Öffnungen geschlossen ausgelegt ist, wobei diese Öffnungen zumindest wie folgt ausgelegt sind: als eine Öffnung zum Zulauf einer zulaufenden Suspension, ausgebildet an einer ersten axialen Begrenzungswand des Gehäuses und als zwei Öffnungen zum Ablauf jeweiliger fließfähiger Phasen verschiedener Dichte an einem Außenmantel des Gehäuses und einer zweiten axialen Begrenzungswand des Gehäuses oder an der ersten und der zweiten axialen Begrenzungswand des Gehäuses,
- 25
- b) einen innerhalb des Gehäuses angeordneten und um eine Drehachse drehbaren Rotor mit einer Trommel, welche Öffnungen aufweist,
- 30
- c) wobei sich in eine der Öffnungen der Trommel an einem ersten ihrer beiden axialen Enden ein sich im Betrieb nicht drehendes Zulaufrohr zur Zuleitung der zu verarbeitenden Suspension in die Trommel erstreckt, welches die Trommel nicht berührt, und wobei wenigstens ein Auslass für eine erste der fließfähigen Phasen aus der  
35 Trommel als eine Schälscheibe ausgebildet ist, die sich im Betrieb nicht dreht und

die ein Ablaufrohr aufweist, das am gegenüberliegenden zweiten axialen Ende der Trommel aus der Trommel geführt ist,

d) wobei in der Trommel ein Trennmittel angeordnet ist, und

5 e) 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 haltbar, drehbar lagerbar und in Drehung versetzbar ist.

10 Durch diese Konstruktion ist es möglich, den Trennprozess besonders gut zu beherrschen.

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

15 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.

20 Vorzugsweise ist somit vorgesehen, dass die Öffnungen der Trommel funktional den Öffnungen des Gehäuses aus a) zugeordnet sind.

Dabei stellt mindestens eine der beiden Magnetlagereinrichtungen vorzugsweise auch den Drehantrieb für die Trommel dar, wobei dieser Antrieb auch geeignet ist die  
25 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.

30 Es kann weiter vorzugsweise vorgesehen sein, 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.

35

Nach einer ersten vorteilhaften und konstruktiv besonders einfach umsetzbaren Variante ist ergänzend vorgesehen, dass eine weitere Öffnung der Trommel als freier radialer Auslass für eine zweite der fließfähigen Phasen aus der Trommel in das Gehäuse ausgelegt ist, aus dem sie ableitbar ist. Es kann dazu ferner vorteilhaft und  
5 einfach vorgesehen sein, dass dem freien Auslass eine Fang-Ringkammer des Gehäuses zugeordnet ist, die einen Ablauf aus dem Gehäuse aufweist.

Nach einer anderen vorteilhaften und konstruktiv besonders einfach umsetzbaren Variante kann aber auch ergänzend vorgesehen sein, eine weitere Öffnung der  
10 Trommel zur Ableitung der weiteren fließfähigen Phasen aus der Trommel als eine zweite Schälscheibe auszubilden. Es kann dann vorteilhaft vorgesehen sein, dass die zweite Schälscheibe ein Ableitungsrohr aufweist, das coaxial zum Zuleitungsrohr ausgebildet ist und coaxial zu diesem aus der Trommel und durch die Öffnung in der ersten axialen Begrenzungswand des Gehäuses geführt ist.

15 Um den Trennprozess gut zu beherrschen, das heißt steuern oder regeln zu können, kann ferner vorgesehen sein, dass der ersten Schälscheibe und/oder der zweiten Schälscheibe strömungsseitig – als ggf. jeweils ablaufseitig - ein Regelventil nachgeschaltet ist, das oder die von einer Steuereinrichtung ansteuerbar sind.

20 Es kann weiter bevorzugt vorgesehen sein, dass in der Trommel ein Trennmittel, insbesondere ein Tellerpaket, angeordnet ist und dass die erste Schälscheibe konstruktiv raumsparend und einfach in der Trommel unterhalb des Verteilers und unterhalb des Tellerpakets angeordnet ist, also in einem Bereich, der sonst oft zum Befestigen  
25 einer Antriebsspindel benötigt wird, die hier nicht erforderlich ist.

Es ist bevorzugt – da konstruktiv einfach und sicher – dass die Rotoreinheiten für die Magnetlagereinrichtungen an den beiden axialen Enden der Trommel angeordnet  
30 sind und dass das Zulaufrohr und das Ablaufrohr der ersten Schälscheibe jeweils eine dieser beiden Rotoreinheiten axial durchsetzt.

Es ist besonders vorteilhaft und praktisch, dass der Separatoreinsatz als vormontierte Einheit ausgebildet ist. Dabei kann insbesondere auch vorgesehen sein, dass  
35 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.

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

Am Außenumfang ist das Zulaufrohr oder ein dieses umgebender Schälscheiben-  
schaft vorzugsweise abgedichtet in das Gehäuse eingesetzt oder mit diesem einstückig ausgebildet.  
10

Die Trommel kann einfach konisch oder doppeltkonisch ausgebildet sein. Sie kann ergänzend oder alternativ auch einen oder mehrere zylindrische Abschnitte aufweisen. Sie kann zudem aus mehreren Teilen, insbesondere einem Oberteil und einem  
15 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  
20 dem Rotor - und ihrem Zusammenbau miteinander verbunden sind (z.B. durch Verkleben oder Verschweißen).

Die Abläufe können Stutzen an der Außenseite des Gehäuses aufweisen, die am Außenumfang abgedichtet an diesem ausgebildet sind, so dass derart auf einfache  
25 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.

30 Diese Separatoren sind zum Betrieb bei variablen, auch relativ hohen Drehzahlen geeignet. Zudem kann er auch gut für eine Einzelverarbeitung – 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  
35 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 werden – 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.

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.

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

außenvorstehen, wobei diese Stützen mit dem Gehäuse abgedichtet verbunden oder einstückig mit diesem ausgebildet sind.

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

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.

Die Erfindung ermöglicht die Herstellung eines Separators, bei dem ein Einweg-Separatoreinsatz verwendbar ist, der vorzugweise 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.

Der gesamte Separatoreinsatz wird nach seiner Herstellung als abgedichtete Einheit bereitgestellt, in welche keine Verunreinigungen eintreten können. Dazu können die Stützen abgedichtet lösbar verschlossen sein. So können an den Stützen Schlauchabschnitte angeordnet sein, die öffnende und verschließbare Konnektoren aufweisen, mit welchen das Separatormodul bzw. hier der Separatoreinsatz an weitere 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.

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 die Aufnahmen korrespondierende

Formschlussmittel auf, um das Gehäuse drehfest an dem Gestell bzw. den Statoreinheiten zu halten.

Die Lage dieser korrespondierenden Formschlussmittel definieren auch die funktio-  
5 nal erforderliche Lage der Statoreinheiten und der Rotoreinheiten zueinander. Dies  
betrifft besonders die genaue Zentrierung der jeweils coaxial ineinander liegenden  
Einheiten und. 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.

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

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entneh-  
men.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezug auf  
20 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  
dass auch nicht dargestellte Varianten und Äquivalente realisierbar sind und unter  
die Ansprüche fallen. Es zeigt:

25 Figur 1: eine schematische, schnittartige Darstellung eines ersten wechselbaren  
Separatoreinsatzes eines Separators nebst einer schematischen Dar-  
stellung eines Zu- und Ablaufsystems und einer Steuereinheit des Se-  
parators;

30 Figur 2: eine schematische, schnittartige Darstellung eines zweiten wechselba-  
ren Separatoreinsatzes eines Separators nebst einer schematischen  
Darstellung eines Zu- und Ablaufsystems und einer Steuereinheit des  
Separators;

Figur 3: eine schematische Darstellung eines Separators mit einem wiederverwendbaren Gestell und einem wechselbaren Separatoreinsatz, letzterer hier nach Art der Fig. 1, mit daran angeordneten Schlauchabschnitten;

5 Figur 4: eine perspektivische Ansicht des wechselbaren Separatoreinsatzes aus Fig. 1 und 3 mit daran angeordneten Schlauchabschnitten; und

Figur 5: perspektivische Ansicht einer zweiten Variante eines wechselbaren Separatoreinsatzes in Abwandlung der Variante der Fig. 4.

10

Figur 3 zeigt einen Separator mit einem mehrfach verwendbaren Gestell I und mit einem wechselbaren Separatoreinsatz II nach Art der Fig. 1 zur zentrifugalen Trennung eines Produktes – einer Suspension S - in verschiedene dichte Phasen HP, LP. Der Separatoreinsatz könnte auch nach Art der Fig. 2 ausgestaltet sein.

15

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.

20

Der Separatoreinsatz (zu dem nicht die Elemente 4a und 5a gehören) ist separat beispielhaft in Figur 1 und 2 dargestellt. Er kann nach der Verarbeitung einer Produktcharge entsorgt und gegen einen neuen Separatoreinsatz II ausgetauscht werden

25

Ein solcher Separator mit einem einfach wechselbaren Separatoreinsatz 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 Suspension oder seine Phasen - eingetragen werden oder bei denen eine Reinigung und Desinfektion des Separators sehr aufwendig oder gar nicht möglich wäre.

30

Das Gestell I weist eine Konsole I-1 auf. Diese kann -- muss aber nicht – auf einem 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

35

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.

5 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.

10 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  
15 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.

Zum Wechseln des Separatoreinsatzes II kann vorgesehen sein, dass die beiden  
20 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.

In diesem Fall kann beispielsweise vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Aufnahmen  
25 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 der relative Abstand der Aufnahmen I-4 und I-5 mit den Statoreinheiten 4a, 4b der  
30 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  
35 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 I zu halten. In Fig. 4 sind entsprechende Formschlussmittel 41 und 42 umfangsverteilt im unteren und oberen Bereich des Separatoreinsatzes II sowie am Gestell angeordnet. Es ist allerdings auch möglich, dass lediglich ein Formschlussmittel anstelle mehrerer Formschlussmittel im unteren oder oberen Bereich des Separatoreinsatzes II und an der korrespondierenden Stelle am Gestell I vorgesehen ist. Die korrespondierenden Formschlussmittel in Fig. 3 und Fig. 4 sind Stifte 41a und Ausnehmungen 41b. Die korrespondierenden Formschlussmittel können auch direkt am Gestell I ausgebildet sein. Die korrespondierenden Formschlussmittel können symmetrisch aber auch unsymmetrisch angeordnet sein, um sicherzustellen, dass der Separatoreinsatz nur in einer einzigen Orientierung eingesetzt werden kann.

Nachfolgend sei unter Bezug auf Figur 1 und Fig. 2 der Aufbau bevorzugter Separatoreinsätze 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 und 2 weist der Separatoreinsatz II des Separators jeweils 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, was dem Aufbau des Gestells I entspricht. Sie kann aber auch anders im Raum ausgerichtet werden, wenn das Gestell auch entsprechend gestaltet ist.

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 bzw. auch die Trommel 3 an den beiden axialen Enden derart gelagert. Der Separatoreinsatz II 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, die 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. Eine oder beide der Magnetlagereinrichtungen 4, 5 wird/werden somit vorzugsweise ergänzend auch als Antriebsvorrichtung zum Drehen des Rotors 2 mit der Trommel 3  
10 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  
20 dabei auch mit einer Steuer- und Leistungselektronik zum Ansteuern der elektromagnetischen Komponenten der Magnetlagereinrichtungen elektrisch verbunden sein.

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

Vorzugsweise dient zumindest die untere axial wirkende Magnetlagereinrichtung 5 dazu, den Rotor 2 innerhalb des Gehäuses 1 axial durch Levitation in der Schwebe  
30 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 (siehe Fig. 1 oder 2) oder einer dazu separaten Steuereinrichtung der Magnetlager 4, 5 variabel eingestellt werden. Ebenso kann die Drehrichtung des Rotors 2 derart vorgegeben und verändert werden.
- 15 Im Betrieb dreht sich der Rotor 2. Dabei wird er somit axial in der Schwebe 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 (Fig. 3). Bei anderer Orientierung im Raum verändern sich die Ausrichtungen entsprechend der neuen Ausrichtung mit. Zudem werden ggf.

15

Der Rotor 2 des Separators mit der Trommel besteht vorzugsweise ganz oder überwiegend 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.

30

Nach Fig. 1 und 2 ist in den beiden axialen Begrenzungswänden 6, 7, die hier beispielhaft oben und unten liegen, des Behälters 1 jeweils eine der Öffnungen ausgebildet.

35

Die eine der Öffnungen – in der ersten, hier oberen axialen Begrenzungswand 6 - ermöglicht bzw. dient nach Fig. 1 und 2 als Zulauf 8 zum Zuleiten einer im Zentrifugalfeld in wenigstens zwei Phasen unterschiedlicher Dichte - LP und HP - zu trennende Suspension durch das Gehäuse 1 bis in die Trommel 3.

Hier ist die erste Phase eine leichtere Phase LP und die zweite Phase eine im Vergleich zur ersten Phase dichtere, schwerere Phase HP.

- 5 Eine zweite der Öffnungen – in der zweiten, hier unteren axialen Begrenzungswand 7 - ermöglicht bzw. dient als Ablauf für die zweite schwerere Phase HP direkt aus der Trommel 3 durch das Gehäuse 1 hindurch.

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

In eine obere Öffnung 12a an dem einen axialen Ende der Trommel 3 erstreckt sich ein Zulaufrohr 12 für eine zu verarbeitende Suspension. Dieses durchsetzt das Gehäuse 1, insbesondere dessen eine – hier obere - axiale Begrenzungswand 6. Am  
15 Außenumfang ist das Zulaufrohr 12 zum Gehäuse 1 hin nach Fig. 1 abgedichtet in dieses eingesetzt – z.B. schweißend oder klebend - oder ggf. einstückig mit dem Gehäuse als Kunststoffspritzteil ausgeführt. Es besteht vorzugsweise ebenfalls aus Kunststoff. Das Zulaufrohr 12 steht mit einem Ende aus dem Gehäuse 1 oben nach außen vor und erstreckt sich durch die obere Begrenzungswand 6 hindurch bis in die  
20 Trommel 3, wobei es die Trommel 3 nicht berührt. Das Zulaufrohr 12 ist somit eine Öffnung des Gehäuses 1, welche der Öffnung 12a der Trommel 3 funktional zugeordnet ist.

Das Zulaufrohr 12 durchsetzt nach Fig. 1 (aber auch Fig. 2) konzentrisch zur Drehachse des Rotors 2 das Gehäuse 1 und das eine Magnetlager 4, erstreckt sich so-  
25 dann innerhalb des Gehäuses 1 axial weiter in die drehbare Trommel 3 und endet dort mit seinem andere Ende - einem freien Auslassende.

Das Zulaufrohr 12 mündet nach Fig. 1 und 2 jeweils in der Trommel 3 in einem mit  
30 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.

Zudem dient sowohl nach Fig. 1 als auch nach Fig. 2 jeweils eine erste Schälscheibe 33 zum Ableiten der schwereren Phase HP der zwei Phasen HP und LP aus der Trommel 3. Ein Schälscheibenschaft bzw. ein zentrisches Ablaufrohr 34 durchsetzt dabei die zweite axiale Begrenzungswand 7 (siehe Fig. 1 und Fig. 2) des Gehäuses 1 und bildet somit eine weitere Öffnung des Gehäuses 1. Es steht zudem nach unten aus einer unteren axialen Öffnung 34a der Trommel vor, berührt die Trommel aber nicht.

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

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.

In Hinsicht auf die Ableitung der leichteren Phase unterscheiden sich die Separatoreinsätze der Fig. 1 und 2.

Öffnungen (die an der Trommel 3 umfangsverteilt vorgesehen sein können, wobei an der Trommel 3 somit jeweils mehrere Öffnungen vorgesehen sein können) dienen nach Fig. 1 als radiale oder tangentielle Auslasse 21 der leichten Phase LP aus der Trommel 3. Eine Öffnung im Gehäuseaußenmantel ermöglicht nach dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 sodann den Auslass bzw. dient als Ablauf 10 der leichteren sich bei der zentrifugalen Trennung bildenden Produktphase LP, die aus der Trommel 3 ausgeleitet worden ist.

Die ersten Auslasse 21 auf dem Radius  $r_0$  der Trommel 3 sind insbesondere als „düsenartige“ Öffnungen im Außenmantel der Trommel 3 ausgebildet. Sie sind zudem

als sogenannte „freie“ Abläufe aus der Trommel 3 ausgebildet. Dabei dienen die ersten Auslässe 21 zum Ableiten der leichteren Phase LP. Diese aus der Trommel 3 austretende Phase wird im Gehäuse 1 in einer oberen Fang-Ringkammer 23 des Gehäuses 1 aufgefangen. Diese Fang-Ringkammer 23 ist derart ausgestaltet, dass die  
5 in ihr aufgefangene Phase zu dem Ablauf 10 der Fang-Ringkammer 23, geleitet wird. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der Ablauf 10 an jeweils tiefster Stelle der Fang-Ringkammer 23 liegt. Die Fang-Ringkammer 23 ist radial nach innen zur rotierenden Trommel 3 hin offen und derart beabstandet ausgebildet, dass aus dem jeweiligen Auslass 21 ausspritzende Flüssigkeit während der zentrifugalen Trennung  
10 im Wesentlichen nur in die zugehörige – auf gleichem axialen Niveau liegende - Fang-Ringkammer 23 gespritzt wird.

Unterhalb der Fang-Ringkammer 23 kann optional eine nicht zur Ableitung einer Phase dienende Kammer 25 ausgebildet sein. Diese Kammer 25 kann optional einen  
15 (hier nicht dargestellten) Leckageablauf aufweisen.

Die erste Fang-Ringkammer 23 und die Kammer 25 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  
20 Trommel 3 radial vor dieser endet.

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

Diese können wiederum an dem Gehäuse 1 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  
30 sein, die beispielsweise klebend oder schweißend miteinander abgedichtet verbunden sind.

Als (hier zweiter) Auslass für die schwerere Phase HP aus der Trommel (durch das Gehäuse 1 hindurch) ist nach Fig. 1 und 2 jeweils die erste Schälscheibe 33 vorgesehen, die sich im Wesentlichen radial erstreckt und in ein axial verlaufendes Ablaufrohr 34 als Schälscheibenschaft übergeht, das die untere axiale Begrenzungswand 7  
35

des Gehäuses 1 durchsetzt. Die Schälscheibe 33 weist einen Außendurchmesser  $r_u$  auf. Dabei gilt  $r_u > r_o$ . Die Einlassöffnungen 33a der Schälscheibe 33 liegen somit auf einem größeren Durchmesser bzw. Radius  $r_u$  als die Auslasse 21 für die leichte Phase LP auf dem Radius  $r_o$ . Damit ist es möglich, mit der Schälscheibe 33 eine re-

5 relativ zur leichteren Phase LP schwerere Phase HP aus der Trommel 3 abzuleiten. Die Schälscheibe 33 steht im Betrieb des Separators still und taucht mit ihrem äußeren Rand in die in der Trommel 3 rotierende schwerere Phase HP.

Durch die Kanäle in der Schälscheibe 33 wird die Phase HP nach innen abgeleitet.

10 Die Schälscheibe 33 dient somit der Ableitung der Phase HP nach Art einer Zentripetalpumpe.

Die Schälscheibe 33 kann auf einfache und kompakte Weise in der Trommel 3 unterhalb des Verteilers 14 und unterhalb des Tellerpakets 17 angeordnet sein. Der Radius  $r_u$  entspricht der Eintauchtiefe der Schälscheibe 33.

15

Das Ableitungsrohr 34 ist mit einem Ende aus dem Gehäuse 1 nach unten aus der Trommel und durch die untere Begrenzungswand 7 herausgeführt ist, wobei es die Trommel 3 dabei aber nicht berührt. Das Ableitungsrohr 34 kann einstückig mit dem

20 Gehäuse 1 ausgebildet sein oder abgedichtet in dieses eingesetzt sein. An das Ableitungsrohr kann sich ein Schlauch oder dgl. als Ableitung 35 anschließen.

Das Ableitungsrohr durchsetzt konzentrisch zur Drehachse D des Rotors 2 das Gehäuse 1 und das untere Magnetlager 5, erstreckt sich sodann innerhalb des Gehäuses 1 axial weiter bis in die Schälscheibe 33.

25

Es kann vorgesehen sein, dass in den Auslauf für die schwere Phase HP, insbesondere in die Ableitung 35 für die schwerere Phase HP in steuerbares, insbesondere elektrisch steuerbares, Regelventil 36 eingesetzt ist. Durch das Regelventil 36 kann

30 der Volumenstrom der schweren Phase HP in der Ableitung 35 gedrosselt werden und die Eintauchtiefe der zugehörigen Schälscheibe vergrößert werden. Es ist vorzugsweise eine Steuervorrichtung 37 vorgesehen. Das Regelventil 36 ist vorzugsweise mit der Steuervorrichtung 37 drahtlos oder drahtgebunden verbunden.

35 Die Steuereinrichtung 37 kann auch zur Steuerung der Magnetlager 4, 5 und des Antriebs ausgelegt und vorgesehen sein.

Nach Fig. 2 wird auch die leichte Phase LP über eine Schälscheibe ausgetragen.

Dazu ist im hier oberen Bereich der Trommel 3 eine zweite Schälscheibe 22 vorgesehen, deren Einlassöffnungen 22a wiederum auf einem kleineren Radius  $r_o$  als der  
5 Radius  $r_u$  des Einlasses der ersten – unteren – Schälscheibe 33 für die schwerere Phase liegen kann.

Der Schaft dieser zweiten Schälscheibe 22 kann ringkanalartig wie ein äußeres Ablaufrohr 24 das Zulaufrohr 8 umgeben und statt des Zulaufrohres 8 dicht mit dem Gehäuse 1 verbunden oder einstückig mit diesem ausgebildet sein. Die Ablaufrohre 24,  
10 34 der beiden Schälscheiben 22, 33 sind somit nach Fig. 2 an gegenüberliegenden Enden der Trommel 3 aus dieser herausgeführt. Sie sind ferner an gegenüberliegenden Enden des Gehäuses 1 aus diesem herausgeführt. Sie können abgedichtet in das Gehäuse 1 eingesetzt sein. Sie können aber auch einstückig mit diesem aus  
15 Kunststoff gefertigt sein. Das Zulaufrohr 12 kann am oberen Ende des Schälscheibenschafts 24 mit diesem verbunden sein. Aus dem Schälscheibenschaft 24 kann ein radialer oder tangentialer Anschlussstutzen 24a herausgeführt sein. An diesen ist eine Ableitung 40 zur Ableitung der leichten Phase anschließbar, die z.B. in einen Beutel oder Tank dgl. münden kann. Entsprechend können die Enden der Rohre 12  
20 und 34 auch als Stutzen zum Anschluss von Schläuchen oder dgl. ausgebildet sein (Fig.2, aber auch Fig. 1).

Es kann vorgesehen sein, dass auch in die Ableitung 40 für die leichte Phase LP ein steuerbares, insbesondere elektrisch steuerbares, Regelventil 39 eingesetzt ist.

25 Durch das Regelventil 39 kann der Volumenstrom der leichten Phase LP verändert, insbesondere mehr oder weniger gedrosselt werden und damit die Eintauchtiefe der zweiten Schälscheibe 22 verändert werden. Auch das Regelventil 39 ist mit der Steuervorrichtung 37 drahtlos oder drahtgebunden verbunden, so dass es von der Steuervorrichtung 37 ansteuerbar ist.  
30

Bei der jeweiligen Schälscheibe 22, 33 handelt es sich jeweils um eine mit mehreren, beispielsweise mit ein bis sechs, Kanälen versehene zylindrische und im Wesentlichen radial ausgerichtete Scheibe, die im Betrieb still steht und Kanäle aufweist, so  
35 dass eine Art Zentripetalpumpe gebildet wird. Die jeweilige Schälscheibe 22 bzw. 33 taucht mit ihrem äußeren Rand in die in dem Separator rotierende Phase LP bzw.

HP ein. Durch die Kanäle in der Schälscheibe wird die jeweilige Phase LP, HP nach innen abgeleitet und die Rotationsgeschwindigkeit der jeweiligen Phase LP, HP in Druck umgesetzt. Die jeweilige Schälscheibe 22, 33 ersetzt so eine Ablaufpumpe für die jeweilige Phase LP, HP. Die Schälscheiben arbeiten somit jeweils als Zentripetalpumpe. Sie können aus Kunststoff bestehen.

Es könnte theoretisch auch eine dritte Schälscheibe vorgesehen sein, die zum Ableiten einer weiteren Phase dienen könnte.

10 Nachfolgend sei der Betrieb der Separatoren nach Fig.1 und dann nach Fig. 2 kurz beschrieben.

Zunächst wird der jeweilige 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. Sodann wird ein Separatoreinsatz II bereitgestellt und am Gestell I montiert. Dazu müssen lediglich die Statoreinheiten 4a und 5a auseinander bewegt werden. Sodann wird der Separatoreinsatz formschlüssig eingesetzt und die Statoreinheiten werden aufeinander zu bewegt. Damit ist das Gehäuse sicher drehfest gehalten. Jetzt werden ggf. noch Schläuche an die Stutzen angeschlossen, die in Tanks oder Beuteln münden. Der jeweilige Separatoreinsatz der Fig.1 und 2 kann daher 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.

25 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.

30 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  $r_u$  durch die Kanäle der stillstehenden Schälscheibe 33.

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 nach Fig. 1 und 2 jeweils auf einem Radius  $r_0$ .

5 Mit dem oder den Regelventilen 36, 39 kann dabei auf einfache Weise auf den Trennprozess Einfluss genommen werden. Dies resultiert in einer Optimierung des Trennprozesses.

10 Als Hauptanwendung des erfindungsgemäßen Separators sind Zellabtrennungen in der pharmazeutischen Industrie vorgesehen. Der Leistungsbereich ist gedacht für die Verarbeitung von Brühen aus Fermentern 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 Die dargestellten Separatoren ermöglichen die Herstellung eines Separatoreinsatzes, bei dem vorzugsweise alle produktberührenden Komponenten aus Kunststoff oder anderen nichtmagnetischen Werkstoffen gefertigt sein können, die nach einmaligem Gebrauch entsorgt oder einem Recyclingprozess zugeführt werden können. Eine Reinigung nach Benutzung entfällt somit. Der Separator und dessen Betrieb können damit kostengünstig umgesetzt werden.

25 Fig. 5 zeigt eine Abwandlung eines Separatoreinsatzes II der Fig. 4 in einer zweiten Ausführungsvariante, wobei identische Merkmale mit analogen Bezugszeichen versehen sind. Die Besonderheit dieser zweiten Ausführungsvariante ist, dass das oder die Formschlussmittel 41b und die entsprechenden am Gestell I vorgesehenen Formschlussmittel 41a lediglich eine einseitig zwischen dem Gestell I und dem Gehäuse des Separatoreinsatzes II bestehen und dadurch ebenfalls eine Axial- und  
30 Verdrehsicherung des 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          |
|    | Ablauf                   | 10         |
|    | Zulaufrohr               | 12         |
|    | Öffnung                  | 12a        |
| 20 | Verteiler                | 13         |
|    | Verteilerschaft          | 14         |
|    | Verteilerfuß             | 15         |
|    | Verteilerkanal           | 16         |
|    | Trennteller              | 17         |
| 25 | zyl. Abschnitte          | 18, 19, 20 |
|    | kon. Abschnitte          | 18a, 20a   |
|    | Auslasse                 | 21         |
|    | Schälscheibe             | 22         |
|    | Einlassöffnungen         | 22a        |
| 30 | Fang-Ringkammer          | 23         |
|    | Ablaufrohr               | 24         |
|    | Anschlussstutzen         | 24a        |
|    | Kammer                   | 25         |
|    | Konische Wand            | 26         |
| 35 | Schälscheibe             | 33         |
|    | Einlassöffnungen         | 33a        |
|    | Ablaufrohr               | 34         |
|    | Öffnung                  | 34a        |
|    | Ableitung                | 35         |
| 40 | Regelventil              | 36         |
|    | Steuereinrichtung        | 37         |
|    | Kanal                    | 38         |
|    | Regelventil              | 39         |
|    | Ableitung                | 40         |

|    |                   |        |
|----|-------------------|--------|
|    | Formschlussmittel | 41     |
|    | Stifte            | 41a    |
|    | Ausnehmungen      | 41b    |
|    | Formschlussmittel | 42     |
| 5  |                   |        |
|    | Drehachse         | D      |
|    | Suspension        | S      |
|    | Phasen            | LP, HP |
| 10 | 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:
  - a) ein im Betrieb stillstehendes Gehäuse (1), das nach Art eines Behälters ausgelegt ist, der bis auf eine Mehrzahl an Öffnungen geschlossen ausgelegt ist, wobei diese Öffnungen zumindest wie folgt ausgelegt sind: als ein Zulauf (8) für eine zulaufende Suspension, ausgebildet an einer ersten axialen Begrenzungswand (6) des Gehäuses (1) und als zwei Öffnungen zum Ablauf (10, 34) jeweiliger fließfähiger Phasen verschiedener Dichte (LP, HP) an einem Außenmantel des Gehäuses (1) und einer zweiten axialen Begrenzungswand (7) des Gehäuses oder als zwei Öffnungen zum Ablauf (24, 34) jeweiliger fließfähiger Phasen verschiedener Dichte (LP, HP) an der ersten und der zweiten axialen Begrenzungswand (6, 7) des Gehäuses (1),
  - b) einen innerhalb des Gehäuses (1) angeordneten und um eine Drehachse (D) drehbaren Rotor mit einer Trommel (3), welche Öffnungen aufweist,
  - c) wobei sich in eine der Öffnungen (12a) der Trommel (3) an einem ersten ihrer beiden axialen Enden ein sich im Betrieb nicht drehendes Zulaufrohr (12) zur Zuleitung der zu verarbeitenden Suspension in die Trommel (3) erstreckt, welches die Trommel (3) nicht berührt, und wobei wenigstens ein Auslass für eine erste der fließfähigen Phasen aus der Trommel (3) als eine Schälscheibe (33) ausgebildet ist, die sich im Betrieb nicht dreht und die ein Ablaufrohr (34) aufweist, das am gegenüberliegenden zweiten axialen Ende der Trommel (3) aus der Trommel (3) geführt ist,
  - d) ein der Trommel (3) angeordnetes Trennmittel,
  - e) 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.
2. Separatoreinsatz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass weitere Öffnungen der Trommel (3) als freie radiale Auslässe (21) für eine zweite der

fließfähigen Phasen aus der Trommel (3) in das Gehäuse (1) ausgelegt sind, aus dem sie ableitbar ist.

3. Separatoreinsatz nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass den freien Auslässen (21) eine Fang-Ringkammer (23) des Gehäuses (1) zugeordnet ist, die einen Ablauf (10) aus dem Gehäuse aufweist.
4. Separatoreinsatz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er eine zweite Schälscheibe (22) aufweist.
5. Separatoreinsatz nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Schälscheibe (22) einen Schälscheibenschaft (24) nach Art eines Ableitungsrohres aufweist, das coaxial zum Zuleitungsrohr (12) ausgebildet ist und coaxial zu diesem aus der Trommel und durch die Öffnung (12a) in der ersten axialen Begrenzungswand (6) des Gehäuses (1) geführt ist.
6. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der ersten Schälscheibe (33) strömungsseitig ein Regelventil (36) nachgeschaltet ist.
7. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der zweiten Schälscheibe (22) strömungsseitig ein Regelventil (39) nachgeschaltet ist.
8. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Separatoreinsatz (II) eine vormontierte, wechselbare Einheit zum Einsetzen in ein Gestell (I) des Separators bildet.
9. 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.
10. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotoreinheiten (4b, 5b) für die Magnetlagereinrichtungen (4, 5) an den beiden axialen Enden der Trommel (3) angeordnet sind und dass das

Zulaufrohr (12) und das Ablaufrohr (34) der ersten Schälscheibe (33) jeweils eine der beiden Rotoreinheiten (4b, 5b) axial durchsetzen.

- 5 11. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, 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 Schwebe halten.
- 10 12. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in die Trommel (3) als das Trennmittel ein Paket aus Trenntellern (17) eingesetzt ist und dass die erste Schälscheibe (33) in der Trommel (3) unterhalb des Verteilers (14) und unterhalb des Tellerpakets (17) angeordnet ist.
- 15 13. 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.
- 20 14. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zulaufrohr (12) und die Abläufe bzw. Ablaufrohre 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.
- 25 15. Separatoreinsatz nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse bis auf die Öffnungen mit dem Zulaufrohr (12) und den Abläufen bzw. Ablaufrohren hermetisch geschlossen ausgebildet ist.
- 30 16. Separator mit einem Gestell (I) und einem an dem Gestell wechselbar angeordneten Separatoreinsatz (II) nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche.
- 35 17. Separator nach Anspruch 16, 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 18. Separator nach Anspruch 17, 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 19. Separator nach Anspruch 16, 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1) des Separatoreinsatzes (II) form- und/oder kraftschlüssig drehfest an dem Gestell (I) befestigbar ist.
- 15 20. Separator nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1) und zumindest eine der Aufnahmen (I-4, I-5) korrespondierende Formschlussmittel aufweist, um das Gehäuse (1) drehfest an der Aufnahme zu halten.
21. Separator nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1) und lediglich eine Aufnahme (I-5) korrespondierende Formschlussmittel (41a, 41b) aufweisen, um das Gehäuse (1) drehfest an der Aufnahme (I-5) zu halten.
- 20 22. Separator nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1) und die Aufnahmen (I-4 und I-5) korrespondierende Formschlussmittel (41a, 41b, 42) aufweisen, um das Gehäuse (1) drehfest an den Aufnahmen zu halten.
- 25 23. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dieser eine Steuereinrichtung (37) aufweist, die zumindest mit dem einen oder den mehreren Regelventilen (36, 39) verbunden ist.