

Separator

Die vorliegende Erfindung betrifft einen selbstentleerenden Separator nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5

Selbstentleerende Separatoren im Sinne dieser Schrift verfügen neben einem oder mehreren Abläufen für eine oder mehrere Flüssigkeitsphasen über einen Entleerungsmechanismus mit einem Kolbenschieber, der mit einem Aktor vorzugsweise einem fluidbetätigten Aktor, insbesondere mit Flüssigkeit als Fluid, abwechselnd in eine Öffnungs- und in eine Schließstellung bewegbar ist, wodurch bzw. bei der der Kolbenschieber diskontinuierlich Feststoffaustragsöffnungen in der Trommelwandung für eine gewisse Zeitspanne freigibt (Öffnungsstellung) und wieder verschließt (Schließstellung). In der Öffnungsstellung wird eine Feststoffphase aus der Schleudertrommel abgeleitet. In der Schließstellung ist dies nicht der Fall.

15

Bei derartigen Entleerungsmechanismen mit einem Kolbenschieber wird die verwendete Schließflüssigkeit in eine Schließkammer – in der Regel unterhalb des Kolbenschiebers - gespritzt. Die Geometrie dieser Schließkammer ist so gewählt, dass der Flüssigkeitsdruck, der durch die Rotation der Schließflüssigkeit entsteht und auf den Kolbenschieber wirkt, größer ist als der Flüssigkeitsdruck des zu klärenden Produkts im Trennraum oberhalb des Kolbenschiebers. Durch diese Druckdifferenz hebt sich der Kolbenschieber im Betrieb und verschließt die Entleerungsöffnungen in der Trommel bzw. verschließt sie nach einer Feststoffentleerung wieder.

25

Durch eine entsprechende Ventilanordnung, wie beispielsweise ein oder mehrere Kolbenventile, welche in fluider Verbindung mit der Schließkammer stehen, kann die Schließflüssigkeit bei einer Feststoffentleerung aus der Schließkammer abgelassen werden, so dass die Flüssigkeit aus der Schließkammer – in der Regel unterhalb des Kolbenschiebers - entweicht, was den in der Schließkammer auf den Kolbenschieber wirkenden Druck senkt, so dass der Flüssigkeitsdruck, den das Produkt in der Regel oberhalb des Kolbenschiebers auf diesen ausübt, den Kolbenschieber nach unten verschiebt. Hierdurch werden die Entleerungsöffnungen in der Trommel freigegeben bzw. geöffnet.

35

Wünschenswert ist ein einstellbares, variables Feststoffvolumen, das je Zeiteinheit aus dem Separator entleerbar ist.

5 Aus der DE 22 14 487 ist ein Separator bekannt, bei dem ein Teil der Entleerungsöffnungen als permanent geöffnete Düsen ausgestaltet ist, während ein anderer Teil der Satz Entleerungsöffnungen als intermittierend zu öffnende Öffnungen/Düsen vorgesehen ist.

10 Aus der US 2020/ 029935 ist ein Separator bekannt, bei dem die Trommel mit zwei Sätzen von Entleerungsöffnungen versehen ist. Zum Öffnen des jeweiligen Satzes Öffnungen ist jeweils ein Kolbenschieber erforderlich.

15 In der US 3 403 849 wird ein elektromagnetisch betriebenes Ventil zum gesteuerten Ablassen von Schließfluid beschrieben.

Die Entleerungseinrichtungen nach dem Stand der Technik bringen jedoch einen relativ hohen konstruktiven Aufwand mit sich und / oder bieten nur eine unbefriedigende Lösung hinsichtlich einer Einstellbarkeit des Zeitraums, in dem die Feststoffaustragsöffnungen geöffnet sind als auch in der Einstellbarkeit des Querschnitts der Feststoffaustragsöffnungen und damit der Variabilität und der Einstellbarkeit des Feststoffvolumens, das je Zeiteinheit aus dem Separator entleert wird.

20

Die zu lösende Aufgabe besteht darin, einen Separator mit einem weiterentwickelten, optimierten Entleerungsmechanismus zu schaffen.

25

Die Erfindung erreicht dieses Ziel durch den Gegenstand des Anspruchs 1.

Nach Anspruch 1 wird ein Separator, insbesondere selbstentleerender Separator, zur zentrifugalen Trennung eines fließfähigen Produkts P in wenigstens eine Flüssigkeitsphase L und wenigstens eine Feststoffphase S geschaffen, der eine drehbare Schleudertrommel mit vertikaler Drehachse D aufweist, die einen Trennraum aufweist, in dem vorzugsweise ein Tellerpaket vorgesehen ist, und die Feststoffaustragsöffnungen aufweist und einen Entleerungsmechanismus mit einem einzigen Kolbenschieber, der dazu ausgelegt ist, die Feststoffentleerungsöffnungen diskontinuierlich zu öffnen und zu schließen, wobei eine Steuerungsanordnung für den Entleerungsmechanismus vorgesehen ist, wobei die Schleudertrommel auf

30

35

ihrem Umfang einen ersten Satz Feststoffaustragsöffnungen und einen zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen aufweist, wobei der erste Satz Feststoffaustragsöffnungen und der zweite Satz Feststoffaustragsöffnungen in zwei unterschiedlichen axialen Höhen am Umfang der Schleudertrommel angeordnet ist/sind und
5 somit vertikal voneinander beabstandet ist, wobei die beiden Sätze von Feststoffaustragsöffnungen mit dem einzigen Kolbenschieber offenbar und schließbar sind bzw. geöffnet oder geschlossen werden.

Dadurch wird ein Separator mit einer Entleerungseinrichtung für die Feststoffphase geschaffen, die konstruktiv einfach gestaltet ist sowie eine einfache Einstellbarkeit des Querschnitts der geöffneten Feststoffaustragsöffnungen zum Feststoffaustrag erlaubt. Der Querschnitt der geöffneten Feststoffaustragsöffnungen zum Feststoffaustrag ist durch die zwei Sätze der Feststofföffnungen variabel,
10 da entweder ein Satz oder beide Sätze der Feststofföffnungen durch den Kolbenschieber geöffnet sein können. Dadurch ist das Feststoffvolumen vorteilhaft variabel und einstellbar, das je Zeiteinheit aus dem Separator entleert wird.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuerungsanordnung für den Entleerungsmechanismus eine
20 Schließkammer für ein Fluid aufweist und eine Ventilanordnung mit wenigstens einem Schließkammerventil aufweist, das mit der Schließkammer in Verbindung steht, um durch Ablassen von Schließfluid in einer Schaltstellung den einzigen Kolbenschieber zu betätigen.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuerungsanordnung für den Entleerungsmechanismus auf die Ventilanordnung mit dem wenigstens einem Schließkammerventil wirkt, das elektrisch schaltbar ist. Dadurch wird insbesondere für das oder die Schließkammerventil(e) eine einfache Möglichkeit geschaffen, eine variable Einstellbarkeit des
30 zu entleerenden Feststoffvolumens zur Verfügung zu stellen. Denn der Kolbenschieber kann dadurch in die Lage versetzt werden, beliebige Zwischenpositionen anzufahren, um die Entleerung des Feststoffvolumens besonders variabel zu gestalten.

35 So kann das Schließkammerventil zum Ablassen des Schließfluids gezielt gesteuert geöffnet und geschlossen werden kann. Dadurch wird der

Feststoffentleerungsvorgang unabhängig vom übrigen Ansteuern des Trenn- oder Klärvorgangs der Zentrifuge gesteuert werden. Insbesondere kann er zeitlich entkoppelt werden.

- 5 Es kann in einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass sich der Kolbenschieber durch eine vollständig gefüllte Schließkammer in einer Schließstellung befindet und den ersten Satz Feststoffaustragsöffnungen und den zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen verschließt.

10

- Ferner kann in einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass sich der Kolbenschieber durch eine vollständig geleerte Schließkammer in einer Öffnungsstellung befindet und den ersten Satz Feststoffaustragsöffnungen und den zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen freigibt und öffnet. Dadurch wird konstruktiv einfach mit bewährten Mitteln eine Öffnungsstellung des Kolbenschiebers erreicht, bei der ein maximal mögliches Feststoffvolumen pro Zeiteinheit entleerbar ist.

15

- Ebenfalls kann in einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass sich der Kolbenschieber durch eine zum Teil geleerte Schließkammer in einer Mittelstellung befindet und nur den ersten, oben angeordneten Satz Feststoffaustragsöffnungen frei gibt. Dadurch wird konstruktiv einfach eine minimal mögliche Entleerung des Feststoffvolumens pro Zeiteinheit erreicht.

20

- 25 Ferner kann in einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass der Kolbenschieber in die Mittelstellung absenkbar und in die Mittelstellung anhebbar ist. Dadurch kann die Mittelstellung des Kolbenschiebers zur Entleerung des Feststoffvolumens einfach und schnell angefahren werden.

30

- Weiterhin kann nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass der Kolbenschieber in eine jeweilige Zwischenstellung positionierbar ist, bei dem der Querschnitt der Feststoffaustragsöffnungen des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen oder der Querschnitt der Feststoffaustragsöffnungen des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen axial nur teilweise geöffnet oder

35

axial geschlossen ist. Dadurch wird eine besonders variable Einstellbarkeit des entleerbaren Feststoffvolumens bei einer Teilentleerung erreicht.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist
5 vorgesehen, dass die Feststoffaustragsöffnungen des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen und die Feststoffaustragsöffnungen des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen zueinander winkelfersetzt am Umfang der Schleudertrommel platziert sind. Dadurch ergibt sich konstruktiv einfach eine festigkeitsmäßig optimierte Anordnung der beiden Sätze von Feststoffaustragsöffnungen in der Schleudertrommel.
10

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Anzahl der Feststoffaustragsöffnungen des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen und Anzahl der Feststoffaustragsöffnungen des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen unterschiedlich ist. Dadurch ergibt sich
15 konstruktiv einfach eine nichtlineare Korrelation zwischen Öffnungsgrad des Kolbenschiebers und Feststoffentleerungsvolumen pro Zeiteinheit.

Ferner ist in einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen, dass der ersten Satz Feststoffaustragsöffnungen und zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen jeweils in sich rotationssymmetrisch ist. Dadurch wird konstruktiv einfach eine Schleudertrommel ohne Unwucht erreicht. Unter Rotationssymmetrie wird hierbei die Drehsymmetrie um den Winkelversatz der einzelnen Feststofföffnungen zueinander verstanden.
20

Alternativ dazu kann in einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass die Kombination aus dem ersten Satz Feststoffaustragsöffnungen und zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen eine Rotationssymmetrie ergibt. Auch dadurch wird konstruktiv einfach eine Schleudertrommel ohne
25
30 Unwucht erreicht.

Weiterhin ist in einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen, dass ein Öffnungsquerschnitt der Feststoffaustragsöffnungen des ersten Satzes der Feststoffaustragsöffnungen oder der Feststoffaustragsöffnungen des zweiten Satzes der Feststoffaustragsöffnungen identisch sind.
35

Dadurch ergibt sich konstruktiv einfach eine lineare Korrelation zwischen Öffnungsgrad des Kolbenschiebers und Feststoffentleerungsvolumen pro Zeiteinheit.

Alternativ dazu kann in einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass die Öffnungsquerschnitte der Feststoffaustragsöffnungen des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen und die Öffnungsquerschnitte der Feststoffaustragsöffnungen des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen unterschiedlich dimensioniert sind. Dadurch wird durch eine konstruktiv einfache Maßnahme ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen der Position des Kolbenschiebers und des entleerbaren Feststoffvolumens pro Zeiteinheit hergestellt.

Ebenfalls alternativ dazu kann in einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass die Öffnungsquerschnitte der Feststoffaustragsöffnungen des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen unterschiedlich dimensioniert sind und die Öffnungsquerschnitte der Feststoffaustragsöffnungen des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen unterschiedlich dimensioniert sind. In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass der Querschnitt der Feststoffaustragsöffnungen des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen kleiner ist als der Querschnitt der Feststoffaustragsöffnungen des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen. Es wird jeweils durch eine konstruktiv einfache Maßnahme ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen der Position des Kolbenschiebers und des entleerbaren Feststoffvolumens pro Zeiteinheit hergestellt.

Ferner ist in einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen, dass sich an die jeweilige Feststoffaustragsöffnung jeweils ein umfangsgeschlossener düsenartiger Kanal anschließt, der jeweils eine Wandung der Schleudertrommel durchgreift und durch den jeweils der Feststoff S aus der Schleudertrommel radial nach außen abgeführt wird.

Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zur Steuerung des Feststoffaustrags eines Separators, wobei der eine einzige Kolbenschieber derart ansteuerbar ist, dass er den ersten Satz Feststoffaustragsöffnungen und / oder den zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen vollständig axial oder teilweise axial öffnet.

Um die Präzision des Entleerungssystems zu erhöhen, ist es denkbar die axiale Position des Kolbenschiebers messtechnisch zu erfassen, an die Steuereinrichtung zu übermitteln, dort auszuwerten und in Abhängigkeit dieser Auswertung das Schließfluidventil bzw. das Schließkammerventil anzusteuern. Hierdurch wird die
5 exakte Positionierung des Kolbenschiebers nicht nur gesteuert, sondern geregelt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

10 Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezug auf die Zeichnung näher beschrieben. Die Erfindung ist nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern kann auch in anderer Weise wortsinngemäß oder auch in anderer Weise äquivalent realisiert werden. Es zeigt:

15 Figur 1: in Fig. 1a) einen schematischen Vollschnitt eines erfindungsgemäßen Separators und in Fig. 1b) eine Ausschnittsvergrößerung aus Fig. 1a;

20 Figur 2: eine Ausschnittsvergrößerung eines schematischen Vollschnitts einer Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Separators aus Fig. 1a;

Figur 3: einen schematischen Vollschnitt durch eine Haube eines erfindungsgemäßen Separators;

25 Figur 4: einen schematischen Vollschnitt durch eine Haube einer Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Separators;

30 Figur 5: einen schematischen Vollschnitt durch das Gehäuse und durch ein Maschinengehäuse eines Trennseparators nach dem Stand der Technik; und

Figur 6: einen schematischen Vollschnitt durch die Trommel eines Klärseparators nach dem Stand der Technik.

35

In der nachfolgenden Figurenbeschreibung werden mehrere Ausführungsbeispiele eines Separators beschrieben. Die einzelnen Merkmale dieser Ausführungsbeispiele können auch mit nicht gezeigten Ausführungsbeispielen kombiniert werden und eignen sich auch jeweils als vorteilhafte Ausgestaltungen der in einzelnen
5 oder mehreren der in den Haupt- und Unteransprüchen beschriebenen Gegenstände.

Der Separator nach dem Stand der Technik weist eine drehbare Schleudertrommel 1 auf, die wie in den Figuren 5 und 6 dargestellt, eine vertikale Drehachse D
10 aufweisen kann. Die Schleudertrommel 1 kann von einer im Betrieb des Separators nicht mitumlaufenden Haube H eingehaust sein. Gedreht wird die Schleudertrommel 1 von einem Antriebsmotor M, der nach der Ausführung in Fig. 5 indirekt über einen Riementrieb auf eine Antriebsspindel SP der Schleudertrommel 1 wirkt. Die Antriebsspindel SP ist drehbar in einem Maschinengestell G gelagert. Sie trägt
15 die Schleudertrommel 1, welche auf ein freies Ende der Antriebsspindel SP aufgesetzt ist. Alternativ sind auch andere Antriebsvarianten realisierbar, beispielsweise ein direkter Antrieb der Schleudertrommel 1, wobei ein Antriebsmotor direkt auf die Antriebsspindel SP der Schleudertrommel 1 wirkt.

20 Die Schleudertrommel 1 kann einfach und/oder wie hier doppelt konisch (unten und/oder oben sowie insbesondere innen) ausgelegt sein. Die Schleudertrommel 1 kann ein Trommelunterteil 2 und ein Trommeloberteil 3 aufweisen. Diese Trommelteile 2, 3 können auf verschiedene Weise, so mit einem Verschlussring (hier nicht dargestellt) miteinander verbunden sein. Die Schleudertrommel 1 weist ferner
25 ein Produktzulaufrohr 4 auf.

Der Separator ist für einen kontinuierlichen und nicht nur batchweisen Betrieb ausgelegt.

30 In der Schleudertrommel 1 ist ein Verteiler 5 zur Produktzuleitung aus dem Produktzulaufrohr 4 in einen Trennraum 6 ausgebildet. Im Verteiler 5 wird das Produkt P in das sich drehende System überführt.

In dem Trennraum 6 erfolgt die eigentliche zentrifugale Trennung des Produkts P.
35 Dieser weist ein Tellerpaket 7 aus Trenntellern auf. Er weist ferner radial außen dazu wiederum einen Feststoffsammelraum 8 auf, in dem sich die aus der

Suspension bzw. dem fließfähigen Produkt P getrennte Feststoffphase S während des Trenn- und/oder Klärvorgangs sammelt.

Die Schleudertrommel 1 weist wenigstens einen Flüssigkeitsaustrag für eine Flüssigphase L auf. Die Schleudertrommel 1 kann auch mehr als einen Flüssigkeitsaustrag aufweisen, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist. Der Flüssigkeitsaustrag ist nach Fig. 6 als Schälscheibe 9 ausgebildet. Der Flüssigkeitsaustrag kann auch in einer anderen Weise realisiert sein.

In Fig. 6 ist beispielhaft ein sogenannter Klärseparator dargestellt, der dazu vorgesehen ist, im Zentrifugalfeld ein zu verarbeitendes Produkt P zu klären bzw. aus diesem eine Feststoffphase S und eine Flüssigkeitsphase L abzutrennen. Der Separator kann auch als sogenannten Trennseparator ausgebildet sein, bei dem zwei Flüssigphasen und eine Feststoffphase voneinander getrennt werden, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist.

Zur Ableitung der Feststoffphase S dient ein Entleerungsmechanismus, der einen Kolbenschieber 10 zum Öffnen und Verschließen von Feststoffaustragsöffnungen 11 aufweist. Die hier in einem einzigen Satz vorhandenen Feststoffaustragsöffnungen 11 können umfangsverteilt im Bereich des größten Durchmessers der Schleudertrommel 1 ausgebildet sein. Zweckmäßigerweise erfolgt die Anordnung der Feststoffaustragsöffnungen 11 auf dem Umfang der Schleudertrommel 1 derart, dass die Feststoffaustragsöffnungen 11 nicht zu einer Unwucht der Schleudertrommel 1 führen. Der Kolbenschieber 10 ist hier vertikal beweglich.

Der Entleerungsmechanismus umfasst ferner eine dem Kolbenschieber 10 zugeordnete Steuerungsanordnung 12 zur Steuerung seiner Öffnungs- und Schließbewegungen.

Die linke Hälfte der Zentrifuge in Fig. 6 zeigt den Kolbenschieber 10 in einer abgesenkten Öffnungsposition, während in der rechten Hälfte der Zentrifuge der Kolbenschieber 10 in einer angehobenen Schließposition dargestellt ist.

Die Steuerungsanordnung 12 kann eine rechnerartige elektronische Steuereinrichtung 13 aufweisen (siehe Fig. 6) oder mit dieser verbunden sein. Als diese

Steuereinrichtung 13 kann auch eine übergeordnete Steuerung der Zentrifuge verwendet werden.

Die Steuerungsanordnung 12 umfasst hier ferner eine Schließkammer 14 für
5 Fluid.

Diese Schließkammer 14 ist derart ausgelegt, dass durch Einleiten von Fluid über ein Schließfluidventil 15 die Schließbewegung des Kolbenschiebers 10 eingeleitet werden kann und derart, dass während einer Rotation auf einer Betriebsdrehzahl
10 für die zentrifugale Verarbeitung eine Schließstellung des Kolbenschiebers 10 beibehalten werden kann. Das Schließfluidventil 15 ist von der elektronischen Steuereinrichtung 13 ansteuerbar. Für die Schließbewegung des Kolbenschiebers 10 ist es erforderlich, dass das Schließkammerventil 16 geschlossen ist.

15 Durch eine Ventilanordnung, die wenigstens eines oder mehrere Schließkammerventile 16 umfassen kann, welche in fluidischer Verbindung mit der Schließkammer 14 stehen, kann das Fluid aus der Schließkammer 14 abgelassen und somit der Feststoffsammelraum 8 durch die Feststoffaustragsöffnungen 11 entleert werden.

20 Das Schließkammerventil 16 ist häufig als Fliehkraftventil ausgebildet, das bei der Betriebsdrehzahl der Schleudertrommel 1 durch Zentrifugalkraft schließt. Durch das Einleiten eines Öffnungsfluid über ein Öffnungsfluidventil 19 in das Schließkammerventil 16 wird die Öffnungsbewegung des Kolbenschiebers 10 eingeleitet und das Wasser aus der Schließkammer 14 entleert.

25 Nicht optimal am Stand der Technik ist, dass das gezielte Ablassen nur einer Teilmenge des Fluids aus der Schließkammer 14 nicht präzise reproduziert werden kann, da dies von den hydraulischen Drücken oberhalb und unterhalb des Kolbenschiebers 10 abhängt. Auch ist der Querschnitt der Feststoffaustragsöffnungen 11
30 nicht variabel einstellbar. Die Erfindung verfolgt deshalb einen anderen Weg.

Abweichend vom Stand der Technik weist die Schleudertrommel 1 eines erfindungsgemäßen Separators auf ihrem Umfang einen ersten Satz Feststoffaustragsöffnungen 11a und einem zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen 11b auf,
35 wie dies in den Figuren 1a, 1b, 2, 3 und 4 dargestellt ist. Vorzugsweise ist der erste Satz Feststoffaustragsöffnungen 11a und der zweiten Satz

Feststoffaustragsöffnungen 11b auf dem größten Radius der Schleudertrommel 1 angeordnet. Der erste Satz Feststoffaustragsöffnungen 11a und der zweite Satz Feststoffaustragsöffnungen 11b sind in zwei unterschiedlichen axialen Höhen am Umfang der Schleudertrommel 1 angeordnet und somit vertikal voneinander beab-
5 standet, wie dies in den Figuren 1a, 1b, 2, 3 und 4 dargestellt ist und können mit einem einzigen Kolbenschieber 10 geöffnet bzw. geschlossen werden.

An die jeweilige Feststoffaustragsöffnung 11a, 11b schließt sich jeweils ein Kanal 18a, 18b an, der jeweils eine Wandung der Schleudertrommel 1 durchgreift und
10 durch den jeweils der Feststoff S aus der Schleudertrommel 1 radial nach außen abgeführt wird.

Befindet sich der Kolbenschieber 10 durch eine vollständig gefüllte Schließkammer 14 in der Schließposition (Fig. 1a, rechte Bildhälfte) sind der erste Satz Feststoffaustragsöffnungen 11a und der zweite Satz Feststoffaustragsöffnungen 11b
15 vom Kolbenschieber 10 verschlossen.

Befindet sich der Kolbenschieber 10 durch eine vollständig geleerte Schließkammer 14 in der Öffnungsposition (Figur 1a, linke Bildhälfte) sind der erste Satz Feststoffaustragsöffnungen 11a und der zweite Satz Feststoffaustragsöffnungen 11b
20 vom Kolbenschieber freigegeben und geöffnet.

Ist die Schließkammer 14 aber nur zum Teil geleert, befindet sich der Kolbenschieber 10 in einer mittleren Position und gibt nur den ersten, hier oben angeordneten Satz Feststoffaustragsöffnungen 11a frei (siehe Fig. 1b und Fig. 2).
25

Um den Kolbenschieber 10 auf eine solche „Mittelposition“ positionieren zu können, ist es erforderlich, das Schließkammerventil 20 (siehe Fig. 1a) zum Ablassen des Schließfluids gezielt für einen definierten Zeitabschnitt öffnen und schließen
30 zu können.

Es kann deshalb vorgesehen sein, dass die Steuerungsanordnung 12 für den Entleerungsmechanismus auf die Ventilanordnung mit dem wenigstens einem Schließkammerventil 20 und auf den einzigen Kolbenschieber 10 wirkt, wobei das
35 Schließkammerventil 20 elektrisch schaltbar ist, d.h. einen elektromechanischen oder piezoelektrischen Wirkmechanismus aufweist. Bei einem solchen

Schließkammerventil 20 kann das Öffnen und Schließen unabhängig von den hydraulischen Drücken in der Schleudertrommel 1 erfolgen.

Das wenigstens eine Schließkammerventil 20 arbeitet dementsprechend vorzugsweise als elektrisches Ventil, wie z.B. Magnetventil oder Piezovenil, das durch elektrische Steuerimpulse der Steuereinrichtung 13 geöffnet und geschlossen werden kann. Dieser Steuerimpuls könnte beispielsweise per Funk in das rotierende System zu einem Empfänger am Ventil gesendet werden (nicht dargestellt). Die hierfür erforderliche elektrische Energie kann z.B. mittels eines Systems in die rotierende Schleudertrommel 1 übertragen werden, welches nach dem induktiven Prinzip arbeitet. Ebenso kann aber auch ein Energiespeicher, wie z.B. eine Batterie, in der Schleudertrommel 1 vorgesehen sein. Das Schließkammerventil 20 kann auch nach einem anderen geeigneten Wirkprinzip arbeiten.

15 Somit kann bei Bedarf ein Teil der Schließfluidmenge aus der Schließkammer 14
entleert werden. In Kombination mit dem oberhalb des Kolbenschiebers 10 befind-
lichen Produkts P, welches auf den Kolbenschieber 10 einen Druck ausübt, senkt
sich der Kolbenschieber 10 so weit ab, bis sich die Drücke unterhalb und oberhalb
des Kolbenschiebers 10 angeglichen haben und so die gewünschte Mittelstellung
20 des Kolbenschiebers 10 erreicht wird.

In Fig. 1a, Fig. 1b und Fig. 2 ist jeweils die Feststoffaustragsöffnung 11a des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen und die Feststoffaustragsöffnung 11b des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen axial direkt übereinanderliegend dargestellt, was aber nicht erforderlich ist und aus Festigkeitsgründen auch nicht vorteilhaft ist.

Die Feststoffaustragsöffnungen 11a des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen und die Feststoffaustragsöffnungen 11b des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen können auch winkelvesetzt zueinander am Umfang der Schleudertrommel 1 platziert sein, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist.

Ebenfalls kann die Anzahl der Feststoffaustragsöffnungen 11a des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen und Anzahl der Feststoffaustragsöffnungen 11b des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen unterschiedlich sein, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist.

Auch können die Kanäle 18a, 18b der einzelnen Feststoffaustragsöffnungen 11a, 11b (welche in Fig. 1a und Fig. 1b jeweils einen horizontalen Verlauf zeigen) vertikal fächerförmig angestellt sein, so dass die dem Kolbenschieber 10 zugewandten Eingänge der Kanäle 18a, 18b einen geringeren vertikalen Abstand voneinander haben als die vom Kolbenschieber 10 abgewandten Ausgänge der Kanäle 18a, 18b (siehe Fig. 2). Jeweils zwei der Kanäle 18a, b, die in Umfangsrichtung korrespondierend übereinanderliegen, können somit winklig zueinander verlaufen.

Um eine Unwucht der Schleudertrommel 1 zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn der ersten Satz Feststoffaustragsöffnungen 11a und zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen 11b jeweils in sich rotationssymmetrisch ist. Es ist aber auch vorstellbar, dass erst die Kombination aus dem ersten Satz Feststoffaustragsöffnungen 11a und zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen 11b eine Rotationssymmetrie ergibt.

Weiterhin kann ein Öffnungsquerschnitt der Feststoffaustragsöffnungen 11a des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen 11a oder der Feststoffaustragsöffnungen 11b des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen 11b identisch sein. Vorstellbar ist allerdings auch, dass die Öffnungsquerschnitte der Feststoffaustragsöffnungen 11a des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen 11a und die Öffnungsquerschnitte der Feststoffaustragsöffnungen 11b des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen 11b unterschiedlich dimensioniert sind. So kann z.B. der jeweilige Querschnitt der Feststoffaustragsöffnungen 11b des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen 11b grösser sein als der jeweilige Querschnitt der Feststoffaustragsöffnungen 11a des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen 11a.

Auf diese Weise können in der Mittelstellung des Kolbenschiebers 10 geringe Mengen Feststoff S pro Zeiteinheit aus der Schleudertrommel 1 entleert werden, während bei vollständig abgesenktem Kolbenschieber 10 deutlich größere Mengen Feststoff S pro Zeiteinheit aus der Schleudertrommel 1 entleerbar sind. Die Entleerungsmenge pro Zeiteinheit ist auf diese Weise nicht linear zum Hub des Kolbenschiebers 10.

Ebenfalls vorstellbar ist, dass die Summe der Öffnungsquerschnitte der Feststoffaustragsöffnungen 11a des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen und die Summe der Öffnungsquerschnitte der Feststoffaustragsöffnungen 11b des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen unterschiedlich dimensioniert sind.

Der Querschnitt der jeweiligen Feststoffentleerungsöffnungen 11a, 11b kann kreisförmig, langloch- oder schlitzförmig, oval oder ellipsenförmig, dreieckig, rechteckig oder polygonal ausgeführt sein.

10

Der geöffnete Kolbenschieber 10 hebt sich erst dann wieder in die Schließposition, wenn erneut Schließfluid über das Schließfluidventil 15 in die Schließkammer 14 geleitet wird. Analog zu dem Absenken des Kolbenschiebers 10 in die Mittelstellung ist auch ein Anheben des Kolbenschiebers 10 in die Mittelstellung möglich, da der Hub des Kolbenschiebers 10 von der eingeleiteten Schließfluidmenge, der Dichte des Schließfluids und dem sich durch die Fliehkraft einstellenden Druck in der Schließkammer 14 abhängt.

Alternativ oder zusätzlich kann auch vorgesehen sein, dass der Kolbenschieber 10 auch in eine jeweilige Zwischenstellung positioniert werden kann, bei dem der jeweilige Querschnitt der Feststoffaustragsöffnungen 11a des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen 11a oder der jeweilige Querschnitt der Feststoffaustragsöffnungen 11b des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen 11b nur teilweise geöffnet oder geschlossen ist. Mit „teilweise“ ist gemeint, dass der Kolbenschieber 10 den ersten Satz Feststofföffnungen 11a oder den zweiten Satz Feststofföffnungen 11b z.B. jeweils zur Hälfte, also nicht vollständig öffnet.

Eine genaue Dosierung der Schließfluidmenge ist mit dem Schließfluidventil 15 und mit der Steuereinrichtung 13 einfach realisierbar.

Um die Präzision des Entleerungssystems zu erhöhen, ist es denkbar die axiale Position des Kolbenschiebers 10 messtechnisch zu erfassen, an die Steuereinrichtung 13 zu übermitteln, dort auszuwerten und in Abhängigkeit dieser Auswertung das Schließfluidventil 15 bzw. das Schließkammerventil

20 anzusteuern. Hierdurch wird die exakte Positionierung des Kolbenschiebers nicht nur gesteuert, sondern geregelt.

- 5 Mit dem beschriebenen Separator ist somit sowohl die Öffnungszeit der Feststoffaustragsöffnungen 11a, 11b als auch der Öffnungsquerschnitt (Summe der Querschnitte der vom Kolbenschieber 10 freigegebenen Feststoffaustragsöffnungen 11a, 11b) einstellbar.

Bezugszeichen

	1	Schleudertrommel
	2	Trommelunterteil
5	3	Trommeloberteil
	4	Produktzulaufrohr
	5	Verteiler
	6	Trennraum
	7	Tellerpaket
10	8	Feststoffsammelraum
	9	Schälscheibe
	10	Kolbenschieber
	11, 11a, 11b	Feststoffaustragsöffnung
	12	Steuerungsanordnung
15	13	Steuereinrichtung
	14	Schließkammer
	15	Schließfluidventil
	16	Schließkammerventil
	17	Ablaufkanal
20	18a, 18b	Kanal
	19	Öffnungsfluidventil
	20	Schließkammerventil
	D	Drehachse
25	S	Feststoff
	L	Flüssigphase
	P	Produkt
	M	Antriebsmotor
	SP	Antriebsspindel
30	G	Maschinengestell
	H	Haube

Ansprüche

1. Separator, insbesondere selbstentleerender Separator, zur zentrifugalen
Trennung eines fließfähigen Produkts (P) in wenigstens eine Flüssigkeits-
5 phase (L) und wenigstens eine Feststoffphase (S), der eine drehbare Schleu-
dertrommel (1) mit vertikaler Drehachse (D) aufweist, die einen Trennraum
(6) aufweist, in dem vorzugsweise ein Tellerpaket (7) vorgesehen ist, und die
Feststoffaustragsöffnungen (11) aufweist und einen Entleerungsmechanis-
mus mit einem einzigen Kolbenschieber (10), der dazu ausgelegt ist, die
10 Feststoffentleerungsöffnungen (11) diskontinuierlich zu öffnen und zu schlie-
ßen, wobei eine Steuerungsanordnung (12) für den Entleerungsmechanis-
mus vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schleudertrommel
(1) auf ihrem Umfang einen ersten Satz Feststoffaustragsöffnungen (11a)
und einen zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen (11b) aufweist, wobei der
15 erste Satz Feststoffaustragsöffnungen (11a) und der zweite Satz Feststoff-
austragsöffnungen (11b) in zwei unterschiedlichen axialen Höhen am Um-
fang der Schleudertrommel (1) angeordnet ist und somit vertikal voneinander
beabstandet ist, wobei die beiden Sätze von Feststoffaustragsöffnungen mit
dem einzigen Kolbenschieber (10) offenbar und schließbar sind.
20
2. Separator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steue-
rungsanordnung (12) für den Entleerungsmechanismus eine Schließkammer
(14) für ein Fluid aufweist und eine Ventilanordnung mit wenigstens einem
Schließkammerventil (20) aufweist, das mit der Schließkammer (14) in Ver-
25 bindung steht, um durch Ablassen von Schließfluid den einzigen Kolben-
schieber (10) zu betätigen.
3. Separator nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
Steuerungsanordnung (12) für den Entleerungsmechanismus auf die Ventila-
30 nordnung mit dem wenigstens einem Schließkammerventil (20) wirkt, das ei-
nen elektromechanischen oder piezoelektrischen Wirkmechanismus hat.
4. Separator nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeich-
net**, dass sich der Kolbenschieber (10) durch eine vollständig gefüllte
35 Schließkammer (14) in einer Schließstellung befindet und den ersten Satz

Feststoffaustragsöffnungen (11a) und den zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen (11b) verschließt.

- 5 5. Separator nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Kolbenschieber (10) durch eine vollständig geleerte Schließkammer (14) in einer Öffnungsstellung befindet und den ersten Satz Feststoffaustragsöffnungen (11a) und den zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen (11b) freigibt und öffnet.
- 10 6. Separator nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolbenschieber (10) in eine Mittelstellung bewegbar ist, so dass er nur den ersten, vorzugsweise vertikal oben angeordneten Satz Feststoffaustragsöffnungen (11a) frei gibt.
- 15 7. Separator nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolbenschieber (10) in eine jeweilige Zwischenstellung positionierbar ist, bei dem der Querschnitt der Feststoffaustragsöffnungen (11a) des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen oder der Querschnitt der Feststoffaustragsöffnungen (11b) des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen axial nur teilweise geöffnet ist.
- 20 8. Separator nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schleudertrommel (1) einfach und/oder doppelt konisch ausgelegt ist.
- 25 9. Separator nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der ersten Satz Feststoffaustragsöffnungen (11a) und der zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen (11b) auf dem größten Radius der einfach und/oder doppelt konisch Schleudertrommel (1) angeordnet sind.
- 30 10. Separator nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Feststoffaustragsöffnung (11a) des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen und die Feststoffaustragsöffnung (11b) des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen axial direkt übereinanderliegend angeordnet sind.
- 35

11. Separator nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Feststoffaustragsöffnungen (11a) des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen und die Feststoffaustragsöffnungen (11b) des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen in Umfangsrichtung zueinander winkelversetzt am Umfang der Schleudertrommel (1) platziert sind.
12. Separator nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl der Feststoffaustragsöffnungen (11a) des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen und Anzahl der Feststoffaustragsöffnungen (11b) des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen unterschiedlich ist.
13. Separator nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Satz Feststoffaustragsöffnungen (11a) und der zweite Satz Feststoffaustragsöffnungen (11b) jeweils in sich rotationssymmetrisch ausgelegt ist.
14. Separator nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Öffnungsquerschnitt der Feststoffaustragsöffnungen (11a) des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen oder der Feststoffaustragsöffnungen (11b) des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen jeweils identisch dimensioniert ist.
15. Separator nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnungsquerschnitte der Feststoffaustragsöffnungen (11a) des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen und die Öffnungsquerschnitte der Feststoffaustragsöffnungen (11b) des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen jeweils unterschiedlich dimensioniert sind.
16. Separator nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Summe der Öffnungsquerschnitte der Feststoffaustragsöffnungen (11a) des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen und die Summe der Öffnungsquerschnitte der Feststoffaustragsöffnungen (11b) des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen jeweils zueinander unterschiedlich dimensioniert sind.

17. Separator nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Querschnitt der jeweiligen Feststoffaustragsöffnungen (11b) des zweiten Satzes Feststoffaustragsöffnungen (11b) kleiner ist als der Querschnitt der jeweiligen Feststoffaustragsöffnungen (11a) des ersten Satzes Feststoffaustragsöffnungen (11a).
18. Separator nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Querschnitt der jeweiligen Feststoffentleerungsöffnungen (11a, 11b) kreisförmig, langloch- oder schlitzförmig, oval oder elipsenförmig, dreieckig, rechteckig oder polygonal ausgeführt ist.
19. Separator nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich an die jeweilige Feststoffaustragsöffnung (11a, 11b) jeweils ein Kanal (18a, 18b) anschließt, der jeweils eine Wandung der Schleudertrommel (1) durchgreift und durch den jeweils der Feststoff S aus der Schleudertrommel (1) radial nach außen abgeführt wird.
20. Separator nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kanäle (18a, 18b) der einzelnen Feststoffaustragsöffnungen (11a, 11b) jeweils einen horizontalen Verlauf aufweisen.
21. Separator nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kanäle (18a, 18b) der einzelnen Feststoffaustragsöffnungen (11a, 11b) fächerförmig angestellt sind, so dass dem Kolbenschieber (10) zugewandten Eingänge der Kanäle (18a, 18b) einen geringeren vertikalen Abstand voneinander haben als vom Kolbenschieber (10) abgewandten Ausgänge der Kanäle (18a, 18b).
22. Verfahren zur Steuerung des Feststoffaustrags eines Separators nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der eine einzige Kolbenschieber (10) derart ansteuerbar ist, dass er den ersten Satz Feststoffaustragsöffnungen (11a) und / oder den zweiten Satz Feststoffaustragsöffnungen (11b) vollständig axial oder teilweise axial öffnet oder verschließt.