SEPARATOREINSATZ, SEPARATOR UND VERFAHREN ZUM WECHSELN EINES SEPARATOREINSATZES

Die Erfindung betrifft einen Separatoreinsatz für einen Separator, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, einen Separator mit einem solchen Separatoreinsatz und ein Verfahren zum Wechseln eines Separatoreinsatzes.

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

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

der produktberührenden Teile der Trommel durchgeführt werden muss sondern diese insgesamt ausgetauscht werden kann. Gerade aus hygienischer Sicht ist dieser Separator damit sehr vorteilhaft. Um eine physische Trennung zwischen dieser Einweg-Trommel und dem Antrieb zu erreichen, ist eine berührungsfreie Kupplung zwischen Antrieb und Trommel vorteilhaft.

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

Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der Erfindung, die Auswechslung eines Separatoreinsatzes zugunsten seiner anschließenden möglichst unkomplizierten Entsorgung zu optimieren. Der Separatoreinsatz ist dabei insbesondere als Einwegelement nutzbar bzw. ausgebildet, so dass der Trennprozess besser beherrschbar wird.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betrieb eines Separators soll eine Verminderung von Kreuzkontaminationen bei der Verarbeitung von Produkten erreichen.

Hierfür wir ein Separatoreinsatz als eine vormontierte, wechselbare Einheit innerhalb eines Separators genutzt. Zugleich soll der wechselbare Separatoreinsatz in Rahmen des vorliegenden Verfahrens auf einfache und unkomplizierte Weise entsorgt werden. Insbesondere soll durch das vorliegende Verfahren eine getrennte Entsorgung des Separatoreinsatzes und einer darin befindliche Restflüssigkeit ermöglicht werden.

Der Separatoreinsatz kann in einer ersten Variante zum Einsetzen in Statoreinheiten an einem Gestell des Separators vorgesehen sein. In dieser Variante kann der

Separatoreinsatz sowohl eine drehbar gelagerte Trommel und ein im Separationsbetrieb stillstehendes Gehäuse als vormontierte wechselbare Einheit umfassen.

Der Separatoreinsatz kann in einer zweiten Variante als Rotor mit einer rotierbar gelagerten Trommel vorzugsweise mit einem integrierten Trennmittel, insbesondere einem Trenntellerpaket, zum Einsatz in ein Gehäuse eines Separators ausgebildet sein. Das Zu- und Ableitungssystem, also die Gesamtheit aller Zu- und Ableitungen, kann dabei bevorzugt und vorteilhaft zumindest teilweise oder vollständig Bestandteil des Separatoreinsatzes sein, so dass ein gegenüber dem Gehäuse des Separators hermetisch-abgedichteter Zu- und Ablauf gewährleistet ist. Im Unterschied zur vorherigen Variante verbleibt das Gehäuse in dieser Varianten beim Wechsel des Separatoreinsatzes ein Teil des Separators. Nachteilig gegenüber der ersten Variante ist die kompliziertere Dichtung zwischen rotierenden und nicht-rotierenden Teilen. Ein Beispiel einer solchen Dichtung und ein entsprechenden axial angeordnetes Zu- und Ableitungssystems ist z.B. in der EP 2 864 053 B1 bekannt. Bei einer Zuleitung von unten können sogenannte Gleitringdichtungen eingesetzt werden, welche einen Austausch des Separatoreinsatzes möglich machen. Eine solche Dichtung ist z.B. aus der WO 2020/120358 A1 bekannt.

In beiden vorgenannten Varianten weist der Separatoreinsatz zumindest Folgendes auf:

i. einen um eine Drehachse drehbaren Rotor mit einer Trommel und einer Trommelwandung. Diese kann in bevorzugter Ausführung in einem mittleren Bereich der Trommel geschlossenwandig ausgebildet ist,

Als mittlerer Bereich wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorzugsweise der Bereich zwischen 20-80% der axialen Erstreckung der Trommel bezeichnet.

ii. vorzugsweise ein in der Trommel (3) angeordnetes Trennmittel,

Als Trennmittel kann ein Tellerpaket aus Trenntellern genutzt werden.

iii. zumindest eine Produktzulaufleitung und zwei Produktablaufleitungen aus dem Separatoreinsatz heraus;

Vorteilhaft zur weiteren Verminderung von Kreuzkontaminationen kann eine separate Drainageablaufleitung vorgesehen sein. Diese ist im Kontext der vorliegenden Erfindung vorzugsweise nicht dem Ableitungssystem zuzuordnen.

iv. wobei die produktberührenden Bereiche des Separatoreinsatzes, teilweise oder vollständig aus Kunststoff gefertigt sind;

In seiner Funktion zur Einmalverwendung ist die Verwendung von Kunststoff für den Separatoreinsatz optimal, um den Separatoreinsatz oder zumindest die produktberührenden Bereiche anschließend zu entsorgen. Dies ist für die Verarbeitung von vielerlei Produkten der Pharmazie, der Radiotracer-Analyse oder der Biotechnologie von Vorteil, so z.B. bei der Gewinnung von phytotoxischen Wirkstoffen, in welche die Kontamination auch beim Wechsel des Separatoreinsatzes möglichst gering gehalten werden sollte.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst zumindest die folgenden Schritte.

a) Bereitstellen des Separators mit einem am Gestell (I) oder im Gehäuse montierten ersten Separatoreinsatz (II)

Dieser erste Separatoreinsatz wird nach seinem Gebrauch gegen einen zweiten nicht-kontaminierten und ansonsten vorzugsweise identischen Separatoreinsatz ausgetauscht. Es ist allerdings auch möglich, dass je nach Trennaufgabe die Separatoreinsätze und vorzugsweise die Trennmittel der Separatoreinsätze variieren.

b) Einleiten eines zu separierenden Ausgangsproduktes in den Separator;

c) Ausleiten, eines vom Produktgemisch separierten ersten und zweiten Produktstromes durch die zwei separaten Produktablaufleitungen aus dem Separator während eines Separationsbetriebes des Separators;

Der Separationsbetrieb wird nachfolgend auch verkürzt als „Betrieb“ bezeichnet. Dabei erfolgt eine Trennung der Produkte nach ihrer Dichte im Zentrifugalfeld des Separators.

d) Halt des Separationsbetriebes und Ablassen einer in der Trommel verbliebenen Restflüssigkeit;

Bei Halt oder Stopp des Separationsbetriebes erfolgt ein Ablassen einer in der Trommel verbliebenen Restflüssigkeit, vorzugsweise als eine schwerkraftbedingte Entleerung.

Die Trommel kann sich beim Halt des Separationsbetriebes noch im geringen Umfang bewegen, wobei allerdings die Schwerkraft überwiegt und die Entleerungsrichtung vorgibt.

Wird eine separate Drainageablaufleitung eingesetzt, so befindet sich diese vorzugsweise entlang einer Bodenfläche des Separatoreinsatzes, um eine möglichst vollständige Entleerung des Einsatzes zu gewährleisten.

Erfolgt der Schritt d) bei einem Separatoreinsatz, in welchem Gehäuse und Rotor in einer vormontierten Einheit vereint sind, so kann die Drainage derart angeordnet sein, dass sowohl die Trommel als auch das Gehäuse von Restflüssigkeit über die Drainageablaufleitung entleert wird. Es können auch mehr als eine Drainageablaufleitung für diesen Zweck vorgesehen sein.

e) Austausch des entleerten kontaminierten Separatoreinsatzes aus dem Gestell oder Gehäuse des Separators gegen einen unbenutzten Separatoreinsatz.

Der entleerte kontaminierte Separatoreinsatz kann sodann entsorgt werden, ohne dass die Restflüssigkeit noch abgelassen werden muss. Bei der Verarbeitung von besonders problematischen Produkten, z.B. Gefahrenstoffe verschiedener Gefahrenklassen, empfiehlt sich eine sofortige kontaminationsdichte Verpackung des Separatoreinsatzes. Ein Ablassen von Restflüssigkeit im demontierten Zustand des Separatoreinsatzes ist unpraktikabel und kann erhöhte Sicherheitsstandards erfordern.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung erfolgt die Verarbeitung des Ausgangsproduktes, z.B. einer Suspension, durch einen Separator mit einem Gestell und einem an dem Gestell wechselbar angeordneten Separatoreinsatz, wobei der Separatoreinsatz zur Trennung einer fließfähigen Suspension in

einem Zentrifugalfeld in wenigstens zwei fließfähige Phasen verschiedener Dichte ausgelegt ist und eine vormontierte, wechselbare Einheit zum Einsetzen in Statoreinheiten am Gestell des Separators bildet und zumindest folgendes aufweist: ein im Betrieb stillstehendes Gehäuse, das nach Art eines Behälters ausgelegt ist, der bis auf eine Mehrzahl an Öffnungen geschlossen ausgelegt ist, einen innerhalb des Gehäuses angeordneten und um eine Drehachse drehbaren Rotor mit einer Trommel, welche eine oder mehrere Öffnungen aufweist, vorzugsweise ein in der Trommel angeordnetes Trennmittel, zumindest zwei Rotoreinheiten für Magnetlagereinrichtungen an zwei axial beabstandeten Stellen des Rotors mit der Trommel, mit welchen der Rotor mit der Trommel im Betrieb innerhalb des Gehäuses in der Schwebe haltbar, drehbar lagerbar und in Drehung versetzbar ist, wobei ferner an dem Gestell voneinander beabstandete Aufnahmen mit Statoreinheiten der Lagereinrichtungen ausgebildet sind, zwischen welchen das Gehäuse des Separatoreinsatzes drehfest gehalten ist, so dass der Rotor drehbar bleibt, wobei die relative Lage der Aufnahmen mit den Statoreinheiten der Lagereinrichtungen derart veränderbar ist, dass der Separatoreinsatz auswechselbar ist, wobei das Gehäuse und die Aufnahmen korrespondierende Formschlussmittel aufweisen, um das Gehäuse drehfest an den Aufnahmen zu halten.

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

Nach Anspruch 1 ist es möglich, einen Separator zu schaffen, der ein Einwegmodul mit Einwegkomponenten „Trommel“ und „Gehäuse“ aufweist, wohingegen zumindest das Gestell sowie Teile der Lager- und Antriebsvorrichtung wiederverwendbar sein können. Durch Verändern der Lage können die korrespondierenden Formschlussmittel in und außer Eingriff gebracht werden, um den Separatoreinsatz zu wechseln. Die Erfindung ermöglicht die Herstellung eines Separators, bei dem ein Einweg-Separatoreinsatz verwendbar ist, der vorzugweise derart ausgebildet ist, dass sämtliche produktberührenden Komponenten aus Kunststoff oder anderen nichtmagnetischen Werkstoffen gefertigt sind, die nach einmaligem Gebrauch entsorgt werden können. Eine Reinigung nach Benutzung entfällt somit. Die Maschine und deren Betrieb können damit deutlich günstiger werden. Magnete können ggf. recycelt werden.

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

Es kann weiter vorgesehen sein, dass der Separatoreinsatz form- und kraftschlüssig drehfest an dem Gestell befestigbar ist.

Es können die Aufnahmen und das Gehäuse nach einer besonders einfachen Variante als korrespondierende Formschlussmittel korrespondierende Stifte und Ausnehmungen aufweisen, um das Gehäuse drehfest an den Aufnahmen zu halten. Besonders einfach ist, wenn sich Aufnahmen und Stifte jeweils axial erstrecken.
Es kann dazu weiter vorgesehen sein, dass die Lage der Aufnahmen, insbesondere an der Konsole verstellbar ist, um den Separatoreinsatz wechseln zu können. Hierzu kann der relative Abstand der Aufnahmen verstellbar sein, es kann/können aber auch eine oder beide Aufnahmen klappbar, schwenkbar, drehbar oder verschiebbar ausgeführt werden, um den Separatoreinsatz zwischen die Aufnahmen platzieren zu können. Vorzugsweise ist nach einer Variante die relative vertikale Lage durch Verstellen des vertikalen relativen Abstands der Aufnahmen mit den Statoreinheiten der Lagereinrichtungen derart veränderbar, dass der Separatoreinsatz auswechselbar ist, so dass durch das Verstellen die korrespondierenden Formschlussmittel in und außer Eingriff bringbar sind.

Derart ist das Wechseln des Separatoreinsatzes nach dem Verarbeiten einer Charge jeweils einfach und schnell durchführbar.

Nach einer besonders einfachen ersten Variante kann nur die eine der beiden Aufnahmen verstellbar, insbesondere höhenverstellbar, an dem Gestell, insbesondere an der Konsole, angeordnet sein und die andere Aufnahme ortsfest an dem Gestell, insbesondere an der Konsole, angeordnet sein. Alternativ ist es möglich, dass beide Aufnahmen verstellbar, insbesondere höhenverstellbar, an dem Gestell insbesondere an der Konsole, angeordnet sind.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

Wie bereits zuvor erwähnt, kann der Separatoreinsatz eine zusätzliche Drainageablaufleitung zum Ablassen der in der Trommel verbliebenen Restflüssigkeit in Schritt d) aufweisen. Diese ist insbesondere zusätzlich zum Zu- und Ablaufsystem des Separatoreinsatzes vorgesehen. Dies macht zusätzliche Umleitungen und Regelorgane, anders als bei der Entleerung über einen bodenseitigen Zulauf, überflüssig.

Das Ablassen der in der Trommel verbliebenen Restflüssigkeit in Schritt d) kann ein Sammeln der Restflüssigkeit außerhalb des Separatoreinsatzes in einem Sammelbehälter, vorzugsweise einem Drainagebeutel, umfassen. Somit kann die Restflüssigkeit unmittelbar vor dem Auswechseln aus der vorzugsweise hermetischen Umgebung des Separatoreinsatzes in eine ebenfalls hermetische Umgebung eines kontaminationsdichten Sammelbehälters überführt werden. Der Inhalt des Sammelbehälters kann mittels einer Gewichtsmessung des leeren Behälters und des gefüllten Behälters ermittelt werden, so dass eine sehr exakte Gewichtsbestimmung des Anteils an Restflüssigkeit erfolgen kann. Bei Gefahrenstoffen, z.B. Phytotoxinen oder Radionukliden, kann eine exakte Bestimmung der Restmenge aufgrund verschiedener nationaler Regularien notwendig sein.

Das Entleeren der in der Trommel verbliebenen Restflüssigkeit kann, alternativ zu einer Drainageablaufleitung, auch durch das Ablassen in Schritt d) über eine Produktzulaufleitung erfolgen. Ist die Produktzulaufleitung Teil des wechselbaren Separatoreinsatzes, so kann diese automatisch mit ausgewechselt werden. Ist ein Teil der Produktzulaufleitung oder ein Teil des Zulaufsystems mit produktberührenden Flächen Teil des Gehäuses, so kann dieser Teil vorzugsweise wechselbar ausgestaltet sein, so dass dieser gemeinsam mit dem Separatoreinsatz entsorgt werden kann. Dies kann allerdings zusätzliche Schritte der Demontage nach sich ziehen.

Die Produktzulaufleitung oder ein damit verbundenes nachgeordnetes Leitungselement, vorzugsweise ein Schlauch oder Rohr, kann ein Umschaltventil zwischen einem Restflüssigkeits-Sammelbehälter und einem Ausgangsprodukt-Behälter aufweisen, wobei das Umschaltventil beim Ablassen in Schritt d) betätigt wird. Eine Steuereinheit kann sowohl den Betriebsablauf des beschriebenen Verfahrens als auch die Betätigung des Umschaltventils, sowie ggf. weiterer Bauteile zum Betrieb des Separators, z.B. einer Schlauchpumpe, vornehmen.

Der Separatoreinsatz kann in einer Variante der vorliegenden Erfindung als ein austauschbarer rotierbar gelagerter Rotor mit einem integrierten Zu- und Ablaufsystem inerhalb des Gehäuses des Separators ausgebildet sein, wobei das Einleiten des Ausgangsproduktes in Schritt b) und das Ablassen der Restflüssigkeit in Schritt d) über die Produktzulaufleitung des Zulaufsystems erfolgt, wobei vor dem Ablassen der Restflüssigkeit in Schritt d) ein Austausch eines an der Produktzulaufleitung angeschlossenen Zuleitungselements gegen ein Ableitungselement mit dem Sammelbehältnis erfolgt.

Der mittlere geschlossenwandige Bereich der Trommel kann sich vorteilhaft über 20-80% der axialen Erstreckung der Trommel erstrecken.

Insbesondere bei der ersten Variante, in welcher der Separatoreinsatz das Gehäuse und den Rotor aufweist, ist es von Vorteil, wenn zumindest eine Produktablaufleitung, insbesondere die Produktablaufleitung eines schweren Produktstromes mit einer Pumpe, wie z.B. einer Schlauchpumpe, insbesondere einer Schlauchquetschpumpe, verbunden ist, wobei durch die Pumpe eine Druckeinstellung in der Produktablaufleitung erfolgt. Dadurch kann durch die Pumpe, z.B. durch Reduzierung des Durchflussvolumens, ein Gegendruck zu einem als Greifer ausgebildeten Produktablauf der schweren Phase innerhalb des Separatoreinsatzes erzeugt werden.

Die Pumpe kann während des Ablassens in Schritt d) ausgeschaltet werden oder mit gegenüber Schritt c) vermindertem Druck arbeiten, so dass die Restflüssigkeit schwerkraftbedingt abfließen kann. Die Produktablaufleitung kann alternativ auch ein Regelorgan zur Druckminderung, vorzugsweise ein Ventil, besonders bevorzugt ein Sperrventil, aufweisen, so dass die Entleerung über die Drainageablaufleitung sichergestellt ist. Die Restflüssigkeit kann alternativ oder zusätzlich auch über diese Drainageablaufleitung mit Unterdruck abgepumpt werden.

Weiterhin kann vorteilhaft in Schritt d) sowohl die Restflüssigkeit aus der Trommel als auch aus dem Gehäuse abgelassen werden. Dies gilt insbesondere für die erste Variante in welchem Gehäuse und Trommel Teil des Separatoreinsatzes sind.

Die Entnahme des kontaminierten ersten Separatoreinsatzes in Schritt e) zum Austausch gegen einen neuen zweiten Separatoreinsatz kann vorteilhaft durch Änderung

der relativen Lage der Aufnahmen mit den Statoreinheiten der Lagereinrichtungen erfolgen.

Ein vorteilhaftes und einfaches Verfahren zum Wechseln eines ersten Separatoreinsatzes eines Separators in Schritt e) gegen einen zweiten Separatoreinsatz kann besonders bevorzugt mit folgenden Schritten erfolgen:

a) Bereitstellen des Separators mit einem ersten am Gestell montierten ersten Separatoreinsatz,
b) Verstellen der relativen Lage, insbesondere des relativen Abstandes, der Aufnahmen und Lösen des Formschlusses zwischen Gestell und Separatoreinsatz und Herausnehmen des ersten Separatoreinsatzes aus den Aufnahmen;
c) Bereitstellen des zweiten Separatoreinsatzes (vor, bei oder nach den Schritten a) und b);
d) Einsetzen des anderen zweiten Separatoreinsatzes in die eine der Aufnahmen, so dass die korrespondierenden Formschlussmittel an einem Ende des Gehäuses und an einer der Aufnahmen ineinander greifen; und
e) Verstellen der relativen Lage, insbesondere des relativen Abstandes, der Aufnahmen, bis die korrespondierenden Formschlussmittel an beiden Enden des Gehäuses des Separatoreinsatzes und an den beiden Aufnahmen drehfest ineinander greifen.

Das Ausleiten eines vom Produktgemisch separierten ersten und zweiten Produktstromes durch die zwei separaten Produktablaufleitungen aus dem Separator während eines Separationsbetriebes des Separators kann vorteilhaft derart erfolgen, dass es außerhalb des Separatoreinsatzes keine Verbindungen zwischen dem Produktzulaufsystem und Produktablaufsystem gibt. Somit wird eine hermetische kontaminationsfreie Ableitung der Produktzu- und ablaufströme erreicht.

Weiterhin kann das Ausleiten eines vom Produktgemisch separierten ersten und zweiten Produktstromes durch die zwei separaten Produktablaufleitungen aus dem Separator während eines Separationsbetriebes des Separators derart erfolgen, dass es außerhalb des Separatoreinsatzes keine Verbindungen zwischen dem Produktablaufsystem und Drainageablaufsystem gibt. Das Drainageablaufsystem umfasst vorzugsweise die vorgenannte Drainageablaufleitung, ggf. eine zusätzliche an der

Drainageablaufleitung außerhalb des Separatoreinsatzes angeschlossene Rohr- oder Schlauchleitung und den vorgenannten Sammelbehälter.

Zudem erfolgt das Ablassen von Restflüssigkeit aus dem Separator bei Halt des Separationsbetriebes des Separators in Schritt d) vorzugsweise derart, dass es außerhalb des Separatoreinsatzes keine Verbindungen zwischen dem Produktzulaufsystem und Drainageablaufsystem gibt.

Somit ist der Produktzulauf und/oder der Produktablauf ebenfalls hermetisch gegenüber dem Drainagesystem ausgebildet, wodurch Kreuzkontaminationen vermieden werden.

Alternativ kann kundenseitig eine teilweise Rückführung der einzelnen Ablaufströme (leichte oder schwere Phase) in den Ausgangsbehälter (Fermenter) stattfinden (nicht dargestellt), die sich im Bereich von 10%-90% Rücklauf bewegt, um dem System bestimmte Hilfsstoffe zu erhalten.

Die Drainageablaufleitung umfasst einen am Gehäuse mediumsdicht angeformten Stutzen mit einer produktberührenden Oberfläche sowie eine daran, vorzugsweise hermetisch angeschlossene, Rohr- oder Schlauchleitung zur Abführung der Restflüssigkeit in den Sammelbehälter. Der Stutzen steht nach außen aus dem Gehäuse hervor. Vorzugsweise steht der besagte Stutzen gegenüber der benachbarten Außenwand des Gehäuses hervor.

Das Gehäuse weist vorzugsweise einen Produktzulauf mit einer Zulaufleitung sowie einen ersten und einen zweiten Produktablauf auf, wobei die Drainageablaufleitung als separate Leitung gegenüber dem Produktzulauf und Produktablauf angeordnet ist.

Die Zulaufleitung kann einen in den Innenraum des Gehäuses ragenden Zulaufstutzen aufweisen. Dadurch wird ein Höhenunterschied zwischen der Zulauföffnung und der Öffnung des Drainageablaufs erreicht, so dass ein Verschließen des Produktzulaufs zum Ableiten der Restflüssigkeit nicht notwendig ist.

Die Schlauch- oder Rohrleitungen kann endständig eine Sterilkupplung aufweisen.

Das Produktzulaufsystem kann vorteilhaft eine Pumpe, vorzugsweise eine Kreiselpumpe, aufweisen, deren produktberührende Komponenten vorzugsweise nach dem Halt in Schritt d) ausgetauscht werden.

Das Produktzulaufsystem, das Produktablaufsystem und das Drainagesystem können vorzugsweise als wechselbare Systeme, insbesondere auf oder an die Produktzulaufleitung, die Produktablaufleitungen und/oder die Drainageablaufleitungen gesteckte Schlauch- oder Rohrleitungen umfassen.

Vorteilhaft kann ein Durchfluss des Produktzulaufs oder ein zum Durchfluss äquivalenter physikalischer Messwert zur Regelung der Pumpenleistung, insbesondere durch eine Messung ohne Mediumskontakt, ermittelt werden.

Die Pumpe und der Durchflussmesser kann zur optimalen Messwerterfassung in einer Steigleitung des Produktzulaufsystems angeordnet sein.

Eine Ableitung einer schweren Phase des Produktablaufsystems kann eine Pumpe, vorzugsweise eine Schlauchpumpe aufweisen, welche nach dem Halt in Schritt d) als Teil des Separators verbleibt, während das mit der Pumpe verbundene Leitungselement ausgetauscht wird.

Die Ableitung der schweren Phase kann einen Durchflussmesser und/oder einen Drucksensor zur Einstellung des Drucks im Ablauf der schweren Phase anhand der Drehzahl der Pumpe aufweisen, wobei zumindest der Durchflussmesser entlang einer Steigleitung angeordnet ist.

In einer Ableitung der leichten Phase kann vorteilhaft ein Behälter angeordnet sein, in welchem die leichte Phase zwischengespeichert wird.

In der Ableitung der leichten Phase kann vorzugsweise ein optischer Sensor zur Qualitätskontrolle, vorzugsweise strömungsmechanisch hinter dem Behälter, angeordnet sein.

In der Ableitung der leichten Phase kann zudem eine Pumpe, vorzugsweise strömungsmechanisch hinter dem Behälter, angeordnet sein.

Die Pumpenleistung kann durch das messtechnische Erfassen des Füllniveaus des Behälters, vorzugsweise mittels einer Füllniveau-Messvorrichtung, geregelt werden.

Der Umfang der in Schritt d) abgelassene Restflüssigkeit kann u.a. aus Gründen einer Bilanzierung ebenfalls messtechnisch erfasst werden.

Vorteilhaft kann vor oder während der Schritte b) und c) ein Schutzgas, vorzugsweise Stickstoff oder ein Edelgas den Separatoreinsatz, insbesondere durch einen oder mehrere am Gehäuse des Separatoreinsatzes separat zu den Produktzu- und abläufen angeordneten Anschlussstutzen eingeleitet werden.

Weiterhin kann vorteilhaft vor Schritt b) Luft durch den oder die Anschlussstutzen aus dem Separatoreinsatz abgesaugt werden, z.B. um anschließend den Separatoreinsatz mit Schutzgas zu fluten.

Schließlich kann zur Beschleunigung und zur Gewährleistung der Vollständigkeit der Entleerung während des Entleerens des Separatoreinsatzes gemäß Schritt c) Gas durch den oder die Anschlussstutzen in den Separatoreinsatz eingeleitet werden.

Nachfolgend sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, welche insbesondere die erste Variante des erfindungsgemäßen Separatoreinsatzes betreffen.

Es ist weiter insbesondere konstruktiv vorteilhaft und einfach, wenn eine oder beide Aufnahmen verschieblich an dem Gestell insbesondere an der Konsole, angeordnet ist/sind.

Weiter vorteilhaft ist, wenn beim Einsetzen des Separatoreinsatzes in eine oder beide der Aufnahmen einer oder mehrere axial abgehende Schläuche an dem Separatoreinsatz durch eine jeweilige Durchgangsöffnung der jeweiligen Aufnahme geführt sind.

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

Hierbei ist es besonders vorteilhaft, dass erfindungsgemäß die funktional erforderliche Lage der Statoreinheiten und der Rotoreinheiten zueinander gut mechanisch sichergestellt ist. Dies betrifft besonders die genaue axiale und radiale Zentrierung der jeweils koaxial ineinander liegenden Stator- und Rotoreinheiten.

Die Erfindung schafft auch einen Separatoreinsatz zur Trennung einer fließfähigen Suspension in einem Zentrifugalfeld in wenigstens zwei fließfähige Phasen verschiedener Dichte, der eine vormontierte, wechselbare Einheit zum Einsetzen in Statoreinheiten am Gestell des Separators bildet und zumindest folgendes aufweist: ein im Betrieb stillstehendes Gehäuse, das nach Art eines Behälters ausgelegt ist, der bis auf eine oder eine Öffnungen geschlossen ausgelegt ist, einen innerhalb des Gehäuses angeordneten und um eine Drehachse drehbaren Rotor mit einer Trommel, welche eine oder mehrere Öffnungen aufweist, ein in der Trommel angeordnetes Trennmittel, zumindest zwei Rotoreinheiten für Magnetlagereinrichtungen an zwei axial beabstandeten Stellen der Trommel, mit welchen der Rotor mit der Trommel im Betrieb innerhalb des Gehäuses in der Schwebe haltbar, drehbar lagerbar und in Drehung versetzbar ist, wobei das Gehäuse Formschlussmittel aufweist, um das Gehäuse drehfest an einem Widerlager zu halten. Dieser Separatoreinsatz eignet sich insbesondere für einen Separator als Wechselmodul, wobei das Gestell, insbesondere dessen Aufnahmen, das bzw. die Widerlager bildet.

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

Im Zusammenspiel bilden die Rotor- und Statoreinheiten Magnetlagereinrichtungen aus. Mit diesen kann die Trommel axial und radial gelagert werden und in der Schwebe gehalten werden.

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

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

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

Dieses kann bevorzugt als Quetschventil ausgeführt sein, welches von außen auf die Schlauchleitung einwirkt, aber auch als Einbauvariante in die Schlauchleitung und somit als Single-Use mit dem kontaminierten Separatoreinsatz nach Schritt D ausgetauscht werden kann.

Es kann weiter bevorzugt vorgesehen sein, dass in der Trommel als Trennmittel ein Tellerpaket angeordnet ist und dass eine Schälscheibe konstruktiv raumsparend und einfach in der Trommel unterhalb des Verteilers und unterhalb des Tellerpakets angeordnet ist, also in einem Bereich, der sonst oft zum Befestigen einer Antriebsspindel benötigt wird, die hier nicht erforderlich ist. Diese Schälscheibe dient zur Ableitung der ersten fließfähigen Phase aus der Trommel.

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

Es ist besonders vorteilhaft und praktisch, dass der Separatoreinsatz als vormontierte Einheit ausgebildet ist. Dabei kann insbesondere auch vorgesehen sein, dass sämtliche produktberührenden Elemente dieses Einsatzes aus Kunststoff oder einem anderen nichtmagnetischen Material bestehen, wobei er als Ganzes wechselbar ist und nach Gebrauch vollständig entsorgt werden kann. Eine Reinigung und ggf. eine Dampfsterilisation des Separatoreinsatzes sind damit nicht mehr erforderlich.

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

Am Außenumfang ist das Zulaufrohr oder ein dieses umgebender Schälscheibenschaft vorzugsweise abgedichtet in das Gehäuse eingesetzt oder mit diesem einstückig ausgebildet.

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

Die Abläufe können Stutzen an der Außenseite des Gehäuses aufweisen, die am Außenumfang abgedichtet an diesem ausgebildet sind, so dass derart auf einfache Weise Schläuche oder dgl. anschließbar sind. Die Schläuche können auch bereits an den Stutzen vormontiert sein, so dass diese komplett und bei Bedarf keimfrei

verschlossen sind. Die Stutzen können sich z.B. radial, tangential oder schräg zur Radialrichtung erstrecken.

Der gesamte Separatoreinsatz kann nach seiner Herstellung insofern auch als abgedichtete Einheit bereitgestellt werden, in welche keine Verunreinigungen eintreten können. Dazu können die Stutzen an den Öffnungen des Gehäuses abgedichtet lösbar verschlossen sein. So können an den Stutzen Schlauchabschnitte angeordnet sein, die öffenbare und verschließbare Konnektoren aufweisen, mit welchen der Separatoreinsatz an weitere Elemente des Zu- und Ablaufsystems wie Beutel oder Tanks oder Schlauch- oder Rohrleitungen anschließbar ist.

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

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

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezug auf die Zeichnung näher beschrieben, wobei auch weitere vorteilhafte Varianten und Ausgestaltungen diskutiert werden. Es sei betont, dass die nachfolgend diskutierten

Ausführungsbeispiele die Erfindung nicht abschließend beschreiben sollen, sondern dass auch nicht dargestellte Varianten und Äquivalente realisierbar sind und unter die Ansprüche fallen. Es zeigt:

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

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

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

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

Fig. 5 – 7 drei aufeinander folgende Schritte bei einem Einsetzen des wechselbaren Separatoreinsatzes aus Fig. 4 in das Gestell der Fig. 3;

Fig. 8 eine perspektivische Ansicht einer Abwandlung des Separator und des Separatoreinsatzes der Fig. 1-7 als weiteres Ausführungsbeispiel;

Fig. 9 schematische Darstellung einer Installation zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 10 eine perspektivische Ansicht eines Separatoreinsatzes in Abwandlung der Varianten der Fig. 1-8 mit einer integrierten Drainageablaufleitung; und

Fig. 11 eine weitere Ausführungsvariante mit einem Rotor als Separatoreinsatz und einem Gehäuse als fester nicht-wechselbarer Bestandteil des Separators;

Fig. 12 eine weitere Ausführungsvariante eines Separatoreinsatzes, welcher an seinem Gehäuse wenigstens einen Anschlussstutzen zum Zu- oder Ableiten von Gas aufweist.

Figur 1-12 zeigt mehrere Separatoren mit einem mehrfach verwendbaren Gestell I und mit einem wechselbaren Separatoreinsatz II zur zentrifugalen Trennung. Das erfindungsgemäße Verfahren kann dabei insbesondere durch die Ausführungsvarianten der Fig. 9-12 realisiert werden, in welchen eine Drainageablaufleitung 120 vorgesehen ist.

Der Separatoreinsatz könnte grundsätzlich auch nach Art der der Fig. 1 oder Fig. 2 ausgestaltet sein und ggf. noch um eine nicht-dargestellte Drainageablaufleitung ergänzt werden.

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

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

Nach Fig 1 und 2 weist der Separatoreinsatz II des Separators jeweils ein Gehäuse 1 und den in das Gehäuse 1 eingesetzten, im Betrieb relativ zum Gehäuse 1 drehbaren Rotor 2 auf. Der Rotor 2 weist eine Drehachse D auf. Diese kann vertikal ausgerichtet sein, was dem Aufbau des Gestells I entspricht. Sie kann aber auch anders im Raum ausgerichtet werden, wenn das Gestell auch entsprechend gestaltet ist.

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

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

Ein solcher Separator mit einem einfach wechselbaren Separatoreinsatz kann bei der Verarbeitung von Produkten sinnvoll und vorteilhaft sein, bei denen mit sehr hoher Sicherheit auszuschließen ist, dass während der zentrifugalen Verarbeitung Verunreinigungen in das Produkt – eine fließfähige Suspension oder seine Phasen - eingetragen werden oder bei denen eine Reinigung und Desinfektion des Separators sehr aufwendig oder gar nicht möglich wäre.

Das Gestell I weist eine Konsole I-1 auf. Diese kann - muss aber nicht – auf einem Wagen I-2 mit Rollen I-3 gelagert sein. An der Konsole I-1 können Aufnahmen I-4 und I-5 ausgebildet sein, die zur Aufnahme und zum Halten des Separatoreinsatzes II auch im Betrieb dienen. Vorzugsweise ragt ein erstes axiales Ende des Separatoreinsatzes II von unten in die obere Aufnahme I-4 ein oder an diese heran und ein unteres Ende des Separatoreinsatzes II ragt von oben in die andere Aufnahme I-5 ein oder an diese heran und dabei ist der Separatoreinsatz II an der Konsole I-1 und damit am Gestell I drehfest gehalten.

Eine oder beide der Aufnahmen I-4 und/oder I-5 kann/können seitlich an dem Gestell I, insbesondere der Konsole I-1, angeordnet sein. Es kann dabei nach einer Variante weiter vorgesehen sein, dass z.B. die untere Aufnahme I-5 ortsfest an der Konsole I-1 ausgebildet ist. Es ist dann vorteilhaft, dass die weitere obere Aufnahme I-4 höhenverstellbar an der Konsole I-1 ausgebildet ist.

In diesem Fall ist es vorteilhaft, wenn die Konsole I-1 eine solche vertikale Erstreckung/Länge aufweist, dass der Separatoreinsatz in einer ersten Position der

höhenverstellbaren Aufnahme I-4 von beiden höhenverstellbaren Aufnahmen I-4, I-5 ortsfest gehalten ist und in der anderen oberen Position wechselbar ist.

Es ist derart vorteilhaft vorgesehen, dass die Aufnahmen I-4 und I-5 mit den Statoreinheiten 4a, 5a am Gestell I axial auseinander und wieder aufeinander zu bewegt werden können, um den Separatoreinsatz II zu wechseln, d.h. um den alten Separatoreinsatz II aus dem Gestell I herausnehmen und gegen einen neuen austauschen zu können. Realisierbar ist dies beispielsweise mit einer Schiene an der Konsole und einem verschieblichen sowie in einer Schiebeposition arretierbaren Schlitten an der höhenverstellbaren Aufnahme (nicht im Detail dargestellt).

Es ist somit vorgesehen, dass der relative Abstand der Aufnahmen I-4 und I-5 mit den Statoreinheiten 4a, 4b der Lagereinrichtungen 4, 5 verstellbar ist, um den Separatoreinsatz II wechseln zu können.

In den jeweiligen Aufnahmen I-4 und I-5 können jeweilige Stator-Einheiten 4a, 5a von zwei Antriebs- und Magnetlagereinrichtungen 4 und 5 angeordnet sein. Die Steuer- und Leistungselektronik hierfür kann im oder am Gestell I, z.B. in, an oder auf der Konsole I-1 angeordnet sein.

An den Aufnahmen I-4 und I-5 und an einem sich im Betrieb nicht drehenden Gehäuse 1 des Separatoreinsatzes II können korrespondierende Formschlussmittel ausgebildet sein, um den Separatoreinsatz II drehfest in die Statoreinheiten 4a, 5a einsetzen zu können. Die obere und die untere Statoreinheit 4a, 5a können jeweils miteinander fluchtende Achsen aufweisen.

Nach einer besonders einfachen Variante können dazu das Gehäuse 1 und die Aufnahmen I-4 oder I-5 mit den Statoreinheiten 4a, 5a als die korrespondierenden Formschlussmittel Vorsprünge (z.B. Stifte oder Stege) und Ausnehmungen (z.B. Bohrungen) aufweisen, um das Gehäuse 1 drehfest an den Statoreinheiten und damit am Gestell II zu halten. Die korrespondierenden Formschlussmittel können auch direkt am Gestell II ausgebildet sein.

Die Lage dieser korrespondierenden Formschlussmittel definiert auch die funktional erforderliche Lage der Statoreinheiten 4a, 5a und der Rotoreinheiten 4b, 5b zueinander. Dies betrifft besonders die genaue Zentrierung der jeweils koaxial

ineinanderliegenden Einheiten 4a, 5a und 4b, 5b. Dabei kann durch die Aufnahmen ggf. auch in axialer Richtung eine Haltekraft (von oben und unten) auf das Gehäuse ausgeübt werden um dieses ggf. auch kraftschlüssig zu halten.

Nach Fig. 3 bis 7 werden die vorstehenden Maßnahmen beispielhaft wie folgt umgesetzt.

Die Aufnahmen I-4 und I-5 mit den Statoreinheiten 4a, 5a des Gestells I weisen jeweils in axialer Richtung vorkragend mehrere Stifte 41a auf, und der jeweilige Separatoreinsatz II kann am Gehäuse 1 dazu korrespondierende, sich beispielsweise in axialer Richtung erstreckende Sacklöcher als Ausnehmungen 42 bzw. 41b aufweisen.

Dabei weist hier die Aufnahme I-4 mit der Statoreinheit 4a axial bzw. hier vertikal nach unten vorkragende Stifte 41 auf (hier nicht zu erkennen) und der Separatoreinsatz II vertikal oben korrespondierende sacklochartige Ausnehmungen 42 (hier zu erkennen) und die untere Aufnahme I-5 mit der untere Statoreinheit 5a weist entsprechend axial bzw. hier vertikal nach oben vorkragende Stifte 41a auf (hier zu erkennen) und der Separatoreinsatz II axial unten korrespondierende sacklochartige Ausnehmungen (hier nicht zu erkennen). Rein beispielhaft sind hier jeweils vier Stifte 41a und Ausnehmungen 41b auf den Ecken eines gedachten Mehrecks, insbesondere Quadrates verteilt angeordnet und zwar oben und unten jeweils an den Aufnahmen I-4, I-5 und dem Gehäuse 1 des Separatoreinsatz II ausgebildet.
In Fig. 1-7 sind entsprechende Formschlussmittel 41a, 41b und 42 umfangsverteilt um den Separatoreinsatz II angeordnet. Es ist allerdings auch möglich, dass lediglich ein Formschlussmittel anstelle mehrerer Formschlussmittel vorgesehen ist.

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

Die Statoreinheiten 4a, 5a können zu dem jeweils Öffnungen, insbesondere Durchgangsöffnungen 43 aufweisen, um nach oben und/oder unten hin Leitungen wie z.B. Schläuche 44, 45 die an den Separatoreinsatz II angeschlossen sind, aufzunehmen.

Eine oder beide Aufnahmen I-4 und I-5 ist/sind vertikal verstellbar ausgebildet. Eine der beiden Aufnahmen I-4 oder I-5 kann insofern auch fix am Gestell I ausgebildet sein. So ist es auch denkbar, dass eine der beiden Aufnahmen I-4 oder I-5 - z.B. die untere - an einer Wand des Gestells I ausgebildet ist und unverstellbar ist. Es genügt dann, das Gestell I so auszubilden, dass die jeweiligen andere Aufnahmen I-4 oder I-5 verstellbar ist, insbesondere vertikal höhenverstellbar an dem Gestell I angeordnet und/oder ausgebildet ist.

Gut zu erkennen ist dies aus dem Zusammenspiel der Fig. 3 bis 7.

Fig. 5 zeigt das Gestell I vor dem Einsetzen eines Separatoreinsatzes II.

Die beiden Statoreinheiten 4a, 5a sind relativ zueinander so weit auseinander bewegt worden, dass der jeweilige Separatoreinsatz axial zwischen die zwei Aufnahmen mit den Statoreinheiten 4a, 5a gehoben werden kann (Fig. 5, 6), wobei dann der Separatoreinsatz II so in/an die untere Aufnahme I-5 gesetzt wird (Fig. 6 und 7), dass die korrespondierenden Formschlussmittel – hier 41, 42 - ineinander greifen. Zudem ist der Schlauch 45 am unteren Ende des Gehäuses 1 nach unten hin durch die Durchgangsöffnung 43 der unteren – und somit axial zugehörigen - Statoreinheit 5a geführt worden (Fig. 6). Jetzt wird die obere Aufnahme I-4 abgesenkt, bis auch die korrespondierenden Formschussmittel der oberen Aufnahme I-4 und des Gehäuses 1 des Separatoreinsatzes I – hier 41, 42 - sicher ineinander greifen (Fig. 7). Dabei werden obere Schläuche 44 an dem Gehäuse 1 durch die Durchgangsöffnung 43 der oberen Aufnahme I-4 geführt. Jetzt ist der Separatoreinsatz II sicher am Gestell I drehfest gehalten. Daher kann der Schleuder- und Trennvorgang zum Verarbeiten einer Produktcharge im Zentrifugalfeld beginnen. Nach dem Verarbeiten der vorgesehenen Charge wird die obere Separatoreinheit wieder nach oben gehoben, bis die Separatoreinheit aus dem Gestell I herausgehoben und gegen eine neue gewechselt werden kann.

Nachfolgend sei unter Bezug auf Figur 1 und Fig. 2 der weitere Aufbau beispielhafter bevorzugter Separatoreinsätze II nebst dem Aufbau des Antriebs- und Lagersystems des Separators, der Steuerung des Separators und des Zu- und Ablaufsystems des Separators näher beschrieben. Die Erfindung ist darauf nicht beschränkt. Insbesondere die Zu- und Ableitungen können auch anders an dem Separatoreinsatz II realisiert werden.

Zunächst können die Rotoreinheiten 4b, 5b im Wesentlichen nach Art von Innenringen aus Magneten, insbesondere Permanentmagneten, ausgebildet sein und die wiederverwendbaren Statoreinheiten 4a, 5a, können im Wesentlichen nach Art von Außenringen, die zur axialen und radialen Lagerung des Rotors 2 (z.B. oben) oder alternativ auch zum Drehantrieb (z.B. unten) genutzt werden.

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

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

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

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

Vorzugsweise dient zumindest die untere axial wirkende Magnetlagereinrichtung 5 dazu, den Rotor 2 innerhalb des Gehäuses 1 axial durch Levitation in der Schwebe zu halten. Sie kann einen oder mehrere erste Permanentmagnete beispielsweise an der Unterseite des Rotors aufweisen und weiterhin an einer Aufnahme am Gestell Elektromagnete aufweisen, welche den oder die Permanentmagneten koaxial

umgeben. Der Antrieb des Rotors kann elektromagnetisch erreicht werden. Es ist aber auch ein Antrieb über rotierende Permanentmagneten realisierbar.

Derartige Lager- und Antriebsvorrichtungen werden beispielsweise von der Firma Levitronix z.B. für den Antrieb von Zentrifugalpumpen verwendet (EP2 273 124 B1). Sie können auch im Rahmen dieser Schrift eingesetzt werden. Als Antrieb kann beispielsweise ein erster Levitronix-Motor „Unten“ eingesetzt werden, der zugleich die Trommel magnetisch radial und axial lagert. Zudem kann ein zweiter – beispielsweise bis auf die Steuerung im Betrieb baugleicher - Levitronix-Motor vorgesehen sein, welcher als das Magnetlager 4 den Rotor 2 am Kopf radial und axial lagern kann.

Die Rotordrehzahl kann mit Hilfe einer Steuereinrichtung 37 (siehe Fig. 1 oder 2) oder einer dazu separaten Steuereinrichtung der Magnetlager 4, 5 variabel eingestellt werden. Ebenso kann die Drehrichtung des Rotors 2 derart vorgegeben und verändert werden.

Im Betrieb dreht sich der Rotor 2. Dabei wird er somit axial in der Schwebe gehalten und radial zentriert. Vorzugsweise wird der Rotor 2 mit der Trommel 3 mit einer Drehzahl zwischen 1.000, vorzugsweise 5.000 bis 10.000, ggf. auch bis zu 20.000 Umdrehungen pro Minute betrieben. Die aufgrund der Rotation entstehenden Zentrifugalkräfte führen zur bereits weiter oben beschriebenen Trennung einer zu verarbeitenden Suspension in verschiedene fließfähige Phasen LP, HP unterschiedlicher Dichte und zu deren Ableitung, wie weiter unten näher beschrieben. Dabei erfolgt die Verarbeitung der Produktcharge im kontinuierlichen Betrieb, was bedeutet, dass die aus der Suspension getrennten Phasen während des Betriebs vollständig wieder aus der Trommel abgeleitet werden.

Damit ist es sehr gut möglich, für einen Separator einen Separatoreinsatz nebst Gehäuse zu schaffen, der insgesamt für eine Einmalverwendung auslegt werden kann, was wiederum insbesondere in Hinsicht für die Verarbeitung pharmazeutischer Produkte wie Fermentationsbrühen oder dgl. von Interesse und Vorteil ist, da nach dem Betrieb zur Verarbeitung einer entsprechenden Produktcharge im während der Verarbeitung der Produktcharge vorzugsweise kontinuierlichen Betrieb keine Reinigung der Trommel durchgeführt werden muss, da der gesamte Separatoreinsatz

austauschbar ist. Ggf. können einzelne Elemente wie Magnete geeignet recycelt werden (siehe auch die DE 10 2017 128 027 A1).

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

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

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

Der Rotor 2 des Separators mit der Trommel 3 besteht vorzugsweise ganz oder überwiegend aus einem Kunststoff- oder aus einem Kunststoff-Verbundwerkstoff.

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

Das Gehäuse 1 ist nach Art eines Behälters ausgelegt, der vorteilhaft bis auf einige (noch zu erörternde) Öffnungen/Öffnungsbereiche hermetisch geschlossen ausgebildet ist.

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

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

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

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

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

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

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

Das Zulaufrohr 12 mündet nach Fig. 1 und 2 jeweils in der Trommel 3 in einem mit der Trommel 3 drehbaren Verteiler 13. Der Verteiler 13 weist einen rohrartigen Verteilerschaft 14 auf und einen Verteilerfuß 15. Im Verteilerfuß 15 sind einer oder mehrere Verteilerkanäle 16 ausgebildet. Auf den Verteiler 13 kann ein Trenntellerstapel aus hier konischen Trenntellern 17 aufgesetzt sein. Der Verteiler 13 und die Trennteller 17 bestehen vorzugsweise ebenfalls aus Kunststoff.

Zudem dient sowohl nach Fig. 1 als auch nach Fig. 2 jeweils eine erste Schälscheibe 33 zum Ableiten der schwereren Phase HP der zwei Phasen HP und LP aus der Trommel 3. Ein Schälscheibenschaft bzw. ein zentrisches Ablaufrohr 34 durchsetzt dabei die zweite axiale Begrenzungswand 7 (siehe Fig. 1 und Fig. 2).

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

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

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

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

Die ersten Auslasse 21 auf dem Radius ro der Trommel 3 sind insbesondere als „düsenartige“ Öffnungen im Außenmantel der Trommel 3 ausgebildet. Sie sind zudem als sogenannte „freie“ Abläufe aus der Trommel 3 ausgebildet. Dabei dienen die ersten Auslasse 21 zum Ableiten der leichteren Phase LP. Dabei können die Auslasse

so gestaltet sein, dass die leichte Phase radial austritt oder aber alternativ auch so ausgeformt sein, dass die leichte Phase tangential gegen die Drehrichtung der Trommel austritt und somit zum Antrieb des Rotors und zur Reduzierung der Antriebsenergie beiträgt. Diese aus der Trommel 3 austretende Phase wird im Gehäuse 1 in einer oberen Fang-Ringkammer 23 des Gehäuses 1 aufgefangen. Diese Fang-Ringkammer 23 ist derart ausgestaltet, dass die in ihr aufgefangene Phase zu dem Ablauf 10 der Fang-Ringkammer 23, geleitet wird. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der Ablauf 10 an jeweils tiefster Stelle der Fang-Ringkammer 23 liegt. Die Fang-Ringkammer 23 ist radial nach innen zur rotierenden Trommel 3 hin offen und derart beabstandet ausgebildet, dass aus dem jeweiligen Auslass 21 ausspritzende Flüssigkeit während der zentrifugalen Trennung im Wesentlichen nur in die zugehörige – auf gleichem axialen Niveau liegende - Fang-Ringkammer 23 gespritzt wird.

Unterhalb der Fang-Ringkammer 23 kann optional eine nicht zur Ableitung einer Phase dienende Kammer 25 ausgebildet sein. Diese Kammer 25 kann optional einen (hier nicht dargestellten) Leckageablauf aufweisen. Die Leckage kann frei ablaufen. Sie kann aber auch durch Unterdruck abgesaugt werden, wenn die Kammer 25 einen Unterdruckanschluss zum Anschluss einer Unterdruck erzeugenden Einrichtung aufweist.

Die erste Fang-Ringkammer 23 und die Kammer 25 können durch eine erste hier konische Wand 26 voneinander getrennt sein, die ausgehend von dem Außenmantel des Gehäuses 1 konisch nach innen sowie oben verläuft und innen beabstandet zur Trommel 3 radial vor dieser endet.

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

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

Als (hier zweiter) Auslass für die schwerere Phase HP aus der Trommel (durch das Gehäuse 1 hindurch) ist nach Fig. 1 und 2 jeweils die erste Schälscheibe 33 vorgesehen, die sich im Wesentlichen radial erstreckt und in ein axial verlaufendes Ablaufrohr 34 als Schälscheibenschaft übergeht, das die untere axiale Begrenzungswand 7 des Gehäuses 1 durchsetzt. Die Schälscheibe 33 weist einen Außendurchmesser ru auf. Dabei gilt ru > ro. Die Einlassöffnungen 33a der Schälscheibe 33 liegen somit auf einem größeren Durchmesser bzw. Radius ru als die Auslasse 21 für die leichte Phase LP auf dem Radius ro. Damit ist es möglich, mit der Schälscheibe 33 eine relativ zur leichteren Phase LP schwerere Phase HP aus der Trommel 3 abzuleiten. Die Schälscheibe 33 steht im Betrieb des Separators still und taucht mit ihrem äußeren Rand in die in der Trommel 3 rotierende schwerere Phase HP.

Durch die Kanäle in der Schälscheibe 33 wird die Phase HP nach innen abgeleitet. Die Schälscheibe 33 dient somit der Ableitung der Phase HP nach Art einer Zentripetalpumpe.

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

Das Ableitungsrohr 34 ist mit einem Ende aus dem Gehäuse 1 nach unten aus der Trommel und durch die untere Begrenzungswand 7 herausgeführt ist, wobei es die Trommel 3 dabei aber nicht berührt. Das Ableitungsrohr 34 kann einstückig mit dem Gehäuse 1 ausgebildet sein oder abgedichtet in dieses eingesetzt sein. An das Ableitungsrohr kann sich ein Schlauch oder dgl. als Ableitung 35 anschließen.

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

Es kann vorgesehen sein, dass in den Auslauf für die schwere Phase HP, insbesondere in die Ableitung 35 für die schwerere Phase HP in steuerbares, insbesondere elektrisch steuerbares, Regelventil 36 eingesetzt ist. Durch das Regelventil 36 kann der Volumenstrom der schweren Phase HP in der Ableitung 35 gedrosselt werden und die Eintauchtiefe der zugehörigen Schälscheibe vergrößert werden. Es ist

vorzugsweise eine Steuervorrichtung 37 vorgesehen. Das Regelventil 36 ist vorzugsweise mit der Steuervorrichtung 37 drahtlos oder drahtgebunden verbunden.

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

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

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

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

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

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

Bei der jeweiligen Schälscheibe 22, 33 handelt es sich jeweils um eine mit mehreren, beispielsweise mit ein bis sechs, Kanälen versehene zylindrische und im Wesentlichen radial ausgerichtete Scheibe, die im Betrieb stillsteht und Kanäle aufweist, so dass eine Art Zentripetalpumpe gebildet wird. Die jeweilige Schälscheibe 22 bzw. 33 taucht mit ihrem äußeren Rand in die in dem Separator rotierende Phase LP bzw. HP ein. Durch die Kanäle in der Schälscheibe wird die jeweilige Phase LP, HP nach innen abgeleitet und die Rotationsgeschwindigkeit der jeweiligen Phase LP, HP in Druck umgesetzt. Die jeweilige Schälscheibe 22, 33 ersetzt so eine Ablaufpumpe für die jeweilige Phase LP, HP. Die Schälscheiben arbeiten somit jeweils als Zentripetalpumpe. Sie können aus Kunststoff bestehen.

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

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

Zunächst wird der jeweilige Separator mit seinen Mehrwegkomponenten bzw. wiederverwendbaren Komponenten bereitgestellt. Dazu gehören das Gestell I sowie die Antriebs- und Statoreinheiten 4a, 5a der Magnetlagereinrichtungen. Dazu gehört ferner eine Steuerungseinheit 37. Sodann wird ein Separatoreinsatz II bereitgestellt und am Gestell I montiert. Dazu müssen lediglich die Statoreinheiten 4a und 5a auseinander bewegt werden. Sodann wird der Separatoreinsatz formschlüssig eingesetzt und die Statoreinheiten werden aufeinander zu bewegt. Damit ist das Gehäuse sicher drehfest gehalten. Jetzt werden ggf. noch Schläuche an die Stutzen angeschlossen, die in Tanks oder Beuteln münden. Der jeweilige Separatoreinsatz der Fig.1 und 2 kann daher vorzugsweise zumindest auch Schläuche und Stutzen aufweisen, die an (hier nicht dargestellte) weitere Leitungen sowie Behälter wie Beutel, Tanks, Pumpen und dgl. anschließbar sein können.

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

Die schwerere Phase HP größerer Dichte strömt in der Trommel 3 im Trennraum radial nach außen. Dort verlässt die Phase HP die Trommel auf einem Radius ru durch die Kanäle der stillstehenden Schälscheibe 33.

Die leichtere Phase LP strömt in der Trommel 3 im Trennraum radial nach innen und steigt durch einen Kanal 38 an einem Schaft des Verteilers nach oben. Dort verlässt die Phase LP die Trommel nach Fig. 1 und 2 jeweils auf einem Radius ro.

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

Als Hauptanwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb des Separators sind Zellabtrennungen in der pharmazeutischen Industrie vorgesehen. Der Leistungsbereich ist gedacht für die Verarbeitung von Brühen aus Fermentern in der Größenordnung von 100 l – 4000 l sowie für Laboranwendungen.

Denkbar wären auch andere Bereiche der Industrie, in denen Separatoren zum Einsatz kommen: Chemie, Pharmazie, Molkereitechnik, nachwachsende Rohstoffe, Öl und Gas, Getränketechnik, Mineralöl, usw.

Die dargestellten Separatoren ermöglichen die Herstellung eines Separatoreinsatzes, bei dem vorzugsweise alle produktberührenden Komponenten aus Kunststoff oder anderen nichtmagnetischen Werkstoffen gefertigt sein können, die nach einmaligem Gebrauch entsorgt oder einem Recyclingprozess zugeführt werden können. Eine Reinigung nach Benutzung entfällt somit. Der Separator und dessen Betrieb können damit kostengünstig umgesetzt werden.

Fig. 8 zeigt eine Abwandlung des Separatoreinsatzes II der Fig. 1-7 in einer zweiten Ausführungsvariante, wobei identische Merkmale mit analogen Bezugszeichen versehen sind. Die Besonderheit dieser zweiten Ausführungsvariante ist, dass das oder die Formschlussmittel 41a und die entsprechenden am Gestell I vorgesehenen Formschlussmittel 41b lediglich einseitig zwischen dem Gestell I und dem Separatoreinsatz II vorgesehen sind und dadurch ebenfalls eine Axial- und

Verdrehsicherung des Separatoreinsatzes II gegenüber dem Gestell I ermöglicht wird. Dadurch verringert sich u.a. die Komplexität des Aufbaus.

Die Verwendung des in Fig. 1-8 dargestellten modularen Zentrifugalabscheiders mit austauschbarem Trenneinsatz sorgt für ein steriles Inneres, d. h. einen sterilen Strömungsweg innerhalb des Zentrifugalabscheiders.

Geeigneterweise können in Separatoren mit Produktzu- und -ablaufsystem und Drainagesystem, bestehend aus Separatoreinsatz, Zulaufsystem und Ablaufsystem auch andere austauschbare Komponenten verwendet werden, um einen sterilen Strömungsweg für die Zulaufsuspension und die getrennten leichten und schweren Phasen bereitzustellen.

Rein als Beispiele erwähnt, können die Pumpe für die Zulaufsuspension, die Schlauchleitung für den Zulauf, die Schlauchleitungen für die leichte Phase und die schwere Phase und der Aufnahmebehälter für die schwere Phase austauschbare sterile Komponenten sein, die zur Trennung einer einzelnen Produktcharge oder eine begrenzte Anzahl von Produktchargen geeignet verwendet werden. Auch die Schlauchleitung für die Drainageflüssigkeit, ebenso wie der Behälter für die Drainageflüssigkeit können austauschbare sterile Komponenten sein. Alle diese Komponenten werden mit sterilen Konnektoren miteinander verbunden, um ein einfaches und gleichzeitig steriles Wechseln der Komponenten zu ermöglichen. Das Produktzulaufsystem, das Produktablaufsystem und das Drainageablaufsystem des Separators wird nachfolgend anhand von Fig. 9 näher erläutert:

Im Zulauf kann z.B. eine Single-Use Kreiselpumpe 101 verwendet werden. Diese hat den Vorteil, dass sie kleiner baut als vergleichbare Schlauchpumpen bei gleicher Durchsatzleistung. Die Pumpe fördert abhängig von ihrer Drehzahl und dem vorliegenden Gegendruck ein bestimmtes Volumen.

Der ebenfalls in der Zulaufleitung zwischen Pumpe 101 und Separatoreinsatz II angeordnete Durchflussmesser 102 arbeitet vorzugsweise mit einem berührungslosen Meßprinzip, z.B. Ultraschall-Laufzeitdifferenzverfahren. Somit kann er einfach über die Zulaufleitung geschoben werden, ohne in Kontakt mit dem Produkt zu kommen.

Er kann also ständig wiederverwendet werden, während der Zulaufschlauch ein single-use Produkt ist. Das Messignal des Durchflussmessers wird genutzt, um die Drehzahl der Zulaufpumpe zu regeln. Auf diese Weise kann ein Regler die Drehzahl der Zulaufpumpe so einstellen, dass der vorgewählte Sollwert für die Zulaufmenge mit dem gemessenen Istwert übereinstimmt. Pumpe und Durchflussmesser sind in der ansteigenden Zulaufleitung angeordnet, so dass die Leitung immer mit Flüssigkeit gefüllt ist, wodurch sich ein stabilerer Messwert des Durchflussmessers 102 ergibt.

In der Ablaufleitung für die schwere Phase ist eine Pumpe 110 und ein Durchflußmesser 111 angeordnet. Pumpe und Durchflussmesser sind in der ansteigenden Ablaufleitung angeordnet, so dass die Leitung immer mit Flüssigkeit gefüllt ist, wodurch sich ein stabilerer Messwert des Durchflussmessers 111 ergibt.

Die Ablaufpumpe 110 ist vorzugsweise als Schlauchpumpe ausgeführt. Der Vorteil eine Schlauchpumpe liegt unter anderem darin, dass sie nur mit der Außenseite des Ablaufschlauches in Kontakt kommt, nicht aber in direktem Kontakt mit dem Produkt steht.
Alternativ kann zur Durchflussregelung auch ein Ventil eingesetzt werden, wahlweise außen auf den Schlauch wirkend oder im Schlauch als single-use Ausführung.

Sie kann also ständig wiederverwendet werden, während der Ablaufschlauch ein single-use Produkt ist. Ein weiterer Vorteil der Schlauchpumpe ist, dass sie drehzahlabhängig ein definiertes Volumen fördert. Anders als die Kreiselpumpe kann sie als Drossel verwendet werden, d.h. einen Druck im Ablauf der schweren Phase erzeugen, dessen Höhe durch die Steuerung geregelt werden kann. Entsprechend hierfür können erforderliche Drucksensoren in einzelnen oder vorzugsweise allen Schlauchleitungen vorgesehen (im Bild nicht dargestellt) sein.

In der Ablaufleitung der leichten Phase ist ein Behälter 105 vorgesehen, der als Pufferbehälter dient. Mittels einer Füllniveau-Messvorrichtung 104 wird das Füllniveau, der sich momentan im Pufferbehälter befindlichen leichten Phase ermittelt und an die Steuerung weitergegeben. Auch eine Wägezelle kann alternativ zur Quantifizierung der Füllmenge eingesetzt werden. Ebenfalls alternativ kann

auch lediglich eine Füllniveau-Überwachung durch einen Grenzschalter erfolgen, wobei in diesem Fall die Möglichkeiten der Pumpensteuerung verringert ist.

Das Einleiten der leichten Phase aus dem Separatoreinsatz II in den Behälter 105 kann im oberen Teil des Behälters 105 erfolgen (oberhalb des sich einstellenden Flüssigkeitsspiegels) oder im unteren Teil des Behälters (unterhalb des sich einstellenden Flüssigkeitsspiegels). Für Produkte, die zum Schäumen neigen, hat sich die obere Einleitung bewährt. Der Auslass des Behälters 105 ist mit einem abfallenden Ablaufschlauch verbunden, welcher durch einen optischen Sensor 106 und eine Schlauchpumpe 107 geführt wird.

Die Drehzahl der Pumpe wird mit Hilfe des Messsignals der Füllniveau-Messvorrichtung 104 optimalerweise so geregelt, dass der Behälter 105 nie ganz voll ist und nie ganz leer ist. Auf diese Weise ist der Ablaufschlauch immer gefüllt, woraus ein stabiles Signal des optischen Sensors 106 resultiert. Dies kann auch durch eine Anordnung zweier Grenzschalter zur Überwachung des Minimal- und des Maximalniveaus erreicht werden. Das Signal des optischen Sensors 106 dient der Beurteilung der Qualität der leichten Phase. Hierbei kann z.B. die Menge der verbliebenen Trub- und Schwebstoffe beurteilt werden. Die Pumpe 107 kann sowohl als Kreiselpumpe oder als Schlauchpumpe ausgeführt werden. Das Volumen des Behälters 105 ist so zu wählen, dass die Verweilzeit der leichten Phase in dem Behälter ausreichend lang ist, dass sich Bläschen aus der Flüssigkeit abscheiden können. Mit Hilfe des Messwertes aus der Füllniveau-Messvorrichtung 104 kann die Fördermenge der Pumpe 107 so eingestellt werden, dass ein konstantes Füllniveau etwa in der Mitte des Behälters 105 gehalten wird.

Die am Drainageablauf des Separatoreinsatzes II angeschlossene abfallende Ablaufschlauchleitung führt in einen Behälter 109, welcher in einer Füllniveau-Messvorrichtung 108 versehen ist. Hiermit kann die abgeführte Menge Drainageflüssigkeit ermittelt werden. Drainageflüssigkeit fällt im Wesentlichen an, wenn am Ende der Batchverarbeitung die Trommel zum Stillstand kommt und über diesen Ablauf leerläuft. Auch eine Masseermittlung, z.B. durch eine Wägezelle ist möglich. Weiter alternativ kann hier auch ein Grenzschalter eingesetzt werden. Alle vorgenannten Varianten sind bevorzugt in nicht-invasiver Ausführung. Hiermit kann das Füllniveau der schweren Phase in dem Behälter 109 ermittelt und in gleicher Weise wie bei der leichten Phase geregelt werden.

Sämtliche Schlauchleitungen der Fig. 9 für Zu- und Ableitungen in und aus der Trennanlage münden sodann jeweils in eine Sterilkupplung 112. Nicht-dargestellt in Fig. 9 ist das Gestell zur Halterung des Separatoreinsatzes sowie der Antrieb.

Das in Fig. 9 dargestellte Produktzulaufsystem PZS, Produktablaufsystem PAS umfassend die Produktabläufe der schweren und der leichten Phase und das Drainagesystem PS sind außerhalb des Separatoreinsatzes voneinander getrennt und somit hermetisch.

Eine Füllniveau-Messvorrichtung 108 oder 104 kann z.B. als ein Ultraschall-Sensorelement in einem Bodenbereich des Behälters 105/109 angeordnet sein. Es sendet ein Signal aus, welches an der Flüssigkeitsgrenze reflektiert wird. Eine Zeitmessung ermöglicht die Füllniveau-Ermittlung.

Fig. 10 zeigt eine Modifikation der ersten Variante des Separatoreinsatzes II der Fig. 1-8 zum Anschluss an das Drainagesystem der Fig. 9. Dabei weist der Separatoreinsatz II eine Drainageablaufleitung 120 auf. Dieser ist im Bodenbereich 121 des Separatoreinsatzes angeordnet und weist einen Flüssigkeitsablauf 122 und 123 sowohl aus der Trommel als auch aus dem Gehäuse auf. Der weitere Rest kann baugleich zu vorherigen Ausführungsvarianten sein.

Fig. 11 zeigt eine zweite Variante eines Separatoreinsatzes III, welcher im Rahmen eines erfindungsgemäßen Verfahrens betrieben werden kann. Dieser Separatoreinsatz III weist einen bodenseitigen Zulauf über die Zulaufleitung 61 und den Verteiler 70 in das Tellerpaket 67 auf. Die Produktzulaufleitung 61 umfasst einen Zulaufstutzen 73, welcher sich vom Boden des Gehäuses 68 in den Innenraum des Rotors 65 erstreckt und in einem Verteilerraum 78 einer Haltevorrichtung 77 des Tellerpakets 67 mündet. Die Haltevorrichtung 77 kann eine Längsachse aufweisen, die parallel zur Rotationsachse des Rotors 65 ausgebildet ist. Von dem Verteilerraum 78 geht/gehen ein oder mehrere Verteilerkanäle 70 ab, welche eine radiale Weiterleitung des zugeführten Ausgangsproduktes in eine Separationszone des Rotors 65 erlauben.

Der Produktablauf 62 der leichten Phase erfolgt analog zu Fig. 1-10. Der Produktablauf 63 der schweren Phase erfolgt durch Ableitung über Kanäle in einem Scheideteller 69, hier als geschlossenwandiger Trennteller am Ende des Tellerpakets, und schließlich durch einen Greifer 64 in eine Abführung durch die Produktleitung des Produktablaufs 63. Am Scheideteller erfolgt eine Trennung zwischen schwerer Phase und leichter Phase, wobei die schwere Phase nach außen um den Teller herum geleitet wird und die leichte Phase innen am Teller geleitet und abgeführt wird. Dies ist allerdings nur eine von vielen möglichen Varianten eines Produktablaufs der schweren Phase.

Der Separatoreinsatz III kann so ausgestaltet werden, dass der Rotor 65, insbesondere die Trommel 66 und das Tellerpaket 67, dem Gehäuse 68 entnommen werden kann. Dabei empfiehlt sich auch bei dieser Variante ein vorheriges Entleeren des Rotors, insbesondere der Trommel, von Restflüssigkeit vor der Entnahme des Rotors im Rahmen des vorliegenden Verfahrens. Dies kann in diesem Fall über die Zulaufleitung 61 erfolgen.

Sodann empfiehlt es sich die Zulaufleitung 61 mit dem Austausch des Separatoreinsatzes III ebenfalls zu wechseln, um eine Folgecharge nicht einer Kreuzkontamination auszusetzen. Entsprechend kann die Zulaufleitung über nichtdargestellte Dichtungen, z.B. Dichtungsmuffen, wechselbar und mediumsdicht an dem Gehäuse festgelegt werden.

Die Fig. 11 kann vielfältig abgewandelt werden, zeigt allerdings insbesondere, dass das erfindungsgemäße Verfahren auch auf einen Separator angewandt werden kann, in welchem lediglich der Rotor mit seinen Produktzu- und Produktablaufleitungen als auswechselbare Separatoreinheit III ausgebildet ist.

Das Gehäuse 68 kann dabei - nicht dargestellt - geöffnet werden, beispielsweise indem ein Teil des Gehäuses als Deckel ausgebildet sein. Hierfür ist vorzugsweise zumindest die obere Aufnahme vom Deckel zu entfernen.

In Fig. 11 wird über die Drainageablaufleitung 120 die Restflüssigkeit über einen daran angeschlossenes Leitungselement 71, insbesondere ein Ableitungselement in Form eines auf- oder angesteckten Schlauchs in einen Sammelbehälter 74 abgeleitet. Die Zulaufleitung wird 61, insbesondere der Zulaufstutzen 73, ist an ein Zuleitungselement 72 angeschlossen, welche mit einem Behälter 75 mit der Suspension

des Ausgangsproduktes verbunden ist. Dabei kann ein nicht-dargestelltes Umschaltventil in diesem Leitungselement angeordnet sein, welches zwischen zwei Behältern 75 wechselt, z.B. um einen Demulgator zur Verbesserung der Suspension zuzuführen. Alternativ kann das Ventil geschlossen und die Leitungselemente mit den Behältern ausgetauscht werden.

Darüber hinaus kann das Zuleitungselement eine Pumpe, z.B. eine Schlauchquetschpumpe, aufweisen, bei der nur das Zuleitungselement mit dem Ausgangsprodukt in Berührung kommt.

Fig. 12 zeigt eine weitere Variante eines Separatoreinsatzes II, welcher im Rahmen eines erfindungsgemäßen Verfahrens betrieben werden kann. Dieser Separatoreinsatz II weist an seinem Gehäuse 1 wenigstens einen Anschlussstutzen 76auf. Durch diesen Anschlussstutzen kann der Separatoreinsatz mit einem Inertgas gefüllt werden, bevor das zu trennende Produkt in den Separatoreinsatz gelangt. Auf diese Weise wird verhindert, dass das zu trennende Produkt mit Luft, bzw. Sauerstoff in Kontakt kommt. Es kann ein zweiter Anschlussstutzen 76 am Gehäuse 1 vorgesehen sein, welcher zur Ableitung von Gasen aus dem Separatoreinsatz vorgesehen ist, so dass ein Spülen des Separatoreinsatzes mit Inertgas möglich wird.

Durch den Anschlussstutzen 76 kann das Gas aus dem ansonsten hermetisch verschlossenen Separatoreinsatz auch in der Weise abgesaugt werden, dass ein Unterdruck im Separatoreinsatz entsteht, wodurch nicht nur der Kontakt mit dem restlichen Sauerstoff reduziert wird, sondern auch die Reibleistung der rotierenden Trommel 66 reduziert wird, welche nun in einer Atmosphäre geringerer Dichte rotiert.

Alternativ kann auch neben einem Schutzgas auch ein Druckgas, z.B. Druckluft, über einen oder mehrere der Gasanschlüsse 76 eingeleitet werden, welches die Entleerung des Gehäuses über die Drainageleitung zusätzlich begünstigt.

Bezugszeichen

Gestell	I
Konsole	I-1
Wagen	I-2
Rollen	I-3
Aufnahmen	I-4, I-5
Separatoreinsatz	II
Gehäuse	1
Rotor	2
Trommel	3
Magnetlagereinrichtungen	4, 5
Statoreinheiten	4a, 5a
Rotoreinheit	4b, 5b
radiale Begrenzungswand	6, 7
Zulauf	8
Ablauf	10
Zulaufrohr	12
Öffnung	12a
Verteiler	13
Verteilerschaft	14
Verteilerfuß	15
Verteilerkanal	16
Trennteller	17
zyl. Abschnitte	18, 19, 20
kon. Abschnitte	18a, 20a
Auslasse	21
Schälscheibe	22
Einlassöffnungen	22a
Fang-Ringkammer	23
Ablaufrohr	24
Anschlussstutzen	24a
Kammer	25
Konische Wand	26
Schälscheibe	33
Einlassöffnungen	33a
Ablaufrohr	34
Ableitung	35

Regelventil	36
Steuereinrichtung	37
Kanal	38
Regelventil	39
Ableitung	40
Stifte	41a
Ausnehmungen	41b
Ausnehmungen	42
Durchgangsöffnung	43
Schläuche	44, 45
Pumpe	101
Durchflussmesser	102
Füllniveau-Messvorrichtung	104
Behälter	105
Optischer Sensor	106
Schlauchpumpe	107
Füllniveau-Messvorrichtung	108
Behälter	109
Pumpe	110
Durchflussmesser	111
Sterilkupplung	112
Drainageablaufleitung	120
Bodenbereich	121
Flüssigkeitsablauf	122
Flüssigkeitsablauf	123
Separatoreinsatz	III
Zulaufleitung	61
Produktablauf (leichte Phase	62
Produktablauf (schwere Phase)	63
Greifer	64
Rotor	65
Trommel	66
Tellerpaket	67
Gehäuse	68
Scheideteller	69

Verteiler	70		
Leitungselement	71		
Zuleitungselement	72		
Zulaufstutzen		73	
Sammelbehälter	74		
Behälter	75		
Anschlussstutzen	76		
Haltevorrichtung	77		
Verteilerraum	78		

Drehachse	D
Suspension	S
Phasen	LP, HP
Radien	ro, ru
PAS	Produktablaufsystem
PZS	Produktzulaufsystem
DS	Drainagesystem

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Separators zur Verminderung von Kreuzkontaminationen bei der Verarbeitung von Produkten, wobei
   ein Separatoreinsatz (II, III) als eine vormontierte, wechselbare Einheit zum Einsetzen in Statoreinheiten (4a, 4b) an einem Gestell (I) oder in einem Gehäuse (68) des Separators vorgesehen ist und wobei der Separatoreinsatz (II, III) zumindest Folgendes aufweist:
   i. einen um eine Drehachse (D) drehbaren Rotor (2, 65) mit einer Trommel (3, 66) und einer Trommelwandung,
   ii. vorzugsweise ein in der Trommel (3) angeordnetes Trennmittel,
   iii. zumindest eine Produktzulaufleitung und zwei Produktablaufleitungen;
   iv. wobei die produktberührenden Bereiche des Separatoreinsatzes, teilweise oder vollständig aus Kunststoff gefertigt sind;
   gekennzeichnet, durch die folgenden Schritte:
   a) Bereitstellen des Separators mit einem am Gestell (I) oder im Gehäuse montierten ersten Separatoreinsatz (II, III) ,
   b) Einleiten eines zu separierenden Ausgangsproduktes in den Separator;
   c) Ausleiten, eines vom Produktgemisch separierten ersten und zweiten Produktstromes (LP, HP) durch die zwei separaten Produktablaufleitungen aus dem Separator während eines Separationsbetriebes des Separators;
   d) Halt des Separationsbetriebes und Ablassen einer in der Trommel verbliebenen Restflüssigkeit;
   e) Austausch des entleerten kontaminierten Separatoreinsatzes (II, III) aus dem Gestell oder Gehäuse des Separators gegen einen unbenutzten Separatoreinsatz.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Trommelwandung in einem mittleren Bereich der Trommel (3, 66) geschlossenwandig ausgebildet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Separatoreinsatz (II) eine zusätzliche Drainageablaufleitung (120) zum Ablassen der in der Trommel (3) verbliebenen Restflüssigkeit in Schritt d) aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ablassen der in der Trommel (3, 66) verbliebenen Restflüssigkeit in Schritt d) ein Sammeln der Restflüssigkeit außerhalb des Separatoreinsatzes (II, III) in einem Sammelbehälter (109), vorzugsweise einem Drainagebeutel, erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Entleeren der in der Trommel (3) verbliebenen Restflüssigkeit durch das Ablassen in Schritt d) über eine Produktzulaufleitung (61) erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Produktzulaufleitung (61) oder ein damit verbundenes nachgeordnetes Leitungselement, vorzugsweise ein Schlauch oder Rohr, ein Umschaltventil zum Wechsel zwischen einem Restflüssigkeits-Sammelbehälter und einem Ausgangsprodukt-Behälter aufweist, wobei das Umschaltventil beim Ablassen in Schritt d) betätigt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein austauschbarer rotierbar gelagerter Rotor (65) innerhalb des Gehäuses (68) des Separators ausgebildet ist, wobei das Einleiten des Ausgangsproduktes (S) in Schritt b) und das Ablassen der Restflüssigkeit in Schritt d) über die Produktzulaufleitung (61) erfolgt, wobei vor dem Ablassen der Restflüssigkeit in Schritt d) ein Austausch eines an der Produktzulaufleitung (61) angeschlossenen Zuleitungselements gegen ein Ableitungselement mit Sammelbehältnis erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der mittlere Bereich der Trommelwandung sich über 20-80% der axialen Erstreckung der Trommel (3, 66) erstreckt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Produktablaufleitung (10, 62, 63), insbesondere die Produktablaufleitung eines schweren Produktstromes mit einer Pumpe (110) verbunden ist, wobei durch die Pumpe (110) eine Druckeinstellung in der Produktablaufleitung erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe (110) während des Ablassens in Schritt d) ausgeschaltet ist oder mit gegenüber Schritt c) mit vermindertem Druck arbeitet oder dass die Produktablaufleitung (10, 62,

63) oder ein daran angeschlossenes Leitungselement ein Regelorgan zur Druckminderung und/oder Durchflussminderung, vorzugsweise ein Ventil, besonders bevorzugt ein Sperrventil, aufweist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wobei der Separatoreinsatz (II) zur Trennung einer fließfähigen Suspension (S) als Ausgangsprodukt in einem Zentrifugalfeld in wenigstens zwei fließfähige Phasen (LP, HP) verschiedener Dichte ausgelegt ist und eine vormontierte, wechselbare Einheit zum Einsetzen in Statoreinheiten am Gestell des Separators bildet und zumindest folgendes aufweist:
    i. ein im Separationsbetrieb stillstehendes Gehäuse (1), das nach Art eines Behälters ausgelegt ist, der bis auf eine oder mehrere Öffnungen geschlossen ausgelegt ist,
    ii. einen innerhalb des Gehäuses (1) angeordneten und um eine Drehachse (D) drehbaren Rotor (2) mit einer Trommel (3), welche eine oder mehrere Öffnungen aufweist,
    iii. vorzugsweise ein in der Trommel (3) angeordnetes Trennmittel,
    iv. zumindest zwei Rotoreinheiten (4b, 5b) für Magnetlagereinrichtungen (4, 5) an zwei axial beabstandeten Stellen des Rotors (2) mit der Trommel, mit welchen der Rotor (2) mit der Trommel (3) im Separationsbetrieb innerhalb des Gehäuses in der Schwebe haltbar, drehbar lagerbar und in Drehung versetzbar ist,

    wobei ferner an dem Gestell (I) voneinander beabstandete Aufnahmen (I-4, I-5) mit Statoreinheiten (4a, 5a) der Lagereinrichtungen (4, 5) ausgebildet sind, zwischen welchen das Gehäuse (1) des Separatoreinsatzes drehfest gehalten ist, so dass sich der Rotor (2) mit der Trommel im Separationsbetrieb in Schritt c) dreht,
    wobei das Gehäuse (1) die Drainageablaufleitung aufweist, über welche die Restflüssigkeit in Schritt d) aus der Trommel abgeleitet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt d) sowohl die Restflüssigkeit aus der Trommel (3) als auch aus dem Gehäuse (1) abgelassen wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Entnahme des kontaminierten ersten Separatoreinsatzes

(II) in Schritt e) zum Austausch gegen einen neuen zweiten Separatoreinsatz durch Änderung der relativen Lage der Aufnahmen (I-4 und I-5) mit den Statoreinheiten (4a, 5a) der Lagereinrichtungen (4, 5) erfolgt.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausleiten eines von der Suspension (S) separierten ersten und zweiten Produktstromes (LP, HP) durch die zwei separaten Produktablaufleitungen aus dem Separator während eines Separationsbetriebes des Separators derart erfolgt, dass es außerhalb des Separatoreinsatzes (II, III) keine Verbindungen zwischen dem Produktzulaufsystem (PZS) und dem Produktablaufsystem (PAS) gibt.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausleiten eines von der Suspension (S) separierten ersten und zweiten Produktstromes (LP, HP) durch die zwei separaten Produktablaufleitungen aus dem Separator während eines Separationsbetriebes des Separators derart erfolgt, dass es außerhalb des Separatoreinsatzes (II, III) keine Verbindungen zwischen dem Produktablaufsystem (PAS) und Drainageablaufsystem (DS) gibt.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1-3 und 7-14, dadurch gekennzeichnet, dass das Ablassen von Restflüssigkeit aus dem Separator bei Halt des Separationsbetriebes des Separators derart erfolgt, dass es außerhalb des Separatoreinsatzes (II, III) keine Verbindungen zwischen dem Produktzulaufsystem (PZS) und Drainageablaufsystem (DS) gibt.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Drainageablaufleitung (120) einen am Gehäuse (1, 68) mediumsdicht angeformten Stutzen mit einer produktberührenden Oberfläche umfasst, welcher gegenüber der benachbarten Außenwand des Gehäuses (1, 68) hervorsteht, sowie ein daran, vorzugsweise hermetisch angeschlossenes Leitungselement, insbesondere eine Rohr- oder Schlauchleitung, zur Abführung der Restflüssigkeit in den Sammelbehälter (74, 109).

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (68) einen Produktzulauf mit einer Zulaufleitung (61) sowie einen ersten und einen zweiten Produktablauf (62, 63) aufweist, wobei die Drainageablaufleitung (120) als separate Leitung gegenüber dem Produktzulauf und Produktablauf (62, 63) angeordnet ist.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zulaufleitung (61) einen in den Innenraum des Gehäuses (68) ragenden Zulaufstutzen (73) aufweist

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Produktzulaufsystem (PZS), das Produktablaufsystem (PAS) und das Drainagesystem (DS) als wechselbare Systeme, insbesondere auf oder an die Produktzulaufleitung, die Produktablaufleitungen und/oder die Drainageablaufleitungen gesteckte Schlauch- oder Rohrleitungen umfasst.

21. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlauch- oder Rohrleitungen endständig eine Sterilkupplung (112) aufweisen.

22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Produktzulaufsystem (PZS) eine Pumpe (101), vorzugsweise eine Kreiselpumpe aufweist, welche vorzugsweise nach dem Halt in Schritt d) ausgetauscht wird.

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass ein Durchfluss des Produktzulaufs oder ein zum Durchfluss äquivalenter physikalischer Messwert zur Regelung der Pumpenleistung, insbesondere durch eine Messung ohne Mediumskontakt, ermittelt wird.

24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe (101) und der Durchflussmesser (102) in einer Steigleitung des Produktzulaufsystems (PZS) angeordnet sind.

25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ableitung einer schweren Phase (HP) des Produktablaufsystems (PAS) eine Pumpe (110), vorzugsweise eine Schlauchpumpe aufweist, welche nach dem Halt in Schritt d) als Teil des Separators verbleibt, während das mit der Pumpe (110) verbundene Leitungselement ausgetauscht wird.

26. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Ableitung der schweren Phase (HP) einen Durchflussmesser (111) und/oder einen Drucksensor zur Einstellung des Drucks im Ablauf der schweren Phase (HP) anhand der

Drehzahl der Pumpe (110) aufweist, wobei zumindest der Durchflussmesser (111) entlang einer Steigleitung angeordnet ist.

27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Ableitung der leichten Phase ein Behälter (105) angeordnet ist in welchem die leichte Phase (LP) zwischengespeichert wird.

28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Ableitung der leichten Phase (LP) ein optischer Sensor (106) zur Qualitätskontrolle, vorzugsweise strömungsmechanisch hinter dem Behälter (105), angeordnet ist.

29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Ableitung der leichten Phase eine Pumpe (107), vorzugsweise strömungsmechanisch hinter dem Behälter (105), angeordnet ist.

30. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpenleistung durch das messtechnische Erfassen des Gewichts des Behälters (105), vorzugsweise mittels einer Füllniveau-Messvorrichung (104), geregelt wird.

31. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umfang der in Schritt d) abgelassene Restflüssigkeit messtechnisch erfasst wird.

32. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor oder während der Schritte b) und c) ein Schutzgas, vorzugsweise Stickstoff oder ein Edelgas den Separatoreinsatz, insbesondere durch einen oder mehrere am Gehäuse (68) des Separatoreinsatzes (III) separat zu den Produktzu- und abläufen (8, 35, 40) und dem Drainageablauf (120) angeordneten Anschlussstutzen (76) eingeleitet wird.

33. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor Schritt b) Luft durch den oder die Anschlussstutzen (76) aus dem Separatoreinsatz (III) abgesaugt wird.

34. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während des Entleerens des Separatoreinsatzes (III) gemäß Schritt c) Gas

durch den oder die Anschlussstutzen (76) in den Separatoreinsatz (III) eingeleitet wird.

35. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Steuern und/oder Regeln des Trennprozesses durch den Separator durch ein Regelorgan in oder an dem Produktzulaufsystem (PZS) und/oder dem Produktablaufsystem (PAS) erfolgt, vorzugsweise durch ein Quetschventil, welches von außen auf eine Schlauchleitung des Produktzulaufsystems (PZS) und/oder des Produktablaufsystems (PZS) einwirkt.