

Separator und Verfahren zum Klären eines Flüssigkeits-/Feststoffgemischs

5 Die Erfindung betrifft einen Zentrifugalseparator und ein Verfahren zum Klären einer Flüssigkeits-/Feststoffgemischs von Feststoffen mit einem solchen Zentrifugalseparator.

10 Aus dem Stand der Technik sind Zentrifugalseparatoren für Trennaufgaben verschiedenster Art bekannt.

So zeigt die DE 10 2005 021 331 A1 zeigt einen Drei-Phasentrennseparator und ein Verfahren zur Drei-Phasentrennung mit einem derartigen Separator, bei dem die Ableitung einer schwereren Flüssigkeitsphase über einen Auslass erfolgt, dem eine Drosseleinrichtung zugeordnet ist und die Ableitung einer leichteren Flüssigkeitsphase mittels einer Schälscheibe. Die Ableitung der Feststoffe erfolgt kontinuierlich über Feststoffaustrittsdüsen.

20 Die DE 697 12 569 T2 offenbart hingegen einen Trennseparator, bei dem die leichtere Flüssigkeitsphase mittels einer Schälscheibe und die andere schwere Flüssigkeitsphase mittels einem Auslasselement erfolgt, welches mit einer Antriebsvorrichtung an variierende Orte einer freien Flüssigkeitsfläche gedrückt wird, so dass im Betrieb ebenfalls stets die Ableitung dieser Phase erfolgt, wobei möglichst die Eintauchtiefe in diese Phase zur Verringerung des Energieverbrauchs konstant gehalten werden soll.

25 All diese Separatoren haben sich für jeweils spezifische Trennaufgaben gut bewährt. Sie eignen sich jedoch nicht oder nicht gut zur Klärung und Auftrennung eines Flüssigkeits-/Feststoffgemischs in eine mittelschwere Flüssigkeitsphase (z.B. Wasser) und eine relativ dazu leichtere erste Feststoffphase und eine relativ dazu schwerere zweite Feststoffphase. In einem Klärbecken mit Wasser als mittelschwerer Flüssigkeitsphase würden die relativ dazu leichteren Feststoffe der ersten Feststoffphase an die Wasseroberfläche aufschwimmen (flotieren) und die relativ dazu schwereren Feststoffe der zweiten Feststoffphase an den Klärbeckenboden absinken (sedimentierenden).

35 Ein solches gleichzeitiges Klären eines Flüssigkeits-/Feststoffgemischs von sowohl flotierenden als auch sedimentierenden Feststoffen ist jedoch bei verschiedenen Trennaufgaben von Interesse, so bei dem Abtrennen und Klassifizieren von Mikroplastik aus Gewässern bzw. Wasser. Als Mikroplastik werden gemeinhin

Kunststoffpartikel bezeichnet, mit einer Größe kleiner als 5 mm. Hier werden bisher nur vereinzelt Zentrifugalseparatoren eingesetzt. Zum Klärverfahren gibt es vielmehr auch andere Technologien. Zu nennen sind eine Kaskadenfiltration oder fraktionierte Filtration (hintereinandergeschaltete Filter mit abnehmender Porengröße), eine Schwebstofffalle oder einen Sedimentationskasten (Behälter mit labyrinthartig angeordneten Absetzkammern), sowie in einem Chargenbetrieb arbeitende Zentrifugalseparatoren. Mit letzteren können allerdings lediglich die sedimentierenden Feststoffe abgeschieden werden. Als Beispiel für einen solchen im Chargenbetrieb arbeitenden Zentrifugalseparator kann die DE1 178 014 genannt werden.

Um die gesamte Bandbreite von Kunststoffen (Polymeren) mit den unterschiedlichen Dichten mit zentrifugaler Trenntechnik zu detektieren ist es jedoch notwendig, sowohl die sedimentierenden als auch die flotierenden Polymere zu erfassen.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, einen zum Klären des Flüssigkeits-/Feststoffgemisches von flotierenden Feststoffen und sedimentierenden Feststoffen besonders gut geeigneten Zentrifugalseparator zu schaffen. Zudem soll ein geeignetes Verfahren zum Klären des Flüssigkeits-/Feststoffgemisches von flotierenden Feststoffen und sedimentierenden Feststoffen geschaffen werden.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch den (Zentrifugal-)Separator des Anspruchs 1 und das Verfahren des Anspruchs 13.

Nach Anspruch 1 wird ein Separator mit einer drehbaren Trommel geschaffen, wobei die Trommel zur Klärung eines Flüssigkeits-/Feststoffgemisches mit sedimentierenden und flotierenden Feststoffen von den Feststoffen im Zentrifugalfeld in einem Chargenbetrieb ausgelegt ist, so dass das Flüssigkeits-/Feststoffgemisch in eine Flüssigkeitsphase sowie eine erste leichtere Feststoffphase aus flotierenden Feststoffen und eine zweite schwerere Feststoffphase aus sedimentierenden Feststoffen trennbar ist, wobei die Trommel einen Trennraum aufweist und einen während der Verarbeitung der Charge kontinuierlich die geklärte Flüssigkeitsphase ableitenden Flüssigkeitsaustrag aus dem Trennraum sowie wenigstens zwei auf verschiedenen Radien der Trommel vorgesehene Feststoffauffangbereiche, von denen der eine zum Auffangen der ersten leichteren Feststoffphase und der andere zum Auffangen der zweiten schwereren Feststoffphase ausgelegt ist bzw. dient, wobei sich die Feststoffauffangbereiche während der Verarbeitung der jeweiligen Charge mit der Zeit mit der jeweiligen Feststoffphase füllen können.

Ein solcher Separator ist besonders vorteilhaft zur Klärung eines Produktes ausgelegt, welches wenigstens eine fließfähige Phase einer ersten Dichte ρ_L und zumindest zwei Festphasen mit zwei verschiedenen Dichteklassen ρ_{SI} und ρ_{Sh} enthält. Dabei enthalten die zwei Feststoffphasen vorzugsweise Kunststoffpartikel verschiedener Dichteklassen ρ_{SI} und ρ_{Sh} und es gilt: $\rho_{SI} < \rho_L < \rho_{Sh}$. Die leichtere Feststoffphase und die schwerere Feststoffphase können wiederum aus Feststoffen verschiedener Dichte zusammengesetzt sein, die nur jeweils leichter bzw. schwerer als die Flüssigkeitsphase sind. Dabei werden die leichtere Feststoffphase, die Flüssigkeitsphase und die schwerere Flüssigkeitsphase voneinander getrennt und getrennt aufgefangen.

Nach einer bevorzugten vorteilhaften Weiterbildung ist die Trommel so ausgestaltet, dass die Flüssigkeitsphase aus dem Trennraum auf einem mittleren Radius abgeleitet wird, der erste Feststoffauffangbereich für die leichteren Feststoffphase auf einem relativ zum mittleren Radius kleineren Radius liegt und der zweite Feststoffauffangbereich für die schwerere Feststoffphase auf einem relativ zum mittleren Radius größeren Radius liegt. Derart kann vorteilhaft im Betrieb ein Sammeln der Feststoffe verschiedener Dichten einmal radial weiter innen und einmal radial weiter außen in der Trommel erfolgen.

Es ist bevorzugt und vorteilhaft und unterstützt den Trennprozess, wenn in dem Trennraum wenigstens ein Mittel zur Erhöhung der äquivalenten Klärfläche vorgesehen ist.

Dabei kann das Mittel zur Erhöhung der äquivalenten Klärfläche ein Tellerpaket sein oder aber auch ein Rippeneinsatz mit beispielsweise sich im Wesentlichen radial erstreckenden Rippen.

Der mittlere Radius auf welchem der kontinuierliche Flüssigkeitsaustrag erfolgt, kann ebenfalls auf verschiedene Weise realisiert werden, so mit einem Scheideteller oder mit einem oder mehreren Röhrchen, deren Einlass im Bereich des mittleren Radius liegt und durch welche die Flüssigkeit aus der rotierenden Trommel geleitet wird.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass die Trommel offenbar ist, so dass nach der Verarbeitung einer Charge und bei stillstehender Trommel die Feststoffphasen aus der Trommel entnehmbar sind. Dazu erscheint es insbesondere zweckmäßig, wenn die Trommel in einem unteren Bereich offenbar ist, so dass nach der Verarbeitung einer Charge die Feststoffphasen und eine

Restflüssigkeit aus der Trommel über einen Ablauf in einen Behälter ablaufen können.

5 Die Erfindung schafft auch eine Verwendung eines Separators nach einem der vorstehenden Ansprüche, zum zentrifugalen Klären eines Flüssigkeits-/Feststoffgemisches mit sedimentierenden und flotierenden Feststoffen von den Feststoffen.

10 Die Erfindung schafft zudem ein Verfahren zum zentrifugalen Klären eines Flüssigkeits-/Feststoffgemisches mit sedimentierenden und flotierenden Feststoffen von den Feststoffen in einem Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit folgenden Schritten:

Schritt 100:

15 Bereitstellen des Separators und einer Charge des Flüssigkeits-/Feststoffgemisches mit einer mittelschweren Flüssigkeitsphase (L) und einer leichteren Feststoffphase (Sl) mit flotierenden Feststoffen und einer schwereren Feststoffphase (Sh) mit sedimentierenden Feststoffen,

20

Schritt 200:

25 Drehen der Trommel und Beschicken der Trommel mit dem Flüssigkeits-/Feststoffgemisch, so dass eine zentrifugale Trennung innerhalb des Trennraumes zwischen der mittelschweren Flüssigkeitsphase und der leichteren Feststoffphase mit den flotierenden Feststoffen und der schwereren Feststoffphase mit den sedimentierenden Feststoffen erfolgt, so dass die leichtere Feststoffphase durch
30 die mittelschwere Flüssigkeitsphase ins Zentrum des Trennraumes verdrängt wird und die schwerere Feststoffphase in den Bereich des größten Durchmessers innen an der Trommelwand strömt;

Schritt 300:

35

Sammeln der leichten flotierenden Feststoffphase im Zentrum des Trennraumes in wenigstens einem ersten Feststoffauffangbereich im Zentrum des Tellerpaketes oder im Zentrum der Rippen und Sammeln der schweren sedimentierenden Feststoffphase in einem zwei-

ten Feststoffauffangbereich im Bereich des größten Durchmessers innen an der Trommelwand; und

Schritt 400:

5

Öffnen der Trommel nach dem Verarbeiten der Charge und Ableiten oder Entnehmen der Feststoffe aus der geöffneten Trommel.

Sodann können die Feststoffe näher untersucht oder aber entsorgt werden.

10

Mit dem erfindungsgemäßen Separator und dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es insbesondere – aber nicht ausschließlich - möglich, im Batch- bzw. Chargenbetrieb diskontinuierlich Mikroplastik aus Wasser abzutrennen. Diese technische Lösung kann auch zum Reinigen von Gewässern und Abwässern von Plastik und/oder Mikroplastik zum Einsatz kommen.

15

Die spezifische Dichte der einzelnen im Mikroplastik vorhandenen Polymere sind sehr unterschiedlich. Somit kann bei einem Gemisch aus Wasser (Referenz ca. 1,0 g/cm³ bei Süßwasser bzw. 1,02 bis 1,03 g/cm³ bei Meerwasser) und Mikroplastik im Gravitationsfeld unterschieden werden zwischen sedimentierenden (in Wasser absinkenden) und flotierende (in Wasser aufschwimmenden) Mikroplastik-Partikeln. Typische Dichtebereiche beispielhafter Kunststoffarten sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt:

20

25

- PE 0,917 – 0,965 g/cm³
- PP 0,900 – 0,910 g/cm³
- Süßwasser ca. 1,0 g/cm³ (Referenz)
- Meerwasser ca. 1,02 bis 1,03 g/cm³ (Referenz)
- PS 1,040 – 1,100 g/cm³
- PA 1,020 – 1,050 g/cm³
- PVC 1,160 – 1,580 g/cm³
- PET 1,370 – 1,450 g/cm³

30

35

Der erfindungsgemäße Separator, mit dem die unterschiedlichen Polymere aus den Gewässerproben abgetrennt werden können, kann sehr gut sowohl sedimentierende (schwerer als Wasser) als auch flotierende (leichter als Wasser) Partikel abtrennen und getrennt voneinander sammeln.

Zur Analyse können die Gewässerproben chargen- bzw. batchweise verarbeitet werden, wobei die abgetrennten Partikel während der Verarbeitung des Batches in der Zentrifuge verbleiben, so dass diese nach dem Ende der Verarbeitung des Batches quantitativ ausgewertet werden können. Nach der manuellen Entnahme
5 des abgetrennten Mikroplastiks aus der Trommel kann die abgetrennte Menge an Mikroplastik bestimmt und in Relation zum Volumen der im jeweiligen Batch verarbeiteten Gewässerprobe gesetzt werden.

Zu erwähnen ist noch, dass das Feststoff-/Flüssigkeitsgemisches ggf. vor dem
10 Einleiten in die Trommel 1 mit einem Grobfilter vorgefiltert werden kann, um große Feststoffe zu entfernen. Dies ist insbesondere sinnvoll, wenn das Mittel zur Vergrößerung der äquivalenten Klärfläche ein Tellerpaket ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den übrigen Unteransprüchen zu
15 entnehmen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezug auf die Zeichnung näher beschrieben. Es zeigt:

- 20 Fig. 1 eine Schnittansicht einer schematisch dargestellten, ersten erfindungsgemäßen Trommel mit einer Haube;
Fig. 2 eine Schnittansicht einer schematisch dargestellten, zweiten erfindungsgemäßen Trommel mit einer Haube; und
Fig. 3 den Separator aus Fig. 1a in Schnittansicht, ergänzt um einen Feststoffablauf; und
25 Fig. 4 den Separator aus Fig. 1 und 3 in einer Seitenansicht.

Fig. 1 zeigt eine drehbare Trommel 1, die einen Vollmantel sowie vorzugsweise eine vertikal ausgerichtete Drehachse D aufweist, welche auf einem Radius R0
30 liegt.

Diese Trommel 1 ist zur Klärung eines Flüssigkeits-/Feststoffgemisches von Feststoffen ausgelegt, welches wenigstens eine fließfähige Phase einer ersten Dichte ρ_L und zumindest Feststoffe mit zwei verschiedenen Dichteklassen ρ_{SI} und ρ_{Sh}
35 enthält. Dabei können die Feststoffe im Wesentlichen Polymerpartikel (Gummi, Kunststoff, Polymere) verschiedener Dichte ρ_{SI} und ρ_{Sh} sein. Es gilt: $\rho_{SI} < \rho_L < \rho_{Sh}$. Die leichtere Feststoffphase SI und die schwerere Feststoffphase Sh können wiederum aus Feststoffen verschiedener Dichte zusammengesetzt sein, denen
40 gemeinsam ist, dass sie jeweils leichter bzw. schwerer als die Flüssigkeitsphase sind.

In der Trommel wird die Flüssigkeit im Zentrifugalfeld von den zwei Festphasen verschiedener Dichtenklassen ρ_{SI} und ρ_{Sh} in einem Batchbetrieb – d.h. chargenweise – geklärt. Während der Verarbeitung einer jeweiligen Charge bzw. eines Batches wird die Flüssigkeitsphase kontinuierlich bis zum Ende der Verarbeitung des jeweiligen Batches vollständig aus der Trommel geleitet. Die Feststoffphasen verschiedener Dichte werden hingegen im Wesentlichen auf verschiedenen Radien in zwei verschiedenen Feststoffauffangbereichen 20 und 21 innerhalb der Trommel 1 gesammelt und verbleiben während der Verarbeitung der jeweiligen Charge in diesen Bereichen der Trommel 1. Während der zentrifugalen Verarbeitung kann bei dieser Trommelkonstruktion kein Feststoffaustrag aus der Trommel vorgenommen werden.

In einer Weiterentwicklung einer solchen Zentrifuge ist es denkbar, die Feststoffauffangbereiche 20 und 21 bei laufendem Betrieb in geeigneten Zeitabständen zu entleeren (selbstentleerende Zentrifuge) um derart einen kontinuierlichen Klärbetrieb zu realisieren.

Die leichte Feststoffphase SI weist im Wesentlichen flotierende Feststoffe auf, da diese Phase leichter als die Flüssigkeitsphase ist. Die schwerere Feststoffphase Sh beinhaltet hingegen sedimentierende Feststoffe, die schwerer als die Flüssigkeitsphase sind, wobei die flotierende Feststoffphase SI und die sedimentierende Feststoffphase Sh wiederum aus Feststoffen verschiedener Dichte zusammengesetzt sein können. Die Flüssigkeitsphase kann Wasser sein, insbesondere das Wasser eines zu untersuchenden oder zu reinigenden Gewässers. Neben natürlichen Gewässern wie Flüssen, Seen oder Meeren, kann es sich auch um Flüssigkeiten aus Waschmaschinen, PET-Recycling-Anlagen, Waschstraßen oder anderen Abwässern handeln.

Nach dem Ende der Verarbeitung des jeweiligen Batches wird die Trommel 1 geöffnet und die Feststoffe werden aus der Trommel 1 entfernt und weiter untersucht oder ggf. entsorgt.

Um dies umzusetzen, ist die Trommel 1 der Fig.1 wie folgt ausgelegt:

Die Trommel 1 weist eine vertikal ausgerichtete Drehachse D auf dem Radius R0 auf.

Die drehbare Trommel 1 ist auf eine Drehspindel 2 gesetzt, die z.B. direkt oder über einen Riemen von einem Antriebsmotor angetrieben wird. Die Drehspindel 2 ist entsprechend drehbar gelagert.

Die Drehspindel 2 kann in ihrem oberen und/oder unteren Umfangsbereich konisch ausgestaltet sein. Sie weist ferner vorzugsweise einen mittleren zylindrischen Abschnitt auf. Die Trommel 1 kann von einer sich nicht mit der Trommel drehenden, stillstehenden Haube 3 umgeben sein.

5

Die vorteilhaft doppelt konische Trommel 1 weist ein Produktzulaufrohr 4 für ein zu schleuderndes Produkt P auf, an das sich ein Verteiler 5 anschließt, welcher mit wenigstens einer oder mehreren Austrittsöffnungen 6 versehen ist, durch welche zulaufendes Schleudergut in das Innere der Trommel 1 in den Trennraum 7 geleitet wird. Die Zuleitung kann axial von oben oder axial von unten in die Trommel 1 erfolgen.

10

In der Trommel 1 ist vorzugsweise eine Einrichtung zur Vergrößerung der äquivalenten Klärfläche vorgesehen. Diese kann auf verschiedene Weise realisiert werden.

15

Nach Fig. 1 wird die Einrichtung zur Vergrößerung der äquivalenten Klärfläche durch ein Tellerpaket 8 aus vorzugsweise konischen Trenntellern 81 realisiert. Die Trennteller 81 erstrecken sich bis auf einen Radius R8.

20

Nach Fig. 2 wird die Einrichtung zur Vergrößerung der äquivalenten Klärfläche hingegen durch einen Rippeneinsatz 800 mit vorzugsweise radialen Rippen 801 realisiert, die umfangsverteilt in dem Trennraum 7 verteilt sind. Die Rippen 801 erstrecken sich bis auf einen Radius R800.

25

Das Produktzulaufrohr 4 ist hier vertikal von oben in die Trommel 1 geführt. Eine Zuleitung durch die Spindel z.B. von unten ist ebenfalls denkbar (nicht dargestellt).

Nach Fig. 1 ist die Konstruktion derart gewählt, dass die Austrittsöffnungen 6 unterhalb eines Steigekanals 82 in dem Tellerpaket 8 aus konisch geformten Trenntellern 81 liegen.

30

Im Trennraum 7 erfolgt bei einer genügend schnellen Drehung der Trommel 1 infolge der Zentrifugalkräfte eine Trennung des Flüssigkeits-/Feststoffgemisches in eine Flüssigkeitsphase L mittlerer Dichte sowie eine Feststoffphase Sl aus relativ dazu leichteren, flotierenden Feststoffen und eine Feststoffphase Sh aus relativ dazu schweren sedimentierenden Feststoffen.

35

Zum Ableiten der Flüssigkeitsphase mittlerer Dichte ist auf einem mittleren Radius im Trennraum eine Einrichtung zur Ableitung dieser Flüssigkeitsphase aus der Trommel vorgesehen.

5 Diese Einrichtung kann auf verschiedene Weise realisiert werden.

Nach Fig. 1 und 2 ist jeweils vorgesehen, dass die Einrichtung zur Ableitung der Flüssigkeitsphase einen Scheideteller 9 umfasst, dessen Außendurchmesser so dimensioniert ist, dass er etwa radial mittig in den Trennraum 7 ragt.

10

Alternativ könnten zur Ableitung dieser Phase auch ein oder mehrere Röhrchen mit einem Einlass etwa radial mittig in den Trennraum 7 ragen und die Flüssigkeitsphase radial aus der Trommel leiten, ähnlich einem Düsenseparator. Diese Variante hätte allerdings einen nachteilig hohen Energieverbrauch.

15

Nach Fig. 1 und 2 wird das Tellerpaket 8 oben von dem konischen Scheideteller 9 abgeschlossen, der hier einen (etwas) größeren Durchmesser aufweist als das Tellerpaket 8.

20

Über den Scheideteller 9 wird die Flüssigkeitsphase mit der mittleren Dichte ρ_L in eine Austragskammer 10 geleitet, die mit der Schälscheibe 11 versehen ist. Die Schälscheibe 11 leitet die Flüssigkeitsphase L aus dem drehenden System in ein Ablaufrohr 12 außerhalb der Trommel. Im Gegensatz zum freien Austrag aus der Trommel (z.B. Düse), kann mit Hilfe der Schälscheibe ein Teil der kinetischen

25 Energie der Flüssigkeit in Pumpenergie (Zentripetalpumpe) umgewandelt werden. Auch kann durch das Einstellen eines konstanten Gegendrucks am Ablauf der Schälscheibe ein stabiles Betriebsverhalten im Trennraum hergestellt werden.

30

Die Trommel 1 weist somit keine Feststoffausträge auf, mit denen während der zentrifugalen Verarbeitung der Charge die jeweilige Feststoffphase ausgetragen werden könnte. Dies Austragen erfolgt erst nach einem Stoppen der Trommel 1 und nach einem Öffnen der Trommel 1.

35

Damit kann ein Flüssigkeits-/Feststoffgemisch mit sedimentierenden und flotierenden Feststoffen wie folgt zentrifugal verarbeitet werden, um die Flüssigkeit von Feststoffen zu klären:

40

Schritt 100:

5 Zunächst erfolgen in einem Schritt 100 das Bereitstellen des Separators und das Bereitstellen (vorzugsweise einer Charge bzw. eines Batches) des Flüssigkeits-/Feststoffgemisches.

Schritt 200:

10 Die Trommel 1 wird in Drehung versetzt und mit dem Flüssigkeits-/Feststoffgemisch beschickt. Dieses wird durch/über das Zulaufrohr 4 und den Verteiler 5 in den Trennraum 7 geleitet. Innerhalb des Trennraumes 7 erfolgt im Betrieb bei einer entsprechenden Rotation der Trommel 1 eine zentrifugale Trennung zwischen der mittelschweren Flüssigkeitsphase L und der leichteren Feststoffphase SI mit den flotierenden Feststoffen und der schwereren Feststoffphase Sh mit den sedi-

15 mentierenden Feststoffen. Derart erfolgt bei drehender Trommel 1 das Klären der Flüssigkeitsphase L von den Feststoffphasen SI und Sh.

Schritt 300:

20 Die leichtesten Substanzen – in diesem Fall die flotierenden Feststoffe SI - werden im Zentrifugalfeld durch die mittelschwere Flüssigkeitsphase L ins Zentrum des Trennraumes 7 gedrängt. Für sie gibt es keinen Ablauf, so dass sich diese leichten Feststoffe in wenigstens einem ersten Feststoffauffangbereich 20 - im Zentrum des Trennraumes 7 – z.B. um einen zentrischen Schaft 18 sammeln.

25 Die schweren sedimentierenden Feststoffe Sh strömen im Zentrifugalfeld hingegen nach außen. Auch für sie gibt es keinen Ablauf, sie werden daher in den Bereich des größten Durchmessers in wenigstens einem zweiten Feststoffauffangbereich 21 an die Innenwand der (hier innen in einem Abschnitt zylindrischen)

30 Trommel 1 gedrückt und verbleiben dort.

Dabei wird die Flüssigkeitsphase L – vorzugsweise Wasser eines Gewässers – durch die Einrichtung zum Austrag der Flüssigkeitsphase aus der Trommel 1 geleitet.

35 Somit verlässt während der Verarbeitung der Charge nur die flüssige Phase L die Trommel, während die flotierenden und die sedimentierenden Feststoffe SI, Sh in der Trommel verbleiben.

40

Schritt 400:

Nach dem Ende der Verarbeitung der Charge kann die Trommel 1 geöffnet werden und der in der Trommel 1 angesammelte Feststoff, der zudem in der Trommel 1 in zumindest zwei verschiedene Dichteklassen getrennt worden sind, kann aus der geöffneten Trommel 1 entnommen werden. Er kann dann z.B. weiter untersucht oder entsorgt werden.

Das Flüssigkeits-/Feststoffgemisch wird somit sehr vorteilhaft chargenweise in dem Vollmantelseparator geklärt. Eine Charge kann solange betrieben werden, wie es die Feststoffauffangbereiche 20, 21 der Trommel zulassen, d.h. diese noch nicht gefüllt sind. Eine Kontrolle kann z.B. mittels eines Sensors (nicht dargestellt) am Ablauf der Flüssigkeitsphase erfolgen. Sobald der Sensor das Überschreiten einer maximal zulässigen Feststoffmenge in der Flüssigphase detektiert, bedeutet dies, dass einer oder beide Feststoffsammelbereiche gefüllt sind und keinen weiteren Feststoff aufnehmen können. Dann ist die Verarbeitung der Charge zu beenden.

Am Ende der Verarbeitung einer Charge wird die Trommel 1 angehalten und geöffnet. Dann können die Feststoffe SI, Sh aus ihr entnommen werden.

Hierzu kann die Trommel nach einer Ausgestaltung an einer Trennstelle 13 vorzugsweise im Bereich des Bodens der Trommel 1 in ein Oberteil 14 und ein Unterteil 15 auseinandergeschraubt werden, so dass die abgetrennten Partikel – also die beiden Feststoffphasen SI, Sh zusammen – ggf. mit einer in der Trommel 1 verbliebenen Restflüssigkeit aus der Trommel strömen können (siehe Fig. 3). Über einen Ablauf 16 unterhalb der Trommel wird dieses ablaufende Feststoff/Flüssigkeitsgemisch abgeleitet, so nach Fig. 4 in einen Behälter 17 abgeleitet und dort aufgefangen.

Nach Fig. 2 wird das Tellerpaket 8 durch den vorzugsweise sternförmigen Rippeinsatz 800 mit umfangsverteilten, vorzugsweise radial ausgerichteten Rippen 801 ersetzt. Gegenüber dem Tellerpaket 8 hat diese Ausführung zwar eine geringere äquivalente Klärfläche, allerdings ist sie vorteilhafter dazu geeignet, auch Feststoffpartikel mit unregelmäßiger Größe aufzunehmen, insbesondere ist die Gefahr zu Verstopfungen, die im Tellerpaket vielleicht auftreten können, weiter verringert und es kann eine Vorfilterung vermieden werden.

Die in der Trommel 1 bzw. am Flügeleinsatz oder im Tellerpaket verbliebenen Partikel können anschließend manuell in den Behälter 17 entleert werden.

- Sodann kann beispielsweise die Menge der abgetrennten Partikel ermittelt und mit dem Flüssigkeitsvolumen (Gewässer, Abwässer, etc.), welches bei dieser Charge durch den Separator geleitet wurde ins Verhältnis gesetzt werden. Als „Menge“ kann sowohl die Partikelanzahl als auch das Gesamtgewicht der abgetrennten
- 5 Partikel ausgewertet werden. So kann als bestimmender Wert sowohl Partikelanzahl/Liter als auch Partikelgewicht/Liter ermittelt werden. Bei dem Wert für die Partikel handelt es sich um die Summe aus flotierenden und sedimentierenden Partikeln.
- 10 Denkbar ist es auch, bei einem vorsichtigen Öffnen der Trommel 1 die sedimentierenden Feststoffe und die flotierenden Feststoffe getrennt auszutragen und zu sammeln.

Bezugszeichen

	Trommel	1
5	Drehspindel	2
	Haube	3
	Produktzulaufrohr	4
	Verteiler	5
	Auftrittsöffnung	6
10	Trennraum	7
	Tellerpaket	8
	Trennteller	81
	Steigekanal	82
	Rippeneinsatz	800
15	Rippen	801
	Scheideteller	9
	Austragskammer	10
	Schälscheibe	11
	Ablaufrohr	12
20	Trennstelle	13
	Oberteil	14
	Unterteil	15
	Ablauf	16
	Behälter	17
25	Schaft	18
	Feststoffauffangbereiche	20, 21
	Produkt	P
	Radius	R0
30	Außenradius Trennteller	R8
	Außenradius Rippen	R800
	Flüssigkeitsphase	L
	Schwerere Feststoffphase	Sh
	Leichtere Feststoffphase	Sl
35	Drehachse	D
	Dichte	ρ_L
	Dichteklassen	ρ_{Sl} , ρ_{Sh}

Ansprüche

1. Zentrifugalseparator mit einer drehbaren Trommel (1), die zur Klärung eines Flüssigkeits-/Feststoffgemisches mit sedimentierenden und flotierenden Feststoffen von den Feststoffen im Zentrifugalfeld in einem Chargenbetrieb ausgelegt ist, wobei die Trommel (1) einen Trennraum (7) aufweist und einen während der Verarbeitung der Charge kontinuierlich die geklärte Flüssigkeitsphase (L) aus dem Trennraum (7) ableitenden Flüssigkeitsaustrag sowie wenigstens zwei auf verschiedenen Radien der Trommel vorgesehene Feststoffauffangbereiche (20, 21), von denen der eine zum Auffangen einer ersten leichteren flotierenden Feststoffphase (Sl) und der andere zum Auffangen einer zweiten schwereren sedimentierenden Feststoffphase (Sh) dient, so dass sich die Feststoffauffangbereiche (20, 21) während der Verarbeitung der jeweiligen Charge mit der Zeit mit der jeweiligen Feststoffphase (Sl, Sh) füllen können.
2. Separator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeitsphase aus dem Trennraum (7) auf einem mittleren Radius abgeleitet wird und dass der erste Feststoffauffangbereich (20) für die leichtere Feststoffphase (Sl) auf relativ zum mittleren Radius kleineren Radius und der zweite Feststoffauffangbereich (21) für die schwerere Feststoffphase (Sh) auf einem relativ zum mittleren Radius größeren Radius liegt.
3. Separator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Trennraum (7) wenigstens ein Mittel zur Erhöhung der äquivalenten Klärfläche ausgebildet ist.
4. Separator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zur Erhöhung der äquivalenten Klärfläche ein Tellerpaket (8) ist.
5. Separator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zur Erhöhung der äquivalenten Klärfläche ein Rippeneinsatz (800) ist.
6. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Flüssigkeitsaustrag einen Scheideteller (9) umfasst.
7. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Flüssigkeitsaustrag ein oder mehrere Röhrchen umfasst, deren Einlass im Bereich des mittleren Radius liegt und durch welche die Flüssigkeit aus der rotierenden Trommel geleitet wird.

- 5
8. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die stillstehende Trommel (1) offenbar ist, so dass nach der Verarbeitung einer Charge die Feststoffphasen aus der Trommel (1) entnehmbar sind.
- 10
9. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dieser keinen Feststoffaustrag zum Austrag von Feststoffen während der zentrifugalen Verarbeitung aufweist, wenn sich die Trommel (1) dreht.
- 15
10. Separator nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Trommel (1) in einem unteren Bereich offenbar ist, so dass nach der Verarbeitung einer Charge die Feststoffphasen (Sh, Sl) und eine Restflüssigkeit aus der Trommel über einen Ablauf in einen Behälter ablaufen können.
- 20
11. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dieser im Flüssigkeitsaustrag einen Sensor aufweist, mit dem die Dichte der ablaufenden Flüssigkeitsphase überwachbar ist.
- 25
12. Verwendung eines Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, zum zentrifugalen Klären eines Flüssigkeits-/Feststoffgemisches mit sedimentierenden und flotierenden Feststoffen von den Feststoffen.
- 30
13. Verfahren zum zentrifugalen Klären eines Flüssigkeits-/Feststoffgemisches mit sedimentierenden und flotierenden Feststoffen von den Feststoffen in einem Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, in einem Chargenbetrieb, mit folgenden Schritten:
- 35
- Schritt 100:
- Bereitstellen des Separators und einer Charge des Flüssigkeits-/Feststoffgemisches mit einer mittelschweren Flüssigkeitsphase (L) und einer leichteren Feststoffphase (Sl) mit flotierenden Feststoffen und einer schwereren Feststoffphase (Sh) mit sedimentierenden Feststoffen,
- 40
- Schritt 200:
- Drehen der Trommel (1) und Beschicken der Trommel (1) mit dem Flüssigkeits-/Feststoffgemisch, so dass eine zentrifugale Trennung innerhalb des Trennraumes (7) zwischen der mittelschweren Flüssigkeitsphase (L) und der leichteren Feststoffphase (Sl) mit den flotierenden Feststoffen und der schwereren Feststoffphase (Sh) mit

den sedimentierenden Feststoffen erfolgt, so dass die leichtere Feststoffphase durch die mittelschwere Flüssigkeitsphase ins Zentrum des Trennraumes verdrängt wird und die schwerere Feststoffphase in den Bereich des größten Durchmessers innen an der Trommelwand strömt;

5

Schritt 300:

10

Sammeln der leichten flotierenden Feststoffphase (SI) im Zentrum des Trennraumes in wenigstens einem ersten Feststoffauffangbereich (20) und Sammeln der schweren sedimentierenden Feststoffphase (Sh) in einem zweiten Feststoffauffangbereich (21) im Bereich des größten Durchmessers innen an der Trommelwand; und

Schritt 400:

15

Öffnen der Trommel (1) nach Verarbeiten der Charge und Ableiten oder Entnehmen der Feststoffe aus der geöffneten Trommel (1).

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Feststoffe Kunststoffpartikel sind.

20