

Vollmantel-Schneckenzenrifuge und Verfahren zur Regelung des Trennprozesses der Vollmantel-Schneckenzenrifuge

Die Erfindung betrifft eine Vollmantel-Schneckenzenrifuge, insbesondere eine Zwei-
5 oder Drei-Phasen-Vollmantel-Schneckenzenrifuge (auch Zwei- oder Drei-Phasen-
Dekanter genannt) nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zur
Regelung des Trennprozesses mit einer derartigen Zenrifuge.

Mit einem Zwei-Phasen-Dekanter wird eine zu verarbeitende Suspension von Fest-
10 stoffen geklärt. Es werden somit eine Flüssigkeitsphase und eine Feststoffphase aus
der Trommel abgeleitet sind. Es ist dabei bekannt, die Teichtiefe in der Trommel im
laufenden Betrieb zu verändern. Unter „Teichtiefe“ wird die radiale Tiefe der Flüssig-
keitsschicht im Bereich des Flüssigkeitsablaufes verstanden. Klassisch wird die
Teichtiefe über Wehrscheiben fest eingestellt. Die Teichtiefe ergibt sich durch den
15 (Überlauf-)Durchmesser der eingebauten Wehrscheiben. Für eine Änderung der
Teichtiefe muss der Dekanter gestoppt werden.

Die WO 03 / 074 185 A1 zeigt hingegen einen Drei-Phasen-Dekanter, mit dem zwei
Flüssigkeitsphasen und eine Feststoffphase aus der Trommel ableitbar sind. Mit ei-
20 nem Wehr kann die Ablaufmenge der schwereren Flüssigkeitsphase eingestellt wer-
den. Bei einem Drei-Phasen-Dekanter wird die radiale Zone, in der sich im Zenrifu-
galfeld zwei Flüssigkeitsphasen voneinander trennen, als Trennzone bezeichnet.
Es ist zudem bekannt, die schwere Phase mittels mechanisch verstellbarer Elemente
im Betrieb abzuleiten (siehe z.B. die DE 10 2018 105 079 A1).

25 Aus der DE 10 2005 027 553 A1 ist es bekannt, die Teichtiefe oder ggf. die
Trennzone über einen pneumatischen Druck im Bereich des Flüssigkeitsablauf
einzustellen. Dies hat sich an sich bewährt, wünschenswert ist aber eine weite-
re Reduzierung des zusätzlichen Energieverbrauchs, welchen diese Lösung mit
30 sich bringt.

Die Erfindung hat die Aufgabe, dieses Problem zu lösen.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch den Gegenstand des Anspruchs 1.
35 Nach Anspruch 1 wird eine Vollmantel-Schneckenzenrifuge geschaffen, die einen
Rotor bzw. ein im Betrieb rotierendes System mit einen sich im Betrieb drehenden
Trommel aufweist, die einen Zulauf für eine im Zenrifugalfeld zu verarbeitende Sus-
pension und einen Separationsraum aufweist, in welchem eine sich im Betrieb dreh-
ende Schnecke angeordnet ist. Dabei weist die Trommel einen Feststoffaustrag
40 zum Austrag einer Feststoffphase vorzugsweise im Bereich des einen axialen Endes

der Trommel und einen Flüssigkeitsauslass zum Auslass wenigstens einer Flüssigkeitsphase im Bereich des anderen axialen Endes der Trommel auf. Der eine oder die mehreren Flüssigkeitsauslasse weisen eine Einrichtung zur Beeinflussung, insbesondere zur Steuerung oder Regelung - des Flüssigkeitsspiegels im Separationsraum auf, wobei diese Einrichtung eine oder mehrere Druckkammer(n) aufweist, welche über eine gemeinsame Kammer verbunden sind, in welche jeweils eine Fluidzu-
5 leitung mündet, über die der Druck in der jeweiligen Druckkammer beeinflussbar ist, um in der jeweiligen Druckkammer einen Gasdruck auf wenigstens eine Flüssigkeitsoberfläche der ablaufenden Flüssigkeitsphase aufgeben zu können bzw. im Betrieb auch aufzugeben, um im Betrieb eine Trennzone und/oder eine Teichtiefe in der
10 Trommel zu beeinflussen, insbesondere steuernd oder regelnd einzustellen, wobei die jeweilige Druckkammer im Rotor ausgebildet ist, und wobei im Bereich der jeweiligen Druckkammer eine oder mehrere Funktionsscheiben angeordnet sind, wobei sich sämtliche dieser Funktionsscheiben im Betrieb mit dem Rotor drehen.

15 Mit der vorliegenden Erfindung wird die Teichtiefe wiederum über einen pneumatischen Druck im Bereich des Flüssigkeitsablauf eingestellt. Dieser Druck wird in einer mit der Trommel mitdrehenden Druckkammer auf die Flüssigkeitsoberfläche aufgegeben. Da im Bereich der Druckkammer eine oder mehrere Funktionsscheiben angeordnet sind, wobei sich sämtliche dieser Funktionsscheiben im Betrieb mit dem
20 Rotor drehen, entstehen an diesen Scheiben anders als an im Betrieb stillstehenden Funktionsscheiben, die in eine sich drehende Flüssigkeit eintauchen, keine größeren Energieverluste durch Reibung.

25 Ein Gasdruck ist ein pneumatisch wirkender Druck. Es kann insbesondere unter Druck stehende Luft oder ein Inertgas zur Erzeugung des Gasdruckes in der jeweiligen Druckkammer verwendet werden.

Die Druckkammern können dabei nach einer bevorzugten Ausgestaltung so ausgeführt sein, dass sich diese in die jeweiligen Wehröffnungen erstrecken und mit einer weiteren gemeinsamen ringförmigen Druckkammer verbunden sind und hierüber mit
30 Gasdruck versorgt werden.

Vorteilhaft ist es insofern insbesondere, wenn sämtliche Funktionsscheiben an/in der oder den Druckkammern (z.B. eine Wehrscheibe oder eine Siphonscheibe) an der
35 Trommel oder der Schnecke befestigt werden und somit deren Drehzahl aufweisen. Hierdurch werden die Energieverluste verringert, welche bei den bekannten Konstruktionen dadurch entstehen, dass eine oder mehrere, insbesondere eine stillstehende Siphonscheibe in die mit Trommeldrehzahl rotierende Flüssigkeit eintauchen.

Der Begriff der „Funktionsscheibe“ ist dabei nicht zu eng zu fassen. Eine solche kann als ein- oder mehrstückige umlaufende und umfangsgeschlossene Ringscheibe ausgebildet sein, sie kann aber auch aus einem oder mehreren Segmenten, insbesondere Ringsegmenten bestehen und beispielsweise jeweils nur eine oder mehrere der
5 gesamten in Umfangsrichtung vorgesehenen Wehröffnungen oder dgl. begrenzen.

Zusätzlich tritt an stillstehenden Scheiben grundsätzlich Schaftlauf auf, der je nach konstruktiver Ausführung als Leckage austritt oder wieder in den Flüssigkeitsspiegel gelangen kann. Da keine stillstehenden Funktionsscheiben in die
10 Flüssigkeit eintauchen, entsteht erfindungsgemäß aber kein Schaftlauf und kann somit auch nicht zum Problem werden.

Es kann vorgesehen sein, dass die eine oder mehreren Funktionsscheiben entweder mit der Trommel oder mit der Schnecke drehfest verbunden sind, so dass sie sich im
15 Betrieb mit der Trommel oder mit der Schnecke drehen. Zwar kann die Schnecke zur Trommel eine Differenzdrehzahl aufweisen. Diese ist jedoch in der Regel relativ klein und führt daher nicht zu einem nachteilig großen Energieverlust.

Besonders gering werden die Energieverluste gehalten, wenn nach einer Variante
20 die Druckkammer an sämtlichen Seiten lediglich von sich im Betrieb mit dem Rotor drehenden Elementen begrenzt ist.

Dabei eignet sich die Erfindung sowohl für Zwei-Phasen-Dekanter (Flüssig-/Fest-Trennung) als auch für Drei-Phasen-Dekanter Flüssig-/Flüssig-/Fest-Trennung), wobei letztere zwei Flüssigkeitsauslässe für zwei verschieden dichte Flüssigkeitsphasen – eine leichtere Flüssigkeitsphase und eine schwerere Flüssigkeitsphase aufweisen.
25 Es ist dann möglich, je nach Auslegung entweder die Teichtiefe und/oder die Trennzone zu verstellen.

Die Erfindung kann bei verschiedensten Arten von Flüssigkeitsauslässen (freier Aus-
30 trag, innen- oder außenliegende Schälscheibe, Schälrohr) bzw. der Flüssigkeitsabfuhr eingesetzt werden. Die Möglichkeit, die Teichtiefe im Betrieb zu verstellen ist dabei stets vorteilhaft.

Zudem ist die Anordnung der neuen Funktionsscheiben zur Bildung der Druckkammern kostengünstig umsetzbar.
35

Es ist/sind konstruktiv besonders gut und kostengünstig Varianten realisierbar, bei welchen der wenigstens eine Flüssigkeitsauslass ein Wehr mit einer oder mehreren

Wehröffnungen aufweist und bei der die eine oder mehrere Druckkammern dem Wehr zugeordnet sind.

Es kann ferner nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung vorgesehen sein, dass mehrere der Wehröffnungen im Trommeldeckel vorgesehen sind, und dass der
5 einen oder den mehreren Wehröffnungen eine sich von radial innen nach außen erstreckende bis in den Bereich der Wehröffnungen erstreckende erste Siphonscheibe als eine der Funktionsscheiben vorgeschaltet ist. Diese begrenzt ein jeweiliges erstes Siphon, das jeweils zwischen dem Trennraum und der jeweiligen Wehröffnung
10 mit einer nachgeschalteten ersten Wehrscheibe ausgebildet wird.

Nach einer besonders bevorzugten Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Fluidzuleitung zumindest zwei Leitungsabschnitte aufweist, wobei der eine dieser Leitungsabschnitte im sich nicht drehenden Bereich der Vollmantel-
15 Schneckenzentrifuge ausgebildet ist und wobei der andere dieser Leitungsabschnitte oder mehrere dieser zweiten Leitungsabschnitte in dem Rotor ausgebildet ist und in dem Rotor in einer oder mehreren Druckkammern mündet.

Es ist dann zweckmäßig und vorteilhaft, wenn der Leitungsabschnitt der Fluidzuleitung im sich nicht drehenden Bereich der Vollmantel-Schneckenzentrifuge und der Leitungsabschnitt im Rotor über eine Drehdurchführung miteinander verbunden sind.

Der Druck gelangt somit durch eine Drehdurchführung mit einer oder mehreren Dichtungen in den drehenden ringförmigen Teil der Druckkammer an der Trommel und kann im laufenden Betrieb in seiner Höhe verstellt werden.
25 Dadurch kann die Teichtiefe stufenlos und ohne Stillstand der Trommel verändert werden.

Es kann dabei insbesondere vorgesehen sein, dass
30 - dem einen oder den mehreren Flüssigkeitsauslassen für die leichte flüssige Phase jeweils eine der Druckkammern zugeordnet ist, welche mit dem ringförmigen Teil der Druckkammer verbunden sind, in welche die Fluidzuleitung im Rotor mündet,
- und/oder dass dem einen oder den mehreren Flüssigkeitsauslassen für die
35 schwere flüssige Phase jeweils eine der Druckkammern zugeordnet ist, welche mit dem ringförmigen Teil der Druckkammer verbunden sind, in welche die Fluidzuleitung im Rotor mündet.

Je nach Auslegung lassen sich somit die Teichtiefe und/oder der Trennzonendurchmesser im Separationsraum auf einfache Weise beeinflussen.
40

Die Steuerung oder Regelung der Teichtiefe und/oder des Trennzonendurchmessers erfolgt/erfolgen dabei vorzugsweise über ein Steuergerät der Zentrifuge, welches mit einem entsprechenden Steuerungs- und/oder Regelprogramm ausgestattet ist.

- 5 Somit wird die Teichtiefe und/oder ggf. die Lage der Trennzone über einen pneumatischen Druck im Bereich des jeweiligen Flüssigkeitsablaufes eingestellt. Dieser Druck wird in einer mit der Trommel mitdrehenden Kammer auf die Flüssigkeitsoberfläche aufgegeben. Der Druck gelangt über eine Dichtung in die drehende Kammer an der Trommel und kann im laufenden Betrieb verstellt
10 werden. Dadurch kann die Teichtiefe stufenlos und ohne Stillstand der Trommel verändert werden. Diese Art der Teichtiefenverstellung kann sowohl bei 2-Phasen- als auch bei 3-Phasen-Dekantern eingesetzt werden.

- Durch eine Veränderung des Druckes in der/den Druckkammer(n) lässt sich die
15 Teichtiefe im Separationsraum einstellen und/oder die Trennzone in der Trommel auf einfache Weise verschieben, was auch zu einer Veränderung des Flüssigkeitsspiegels führt. Ein durch Änderungen der Eigenschaften des Produktes ansonsten eigentlich erforderlicher Umbau kann durch Ausnutzung des gegebenen Regelbereiches in der Regel entfallen. Der konstruktive Aufwand zur Schaffung der Druckkammer(n) ist gering.
20

- Der Überlauf für die ggf. andere Phase kann beispielsweise durch radiale Ableitungsrohre realisiert werden, die den Trommelmantel oder -deckel nach radial außen hin durchsetzen.
25

- Es kann beispielsweise nach einer vorteilhaften Variante vorgesehen sein, dass dem einen oder den mehreren Flüssigkeitsauslassen für die leichtere flüssige Phase jeweils eine der Druckkammern zugeordnet ist, welche über eine gemeinsame ringförmige Druckkammer verbunden sind, in die eine Fluidzuleitung im Rotor mündet
30 und dass dem einen oder den mehreren Flüssigkeitsauslassen für die schwerere flüssige Phasen jeweils ein Ableitungsrohr zugeordnet ist, mit welchem die schwerere flüssige Phase aus der Trommel ableitbar ist. Dies ist konstruktiv gut und einfach umsetzbar.

- 35 Es kann aber auch nach einer anderen Variante vorteilhaft vorgesehen sein, dass dem einen oder den mehreren Flüssigkeitsauslassen für die schwerere flüssige Phase jeweils eine der Druckkammern zugeordnet ist, welche über eine gemeinsame ringförmige Druckkammer verbunden sind, in die eine Fluidzuleitung im Rotor mündet und dass dem einen oder den mehreren Flüssigkeitsauslassen für die leichtere
40 flüssige Phase jeweils ein Ableitungsrohr zugeordnet ist, mit welchem die leichtere

flüssige Phase aus der Trommel ableitbar ist. Auch dies ist konstruktiv gut und einfach umsetzbar.

Bei Drei-Phasenausführungen eröffnet sich eine neue Möglichkeit, den Gasdruck
5 z.B. alternativ auf die über Röhrchen oder Düsen ausgetragene Phase wirken zu lassen.

Die Erfindung schafft auch ein Verfahren zum Betreiben einer Vollmantel-
Schneckenzentrifuge nach einem der darauf bezogenen Ansprüche, bei dem ein
10 Steuergas durch eine Drehdurchführung ins rotierende System und dort in eine oder mehrere im Betrieb rotierende Druckkammer(n) geleitet wird. Die Regelung des Trennvorganges in der Trommel kann dann z.B. ein Einstellen des Druckes in der Druckkammer als Stellgröße beinhalten.

15 Es ist auch denkbar, dass die Regelung des Trennvorganges in der Trommel dazu ein Verändern der Drehzahl der Trommel als weitere Stellgröße beinhaltet.

Zudem kann die Regelung des Trennvorganges in der Trommel in Abhängigkeit von der Konzentration in der Feststoffphase oder in einer oder beiden abgeleiteten Flüssigkeitsphasen erfolgen.
20

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

25 Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezug auf die Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Die Erfindung ist nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern kann im Rahmen der Ansprüche auch anders umgesetzt werden. Zudem können einzelnen Merkmale der nachfolgende Ausführungsbeispiele auch jeweils für sich mit jeweils anderen Ausführungsbeispielen kombiniert
30 werden. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematisierte Schnittansicht eines Teilbereiches einer ersten erfindungsgemäßen Vollmantel-Zentrifuge;
Fig. 2 eine schematisierte Schnittansicht eines Teilbereiches einer zweiten
35 erfindungsgemäßen Vollmantel-Zentrifuge;
Fig. 3 eine schematisierte Schnittansicht eines Teilbereiches einer dritten erfindungsgemäßen Vollmantel-Zentrifuge;
Fig. 4 eine schematisierte Schnittansicht eines Teilbereiches einer vierten erfindungsgemäßen Vollmantel-Zentrifuge;

- Fig. 5 eine schematisierte Schnittansicht eines Teilbereiches einer fünften erfindungsgemäßen Vollmantel-Zentrifuge;
Fig. 6 eine schematisierte Schnittansicht eines Teilbereiches einer sechsten erfindungsgemäßen Vollmantel-Zentrifuge; und
5 Fig. 7 eine schematische, schnittartige Ansicht der ersten erfindungsgemäßen Vollmantel-Schneckenzentrifuge;

Die im Folgenden verwendeten Begriffe „rechts“, „links“, „horizontal“, „vertikal“ beziehen sich auf die jeweilige Zeichnungsebene.

10

Fig. 7 zeigt eine erste Vollmantel-Schneckenzentrifuge. Diese Darstellung dient einerseits der Darstellung einer Variante der Erfindung und andererseits zur Veranschaulichung des Grundprinzips einer Vollmantel-Schneckenzentrifuge, um ein Beispiel für eine Vollmantel-Schneckenzentrifuge zu geben, bei welcher die Erfindung
15 so wie dargestellt oder auch in anderer Weise umgesetzt werden kann. So können einzelne oder mehrere oder sämtliche der in den Figuren 1 bis 6 dargestellten Merkmale und Verfahren beispielsweise auch bei der Vollmantel-Schneckenzentrifuge der Fig. 7 vorteilhaft umgesetzt werden.

20 Die Vollmantel-Schneckenzentrifuge der Fig. 7 ist mit einem im Betrieb nicht drehbaren bzw. stillstehend auf einem Fundament oder dgl. angeordneten Gestell 7 sowie einem im Betrieb drehbaren bzw. sich drehenden Rotor R versehen.

Der Rotor R weist eine drehbare Trommel 1 mit einer hier horizontalen Drehachse A
25 auf. Die Drehachse A kann aber auch anders, insbesondere vertikal, im Raum orientiert sein. Zum Rotor R gehört zudem eine in der Trommel 1 angeordnete Schnecke 2, deren Drehachse mit der Drehachse der A Trommel 1 übereinstimmt.

Die Trommel 1 weist einen hier innen und außen zylindrischen Abschnitt 11 auf und
30 einen sich daran axial anschließenden hier innen und außen konischen Abschnitt 12. Der zylindrische Abschnitt 11 wird von einem sich im Wesentlichen radial erstreckenden Trommeldeckel 13 abgeschlossen.

Die Schnecke 2 weist hier ebenfalls einen jedenfalls außen zylindrischen Abschnitt
35 21 auf und einen sich daran axial anschließenden zumindest außen konischen Abschnitt 22. Sie ist innerhalb der Trommel 1 angeordnet. Die Trommel 1 ist im Betrieb drehbar. Zudem ist die Schnecke 2 im Betrieb drehbar. Vorzugsweise werden die beiden Elemente Trommel 1 und Schnecke 2 im Betrieb mit einer Differenzdrehzahl zueinander gedreht. Zum Drehen dient einer oder mehrere entsprechende Antriebe,
40 z.B. Elektromotore und/oder Getriebe (hier nicht dargestellt), welche ein Drehmo-

ment M1, M2 zum Drehen der Trommel bzw. der Schnecke in Wellen W1, W2 einspeisen, die direkt oder indirekt über ein Getriebe (nicht dargestellt) drehfest mit der Trommel 1 bzw. der Schnecke 2 verbunden sind. Die Schnecke 2 weist zudem einen Schneckenkörper 23 auf und eine sich von diesem radial nach außen erstreckende
5 Schneckenwendel 24, welche die Trommelinnenwand nicht berührt.

Zum konischen Abschnitt der Schnecke hin kann eine Stauscheibe auf dem Schneckenkörper 23 vorgesehen sein.

10 Der Antrieb dreht einerseits die Trommel 1 und andererseits die Schnecke 2.

Die Trommel 1 ist an ihren beiden axialen Enden jeweils mit einem oder mehreren axial in Richtung der Drehachse angeordneten Trommellager(n) 17 drehbar gelagert, insbesondere am Gestell drehbar gelagert. Hier ist vereinfachend nur eines der
15 Trommellager – das Trommellager 17 nahe zum zylindrischen Abschnitt 11 der Trommel 1 – dargestellt.

Die Schnecke 2 ist ferner an ihren beiden axialen Enden jeweils mit einem oder mehreren axial in Richtung der Drehachse angeordneten Schneckenlager(n) 25 drehbar
20 am Gestell 7 gelagert. Hier ist vereinfachend nur eines der Schneckenlager 25 – am Ende des zylindrischen Abschnitt 22 der Schnecke 2 – dargestellt.

Die Trommel 1 und/oder die Schnecke 2 können auch einseitig gelagert sein, und zwar insbesondere bei vertikaler Ausrichtung der Drehachse A (nicht dargestellt).

25 Der Begriff des „Lagers“ ist insofern nicht zu eng zu fassen. Jedes der Lager 17, 25 kann jeweils aus einem oder mehreren Einzellagern bestehen, die dann aber axial direkt nebeneinander angeordnet sind, dass sie funktional jeweils als ein Einzellager betrachtet werden können. Die Lager 17, 25 können zudem als Lager verschieden-
30 ter Bauart ausgebildet sein, so als Wälzlager – insbesondere als Keramiklager, als Hybrid-Keramiklager, als Magnetlager oder als Gleitlager.

Das oder die Trommellager 17 sind zwischen der Trommel 1 und dem Gestell 7 oder einem mit dem Gestell 7 verbundenen Teil angeordnet, damit die Trommel 1 relativ
35 zum Gestell 7 gedreht werden kann. Dabei sind die Trommellager 17 vorzugsweise radial zwischen der Trommel 1 und dem Gestell 7 oder einem mit dem Gestell verbundenen Teil angeordnet. Das eine Schneckenlager 25 kann hingegen beispielsweise zwischen dem Trommeldeckel 13 und dem Gestell 7 angeordnet sein.

Hier weist der Trommeldeckel 13 einen sich im Wesentlichen radial erstreckenden Abschnitt 131 und zwei sich zu entgegengesetzten Seiten – hier sich von dem inneren Ende des Abschnittes 131 weg - erstreckende axiale Abschnitte 132, 133 auf (siehe Fig. 1).

5

Die axialen Abschnitte 132, 133 können zur Anordnung jeweils eines der Trommellager 17 bzw. der Schneckenlager 25 genutzt werden und an einem oder mehreren Bündeln oder dgl. zur Anordnung weiterer Elemente wie Funktionsscheiben dienen.

10 Der Trommeldeckel 13 rotiert drehfest mit der Trommel 1.

In die Trommel 1 ragt ein hier konzentrisch zur Drehachse verlaufendes Zulaufrohr 3, das in einen Verteiler 4 mündet, durch den eine zu verarbeitende Suspension Su radial in einen Separationsraum 5 in der Trommel 1 geleitet werden kann. In diesem
15 Ausführungsbeispiel ist das Zulaufrohr 4 fest mit dem Gestell 7 verbunden.

Das Zulaufrohr 4 kann entweder von der Seite des zylindrischen Trommelabschnittes 11 in die Trommel 1 geführt sein oder es kann von der Seite des konischen Trommelabschnittes 12 in die Trommel 1 geführt sein.

20

Die Trommel 1 ist als eine Vollmanteltrommel ausgebildet. In der sich drehenden Trommel 1 wird wenigstens eine zulaufende Suspension Su von Feststoffen S geklärt und der von Feststoffen geklärte Flüssigkeitsanteil wird entweder als eine flüssige Phase L abgeleitet oder optional in wenigstens zwei Flüssigkeitsphasen LI und Lh
25 verschiedener Dichte getrennt.

Die Feststoffphase bzw. die Feststoffe S werden von der Schnecke 2 in Richtung eines Feststoffaustrages 14 im konischen Abschnitt 12 der Trommel 1 transportiert und dort aus der Trommel 1 ausgeworfen. Die wenigstens eine Flüssigkeitsphase L tritt somit durch den Trommeldeckel 13 aus dem Flüssigkeitsablauf 15 aus.
30

An dem zum Trommeldeckel 13 gewandten Ende des zylindrischen Abschnittes 11 und/oder an dem Trommeldeckel 13 können einer oder mehrere Flüssigkeitsabläufe 15, 16 ... erster Art und zweiter Art für eine oder mehrere verschieden dichte Flüssigkeitsphasen LI und/oder Lh ausgebildet sein. Diese können jeweils einfach oder
35 mehrfach vorgesehen sein.

In Fig. 7 und 1 ist nach einer Ausführungsform lediglich eine einzige Art von Flüssigkeitsabläufen 15 vorgesehen, der in dem Trommeldeckel 13 ausgebildet ist. Dies
40 wird weiter unten noch näher betrachtet.

Der Trommeldeckel 13 kann dazu mit einer ringartigen Wehröffnung - ggf. bis auf (hier nicht dargestellte) Speichen zwischen einem inneren und einem äußeren Abschnitt des Trommeldeckels 13 - oder zwei oder mehreren vorzugsweise auf einem gemeinsamen Radius umfangsverteilter Wehröffnungen 151 versehen sein, die ihn axial durchsetzen. Die Wehröffnungen können aber in einer axialen Draufsicht auf den Trommeldeckel 13 kreisrund oder z.B. auch bogenförmig ausgebildet sein.

Der oder den Wehröffnungen 151 ist eine Einrichtung 6 zur Beeinflussung, insbesondere zur Steuerung oder Regelung des Flüssigkeitsspiegels im Separationsraum 5 – hier über einen pneumatischen Druck – zugeordnet, der auf eine oder mehrere Flüssigkeitsoberflächen der Flüssigkeitsphase L in der Druckkammer wirkt.

Die Fig.1 zeigt eine erstes Ausführungsbeispiel der möglichen Ausgestaltung des Bereiches insbesondere des Trommeldeckels 13 und der – hier nur einen – Art von Flüssigkeitsauslassen 15 der Vollmantel-Schneckenzentrifuge, wie er bei der Zentrifuge der Fig. 7 einsetzbar ist.

Der oder den Wehröffnungen 151 ist auch in Fig. 1 die Einrichtung 6 zur Beeinflussung, insbesondere zur Steuerung oder Regelung - des Flüssigkeitsspiegels – und ggf. einer Trennzone - im Separationsraum 5 zugeordnet, wie sie in Fig. 7 dargestellt ist. Diese weist eine Fluidzuleitung 61 auf, mit der ein Fluid, insbesondere ein Gas, aus einem (nicht dargestellten) Fluidspeicher oder dgl. außerhalb des Rotors in eine jeweilige Druckkammer 62 im Bereich des jeweiligen Flüssigkeitsauslasses 15 geleitet werden kann, um dort einen Gasdruck zu erzeugen, der auf die jeweilige Flüssigkeitsoberfläche wirkt. Die Druckkammer 62 weist je Wehröffnung 151 einen ersten Druckkammerabschnitt 62a innerhalb der jeweiligen Wehröffnungen 151 auf und einen sich daran axial nach außen hin anschließenden, hier umlaufend ringförmigen Druckkammerabschnitt 62b, der umlaufend innen an der zu den Wehröffnungen 151 gerichteten Seite der zweiten Siphonscheibe 1513 und radial außen zur Ringtasse 1517 ausgebildet sein kann und die ersten Druckkammerabschnitte 62a verbindet. Die Fluidzuleitung 61 kann bevorzugt in den umlaufenden ringförmigen Druckkammerabschnitt 62b münden, da so mit einer einzigen Zuleitung die gesamte Druckkammer 62 mit Gas unter Druck beaufschlagbar ist.

Bei der Steuerung oder Regelung des zentrifugalen Trennvorganges in der Trommel erfolgt hier und nach den weiteren Figuren ein Einstellen des Gasdruckes in der jeweiligen Druckkammer 62, in welche ein Gas eingeleitet wird, dass durch eine Drehdurchführung in den Rotor der Trommel und dort in die jeweilige Druckkammer geleitet wird, die vorzugsweise lediglich von sich im Betrieb drehenden Elementen begrenzt ist, was – wie bereits erläutert - aus energetischer Sicht günstig ist.

In der Druckkammer 62 wirkt ein Gasdruck auf wenigstens eine oder mehrere Flüssigkeitsoberflächen der durch diese am Flüssigkeitsablauf ablaufenden Flüssigkeitsphase.

- 5 Dem jeweiligen Flüssigkeitsablauf 15 (oder bei weiteren Figuren alternativ oder zusätzlich dem jeweiligen Flüssigkeitsablauf 16 für die hier eine Flüssigkeitsphase) sind dabei mehrere Funktionsscheiben zugeordnet, hier vier Funktionsscheiben 1511, 1512, 1513, 1514.
- 10 Eine Funktionsscheibe im Sinne diese Anmeldung ist eine umlaufende oder ggf. auch segmentartige Scheibe oder ein ähnliches Element, die/das an ihrem Innenradius oder ihrem Außenradius eine vorzugsweise umlaufende oder segmentweise vorgesehene Begrenzungskante aufweist, die eine Überlaufkante für eine Flüssigkeit bilden kann und vorzugsweise auch im Betrieb bildet. Die Funktionsscheiben 1511, 1512, 1513, 1514 sämtlicher Ausführungsbeispiele sind dabei jeweils als im Betrieb sich mit dem Rotor drehbare und drehende Scheiben ausgebildet. Sie drehen sich während der zentrifugalen Verarbeitung einer Suspension mit dem Rotor und dabei jeweils insbesondere mit der Trommel 1 oder mit der Schnecke 2.
- 20 Hier – und in den weiteren Figuren – sind die Funktionsscheiben 1511, 1512, 1513, 1514 als mit der Trommel 1 rotierende Scheiben ausgebildet. Es könnten aber auch sämtliche oder einzelne der Funktionsscheiben 1511, 1512, 1513, 1514 – hier und in den weiteren Figuren – als mit der Schnecke 2 rotierende Scheiben ausgebildet sein (hier jeweils nicht dargestellt).
- 25 Da die Funktionsscheiben 1511, 1512, 1513, 1514 im Betrieb somit mit einer hohen Drehzahl gedreht werden und da im Bereich des Flüssigkeitsauslasses 15 im rotierenden System keine stillstehenden Elemente vorgesehen sind, an welchen die Flüssigkeit rotierend vorbeiströmt, entstehen im Bereich der Funktionsscheiben 1511, 1512, 1513, 1514 keine nennenswerten bzw. zumindest keine so großen Energieverluste, wie sie an stillstehenden Funktionsscheiben auftreten können.
- 30 Werden eine oder mehrere der Funktionsscheiben 1511, 1512, 1513, 1514 an der Schnecke angeordnet (hier nicht dargestellt), sind die Differenzdrehzahlen zwischen Trommel 1 und Schnecke 2 im Betrieb insoweit bzgl. etwaiger Energieverluste durch Reibung in Flüssigkeit (Planschverluste) nahezu vernachlässigbar, da die Differenzdrehzahlen relativ klein sind. Der Begriff der Funktionsscheiben 1511, 1512, 1513, 1514 ist dabei nicht zu eng zu fassen. Eine solche kann als umlaufende Ringscheibe ausgebildet sein, sie kann aber auch aus einem oder mehreren Segmenten, insbe-

sondere Ringsegmenten bestehen und jeweils nur im Bereich der jeweiligen Wehröffnungen vorgesehen sein.

Nach dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist der einen umlaufenden oder den mehreren umfangsverteiltern den Wehröffnungen 151 im Trommeldeckel 13 an ihrer zum
5 Trommelinnenraum bzw. zum Separationsraum gewandten Seite eine erste der Funktionsscheiben 1511 zugeordnet bzw. in Strömungsrichtung vorgeschaltet. Diese kann auch als innere Siphonscheibe 1511 bezeichnet werden und sie deckt die Wehröffnungen 115 von ihrem Innendurchmesser ausgehend radial nach außen teilweise
10 ab.

Es verbleibt jeweils zwischen dem Außendurchmesser D1 der inneren Siphonscheibe 1511 und dem größten bzw. (Außen-)Durchmesser der Wehröffnungen 151 ein Spalt 15111, durch welchen Flüssigkeit aus dem Separationsraum 5 in die eigentli-
15 che Wehröffnung 151 überlaufen/überströmen kann.

Die innere bzw. erste Siphonscheibe 1511 kann drehfest mit dem Trommeldeckel 13 verbunden sein. Sie kann beispielsweise axial innen an einem radialen Bund oder direkt am radialen Abschnitt des Trommeldeckels 13 abgestützt sein und vorzugs-
20 weise drehfest festgelegt sein. Sie kann aus einem umlaufenden Ring oder aus mehreren Einzelsegmenten -elementen bestehen, die z.B. den einzelnen Wehröffnungen 151 zugeordnet werden, zwischen welchen auch Spalte ausgebildet sein können. An der inneren Siphonscheibe 1511 ist hier im Bereich jeder Wehröffnung 151 jeweils eine Art erstes Siphon 1510 ausgebildet. Die eine Seite des jeweiligen ersten Si-
25 phons 1510 ist zum Trennraum orientiert und die andere Seite ist zur jeweiligen Wehröffnung 151 orientiert und wird außen an der Wehröffnung 151 von einer ersten Wehrscheibe 1512 begrenzt.

Dem Flüssigkeitsablauf 15 mit der inneren Siphonscheibe 1511 nachgeschaltet ist
30 eine Art zweites Siphon, das als abschnittsweise z.B. im Bereich einzelner Wehröffnungen oder umlaufend vorgesehenes Ringsiphon 1516 ausgebildet sein kann. Dieses Ringsiphon 1516 weist zwei Funktionsscheiben 1512 und 1514 auf – die auch Wehrscheiben genannt werden - die sich radial von außen nach innen bis zu einem Innendurchmesser D2 (innere Wehrscheibe 1512) bzw. D4 (äußere Wehrscheibe
35 1514) erstrecken und die an ihren äußeren radialen Enden durch eine Axialwand 1515 miteinander verbunden sind, so dass zwischen den Wehrscheiben 1512 und 1514 sowie der radial äußeren Axialwand eine im Querschnitt U-förmige abschnittsweise bzw. segmentweise oder umlaufend vorgesehene Ringkammer bzw. Ringtas-
se 1517 ausgebildet wird, die nach innen hin offen ist. Diese Ringtasche 1517 schließt
40 sich hier unmittelbar an die vom Trennraum abgewandte Seite des Trommeldeckels

13 an. Die Axialwand 1515 und die äußere Wehrscheibe 1514 können zu einem im Querschnitt L-förmigen Ringelement verbunden sein.

5 In die nach innen hin offene Ringtasche 1517 ragt eine sich radial von innen nach außen erstreckende dritte abschnittsweise segmentartig oder umlaufend vorgesehene Funktionsscheibe 1513, - welche auch als äußere oder zweite Siphonscheibe 1513 bezeichnet wird - welche wiederum drehfest mit dem Trommeldeckel 13 verbunden kann. Sie kann beispielsweise in ihrem inneren Bereich an einem Bund des äußeren axialen Abschnittes des Trommeldeckels 13 anliegen.

10

Die äußere Siphonscheibe 1513 erstreckt sich bis zu einem äußeren Radius/Durchmesser D_3 , wobei vorzugsweise gilt: $D_3 > D_2$ und $D_3 > D_4$ mit D_2 = innerer Durchmesser erste, innere Wehrscheibe und D_4 = innerer Durchmesser zweite, äußere Wehrscheibe 1514.

15

Dies bedeutet, dass die äußere Siphonscheibe 1513 radial in einen Flüssigkeitsring hineinragt bzw. eintaucht, wenn sich im Betrieb Flüssigkeit radial außen in dem Ringsiphon 1516 sammelt.

20 An der vom Separationsraum 5 abgewandten Außenseite des Trommeldeckels 13 ist bei diesem Ausführungsbeispiel vorzugsweise direkt an dem Trommeldeckel 13 die innere Wehrscheibe 1512 angeordnet, die wiederum drehfest mit dem Trommeldeckel 13 verbunden sein kann. Diese innere Wehrscheibe 1512 kann die jeweiligen Wehröffnungen 151 radial von außen nach innen teilweise abdecken, und zwar bis
25 zu einem Innendurchmesser D_2 , wobei vorzugsweise folgendes gilt: $D_2 < D_5$ (innerer Pegelstand im Ringsiphon 1516).

Die aus dem Separationsraum über die erste Siphonscheibe 1511 durch den Spalt 15111 strömende Flüssigkeit bzw. Flüssigkeitsphase füllt im Betrieb den äußeren
30 Bereich der eigentlichen Wehröffnung 151 bis zu einem Durchmesser D_2 und läuft sowie dann über die innere Wehrscheibe 1512 und über die Druckkammer 62 in das Ringsiphon 1516. Aus diesem läuft die Flüssigkeit dann über die äußere Wehrscheibe 1514 aus dem sich drehenden System.

35 In den zwischen der inneren Siphonscheibe 1511 und der äußeren Siphonscheibe 1513 ausgebildeten Druckkammer 62 ragt die Fluidzuleitung 61. Die Fluidzuleitung ist zunächst in einem ersten Abschnitt 611 im stillstehenden System zum Beispiel im Gestell 7 und/oder im Zulaufrohr 4 ausgebildet.

Die Fluidzuleitung 61 weist ferner wenigstens einen zweiten, sich daran anschließenden Abschnitt 612 im sich drehenden bzw. rotierenden System auf. Zwischen dem ersten Leitungsabschnitt 611 und dem wenigstens einen oder den mehreren zweiten Leitungsabschnitt(en) 612 der Fluidzuleitung ist eine Drehdurchführung 63 zur Überleitung von Fluid, insbesondere Gas, vorzugsweise Luft, aus dem stillstehenden System in das rotierende System der Vollmantel-Schneckenzenzentrifuge überleitbar ist.

Die Drehdurchführung 63 kann in einem Ringspalt 64 ausgebildet sein, der radial zwischen dem drehenden System und dem nicht drehenden System, beispielsweise zwischen dem sich im Betrieb drehenden Trommeldeckel 13 und dem im Betrieb stillstehenden Zulaufrohr 3 ausgebildet sein kann.

Die Drehdurchführung 63 kann im Ringspalt radial durch zwei in dem Ringspalt 64 angeordnete und axial beabstandete Dichtungen – beispielsweise Gleitringdichtungen 65, 66 - begrenzt sein. Damit wird eine Ringkammer begrenzt, in welche einerseits der erste Leitungsabschnitt 611 in die Drehdurchführung 63 mündet und in welchen ferner der jeweilige zweite Leitungsabschnitt 612 mündet, der sich bis in die jeweilige Druckkammer 62 erstreckt und in dieser mündet, vorzugsweise radial innen mündet.

Derart kann Gas in die Druckkammer 62 geleitet werden. Hierdurch ist im Betrieb der Druck in der jeweiligen Druckkammer 62, innen begrenzt durch den Trommeldeckel 13 und radial begrenzt durch die innere und äußere Siphonscheibe 1511, 1513 und radial nach außen begrenzt durch Fluid, variierbar.

Damit der pneumatische Druck in die mit der Trommel mitdrehende Druckkammer 62 aufgegeben werden kann, ist die Konstruktion der Drehdurchführung vorzugsweise so auszugestalten, dass ein Druck bis zu 3 bar beherrscht werden kann.

Dabei kann jeder der Wehröffnungen 151 eine der Druckkammer(n) 62 zugeordnet sein (Fig. 1) oder nur einem Teil der Wehröffnungen 151, 151', was weiter unten noch näher erläutert wird.

Die Wirkungsweise dieser Anordnung ist wie folgt.

Im Betrieb, wenn sich die Trommel 1 dreht, bildet sich im Separationsraum 5 ein innerer Durchmesser D_t aus, bis zu welchem sich die Trommel 1 radial nach innen hin

mit Flüssigkeit füllt. Dieser innere Durchmesser D_t wird auch als Teichtiefe bezeichnet.

Die geklärte Flüssigkeitsphase L tritt über die innere Siphonscheibe 1511 mit dem
5 Außendurchmesser D_1 ($D_1 > D_t$) und das erste Siphon 1510 in die Druckkammer 62
und dann in das zweite Ringsiphon 1516 und aus diesem strömt sie aus dem rotie-
renden System bzw. hier der Trommel 1. Sie füllt dieses Ringsiphon in dem Bereich
zum Trommeldeckel 13 hin radial nach innen hin bis zu einem Durchmesser D_5 .

10 In dem Ringsiphon 1516 bilden sich aufgrund der Druckdifferenzen zwei Pegelstände
 D_5 und D_4 aus. Am ersten Siphon 1510 gibt es die Pegelstände D_t (Teichtiefe) und
 D_2 (Überlaufdurchmesser erste Wehrscheibe 1512)

Durch Variation des Drucks, der auf die Druckkammer 62 wirkt, die vorzugsweise
15 radial von innen mit dem zugeleiteten Gas befüllbar ist, kann sodann die Teichtiefe
 D_t in der Trommel 1 beeinflusst bzw. gesteuert oder geregelt werden.

Nach Fig. 1 wird somit bei einem Zweiphasen -Dekanter zur Trennung von zwei
Phasen (Fest/Flüssig), die Flüssigkeitsphase L durch die eine oder die mehre-
20 ren Druckkammer(n) 62 geleitet. Der durch das Gas aufgeprägte Druck in die-
ser jeweiligen Druckkammer 62 beeinflusst die Teichtiefe D_t der flüssigen Pha-
se in der Trommel 1. Bei einem höheren Gasdruck steigt die Teichtiefe, bei
nachlassendem Druck reduziert sich die Teichtiefe.

25 Derart wird somit auf einfach Weise in einer Zweiphasen-Vollmantel-
Schneckenzenrifuge eine Veränderung der Teichtiefe in der Trommel möglich.

Derart werden die hohen Reibungsverluste gegenüber den vorhandenen Systemen
deutlich verringert.

30 Besonders vorteilhaft ist es, wenn sämtliche Funktionsscheiben 1511, 1512, 1513,
1514 der einen oder mehreren Druckkammern (Wehrscheiben und Siphonscheiben)
an der Trommel 1 oder der Schnecke 2 befestigt werden und somit deren Drehzahl
aufweisen. Hierdurch werden die hohen Verluste (Planschverluste) vermieden, wel-
35 che bei den existierenden Konstruktionen dadurch entstehen, dass eine stillstehende
Funktionsscheibe, in der Regel eine Siphonscheibe, in die mit Trommeldrehzahl ro-
tierende Flüssigkeit eintauchen.

Bei einer weiteren Ausführungsvariante – Fig. 2 – für einen Dekanter zur Trennung von 3 Phasen (Fest/Flüssig/Flüssig), entspricht der Aufbau weitgehend jenem der Fig. 1.

- 5 Allerdings ist es zusätzlich vorgesehen, aus der Trommel 1 mit einem oder mehreren zweiten Flüssigkeitsauslassen 16 eine zweite Flüssigkeitsphase L aus der Trommel 1 abzuleiten.

- 10 Hierzu kann es vorgesehen sein, dass die zweite – in Fig. 2 die schwerere Flüssigkeitsphase Lh – mit einem oder mehreren Ableitungsrohren 161, die im Wesentlichen radial ausgebildet sind, aus der Trommel 1 geleitet wird. Derart ist eine separate Ableitung der zwei Flüssigkeitsphasen durch (hier nicht dargestellte) nachgeschaltete Kammern und Leitungen möglich.

- 15 Dies kann auf verschiedene Weise umgesetzt werden, von denen eine in Fig. 2 beispielhaft dargestellt ist.

- Es kann beispielsweise vorgesehen sein, einige von einer Reihe umfangsverteilter Wehroöffnungen 151 – z.B. jede zweite oder jede dritte Wehroöffnung 151' – so auszugestalten, dass sie den Trommeldeckel 13 von der Seite des Separationsraumes 5 her nicht ganz durchsetzt, sondern wie ein Sackloch ausgestaltet wird. In dieses Sackloch 151' kann sich radial nach innen hin das Ende jeweils ein Ableitungsrohr 161 befinden, dass radial nach außen den Trommeldeckel 13 durchsetzen kann. Dieses Ableitungsrohr endet innen an einem Durchmesser Dr. Derart wird mit Hilfe des Sackloches eine Ableitungskammer 163 ausgebildet.
- 20
25

- Dem oder den jeweiligen Sacklöchern kann jeweils eine Art Scheidewehr 162 angeformt sein, das sich bis in den radialen Bereich des Separationsraumes 5 in der Trommel 1 auf dem Durchmesser Ds erstreckt, wobei $D_s > D_z$ (D_z = Trenndurchmesser = (Grenze zwischen den beiden Flüssigkeitsphasen LI und Lh) ist. Derart wird die schwerere Phase über das Scheidewehr 162 zunächst in die sacklochartige Wehroöffnung 151' und dann von dort durch das Ableitungsrohr 161 aus der Trommel und dem rotierenden System abgeleitet.
- 30

- 35 Es wird dann lediglich die leichtere der beiden Flüssigkeitsphasen LI durch die Druckkammer geleitet (Fig. 2) und die schwerere Flüssigkeitsphase Lh durch das Ableitungsrohr 161 abgeleitet.

In Abhängigkeit von dem durch das Gas aufgeprägten Druck in der jeweiligen Druckkammer 161, werden die Teichtiefe D_t der beiden Flüssigkeitsphasen L in der Trommel 1 und der Trenndurchmesser D_z (Grenze zwischen den beiden Flüssigkeitsphasen L_l und L_h) beeinflusst. Bei einem höheren Gasdruck steigt
5 die Teichtiefe und der Trenndurchmesser vergrößert sich, bei nachlassendem Druck reduzieren sich die Teichtiefe und der Trenndurchmesser.

Bei einer dritten Ausführungsvariante für einen Dekanter zur Trennung von den Phasen (Fest/Flüssig/Flüssig), wird hingegen die schwerere der beiden Flüssig-
10 keitsphasen L_h über umfangsverteilte (hier kragenartige) Scheidewehre 162 jeweils durch eine jeweilige Druckkammer 62 geleitet (Fig. 3) und die leichtere Flüssigkeitsphase durch an einer Seite axial offene Sacklöcher 151' und Ableitungsrohre 161 an einem Durchmesser D_r (der hier gleich Teichtiefe ist) abgeleitet. In Abhängigkeit von dem durch das Gas aufgeprägten Druck in der
15 Druckkammer 62 wird der Trenndurchmesser D_z der beiden flüssigen Phase in der Trommel beeinflusst. Bei einem höheren Gasdruck reduziert sich der Trenndurchmesser D_z , bei nachlassendem Druck vergrößert sich der Trenndurchmesser D_z . Die Teichtiefe D_t ist hier unabhängig vom Druck.

20 Bei einer vierten Ausführungsvariante (Fig. 4) für einen 3-Phasen-Dekanter zur Trennung von 3 Phasen (Fest/Flüssig/Flüssig), wird die leichtere der beiden Phasen L_l frei über eines oder mehrere Überlaufwehre 1518 ausgetragen.

Es kann somit einer oder mehreren umfangsverteilten Wehröffnungen 151 jeweils ein am Trommeldeckel 13 festgelegtes Überlaufwehr 1518 nachgeschaltet
25 sein. Dieses bildet eine Funktionsscheibe. Es gibt die Teichtiefe D_t im Separationsraum 5 fest vor.

Dabei kann ferner anderen sacklochartigen Wehröffnungen 151' wiederum ein
30 Art Scheidewehr 162 vorgeschaltet sein, über welches jeweils die schwerere Flüssigkeitsphase L_h in den Bereich dieses jeweiligen Sackloches 151' mit einem der Ableitungsrohre 161 strömt. Der Abzug der schwereren Flüssigkeitsphase L_h kann wiederum durch eines der Ableitungsrohre 161 aus einer Ableitungskammer 163 im Sackloch 151' an einem Radius D_r erfolgen.

35 Dabei wird hier dieser Ableitungskammer 163 mittels mehrere Funktionsscheiben 1514, 1512 und das Scheidewehr 162 als Funktionsscheibe eine Druckkammer 62' vorgeschaltet, die im Bereich dieses jeweiligen Flüssigkeitsablaufes vorgesehen sein kann. In die Druckkammer 62' mündet jeweils wieder eine

Zuleitung 61, deren zweiter Abschnitt 612 hinter einer Drehdurchführung 63 im rotierenden System – hier in der Trommel 1 – verläuft.

Die Druckkammer 62' kann wiederum von sich im Betrieb rotierenden Scheiben
5 (Scheidewehr 162, innere Wehrscheibe 1512 und äußere Siphonscheibe 1513)
begrenzt sein und eine Art Siphon im Bereich dieser Kammer 62' ausbilden.

Die schwerere der beiden Flüssigkeitsphasen Lh wird somit über das Scheide-
wehr 162 und dann durch die jeweilige Druckkammer 62' geleitet und aus der
10 jeweiligen Ableitungskammer 163 in dem jeweiligen Sackloch 151' jeweils über
eines der Ableitungsrohre 161 abgeleitet.

In Abhängigkeit von dem durch das Gas aufgeprägten Druck in der Druckkam-
mer 62' wird der Trenndurchmesser Dz der beiden Flüssigkeitsphasen Ll, Lh in
15 der Trommel 1 beeinflusst. Bei einem höheren Gasdruck reduziert sich der
Trenndurchmesser Dz, bei nachlassendem Druck vergrößert sich der Trenn-
durchmesser Dz. Die Teichtiefe Dt ist hier unabhängig vom Gasdruck.

Bei einer fünften beispielhaften Ausführungsvariante für einen Drei-Phasen-
20 Dekanter zur Trennung von 3 Phasen (Fest/Flüssig/Flüssig), wird die schwerere
der beiden Flüssigphasen Lh über eine Wehrscheibe 1518 einer Durchgangs-
öffnung 151 ausgetragen. Der Durchgangsöffnung 151 ist ein Scheidewehr 162
vorgeschaltet.

Die leichtere der beiden Flüssigkeitsphasen wird an der Ableitungskammer 163
bzw. hier am Sackloch 151' durch eine Druckkammer 62' mit der Gaszuleitung
612 geleitet (Fig. 5), und über eines der Ableitungsrohre 161 abgeleitet. In Ab-
hängigkeit von dem durch das Gas aufgeprägten Druck in der jeweiligen Druck-
kammer 62' werden sowohl die Teichtiefe Dt der beiden Flüssigkeitsphasen Ll,
30 Lh in der Trommel 1 als auch der Trenndurchmesser Dz beeinflusst. Bei einem
höheren Gasdruck steigt die Teichtiefe Dt und der Trenndurchmesser Dz ver-
größert sich, bei nachlassendem Druck reduzieren sich die Teichtiefe Dt und
der Trenndurchmesser Dz.

Bei einer sechsten Ausführungsvariante für einen Drei-Phasen-Dekanter zur
Trennung von 3 Phasen (Fest/Flüssig/Flüssig), werden beide Flüssigkeitspha-
sen durch zwei verschiedene Druckkammern 62, 62' geleitet (Fig. 6). Die leicht-
tere der beiden Flüssigkeitsphasen Ll wird wie in Fig. 1 ausgetragen, die
schwerere Flüssigkeitsphase Lh wird hingegen wie in Fig. 4 über ein Ablei-

tungsrohr 161 aus einer Kammer 63 abgeleitet, der eine Druckkammer 62' vorgeschaltet ist.

5 Hier sind jeweils zumindest zwei Druckkammern 62, 62' wohl für die Ableitung der leichten als auch der schweren Flüssigkeitsphasen LI, Lh vorgesehen. Diese sind durch separate Fluidleitungen 6111, 6112; 6121, 6122 mit hier zwei Drehdurchführungen 631, 632 zugeleitet. Derart sind verschiedene Gasdrücke in den Kammern 62, 62' einstellbar.

10 Die Wirkung der beiden Drücke auf Teichtiefe und Trenndurchmesser sind sinngemäß wie bei den vorhergehenden Erläuterungen. Durch Erhöhung des Drucks in der Kammer 62 auf die leichte Phase LI kann beispielsweise die Teichtiefe erhöht werden. Gleichzeitig vergrößert sich dabei der Trenndurchmesser Dz. Die Vergrößerung des Trenndurchmessers Dz kann durch eine Er-
15 höhung des Drucks in der Kammer 62' auf die schwere Phase Lh wieder kompensiert werden, dieser höhere Druck verkleinert den Trenndurchmesser Dz.

Es wäre mit ähnlich positivem Effekt auch möglich, Funktionsscheiben wie beispielsweise Wehrscheiben oder Siphonscheiben an der Schnecke 2 statt an der Trommel
20 1 zu befestigen, da diese aus energetischer Sicht annähernd die gleiche Drehzahl hat wie die Trommel. Die Zufuhr des Drucks könnte dann über eine Fluidzuleitung 61 mit einem Leitungsabschnitt 611 im Gestell 7, eine Drehdurchführung 63 und Leitungsabschnitt(en) 612 in der Schnecke 2 in eine Druckkammer 62 in der Schnecke 2 erfolgen, welches mit Schneckendrehzahl rotiert (nicht dargestellt). Bei den übli-
25 cherweise gewählten geringen Differenzdrehzahlen zwischen Trommel 1 und Schnecke 2, die beispielsweise zwischen 1 und 40 UpM liegen, bleiben die resultierenden Reibungsverluste zwischen den Funktionsscheiben und den Flüssigkeiten gering.

Bezugszeichen

	Trommel	1
	zylindrischer Abschnitt	11
5	konischer Abschnitt	12
	Trommeldeckel	13
	radial erstreckender Abschnitt	131
	axial erstreckende Abschnitte	132, 133
10	Feststoffaustrag	14
	Flüssigkeitsablauf	15, 16
	Wehröffnungen	151
	Sackloch	151'
	Siphon	1510
15	Siphonscheibe	1511
	Wehrscheiben	1512, 1514
	Siphonscheibe	1513
	Axialwand	1515
	Ringsiphon	1516
20	Ringtasse	1517
	Überlaufwehr	1518
	Spalt	15111
	Ableitungsrohr	161
25	Scheidewehrs	162
	Ableitungskammer	163
	Trommellager	17
	Schnecke	2
30	zylindrischer Abschnitt	21
	konischer Abschnitt	22
	Schneckenkörper	23
	Schneckenwendel	24
	Schneckenlager	25
35	Zulaufrohr	3
	Verteiler	4
	Separationsraum	5
40	Einrichtung	6

	Fluidzuleitung	61
	Leitungsabschnitte	611, 612; 6111, 6112; 6121, 6122
	Druckkammer	62, 62'
	Druckkammerabschnitte	62a, 62b
5	Drehdurchführung	63, 631, 632
	Ringspalt	64
	Gleitringdichtungen	65, 66
	Gestell	7
10	Drehachse	A
	Durchmesser	D1, D2, D3, D4, D5, Ds, Dr
	Teichtiefe	Dt
	Trenndurchmesser	Dz
	Durchmesser	D1, D2, D3, D4, D5, Ds, Dr
15	Flüssigkeitsphasen	L, LI, Lh
	Drehmoment	M1, M2
	Rotor	R
	Feststoffphase	S
	Suspension	Su
20	Welle	W1, W2
	Druck	p

Ansprüche

1. Vollmantel-Schneckenzenzentrifuge, insbesondere Zwei- oder Drei-Phasen-Vollmantel-Schneckenzenzentrifuge, die folgendes aufweist:
 - a. einen Rotor mit einer sich im Betrieb um eine Drehachse drehenden Trommel (1), die einen Zulauf für eine im Zentrifugalfeld zu verarbeitende Suspension und einen Separationsraum (5) aufweist, in welchem eine sich im Betrieb drehende Schnecke (2) angeordnet ist,
 - b. einen Feststoffaustrag (14) zum Austrag einer Feststoffphase (S) und wenigstens einen Flüssigkeitsauslass zum Auslass der wenigstens einen Flüssigkeitsphase (L),
 - c. wobei der wenigstens eine Flüssigkeitsauslass eine Einrichtung (6) zur Beeinflussung einer Teichtiefe (Dt) im Separationsraum (5) oder des Durchmessers einer Trennzone (Dz) im Separationsraum (5) aufweist,
 - d. wobei diese Einrichtung (6) wenigstens eine oder mehrere Druckkammer(n) (62) aufweist, in welche jeweils eine Fluidzuleitung (61) mündet, über die ein Gasdruck in der jeweiligen Druckkammer (62) beeinflussbar ist, um in der jeweiligen Druckkammer (62) den Gasdruck auf wenigstens eine Flüssigkeitsoberfläche der ablaufenden Flüssigkeitsphase aufzugeben, um im Betrieb den Durchmesser der Teichtiefe (Dt) und/oder der den Durchmesser der Trennzone (Dz) in der Trommel (1) zu beeinflussen, insbesondere steuernd oder regelnd einzustellen, dadurch gekennzeichnet, dass
 - e. die jeweilige Druckkammer (62) im Rotor ausgebildet ist, und dass im Bereich der jeweiligen Druckkammer (62) eine oder mehrere Funktionsscheiben (1511, 1512, 1513, 1514) angeordnet sind, wobei sich sämtliche dieser Funktionsscheiben im Betrieb mit dem Rotor drehen.
2. Vollmantel-Schneckenzenzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die eine oder mehreren Funktionsscheiben (1511, 1512, 1513, 1514) entweder mit der Trommel (1) oder mit der Schnecke (2) drehfest verbunden sind, so dass sie sich im Betrieb mit der Trommel (1) oder mit der Schnecke (2) drehen.
3. Vollmantel-Schneckenzenzentrifuge nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die eine oder mehreren Funktionsscheiben (1511, 1512, 1513, 1514) als Ringsegmente oder als umfangsgeschlossene Ringe ausgebildet sind.

4. Vollmantel-Schneckenzentrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Druckkammer (62) an sämtlichen Seiten lediglich von sich im Betrieb mit dem Rotor drehenden Elementen begrenzt ist.
- 5
5. Vollmantel-Schneckenzentrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie als eine Zwei-Phasen-Vollmantel-Schneckenzentrifuge ausgelegt ist, die eine einzige Art von Flüssigkeitsauslassen (15) für eine einzige Flüssigkeitsphase aufweist.
- 10
6. Vollmantel-Schneckenzentrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie als eine Drei-Phasen-Vollmantel-Schneckenzentrifuge ausgelegt ist, die wenigstens zwei verschiedene Arten von Flüssigkeitsauslassen (15, 16) für zwei verschieden dichte Flüssigkeitsphasen – eine leichtere Flüssigkeitsphase (Ll) und eine schwerere Flüssigkeitsphase (Lh), aufweist.
- 15
7. Vollmantel-Schneckenzentrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Flüssigkeitsauslass ein Wehr mit einer oder mehreren Wehröffnungen (151) aufweist und dass die eine oder mehrere Druckkammern (62) dem Wehr zugeordnet sind.
- 20
8. Vollmantel-Schneckenzentrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere der Wehröffnungen (151, 151') im Trommeldeckel (13) vorgesehen sind, und dass der einen oder den mehreren Wehröffnungen (151) eine sich von radial innen nach außen erstreckende bis in den Bereich der Wehröffnungen (151) erstreckende erste Siphonscheibe (1511) als eine der Funktionsscheiben vorgeschaltet ist.
- 25
9. Vollmantel-Schneckenzentrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fluidzuleitung (61) zumindest zwei Leitungsabschnitte (611, 612) aufweist, wobei der eine dieser Leitungsabschnitte (611) in einem sich nicht drehenden Bereich ausgebildet ist und wobei der zumindest eine andere dieser Leitungsabschnitte (612) in dem Rotor – in der Trommel (1) oder der Schnecke (2) - ausgebildet ist und in dem Rotor in die jeweilige Druckkammer (62) mündet.
- 30
10. Vollmantel-Schneckenzentrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest zwei Leitungsabschnitte
- 35
- 40

(611, 612) der Fluidzuleitung (61) im sich nicht drehenden Bereich der Vollmantel-Schneckenzenrifuge und im Rotor über eine Drehdurchführung (63) miteinander verbunden sind.

- 5 11. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehdurchführung (63) in einem Ringspalt zwischen dem Rotor und dem Gestell (7) ausgebildet ist.
- 10 12. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehdurchführung (63) ringkammerartig ausgebildet ist und eine oder mehrere Dichtungen, insbesondere Gleitringdichtung(en) (65, 66) aufweist.
- 15 13. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- 20 a. dem einen oder den mehreren Flüssigkeitsauslassen (15) für die leichtere flüssige Phasen jeweils eine der Druckkammern (62) zugeordnet ist, in welche die jeweilige Fluidzuleitung (612) im Rotor mündet,
- b. und/oder dass dem einen oder den mehreren Flüssigkeitsauslassen (15) für die schwerere flüssige Phasen jeweils eine der Druckkammern (62) zugeordnet ist, in welche die jeweilige Fluidzuleitung (612) im Rotor mündet.
- 25 14. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. dem einen oder den mehreren Flüssigkeitsauslassen (15) für die leichtere flüssige Phase (Ll) jeweils eine der Druckkammern (62) zugeordnet ist, in welche die jeweilige Fluidzuleitung (612) im Rotor mündet,
- 30 b. und dass dem einen oder den mehreren Flüssigkeitsauslassen (15) für die schwerere flüssige Phasen (Lh) jeweils ein Ableitungsrohr (161) zugeordnet ist, mit welchem die schwerere Phase aus der Trommel (1) ableitbar ist.
- 35 15. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. dem einen oder den mehreren Flüssigkeitsauslassen (16) für die schwerere flüssige Phasen jeweils eine der Druckkammern (62) zugeordnet ist, in welche die jeweilige Fluidzuleitung (612) im Rotor mündet,

- b. und dass dem einen oder den mehreren Flüssigkeitsauslassen (15) für die leichtere flüssige Phasen jeweils eines der Ableitungsrohre (161) zugeordnet ist, mit welchem die schwerere Phase aus der Trommel (1) ableitbar ist.

5

16. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass einer oder mehreren Wehröffnungen (151) jeweils eine der Druckkammern (62) sowie ein abschnittsweise vorgesehene oder umlaufendes Ringsiphon (1516) zugeordnet ist, das eine radial nach innen hin offene Ringtasse (1517) aufweist sowie eine äußere Siphonscheibe (1513), die mit ihrem radial äußeren Abschnitt in die Ringtasse (1517) eintaucht.
17. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Siphonscheibe (1513) als sich im Betrieb mit der Trommel oder Schnecke (2) drehende Funktionsscheibe ausgebildet ist.
18. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die radial nach innen hin offene Ringtasse (1517) des Ringsiphons in axialer Richtung von zwei Wehrscheiben (1512, 1514) begrenzt ist, welche sich radial von außen nach innen erstrecken und welche sich im Betrieb mit der Trommel (1) oder der Schnecke (2) drehen.
19. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere der Wehröffnungen (151) im Trommeldeckel (13) vorgesehen sind, und dass die Druckkammer (62) erste Druckkammerabschnitte (62a) innerhalb der jeweiligen Wehröffnungen (151) aufweist und einen sich daran axial nach außen hin anschließenden, umlaufend ringförmigen Druckkammerabschnitt (62b), der die ersten Druckkammerabschnitte (62a) verbindet und der umlaufend innen an der zu den Wehröffnungen (151) gerichteten Seite der äußeren Siphonscheibe (1513) und radial außen zur Ringtasse (1517) ausgebildet ist.
20. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Fluidzuleitung (612) in den umlaufenden ringförmigen Druckkammerabschnitt (62b) mündet, so dass einer einzigen Fluidzuleitung (612) die gesamte Druckkammer (62) mit Gas unter Druck beaufschlagbar ist.

10

15

20

25

30

35

21. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere der Wehröffnungen (151), 151') im Trommeldeckel (13) vorgesehen sind, wobei ein Teil der Wehröffnungen sacklochartig an einem axialen Ende geschlossen sowie als Ableitungskammer (163) ausgebildet ist, wobei in diese Ableitungskammer(n) (163) jeweils ein Ableitungsrohr (161) zum Ableiten von Flüssigkeit aus der Trommel (1) mündet.
22. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass den Ableitungskammern (163) in den sacklochartigen Wehröffnungen jeweils eine der Druckkammern (62) zugeordnet ist.
23. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein anderer Teil der Wehröffnungen als Durchgangsöffnungen ausgebildet ist.
24. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Anordnung eines jeweiligen Scheidewehrs (162) derart, dass die leichtere Flüssigkeitsphase in die jeweilige Ableitungskammer (163) leitbar ist, in die das Ableitungsrohr (161) zum Ableiten von Flüssigkeit aus der Trommel (1) mündet.
25. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Anordnung eines jeweiligen Scheidewehrs (162) derart, dass die schwerere Flüssigkeitsphase in die Ableitungskammer (163) leitbar ist, in die das Ableitungsrohr (161) zum Ableiten von Flüssigkeit aus der Trommel (1) mündet.
26. Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere, insbesondere vier bis acht, erste und zweite Wehröffnungen (151, 151') im Trommeldeckel auf einem gedachten Kreis umfangsverteilt angeordnet sind, wobei jeder zweiten oder dritten Öffnung eines der Scheidewehre (162) zugeordnet ist.
27. Verfahren zum Betreiben einer Vollmantel-Schneckenzenrifuge nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Regelung des Trennvorganges in der Trommel (1) ein Einstellen des Gasdruckes in der jeweiligen Druckkammer (62) erfolgt, in welche ein Gas eingeleitet wird, dass durch eine Drehdurchführung in den Rotor der Trommel und dort in die jeweilige Druckkammer (62) geleitet wird.