

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 939 677 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**03.01.2001 Patentblatt 2001/01**

(51) Int Cl.7: **B04B 3/02**, B04B 15/12,  
B04B 13/00

(21) Anmeldenummer: **97948818.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP97/05937**

(22) Anmeldetag: **28.10.1997**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 98/23380 (04.06.1998 Gazette 1998/22)**

(54) **STÜLPFILTERZENTRIFUGE**

CENTRIFUGE WITH INSIDE-OUT FILTER

CENTRIFUGEUSE A FILTRE A RETOURNEMENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH ES FR GB IE IT LI NL SE**

• **MAYER, Gerd**  
**D-74321 Bietigheim-Bissingen (DE)**

(30) Priorität: **22.11.1996 DE 19648511**

(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner**  
**Uhlandstrasse 14 c**  
**70182 Stuttgart (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**08.09.1999 Patentblatt 1999/36**

(73) Patentinhaber: **HEINKEL**  
**INDUSTRIEZENTRIFUGEN GMBH & CO.**  
**D-74321 Bietigheim-Bissingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 19 529 256** **DE-C- 948 497**  
**DE-C- 3 615 013** **DE-C- 3 630 920**  
**DE-C- 4 316 081**

(72) Erfinder:  
• **GERTEIS, Hans**  
**D-74321 Bietigheim-Bissingen (DE)**

**EP 0 939 677 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Stülpfilterzentrifuge zur Trennung eines Feststoff-Flüssigkeits-Gemisches mit nachgeschaltetem Feststofftrockner, wobei in der Stülpfilterzentrifuge durch Schleudern, Druckgaspressen und Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases und im Feststofftrockner durch Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases eine Entfeuchtung und Trocknung des Feststoffes stattfindet.

**[0002]** Es sind Stülpfilterzentrifugen bekannt (DE 43 16 081 C1), bei denen in der rotierenden Schleudertrommel eine mechanische Entfeuchtung und Trocknung des an der Trommelwand haftenden Filterkuchens stattfindet und der Filterkuchen zur weiteren Entfeuchtung mit Trockengas durchströmt wird, wobei die Effizienz der Entfeuchtung und Trocknung naturgemäß von der Temperatur und Geschwindigkeit des durchströmenden Gases abhängt. Auch ist es bekannt, bei solchen Stülpfilterzentrifugen vor dem Durchströmen des Filterkuchens mit Trockengas die Kapillaren des Filterkuchens mit einem unter relativ hohem Druck stehenden Gas freizublasen, um so dem Trockengas den Weg zu öffnen.

**[0003]** Weiterhin ist es bekannt, in den Fällen, in denen die Entfeuchtung und Trocknung in der Stülpfilterzentrifuge nicht ausreichen, der Zentrifuge thermische Aggregate in Gestalt eines Feststofftrockners nachzuschalten, in welchem der von der Stülpfilterzentrifuge abgezogene Feststoff durch Wärmekontakt im Wege einer Beheizung und/oder durch Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases behandelt wird, um eine weitere Entfeuchtung und Trocknung des Feststoffes bis zum gewünschten Endwert zu erreichen. Vielfach ist es auch erforderlich, den verlangten Endtrocknungsgrad (Restfeuchte) durch eine Endtrocknung im Vakuum zu erreichen. Auch eine Desagglomeration des Feststoffes durch abwechselndes Anlegen von Vakuum und Druck ist möglich. In der Regel geschieht die Endtrocknung oder Desagglomeration durch Vakuum im Feststofftrockner, obwohl grundsätzlich diese Vorgänge auch in der Stülpfilterzentrifuge ausgeführt werden können.

**[0004]** Als Trockengas kommt Luft oder ein anderes, insbesondere ein Inertgas in Frage. Wird das Trockengas beim Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgang sowohl in der Stülpfilterzentrifuge als auch im Feststofftrockner mit Schadstoffen kontaminiert, muß es entweder entsorgt oder in einer Aufbereitungsanlage behandelt werden, so daß das gereinigte Trockengas im Kreislauf zur Entfeuchtung und Trocknung in der Stülpfilterzentrifuge und im Feststofftrockner wieder verwendet werden kann und der Frischgasverbrauch auf ein Minimum reduziert wird.

**[0005]** Bei der Überführung des in der Stülpfilterzentrifuge vorgetrockneten Feststoffes in den Feststofftrockner machen sich häufig größere Feststoff-Agglomerate störend bemerkbar, die durch zu hohe Verdichtung oder zu hohe Kapillarbindungskräfte entstehen können. In diesem Falle muß vor dem Eintritt des Feststoffes in den Feststofftrockner eine Desagglomeration, d.h. Zerkleinerung, durchgeführt werden.

**[0006]** Im herkömmlichen Betrieb von Stülpfilterzentrifugen und Feststofftrocknern sind diese entkoppelt, d. h. jeder dieser Apparate wird im Hinblick auf das bei einem bestimmten Produkt zu erzielende Ergebnis für sich dimensioniert und gesteuert. Dabei muß im konkreten Anwendungsfall die Größe jedes Apparates nach den in Betracht zu ziehenden, möglicherweise auftretenden schlechtesten Ergebnissen ausgerichtet werden, wobei die Verweilzeit in der Stülpfilterzentrifuge oder im Feststofftrockner, z.B. bedingt durch einzukalkulierende Fehlchargen, zu lange werden kann.

**[0007]** Da bei bekannten Anlagen weder die Entfeuchtung und Trocknung in der Stülpfilterzentrifuge noch die Entfeuchtung und Trocknung im Feststofftrockner in ihren Ergebnissen aufeinander abgestimmt werden können, arbeiten die aus Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner bestehenden Aggregate infolge von Warte- oder Stillstandszeiten häufig unwirtschaftlich. Auch werden solche Aggregate im Hinblick auf die Erfüllung bestimmter Produktionserwartungen häufig mit zu hoher Sicherheit ausgelegt, was unmittelbar die Gestehungskosten der Aggregate und deren Betriebskosten negativ beeinflußt.

**[0008]** Auch kann der in der Stülpfilterzentrifuge durch mechanisches Schleudern erreichbare Entfeuchtungsgrad begrenzt sein, so daß z.B. durch ein thixotropes Verhalten des abgetrennten Feststoffes dieser an unerwünschten Stellen ankleben oder "anbacken" kann und einen Weitertransport des Produktes in den Feststofftrockner erschwert. Auch hierdurch können unerwünschte Stillstandszeiten entstehen. Außerdem können zusätzliche Ausrüstungen erforderlich werden, welche die notwendigen Investitionen ebenfalls in die Höhe treiben.

**[0009]** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine gattungsgemäße Stülpfilterzentrifuge mit nachgeschaltetem Feststofftrockner so weiterzubilden, daß sich Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner im Betrieb zur Erzielung eines bestimmten Entfeuchtungsgrades gegenseitig synergetisch ergänzen, wobei insbesondere der Einsatz der thermischen Energie des Trockengases optimiert werden soll.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch den Anspruch 1 gelöst.

**[0011]** Der Betrieb einer erfindungsgemäßen Anlage wird also von dem Gedanken beherrscht, produkt- und ergebnisabhängig die Trocknungsarbeit optimal auf die Stülpfilterzentrifuge und den Feststofftrockner aufzuteilen, wobei bedarfsweise Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgänge nicht in der Stülpfilterzentrifuge, sondern im Feststofftrockner und umgekehrt vorgenommen werden.

**[0012]** Die nachstehende Beschreibung einer bevor-

zugten Ausführungsform der Erfindung dient im Zusammenhang mit beiliegender Zeichnung der weiteren Erläuterung. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Stülpfilterzentrifuge mit nachgeschaltetem Feststoffrockner bei geschlossener Schleudertrommel und

Fig. 2 die Stülpfilterzentrifuge aus Fig. 1 mit geöffneter Schleudertrommel.

**[0013]** Die auf der Zeichnung dargestellte Stülpfilterzentrifuge 1 umfaßt in einem Maschinengehäuse 2 eine drehbar gelagerte Hohlwelle 3, die über einen (nicht dargestellten) Motor in raschen Umlauf versetzt werden kann. Die Hohlwelle 3 erstreckt sich über eine das Maschinengehäuse 2 an dessen Vorderseite abschließende Trennwand 4 hinaus und weist eine (ebenfalls nicht dargestellte) axial verlaufende Keilnut auf, in welcher ein Keilstück 5 axial verschieblich ist. Dieses Keilstück 5 ist starr mit einer im Innern der Hohlwelle 3 verschiebbaren Welle 6 verbunden, die somit gemeinsam mit der Hohlwelle 3 umläuft, jedoch in dieser axial verschieblich ist.

**[0014]** An dem über die Trennwand 4 hinausragenden Ende der Hohlwelle 3 ist eine topfförmige Schleudertrommel 7 drehfest angeflanscht. An ihrer kreiszylindrischen Seitenwand weist die Schleudertrommel 7 radial verlaufende Durchlaßöffnungen auf. Die Trommel 7 ist einseitig durch einen Boden 8 verschlossen und an ihrer dem Boden 8 gegenüberliegenden Stirnseite offen. An dem die offene Stirnseite umgebenden Rand ist ein im wesentlichen kreiszylindrisch ausgebildetes Filtertuch 9 dicht eingespannt, dessen gegenüberliegender Rand dicht mit einem Bodenstück 11 verbunden ist. Das Bodenstück 11 ist starr mit der verschiebbaren, den Boden 8 frei durchdringenden Welle 6 verbunden.

**[0015]** An dem Bodenstück 11 ist über Stehbolzen 12 unter Freilassung eines Zwischenraums starr ein Schleuderraumdeckel 13 befestigt, der in Fig. 1 den Innenraum der Schleudertrommel 7 dicht verschließt und in Fig. 2 gemeinsam mit dem Bodenstück 11 durch axiales Herausschieben der Welle 6 aus der Hohlwelle 3 frei von der Schleudertrommel 7 abgehoben ist. In Fig. 1 ist das Filtertuch 9 zur Innenseite der Schleudertrommel 7 eingestülpt, in Fig. 2 ist dieses Tuch nach außen umgestülpt.

**[0016]** Die geschlossene Schleudertrommel 7 (Fig. 1) läuft in einem bestimmten Abschnitt des Maschinengehäuses 2 um. Flüssigkeit (Filtrat), welches aus der Schleudertrommel 7 herausgepreßt wird, gelangt in eine Abführleitung 14, die über einen Faltenbalg 15 flexibel an das Maschinengehäuse 2 angeschlossen ist. Die Abführleitung 14 ist durch ein Absperrventil 16 verschließbar. In einem weiteren Abschnitt des Maschinengehäuses 2, der - vgl. Fig. 2 - das umgestülpte Filtertuch 9 und den Schleuderraumdeckel 13 aufnimmt, erfolgt das Abschleudern des von der Flüssigkeit abgetrennten

Feststoffes vom Filtertuch 9. Dieser Abschnitt des Maschinengehäuses 2 ist über einen Faltenbalg 17 flexibel mit einem Feststoffrockner 10 verbunden. Der Feststoffrockner 10 ist durch ein Absperrventil 18 gegenüber dem Maschinengehäuse 2 dicht verschließbar. Bei der dargestellten Ausführungsform ist zwischen Maschinengehäuse 2 und Feststoffrockner 10 (oberhalb des Absperrventils 18) noch ein Desagglomerierer 19 angeordnet, welcher der vorherigen Zerkleinerung des in den Feststoffrockner gelangenden Feststoffes 20 dient. Dieser Desagglomerierer ist nicht unbedingt erforderlich.

**[0017]** Der den abgeschleuderten und gegebenenfalls zerkleinerten Feststoff 20 aufnehmende eigentliche Feststoffrockner 10 umfaßt einen Behälter 21, der durch eine z.B. elektrische Heizvorrichtung 22 aufheizbar ist. Die Wärme wird dabei durch Wärmekontakt auf den Feststoff 20 übertragen, wodurch der Feststoff 20 einer Trocknung unterworfen wird.

**[0018]** Der Behälter 21 ist an seiner Unterseite durch eine schwenkbare Klappe 23, welche mit durchgehenden Perforationen 24 versehen ist, verschließbar. Bei geöffneter Klappe 23 gelangt der getrocknete Feststoff 20 in einen weiteren Behälter 25, dessen Auslaß durch ein Absperrventil 26 wahlweise dicht verschließbar ist. Mit dem Auslaß des Behälters 25 kann ein Produktaufnahmegefäß verbunden werden, in welches bei geöffnetem Absperrventil 26 der fertig getrocknete Feststoff 20 eingefüllt wird. Der Behälter 25 weist einen Einlaßstutzen 27 für Trockengas auf, welches durch die Perforationen 24 der Klappe 23 den Feststoff 20 im Behälter 21 durchströmt und über eine Leitung 28 abfließt.

**[0019]** Die Stülpfilterzentrifuge 1 ist weiterhin mit einem Füllrohr 29 versehen, welches zum Zuführen einer in ihre Feststoff- und Flüssigkeitsbestandteile zu zerlegenden Suspension in den Innenraum der Schleudertrommel 7 dient (Fig. 1) und in dem in Fig. 2 dargestellten Betriebszustand in eine Bohrung 31 der verschiebbaren Welle 6 eindringt, wobei die Verschiebung der Welle 6 und damit das Öffnen und Schließen der Schleudertrommel 7 über (nicht dargestellte, auf der Zeichnung rechts gelegene) Antriebsmotoren, z.B. hydraulisch, erfolgt.

**[0020]** Im Schleuderbetrieb nimmt die Stülpfilterzentrifuge 1 die in Fig. 1 gezeichnete Stellung ein. Die verschiebbare Welle 6 ist in die Hohlwelle 3 zurückgezogen, wodurch das Filtertuch 9 derart in die Schleudertrommel eingestülpt ist, daß es in deren Innerem die Durchlaßöffnungen im Trommelmantel überdeckt. Der Schleuderraumdeckel 13 verschließt dabei die offene Stirnseite der Schleudertrommel 7. Bei rasch rotierender Schleudertrommel 7 wird über das Füllrohr 29 kontinuierlich zu filtrierende Suspension eingeführt. Die flüssigen Bestandteile der Suspension treten als Filtrat durch das Filtertuch 9 und die Durchlaßöffnungen im Trommelmantel hindurch in das Maschinengehäuse 2 ein und werden dort in die Abführleitung 14 geleitet. Die Feststoffteilchen der Suspension werden in Form eines

Filterkuchens vom Filtertuch 9 zurückgehalten.

**[0021]** Bei weiterhin - gewöhnlich langsamer - rotierender Schleudertrommel 7 und nach Abschaltung der Suspensionszufuhr am Füllrohr 29 mit einem Ventil 30 wird nun entsprechend Fig. 2 die Welle 6 (nach links) verschoben, wodurch sich das Filtertuch 9 umstülpt und die an ihm haftenden Feststoffteilchen nach auswärts abgeschleudert werden. Die Feststoffteilchen gelangen - gegebenenfalls nach Durchtritt durch den Desagglomerierer 19 - bei geöffnetem Absperrventil 18 in den Behälter 21 des Feststoffrockners 10, wo der Feststoff 20 in der bereits oben angedeuteten Weise weiter entfeuchtet und getrocknet wird.

**[0022]** Nach beendetem Abwurf des Feststoffes 20 vom Filtertuch 9 wird die StülpfILTERZENTRIFUGE durch ZURÜCKSchieben der Welle 6 wieder in die Betriebsstellung gemäß Fig. 1 gebracht, wobei sich das Filtertuch 9 in entgegengesetzter Richtung zurückstülpt. Auf diese Weise ist ein Betrieb der StülpfILTERZENTRIFUGE 1 mit ständig rotierender Schleudertrommel 7 möglich.

**[0023]** Die beschriebene Anordnung einschließlich Maschinengehäuse 2 und Schleudertrommel 7 ist in sich starr ausgebildet und um eine horizontale Drehachse 32 schwenkbar gelagert. Die Achse 32 ist ihrerseits auf einem elastischen Pufferelement 33 angeordnet, das seinerseits auf einem ortsfesten, z.B. mit dem Erdboden verbundenen Sockel 34 aufruht. Zwischen dem Maschinengehäuse 2 und dem Sockel 34 ist im Abstand von der Drehachse 32 ein Kraftmeß-Element 35 angeordnet. Somit wirkt die ganze Anordnung als eine Art Balkenwaage: Durch die in die Schleudertrommel 7 über das Füllrohr 29 eingeführte Substanz wird die links von der Drehachse 32 gelegene Seite der StülpfILTERZENTRIFUGE 1 belastet, wodurch das rechts von der Drehachse 32 gelegene Kraftmeß-Element 35, das beispielsweise durch Zug beanspruchbar ist, entsprechend beeinflusst wird. Das auf diese Weise gemessene Gewicht kann für die Kontrolle der Füllmenge der Schleudertrommel 7 ausgenutzt werden. Auch kann das Kraftmeß-Element 35 als Sensor für den vorliegenden Entfeuchtungsgrad des Feststoffes ausgenutzt werden, da die abgeschleuderte Flüssigkeit zu einer Gewichtsverringerung führt.

**[0024]** Die oben erwähnten Faltenbalge 15, 17 an Filtratabführleitung 14 und Feststoffrockner 10 verhindern eine Störung der Gewichtsmessung, weil sie die "Balkenwaage" insoweit von den ortsfesten Teilen 14 und 10 entkoppeln. Eine solche Entkopplungseinrichtung - auf der Zeichnung nicht sichtbar - ist natürlich auch am Füllrohr 29 vorgesehen, beispielsweise in Form eines ebenfalls faltenbalgartigen Schlauches, der außerhalb des Maschinengehäuses 1 liegt und einen Teil des Füllrohrs 29 bildet.

**[0025]** Wie dargestellt, ist das Füllrohr 29 mit einer Leitung 41 verbunden, über welche ein Gas in den Innenraum der Schleudertrommel 7 eingeführt werden kann. Das freie Ende des Füllrohrs 29 ist zu diesem Zweck über eine drehbare Dichtung 42 gasdicht in die

Schleudertrommel 7 eingeführt. Auf diese Weise kann ein unter relativ hohem Druck stehendes Gas in den Innenraum der Schleudertrommel 7 eingeleitet werden, welches zum Durchblasen der noch mit Feuchtigkeit gefüllten Kapillaren des am Filtertuch 9 haftenden Feststoffes (Filterkuchen) dient. Weiterhin kann über die Leitung 41 auch ein auf eine bestimmte Temperatur vorgeheiztes Trockengas in die geschlossene Schleudertrommel 7 eingeführt werden, welches den Filterkuchen durchströmt und den Feststoff trocknet. Das Abgas, welches den Feststoff durchdrungen hat, wird über einen Auslaßstutzen 43 und eine Leitung 44 abgeführt. Auf diese Weise kann die rein mechanische Schleudertrocknung mit einer Trocknung durch Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Gases kombiniert werden. Außerdem ist ein Druckgaspressen des Filterkuchens zum Freiblasen von dessen Kapillaren möglich.

**[0026]** Die Leitung 41, welche ein Absperrventil 45 enthält, ist an ihrem dem Füllrohr 29 gegenüberliegenden Ende mit einer Vorrichtung 46 zur Lieferung der den angegebenen Zwecken dienenden Gase verbunden. Die Vorrichtung 46 enthält (in an sich bekannter und nicht dargestellter Weise) außer einer Gasquelle insbesondere einen Kompressor und Heizeinrichtungen, um das über das Füllrohr 29 zugeführte Gas auf den gewünschten Druck und die gewünschte Temperatur zu bringen. Die Vorrichtung 46 dient gleichzeitig auch der Wiederaufbereitung des über die Leitung 44 zugeführten Abgases. Zu diesem Zweck enthält die Vorrichtung 46 in an sich bekannter Weise insbesondere Entfeuchtungseinrichtungen (Kondensatoren), Filtereinrichtungen, Gaswascheinrichtungen, Adsorptionseinrichtungen u. dgl. Das aufbereitete Gas wird zirkulierend über die Leitung 41 wieder der StülpfILTERZENTRIFUGE 1 zugeführt.

**[0027]** Über eine mit dem Einlaßstutzen 27 am Behälter 25 verbundene Leitung 47, die ein Ventil 48 enthält, kann aus der Vorrichtung 46 Trockengas in den Feststoffrockner 10 eingeleitet werden, wo es den Feststoff 20 durchdringt, trocknet und über die Leitung 28 abgeführt wird. Die Leitung 28 transportiert das mit Feuchtigkeit befrachtete Abgas in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise zur Vorrichtung 46 zurück, wo es wieder aufbereitet und über die Leitung 47 im Kreisgang wieder dem Feststoffrockner 10 zugeführt wird.

**[0028]** Die Leitung 28 enthält im Strömungsweg hinter dem Feststoffrockner 10 ein Filter 51 zur Abscheidung von Schadstoffen. Über eine von der Leitung 41 abzweigende Leitung 52 mit Ventil 53 kann das Filter 51 rückgespült werden. Während der Rückspülung wird ein in der Leitung 28 vorgesehenes Ventil 54 geschlossen.

**[0029]** Von der Leitung 28, die in der Nähe der Vorrichtung 46 ein weiteres Ventil 55 enthält, zweigt eine Leitung 56 mit Ventil 57 ab, die eine Vakuumpumpe 58 (Saugpumpe) enthält und zur Vorrichtung 46 zurückführt, so daß auch von der Vakuumpumpe 58 abgezogenes Gas dort wiederaufbereitet werden kann. Bei geschlossenen Ventilen 53, 55 und geöffneten Ventilen 54, 57 kann somit im Behälter 21 des Feststoffrockners 10

ein Vakuum (Unterdruck) erzeugt werden, der die Entfeuchtung des Feststoffes 20 im Behälter 21 begünstigt. Normalerweise ist in diesem Falle das Ventil 48 in der Leitung 47 geschlossen. Es kann jedoch günstig sein, das Ventil 48 geringfügig zu öffnen, so daß über die Leitung 47 eine geringe Trockengasmenge eintritt und den Feststoff 20 als sogenanntes "Schleichgas" durchströmt. Dieses Schleichgas dient der besseren Mitnahme und Abführung des im Vakuum entstehenden Dampfes über die Leitung 28.

**[0030]** Mit Hilfe der Vakuumpumpe 58 kann über die Leitung 28 der Feststoff 20 im Behälter 21 auch einer Druckwechselbeanspruchung unterzogen werden, was zu einer Desagglomerierung oder Zerkleinerung des Feststoffes 20 führt. Ursächlich hierfür ist der im agglomerierten Feststoff 20 entstehende Dampfdruck. Für die Durchführung dieser Desagglomerierung durch Druckwechsel werden unter den oben beschriebenen Vakuumbedingungen das Ventil 54 in der Leitung 28 und das Ventil 48 in der Leitung 47 abwechselnd geöffnet und geschlossen. Die Ventile 54 und 48 sind zu diesem Zwecke mit entsprechenden Steuereinrichtungen 61 bzw. 62 verbunden.

**[0031]** Die auf der Zeichnung dargestellte Anlage enthält außer dem bereits erwähnten, als Kraftmeß-Element 35 ausgebildeten und beispielsweise der Feststellung des Entfeuchtungsgrades dienenden Sensor noch weitere Sensoren: An der Leitung 47 ist ein Sensor 63 angeordnet, der der Messung von Druck und/oder Temperatur des über diese Leitung 47 zugeführten Trockengases dient. Weitere Sensoren 64, die am Feststofftrockner 10 angeordnet sind, dienen der Bestimmung der Temperatur und/oder der Restfeuchte des Feststoffes 20 bzw. der Temperatur und/oder des Feuchtigkeitsgehaltes des Abgases im Trockner 10. Ein Sensor 65 an der Flüssigkeits-Abführleitung 14 wird dazu verwendet, die Durchflußmenge und/oder den pH-Wert des Filtrats zu bestimmen. Ein Sensor 66 an der Welle 3 der Stülpfilterzentrifuge 1 dient der Messung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Schleudertrommel 7. Über einen Sensor 67 in der Abgasleitung 44 kann die Temperatur des Abgases und die in ihm enthaltene Feuchtigkeitsmenge festgestellt werden. Ein Sensor 68 in der Leitung 41 dient der Bestimmung des Druckes und der Feuchtigkeit des über das Füllrohr 29 der Schleudertrommel 7 zugeführten Gases. Am Füllrohr 29 schließlich ist ein Sensor 69 zum Abfühlen der Zuflußmenge und/oder der Temperatur der zugeführten Suspension angeordnet. Alle diese Sensoren, zu denen im Bedarfsfall noch weitere Sensoren treten können, sind über Leitungen, die der Übersichtlichkeit halber auf der Zeichnung nicht eigens dargestellt sind, mit einer Steuereinrichtung 71 verbunden, die an die Vorrichtung 46 zur Lieferung und Wiederaufbereitung der benötigten Gase angeschlossen ist. Diese Steuereinrichtung 71 ist in an sich bekannter Weise programmierbar, so daß der Betriebsablauf der beschriebenen Anordnung in kontrollierter, sich selbst regelnder Weise automatisch ge-

steuert werden kann, wobei insbesondere die Dauer und Intensität der im einzelnen ablaufenden Trocknungsvorgänge, also beispielsweise die Dauer des Schleudervorgangs oder die Dauer der Zuführung von Trockengas über die Leitung 47 entsprechend abgestimmt wird. Einzelheiten über diese Steuervorgänge werden nachstehend noch erläutert.

**[0032]** Wichtig für die Funktionsweise der beschriebenen Anordnung zum Trennen von Flüssigkeit und Feststoff und anschließendem Entfeuchten und Trocknen des Feststoffes ist die mechanische dichte Trennung der Stülpfilterzentrifuge 1 vom Feststofftrockner 10 durch das vom Absperrventil 18 gebildete Verschlusselement. Stülpfilterzentrifuge 1 und Feststofftrockner 10 bilden zwar eine Einheit oder ein Gesamtsystem, jedoch ist sowohl die Stülpfilterzentrifuge 1 wie auch der Feststofftrockner 10 ein eigenes, in sich geschlossenes System.

**[0033]** Sämtliche Maßnahmen, die zur Trocknung des Feststoffes im Feststofftrockner 10 führen, beeinträchtigen die gleichzeitig in der Stülpfilterzentrifuge 1 ablaufenden Vorgänge nicht. Zu den Trocknungsvorgängen im Feststofftrockner 10 kann außer der bereits erwähnten Kontakttrocknung (Heizeinrichtung 22), Konvektivtrocknung (Trockengaszuführung über die Leitung 47) und Vakuumtrocknung (Vakuumpumpe 58) auch noch eine Trocknung in einer Wirbel- oder Flugschicht kommen, die durch Trockengas, das unter entsprechend hohem Druck über die Leitung 47 zugeführt wird, im Behälter 21 des Feststofftrockners 10 erzeugt wird. Wegen der Trennung der beiden Systeme durch das Absperrventil 18 wird im übrigen auch von den Vorgängen im Feststofftrockner 10 eine z.B. gravimetrisch oder radiometrisch ( $\gamma$ -Strahlen) vorgenommene Füllsteuerung der Schleudertrommel 7 sowie gegebenenfalls ein zum Zwecke einer Abdichtung in das Maschinengehäuse 2 eingeleiteter Gasstrom nicht beeinflusst.

**[0034]** Wenn, wie dargestellt und beschrieben, die über die Leitungen 41 und 47 zugeführten Gase über die Leitungen 44 bzw. 28 zurückgeführt und nach Aufbereitung in der Vorrichtung 46 wiederverwendet werden, ergibt sich eine besonders günstige Möglichkeit, die betreffenden Gase zweckmäßig und energiesparend, also ökonomisch auf die beiden Systeme der Stülpfilterzentrifuge 1 bzw. des Feststofftrockners 10 aufzuteilen.

**[0035]** Nachstehend wird ein Beispiel für eine solche Aufteilung des Gasstromes angegeben, wobei die Aufteilung sowohl in der Stülpfilterzentrifuge 1 als auch im Feststofftrockner 10 in jeweils zwei Abschnitten oder Prozeßschritten vorgenommen wird.

**[0036]** In der Stülpfilterzentrifuge 1 werden in einem ersten Abschnitt die Schritte des Füllens, Zwischenschleuderns, Waschens und Endschleuderns, gegebenenfalls Schleuderns unter Druck, durchgeführt. In diesem Abschnitt wird bei allen Schritten, ausgenommen Schleudern unter Druck, kein Gas und beim Druckschleudern nur eine geringfügige Menge an Gas benö-

tigt.

**[0037]** Im zweiten Abschnitt wird der Feststoff (Filterkuchen) in der Stülpfilterzentrifuge 1 zum Zwecke einer konvektiven Trocknung mit Gas durchströmt. Das Trocknungsergebnis ist hierbei sowohl vom Zustand des Gases (Feuchtigkeit, Temperatur) als auch von der Gasmenge und der Durchflußgeschwindigkeit abhängig. In diesem Abschnitt wird eine relativ große Menge an Gas benötigt.

**[0038]** Im Feststofftrockner 10 liegen die Verhältnisse mit Bezug auf die oben beschriebenen Vorgänge in der Stülpfilterzentrifuge 1 gerade umgekehrt. In einem ersten Abschnitt wird der Feststoff 20 im Behälter 21 von einer großen Menge an Gas durchströmt, selbst wenn man eine zusätzliche Kontaktrocknung über die Heizeinrichtung 22 anwendet. Wenn anschließend in einem zweiten Abschnitt im Feststofftrockner 10 eine Endtrocknung unter Vakuum vorgenommen wird, wird theoretisch keine Gasdurchströmung benötigt. Es hat sich allerdings, wie bereits erwähnt, als vorteilhaft erwiesen, den Feststoff 20 mit einer geringen Menge an Gas, einem sogenannten "Schleichgas" zu durchströmen, weil hierdurch der Transport der letzten, unter Einfluß des Vakuums verdampfenden Flüssigkeit erleichtert wird. In diesem zweiten Abschnitt wird jedoch praktisch kein oder nur eine äußerst geringe Menge an Gas benötigt.

**[0039]** Eine energetisch günstige Aufteilung des gesamten Entfeuchtungs- und Trocknungsvorganges wie auch die Unterteilung in die oben erwähnten Abschnitte kann durch Versuche ermittelt werden, wobei verfahrenstechnische Gesichtspunkte und Kosten-Parameter berücksichtigt werden können. Die so ermittelte Aufteilung gilt jedoch häufig nur für einen bestimmten Moment des Gesamtverfahrens. Viele Produkte liegen in einer Suspension nicht homogen verteilt vor oder haben z.B. aufgrund von Aufbaukristallisation oder Kornbruch sich verändernde Korngrößen. Außerdem erfolgt in Anlagen der beschriebenen Art ein häufiger Produktwechsel, wobei jeweils die optimalen Einstellungen der Betriebsdaten neu bestimmt werden müssen.

**[0040]** Die optimale Aufspaltung in die einzelnen Trocknungsabschnitte sowohl in der Stülpfilterzentrifuge 1 wie auch im Feststofftrockner 10 wird durch einen sich selbst steuernden Prozeß im Sinne eines Regelkreises, wie zuvor beschrieben, erreicht, wobei, wie ebenfalls bereits angegeben, mehrere Sensoren und die Steuereinrichtung 71, die mit der das Trockengas liefernden Vorrichtung 46 verbunden ist, eingesetzt werden. Hierdurch kann die kleinstmögliche Gesamtzeit der Gesamtabtrennung von Flüssigkeit und Feststoff einschließlich Entfeuchtung und Trocknung des Feststoffes erzielt werden, wenn nämlich die Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgänge in der Stülpfilterzentrifuge 1 und im Feststofftrockner 10 durch die Sensoren, die auf Temperatur, Feuchtigkeit, Gewicht, Durchflußmenge, Druck, etc. ansprechen, fortlaufend überwacht werden. Die gemessenen Werte werden dann ständig mit den

zu erreichenden Zielwerten für die Entfeuchtung und Trocknung sowohl in der Stülpfilterzentrifuge 1 als auch im Feststofftrockner 10 verglichen. Die Zielwerte ihrerseits basieren dabei auf bekannten oder ermittelten Betriebsdaten, die für eine wirtschaftliche Entfeuchtung und Trocknung maßgeblich sind.

**[0041]** Werden die vorgegebenen Zielwerte erreicht, wird der Trocknungsvorgang im Feststofftrockner 10 beendet und gleichzeitig der Trocknungsvorgang in der Stülpfilterzentrifuge 1 unterbrochen. Der Feststofftrockner 10 wird durch Öffnen der Klappe 23 entleert, und aus der Stülpfilterzentrifuge 1 wird neuer, vorgetrockneter Feststoff in den Feststofftrockner 10 überführt.

**[0042]** Gestaltet sich der Trocknungsvorgang im Feststofftrockner 10 so, daß die Zielwerte noch nicht erreicht sind, auch wenn die Stülpfilterzentrifuge 1 ihren Zielwert bereits erreicht hat, so kann das Trocknungsergebnis in der Stülpfilterzentrifuge 1 z.B. durch eine Erhöhung des Gasdurchsatzes in der Schleudertrommel 7, eine Temperaturerhöhung des Trocknungsgases, etc. verbessert werden. Ebenfalls kann gegebenenfalls die Drehzahl der Zentrifuge erhöht werden, um die mechanische Trocknung (Entwässerung) zu verbessern. Hierdurch kann dem Feststofftrockner ein stärker vorgetrocknetes Produkt zugeführt werden, das dann in kürzerer Zeit im Feststofftrockner getrocknet werden kann. Die Betriebszeiten von Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner stimmen sich hierdurch harmonisch aufeinander ab. Umgekehrt können, falls das Erreichen der Zielwerte im Feststofftrockner 10 festgestellt wird, bevor die Stülpfilterzentrifuge 1 ihre Zielwerte erreicht, die Betriebsdaten des Feststofftrockners 10 entsprechend umgestellt werden. Auch eine Umstellung der Betriebsdaten sowohl der Stülpfilterzentrifuge 1 als auch des Feststofftrockners 10 ist möglich, um so ein harmonisches oder synergetisches Zusammenspiel dieser beiden Apparate zu erreichen.

**[0043]** Gemäß dem hier vorgeschlagenen Vorgehen optimieren sich die von der Stülpfilterzentrifuge 1 und dem Feststofftrockner 10 gebildeten Systeme selbst mit der Zielsetzung z.B. einer minimalen Gesamtbetriebszeit, wobei die Anteile der mechanisch durch Schleudern erzielten Entfeuchtung und der thermisch durch Trockengas durchgeführten Entfeuchtung von Charge zu Charge zeitlich und ergebnismäßig erheblich voneinander abweichen können.

**[0044]** Der Betriebsablauf der aus der Stülpfilterzentrifuge 1 und dem Feststofftrockner 10 bestehenden Anlage kann grundsätzlich auch so gesteuert werden, daß man feste, z.B. für das jeweilige Produkt durch Versuche ermittelte Zeiten vorgibt, und nach dem jeweiligen Ablauf dieser Zeiten die Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgänge in der Stülpfilterzentrifuge 1 und im Feststofftrockner 10 unterbricht. Möglich ist z.B. eine Aufteilung der Entfeuchtungs- und Trocknungszeiten in Stülpfilterzentrifuge 1 und Feststofftrockner 10 im Verhältnis 1:1 oder auch in anderen Verhältnissen, je nach den vorliegenden Betriebsbedingungen und zu errei-

chenden Zielwerten unter Einhaltung einer möglichst wirtschaftlichen und rationellen Arbeitsweise.

## Patentansprüche

1. Stülpfilterzentrifuge (1) zur Trennung eines Feststoff-Flüssigkeits-Gemisches mit nachgeschaltetem Feststofftrockner (10), wobei in der Stülpfilterzentrifuge (1) durch Schleudern, Druckgaspressen und Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases und im Feststofftrockner (10) durch Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases eine Entfeuchtung und Trocknung des Feststoffes stattfinden kann,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

die Stülpfilterzentrifuge (1) und der Feststofftrockner (10) über eine dichte Trennung von Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner ermöglichende Verschlusseinrichtung (18) miteinander zu einer Einheit verbunden sind; an der Stülpfilterzentrifuge (1) und am Feststofftrockner (10) Sensoren (35, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69) zur Messung des dort jeweils herrschenden Entfeuchtungs- und Trocknungsgrades sowie dort vorliegender weiterer Betriebsparameter, wie beispielsweise Gewicht des Trommelinhalts, Druck, Temperatur, Durchflußmenge und/oder pH-Wert des Filtrats, Drehzahl, Feuchtigkeit, Zuflußmenge der zugeführten Suspension angeordnet sind; eine gemeinsame Steuervorrichtung (71) vorgesehen ist, welche durch die von den Sensoren abgegebenen Meßwerte betätigbar ist und in Abhängigkeit hiervon die Betriebsdaten, wie beispielsweise Drehzahl der Stülpfilterzentrifuge (1), einen Gasdruck, die Strömungsgeschwindigkeit eines Gases und/oder die Temperatur eines Gases sowie gegebenenfalls die Temperatur von den Feststoff (20) kontaktierenden Flächen (21) regelt; und die Steuervorrichtung die Regelung dieser Betriebsdaten selbsttätig durchführt, so daß die Betriebszeiten für die Entfeuchtung und Trocknung in der Stülpfilterzentrifuge (1) und im Feststofftrockner (10) sich aufeinander abstimmen und gleichzeitig die Aufteilung der mechanischen Schleuderenergie und der thermischen Energien in Stülpfilterzentrifuge (1) und Feststofftrockner (10) optimiert wird.

2. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie und der Feststofftrockner (10) mit einer gemeinsamen Vorrichtung (46) zur Lieferung des benötigten Gases verbunden sind.
3. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch ge-

kennzeichnet, daß sie und der Feststofftrockner (10) mit einer gemeinsamen Vorrichtung (46) zur Wiederaufbereitung des benötigten Gases verbunden sind.

4. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung (71) mit der Vorrichtung (46) verbunden ist und die jeweiligen Aufteilungen der Betriebszeiten und Energien in Stülpfilterzentrifuge (1) und Feststofftrockner (10) selbsttätig durchführt.
5. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Feststofftrockner (10) eine Heizvorrichtung (22) vorgesehen ist, über die der Feststoff (20) durch Wärmekontakt aufheizbar ist.
6. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen ihr und dem Feststofftrockner (10) ein Desagglomerierer (19) angeordnet ist.
7. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß abwechselnd unter Überdruck und Unterdruck gesetzte Leitungen (47, 28) am Feststoff (20) einen Druckwechsel vollziehen und hierdurch den Feststoff (20) desagglomerieren.
8. Stülpfilterzentrifuge nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in die Steuervorrichtung (71) feste Zeiten einbaubar sind, nach deren Ablauf jeweils die Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgänge in der Stülpfilterzentrifuge (1) und im Feststofftrockner (10) beendet werden.

## Claims

1. An invertible filter centrifuge (1) for separating a solids-liquid mixture with a post-connected solids dryer (10), wherein a dehumidification and drying of the solids can take place in the invertible filter centrifuge (1) by centrifugation, pressure gas compression and heat convection with the aid of a flow of drying gas, **characterised in that** the invertible filter centrifuge (1) and the solids dryer (10) are connected to one another to form a unit via a closure device (18) that enables a sealed separation of invertible filter centrifuge and solids drier; sensors (35, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69) are disposed on the invertible filter centrifuge (1) and on the solids dryer (10) for measuring the degree of dehumidification and drying respectively prevailing there, as well as additional operating parameters present there, such as, for example, weight of the drum contents, pressure, temperature, rate of flow and/or pH value of the filtrate, rotational speed, moistness, inflow of the suspension

that is supplied;

a common control device (71) is provided, which can be actuated by the measured values yielded by the sensors and as a function thereof regulates the operating data, such as, for example, rotational speed of the invertible filter centrifuge (1), a gas pressure, the flow velocity of a gas and/or the temperature of a gas as well as, where applicable, the temperature of surfaces (21) contacting the solids (20); and the control device carries out the regulation of these operating data automatically, so that the operating times for the dehumidification and drying in the invertible filter centrifuge (1) and in the solids dryer (10) are coordinated with one another and at the same time the division of the mechanical centrifugal energy and the thermal energies in the invertible filter centrifuge (1) and solids dryer (10) is optimised.

2. An invertible filter centrifuge according to Claim 1, **characterised in that** it and the solids dryer (10) are connected to a common device (46) for the supply of the required gas.
3. An invertible filter centrifuge according to Claim 1, **characterised in that** it and the solids dryer (10) are connected to a common device (46) for the re-processing of the required gas.
4. An invertible filter centrifuge according to Claim 1, 2 and 3, **characterised in that** the control device (71) is connected to the device (46) and automatically carries out the respective divisions of the operating times and energies in the invertible filter centrifuge (1) and solids dryer (10).
5. An invertible filter centrifuge according to Claim 1, **characterised in that** provided on the solids dryer (10) is a heating device (22) via which the solids (20) can be heated as a result of heat contact.
6. An invertible filter centrifuge according to Claim 1, **characterised in that** a deagglomerator (19) is disposed between it and the solids dryer (10).
7. An invertible filter centrifuge according to Claim 1, **characterised in that** pipes (47, 28) that are alternately subjected to overpressure and underpressure perform a change in pressure at the solids (20) and hereby deagglomerate the solids (20).
8. An invertible filter centrifuge according to Claim 4, **characterised in that** fixed times can be entered into the control device (71), after which the dehumidification and drying processes in the invertible

filter centrifuge (1) and in the solids dryer (10) can be terminated.

## Revendications

1. Centrifugeuse à filtre à retournement (1) destinée à la séparation d'un mélange de matières solides et de liquides et comprenant en aval un séchoir à matières solides (10), de sorte qu'il peut se produire une déshumidification et un séchage des matières solides par centrifugation, par pressage à l'aide d'un gaz sous pression, et par convection thermique à l'aide d'un gaz de séchage en écoulement dans la centrifugeuse à filtre à retournement (1) et par convection thermique à l'aide d'un gaz de séchage en écoulement dans le séchoir à matières solides (10), caractérisée en ce que
  - la centrifugeuse à filtre à retournement (1) et le séchoir à matières solides (10) sont reliés l'une à l'autre pour former une unité au moyen d'un dispositif de fermeture (18) qui permet une séparation étanche de la centrifugeuse à filtre à retournement et du séchoir à matières solides ;
  - sur la centrifugeuse à filtre à retournement (1) et sur le séchoir à matières solides (10) sont agencés des capteurs (35, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69) pour mesurer le degré de déshumidification et de séchage qui y règne respectivement, ainsi que d'autres paramètres de service qui y sont présents, comme par exemple le poids du contenu du tambour, la pression, la température, le débit et/ou la valeur du pH du filtrat, la vitesse de rotation, l'humidité, le débit de la suspension amenée ;
  - il est prévu un dispositif de commande commun (71), lequel est susceptible d'être actionné par les valeurs de mesure fournies par les capteurs et régule en dépendance de ces valeurs de mesure les données de fonctionnement, comme par exemple la vitesse de rotation de la centrifugeuse à filtre à retournement (1), la pression d'un gaz, la vitesse d'écoulement d'un gaz et/ou la température d'un gaz, ainsi que le cas échéant la température des surfaces (21) en contact avec les matières solides (20) ; et
  - le dispositif de commande exécute de façon autonome la régulation de ces données de fonctionnement, de sorte que les temps de fonctionnement pour la déshumidification et le séchage dans la centrifugeuse à filtre à retournement (1) et dans le séchoir à matières solides (10) s'adaptent l'un à l'autre et que l'on optimise simultanément la répartition de l'énergie de centrifugation mécanique et les énergies thermiques dans la centrifugeuse à filtre à retour-



nement (1) et dans le séchoir à matières solides (10).

2. Centrifugeuse à filtre à retournement selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est reliée, avec le séchoir à matières solides (10), à un dispositif commun (46) pour la fourniture du gaz nécessaire. 5
3. Centrifugeuse à filtre à retournement selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est reliée, avec le séchoir à matières solides (10), à un dispositif commun (46) pour le retraitement du gaz nécessaire. 10
4. Centrifugeuse à filtre à retournement selon la revendication 1, 2 et 3, caractérisée en ce que le dispositif commande (71) est relié au dispositif (46), et en ce qu'il exécute de façon autonome les répartitions respectives des temps de fonctionnement et des énergies dans la centrifugeuse à filtre à retournement (1) et dans le séchoir à matières solides (10). 15 20
5. Centrifugeuse à filtre à retournement selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'il est prévu dans le séchoir à matières solides (10) un dispositif chauffant (20) au moyen duquel les matières solides (20) peuvent être chauffées par contact thermique. 25 30
6. Centrifugeuse à filtre à retournement selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'il est prévu un dispositif de désagglomération (19) agencé entre la centrifugeuse et le séchoir à matières solides (10). 35
7. Centrifugeuse à filtre à retournement selon la revendication 1, caractérisé en ce que des conduites (47, 28) mises alternativement sous dépression et sous surpression établissent des changements de pression au niveau des matières solides (20) et assurent grâce à cela la désagglomération des matières solides (20). 40
8. Centrifugeuse à filtre à retournement selon la revendication 4, caractérisé en ce que des durées fixes sont susceptibles d'être imposées au dispositif de commande (71), après expiration desquelles les opérations respectives de déshumidification et de séchage dans la centrifugeuse à filtre à retournement (1) et dans le séchoir à matières solides (10) sont terminées. 45 50

55



